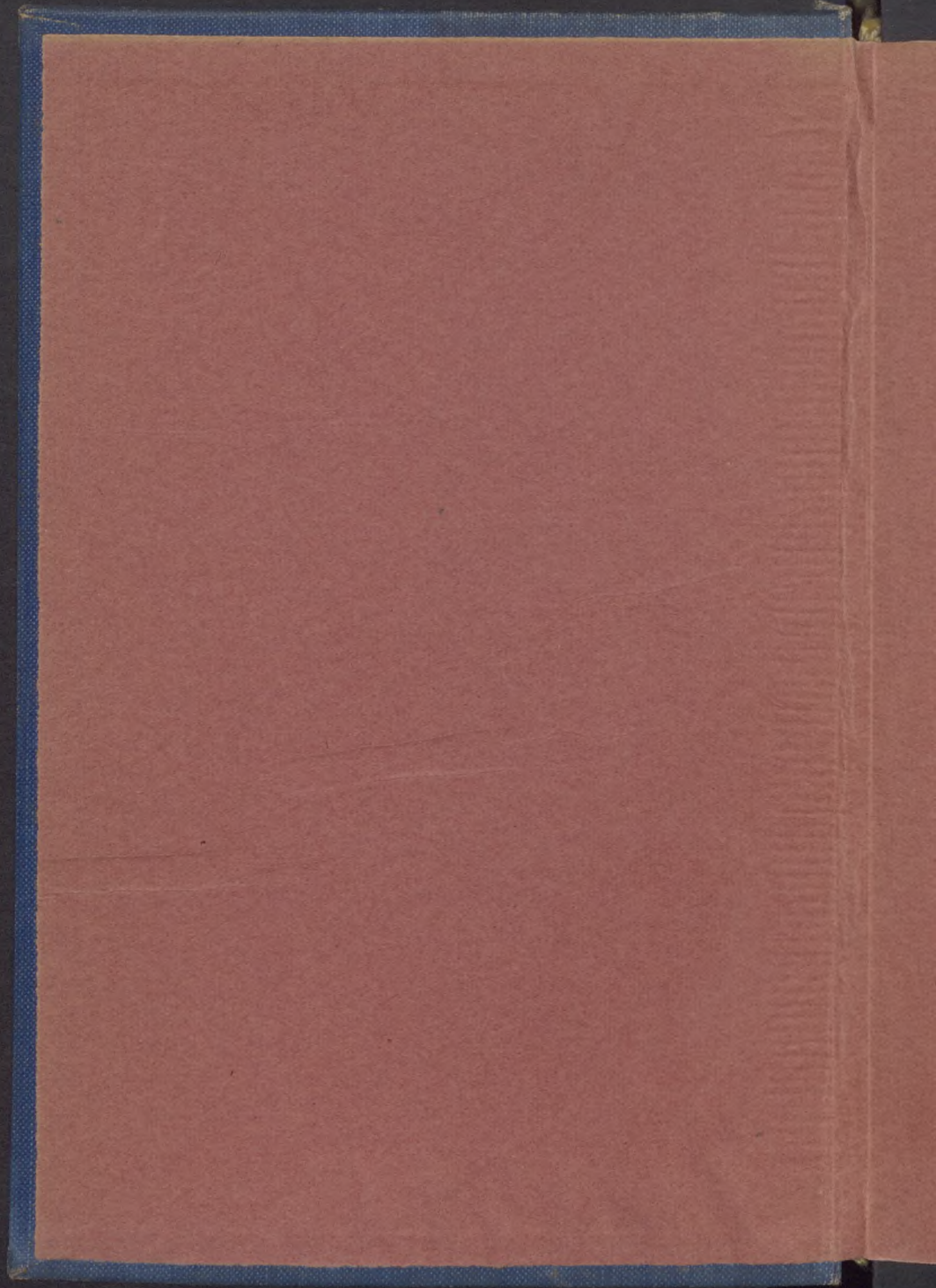


# A TERMÉSZET AVIATIKUSAI

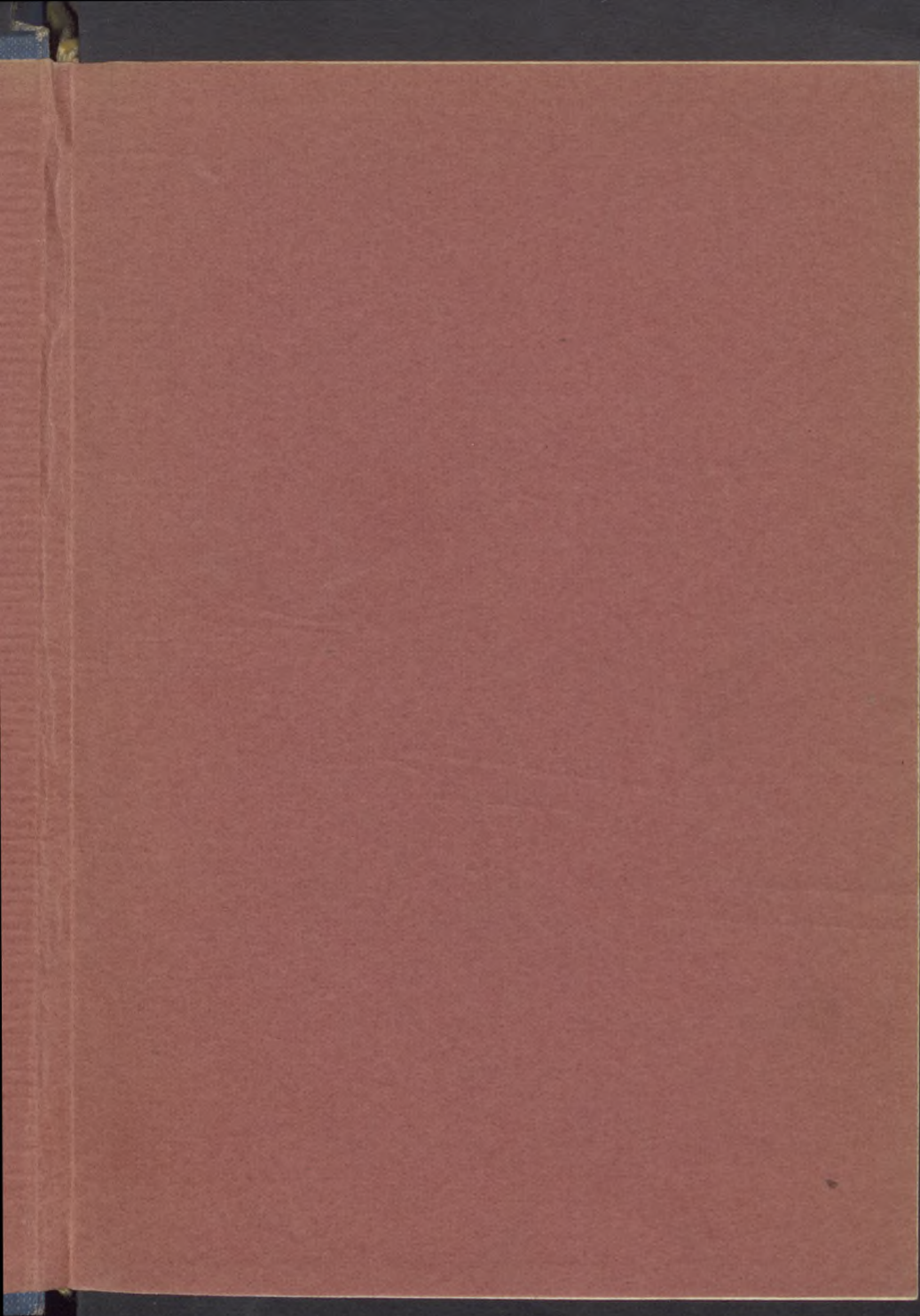
M  
98.589 OSZK  
.....

RÉVAI









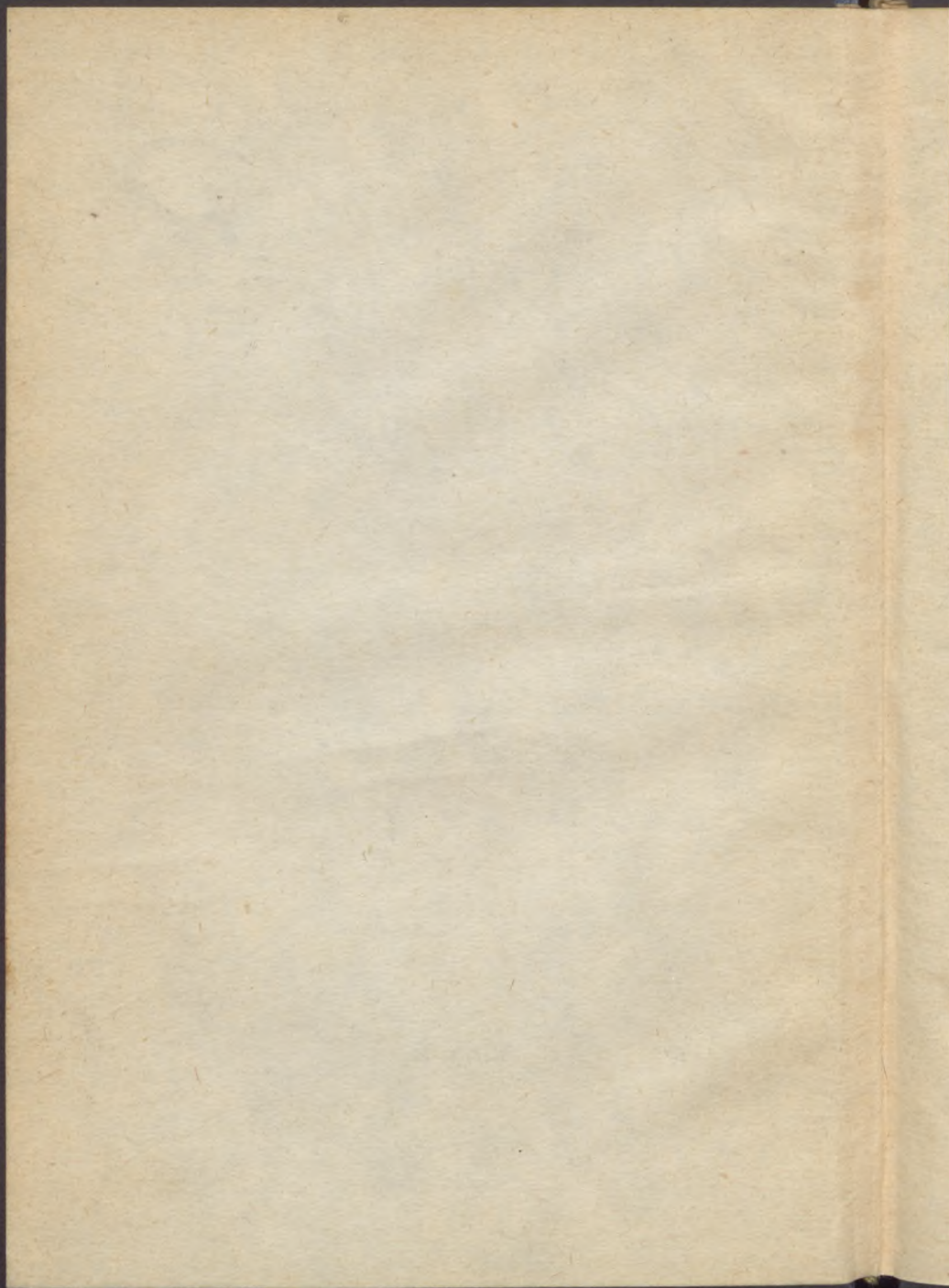






R







SVACHULAY SÁNDOR .

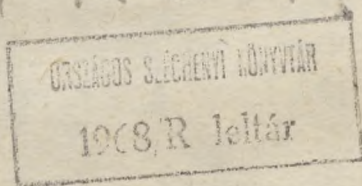
# A TERMÉSZET AVIATIKUSAI



R É V A I



h 98.589



Copyright by Révai, Budapest, 1940

62187. — Révai nyomda, Budapest



A természet feltűrt titkai nyílnak meg a technika korszakának embere előtt. Közel 50 évnél, egy teljes életnek munkája áll előttünk, melyben a természettudomány, a technika, az ember szemszögéből nézve ismerjük meg a repülést úgy, ahogy az állatok világában, az érintetlen természetben: Isten alkotásában van.

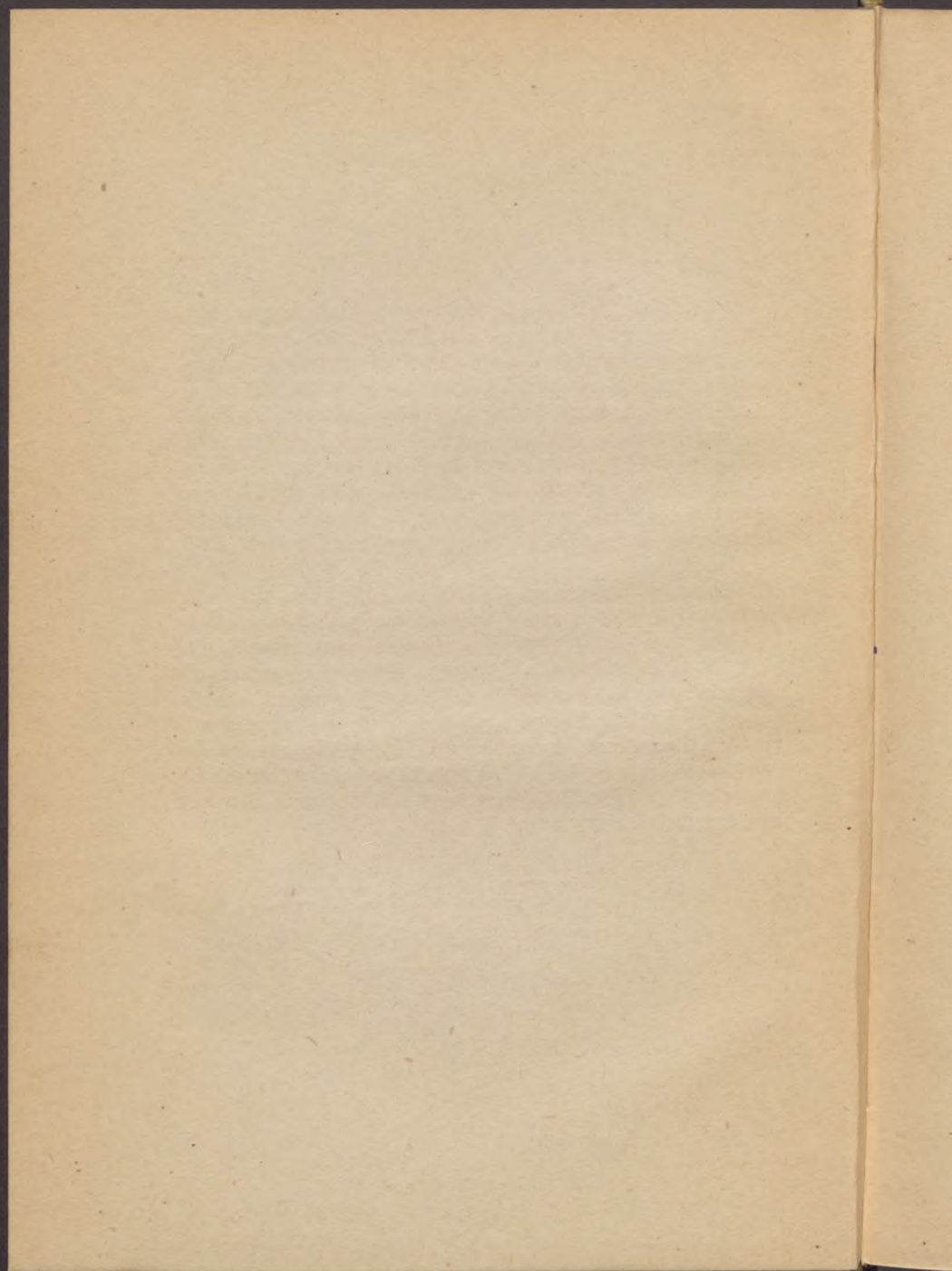
Ez a könyv talán szórakoztató olvasmány, — mert tárgya érdekes, leírása lebilincselő — talán tudományos munka, — mert a természet ismeretlen titkait magyarázza meg — de lehet, hogy a jövő repülésének ABC könyve.

Ma a technika, a repülés terén a fejlődés jövő irányait megjövendőlni, felsülés veszélye nélkül lehetetlen. Minden irányban folynak komoly és komolytalan kísérletek. Sok „komolytalan ördöggel cimboráló, fantasztá” volt, akiket az idő igazolt és sok komoly szakember véleményét őrzi a történelem, mint nevetséges érdekességet.

A „Természet Aviatikusai” hézagpótló munka; a jövő dönti el, vajjon általa csak természettudományi ismereteink bővülnek-e, vagy megindítója lesz-e egy új-szerű repülési irányzatnak.

*Tamás L.*

a Műgyetemi Sportrepülő Egyesület elnöke





## BEVEZETÉS

Honnan merítette tartalmát ez a könyv?... Nem máshonnan, mint magából a szabad természetből. Kifogyhatatlan csodái ontják a tartalmat, az anyagot és az ismereteket. Gazdag és egyúttal nyitott kincseskamra ez, mindenki megszédheti magát belőle. Feltárja szépségeit, értékeit bárki előtt, ha nem rest értük lehajolni...

E könyv írója is csak ezt tette. Lehajolt, felszedte és ezután írásba foglalta azt, amit a természet megmutatott és elbeszélt neki...

A nagy természet végtelen, változó csodái mindig lenyűgözőek. Őszinte barátainak szívét, lelkét észrevétlenül veri bilincsekbe. Akit megfogott, nem bír, de nem is tud többé szabadulni. Örökre eljegyezte magát vele. A rajongót vágyak formájában ejti foglyul, ambíciókat ébreszt, tettekre sarkal és lankadatlan munkára serkent, de mindig az alkotás vagy művészet jegyében. Magába szívja a természet örök tevékenységét, ahol végeszakadatlan az alkotás, az átalakulás. Megérti hangtalan parancsszavát, hogy maga is szüntelen tettekre vágyakozzék.

Itt és így született az ember repülési vágya is: vele az a törekvés, amely évezredekben át menthetetlenül erre a gigantikus küzdelemre kényszerítette. Láta a legszabadabb és legnagyobb mozgásnak, a repülésnek milliónyi típusát, formáját. Láta a rovarokat, madarakat keeses, vonzó légitornáikkal, hogy előbb irigykedve szemlélje, azután leküzdhetetlen vágya támadjon utánzásukra.

Mert a természet bűvkörében ébredezett az ember

agyában a gondolat, szívében a vágy, hogy a szabadmozgás igazi honában, a levegőben ő is otthont találjon, ő is repüljön. Itt oszlott el csüggedése, ha időközönként a levegő birtokáért folyó harcban kifáradt. Itt kapott új erőre, hogy terveiben és munkálkodásaiban tapasztalt keserű csalódások után új küzdelmeket, veszedelmeket vállaljon a kitűzött nagy célért — az ember repüléséért...

Több mint 50 esztendővel ezelőtt, amikor az ember repülési vágya mint kimondott „lehetetlenség“ az álmok világába tartozott, fiatal kis diák járta, bújta az erdőket, mezőket, vagyis a rajongva szeretett természetet. Minden szabad idejét a természet magányában töltötte. Ábrándozott, álmodozott, hallatlan vágyak gyötörték. Valami nagyot, valami szépet akart, olyat, amit más nem tud, hogy édesanyja örüljön, tanárai megdicsérik, pajtásai pedig bámulják.

Mi más lehetett volna ez a valami, mint a *repülőgép*!? Ezt föl fogja találni, meg fogja csinálni mindenáron! Szent meggyőződés tüzelte, hogy ennek sikerülnie kell!...

Hiába mondogatták a mosolygó emberek, hogy lehetetlen. Bolond az, aki erre csak gondolni is merészel...

De a fiú mert! Hisz amerre csak néz, szemlélődik, tele van a levegő apró, élő repülőgépekkel, rovarokkal, vagy madarakkal, amelyek szeme előtt zúgnak, csattognak, suhannak mindenfelé. Ő is tudna így repülni, ha szárnyai lennének. Csak a repülés tudományát kell ellesni, s ha megfejtette a nagy titkot, akkor szárnyakat csinál magának és utánozni fogja a madarakat.

Órákon át üldögélt egy-egy virágbokor előtt nagyítóüveggel kezében és figyelte, vizsgálta a jövő-menő állatok, méhek, darazsak, pillangók szárnyműködését, vagy pedig hanyat fekve a réten, vágyakozó szívvel leste, nézte a magasban felbukkanó madarak mesterkedéseit, ívelését, keringését, csapongását. Ha megsejtette, hogy



ezek a szárnyak mit művelnek, miként dolgoznak, akkor haza rohant és csinálta az apró gépkísérleteket. Bizony gyöngé próbálkozások voltak ezek, de tovább fűrt, faragott, hogy mindig jobbak, mindig tökéletesebbek kerüljenek ki kezei közül.

Nagy szorgalom, rengeteg munka és fanatikus hit eredménye lett, hogy a száz és száz hiábavaló kísérlet után végre 1890-ben megszületett az első két repülőképes modell: a mesterséges szárnyú légy és a szitakötő...

Lehet, hogy ez volt az első levegőnél nehezebb test, amely legyőzte a föld vonzóerejét. Leírhatatlan volt a boldogság: hogy utána kezdetét vegye egy csalódásokkal és vesszőfutásokkal teljes, nehéz, gyötrelmes élet...

Nagyon sok volna elmondani, hogy mi következett ezután.

Azóta sok-sok munkával eltöltött év mult el, de a lelkes törekvés elpusztíthatatlanul megmaradt. Az aviatika és vele a természettudomány szolgálatában több mint 45 esztendő pergett le az idő rokkáján. Az első tíz esztendő az alapfogalmak, repülőrendszerek kutatásával és kísérleti gépek, eszközök szerkesztésével, készítésével telt el, amelyeket szüntelen megfigyelések, bűvárkodások támogattak.

E küzdelmekben gazdag és hosszú idő alatt gyűlt össze e könyv anyaga is. Adatai tehát olyan időből származnak, amikor nemesak az aviatikát tekintették komolytalan tudománynak, hanem a repüléssel foglalkozót is csak szánakozó mosoly kísérte, vagy pedig futóbolondnak tartotta mindenki. Minthogy ez időben még semmiféle forrás vagy irány nem állt rendelkezésére, nem szérentelenség állítani, hogy mindaz, amit e könyv magában foglal, azt az ismeretlenség mélyéből magának kellett kibányásznia, hogy tartalma minden idegen befolyástól mentesen *független, eredeti és önálló* legyen. A könyv iránytűje tehát a megfigyelés: segítőtársa pedig a rengeteg gyakorlati kísérlet. Ez tette lehetővé, hogy ezt a beláthatatlan labirintust a kutató értelem bejárja.

A repülést tagadó korban nemcsak tisztán állt a bűvárkodó előtt az aviatika komoly lehetősége és jelentősége, hanem már voltak sikeres gyakorlati eredményei is. Így a 90-es években felfedezte és kísérletileg kipróbálta a természetes repülés számtalan (még ma is ismeretlen) válfaját és formáját. Megvalósította mesterséges úton a rovarok, denevérek és madarak sokféle repülőrendszerét. Megszerkesztette a váltakozó irányú légcsavart és megállapította a lendítő erő- és súlypontállításnak a repülésre kiható, fontos szerepét. A légiúszás és csapkodva-repülés alapjait és sokféle variációját. A nyíltva-úszás, vágatva-repülés és szárnynyomásokkal való légítartózkodás elemeit, feltételeit, szabályait, törvényeit. S a különböző repülési formák rengeteg változatát modellekben egytől-egyig elkészítette. Ezek mint kísérleti géptípusok, ma is élő szemtanúk előtt már akkor repültek, amikor ilyen lehetőségekben nem bízott még senki.

E könyv tartalma is csupán az így szerzett adatokat és eredményeket tárja az olvasó elé.

Ez idő alatt — különösen az első két évtizedben — minden kísérletét, bűvárkodását egyedül, magára hagyatva és elzárkózva kellett folytatnia. Akik látták, hogy mivel foglalkozik, miben töri fejét, elfordultak tőle. Rokonok, jóbarátok egyaránt. Még jó szóval se biztatta senki. De annál több része volt gúnyban, lekicsinylésben. Az elért első eredmények így megsemmisültek a megnemértés mindent felörlő malomköve alatt. De leginkább szabad prédája lett az idegen érdekeknek. A hálátlan életcélt és törekvést azonban gazdagon kárpótolta a belső megelégedés tudata. Ha lehetne, újra kezdené, mert szép volt a küzdelemmel járó lázas izgalom és jutalmat is kapott érte... Fáradozása végcélját nemcsak valóságnak láthatja... nemcsak sikerült a természetes és gépies repülés minden titkába behatolnia, hanem a legmagasabb helyről, Istentől nyerte a kegyelmet, hogy részt vehetett az ember szárnyrakерülésének úttörő munkálkodásában és továbbfejlesztésében. Amit cserébe kapott, az pedig emberi, vagy még inkább magyar sors.



És amikor a sok fárasztó munka után szédülő fejjel  
visszatekint a megtett hosszú útra, mélységes megnyug-  
vást érez...

...a fanatikus kis diák pedig, aki így kezdte és küz-  
dötte végig aviatikus pályafutását az, aki e sorokat írta,

*Budapesten, 1940-ben.*

Svachulay Sándor

## A szárnyformák kialakulása a természetben

A szabad természet a Teremtő műhelye. Olyan, mint a nyitott könyv, amelybe mindenki betekinthez. De sorai-ból csak az olvashat, aki őszintén szereti. Minél jobban rajongunk érte, annál bizalmasabb hozzánk. Elhalmoz kincseivel, szépségeivel és feltárja titkait. Akit keblére ölel, annak elmondja évmilliók multját, igaz történetét, megnyitja hatalmas múzeumát, de mindenkor zárva marad azok előtt, akik süketen, vakon, érzéketlenül vagy figyelmetlenül haladnak el mellette. A nyílt és őszinte természet egy gondolatnyi értelmet sem pazarol a sivár lelkekre.

Aki barátja a természetnek, maradjon mellettünk és hallgassa meg, hogy mi mindenről tud nekünk regélni. A multja, amiről legtöbbet beszélhet — végtelen: mert a történeések száma is végtelen és kifogyhatatlan. Minden szava más-más titkot suttozhat s ha megértjük, olyan gazdag ismeretekről lebbenti fel fátyolát, hogy segítségével ragyogó világosság támad értelmünkben és lelkünkben. Üssük fel tehát e könyv első lapját, hogy mit ad útravalónak, amikor titokzatos birodalmába merész-kedünk lépni.

Mindenekelőtt azt az egyszerű gondolatot tárja eléünk, hogy a „Mindenség“, vele az egész természet csupán „mozgás“, amely egy végtelen kiterjedésű „energia-forrás“ (Nap vagy Naprendszerek) következménye, s amelyet a legbölcsebb Hatalom kormányoz.

Ez a mozgás azonban nemesak tüneményt, vagy egyszerű helyzetváltoztatást jelent, hanem az egész mindenséget magába foglaló, átfogó, alkotó és részes eleme a



végtelen energiahalmaz „variációjának“, amely a *szellemi* megnyilatkozástól (gondolat) a legszilárdabb testek *anyagállapotáig* terjed. Olyan végtelen távlatok nyílnak meg előttünk, hogy ezek összefüggését és egymásra hatását az emberi érzékszervek és értelmi képességek fel se bírják fogni. Csupán annyit érzékelhetünk, hogy minden tünemény és anyag, *egy bizonyos mértékben és törvényszerűségben sűrűsödött mozgás*. Vagyis olyan *koncentrált mozgás* (energia), amelynek előttünk *szellemi és materiális formája* van: vagyis érzékeink ilyenek fogják fel. A koncentráció *sűrűsödhet* (keményedhet, fokozódhat), vagy *ritkulhat* (puhulhat, fogyhat, apadhat) a szüntelen mozgás hatása (variációja) alatt. Minél keményebb vagy súlyosabb az anyag, annál több benne az energia: vagyis a „*kötött-mozgás*“ feszítő, illetve robbanó ereje. Mozgás az élet: mozgás maga az ember is, minden parányi részecskéjével és gondolatával együtt. Az élet keletkezése egy a mozgás valamelyik *variációjának keletkezésével*. A halál is csupán a mozgásvariációk egyik, de már más formája. A szilárd, súlyos testeknek ismert mozgásvariációk is, *csupán érzékszerveink felfogása szerint válnak ilyen benyomásokká vagy hatásokká, hogy ezeket értelmünk osztályozni és megkülönböztetni tudja*.

Az egész világ tulajdonképpen a mozgás-variációk egymásrahatásából áll. Mi is voltaképen mozgást *látunk*, mozgást *hallunk*, mozgást *szagolunk*, *tapintunk*, *ízlelünk*: amit színnek, fénynek, hangnak, szagnak, íznek, tárgynak érzékelünk és ekként osztályozzuk magunkban. Az így ránk ható mozgás-variációkat mindvégig másnak érzékeljük, másnak ismerjük és nevezzük, amennyiben belsőkben egymástól élesen megkülönböztetve, állandóan *szellemi ellenőrzésünk* alatt tartjuk.

Jellemző, hogy ezek a variációk sohasem ismétlődnek, sohse lesznek kétszer egyformák vagy ugyanolyanok: éspedig a végtelen finom és folytonos keveredések következtében. Az összetételek folyton alakulnak, változnak, hogy így még a hasonlóak is egymástól különbözze-

nek. A mozgás-variációkban megnyilatkozó energiának tehát kifogyhatatlan a változata, iránya, fejlődési útja vagy fokozata, amely variációk egyenkint is számtalan formára, irányra tagozódnak, tömörülnek vagy bomlanak.

És mi mennyire szilárdnak, biztosnak érezzük magunk körül ezt a szédületesen kavargó, örvénylő világot, amely pedig az ő irtózatos távlatával, színes képeivel „ilyen alakban“ talán nem is létezik. Csupán mint *energia*, mint *mozgás* zúg, zakatol, forrong önmagában a nélkül, hogy ez a valóságban így történne. Mert a szédületes kavargást sejtelmünk szerint olyan síri csönd környékezheti, amelyről nekünk fogalmunk se lehet. A mozgásnak a valóságban se hangja, se látható részei nincsenek. Az energia maga hangtalan, láthatatlan. Csupán hatásairól vannak ilyen fogalmaink, de amelyekről nem tudjuk, hogy micsoda és nem is remélhetjük, hogy ezt valaha megtudjuk, mert mi is beletartozunk és belőle származunk. Mivel minden gondolatunk és érzelmünk szintén a legfinomabb, legérzékenyebb szellemi mozgás-variációk körébe tartozik, „mint ilyenek“, önmagunkat ennél fogva aligha elemezhetjük... Az öt érzékszervünk és szellemi berendezettségünk is csupán a mozgáskülönbözetek ellenőrzésére hivatott adottságunk, hogy a különböző erejű mozgás-variációkhoz alkalmazkodni, vagy ellenük védekezni bírjunk, vagyis, hogy mi változtassuk meg inkább a ránk ható mozgás-egységek halmazállapotát, ha ez számunkra bontást (veszedelmet) jelentene.

Ezek a hatások minél hevesebbek vagy erősebbek, annál kényelmetlenebb vagy veszedelmesebb nyomással fekszenek az emberre és egyenesen veszélyeztetik az ő meghatározott mozgás-egységének halmazállapotát, együttmaradását és működését (életét).

És ekkor az örökké nyugtalan ember öngyilkosságot akar követni. Ismerni akarja az *atomrombolás* titkait. Fel akarja bontani: vagyis energiává változtatni az anyagot, mert már tud annyit, hogy pl. a legkisebb kavicsdarab vagy gyufaszál is oly rettenetes energiák hal-



mazállapota, hogyha sikerülne ezt hirtelen szétrobbantania, akkor egy löportorony felrobbanása kozzá képest csak ártatlan szikrapattanásnak számítana. (A bomba felrobbanásakor is csak az atomokká vagy anyaggá sűrűsödött mozgás szabadul fel rabságából, hogy éreztesse a beléhalmazódott szörnyű energiákat.) Hallatlan elbizakodottságában az ember hadat akar üzeni ezzel önmagának, de még a Teremtőnek is.

Az örök Bölcsesség azonban éberén őrködik. Vigyáz arra, hogy ez a vakmerőségünk csak átmenetileg és mérsekeltén sikerüljön. Jaj volna az emberiségnek, ha minden átmenet és *érettség nélkül* birtokába jutna az atomrombolás teljes titkának. Ma még annyira éretlenek vagyunk, hogy önmagunkkal együtt szétrombolnánk az egész világot. Tűz a gyermek kezében, aki fejére gyujtja a házat...

A „teremtés koronájának“ ebbeli hajlandóságát pedig ezer jel mutatja. Szerencsére ma még csak egyes anyagokkal könnyelműsködhet. Sokféle gázt, benzint, szeszt, nyersolajat, hidrogént, puskaport, dinamitot stb.-t robbanthat. Bár ez még nem is atomrombolás, hanem *csak atomjaira bontása az anyagnak*, és már is milyen szörnyű erők jelentkeznek, még pedig sajnálatos módon nem mindig a boldogításunkra. Mi lenne akkor, ha minden kőzet, fém, föld, víz, levegő, élőszervezet az ő telhetetlen és könnyelmű játékszerévé válnék, ha ezek az ember akarásával bármely pillanatban visszanyerhetnék eredeti, ősi állapotukat?

Bizonyos, hogy a legszörnyűbb világkatasztrófa!!! Gondoljunk csak a géprepülés igazi rendeltetésére, mely a gyors érintkezés vagy közlekedés érdekeit, az emberi életközösség céljait van hivatva szolgálni... és mégis mire akarja az ember felhasználni?... Vagy milyen más véleménye pl. a színtelen, szagtalan, szomjúságot csillapító vízről... ki gondol arra, hogy ez az ártalmatlannak látszó vegyület, micsoda rettenetes robbanó elemek: a hidrogén és oxigén összetétele ( $H_2O$ ). Minthogy a gyarló ember önző, pillanatnyi sikerének elérése érdek-

ben sohasem takarékoskodott az energiák felszabadításával, ezt a megismerést se alkotásra, hanem bizonyosan rombolásra használná fel. Bár a rombolás is az alkotás egy másik formája, de ez nem mindig szolgálja az emberi életközösség érdekét.

A „mozgás” jelentőségének előtérbe bocsátásával csak rövid képet tártunk fel a természet nyitott könyvének egyetlen lapjáról és beláthatatlan távlatáról. Elkalandozásunkról tehát visszafordulhatunk és ezúttal csak az erősen érzékelhető *materiális-mozgás* egyik részletével foglalkozunk.

A mozgás eme részletének, az élszervezetek *helyváltoztatási* formáját vesszük. Ennek a mozgásformának (a mászásnak, ugrásnak, úszásnak, futásnak stb.) pedig koronája a „repülés”.

A repülés kifejezése olyan mozgás-variációban nyilatkozik meg, amely fejlődési útvonalat jelez, hogy ez a gyorsaságtól a kiválóságig terjedjen. Ennek az emelkedési fokozatnak számtalan iránya és variációja van, amely ezáltal repülő-rendszerekké oszlik. A mozgásegységek fejlődési útja a „gyorsaság jegyében” halad, amelynek végrehajtó eszköze a levegőre támaszkodó szárny.

Ezért a természetet egy végtelen kiterjedésű laboratóriumnak, vagy kísérleti műhelynek tekinthetjük, amelybe ha betekintést akarunk nyerni, akkor elsősorban logikus távlatokban és méretekben kell szemlélődnünk. Ezek a távlatok *térben és időben* nem mérhetők, nem számíthatók. Így az alkotóerő bámulatos munkálkodásának megfigyelését, vagy az egymásba kapcsolódó utak szabályos rendjét is „hétmérföldes csizmával” kell bejárni, amelynek segítségével pillanatokat vagy évmilliókat ugorhatunk. Mert ugyanezeket a korlátlan lehetőségeket látjuk a szárnyrengeteg változatának kibontakozásával is, amely a legparányibb dimenziótól, a *kondor* vagy *albatrosz* hatalmas szárnyáig terjed. Az alkotóerőnek mindegy volt a légy vagy a kondor szárnyának



megszerkesztése. De vajjon meglátjuk-e azt a roppant távolságot is, amelyet a *kísérleti úton haladó fejlődésnek* e két dimenzió között meg kellett tennie. Micsoda tömege táruul elélnk a különbözö kísérleteknek, formáknak, méreteknek stb., amikor a repülőlények szárnyain végigtekintünk.

Úgyszintén ha tekintetbe vesszük, hogy a szárnytípusok kialakításához előbb meg kellett teremtenie a megfelelő anyagokat is, az alkotó munkát egyenesen lenyűgözőnek találjuk. Ezzel újabb variációs távlat bontakozik ki szemünk előtt, amelyet *minőség és célszerűség* szempontjából szintén fejlődésszerű emelkedés jellemez. Számítalan válfaja, tulajdonsága és szilárdsága van az anyagoknak, amelyek mindenkor megfelelő helyen, vagy alkalommal végzik a rájuk rótt feladatokat.

Amint rendelkezésre álltak az anyagok, elkövetkezett a minden emberi képzeletet felülmúló leleményességgel, számíttással, előrelátással való formálás, idomítás. Szárnyakat kaptak a *halak, hüllők, férgek, rovarok, emlősök*; mindenkor az igényeknek, életfeltételeknek megfelelően, hogy végül kialakuljon a legtökéletesebb *madárszárny* (tán évmilliók során, vagy pillanatok alatt). De még itt se volt megállás, mert a madárszárnyban szintén rengeteg a változat. Méretben, formában, tulajdonságban és technikai berendezésben olyan variációja látható napvilágot, hogy ez a sok változat szinte át se tekinthető.

Munkálkodásának során az Alkotó így felhasználta a bőrt, hárttyát, tollat stb., amelyeket izmokkal, szarunemű idegekkel, vagy csontokkal merevített, *minden párányi részletében pontos statikai alapelv szerint, sőt minden célszerűséggel felruházottan is*, úgyhogy a legkisebb és legegyszerűbb szárny épp oly mértékben feleljen meg a *szilárdsági, tartóssági és biztonsági követelményeknek*, mint a legnagyobb és legkomplikáltabb szárnytípus. És amilyen hosszú volt az út az első kísérletektől a megoldásig, olyan sokféle lett a szárny alakja, mérete és berendezése. Így támadtak *egy darabból*, vagy *két külön*

részből álló merev szárnyak. Úgyszintén *egyikönyökbe hajló*, összecsuksukható és kifeszíthető szerkezetek, vagy több *könyökkel forduló*, egészen összecsuksukható és kinyitható szárnyak. Az ilyen eltérésekben pedig szintén rengeteg a variáció, vagyis a típusok szerinti keveredés. A működést tekintve ugyanilyen nagy változatosságot találunk. Csúpán a szárnylengés vagy szárnycsapás figyelembe vételével *percenként a 100.000-nyi rezgést* is meghaladó mozgatóástól *a teljes szárnymegállításig* számtalan változatát találjuk a működés sebességének. Még gazdagabb változatosságot látunk a szárnyak részletműködésében, amely *csavarszerű elhajlásokat*, *rugalmasságot* vagy *merevséget*, úgyszintén *felületkisebbitést* vagy *nagyobbitást* alakít különféle méretekben.

A szárny alakja, mérete, tulajdonsága és működése szerint alakul ki a repülés formája. Így van *himbáló*, *csapongó*, *álló*, *függő*, *ugró*, *vágtató*, *lebegő*, *rezgő*, *úszó* és még sok másféle jellemző megnyilatkozás. Ezek a variációk határozzák meg a *repülő-rendszereket* is, amely lehet *helikopterikus*, vagyis függőleges repülés. Úgyszintén lehet *ornithopterikus*, azaz csapkodó vagy lengő: valamint *aeroplánszerű*, amelynek alapja a *feszített szárnyú légi-úszás*. Ezek a repülő-rendszerek keverten is előfordulnak, miáltal a mozgás és működés kifejezésében többféle *mellék repülő-rendszerek* alakulnak.

Ez a rengeteg variáció egy fejlődési irányt képvisel, amely a *gyorsaság és célszerűség* tekintetében a *gyarlóságtól a kiválóságig* emelkedik, de amely fejlődés a természetes kísérletek igen hosszú láncolatát is mutatja. De bármily alacsony fokon indult meg a kezdet, még a legprimitívebb repülőlény szárnya is kiforrott: vagyis az életfeltételeknek megfelelően alakult. Repülés közben semmiféle szárny se mondja fel a szolgálatot. Ez a kísérleti folyamat a legtökéletesebb próbálkozásokkal volt összekapcsolva, amely nemcsak határozott céltudattal haladt a teljes megoldás, a kiválóság felé, hanem azonnal a repülésen kezdte pályafutását, mihelyt a szárny elérte aktív szerepét, vagyis működő képességét.



Ha szándékunkban vagy módunkban állna a repülés eszményi vége célját kutatni, levezetni vagy feltárni, akkor a repülés felé törekvést már a kezdő élőlények első megmozdulásával is ki lehetne mutatni (nemkülönböztetve azt is, hogy a repülés felé történetét még a növényvilágban is — mégpedig számtalan formában — megtaláljuk). Mert a *mozgás* törvényszerűsége ezt a fejlődési útvonalat a vízből a szárazföldre, innen pedig a levegőbe irányította. Szemléltető példája ennek a *repülőhal*, de még inkább a *sztatokötő* kifejlődésének útvonala, amely a moesár fenekén kezd és a levegőben végzi érdekes pályafutását. A fejlődés eme útvonala tehát még a kukac megmozdulását is mint kiindulási pontot szemlélteti, hogy végül eljusson a *mozgás*, a *saskeselyű* vagy a *kon-dor légi-úszásáig*.

Hogy mennyire vége cél képvisel a repülés a materiális fejlődésben, ennek legfényesebb bizonyítéka a természet egyik legesodálatosabb, megrázó tüneténye, a „metamorfózis“. (Ezt látjuk a hernyó alakváltozásában, amikor begubózza magát, hogy utána mint pompás pillangó törjön elő.) A metamorfózis keretében rövid, néhány hét alatt kibontakozik a mozgás repülési formájának évmilliósi fejlődési útja, annak demonstrálására, hogy miként lesz a csúszás-mászásból repülés. Ezek az átalakulások vagy fejlődési útvonalak is mutatják, hogy mennyire *tér és idő nélkül* dolgozik az alkotóerő!

De megdöbbenő összefüggéseket találunk még abban is, hogy miként kényszeríti rá a mozgás törvényszerűsége az élőlényekre a repülést. Ezt a mozgásformát általában két fő életfeltétel kormányozza. Egyik az *élelemszerzés*, másik a *fajfenntartás* kényszere. Többé-kevésbé mindkettő megköveteli a nagy távolságok bekalandozását, amelynek legcélravezetőbb terepuma a levegő-óceán. A kényszerhatás menete röviden a következő:

A repülés fokozatos fejlődése az életszervezetet mindig nehezebb és nehezebb életkörülményekkel terheli, hogy ezáltal mindig nagyobb és nagyobb repülőtevékenységre és ügyességre kényszerítse. Minthogy az élet-

feltételek szabták meg a szárnyak kialakulását, tehát ugyanezek a feltételek mutatják a repülés kiválóságát, vagy gyarlóságát is. Ahol a két életfeltétel nehéz, komoly akadályokat rejteget magában, ott mindig kiválóan ügyes a repülés. Ahol pedig könnyű feladatokkal van dolga az élelemszerzés vagy fajfenntartás terén, ott gyöngé, gyarló marad. Tovább haladván e csapáson, azt találjuk, hogy az egész könnyű életfeltételekkel rendelkező szervezet már nem is bír repülni.

Ez a vázlatos levezetés is mutatja a törvényszerűséget, hogy a teremtmőerő minő eszközökkel kényszeríti alkotásait a repülés gyakorlására. Mert nincs repülő-lény, amely elindulna légi útjára, ha ez a két életfeltétel, vagy ezekkel összefüggő célok erre nem kényszerítenék. *A kiváló repülőket mindig a legszigorúbb és legnehezebb életfeltételek sujtják.*

### A természetes repülés megoldása

Bár a Teremtő műhelyének, a szabad természetnek kapuja tárva-nyitva áll, annál hozzáférhetlenebb a műhely titkokkal teljes laboratóriuma. Elzárt birodalom ez, ahol „tér és idő nélkül“ szüntelenül folyik a láthatatlan munka, ahol lankadatlan szorgalommal dolgozik a csodálatos alkotóerő. Szerszáma a mozgás, készítményei pedig a mozgásra alkalmas szerkezetek sokfélesége és velük a mozgás fenntartása. Minden alkotás a mozgás jegyében és a mozgás érdekében történik.

A kifogyhatatlan természet misztériumában ügyefogyottan tapogató ember mohó kíváncsisága és tudásvágya elől a repülés nagy titkát is hétpecsétetes lakat zárta el. Évezredekig tartott a fáradhatatlan küzdelem, amíg sikerült az embernek mechanikai működéssel a levegőbe kerülnie. Pedig csak halvány sugarát kaptuk el annak a vakító világosságnak, amely betölti ezt a roppant titkokkal teljes laboratóriumot.

Az a páratlanul álló küzdelem, amelyet az Ember a



A „mozgás” egyik fejlődési útja a repülés felé.



I. Ugró-egér (ugrás)



II. Mókus (az ugrás kormányzása)



III. Talpas-béka (főkezett esés)



IV. Gyík-sárkány (ereszkedés)



V. Repülő-maki (siklás)



VI. Denevér (repülgetés)



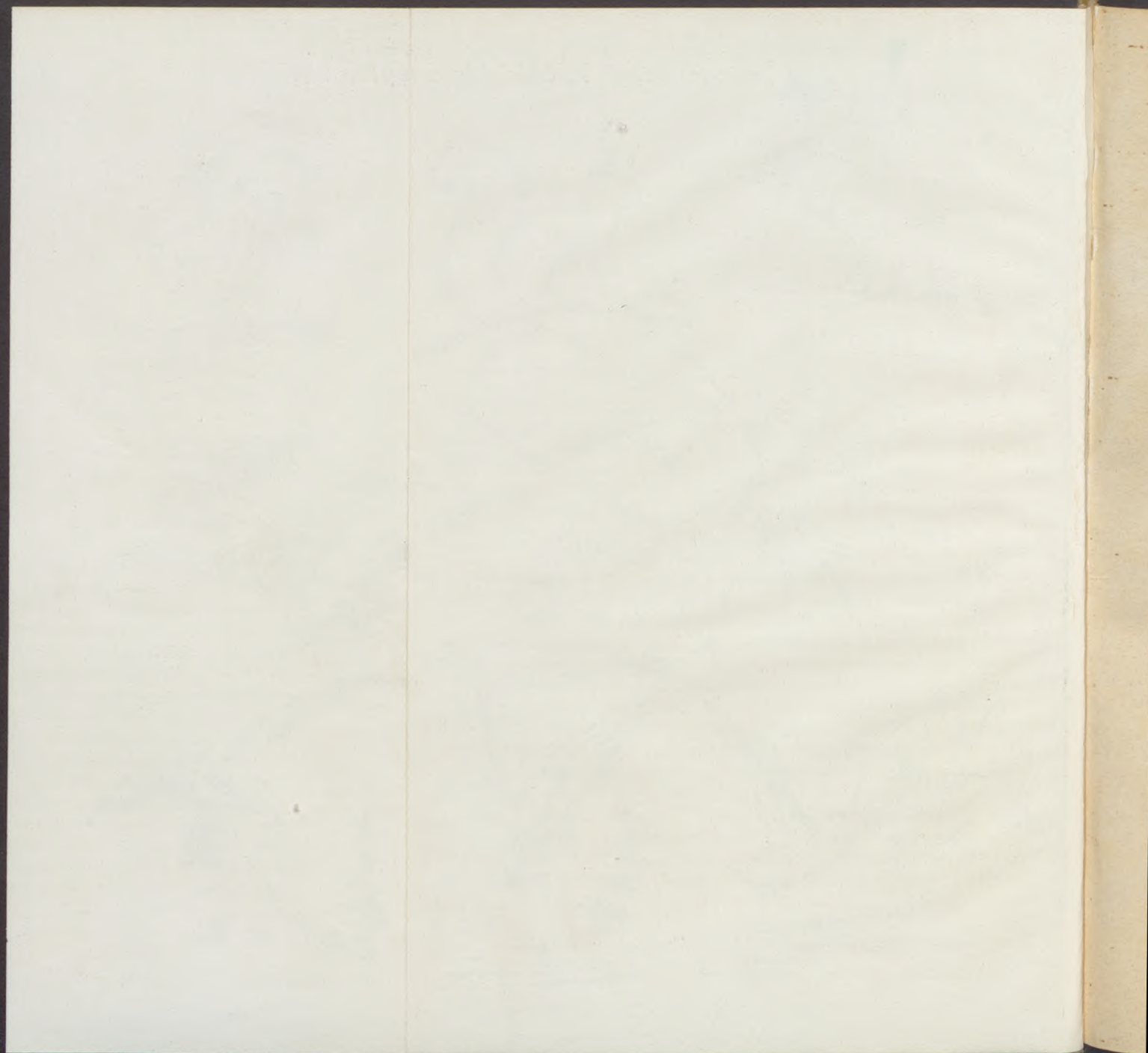
VII. Vadkacsa, kisszárnyú (gyarló repülés)



VIII. Galamb, középszárnyú (jó repülés)



IX. Szirti sas, nagyszárnyú (kiváló repülés)





repülés problémájának megoldása érdekében kifejtett, mindamellett csak elenyésző, jelentéktelen teljesítmény a természet aviatikájának megteremtésével szemben. Szinte semmivé törpül az ember sok évezredes küzdelme, ha elgondoljuk, hogy mesterséges szárnyaihoz a mintákat és az adatokat a természettől készen kapta. Csak meg kellett látnia és felhasználnia, azaz lemásolnia. Mi ez a küzdelem-teljes eredmény ahhoz az óriási teljesítményhez képest, ha elgondoljuk, hogy a természetes repülés megteremtéséhez, mint önálló eszményi alkotáshoz, előbb még az *alapokat* is meg kellett teremteni. Micsoda gigászi küzdelemmel állunk szembe, ha végigtekintünk az alkotóerő hallatlan türelemmel és rengeteg munkával végrehajtott, lépésről lépésre előretörő kísérletein, melyekkel a legidelálisabb mozgásformát, a „repülést” kialakította, betetőzvéen művét ezernyi változatban, a repülő-rendszerek többféleségével. De megláttuk azt is, hogy a repülésért maga is végigjárta a „kísérletezés golgotáját”, amíg eljutott a levegőre-támaszkodás tökéletes eszközéhez, a kiforrott madárszán-hoz, amelynek segítségével a levegőt is közlekedési úttá avatta és uralma alá hajtotta.

Repülés szempontjából a természet világát tehát úgy tekintsük, mint egy mérhetetlen kísérleti műhelyt, ahol az alkotóerő a repülés megoldásának nagy feladatát a próbálkozások hosszú során át intézte el. A munkát neki is előlről, vagyis legalulról kellett kezdenie, tehát a tehetetlenségből indult ki a mozgékonyság felé. Konstruált vízi, szárazföldi, majd tisztán légi életre berendezett repülő lényeket. Kísérletezett halakkal, hüllőkkel, rovarokkal, emlősökkel: kísérletezett erőpazarlással (bogarak), a szárnyak túlméretezésével (pillangók), de egyik sem elégítette ki, egyik sem mutatkozott befejezésre, kiforrásra alkalmasnak. Végül is külön típust alkotott a levegőhöz — a madarat.

De mint láthatjuk, ennek a típusnak szintén fokoza-tos a fejlődése, mert a fárasztó, gyors szárnyverdesé-sen át az erőmegtakarításos működésben, a merevszárnyú „légi-úszásban” (saskeselyű) találta meg az igények ki-

elégítését. Kezdte a földi ugrándozáson és végezte a légi-  
úszáson. (Sokan helytelenül „vitorlázásnak“ mondják.)

Az állatvilág mozgásának egész vonalán élénk nyo-  
mait találjuk a repülési kísérletek úttörő törekvéseinek.  
Jellemző, hogy minden kísérlet az eredmények alsó hatá-  
rán kezdődik és fejlődik egészen addig, amíg az alkotó  
munka bele nem ütközik a véghatárba, amelyen túl már  
nem akart haladni. És ekkor átesap új utakra, új fajokra,  
ahol folytatódik a céltudatos fejlődés. Nagyon érdekes  
kísérleti folyamatok ezek. A halaknál pl. a *potyka* légi  
kiugrásai vagy felvágódásai képviselik az alsó határt és  
a repülőhalak sokféle faján át való emelkedéssel az *Exo-  
coetus volitans* pedig a felső határt. De itt már megállt  
a repülés fejlődése, mert a hal nem maradhat soká a sza-  
bad levegőn. Úgyszintén a hüllőknél a *zöldbéka* ugrándo-  
zásaitól a *talpas-békáig* (Rhacophorus) vagy a *gyík-  
sárkányig* (Draco) terjed az emelkedés. A rovaroknál a  
*szöcskétől* a *szitakötőig* vagy a légy nagyszerű repüléséig  
vezet ez a fejlődés. Az emlősöknél a *mókustól* a *denevérig*  
mutatja az érdekes kísérleti folyamatot.

A denevért tehát mint utolsó erőfeszítést szemlélhet-  
jük az emlősök között, amelynek a repülés érdekében min-  
den más végtagját elhanyagolja, hogy a karok és ujjak  
rendkívüli megnyújtásával és megerősítésével szolgálja a  
kitűzött célt. Ezzel ugyan eljutott a véghatárig, de még-  
sem érte el a repülés állandóságának vagy kitartásának  
határozott formáját. További út nem lévén, tehát új típus  
kellett — a madár. Itt is elől kezdte pl. a *pinguinnél*  
(Alka). Ezen a szemüvegen át vizsgálva a fejlődés me-  
netét, a repülésre alkalmatlan szárnyacsonk a pinguinnél  
tehát korántsem elkorcsosodás vagy visszafejlődés, hanem  
„kezdet“ egy hosszú úton át való törekvés felé, amelyen  
fokozatosan jutott el az ideális repülési forma birtokáig,  
az *albatroszig*, *sas*- vagy *kondorkeselyűig* stb.

Ugyanezen szempontból vizsgálva a fejlődés menetét,  
látjuk, hogy a nagy Kísérletező tapogatózásainak félig-  
meddig sikerült példányait (amelyeket fajoknak ismer-  
ünk) nem semmisítette meg, hanem egyszerűen sor-



sukra hagyta. Az eszményi cél, a tökéletes repülés felé haladtában mintegy martalékul dobta oda a tökéletesebbeknek, hogy ezek létfenntartását szolgálják.

Ez alapon tehát a *Darwin*-féle „küzdelem a létért“ teória sem fejlődési folyamat, hanem inkább a *fejlődés következménye!* Ugyanígy a „természetes kiválasztódás“, a *Selectio* sem teremti a fajokat vagy alakítja, formálja a szervezeteket, hanem csak edzi, erősíti a nagyobb ellenállásra, az élet-halál harchoz, de lényegét meg nem változtatja. Mert nem az egérből lett az elefánt, vagy a veréből a sas, hanem minden faj külön-külön látta meg a napvilágot, mint egyes határjelzője a repülés mérhetetlen hosszú útjának. Nem az a cél lebegett a nagy „Kísérletező“ előtt, hogy a fajok tömegeit és változatait teremtsé, jól-rosszul felszerelve a földi élet számára és a létért való küzdelemhez, hanem a mozgás-célok koronájának, a repülés eléréséhez, ezek adták a szükséges munkaanyagot: vagyis csupán kísérleti eszközök voltak. Mert hiszen az Alkotó *nem a repülést teremtette a madárért, hanem a madarat a repülésért!!!*

Ezt a megdönthetetlen munkaprogrammot ma is itt látjuk magunk körül. Itt vannak, itt vegetálnak szemünk előtt a fajok és képességek ezrei, a tökéletesek épp úgy, mint a tökéetlenek. Az erősek, ügyesek épp úgy, mint a gyöngék és ügyetlenek. Tele van velük a víz, a föld, a levegő, ahogy a verőfényben, az esti szürkületben vagy éjszakai sötétben járnak-kelnek, miközben vagy a levegő láthatatlan országútját róják nagyszerűen repülve, vagy a repülést próbálgatják ugrálgatva a földön, az alsó lépcsőfokokon kínlódva még...

Ezekután megállapíthatjuk, hogy az állatok repülését két főtényező teszi lehetővé. Az első a *repülőberendezés* (szárnyak), a második pedig a *repülés ösztöne* vagy a repülési vágy (inger). Az előbbi a repülés céljának végrehajtó eszköze, az utóbbi az eszköz használatát kiváltó kényszerhatás.

A repülőberendezés képződésének első jelenségei ott merülnek fel először, ahol a járással, mászással haladó

élőlények gyakori esések vagy zuhanások veszedelmében forognak. Itt tapasztaljuk először, hogy az esés sebességét önkéntelenül úgy akarják csökkenteni, hogy testüket, főként végtagjaikat tőlük telhetően kinyújtják vagy kimeresztik. Még a macska is, amelynek pedig semmi köze sincs a kifejezett repüléshez, ha magas helyről leugrik vagy véletlenül leesik, e közben egész testét kinyújtja és lábait is széttárja. Egyrészt azért, hogy testének *nagyobb* terjedelmet adva, fékezze a levegőben az esést, másrészt, hogy ösztönszerű *kapaszkodási vágyát* kielégítse.

Ahol az ilyen esések gyakoriak voltak, ott az alkotó-erő olyan végtagok kifejlesztéséhez fogott a kapaszkodási vágy kielégítésére, amelyek alkalmasak a levegőre is támaszkodni. Ez volt az első lépése, de ismételjük, nem úgy, hogy egy bizonyos élőlény vagy ennek utódai nyertek mindig alkalmasabb végtagokat, hanem mindig újabb és újabb típusokat, azaz fajok teremtetésével kísérletezett a cél érdekében. Ellenkező esetben, a lepergett évmilliók alatt, a darwini fejlődéssel még a hírmondója is eltűnt volna a föld színéről a gyöngye vagy fejletlen fajoknak és a hirdetett átfejlődés következtében csak az erősek és tökéletesek léteznének, mint élő bizonyítékok. Ez bizony tévedés, mert az egész állatvilágban találkozunk a különböző kezdő, fejletlen vagy magatehetetlenül mozgó fajokkal és aránylag nagyon kevés köztük a kiváló típus.

A nagy Kísérletező tehát a repülés érdekében abban a pillanatban indult el alkotó útjára, amikor ezek az igé-nyek és vágyak a gyakori esések következtében a levegő támaszpontjait kezdték keresni. A repülés alapvető eszméjének kibontakozása tehát az eséssel kezdődik, párosulva az ösztönös kapaszkodási vágygal, amely az alkalmas végtagok növekedésén kívül a működési ösztönt is felébresztette azzal, hogy esésközben kalimpálni, csapkodni kezdett maga körül. Kezdődött a legelső fokon, ahol még nyoma sincs a szárnynak, és végződött a legnagyobb végtagokon, a bőregér karja és ujjazata között nőtt bőrvitorlán, valamint a madarak tollas szárnykarjain.

Az esés sebességét csökkentő felületek növekedésének



következménye volt, hogy felébredt egy másik igény, amely a nyert légi támaszpontok célszerű felhasználását vonta maga után, vagyis az a vágy, amely a repülés felé irányult. A végtagok növekedésével tehát együtt indul meg az élőlény ösztönös repülési vágya is.

Ennek is van alsó határa, vagyis kezdete. Az első megnyilatkozást már ott találjuk, ahol még csak ugrásra alkalmas berendezést és ösztönt látunk, minden nyoma nélkül a szárnynak.

Az *ugrás* ösztöne ennél fogva az első lépesőfoka a levegőbe való törekvésnek, a repülés igazi ösztönének. Ugrani majd minden élőlény képes, amelyben szintén fokozatos fejlődést találunk egészen a kifejlett ugróművészek típusáig. A leugrás, felugrás után a *távolugrás* fejlődik, majd rákerül a sor az *ugrás kormányzására* (pl. a *mókus*, amikor az egyik fáról a másikra ugrik, bozontos farkával kormányozza magát a levegőben). Most már együtt halad az eredetileg kétféle ösztön útmutatása mellett a teremtmény munkája, amelynek célja a levegőből sértetlenül kerülni a földre, illetőleg a földről feljutni a levegőbe. Ezzel pedig útnak indul a kifejezett repülőberendezés, a szárny fejlődése.

Ennek a berendezésnek javulását látjuk az ereszkedő készülék növekedésével, amelyen már nemcsak a bozontos farkok, hanem a karok és lábak között nőtt bőrvitorlák is növelik a terjedelmet (p. a bőrkabátos *repülőmaki* „Petaurus” szétterpeszkedve már egészen sikerült sikló mozgást végez a levegőben. A fa tetejéről elugró állat magasságvesztését 4—5-ször hosszabb ferde siklássá alakíthatja. Úgyszintén azok a békafajok, amelyek igen terjedelmes uszonyjal ellátott lábakkal rendelkeznek, ha ugrásközben ezeket kitarják, a gyors zuhanás veszelmé ellen, valóságos ejtőernyővé alakulnak. Vagy azok a gyíkfajok, amelyek egész vitorlákkal vannak felszerelve, hogy ugrás vagy ereszkedés közben ne kerüljenek a szabadesés törvénye alá stb.). Majd továbbtörtetve az ujjak a bőrrel együtt annyira megnyúlnak, hogy szárnyakká válnak. Ennek segítségével pedig az *önálló-repülés* birtokába jut.

Az önálló-repülés birtokosa még szintén fejlődésre szorul, mert az alsó fokon álló denevér légi mozgását még nagy út választja el pl. a fecske repülésétől.

Szóval a gyöngé, vergődő repülés is addig javul és tökéletesedik, amíg el nem éri a minden igényeket kielégítő magas fokot. Ámde ez már külön típus, a madarak kiváltsága. Az önálló-repülés fejlődésének tendenciáját pedig azután ítéldhetjük meg, hogy mérlegelés alá vesszük, hogy *melyik madár milyen sebességgel, milyen hosszú ideig és milyen erőfogyasztással tartózkodhat a levegőben.*

Mindez rávilágít, hogy nemcsak a légi élet főtípusa, a madár szorul fejlődésre, hanem a már említett légi-úszás is, mert teljesítőképessége szintén sokféle és változatos, tehát szintén megállapítható az emelkedési fokozatnak egy bizonyos szabályszerű útja, amely az alsó határtól, vagyis a kezdeti formától a felső határig, a kiforrott, kiváló, szinte állandósult formájáig terjed.

A továbbiakból pedig majd kiderül, hogy a kiváltságosak azok a madarak, amelyek hosszú-keskeny szárnyakkal, kicsiny felületterheléssel bírnak és nagyon keveset csapkodnak, mert főként mozdulatlan, feszített szárnyakkal úsznak a levegőben. Ilyenek a már említetteken kívül majd minden ragadozó- és halászmadár.

Mindezek alapján elfogadhatónak kínálkozik az a megállapítás, hogy *a repülő-berendezés kialakítását az esés, a repülési-ösztön ébredését pedig az ugrás indította el, hogy e két tényező egyesüléséből önálló-repülés létesüljön a természetben.*



## ELSŐ OSZTÁLY

### ROVAROK

#### A váltakozóirányú légsavar

Mintha csak porszem imbolyogna a többi, igazi porszem között. Mozgása ugyan elüt a többitől, mert ez mintha célirányosabb és határozottabb volna. Alig látszik, oly parányi: és mégis észre kell venni, hogy ez a csöpp-ség élőlény, amelynek bizony *önálló* mozgása van.

A parányi bogár vagy apró légy — amelyet csak akkor veszünk észre a levegőben, amikor napfénytől megvilágított helyen repül előttünk — egy végtelen kis légsavar, egy élő kis repülőgép, amely szerkezeti finomságban felülmúlhatatlan magasságát mutatja a Teremtő akadályt nem ismerő munkálkodásának. Mechanizmusának kicsinységét és mégis rendkívül komplikált összetételét tekintve, lehetetlen e nagy hatalom előtt meghatottságot nem érezni és fejet nem hajtani.

Ha szemügyre vesszük a legkisebb bogarak valamelyikét, szinte megdöbbenő az a mindenek fölött álló, csodálatos zsenialitás, amely még e végtelen finom szerkezetű kis állatkán is a rendszeres repülés szigorúan meghatározott szabályait érvényre juttatja.

Közönyösek vagyunk, megszoktuk már a természet látható csodáit nem csodálni. Talán mert az Alkotó minden teremtetett lényén vagy munkáján rajta van az örök hatalom bélyege. Nem veszünk mi ilyesmit észre, legfeljebb ha az ilyen csöppség a mitsem sejtő, nyugodtan néző

szemünkbe repül. Erre aztán ijedten dörzsöljük ki belőle a kellemetlen érzést okozó, öngyilkossá vált nagyszerű mechanizmust.

Ha megvizsgáljuk pl. a nagy, kék *fadongót* vagy a bogarak mammutját, a *szarvasbogarat*: látjuk, hogy ezek is ugyanazzal a repülő-rendszerrel, berendezéssel és feltételekkel repülnek, mint esőpp rokonuk. Hát még a közbeeső milliónyi kisebb-nagyobb rovarfaj: mindmegannyi apró légesavar zúg el fülünk mellett éles vagy tompa, vékony vagy vastag hangon az apró szárnyak roppant gyors rezgése következtében. Mindegy, hogy az állatka milyen kicsinyre van szabva, a repülő-rendszer szabályai és feltételei valamennyinél egyformák.

Ez a népes világ, a *nagyszárnyú pillangók* kivételével, mind „csavarrepülő“, de olyan légesavarral, amely az embergyártotta légesavartól lényegesen különbözik. Teljesítmény tekintetében pedig nemcsak eltérő működésével, hanem nagyobb hatásaival is fölötte áll.

Ugyanis a mesterséges légesavar alaptörvényei a lejtős felületek, középtengelyezés és körbenforgás. A természetben is ahány pohos, tömzsi és aránylag nagyon kicsiny, hártyszárnyú rovar van a világon, az mind „*heli-kopter*“, mert a repülésük csavarszerű és maguk pedig légesavarrá lesznek. Így a levegőben megállhatnak, függőlegesen emelkedhetnek, ereszkedhetnek, sőt még hátrafelé is repülhetnek. Működésük azonban a mesterséges légesavartól már eltérő, mert amíg ez mindig egy irányban forog tengelye körül, addig a rovarszárnyak csapásosan és megszakításokkal dolgoznak a rovar testén. Minden csapás után holtpontra jutnak, megállnak és visszafelé csapnak. Mivel ezt a műveletet mindkét szárny együttesen csinálja, ezáltal *váltakozó-irányú* légesavar lesz belőle és mint ilyen, különbözik az *egyirányú*, mesterséges légesavartól. A rovar teste a tengely, a szárnyak pedig a csavar lapátjai. A rovar teste is, miként a légesavar tengelye, ha a levegőben irányt változtat, szintén lehet függőleges, vízszintes vagy ferde irányú. Ezáltal a *továbbító* vagy *emelő* levegőnyomások ezekhez a tengely-



irányokhoz alkalmazkodnak, így meghatározódik a repülés iránya vagy irányváltoztatása is.

A rovarok szárnymozgásai igen sebesek, ezeket tehát nem szárnycsapásoknak, hanem *szárnyrezgéseknek* mondjuk. A két szárny együttes működése mindig egész esavarfordulatnak felel meg. A könnyű szárnyak folytonos rezgése kiegyenlíti azokat a káros hatásokat, amelyek a levegő ellenállásából és a lendítőerő fellépéséből származnak. Ezek a káros hatások — amelyeket a váltakozóirányú mozgás idéz elő — a rovar testének adódnak át, amelynek tömegtehetetlensége ezeket átveszi és eltünteti.



1. ábra

Ebben a váltakozóirányú mozgásban olyan eredményes felhajtóerő jelentkezik, amely felülmúlja az egyirányban forgó légesavarét. Ha megvizsgáljuk a rovar hártyszárnyát, észrevesszük, hogy az egyik részén könnyen hajlékony, a másik részén pedig rugalmasan szilárd. Az egyébként leheletkönnyű hártyáról alig lehet feltételezni annyi szilárdságot, hogy az aránylag súlyos rovar-testet fel bírja emelni vagy azt éppen villámgyorsan szállítani. Pedig ez bámulatosan egyezik a testsúllyal és az izomerővel. A szárnyak sem puhábbak, sem keményebbek a kellőnél.

A szarvasbogár kifeszített hártyszárnyán látjuk, hogy a merevítő izmok tömegei a szélességnek csak az

egyik oldalán gyülekeznek, majd arányosan vastagodva a testhez kötő izomesomóban (c) egyesülnek. 1. ábra. Ezáltal a hártáfelület csak az egyik, a mellsőrészen van a testhez erősítve. Ez a felerősítés a felületnek egyoldalú rugalmasságot biztosít, mert a mellsőrészt (a) az izmok merevítik, a hátsó rész (b) pedig szabadon lebeg, s csak sícma hártát képvisel. Adva van tehát olyan felület, amely *merev és hajlékony* résztulajdonsággal rendelkezik. A merev rész tartja feszítve a hártát, amely szárnyalakra kiképezve minden kellékkel rendelkezik, hogy a rovar a repülésre alkalmassá tegye.

Ha bekövetkezik az izmok munkája révén a rovarszárny rezgése, akkor a hajlékony rész a levegő nyomása alatt ferdére hajlik (o), amely elhajlásával megteremti a csavar egyik feltételét, a *lejtős felületet*. Hasonlóan, mint mikor a zászlót rúdjánál fogva ide-oda lóbáljuk. Ekkor a rúdon lógó vászon az ellenálló levegő nyomásától ide-oda hajlong. Ugyanez a nyomás kényszeríti elfordulásra az izomesopópontot is, hogy a lejtő képződése még teljesebb legyen, de főként azért, hogy az elfordítónyomásokon a rovar *uralkodni* bírjon, nehogy az túlságosan kicsiny vagy nagy legyen: vagyis a rovar igényeinek megfelelően alakuljanak. Ezenkívül a szárny lejtős elhajlása mindig olyan mértékben történik, amely nagy a rezgés ereje és az ellenálló levegő nyomása.

Ekkor lép fel a rovar uralkodó ösztöne, hogy szükségére szerint milyen mértékben engedje a forgókon a szárnyak elcsavarodását, vagyis a céljainak megfelelő lejtőképződést, ezzel pedig az emelő- és továbbítóerők kívánt mennyiségét. A csavarlejtő képződését előmozdítja még a lendítőerő is, amely a rendkívül sebesen rezgő szárnyakba halmozódik és minden egyes irányváltásnál érezteti hatását. Ezek a hatások pedig a szárny szabadon lógó részét magukkal ragadják és átesapják a másik oldalra, hogy a visszainduló szárny a mozgás irányával ismét lejtőt alakítson. Ha most a szárnyrezgés iránya vízszintes, akkor a csavarlejtők emelő nyomást termelnek, amikor pedig függőleges, akkor a támasztott nyomás



mint előrehajtó-erő jut érvényre. Ebből a mindenféleképpen állítható rezgésirányból a rovar bármilyen irányú repülést alakíthat.

A repülésre alkalmas csavarlejtő képződését tehát háromféle körülmény mozditja elő: 1. a *levegő ellenállása*, 2. az *izomcsomópont alkalmazkodása* és 3. a rezgésekkel a *szárnyak súlyába halmazódott lendítőerő*.

Ezzel pedig rátérhetünk, hogy miért lesz a repülő rovar eredményesebb és több hasznos nyomást előállító szerkezetté, mint a mesterséges légesavar.

A működő szárnyakat ugyanis olyan rendkívüli teljesítmény támogatja, amilyennel az egyirányú légesavar nem rendelkezhetik. A mozgásba jött szárny minden egyes ütemében útközben maga előtt eltolja a levegőt, amelyre lejtős helyzeténél fogva egyben rája is támaszkodik. De ugyanekkor mögötte, az eltolt levegő helyébe új tömeg nyomul, mert a levegő örvénylő kavarodással rohan a szárny után és amikor a szárny megáll, hogy visszainduljon, ebbe hirtelen megakad. Ekkor nemcsak a szárny hajlékony részét löki a másik oldalra, hanem az így alakult újabb lejtőre nyomást is gyakorol. Ugyanekkor a visszainduló szárny is szembetalálja magát ezzel az áramlattal, amelynek nyomása még jobban fokozódik a feléje mozgó lejtős felületen.

Ez a hasznos beavatkozás az állandó és roppant gyors rezgés alatt tetemesen megerősíti a levegő nyomásait, mert ezeket valósággal sűrítve termeli önmagának. A helyzet körülbelül ugyanaz, mintha valami lejtős felülettel szembehaladunk a széllel, amely szél a lejtős felület emelését elősegíti, de azzal a különbséggel, hogy *minél gyorsabban rezeg a szárny, ez a szél annál erősebb lesz*. Ez pedig számottevő növekedést jelent nyomások tekintetében az egyirányú légesavarral szemben. Egyben megmagyarázza, hogy a legparányibb rovarszárny is, zúgó rezgésével miért bírja a hozzáviszonyított rendkívül nagy terhet, a pohos testet, oly könnyűszerrel és villámgyorsan a levegőben szállítani. Ellentétben a mesterséges légesavarral, amely egyirányú forgásával alkalmat nyújt a moz-

gékony levegőnek, hogy felvegye a forgás irányát, csökkentve ezáltal az ellenállás erejét. Ezenkívül minél gyorsabb lesz a forgása, a centrifugális erő annál jobban szét-szórja a levegőt és a gyorsaság bizonyos határán elkövetkezik az a pillanat, hogy a levegő a támasztott ürt nem bírja elég gyorsan betölteni és a légsavar lapátjai csak légüres térben forognak tehetetlenül.

Mindebből kiviláglik, hogy a rovarok parányi repülő-eszközén együtt van minden kedvező feltétel, a minden igényeket kielégítő működéssel Aránylag nagy teherbírás, nagy energiakészlet, apró szárnyak nagy teljesítőképességgel, jellemzik az egyszerű és mégis bámulatosán megoldott repülő-berendezést.

Az egész rovarvilág, az aprószárnyú bogarak, legyek, méhek, darazsak, szitakötők stb., amelyek zúgásukkal, zümmögésükkel betöltik a nyári meleg levegőt, mindmind ezzel a nagyszerű repülő-rendszerrel, a *váltakozó-irányú légsavarral* repülnek... Hogy miként? A továbbiakban majd részletesen elmondjuk.

### A természet apró repülőgépei

Forró nyári napokon boldogan hagyjuk el otthonunkat, hogy zöldlombos ligetben, vagy erdős hegyek között tisztább, hűvösebb levegő érhesse ziháló tüdőnket. Ilyenkor, ha akarjuk, ha nem, észre kell vennünk, hogy minden falomb, bokor vagy vadvirág, épúgy, mint a levegő, nyüzsg az élettől, mégpedig a legkáprázatosabb, legváltozatosabb köntösben és formában mutatkozó élettől.

Rengeteg apró népség mindenfelé. Lepkék libegnek, pillangók csaponganak, legyek zümmögnek, méhek, darazsak döngicsélnek, szitakötők ívelnek, nyilalnak vagy úszkálnak: miközben apró bogarak esetlenek, botlanak lábaink előtt, ugyanakkor a levegőben mint zafirok, smaragdok, rubinok rohannak.

Azt se tudjuk, hogy melyiket figyeljük, mert a virágos tisztásokon is andalítóan szól az apró lények zene-



hangversenye. A méla csendet leginkább ezek bolygatják. A zsongó, ünnepélyes hangulat honában főként ők a hangadók. Ezerféle zörej, zúgás vagy cirpelés között ezerféle ruhában, milliónyi alakban, számtalan nagyságban és pompás színekben vibrálnak szemünk előtt. Mintha csak ragyogva égő virágok volnának. Az üvegesen áttetsző szárnyak mellett selymes, bársonyos fekete, égszínkék, piros, zöld, aranyárga vitorlák merednek az ég felé vagy terjeszkednek vízszintesen, hogy mellettük láthatatlan szárnyú pontocskák tűnjenek fel halk, finom zümmögés kíséretében, helyet furakodva maguknak a megszállt virágokon. Az ernyedetlen hangversenybe csak egy-egy harkály ütemes kopácsolása, vagy a rigó füttye és fönt a magasban a vércse éles nevetése adja a klarinét- vagy basszus-kíséretet.

Amde hiába az erős rigófütty vagy a csalogány bájos éneke, az ilyen kirándulásunk mindenkor egyértelmű azzal a látogatással, amely — bár akaratlanul — elsősorban az apró állatkák, a rovarok világának szól. Minden kicsinységük mellett uralkodnak a természetben. Észre kell venni őket, mert *ez a világ az apró harci repülőgépek és az élő légszavak kifogyhatatlan birodalma*, ahol az ember épűgy mint minden más élőlény, folytonos támadásoknak van kitéve. A szunyogokról nem is szólva, hatalmuknak ezer jelét adják, ami ellen alig lehet védekezni...

A szabad természet ősi háztartásában kora tavasztól késő őszig igen lázas munka folyik. A millió és millió apróság ideges, izgatott hajszában tölti el a maga változatos és mozgalmas életét. Mindenhol ott vannak, mindenben benne vannak. Tömegeik ellepik a növényzetet, a talajt épűgy mint a vizet és a levegőt. Hatalmuk kiterjed még a föld alá is, mert soraikból kerülnek ki a legkiválóbb bányászok. Függőkerteket épűgy építenek, mint földalatti palotákat vagy egész városokat. Csodálatos szorgalomról és ügyességről tesznek lépten-nyomon tanúságot. Szorgoskodásuk közben nagyon vígan élnek, szinte mámorosan örülnek a ragyogó napfénynek.

A legérdekesebb az, hogy valamennyiinek mindig komoly, sietős a dolga. Állandóan sürgölődnek, forgolódnak, szaladgálnak vagy pedig röpködnek: a nekik oly fontos, nekünk pedig érthetetlen, ismeretlen célok érdekében. Éjjel-nappal fáradságot nem ismerve túrnak, fúrnak, faragnak, fűrészelnak, cipekednek, építkeznek vagy gyűjtenek mindaddig, amíg be nem köszönt a hidegebb idő. Ekkor elbújnak, álomba merülnek, vagy elpusztulnak, hogy a jól végzett munka után a maguk módja szerint megérdemelt pihenőre térjenek.

Rendkívül érdekes, egyben tanulságos ez apró jószágokból álló különös kis világ, a maguk egész társadalmi életével. Megérdemli, hogy leereszkedjünk hozzájuk, mert hiábavaló az emberi nagy elbizakodottság, mégis övék a föld legnépesebb és legnagyobb birodalma: övék a táj minden zuga, a víz éppen úgy, mint a levegő. De csak nyáron. Ősztől tavaszig úgy eltűnnek, mintha írmagjuk se maradt volna.

Ha pedig általános pillantást vetünk ebbe a mozgalmas életbe, akkor elsősorban szemünkbe ötlík, hogy ez a rengeteg faj *majdnem mind repülőképes* vagy legalább *valamely átalakulási formájában járja a levegőt*.

A rovarok életében a repülőképeség rendkívül nagy szerepet játszik. Ha nem repül, ezer halál ólálkodik körülötte. Mindenesetre több, mint a levegőben, mert gondoljuk csak el, hogy a parányi rovarnak mennyi bajjal, gonddal, akadállyal kell megküzdenie, ha gyalog jár a rögs földön. Apró lábaival minden fűrgesége mellett sem juthat valami messzire: holott életfeltétele a nagy távolságok bekalandozása. Minden pocséta, kerékvágás, rög, part, ami útjába esik, micsoda áthidalhatatlan tengert, szakadékot vagy hegyet jelent, betetőzve azzal, hogy a porban igyekvő csöppségnek igen szűk korlátok közé szorul a látköre is. Ez pedig kiszámíthatatlan veszedelmeket, katasztrófákat rejteget számára. A rögs pusztá földön, lábnyira sem látja már, hogy ott mi van, mi sors várja. Még a gyors lábú futóbogárnak is operenciántúli távolság a szomszéd határ s amíg ezt elérhetné, ezer halál és



ellenség leselkedik reá. *Repülve pedig mindez pár pillanatot.*

A Gondviselés tehát tudja, hogy miért ad nekik szárnyakat. De nem is jelent semmiféle élőlényre akkora életfeltételt a repülés, mint ezekre az apró állatokra. Jól tudjuk, hogy a gyorsaság és a nagy utak bejárása mire való. Gondoljunk csak a méhek mézgyűjtésére. Hogy bírna feladatának megfelelni szárnyak nélkül?

Sok ilyen életfeltétel követelte tehát, hogy megnyíljának előttük a levegő tágas országútjai, ellátva kitűnő repülőeszközökkel, amelynek hiányát nem minden fajnál pótolhatja a bőséges szaporodás. Különösen áll ez azokra, amelyek igen körülményes és küzdelmes utakon gondoskodnak létfenntartásukról, súlyosbítva azzal, hogy minden pillanatban szem előtt kell tartaniok a gyors menekülés lehetőségét (pl. a legyeknek). Hasonló a rövid, néha csak pár órányit élő rovarok sorsa.

Ezeknél az élet valóságos meghosszabbítását jelenti az a körülmény, hogy szárnyaik segítségével közel hozzátják maguknak a távollevőt, amire oly nagyon rá vannak utalva. Néhány perc alatt mérföldes távolságok tűnnek el mögöttük. Pillanatok alatt erdőket, mezőket, járhatatlan szakadékokat, mocsaras ingoványokat száguldozhatnak keresztül, hogy ugyanekkor a levegőből széttekintve hatalmas látókörre nyílják alkalom.

Viselkedésük ugyanis arra vall, hogy a rovarok igen jól „látanak”; sőt jobban, mint az ember. A legújabb kutatások is alátámasztják, hogy pl. a méh is lát olyan színeket, amilyenekről nekünk, embereknek fogalmunk sincs. Az ember nem látja azokat az apróságokat, amiket a rovar rögtön észrevesz. Az ember csak bizonyos fényviszonyok között lát, de „sötétben” már nem: holott a rovarok igen jól látnak és nagyszerűen tájékozódnak éjjel is. Idejét multa, hogy az ilyen megnyilatkozásokat pusztá ösztönrel vagy más körülményesebb feltevéssel magyarázzák. Jogos tehát a gyanunk, hogy kirándulásaik alkalmával a megnyílt látókör *vezeti és vonza* ezeket az apró lényeket oda, ahová az életfeltételek a repülés inge-

*rével* űzik, hajtják, míg célt nem érnek vagy a repülésbe bele nem fáradnak. Ahol pedig leszállnak, olyan távolság maradt mögöttük, amelyet gyalogszerrel soha el nem érhettek volna.

Megfigyelések és feljegyzések szerint a méh pl. 30—40 kilométeres kirándulásokat is megtesz otthonától csak azért, hogy mézzel megrakodva térhessen haza. És ezt napjában nem is egyszer megismétli. Az ilyen gyűjtő, kutató vagy felderítő hatalmas utak pedig a repülő-képességen kívül csak a kiváló látástól függenek!

Mindenestre már ezek is hallatlan repülőtjeljesítmények. De mindez semmivé törpül, ha tekintetbe vesszük azokat az eredményeket, amelyeket egynémely rovarfaj produkál. Ezek egész világrészeket is összeköthetnek szárnyaik segítségével, hogy mást ne említsünk a közismert vándorsáska-járásnál.

Hosszú sorát lehetne fölemlíteni a hasonló eseteknek a nélkül, hogy az emberi belátást meghaladó célok értelmét felismernénk. Mi ebből csupán annyit látunk, hogy a Gondviselés a nagy repülőtjeljesítmények előállítása érdekében a rovarokat általában *hatalmas izomerővel* és többé-kevésbé *nagyyszerű repülő-berendezéssel*, főként a célszerű és *kiváló váltakozó-irányú légcavarrendszerrel* látta el, amelynek segítségével puszkagolyósebességgel száguldozhatnak a levegőben.

Alapjában véve, mindamellett nehéz az élet bogárországban is. A rovarvilág általában hallatlan küzdelmeket folytat a létért. Kicsiségükhöz mérten minden állatnál aránytalanul nagyobb harcokat vívnak még a puszta életükért is. Örök harcban állnak egymással, az erősebb rovarokkal, más állatokkal, madarakkal, az elemekkel, hát még az emberrel. Minden ellenük van, minden üldözi, irtja, ahol éri őket. A szüntelen veszedelmekkel szemben pedig leghatásosabb védelmi eszközük vagy fegyverük mi lenne más, mint a szárnyuk?

És itt gondolkozóba kell esnünk, mert ezzel kapcsolatban bizonyos rejtett összefüggéseket találunk a repülésük fejlődésével. Ugyanis feltűnő az a sajátságos kö-



rülmény, hogy minél nagyobbak a veszedelmek, a fenyegetett rovarfaj annál kiválóbb repülőnek mutatkozik. A fejlődés mindig egy bizonyos cél felé irányított törekvés! Kétségtelen tehát, hogy a veszedelmek arányai vagy fokozatai szabályozzák a rovarok repülő-berendezésének kiválóságát vagy gyarlóságát.

Ott, ahol a rovar életfeltételei nehéz, komoly akadályokba ütközik, az a faj mindig kitűnő repülő. Ahol pedig könnyű az élet sorsa, ott a rovar is gyarló vagy gyöngé repülő. Tovább haladva ezen a csapáson, azt találjuk, hogy az egész, könnyű életfeltételek között dőzsölő fajok már repülni sem bírnak. Szinte törvényszerűséget mutat ez az út, ahol a Gondviselés bölcsen kiegyensúlyozta a rovarvilág életküzdelseit. De ugyanekkor láthatjuk azt is, hogy a jól felszerelt repülőket egyszersmind igen súlyos életrenddel terhelte, mintegy kényszerítve ezzel a folytonos és gyakori légiutakra.

Ennek alapján tehát meghatározhatjuk a rovarok repülésének fejlődési útját. Így az egyes fajok olyan fokozatban képviselik a repülés tökéletesedő formáját, amilyen súlyos feladatok leküzdésére kényszerülnek. Különös gonddal jár a folytonos életveszedelmeket kikerülni azoknak a fajoknak, amelyek táplálkozásukat más élőlények nyugtalanításával kénytelenek megszerezni. Ilyenek a jól ismert legyek. Kellemetlen tolakodásáért gyűlölt és üldözött gonosztevő valamennyi és csupán szárnyainak köszönheti, hogy minden alkalommal ne az életével fizesse meg arcátlanságát. Tapasztaljuk, hogy a megtorlásra fittyet hányva, minő jó szolgálatot tesznek szárnyai. Amint megsejti a fenyegető veszedelmet, abban a pillanatban villámgyors repüléssel kerekét old. De elvitathatatlan is, hogy a legyek a rovarvilág legkitűnőbb repülői.

A fejlődés *felső-határán* állók tehát valóságos művészei a légiakrobata mesterségnek, a minden elképzelhető formájú gyors repülésnek. Viszont az *alsó-határon* állók nemesak gyarlón vagy szálnalmasan vergődnek a levegőben, hanem szárnyuk ellenére sem bírnak már repülni, mint pl. a selyemhernyó pilléje (*Bombix mori*).

A két véghatár között ennélfogva számtalan átmenet alakult a rovarrepülés kifejlődése érdekében, amelynek képviselőivel lépten-nyomon találkozunk. Az egyik gyorsan és zajtalanul suhan el fejük fölött (pl. a szitakötő). A másik mint kilőtt nyíl vessző zúgva rohan el mellettünk (pl. a földi pöször), hogy a harmadik akkora zajt csapjon, mintha valami gőzfűrésztelepet hordozna magával és mégse halad előre (pl. a szarvasbogár). Alig bírja magát a levegőben tartani. Illeg-billeg, csapódik jobbra-balra, szinte látszik rajta a kétségbeesett igyekezet, hogy hol kapaszkodhasson meg, mégis nekimegy mindennek, mint Arany János éji bogara a falnak és végül valahol nagyot koppanva elhallgat. Könnyű neki, hisz olyan páncél védí testét, hogy akár a torony tetejéről is lepottyanhatsz.

Se szeri, se száma a különböző képességeknek, szóval ahány faj, annyiféle repülési forma, amely eltéréseket a sokféle szárnyberendezés és a különböző energiakészlet (izomerő) határozza meg, de olyan variációban, hogy valóságos „labirintus“ tárul a szemünk elé.

A rovarrepülésnek ezt a bőséges változatát általánosan ismertetni lehetetlen. De lehetetlen a fajonként való részletezés is, mert rendkívül sokféle. Mintegy 200.000 repülő rovarfajról tudunk. A betekintés érdekében a repülésnek ezt a kaoszát mégis fel kell bontani, ha nem is olyan alaposan, mint ahogy az egész rovarvilág faji leírását a természettudományban találjuk. A faji tulajdonságok rendezése vagy osztályozása a természetbúvároknak is hatalmas, emberöltőkre menő munkát, megfigyelést jelentett. Jól lehet, hogy ez a nagy mű még ma sem nyert befejezést, még mindig gyűlnek az adatok. Ilyen alapos munkát mi nem végezhetünk, de mégsem térhetünk ki legalább a legszükségesebb rendezés követelményei elől, hogy a labirintusjárásat némileg megkönnyítsük. Ha pedig oly pontos és részletes ismertetésre vállalkoznánk, amilyen a fajok leírásánál találkozunk, akkor olyan messzemenő munkát kellene elvégezni a repülőtulajdonságok részletezésével, amihez kevés egy emberélet. A feladat tehát súlyos, de hézagpótló és így megérdemli a fáradozást. Ez



bátorítsa majd a továbbkutatókat, hogy a rovarvilág repülésének részletes ismertetése olyan bő és rendezett legyen, — a sok tévhit tisztázása érdekében — mint amilyen kiváló és kimerítő a faji tulajdonságok ismertetése.

Egyelőre tehát csak összevont repülési formákat, úgynevezett *típusokat* állítunk fel, amelyek általános betekintést engednek a rovarvilág különleges repülőképességébe és rendszerébe, mintegy kiindulási pontot képezve.

A repülő típusok meghatározását az eltérő szárnyalak és a különféle szárnyak berendezése teszi lehetővé. Ilyen különleges szárnyat a rovarok között 5-félét találunk: 1. az egydarabból álló *rugalmas* szárnyat, 2. a két részre osztott, fő- és mellékfelülethől álló *rugalmas* szárnyat, 3. a két pár egymás mögött elhelyezett *rugalmas* szárnyat, 4. az egykönyökbe hajló és kitérhető *rugalmas* szárnyat, végül 5. a két külön részből álló *merev* szárnyat.

Ez eltérések alapján a rengeteg rovarfajból tehát 5 fő típust emelhetünk ki, amelynek egyenként való ismertetésével megkapjuk az egész rovarvilág repülésére vonatkozó általános magyarázatot. A típusok pedig a következők lesznek:



2. ábra

I. **A** légy jellemzi mindazokat a rokonrepülőket (fajra, színre, nagyságra való tekintet nélkül), amelyek csak egydarabból álló hártyaszerű, *rugalmas szárnyakkal* repülnek. A szárnyműködés pedig a *váltakozó-irányú légcsavar* rendszerében történik. 2. ábra.

II. A kisszárnnyú lepke magában foglalja a méhek, darazsak, ragadozó-rovarok repülési formáját, azzal a szárnyberendezéssel, amelynek két részre osztásával a *mellső főfelület* kiegészítésére egy kisebb *mellékelület* akaszkodik vagy párosul. Repülő-rendszere a *váltakozó-irányú légsavar*. 3. ábra.



3. ábra

III. A szitakötő képviseli azt a különálló típust, amelynek repülési formája az összes *kétpár szárnyú* rovaron nyer kifejezést és szárnyműködés közben *vegyes repülőrendszert* alakít. 4. ábra.



4. ábra

IV. A szarvasbogár jellemzi a rendkívül elterjedt keményfödélű bogarak repülési formáját, a *szétnyitható*

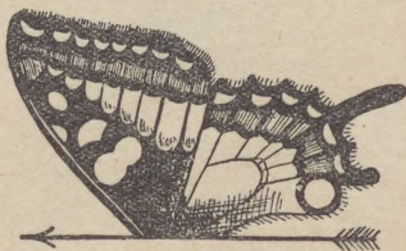


burkolat alól egykönnyűbe hajló és kitartható hártya-  
szárnyakkal. Repülő-rendszere a váltakozó-irányú légcsa-  
var. 5. ábra.



5. ábra

V. A nagyszárnyú pillangó képviseli végül vala-  
mennyi túlméretezett, két külön részből álló merev-  
szárnyú rokonát, hogy mindannyian az ú. n. csapkodó-  
rendszer szerint végezzék vergődő repülésüket, az önálló-  
mozgás csekély jelével. 6. ábra.



6. ábra

Természetes, hogy az itt felsorolt egyes típusok repü-  
lési formája, berendezése és rendszere között még nagy  
űrök tátonganak, amelyek e háromféle főtényező kevere-  
dése és eltérése folytán mutatkozik. Ezt az űrt azok a re-  
pülési megnyilatkozások töltik ki, melyek a fejlődés során  
egyik vagy másik típus felé közelednek. Mindenesetre a

repülés fejlődésének számtalan változatát vagy kereszteződését már nem ugrásoknak, hanem átmeneteknek fogjuk tekinteni, hogy ezek csak eredmények tekintetében különbözzenek a legközelebb álló főtípustól.

Osztályozásunk révén pedig kitűnik a már ismertett váltakozóirányú légesavar-rendszer rendkívüli szerepe. A természetes repülésben nemcsak a kifejezetten „csavar-repülő“ rovarfajok, hanem az egész állatvilág valamennyi repülő-rendszere többé-kevésbé a szárnyak rugalmas hajlékonyságából származó csavarszerű hatásoknak köszönheti a légi tartózkodás lehetőségét. Így a verőszárnyas pillangók, denevérek, madarak (sőt egyes hal-fajok is) változatos repülésének bizonyos részműködése szintén ennek bélyegét viseli. És mint látni fogjuk, a különféle repülőtípus ismertetésénél, ez a jelleg mint lényeg egyenesen nélkülözhetetlen.



## ELSŐ TÍPUS. A LÉGY REPÜLÉSE

### A rovarvilág akrobatája

Van-e az állatvilág repülésében kiválóság: emberi fogalmak szerint „tökéletes“ repülés? Alapjában véve lehet-e különbséget tenni a kiválóság és gyarlóság között, amikor minden repülési formát nagyszerűnek, rendkívülinek kell minősíteni. A gyorsaság, a méltóságteljes biztonság vagy nyugodt függögetés egyformán vonzó.

Ha ilyenekre gondolunk, tekintetünk rögtön a madár felé fordul, mert a kiváló repülés fogalmát szinte kizárólagosan a madárvilág képviseli előttünk. A fecske, a sólyom, sirály, sas vagy más kedvenc madarunk szemünkben a légi élet utolérhetetlen művészei. Holott a mindenben való kiválóságot, vagyis a repülés művészetének *univerzális képviselőjét* mégse itt keressük. Ha mérlegeljük a rovarvilág káprázatos légi életét, akkor e parányi lények között a repülésnek olyan reprezentánsaival találkozunk, amelyek felülmúlják a madarak minden ismert művészetét.

Ha sas fürdik az ég azúrájában, azonnal ámulatba esünk: holott ez az imponáló nagy madár a földről alig bír felrepülni. Viszont a billiónyi, alig látható apró lény légi játékát, eikázását, művészetét senki sem veszi észre. Hiába, a nagy dimenziók mindig jobban hatnak az emberre. De ha pártatlanul bíráljuk a természet nagy és apró lényének univerzális repülőképességét, akkor a pálmát — bármily ellenszenves — mégis a legkellemetlenebb ellenségünknek, a *légynek* kell nyújtani!

Nincs az elismerésnek olyan kifejezése, amely kellően méltathatná azt a páratlan repülő-ügyességet, amit a legtöbb bosszúságot szerző barátaink, a legyek produkálnak. Repülőművész, zsonglőr, légtornász vagy légi akrobata, mind kiesi jelzője annak az elképzelhetetlen mozgásformának, amit ez a csöpp rovar véghez visz a levegőben. Az a fürgeség, ügyesség, káprázatos gyorsaság vagy biztonság, amelyet légi játéka közben elárul, a szó szoros értelmében a repülés számtalan mozgásformájának kiforrott csúcsteljesítménye. Ezzel egyetlen repülőftípus sem vetekedhet. Művészetének értékét pedig kicsinysége még inkább emeli. Micsoda önállóság, tervszerűség, határozottság minden mozdulata! Micsoda finom berendezés, elképesztő szerkezet az, ami ezt végrehajtja!

Ez a maga nemében egyedülálló tulajdonság teszi oly hallatlan vakmerővé, elbizakodottá és tolakodóvá pl. a *szobalegyet* is (Muska domestika). Ha kedve kerekedik az embert bosszantani, nem tudunk tőle szabadulni. Szinte tudatában van, hogy amikor a levegőben mozoghat, akkor ugyan nem árthat neki senki. Ha üldözzük, a levegőben elfogni lehetetlen. Még az is nagy ügyesség, ha ültében sikerül elesípní. Ha pedig felkapott a levegőbe, akkor övé a világ. Repül fölfelé, lefelé, előre-hátra, jobbra-balra, oldalt pörögve olyan villámgyorsan, hogy nem lehet szemmel kísérni. És amikor megúnta az ilyen hajszát, akkor egy kecses szaltóval a mennyezethez csapja magát és egy pillanat alatt kiköt, mégpedig háttal lefelé. Az lesz a pilóta, aki ezt utána csinálja!

Természetes, hogy e rendkívüli képesség birtokában életét a legellenségesebb közelségtől sem félti. Tolakodásával — mintha csak gyönyörűségét lelné benne — a pukkadásig ingerli a kiszemelt áldozatot.

Bosszúság ide, bosszúság oda: a légy ezeket a tolakodó repüléseket bizony nagy ügyességgel és művészettel csinálja. De vannak nála még különb legények is.

Figyeljük csak azokat a legyeket, amelyek künn a legelőn a művész-repülő címhez az állatok nyugtalanításával szereznek diestelen érdemeket. Vérengző, hegyes tö-



reiket az állat minden farkesapkodása, rugdosása ellenére is beléje mártják. A megkínzott állat tehetetlen dühe elől mindig a kellő pillanatban sikerül kereket oldaniok. Nagy ritkaság, ha egyikét-másikát a jól irányzott farkesapás eltalálja és leteríti.

Továbbá ki ne ismerné az *aranylegyek* (Lucilia caesar) zeg-zugos mesterrepülését? Minden megpihenő vadász vagy turista jó ismerőse. Alig kezd falatozni, már ott van, hogy részt követeljen a hátizsák tartalmából. A ragyogó, zöld-aranyban fénylő rovartest, amikor leszállni készül, villámgyors mozdulataival a szó teljes értelmében cikázik a levegőben és a napfényben. Ha pedig felszáll, akkor csak rövid villanást látunk és a légy nyomtalanul eltűnt a levegőben.

A sok hasonló repülőbravúr között talán a legérdekesebb és legvonzóbb a legyek „helikopter“, illetve *függő-repülése*, amely hallatlan egyensúlyérzékről és a szeszélyes levegő teljes legyőzéséről tesz tanúságot. Az egy ponton függőgető légy a legideálisabb és legstabilabb kifejezője a légi tartózkodásnak. Olyan bizalomkeltően és nyugodtan lebeg ilyenkor, mintha nem is a mozgékony ritka levegő, hanem valami biztos, szilárd talaj lenne a támpontja. A helikopter-repülés minden mozdulatát, a szárnyak nagyszerű működésével ilyenkor kényelmesen megfigyelhetjük.

Igen szabatos helikopter-repülése van a hüvelyknyi nagy vérszopó *marhapöcsöknek* (Tabanus bovinus). Ha jóllakott vagy vihart érez, akkor azzal szórakozik, hogy az erdő hús lombjai alatt, egyenletes szárnyműködéssel, órákon át csüng a levegőben, mintha oda volna szögezve. Legfeljebb a fűjdogáló szellő ringatja alig észrevehetően. Szárnyműködésének olyan pontos az emelőereje, hogy a kiválasztott „légiállomás“ magasságából parányit sem tér el: miközben csak a szárnyrezgés vízszintes útvonalának ködbeborult képét (zónáját) látjuk, halk zúgás kíséretében a sötétlő rovartest két oldalán vibrálni.

Még ennél is vonzóbb látvány a *függő-légy* (Syrphus seleniticus) ügyeskedése, amit rokonszenvesebbé

tesz, hogy igen jólnevelt képviselője a legyek családjának, mert se nem vérengző, se nem tolakodó. A függőlégység még az előbbinél is jobban szereti a légi pihenőket. Nevét is azért kapta, mert a nap legnagyobb részét a levegőben „lógva” tölti el. Rendesen a fák lombja alatt, vagy valami vadvirágos bokor előtt, embernyi magasságban a legérdekesebb helikopterikus repülést végzi.



7. ábra

7. ábra. Ha sétaközben találkozunk a láthatatlan erőtől tartott függőléggyel, az első pillanatban azt hisszük, hogy pók. Nagy ijedten hökkenünk vissza a szemünk előtt hirtelen feltűnő, útált rovar előtt, nehogy arcunkhoz érjen. De hamarosan észrevevesszük, hogy nem pók az istenadta, hanem valami repülő-micsoda, mert

mielőtt hozzáértünk volna, halk zizzzenéssel úgy elpattant szemünk elől, mint a gondolat. A következő pillanatban pedig ugyanolyan boszorkányos módon — mint ahogy eltűnt — újra szemünk előtt terem.

Most már felismerjük, hogy ez a szemfényvesztő légtornász valami igen csinos légy, a család sokféle fajának egyik legbravúrosabb és legelegánsabb repülője. Szép, karesú és hosszúkás a teste, bunkós a feje, fehér holdfoltos a potroha és kékeszöld derekán pedig zizegve működnek a láthatatlanná vált szárnyak. A vízszintesen fekvő test két oldalán ezek csak sejtelmes árnyékot rajzolnak a levegőben. A magas rezgésszámmal dolgozó apró szárnyak pedig szintén vízszintesen mozognak. Az a benyomásunk, hogy valami függélyestengelyű, parányi légesavar pörög előttünk, amelynek központjában nyugodtan terpeszkedik a kinyújtott rovartest. Egyenletes légi magasságát oly pontosan betartja, mint a fonálán csüngő igazi pók. Meghökkenésünk tehát valóban igazolt, mert a csalódás nagyon természetes. Az első pillanatban ki gondol arra, hogy a természet műhelyéből olyan csodarepülő is kikerül, amely csupán szárnyai működésével



éri el ezt a határozott és biztos légi támasztékot, az olyan felfüggesztést, aminőt csak a levegőben lógó póktól lehet látni.

Ha szellő éri a függő-legyet, amely kizökkenti nyugalmi helyzetéből, akkor is csak parányi oldaleltolódást veszünk észre. A másik pillanatban pedig az egyensúly helyre van állítva. A légy ugyanott függ, ahol az imént, bár a szellő tovább alkalmatlankodik, hogy elsodorja. Most azonban a légy már készen várja és ellene dolgozik. Nem engedi magát helyéről eltaszítani, de még ringatni sem. Nyugalmi helyzetét, vagyis *légi-állomását* csak akkor hagyja el, ha kedve tartja vagy valami megzavarja.

Többnyire fajtársaival szokott pajzánkodni, amelyek villámgyors orvtámadásokkal zavarják. De meglepni ezek se bírják. Rendkívül éles látását bizonyítja, hogy mielőtt az ember észrevenné az okot, rögtön félrevillan. Csak a szárnyak erős felzúgása jelzi, hogy most mester került össze a mesterrepülővel. Egy szempillantás alatt eltűnnek a messzeségben. Ámde a következő másodpercben a mi legyünk már ismét a helyén függöget. Az ilyen káprázatos kergetődzésben maga is kedvét találja és a viltuskodáshoz minden alkalmat megragad. Még az arrafelé vetődő, nagyobb dongólegyekre is rátámad, hogy a nyugodt függögetésből, csupa pajzanságból a legvadabb szálgulás alakuljon.

Ideges izgalmában sokszor rohanni készül, majd mintha meggondolta volna magát, mégis helyben marad. Ezek a megerősített szárnyrezgések olyan mozdulatokra készítetik, mint a legfinomabb rúgó lökései, amelyek tetején a légy ringatja magát. Mozdulatai mindig szépek, kecsesek. Időközönként — hogy sokoldalú repülését fitogtassa — kis körzetben és vízszintesen úgy úszik a levegőben, mint az apró hal a vízben. Előre vagy hátra húzódik, helyben megfordul, igazgatja, rakosgatja lábait vagy simogatva tisztogatja velük derekát, potrohát: miközben a szárnypárja zavartalanul folytatja háj-szálpontos működését. Mintha csak teljesen különálló

gépezet hajtáná, amelynek külön gépésze van, aki tőle függetlenül szabályozza és vezeti a repülést. Közben tömzsi fejét jobbra-balra kíváncsian forgatja, mert élenken figyel mindenre, ami körülötte történik.

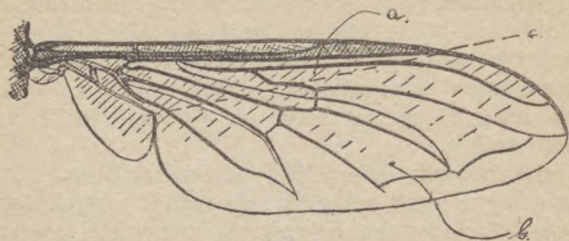
Éles látása mellett szól az is, hogy észreveszi még a mákszemnél is kisebb rovarokat, amelyek tőle néhány méternyi távolságban imbolyognak a levegőben. Az ember nem látja még ezt a porszemet, de a függő-légy már is megrohamozza. A türelmes megfigyelőt számtalan hasonló produkecióval szórakoztatja, miközben a repülés legmagasabb művészetéről ad szemléltető leckét.

A függő-légy is érzi a szárnyaiban rejtőző csodálatos képességet, ezért szintén vakmerően bátor. Mindenkor nyugodtan marad és közvetlen szemünk előtt végzi bámulatos légi játékait, figyelemre sem méltatva a közelálló embert. De nagyon csalódunk, ha azt hisszük, hogy a bizalmaskodó rovar könnyen elfoghatjuk. Megvárja, amíg óvatosan feléje nyúlunk (azzal a szándékkal, hogy hirtelen elkapjuk), de az utolsó pillanatban, amikor már azt hisszük, hogy a markunkban szorítjuk, csak az üres levegőt fogtuk meg. Látszik, hogy még az ilyen rossz szándék sem izgatja, mert az elvillanó menekülés után, mintha misem történt volna, nyugodtan visszapattan helyére. Ezt a többi legyek már nem kockáztatják meg. Ha visszatéréseit többször megzavarjuk, akkor sem távozik véglegesen, csupán légi-állomását helyezi valamivel odébb vagy feljebb a levegőben. Egyáltalában nem mutatja, hogy ezt azért teszi, mintha félne. Inkább únja a vele való folytonos incselkedést. Kiváló szárnypárja valóban korlátlan mozgáslehetőséget nyújt neki, ezért csendes függőgetése közben is teljes biztonságban érzi magát.

A váltakozóirányú helikopter-repülés, a légitartózkodás legérzékenyebb, ezért legnehezebben keresztül vihető formája. Ez a működés követeli a legpontosabb egyensúlyi viszonyokat, karöltve a legfinomabb és legérzékenyebb szárnyműködéssel. Ezeket a súlyos feltételeket és aerodinamikai szabályokat a függő-légy szárnya utólérhetetlen tökéletességgel kielégítheti. Mint konstruk-



ciót bátran tekinthetjük a legkiforrottabb váltakozóirányú légesavarfelületnek. Az áttetsző hártya szinte súlytalan és olyan az alakja, mint a széles késpengének, amelynek nyele van. 8. ábra. Ez a beosztás és méretezés



8. ábra

mutatja, hogy a szárny szélessége és hosszúsága milyen arányok mellett viszonylik egymáshoz a legkedvezőbben. Ilyen beosztással igen könnyen alakulnak a csavarszerű elhajlások, mert a szárny „merekített része” (a) kiváló rugalmassággal tér át a hajlékonyság felé. Ezt a tulajdonságot a legegyszerűbben elosztott izomhálózat teszi lehetővé. Az izmok ugyanis olyképp helyeződnek el a felületen, hogy az erős, vastag töből (izomesomópont) arányosan vékonyodva és ritkulva terjednek szét a hártján, szabadon hagyva az előnyösen fejlett „lebegő-részt” (b), amelynek elhajlása minden mozdulatnál bekövetkezik. Ugyanilyen szogálatot tesz a hosszú, nyeles *szárnycsutkája* (izomesomópontja), amely a rezgő szárnynak minden irányban szabad mozgást és csavarhatóságot biztosít.

Mindez kifogástalan együttműködésben áll a szárny lehetségszerű könnyűségével, amely a leggyorsabb rezgés alatt sem támaszt lényegesebb hatású, káros lendítő erőket. A függő-légy szárnyműködésének tehát nincsen számottevő energiavesztesége, miáltal a repülés szigorú szabályai kielégítést nyernek.

Minderről egy-két egyszerű kísérlettel meg is győződhetünk. Az elfogott legyet úgy tartsuk ujjaink között, hogy szárnypárja szabadon mozoghasson. Ha most

felülről gyöngéden ráfújunk, a szárnyak hajlékony oldalai lefelé görbülnek a nélkül, hogy magát a szárnyakat ez a légnyomás helyükről félre nyomná. Ha ugyanígy alulról fújunk rá, akkor pedig fölfelé görbülnek: vagyis a légnyomás csupán a lebegőrészt hajlítja megfelelő csavarlejtővé. Működés közben, amikor a szárny pár folytonos rezgése önmaga támaszt hasonló levegőnyomásokat, akkor ezek az elhajlások — bár felváltva — folytonosak lesznek, megteremtve az *állandó* emelő- vagy továbbbító erőket.

A csavarlejtők képződését szemléltetőbbben látjuk, amikor a legyet csak az egyik szárnyánál tartjuk fogva. Minthogy kényelmetlen helyzetéből menekülni szeretne, a másik szabadon álló szárnyával azon fáradozik, hogy magát kiszabadítsa. Ilyenkor a rezgések véghatárain a szárny elcsavarodása sötétebb ködképet mutat, amelyben tisztán látjuk a csavarlejtők átváltásait. Még tisztábban rajzolódik elénk, amikor az ügyesen megkötött és szárnyait rezgető legyet, sötét háttér felé tartjuk, akkor előtűnik az egész szárnyműködés élesen látható *rezgészónája*. A rezgészónája a célirányos repülésben igen fontos szerepet játszik, mert ennek változtatható térfogata és helyzete a repülés teljes irányítását, az egyensúlytartással együtt magában foglalja. Az egyszerű kísérletekkel tehát teljes képet kapunk az élő légesavar érdekes működéséről, de ugyanekkor meggyőződhetünk a támasztott levegőnyomások irányáról is. Ha füstölgő rongydarabot vagy égő szivart tartunk a szárnyak mögé, a levegő nyomása a rezgés irányához mértén derékszögben és hátrafelé fogja elfújni a füstöt, éppolyan örvénylő kavarással, mint a mesterséges légesavar.

Bár a függő-légy káros hatású energiaveszteségek nélkül működik, azért a folytonos és rendkívül magas rezgésszámmal dolgozó szárnyak üzeméhez nagy energiameennyiséget kell felhasználnia. Ugyanis a nagy erőfogyasztást maga a repülőrendszer, a légesavarszerű működés követeli, amelyen nem segíthet a függő-légy kiváló szárnyberendezése sem. De minthogy a rovarok ál-



talában óriási izomerővel rendelkeznek, tehát könnyen győzik a nagyigényű rendszer erőfogyasztását is.

A függő-légy szárnyát tehát igen kitartó és bőséges izomerő tartja szakadatlan működésben. Ez a működés ugyanis egy pillanatra sem szünetelhet, mert az apró szárnyak testsúlyhoz viszonyított aránytalan kicsinysége és hajlékonysága folytán siklásra, mégkevésbé a szélerő kihasználására (úszás a levegőben) nem alkalmas. Így a repülés egész ideje alatt, amíg a légy a levegőben tartózkodik, a szárnyak heves rezgésének szünnie vagy megállania nem szabad. Ez a rezgő *munkateljesítmény pótolja a szárny nagyobb felületét*, amelybe a kifejtett *energia változik át* megfelelő ellenállásokat támasztó hatásokká.

A működés — mint már tudjuk — hasonló az egyirányú légsavarhoz, amelyben apró felületek, de igen nagy fordulatszám kíséretében támasztják azokat a nyomásokat, amelyek a légi tartózkodást lehetővé teszik. A jelentéktelen csavarfelület hatása ugyanis rendkívül megnövekszik ezzel a forgó mozgással, amelynek különböző gyorsasága, különböző *felület-terjedelmeket pótol*. Ámde ez a pótlás viszont nagy erőfogyasztásba kerül, mert a nagy fordulatszám *térben és időben* sokkal gyorsabban *felbontja és levezeti* az energiaforrás készletét, mint a nagy felületek lassú mozgatása.

Ugyanez áll a függő-légy szárnyára is. A térbeni fogalmat az apró felület, az időben valót pedig a forgást helyettesítő rezgés jelenti. Ezt teszi a helikopter-rendszert nagyigényű erőfogyasztóvá. Ezért nem használ sokat a függő-légy kiváló szárnyának gazdaságos működése sem, mert a két tényező befolyása következtében az erőigények mindig megmaradnak, súlyosbítva azzal, hogy a függő-légy szárnyai még a mesterséges légsavarlapátoknál is aránylag kisebbek és percenként sok-sok ezerre menő rezgésszámmal dolgoznak.

Minden magas rezgésszámmal repülő rovar egy valószínű repülőgépmotort képvisel, amelynek rendkívül gyorsanforgó légsavarán kívül semmiféle hordfelülete

vagy berendezése sincs. Tegyük fel, hogy ez a motoros légesavar a támasztott emelő-erejével a levegőbe emelkedik. Természetes, hogy ez a légitartózkodás csak addig lehetséges, amíg a működés meg nem áll. Abban a pillanatban azonban, amikor a légesavar megszűnne dolgozni, akkor mindenestül rögtön lezuhanna, mégpedig *a szabadesés törvényei szerint*, mert a zuhanás sebességét a jelentéktelenül kicsiny légesavarfelületek semmivel sem csökkentenék.

Ilyen energiaforrással hajtott légesavart képvisel tehát a függő-légy is, de azzal a különbséggel, hogy ez a légesavar univerzálisan állítható és szabályozható és az *üzemsavar nélküli, állandó*, hatalmas erőt és munkát kifejtő motor, *a rovar test pedig él és működése fölött önállóan rendelkezik!*

Ugyanis a legyek rendkívül változatos repülését az élet tartja fennhatósága és vezető uralma alatt: vagyis a motorikusan működő izomerőt éppúgy, mint az apró szárnyak minden mozdulatát, amelynek legparányibb megnyilatkozása a rovar törekvésétől függ. Ilyen szoros kapcsolatot a gép és vezetője között csak az életet teremtő Gondviselés alkothattott, hogy minden üzemzavart kizárjon.

Szinte elképzelhetetlen, hogy a csöpp rovar honnan veszi azt a bámulatos erőkészletet, amely egész napi röpködését ellátja ily lankadatlan üzembírással. Ha tekintetbe vesszük csupán a légynek, az előbb vázolt, órákig tartó helikopterikus repülését, akkor is hihetetlen számadatokat kapunk. Ha kiszámítjuk, hogy hasonló eredmény esetén minő munkára volna szüksége az embernek, akkor csupán testsúlyunkat tekintve, csekély 25—30 lóerőnyi izomerővel kellene rendelkezünk, hogy magunkat a levegőbe emeljük. Minthogy a mesterséges légesavar lóerőnként csupán 3 kg emelőerőt szolgáltat, a 80—90 kilónyi embersúlyt tehát csak 30 lóerő bírná kiegyensúlyozni. Most pedig gondoljuk el, hogy ez az erőfogyasztás — mint a légynél — folytonosan történik! Milyen erős ember volna az, aki ezt a munkát el bírná végezni!



(Ugyanis 1 lóerő = 75 méterkilogrammal. Az átlagos emberi erőt pedig 20—25 mkg-ra becsüljük, ami csupán  $\frac{1}{3}$  lóerőnyi teljesítőképesség, tehát csak 1 kg-ot bírna légsavár útján a levegőbe emelni.)

Már pedig a függő-légynek aránylag még ennél a 90-szernél is nagyobb energiakészletek állnak rendelkezésére. Ezért a szárnyakban mindig nagyobb erőfőlösleg juthatnak, mint amennyire tényleg szüksége van. Sőt a szárnyak akár háromszoros emelőerővel is dolgozhatnak, mert a légy lábára kötött, *testének kétszeres súlyával még vígan elrepül!* Ez pedig megfelel az előbbi példa szerint 100 lóerőnyi munkabírásnak, vagyis pontosan 300 ember izomerejének! Így tehát a függő-légy valóságos sűrítő tartánya az erőknak. Bátran kaphatott így nagy energiafogyasztó repülőrenaszer, amikor van miből pazarolnia. Ezzel magyarázhatjuk villámgyors repülését is, amely annyira feltűnő és meglepő a nyitott szemmel járó ember számára.

A rovarvilág, így a légy repülése is, minthogy az életműködéssel áll szoros összefüggésben, tehát igen egyszerű elveken alapszik. Az egyébként változatos repülés minden apró részletének elsajátításához, még gyakorlat sem kell. Izmainak megfelelő feszítésével a szárnyakat csupán rezgésbe kell hoznia, hogy a kapott hatás helyváltoztatásra kényszerítse. Csupán a szárnyak nyomásai kell céljainak megfelelő irányba állítania, hogy oda jusson, ahová kíván. Minthogy a szárnyak rezgésirányai fölött is akadálytalanul uralkodik, ezek ösztönszerű és megfelelő eltolódásával és elfordításával rendelkezésére áll a *célirányossá* tett emelő- vagy továbbbítőerő is. Továbbá a test tengelye a rezgő szárnyak legkisebb nyomásirányváltoztatását is megérzi. Repülését tehát roppant érzékenyen kormányozhatja. Bármelyik irányból érje ez a nyomás a testet, ennek megfelelően emelkedni, sülyedni, előrehaladni vagy fordulni kezd a levegőben. S e mozgások egyesülve a légy ösztönszerű érzékével, — hogy mikor és mennyit vegyen igénybe — adja a *célirányos repülést*.

Ezek alapján a legyek haladó repülését éppúgy, mint fordulatait vagy zeg-zugos csapongásait, *egyedül a szárnyak különböző rezgésirányai, ezek megfelelő állításai vagy különböző erő kifejtései hozzák létre*. Ez a rendkívül szövevényesnek, sokoldalúnak látszó működés, minden káprázatos légi forgolódásával mégiscsak egyszerű és természetes művelete a legyeknek. Csupán ösztönös erőadagolást, rezgésszámfokozást vagy redukálást, úgyszintén a rezgésutak (zóna) nagyobbítását vagy ki-sebbítését kívánja, hogy a repülés legváltozatosabb formái álljanak elő.

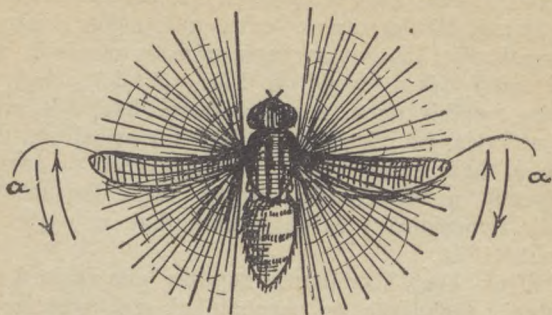
Megállapíthatjuk tehát, hogy az egész rovarvilág, így a légy célirányos repülését is háromféle részműködés intézi: 1. a szárnyak *rezgésiránya*, 2. a *rezgések útja*, 3. a *rezgések száma*. Ezek egymáshoz való szabályozott viszonya, adja a repülés *határozott célirányát*.

Az igen pontos részműködés követelményeit viszont csak az körülmény elégítheti ki, hogy *a szárnyát a légy működés közben is minden irányban állíthatja, sőt egymástól függetlenül, más-más erővel és más-más irányban is rezgetheti*. Ez a rendkívüli képesség adja a légy káprázatos fürgeségét, amelynek egy-két repülési formáját részletesebben is feltárjuk.

Alapjában véve a légy repülésének két főformája van. Az egyik függélyes, a másik pedig vízszintes irányú mozgás. A függélyes repülés alatt a szárnyak *vízszintesen*, a vízszintes repülés alatt pedig *függélyesen* dolgoznak. Ezt a két irányt *alaprepülésnek* tekinthetjük, mert a légy minden más alakítása, sőt még a hátrafelé repülése is, csupán e két főformának variálásából kerülhet ki. Az a körülmény, hogy a légy szárnyait vízszintestől függélyesig minden irányban működteti a nélkül, hogy *testének hossz tengelyét változtatnia kellene*, még nem teljes véghatára a változatos mozgékonyságának. Képzeljük el, hogy hányféle mozgásirányt és sebesség-változtatást létesíthet még, ha ehhez testének hossz tengely-állításával is hozzá járul.

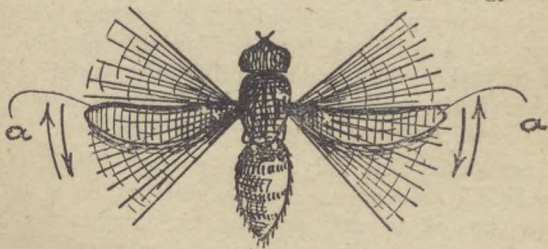


A függélyes repülés vízszintes szárnyrezgését jelképesen és felülnézetben a 9. ábra mutatja. A szárnyak



9. ábra

működése teljes, mert a rezgések zónája a fejtől a potrohogig terjed. Mindkét szárny tehát egy-egy félkörnyi utat tesz a levegőben, amelynek zónája egy egész kört mutat. Teljes erejét a légy akkor fejti ki, amikor a rezgések számát ezen az egész zónán véghatárig növelte. Ez a légy teljes vagy egész üzeme. Ebből alakulnak a részleges üzemek akár a felére, negyedére, számtalan változatban egészen az üzembeszüntetésig. Feltételezhetjük azt is, hogy a szárnyak ugyan teljes rezgésszámmal dolgoznak, de félkör helyett csak egy-egy negyedkörnyi



10. ábra

utat tesznek meg. Ilyenkor a légy pl. csak félüzemmel dolgozik, mint ezt a 10. ábra rezgés-zónája mutatja. Ha

ez a félüzemmel működő szárny, a támasztott nyomásával a légy *testsúlyát kiegyenlíti*, akkor ez *függve marad* a levegőben. Ha pedig a rezgések számát kisebbíti vagy szárnyai még kisebb utakon mozognak, akkor a légy *lefelé ereszkedik*. Viszont a rezgés-szám és rezgés-út növelésével *emelkedik* a levegőben. Látható tehát, hogy már egyetlen rezgésirányon, a vízszintesen, hányféle módon szabályozhatja és irányíthatja légi tartózkodását. Úgy-szintén a többi rezgésirány változtatásával — amely a vízszintestől a függélyesig szintén számtalan lehet — hányféle nyomásirány és határ alakulhat, az egyszerűen elképzelhetetlen.

Tudjuk, hogy általában a repülés igen szigorú aerodinamikai, technikai és mechanikai szabályokhoz van kötve. Mennyivel inkább áll ez az olyan parányi repülő-szerkezetre, mint aminő a légy, hogy ennek határozott légitartózkodása minden szabatos működésével lehetővé váljék. A legfontosabb szabályok közé tartozik a légy pontos *egyensúlya*, a finoman beállított *súlypontja* és a szárnyak érzékeny *nyomás-középpontja*. Ez a három tényező egymáshoz való viszonyában szintén állítható és változtatható, miáltal fogalmat kapunk újabb rendkívüli variációs lehetőségekről, amelyek a légy önálló mozgékonyágát gazdagítja.

Az egyensúly szolgálja a *repülés biztonságát*. A súlypont, a testsúly felfüggesztésének meghatározott helyén, biztosítja a *mozgás önállóságát*. A nyomás-középpont pedig jelenti a szárnyak *légellenállásának közepét*, amelyen a súlyteher mint valami pilléren nyugszik. Repülés közben tehát, amikor a *nyomás-középpont a súlyponttal találkozik*, akkor a légy *egyensúlyban van*.

Vizsgálódásunkat folytassuk a légy *kifeszített, de nem működő szárnyain*. Ha megállapítjuk a nyomás-középpontját, akkor azt tapasztaljuk, hogy a test súlypontjával nem egyezik. Ugyanis a szárnyak felületét tekintve, a légy feje felé kisebb súly került, mint a potroha felé. (Ezt az előbbi ábra is mutatja.) Holott az egyensúly azt követelné, hogy ez a két pont egymással



találkozzék. De mivel a természetben semmit sem találunk kitűzött ok vagy cél nélkül, itt is rájövünk, hogy a szabálytalannak látszó elrendezést többféle cél követeli. Elsősorban az ötlík szemünkbe, hogy a működő szárnyak nyomás-közepe a fejrészt inkább emeli, mint a potroharészt, aminek következtében a test hosszstengelye hátrafelé lebillen. Ez a helyzet az előbbi szárnyműködés mellett hátrafelé repülést eredményez (ezért képes a légy hátrafelé is repülni.) Ha tehát a légynek ilyen repülésre nincs szüksége, akkor ezt az eredeti egyensúlyi helyzetet átváltja a súlypont és nyomás-középpont találkozási helyére, amely viszont függélyes repülést ered-



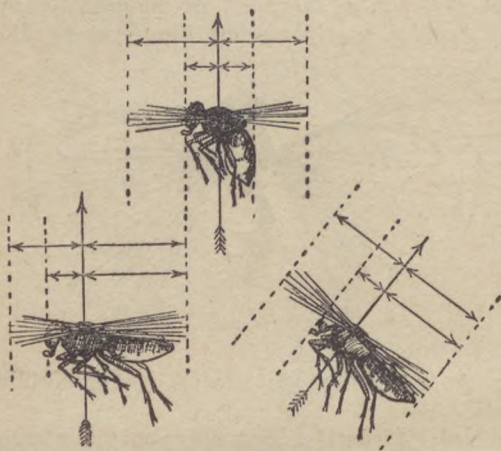
11. ábra

ményez. Az egyensúly változtatást pedig kétféle módon végezheti:

Az első eljárással a test súlypontját a rezgés-zónájának közepére, vagyis a szárnyműködés nyomás-középpontjába helyezi. Ha tehát a légy kinyújtott potroha mellett is helikopterben kíván emelkedni (mint pl. a függő-légy is), akkor a szárnyak rezgésútját eltolja a potroha felé, amely így nagyobb nyomást (emelő-erőt) nyerve, a potroh súlykülönbségét kiegyenlíti. Ez esetben tehát a rezgés zónája egyensúlyoz, amint ezt a 11. ábra (b, b) osztóvonala is mutatja. De ebből viszont kitűnik, hogy a rezgés zónája oly fontos szerepet játszik, mint a legérzékenyebb kormány szerv, amelynek szabályozható állításával igen sokféle irányváltoztatást lehet végezni. Továbbá azt is megtudjuk, hogy a légy

súlyát nem a szárnyak felerősítési pontja vagy felületének nyomás-középpontja, hanem a rezgés zónájának nyomásközepe (osztóvonal) tartja a kívánt helyzetben alátámasztva.

A második eljárással az állítható és hajlítható potroh lefelé görbítését alkalmazza egyensúlyzó tényezőnek. A légy ezt a lefelé való görbítést addig fokozza, amíg testének súlypontja össze nem kerül a rezgés zónájának közép osztóvonalával, vagyis a nyomás-középponttal. A 12-ik ábra felső rajza.



12. ábra

Minthogy a repülőberendezésben a rovarvilág sokféle fejlődési fokot mutat, ennél fogva mindkét eljárással csak az a faj egyensúlyozhat, amely a kiváló repülők közé tartozik. A légynek pl. mindegy, hogy melyik módszert (külön-külön vagy együttesen) alkalmazza. Teljesítőképességének oly nagy fölöslegei vannak, hogy nincsen kötve a teljes üzem állandó fenntartásához. S ez a körülmény lehetővé teszi, hogy súlypontját bármikor a potrohgörbítéssel együtt el is tolhatja. Ellenben a gyöngerepülők, amelyek szárnyukhoz és izmaikhoz viszonyítva



rendesen túlterheltek (nehéz testűek), így minden erejüket a teljes üzem fenntartására kell fordítaniok, rezgés-zónájukat (amely kitölti a test két oldalát) már nem állíthatják, nem szabályozhatják. Ezek tehát kizárólag a potroh lefelé görbítésével egyensúlyozhatnak.

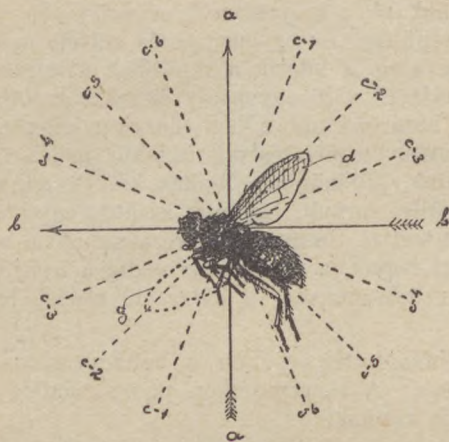
Igen szemléltető és állandó alkalmazását mutatja ez utóbbinak pl. a súlyos testű *csüngő-lepke* (*Syntomis Phegea*) repülése. Az egyensúlyozás kétféle módszerének különbsége meg is látszik a repülések kifejezésénél. A rezgés-zónájával való egyensúlyozóknak sokszorosan pontosabb és határozottabb a légi mozgása, ellentétben csupán a potroh legörbítésével bajlódó nehéz-röptűeknél. Ezért látunk, különösen a lepkék között, annyi határozatlan repülési formát. Ugyanez az *ábra* egyik alsó rajza a nyújtott testtel, de mérsékelt rezgés-zónával egyensúlyban tartott legyet, a másik rajz pedig a nyújtott testtel és teljes rezgés-zónával, a hátrafelé repülő legyet mutatja.

Az elmondottak csupán a helikopterikus-repülésre vonatkoznak. A távrepülésben pedig másféle működési részletek is vannak.

A legyen minden irányú repülésének jelképes felbontását a 13. *ábra* mutatja. Az egymást keresztező két nyíl közül az  $(a, a)$  függélyes irányt, a  $(b, b)$  pedig vízszintes irányt mutat. A központban futó szaggatott vonalak úgy a felső, mint az alsó félkörön a  $(c1)$ -től a  $(c6)$ -ig azokat a képzelt sugárvonalakat jelzik, amely irányban a légy szárnya akár feje felé vagy potroha felé rezeghet. A  $(d)$  a felemelt szárnyat, a  $(g)$  pedig ugyanezt lecsapva ábrázolja. (Természetes, hogy a jelzett beosztások között a szárnyak még számtalan mozgáslehetősége van.) Képzeljünk el ezen az alapon valamilyen működést, amely haladórepülést eredményez.

Tegyük fel, hogy a szárny rezgésiránya a függélyes  $(a, a)$  nyíl irányában történik. A légy ilyenkor a vízszintes irányú légesavar tulajdonságával rendelkezik, mert a támasztott nyomás csupán az előrehaladást szol-

gálja. Ámde a vízszintes tengelyű légesávarnak, amikor minden nyomását arra fordítja, hogy magát előre fúrja, elmélet szerint le kell esnie, mert önsúlyát misem tartja a levegőben. De nem esik le abban az esetben, amikor az előrehajtó nyomásból annyit elveszünk, amennyit a légesavar önsúlyának kiegyenlítése megkíván és ezt a



13. ábra

résznyomást a súly fenntartására fordítjuk. Ez pedig csak úgy és akkor lehetséges, ha a vízszintes és függőleges irányok között olyan nyomásirányt választunk, amely alkalmas mindkét kívánalmat, a testsúly fenntartását és előrehaladását kielégíteni. Ez viszont azt jelenti, hogy a légy haladó-repülése az emelő és továbbító résznyomások összetétele. A kétféle résznyomás különböző irányításával szintén többféle repülési forma alakulhat. A tovamozgás műveletébe a légy gyorsaságot, lassúságot, emelkedést vagy ereszkedést is vegyíthet.

Képzeljünk el például egy ilyen működést. A szárny a (c2) sugárvonalon rezeg, amelyhez a (c5) sugárvonal áll derékszögben. Ez a (c5) a (c2)-től járó szárnynak láthatatlan tengelye és feltevés szerint, miként a légesa-



vart, úgy a légy szárnyait is ez a tengely forgatja, illetve rezgeti. Ezzel a rezgésiránnyal a szárny nyomása a (c5)-nek megfelelően hat. Ez a nyomásirány a vízszintes és függélyes között éppen két részre osztja a kapott teljesítményt, amelynek fele emeli, a másik fele pedig előrehajtja a legyet, aminek következtében várható volna a (c5) irányú, haladva-emelkedő repülés. De meglepetésünkre nem ez történik. A légy ugyan nem esik le, de esetleg nem is emelkedik. Ha pedig emelkedik, akkor ez nem a (c5) irányában történik, amerre a nyomás tulajdonképpen hat. Hiába pontos a két részre osztott nyomás, a légy nem emelkedhet a (c5) irányában előre és felfelé, mert a várt eredményt *megváltoztatta a légy testsúlya, amely az emelő részerőt terheli.* A tiszta eredmény érdekében tehát a légy súlyának megfelelő résznyomást le kell számítani, mint az emelő-részerő veszteségét. Ilyen esetnek állítsuk fel azt a lehetőséget, hogy a (c5) irányú össznyomás emelő-részereje éppolyan nagy, mint amily nehéz a légy. Világos, hogy akkor a légy minden emelkedés nélkül csak a továbbbító-részerő hatása alatt repülhet a (b, b) nyíl irányában vízszintesen előre. De csak a teljesítmény felével, mert a másik felét felemésztí a rovar testsúlyának levegőben tartása. Ha most a légy a (c2) sugárvonalon erősíti az össznyomást, amelyben az emelő-részerő is túllépi a testsúlyát, akkor gyorsuló előrehaladással emelkedik is, de nem a (c5) irányában, hanem csak kisebb szögű sugárvonalon, pl. a (c4)-en.

A tiszta csavarszerű távrepülésnek, amely csupán a szárnyrezgések hatása alatt állhat elő, az a hátránya, hogy az emelőerő a testsúly következtében mindig veszteséget szenved. Bármily erővel dolgozzanak a szárnyak a különböző sugárvonalon, a légy haladómozgása mindig gyorsabb lesz, mint az emelkedés sebessége. A szárnyak ezért a távrepülés érdekében sohase járhatnak pontosan a függélyesen, hanem néhány fokkal ferdebben, hogy az előrehajtó össznyomás, a testsúly fenntartásához szükséges emelőerőt is támasszon.

Figyelemreméltó, hogy a távrepülő légy szárnyait mindig azon a sugárvonalon járátja, amelynek emelő-részereje éppen elég a testsúly fenntartásához. 14. ábra. Amily mértékben növekszik a sebesség, olyan fokozatosan közeledik a rezgés iránya a függélyes felé. Így mindig több és több részerő szolgálhatja a haladás gyorsulását. Az ilyen mesterkedést az teszi lehetővé, hogy a növekvő vízszintes sebességgel, az emelő-részerő igénye a testsúly fenntartásához mindig kevesebb lesz, mert a légy testsúlya és ennek térfogata a fokozódó gyorsulással mindkisebb mértékben gravitál a föld felé! Ennek következtében a továbbító-részerő egész a véghatárig fokozódhat, amikor az emelő-részerőnek csupán azt a minimális támogatást kell nyújtania, ami hiányzik még a sebesség támasztotta légnyomás fenntartó erejéből.



14. ábra

Vázlatosan ilyen a légy, a csöpp rovar utólérhetetlen pontosságú repülése, mert mindaz, amit elmondtunk, csak hozzávetőleges ismertetése annak a végtelenül finom aerodinamikai és mechanikai működésnek, amelyet a rovarvilág változatos repülésében a légy fejt ki azzal a csodálatosan finom szerkezettel, amelyet a megszokottság vagy az ellenszenv nyűge alatt figyelemre sem méltatjuk. Márpedig úgy az önálló, mint a célirányos repülés szempontjából csak bámulni és csodálni való, hogy micsoda mechanikai remekmű a rovarvilág legszemtelenebb teremtménye, amely csak hosszúságot és kellemetlen tapasztalatokat szokott nekünk szerezni. De talán azzal kárpótolhatjuk magunkat, hogy az igazán tökéletes és



sokoldalú repülési formákat ne a madaraktól, hanem mindenekelőtt *a legyekről tanuljuk meg!*

Végül mindezek az elsorolt működési részletek, az összes váltakozó irányú és magas rezgésszámmal működő csavar-repülő rovarfajra is vonatkoznak. Eltérést legfeljebb annyit találunk, hogy a légy szárnyműködésének ezt a kiválóságát csupán hiányosabb vagy korlátoltabb mértékben bírják.

## MÁSODIK TÍPUS. A KISSZÁRNYÚ LEPKE REPÜLÉSE

### Óceánrepülő rovarok

Óceánrepülés!... Milyen göggel szegi fel e szóra fejét a mai kor embere.. Mintha egyedül csak az ő privilégiuma és dícsősége volna az ilyen eredmény. Pedig amire oly határtalan büszkék vagyunk, a természetben az már ősidők óta nem újság. Mert nemesak a vándormadarak vagy az óceánok fölött nyüzsgő halászmadarak seregei járják a kietlen vizek fölötti levegőtengert, hanem még a rovarvilág sokféle fajtája is.

Tengerészek, hajósok, halászok és meglepett utasok beszélnek, hogy nem egyszer találkoznak a nyílt tengeren az apró vándorok tömegeivel. Különösen a pillangók, lepkék, sáskák seregei törtetnek valami titkos hatalom kényszerhatása alatt a bizonytalan távolságok felé. A nagyszabású tömegmozgalom legfeltűnőbb jelensége pedig az, hogy a különféle fajú rovarok útvonalában néha érzékelhető céliránnyal is találkozunk, amelynek képviselői többnyire *a kisszárnyú lepkék típusához* tartoznak. Viszont a nagytöbbség útvonalát nem a saját szándékuk határozza meg, amennyiben a szél erő beavatkozásának kénytelenek engedni. Ezek a szélirányhoz alkalmazkodó rovarok pedig rendszeren *a nagyszárnyú pillangók típusához* tartoznak.

Ki tudná megmondani, hogy van-e sejtelve a rovarnak, vajjon merre viszi őt a szárnya? Kétségtelen, hogy a repülés ingerén kívül semmiféle tájékozódása sincs. Csak mennek, repülnek, ahová a sors vagy a jószere-



cséjük vezeti őket. Honnan tudhatnák, hogy hány száz-kilométernyire vannak a legközelebbi partvidéktől, a virágos mezőtől, erdőtől, ligettől, amit tán sohase látnak többet viszont. Útjukat állja a zsarnok szélvihar vagy valami felhőszakadás függőnye és könyörtelenül örökre elnyeli valamennyit a tenger. És mégis repülnek. Hűsége senki alávetik magukat akár a vándorörszton kényszerének, akár a szélerő sodrásának, mert évről-évre kitör rajtuk a tömeges népvándorlási láz és úzi, hajtja a bizonytalan jövő felé. Mindez örök talány marad a kutató értelem számára. Minden esetben óriási utak maradnak mögöttük, ami ámulatba ejti a megfigyelőket.

Az erős szél vagy szélvihar némely esztendőben, a *káposzta- vagy galagonya-pillangónak* hihetetlen tömegeit sodorja fel a levegőbe. Megfigyelték pl., hogy 1900-ban Stralsund mellett, mintegy nyole kilométer széles sávban repültek észak felé. Vonulásuk több órahosszat tartott. *Schultz* dr. az Északi-tenger fölött hajóról nézte vonulásukat. Írja, hogy a hajó három órahosszat haladt közöttük és rengeteg pillangó hullott a tengerbe. Másnap a norderney-i tengerpartokon ezer és ezer elpusztult pillangó hevert. Pedig szél se zavarta útjukat. Óceán-repülésüket azóta is többször észlelték.

Így került az Atlanti-Óceánon át ez a pillangó-faj Európából Észak-Amerikába is. Kétségtelen tehát, hogy valamelyik szélvihar telepítette ide az elkapott és elsodort vándortömegek maradványát, mert 1860-ban mutatkozott először Quebec mellett. 1885-ben pedig már az Egyesült-Államokban a Cordilleráig váltak ismeretessé.

Más alkalommal megfigyelték, hogy a *bogáncs-pillangó* (*Vanessa Cardui*) 1879-ben Dél-Afrikában beláthatatlan tömegekben kelt útra. Majd egész Afrikát hosszában — délről északra — átrepülván, megúszták a nagy vizeket is. Így átjutván a Földközi-tengeren, részben Olaszországba, részben Spanyolországba kerültek. Az Alpok hófödte lejtőin pedig már ezer és ezer pilletetemet találtak. Ezek vagy halálosan kimerülve, vagy pedig

megfagyva hullottak el a zord vidéken. A rekord valószínűleg nagyobb lett volna, ha útjukat nem állja a havas hegység.

Ezeknél a távrepüléseknél sokkal ismertebbek a sáskatömegek vándorútjai, hasonló tengeri úttakkal egybekötve. Az emberiségnek ősidők óta keserű tapasztalatai vannak a gyakori sáskajárásról. Mint erről már a Biblia, Mózes, Plinius, Szent Jeromos is beszél, különösen Afrika volt kitéve legrégibb idő óta pusztításuknak. Innen kerültek át Ázsiába, Európába és felhatoltak messze Észak vidékéig. Amerikában, különösen a déli részen, nem ismeretlen ugyanaz a sáskafaj, amely Afrikában, Ázsiában honos. Európában szintén bőven találunk a sáskajárásról feljegyzéseket. Délvidékről, délkeletről, messze Németországon is túl jutottak már. Vándorútjuk elől nincs elzárva még Angol-, Svéd- vagy Skótország sem. A sáskák vándorútjának és irtó pusztításának óriási bűnlajstromát őrzi a természettudomány. De távrepülésük tolmácsolására talán ennyi is elég. Mindenesetre félelmetes óceánrepülők.

E néhány példából talán kitűnik, hogy a rovarok óceánrepülését két csoportra oszthatjuk. Mégpedig az „önálló” és „segített” repülőtípusra. A segítették a *szelek-szárnyát*, az önállóak pedig a *hatalmas izomerejüket* használják fel a rendkívüli távrepülésük alkalmával. A segített repülők természetesen a nagyszárnyú pillangók, amennyiben a szél erő akaratuk ellenére is felkaphatja és magával sodorhatja őket. Az önállóak pedig az erős, tömzsitestű és kisszárnyú lepkefélék, amelyeket a vándorösztön vagy inkább a rendkívüli energiakészletek levezetése készítet repülésre, amely aztán Isten tudja, hová viszi őket. Ezeknél tehát a távrepülés (minden viszonytagságával együtt) a felgyülemlett roppant erők kényszerhatása alatt történik, mert addig repülnek, amíg ki nem merülnek. Az eredmény minden esetben az óriási távrepülés, amelyet még a szél sem akadályoz meg. A segített távrepülés tehát nem oly rendkívüli, mint az önálló, mert hasonló a szélről elsodort papírszelet önkén-



telen mozgásához. Ezért elsősorban a kisszárnýú lepkék, vagyis a II-ik típus repülésének ismertetésével foglalkozunk.

Már az is feltűnő, hogy az ilyen önálló, óceán- vagy kontinentális távrepülő apró állatkák hallatlan teljesítményei a jellegzetesen *két részre osztott, aprószárnýú és csavarrepülő* rovarfajok soraiból kerülnek ki. Ezek a kicsiny szárnyak bámulatos magas rezgésszámmal dolgoznak. S ha valahol megjelennek, olyan zúgás-búgás hangzik, mintha valami cséplőgép dobja verné fel a csendet. Ezek között első helyen állnak a *szenderek* (Sphingidae).

A *szender-félék* a szürkület vagy az est lepkéi. Többnyire szerény koldúsgúnyába vannak bujtatva. Külsőjükre azonban rácsafol képességük. Mint ahogy a tehetségek természetéhez tartozik a szerény külső és a szürkeség, úgy a repülés művészei is csak igénytelen köntösben mutatkoznak (ugyanis a színpompás pillangók a legrosszabb repülőek). Nappal rejtékhelyeken szenderegnek. Se látnak, se hallanak. A közeledőre ügyet sem vetnek. Még azt se veszik észre, ha zsákmányul esnek. De amint a nap nyugovóra tér, egyszerre megelevenednek. Szemeik tüzelni, világítani kezdenek és a szárnyak szinte robbanó erővel kezdik meg működésüket. Légi útjuk káprázatosan gyors. Látni még nem lehet őket, de búgásuk — mint a repülőgépe — már messziről elárulja közeledésüket. Amilyen tunyák nappal, olyan féktelenül vadak az esti szürkületben. Az alkonyba borult erdők pocsolyáinak vize fölött úgy siklanak el, mint a fecskék. Röptükben a vízbe csapva, gyorsan belemerülnek. Majd tovarohanva villámgyorsan vagy mint a nyíl suhannak el az ember szeme előtt. Fordulóikat hatalmas ívben végzik, mert a súlyos test igen nagy lendítőerőt halmoz magába. Ha egyszer lendületbe jöttek, a rendkívüli gyorsaság ezt a súlyt magával ragadja. Ilyenkor a nehéz potroh úgy hat, mint a kilőtt golyó, amely a felvett irányt meg akarja tartani. Ez a hatás tehát megakadályozza a gyors és könnyű fordulatokat. Ezért ha irányt vesznek, végtelen messze elrohannak, sokszor elterjedésük természetes határain túl

is. De ez csak általános jellemzés, mert vannak egyes fajok, amelyek a mozgékonytságban is nagy mesterek.

A típus egyik ismert példánya az *oleander-rendszer* (*Deilephila nerii*), amely a Földközi-tenger mellékéről kerül hozzánk vendégségbe. Otthonától Észak-Afrika vagy Kis-Ázsia területéről ellátogat Németország vagy Lengyelország északi részeire is. Felnyomul Berlinig, Stettinig, sőt Rigán túl is. A fáradhatatlan repülők továbbtörtetőit pedig valahol a Balti-tenger nyeli el. Bámulatos repülőteljesítmények ezek. Micsoda távolsági rekordok születnek minden egyes nekibuzdulás után. Pedig a két részből álló szárny alig 45—50 mm hosszú, hegyes csúcsban végződő apró felület és mégis a legkiválóbb légesavar teljesítményét adja. A teljesen kifejlődött lepke szárnyának fesztávolsága nem több 110 mm-nél, amelyet nagyon súlyos, tömzsi test terhel.

Még ennél is vaskosabb, súlyosabb kisszárnýú típus az ismert *halálfejű lepke* (*Acherontia Atropos*). Mint legnagyobb testű éji lepke, eléggé gyakori nálunk is. A dereka kisujjnyi vastag. Egész hossza mintegy 55—60 mm. Szárnyterjedelme pedig 115—122 mm. Tömött barna bundáján okkersárga, halálfejhez hasonló feltűnő jelvényt visel, ami alól nem hiányzik a keresztbefektetett két láb-szárcsont.

Ez a jelvény félelmetesen ijesztő külsőt kölcsönöz az egyébként igen jámbor pillének. Különösen a babonára hajlamos emberek borzadnak tőle. Ősz felé a falvakban nem ritkaság. Nappal olyan csendesen gubbaszt, mint az élettelen, hervadt falevél. Este azonban szintén felélénkül s nem egyszer megtörténik, hogy a lámpafény csábítására berepül a nyitott ablakon, ahol viharos repülésével nagy riadalmat okoz. Erősen bűgő szárnyával akkora szelet csap, hogy a lámpát is eloltja.

Testi ereje nemcsak óriási, hanem kitartó is, mert a halálfejű lepke szintén jellegzetes óceánrepülő. Megszállt már az Atlanti-Óceánon haladó gőzös fedélzetén, mint ahogy komoly megfigyelések szólnak a mellett is, hogy nemcsak átvág Észak-Afrikából a Földközi-tenge-



ren, hanem az Alpokat is átrepülve, elkerül Németország legészakibb vidékére.

A két részből álló szárnyúak között igen érdekesek az úgynevezett *sztikárok* (tesia) repülése is. Ilyen pl. a *darázsalakú, üvegszárnyú lepke* (*Trochilium apiformae*). Nyári reggeleken a nyárfák törzsén ül, ha szárnyra kap, olyan zenebonát csap, mint a lódarázs. Röpte könnyed, gyors és szökdelő. Testének világos része sárga színű, sötét része barna vagy sötétbarna. Üvegszárnyai működés közben azonban már láthatatlanok.

De talán valamennyi szender között legvonzóbb a *zúgólepke* repülése. Kivételesen ez a szenderfaj nemesak este, hanem nappal is repül. Természete, viselkedése pe-



15. ábra

dig a méhekéhez hasonló, csak hogy ezeknél sokkal függetlenebb és önállóbb művésze a repülésnek. 15. ábra.

Kora délután vagy alkony felé, a kerti sétánk alatt sokszor meghökkenünk, mert fülünk mellett erős bűgással elsittyen valami. Még a fejünket is félre kapjuk, mert az az érzésünk, hogy ez a valami csak puskagolyó vagy nyílvevő lehetett. De mikor a hang után nézünk, meghökkenésünk átváltozik csodálkozássá. Az egyik közeli virág előtt, lecsökkentett működéssel, de azért duruzsoló szárnyzúgással, furcsa állatkát látunk lógni a levegőben. Teste akkora, mint egy datolyamag, amelynek két oldalán káprázatos sebességgel remegnek a szárnyak. Ott csüng a levegőben a nélkül, hogy a virágot érintené. Csupán

hosszú pödörnyelvét nyújtja mereven előre, amivel a virág kelyhében kotorász. Kissé ferdén tartott testével és vízszintesen rezgő szárnyával különös hatással van a szemlélőre. A szárnyak gyors mozgása átlátszó ködfátyolba burkolja a szivaralakú és „madárfarkú“ csinos testet. Csúcsos fején pedig élénken világítanak a tiszta, üveggyöngyhöz hasonló szemei, amelyeknek szinte értelmes, figyelő tekintetük van.

Ezt a kecses rovarat ki is nevezhetjük a kisszárnyú lepkék mesterrepülőjének, mert légi mozgása valóban határozott, sokoldalú és gyors. A természetrajzban a *galambfarkú vagy kacsafarkú zúgólepke* (*Macroglossa stellatarum*) nevet kapta. Ismert repülőművész. Ne csodálkozzunk tehát azon a tüneményes helikopter-repülésen, amivel a levegőbe szögezte magát, sem azon a nyilaló, ívelő, vad gyorsaságon, ahogy tovaszánguld, ha megunta a „semmibe“ való kapaszkodást. Eleme a levegő, ebben van otthon. Olyan biztosan és határozottan jár-ke-l a szeszélyes ritka közegben, mintha szilárd talajon mozogna. A levegő érzékeny mozgékony-ságát ismerjük. Képzeltük tehát, hogy micsoda finom, pontos működést jelent ez a virágtól-virághoz látogató, de rá nem telepedő, változatos és folytonos helikopterikus repülés, amivel oly ügyesen mesterkedik. Mily kifogástalan a szárnyak teljesítőképesége, amikor egy pillanat alatt megtalálja az őt kiegyenlítő levegőnyomásokat. S ez pedig egy parányival se több, se kevesebb, mint amennyire szüksége van, hogy a kiszemelt ponton megállva a levegőből elérje a virág belsejét. Majd a nyugodt függőgetésből hirtelen elpattan és a kövek-ező pillanatban már más virág előtt terem. Haladó repülése olyan gyors, hogy látni se lehet, amíg újra meg nem áll. Csak az erősen felzúgó hang jelzi, hogy merre vette irányát.

A levegőben való otthonosságát mutatja az a mesterkedése is, ha több, egymás mellett álló virág mézét szivogatva, hol az egyik, hol a másik kelyhéből torkoskodik. Nem sokat készülődik. Ha az egyiktől visszavonul, akkor hátrafelé repülve húzza ki pödörnyelvét és a kellő oldal-



vonulás után előre repülve tolja ezt ismét a mellette levő virágba. Mindezt pillanatok alatt. Így kutatja végig a kert valamennyi virágágyát, miközben szárnyának rezgése egy pillanattig se szünetel. Izmai szinte fáradhatatlanul dolgoznak.

Hogy mennyire uralkodik a levegő minden szeszélyén, mutatja az a viselkedése, hogy ezeket a határozott légi mozgásokat még egyenlőtlen, rohamozó szélben is pontosan el bírja végezni. Hogy mennyire biztos a dolgában, jellemzi az a vakmerőség, amellyel a közeledő zivatarnak (ami elől minden rovar menekül, sőt a madarak és más állatok is fedél után néznek), a zügőlepke oda se hederít. Nyugodtan végzi a virágok látogatását mindaddig, amíg a kitörő vihar első, heves szélrohama meg nem csapja. Ekkor végre határoz és hirtelen fölkerekedik. Egy szempillantás alatt a magasba terem és a jószemű megfigyelő láthatja, hogy minő káprázatos sebességgel vág neki az oldal- vagy szemközti szélnek, amely nyílegyenes útjából nem bírja eltéríteni. A következő pillanatban pedig már el is tűnt a szemünk elől.

E nagyszerű teljesítményhez még azt is hozzáfűzhetjük, hogy a többi nehéz testű és apró szárnyú rokonaival szemben, a zügőlepke repülését még páratlan fürgeség is jellemzi. A mozgás irányát minden pillanatban meg bírja változtatni. Mint valamennyi kitűnő repülőt, a zügőlepkét is elbizakodottá teszi szárnyainak kiváló tulajdonságai. Bár az embert egész közel bevarja, mégse lehet a lepkefogóval olyan gyorsan rácsapni, hogy ennél gyorsabban kereket ne oldjon. A szó teljes értelmében bottal üthetjük a nyomát. Szabadon álló virágnál kézzel vagy kalappal való elfogására gondolni se lehet. Az utolsó pillanatban úgy elillan, mint a kámfor. Legjobb alkalmat erre akkor találunk, amikor mélyebben ülő virágra száll, amelyet más növények környékeznek. Ilyenkor gyors cselekvőképessége akadályozott, tehát könnyebben esik foglyul. Ha pedig már kezünkben van, még akkor is könnyen kiszabadítja magát. Szorító ujjainkat váratlanul oly nagy feszítőerővel támadja meg, hogy szinte kirobantja magát

közülük. Ez is mutatja, hogy micsoda hatalmas izomerő mozgatja szárnyait!

A villámgyors repülésnek nagy művésze még a *fenyő-szender* (*Sphinx pinastri*) is. A természet megfigyelői ámulva látják azokat a viharos, keceses csapongásokat, amelyek ezt a rovar is feltűnővé teszik. Mozgását a fecskék nyílalásához hasonlítják, amivel ugyan valami nagy elismerésben nem részesítik. A fecske ugyanis a gyors és egyenes távrepülés típusa, de helikopter-repülést csak igen korlátozott mértékben végezhet. A fenyő-szender azonban úgy a távrepülésnek, mint a függvarepülésnek egyformán nagy mestere. A kiválóságot itt is a roppant nagy izomerő és a légesavar-szerű berendezés adja. 16. ábra.



16. ábra

Többé-kevésbbé ugyanilyen kiválóak a többi kicsiny és két részre osztott szárnyú rovarfajok. A *méh-* és *darázs-féléket*, mint érdekes csavarrepülőket, eléggé ismer-

jük. A magas rezgésszámmal dolgozó apró szárnyak erős zúgására mindenkor felfigyelünk. De talán valamennyi hártyszárnyú közt legérdekesebb a rovarvilág bundás, szűrös atyafia, a pohos *földi-pöször* (*Bombus terrestris*). Tarka gubájában szinte groteszk figura, valóságos repülő söröshordó, amely a levegőben meghazudtolja a természet örök törvényét — a föld vonzóerejét. Bámulatos, hogy ennek a hólyagalakú, aránylag hatalmas testét minő igénytelen, apró szárnyak emelik és hordják a levegőben. Ha nem is repül oly kiválóan, mint a zúgólepke, mégis csodálkozni kell azon a nagyszerű teljesítményen, amelyet ezek a kicsiny szárnyak éles, erős zúgásukkal és rendkívül gyors rezgésükkel produkálnak. 17. ábra.

Ugyanígy felkelti érdeklődésünket az a hatalmas rovar is, amelynek *kék fadongó* (*Xylocopa violacea*) a neve. Ez olyan zengő-bongó, harsogó zúgást csap repülés közben, mintha útjában egy egész zenekar kísérné. A



gyors rezgés annyira eltünteti szárnyát, hogy nem látszik más, csak sötét, acélkék, erős teste, amint csapong, himbál, megáll vagy elviharzik a levegőben. 18. ábra.



17. ábra



18. ábra

Ebben a vegyes társaságban a repülőberendezés egy-rendszerhez való tartozása még akkor is szembetűnő, ha két egymástól egészen eltérő rovarfajt hasonlítunk össze, pl. a zúgólepkét a lódarázssal (*Vespa crabro*). A két külön részből álló szárny, ennek elhelyezési módja, tulajdonsága: a testsúly aránya a szárny méretéhez és az izomerőhöz, technikai és mechanikai szempontból egyenlő megoldást és elrendezést nyert.



19. ábra

Az élő szervezet (mint mechanizmus) legfőbb jellemvonásának a hatalmas, fáradhatatlan izomerő mellé, a szárnyak igen apró, keskeny, könnyű, de acélosan rugalmas hajlékonyságát tekinthetjük, amelyek igen magas rezgésszámmal dolgoznak. 19. ábra.

(Ebben a tekintetben a csodálatos alkotóerő igazán nem ismert lehetetlenséget. Ezek a parányi és roppant gyorsan rezgő szárnyak önkéntelenül komikus hasonlatot juttatnak eszünkbe, mert a röphártyák aránylag nem nagyobbak, mint egy táncmester frakkjának libegő szárnyai. Milyen furcsa volna,

ha ezek a frakkszárnyak is hasonló gyors rezgésbe jönének és a táncmester örült sebességgel iramodna fel a levegőbe! Nos, ezt a lehetetlenséget oldotta meg az Alkotó ez apró lényeken, a nagy izomerő segítségével...)

A finom szerkezetű szárny mellső része sokszorta nagyobb a hátulsó résznél. Ezért az előbbi a szárny *főfelülete*, az utóbbi pedig annak *mellékfelülete*. (Figyelemre-méltó jelenség, hogy fejlődés tekintetében ez a mellékfelület a főfelülethez viszonyítva méretben igen változó, mert a rovarfajok sorozatán át folyton növekszik, azaz mind nagyobb lesz: végül a sáskánál, de különösen a szitakötőnél már második szárnypárt képez s ezzel természetesen már másféle repülőrendszert is alkot.) A kisszárnyú típusnál ez a mellékfelület az igénytelenségtől legföljebb a főfelület egyharmadáig terjedhet. Az ennél nagyobbak már más repülő-rendszer felé gravitálnak, hogy egy közbe-eső vagy vegyes típust alkossanak a II-ik és III-ik típus között.

A szárny lehet síma és egyenes, vagy — mint a darázsféléknél pihenés közben — sodrott vagy gyűrött alakú. Az utóbbiak rezgés közben kisimulnak, kiegyenesednek és mint rugalmas, hajlékony szárnyak működnek. Bőséges változatot mutat a főfelület alakja vagy körvonala is: úgy a fő-, mint a mellékrész szögletes, csúcsos, hegyes vagy gömbölyített végű szokott lenni. A mellékrész aránya a főfelülethez a repülésre nincsen befolyással. Nagy a változatosság a hosszú-keskeny vagy rövid-széles formákban. A legkitünőbb repülőknél a hosszú-keskeny szárnyalak biztosítja a bámulatos eredményeket.

Pihenés közben a rovarok szárnyukat hátratulva, összecusukva, zsugorítva vagy sodorva a hátukra fektetik (a bogárfaj összecusukva elzárja). A zúgólepke pl. *sátorozó* szárnyakkal pihen, míg a fadongó ezeket összesodorja. (Ez is igen jellemző eltérés a nagyszárnyú pillangó berendezésétől, amely mindig nyitottan, kitért vagy fölfelé támasztott szárnypárral pihen.)

Mindezek a tulajdonságok magát a repülő-rendszert nem érintik, mert csak egyetlen, de repülésen kívül álló



célt szolgálnak, mégpedig az *alkalmas, kevés helyet foglaló összecsukhatóságot*. Ez az elrendezés a bujkáló rovar szárnyát az elszakadástól megóvjá. A repülés igazi tényezője a főfelület. A repüléshez lényegtelen mellékrész csak az összecsukás érdekében van különválasztva. Viszont a kitérésnél a főfelület területének kiegészítő részét képezi, hogy vele működés közben egy egészet alkosson és épp úgy végezze dolgát, mint az egydarabból álló légy szárny. Tapasztaljuk a méhnél, daráznál, de még inkább a *fűr-késznél* (*Spanthius clavatus*) a két részre osztás jó szolgálatait, amikor lakásuk szűk nyílásain ki-be járnak. Úgyszintén földalatti otthonukba, fába, fakéregbe fúrt kis lyukakba bujkálnak. Milyen tehetetlenné válnék a esöpp rovar, ha gyöngye szárnyát e közben elszakítaná vagy elveszítené. A Gondviselés tehát ezt a fontos eszközt, amely nélkül nincsen légi közlekedés, féltő gonddal óvja a gyors pusztulástól!

A szárny két részre osztásában tehát ne keressünk repülésre kiható lényegyet. Abban a pillanatban, amint a szárny működésbe jött, megszűnt a két részre osztódás szerepe. Bizonyítja ezt az a körülmény, hogy a mellékrészen apró akasztóhorgok is vannak (pl. a darázs szárnyán), amelyek a működés kezdetével a főfelületbe kapaszkodnak. A mellékrész horgai oly erősen fogják a főfelületet, hogy erőszakos szétválasztással az egész szárny is elszakadhat. Ellenben a szárny hátrafejtésével ezek a horgok önmaguktól kikapcsolódnak. Ugyanilyen automatikus a bekapcsolódás, ha a szárny kifeszül, úgy a magával húzott mellékrész horgai is beakadnak a főfelületbe.

A kisszárnýú lepke szárnyának mindkét felület-része síma, egyenes lemezlap. Ezért nem rendelkezik oly érzékeny automatikus hajlékonysággal, mint a hártýaszárny. E helyett annál nagyobb mozgékonyág lakik az izomesomóban. A zúgólepke szárnya pl. minden irányban nagyobb mozgásszabadsággal rendelkezik, mint a lódarázsé. Ezenkívül a két felületrészt repülés közben is állíthatja, mert a levegő ellenállásának megfelelően kisebb-

bíthati vagy nagyobbíthatja, mivel a mellékrész a főfelület alá tolható.

Ezzel kapcsolatban megállapíthatjuk, hogy azok a fajok, amelyek szárnyukat a hátukra fektetik, mind kiváló helikopter-repülők. Ezeknél a test-tengelye állhat függőlegesen, ferdén vagy vízszintesen, sőt még ellenkező ferdeséggel is, azaz fejfelé, vagy a legbámulatosabb függő-repüléseket végezzék. A szárnyak változatlanul megtarthatják vízszintes rezgésirányukat, hogy alkalmazkodjanak a kívánt függés irányához. Rendkívül érdekes az utóbbi helyzet, amivel akkor találkozunk, amikor a bozót között rejtőző virághoz a zúgólepke nem férhet másképp, mint csak fejfelé. Ilyenkor inkább „kifordított” helikoptert repül, semhogy a virágra telepedjék. Úgy látszik, semmi megerőltetésébe nem kerül szárnyműködését ennyire elesavarni.

Általában a kisszárnyú típus feszített szárnyú sikló-repülést végezni nem bír, szárnya ehhez nagyon apró. Ha működését beszünteti, oly kevés ellenállást talál a levegőben, hogy a súlyos testet hordani még zuhanósiklás formájában sem képes. Ilyen erőkimélő repülőformára azonban sem a zúgólepkének, sem társainak szüksége nincs. A működés nemcsak gépies, hanem minden pazarlást bőségesen pótol a nagy fölöslegekkel rendelkező izomerő.

A zúgólepke pl. igen sokat és hosszú ideig repül. Ha légi útra indul, az egész időt a levegőben tölti. Nem száll le pihenni sehol. Túltesz a szorgalmas méheken, darazsakon, rabló-rovarokon. Igazi típusa a természet „élő-motorjának”, amely nem bír megállni, ha egyszer elindult. A méh vagy a darázs, amíg méz után kutat, minden virágon meg száll s ez idő alatt eleget pihen. A zúgólepke még erre sincs rászorulva, mert hosszú pödörnyelvével eléri a virág belsejét és helikopterikusan lebeg előtte. Virágra vagy másra szállni még nem láttuk. Így csak akkor pihen, ha napi repülését befejezte.

A csöpp rovar napi energiafogyasztása a szünet nélküli működés következtében hihetetlen nagy lehet (érde-



mes volna kiszámítani). A rendkívüli erőforrás eredetét nem is magyarázhatjuk mással, minthogy izmaiban még a hernyókorabeli túltáplálkozás energiái — mintegy akkumulátorba — halmozódtak fel, amelyek csak lepkekorban szabadultak fel. Minek az ilyen esoda-akkumulátornak az erőkimélő leszállás, siklás vagy légiúszás, amikor könnyen győzi a szakadatlan munkát.

A kisszárnyúak repülésében a kormány szerv fontos szerepét a „potroh“ jelenti. A zúgólepke még ebben is fölötte áll a többinek. Olyan előnyös kiképzésben részesült, hogy valamennyi társát túlszárnyalja mozgékonyásával, mert kivételesen egy pillanat alatt is megfordulhat. Ez a potroh nem gömbölyded, hanem laposas. Bár tetején súlya van, mégis nagy levegőnyomásokat támaszt és teljes mozgásszabadságot élvez. Hajlíthatja jobbra-balra, lefelé vagy fölfelé a nélkül, hogy szárnyának szabad rezgését akadályozná. De legnagyobb nevezetessége, hogy egyedül a zúgólepke potrohának van madárfarokalakú felületrésze, ami univerzális kormányzásra képesíti. A potroh végén olyan lapátszerű szőresomó ékeskedik, amely nagyon hasonlít a madár nyitott faroktollaihoz. Innen a „galambfarkú“ neve is.

Ez a potroh ugyanolyan működést végezhet a repülés irányításában, mint a madarak farokkormányja. Az érdekes felület kivált a nagy vízszintes gyorsaság alkalmával bizonyul igen hatásos magassági kormányznak. Ha pedig elesavarodva görbül, akkor mint oldalkormány tesz jó szolgálatokat.

Mint minden kormány szervnek, úgy a potroh elhajlásainak is akkor van legnagyobb hatása, ha nagy sebességgel száguld a levegőben. Tekintve azt a nagy sebességet, amivel a zúgólepke repülni szokott, potrohának minden parányi mozdulata nagy levegőnyomást termel, amely rendkívül gyorsan változtatja meg a repülés irányát.

Álló- vagy függőrepülés közben, amikor ilyen levegőnyomások nem támadnak, akkor ezt a kívánságot a potroh *súlya* helyettesíti, mert görbítésével vagy hajlásával

olyan súlyponteltolódásokat létesíthet, ami megváltoztatja a szárnyak nyomásirányát.

Máskülönben a szárnyműködés — a már ismertetett módon — elvégez minden egyensúlyi vagy irányváltási műveletet, amelynek cselekvőképessége (mint már a légy repüléséből tudjuk) szintén univerzális.

A sokféle részletműködést tekintve, tehát ez a típus is bővelkedik a sokoldalúság minden finom árnyalatával. De bármily komplikáltnak lássék ez a működés, mégis egyszerűen, minden óraműnél pontosabban végzi a rárótt feladatokat — a légitartózkodás hűséges kiszolgálását.



## HARMADIK TÍPUS. A SZITAKÖTŐ REPÜLÉSE

### A rovarvilág légitörője

Nem torpedó vagy bombavető légi járműről, hanem élő vadászrepülőgépről van szó, amelyet a rovarvilág többféle repülőtípusának III-ik csoportjába osztottunk.

A rengeteg változatot mutató rovarvilágban nemcsak fajokat, típusokat és ezek között repülőművészeket találunk, hanem különféle rendszereket, mozgásformákat is. Ezt a változatot pedig két véglet jellemzi. Az egyik a szikraugrás cikázáshoz hasonló eleven fürgeség, a másik pedig a legnagyobb határozottságot mutató nyugodt stabilitás. Az elsőt a már ismert *légy* repülése, a másodikat pedig a *szitakötő* különleges légimozgása mutatja.

Bajos volna bírálgatni, hogy melyik a szebb vagy tökéletesebb repülés, mert mindkét mozgásforma a fejlődés legmagasabb fokán áll. Mindkét mozgásformának meg van a maga rendeltetése, amely a természetes életmód irányítása szerint nyer kifejezést. E nagy cél elérése után pedig az emberi értelemnek mindkét formában a *kiválóságot vagy tökéletességet kell érzékelnie!*

A szitakötő, mint a természet egyik érdekes és kedves jelensége, a nyári meleg levegőben lépten-nyomon feltűnik. Kecses mozgása szinte díszíti a zümmögő, zsongó, virágillattól terhes levegőt. Bár a meleg párából vibráló levegő hemzseg a legyek, méhek, darazsak, bogarak millióitól, az egyedül csatangoló szitakötő mégis azonnal feltűnik és kiválik a mozgalmas társaságból. A sokadalomban olyan, mint az apró madarak serege közé került ká-

nya, mert ökelme bizony vérszomjas ragadozó. A szítakötő csupán külsejére és mozgására nézve vonzó jelenség, egyébként a levegő legviSSzataszítóbb kalóza vagy rablólovagja a rovarvilágnak. Minden alaki szépsége mellett útonálló és bestia természettel van felruházva. Vonzó szárguldásai is csupán eleven prédát hajszoló, zsákmányszerző célokat szolgálnak. És mint ilyen, az apró rovarok ellen felvonuló légicirkálóként vagy szüntelen támadásra kész vadászrepülőként viselkedik, de folyton pusztító, örökösen éhes, telhetetlen fajtából. Ha jellegzetes stabil repülésével megjelenik a levegőben, minden mozdulatán meglátszik a vadság, a haramia kegyetlensége.

A rovarok üldözése közben bámulatos ügyességet, fürgeséget tanusít. Igazán lebilincseli a nézőt, ahogyan csillogó, áttetsző szárnyával és ettől elütő sötét, hosszú testével az erdei utak, tisztások vagy nádasok fölött zegzugos szárguldásokkal vadásztat. Rendesen a fák koronájával egy magasságban járja be vadászterületét és repülése hol nyilegyenes, hol zegzugos, hol pedig merész fordulatokkal kevert mozgás. Miközben hallatlan biztonsággal járja a levegőt, átlátszó üvegszárnyai rezgés közben majdnem láthatatlanok. Ezek csak akkor villannak meg, ha egy-két pillanatra megállítja őket. Ha felnézünk rá, a fehérülő báránylehek háttéréből csak sötétlő testét látjuk kiválni. Ilyenkor az a benyomásunk, hogy valami különös erőből hajtott fapálcika úszik a levegőben.

Légi életét, a rovarvilág zömétől eltérően, az egy mástól teljesen különálló két pár szárnyával bonyolítja le, hogy mint különleges repülőtypust képviseljen úgy a rovarok, mint az egész állatvilág légi életében. A két pár szárny működésével előállított vonzó légi mozgást — amely tipikusan hasonlít a síma tó tükrén suhanó lélekvesztő úszásához — lehetetlen meg nem csodálni. A páratlanul könnyed repülés változatos formáit, mindenkor gyönyörködő tekintettel kísérrük. Nem is tudjuk, hogy mi kap meg inkább. A rovar különleges szépsége, vagy a tüneményes repülése. Mintaképe a határozott légi tartózkodásnak. Olyan határozottan úszik a szeszélyes levegő-



ben, mint a célba lőtt nyílvevessző. Kitűzött irányán kívül nincsen semilyen idegen mozgása. Nem inog, nem ring, nem himbál egy csöppet sem, amíg ezt maga szándékosan elő nem állítja. Ezt a kiváló és versenytárs nélküli légi mozgást már nagyon régen megirigyelte az ember. Min-dig vágyódtunk a mesterséges utánzására.

A szitakötő repülése tehát azt bizonyítja, hogy a víz-szintes légi mozgásnak is lehet kiforrott, művészi meg-nyilatkozása, amely legkifejezöbben benne testesült meg. A páratlan tulajdonságot egyrészt hosszúra nyúlt törzsé-nek (amely repülés közben kiválóan vezeti a levegő áram-latait), másrészt a minden mozdulatra alkalmas két szárnypárjának köszönheti.

A két szárnypár ugyanis két ponton támasztja alá a szitakötő testét, amely így nincsen alávetve az érzékeny, mérlegszerű ingadozásnak. Repülésének gyorsaságából származó levegősurlódások a hosszú törzset és a két pár szárnyat nem engedik át könnyedén a mozgékony-ságnak. Ezzel a kitűnő vezetéssel a megnyúlt test valóságos re-pülő nyílvevessző tulajdonságát ölti magára, mert ehhez hasonlóan viselkedik. Az előrészen, vagyis a fején és rö-vid, vaskos derekán van a fő súlyteher, mint a nyílvesz-zőn a nehéz acéllándzsa. Viszont a hosszú potrohnyúl-vány úgy vezeti az egyenes irányt, mint a nyíl favesz-zője. Ám, amikor a szitakötő mozgékony akar lenni, ezt a természetes stabilitást igen könnyen átválthatja gyors csapongássá. Egyedül a két szárnypár akadályozza, hogy vetekedjék az egypár szárnyú legyek bámulatos fürge-ségével.

A szitakötő mielőtt átvehette volna a rovarvilág apraja fölött a zsarnoki hatalmat, bizony nagyon ala-csony sorból, a diestelen mocsár piszkos fenekéről került a légi birodalom trónusára. Álljunk meg egy pillanatra e csodás karrier előtt, mert nagyon érdekes, hogy a szita-kötő miként szerzi meg a légi élethez szükséges első tapasztalatokat és hogy milyen iskolában tanulja meg a re-pülést.

A szitakötő nimfája az utolsó vedlés idején a mocsár

vizéből — ahol eddigi életét töltötte — kimászik, hogy valami alkalmas helyen, fű, sás vagy nád szárazabb részén érje meg az elkövetkező nagy eseményt. Ugyanis ez az utolsó vedlési folyamat alakítja át a szitakötőt repülőművésszé, mert ekkor kap szárnyakat és ez a vedlés vezet rá a szárny értékének és céljának felismerésére. A nyirkos növény szálon türelmesen várja a ruhacserét, hogy azután megkapja a repülés eszközeit, a szárnyakat is. Várakozás közben nedves potrohának végrészei odaragadnak a nyúlós maszathoz. Ez megfogja alul a régi köntöst, amely a levegőn és a napfényen megszárad, majd megrepedve felpattan. A szitakötő ekkor nagy erőlködéssel hozzáfog, hogy kibújjon a bőréből, ami nem megy oly könnyedén, mint a mi kabát- vagy nadrágcserénk. Nagynehezen először a dereka és lábai szabadulnak ki. Amíg potrohát is kiszabadítja a régi zsákruhából, addig lábával kapaszkodva, de még inkább szabaddá vált szárnyacsonkjaival (amelyek még csomósak, összeállottak), hosszú, kínos vergődést visz véghez. Ezzel a vergődéssel lassan nyíladoznak, kisímulnak a gyűrötten előkerült szárnyak, amelyek mindnagyobb mértékben segítik fáradozását. A folytonos szárnyrezgetés tehát igen hatásosan előmozdítja a szabadulást. A folytonos szárnyrezgetéssel és a sokáig tartó küzdelemben a szitakötő azt is megérzi, hogy a vergődő szárnyakban minő teljesítmény lakik, mert ezek az utolsó percekben már egészen egyenesek, szárazak és teljes hatással dolgoznak a levegőben. Így a szitakötő, mire elkészül a ruhacserével, addigra a szárnyak használatát is megtanulja. Végül, amikor a sok ide-oda csúrés-esavarással párosított folytonos szárnyverdesés a régi köntöst annyira meglazítja, hogy a beragadt potrohvég is kiszakad, akkor a megszabadult szitakötő már mint kész repülőművész, a levegőbe szökve mond búcsút a kopott gúnyának.

Fajtársai között egyik legszebb és legkitűnőbb repülő a *nagyszitakötő* (*Aesna grandis*). Ragyogó sárga- vagy kék-aranyba játszó testének erős derekán egymás mögött foglal helyet a kétpár szárny. Működés közben a



*váltakozó-irányú ikerlégsavar* jellegét ölti magára. Ha pedig „üzemszünetet“ tart, akkor feszített szárnyaival mint *ikermonoplán* szerepel a repülő-rendszerek között.

A szitakötő igen sokféle formában és több rendszerben repülhet, de ezeknek fő alakja mégis a vízszintes tengelyű váltakozó-irányú légsavar. Ez a repülése azonban nem mutat oly határozott formát, mint pl. a légy vagy a zúgólepke mozgása. Ámbár a légy szárnyaihoz hasonlóan szintén a rugalmas elhajlásokból és elfordulásokból tevődnek össze a hasznos nyomások, a különbség mégis az, hogy ezeket nem annyira a hártya hajlékonysága, mint inkább a szárnytő izmainak elcsavarodása állítja elő.

A szitakötő repülésének többi formája csupán alkalmi művelet, egyben pedig a különleges berendezés következménye. Így repülheti a csapkodó, verőszárnyas vagy feszítettszárnyú légi-úszás rendszerét is: akár külön-külön, akár a kettőt keverve. Minthogy ezáltal többféle módon repülhet, légi mozgása igen változatos. Erre mint ragadozónak bizony nagy szüksége van, mert ha nem bírná követni a szintén nagy ügyességgel menekülő apró rovarok fürgeségét, akkor ugyancsak felkopna az álla. Sőt, hogy mozgékonyág tekintetében eredményt érjen el, az áldozatok mesterkedését még felül is kell múlnia.

Szárnyainak berendezése és tulajdonsága azonban nemcsak a légy szárnyától, hanem páronként egymástól is eltérő. A rugalmas hajlékonyságot tekintve, a hátulsó pár csak kis mértékben reagál az automatikus elhajlásokra, az első pár pedig semlegesen viselkedik. A szitakötőnek tehát működés közben a csavarszerű elhajlásokon kívül önmagának is hozzá kell járulnia, amennyiben a szárnytő csomópontját mindig a megfelelő elfordulásokra engedi a légsavarhatás érdekében. Viszont a semlegesen viselkedő első szárnynak (minthogy más a hivatása) nincs se automatikus, se önállóan vezényelt elhajlása, mert a mellső főizmok hosszirányban majdnem a felület közepén vonulnak át. Ezáltal nincs merevítésnélküli „lebegő“ oldala, amely elhajolva az izomcsomópontot is elcsavarodásra kényszerítené. A hátulsó pár ennél már kedvezőbb

beosztást nyert, mert egyrészt lebegő, hajlékony oldala van, másrészt pedig a tengelyszerű izomesomópont a felület egyik oldalát köti csak a testhez. Ezzel az elrendezéssel a levegőnyomások a szárnyat elfordíthatják, hogy akadálytalan csavarlejtőt képezzen.

Ez a kétféle tulajdonság mutatja, hogy a váltakozó-irányú légesavar technikai kivitelének kétféle módja van. A csavarlejtők képződését először *automatikus elhajlással*, másodsor pedig *tengelyszerű elfordulással* is elő lehet állítani.

Mindezt egybevetve, az első szárnypár mint sík felület, emelőerőt szolgáltat, a hátulsó pár pedig a csavarlejtők alakulása révén előreajtó erőt állít elő. A hátulsó szárnypár tehát, amikor függélyes rezgést végez, akkor *teljes egészében csupán a vízszintes sebesség előállításán fáradozik* és a szitakötőnek nem kell olyan résznyomásról gondoskodnia, amely a testsúlyt hordja (mint ezt a légnél ismertettük). Ez a feladat az első szárnypárra hárul és a szitakötő, amikor szárnyaival függőleges rezgést végez, akkor *egyszerre támaszt emelő és előreajtó erőket*. Ez a körülmény azt a nagy előnyt biztosítja, hogy a szitakötő teste a levegőben egész vízszintesen „kifekhet“. Szárnyait tehát mindig függőlegesen rezgetheti, amely körülmény viszont a teljes gyorsaság kialakulását eredményezi. Innen a szitakötő nyílsebes, gyors röpte, amellyel minden apró rovar utolér.

Ez a nagyszerű megoldás, fajok szerint is többféle fejlődési fokot mutat. Rendkívül előnyös összetétele van pl. a *lapos szitakötőnek* (*Libellula depressa*). Ha megfigyeljük azokat a szédületes, szinte vágatva lövelő rohanásokat, amiket a nádas fölött vadászás közben produkál, akkor látjuk csak, hogy micsoda nagy taszító hatása van az előnyösen fejlett hátulsó szárnypár működésének. A lapos szitakötőnél a „*lebegőrész*“ különösen fejlett. Ha rápillantunk a hátulsó szárny körvonalaira, a széles késpenge alakon azonnal látjuk, hogy a lebegőrészen mily könnyen kell alakulnia a legkiválóbb teljesítményt szolgáltató csavarlejtőnek. Amely fajnál ez a kiképzés hiányos



(pl. a *kis acéllék szitakötőnél*), az meg se közelíti a lapos szitakötő rendkívüli gyorsaságát. 20. ábra.

A szitakötő kiváló repülését teljessé teszi az említett megállítottszárnyú működés, amivel a levegőben, adott esetben nagyon szépen úszik vagy siklik. Minthogy ez a képesség elsősorban a megfelelő felületterheléstől függ (aminek sem kicsinynek, sem nagyak lennie nem szabad), a szitakötőnél még ez a követelmény is kedvezően



20. ábra

intéződött el. A légy pl. típusa a túlterhelésnek, ezért nemcsak úszni, de még siklani sem bír álló szárnyakkal. Súlyához viszonyítva szárnyai nagyon is aprók. Viszont a pillangó szárnyán oly csekély a terhelés, mint az imbolygó papírszeletkén, amelynek semminő lendítőereje sincs. Ez pedig az aránytalanság másik véglete. E két végtellességben a szitakötő felületterhelése a légy és a pillangó között áll, miáltal a légi úszás feltételeinek megfelel. Tapasztaljuk, hogy ezt az előnyt minden alkalommal ki is használja, amennyiben ez neki is *erőmegtakarítást jelent*.

Ha elnézzük a szitakötő ide-oda cirkáló mozgását, látjuk, hogy időközönként egy-egy lökészerű és úszással kevert taszítással rohan a levegőben. Ez a repülési forma azt jelenti, hogy amikor csak teheti, mindig megállítja szárnyműködését az erőmegtakarítás érdekében. Zegzugos csatangolásának minden újabb iránya egy-egy szárnyrezgéssel párosított úszás. A szárnyak rezgésideje

és ereje mindig olyan természetű, amilyen hosszú a kiszemelt úszás távolsága. A 2—3 másodperces élénk szárnyműködést 5—6 méteres úszás követheti. De lehetnek 1 mp-es rezgéshez kötött 2—3 méteres, vagy 10—12 méteres úszások, mert a rezgésütemek idején és erején kívül, az eredményeket a szél is befolyásolja.

Megjegyzendő, hogy a szitakötő szárnyai nem rendelkeznek oly nagy vízszintes irányú mozgásszabadsággal, mint a légy szárnyai. Ezért a szitakötő súlyponteltolásai, ezzel pedig helikopter-repülése igen korlátozott. Az eltolhatóságot a két egymás mögött elhelyezett szárny pár akadályozza, amelyek hamar összeérnek, sőt össze is akadhatnak. Ezt a hiányt pótolja némileg a szitakötő verőszárnyas formájú függve-repülése. Hogy repülés közben mily mértékben és miként végezheti súlypontjának eltolásait, megmutatja, amikor őrhelyére, pl. valami karó tetejére száll. Prédaleső izgalmában mindkét szárnypárját, a feje és potroha között, előre-hátra, ollózva mozgatja, bemutatván így a súlypont eltolhatóságának határait.

A szitakötő vonzó repülésének hatását még az is fokozza, hogy zajtalan. A gyors mozgás mindig rokonszenves és elfeledteti a magában rejtegető veszedelmeket. Azt is észrevehettük már, hogy a gyorsaság annál vonzóbb és kellemesebb, minél csöndesebb: és minél zajosabb, annál ellenszenvesebb. Ha zúgás-búgás, zörgés, csörömpölés kíséri a mozgást — legyen az bárminő gyors — elveszti vonzalmunk nagy részét. Ugyanígy vagyunk a repüléssel is. A zajos, lármás repülés visszatetsző. A halk vagy nesztelen suhanás pedig mindenkor vonzó.

Az erős, kellemetlen hangok kíséretében repülő rovarokkal szemben tehát a szitakötő nyílsebes mozgását ez a zajtalanság teszi vonzóvá, holott ez a zajtalan repülés szintén csak rabló célt szolgál (amennyiben a haramia jövetelét vagy orvtámadását semmi nesz se jelezze), de a mozgás elfeledteti ezt a nekünk ellenszenves életmódját. Aki nem ismeri viselt dolgait, fel se tételezi a kecses szitakötőről, hogy még a póknál is veszedelmesebb úton-



állója a rovarvilágnak és pedig azért, mert gyors szárnyaival sikeresebb pusztítást végezhet a helyben leselkedő és sok időt vesztegető póknál.

A szitakötő nesztelen mozgását az a körülmény segíti elő, hogy nagyon sokat repül szárnyrezgés nélkül. A rezgő szárnyakat még kíséri valami halk, zizegő hang, de az úszás már síri csöndben történik. Ezért ha sebességet nyert, a szárnyrezgést azonnal beszünteti, hogy ilyen zajtalan gyorsasággal lepje meg áldozatát.

Álljunk meg egy pillanatra, hogy miért zajtalan a szitakötő repülése és miért zajos sok más rovaré, amelynek éles, átható zúgásáról már sok körülményes felfogás és magyarázat látott napvilágot.

Szerintünk a hangot minden esetben a rendkívül gyors, ütésszerű levegőmozgás váltja ki, hasonlóan a vilámlót kísérő mennydörgéshez, vagy az erős szélben füttyülő táviródróthoz, a repülőgép drótköteleinek zúgásához, süvítéséhez vagy az egyszerű pálcá suhintásához. Ha bottal a nyugvó levegőre hevesen rácsapunk, akkor suhogó hangot hallunk. Minél erősebb vagy gyorsabb az ütés, annál nagyobb vagy élesebb a suhogás, bizonyítva azt, hogy a hangadásnak két feltétele van. Az egyik a test igen gyors mozgása, a másik a levegőnek ebből származó örvénylése. Ugyanilyen természetű jelenséget vált ki a váltakozó-irányú szárnymozgatás is (ha igen gyorsan történik). Az éles vagy tompa, a vékony vagy vastag, az erősödő vagy gyöngülő hang, mindmegannyi rezgésszámkülönbözetnek egybefolyó levegőörvénylése. A szárnyak működésében így magas és alacsony rezgésszámot különböztetünk meg, amelyet a hangadástól tehetünk függővé. Ha nincs a rezgésnek hangja, akkor ennek száma okvetlen alacsony. Ha pedig kisebb-nagyobb hangadással jár, akkor a rezgésszám magas. A magas rezgésszámú szárnyműködés ugyanis hasonló a hangvilla vagy acélrúgó rezgéséhez, amely ugyanilyen természetű hangadásban nyilvánul. Ámde a hangvilla vagy acélrúgó rezgése is csak akkor ad hangot, ha megütés után valami keményebb tárgyhoz, pl. asztallaphoz szorítjuk. Ugyanígy a magas rezgésszám-

mal működő szárnyak éles, zúgó hangját is a kemény, páncélos törzs erősíti meg a rovarnál.

A hang erőssége vagy színezete alapján tehát még következtetni is lehet a szárnyműködés kisebb-nagyobb rezgésszámára, mert minden hangárnyalat (pl. a különböző zongorahúr rezgése) kötve van egy bizonyos számú rezgéshez. Ha pedig ismerjük a különböző hangok rezgésének számát, akkor — ha nem is pontosan — de hozzávetőleg tájékozódást nyerhetünk a különféle rovarok skálaszerinti szárnyzúgásának rezgésszáma felől. Némely esetben bizony hihetetlen eredményt kapunk. Így pl. a szunyog szárnyrezgésének számát percenként sok-sok ezerre becsülik, ami az éles hang után ítélve nem lehetetlen. Hasonló magas rezgésszámot árulnak el a legyek, méhek, darazsak stb. Ha dongólégy téved a csendes szobába, harsogó éles zúgásával a helyiség minden zugát szinte bántóan betölti. Ezekkel szemben a szitakötő szárnyrezgésének száma alig néhány száz, azért alig hallható az okozott zizegése.

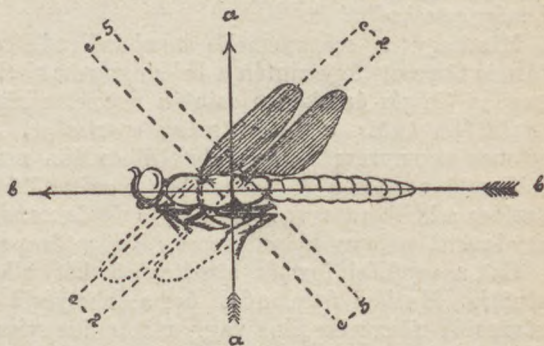
A szitakötő helikopterikus repülése igen körülményes és mint ilyen, meg se közelíti pl. a legyek ebbeli művészetét. A függve repüléshez — mint már tudjuk — vízszintes szárnyrezgés kell. A szitakötő két pár szárnya, amikor a levegőben vízszintesen fekszik, a már említett akadályozott eltolhatóság következtében erre képtelen. De ezt az akadályozott működést nemcsak a szárnyak egymáshoz való verődése okozza, hanem a támasztott levegőnyomások egymásközt is elvesztik hatásukat. Ennek pedig az a következménye, hogy az emelőerő igen nagy veszteséget szenved és a megmaradt hasznos levegőnyomás már nem elegendő a szitakötő súlyának levegőben tartásához. Látjuk ezt a vízszintesen száguldozó, majd hirtelen fölfelé törekvő szitakötőn is. Ha szárnyának rezgésiránya a testtartás következtében vízszintessé válik, akkor csak a lendület elfogyásáig haladhat helikopterikusan fölfelé. Ámbár vannak esetek, amikor a szitakötő kényszerből mégis alakíthat némi helikopterikus repülést. Minthogy ezt a függvemaradását vagy emelkedését igen



körülményesen állítja elő, tehát mint repülési különlegeséget érdekesnek találjuk leírni és ismertetni.

Testének helyzete ilyenkor is vízszintes. Ehhez viszonyítva szárnypárját ferde irányban és két különböző erő kifejtéssel rezgeti. A szárnyecsapások üteme mindig erősebb, mint a szárnyemelésé. Úgyszintén a szárnyak hajlásszöge is kétféle, mert a csavarszerű elhajlásokon kívül főként csapkodó-rendszerben állítja elő a különleges függve-repülést.

A működés részleteit a 21. ábra mutatja. A szárnyrezgés akadálytalan útvonala az A függőlegestől legfel-



21. ábra

jebb a C-2-ig terjedhet A C-2 irányt túllépő szárnyak már egymáshoz verődnek (amit néha el is árul az a zörgő hang, melyet a szárnyak érintkezése okoz). A korlátolt mozgásszabadságot azonban pótolja a lefelé csapó szárnyak nagyobb nyomása és a szárnyemelés megfelelő szögösítése. Ugyanis a szárnyak csavarszerű működést is kell végeznie. Amíg a szárnyemelés szögösítve, illetve elcsavarodva halad a C-2 sugárvonalon (mert e nélkül tisztán csak visszaható és leszorító nyomást termelne), addig a szárnyecsapás homloksíkban támaszkodik a levegőre. Tegyük fel, hogy a szárnyak a C-2 sugárvonalon éppen fölfelé emelkednek. A kapott nyomás részben előre-hajtó erőt termel, amely a C-5 irányában fejt ki hatá-

sát. De tekintve a szitakötő súlyát és a szárnyemelés homlokellenállását, az előrehajtó részerő tényleg a *BB* vízszintes nyíl irányában nyomja. Azonban mielőtt ez tényleg bekövetkeznék, a már felemelt szárnyak ugyancsak a *C-2* vonalon hevesen visszacsapnak. A ferde lecsapás emelőereje nemcsak a szitakötőt emeli, hanem *megakadályozza az előbbi előrehajló törekvést is*, miáltal a rovar helyben marad a levegőben. Tekintve az egymást sűrűn követő szárnyrezgéseket, ez a *félkéntartott előrehajtó és fenntartó erő folytonossá válik* és a szitakötő nemcsak függve marad, hanem a rezgésszám szaporításával még *emelkedhet is*.

Mínthogy a szárnyemelés homlokellenállása rontó hatást is támaszt, úgyszintén a belőle származó előrehajtó részerő a függés érdekében szintén megsemmisült, tehát ez a *kétféle hatás a teljesítmény vesztesége*, amely a folytonos szárnyrezgés ideje alatt állandóan megmarad. Az állandó veszteség következtében a szitakötő energia-pazarlása a helikopterikus repüléssel még fokozódik, tehát csak alkalmi, néhány másodperces függőgetésre alkalmas.

Ezt a repülési formát a szitakötő két alkalommal használja. Ha légi útra indul, és ha őrhelyéről (valami karóvégről) fölemelkedik, vagy mikor ide visszatér és mielőtt kikötne, óvatosan néhány pillanatig lebegő helyzetben tartja magát. (E groteszk repülést ilyenkor tisztán meg lehet figyelni, de egyben bizonyítva is látjuk, hogy a szitakötő életfeltételei nem követelik a „légi-állomásokat“. Ezért nem is vált szükségessé, hogy olyan művésze legyen a helikopter-repülésnek, mint a légy vagy a zúgó-lepke. Mint ragadozónak a prédát útközben kell elfognia, tehát nem *megállásokra*, hanem *gyors rohanásokra* van neki szüksége.)

A szitakötő függve-repüléséből alakul ki *lassú-repülése*, valamint *hátrafelé-repülése* is. Ha szárnyának rezgésirányát a *C-2* sugárvonaltól az *AA* függőleges nyíl felé eltolja, akkor a helikopterikus repüléshez hozzáad egy rész tényleges előrehajtó-erőt, amely lassú tovamozgást eredményez. Ha pedig a *C-2* vonalon járó szárnyak esa-



pása erősödik, akkor a visszaható-erő növekszik, amely a szitakötőt hátrafelé nyomja.

Mint érdekes repülési formáról, a szitakötő aeroplán-szerű működéséről szintén meg kell emlékezni. Ebben a működésben kivételesen az első szárny pár mozdulatlan és csak a hátulsó pár végez apró, vibráló mozgást. Ilyenkor valóságos aeroplán-rendszerben repül, amelyet egy hátsó toló-légesavar hajt előre és a nem-működő első pár (mint hordfelület) a szitakötő súlyát a levegőben tartja.

Siklás vagy úszás közben a szitakötő mozdulatlan szárnyai igen sokféle hajlás-szöveget alakítanak, hogy különböző mozgásformák álljanak elő. Mivel szárnyait páronként vagy egyenként egymástól függetlenül is elcsavarhatja, ezzel a szárny-szögét igen sokféle módon változtathatja. Továbbá az is természetes, hogy minden szárnyalakítással pontosan együttműködik a szitakötő súlypontja is, máskülönben a mozgás kívánt iránya ki nem alakulhatna. Mindenesetre a szitakötő a feszített-szárnyú működés annyi formájával rendelkezik, amennyivel a madarak között sem találkozunk.

Megjegyzendő, hogy ezeket a szárnyszög-állításokat a szitakötő még-rezgő szárnyakkal is végrehajtja, miáltal a haladó-repülés minden elképzelhető igényét kielégítheti. (Az úszás, siklás, ívelés változatos formáit, a maga káprázatos nagyszerűségében akkor láthatjuk, amikor két szitakötő egymást egyenlő repülőművészettel kergeti.)

A szitakötő légi mozgásának kormányzása vagy egyensúlyzása éppoly változatos, mint a repülése. Az ilyen igények kielégítését főként a szárnyműködés differenciális hatása intézi. Ha pl. az első szárny párnak nagyobb a rezgésútja (ereje), mint a hátulsónak, akkor a haladás iránya *fölfelé* terelődik, ugyanezt a hátulsóval fordítva, az irány *lefelé* vezetődik. A szárny páronként egyenlő, de egymástól eltérő erőfejtések tehát a magassági-kormány szerepét töltik be. Ha ez a művelet súlypont-eltolódással párosul, vagyis a szitakötő szárnyait akár a feje, akár a potroha felé tolva működteti, akkor a nívóirány megvál-

toztatása pillanat alatt bekövetkezik. A működés hatását természetesen számtalan árnyalatban alkalmazhatja, hogy ez lassú vagy gyors kifejezést nyerjen. Ugyanilyen sokféleképp szabályozhatja a repülés sebességét is, mindíg attól feltételesen, hogy a gyorsaságot vagy lassúságot minő igények követelik. A művelet a szárnypárok szögösítésével alakul, amelyet úgy nyugvó állapotban, mint gyors rezgés közben egyaránt előállíthat. Mivel mind a négy szárny működése fölött egymástól függetlenül is uralkodhat, tehát ezekkel akár együttes, akár ezektől különálló részmozgásokat is végezhet, vagyis úgy a nívó-mint az oldalkormányzást minden formában intézheti.

Mindezek tetejébe a különféle irányváltoztatásoknál rendkívüli segítőtársa a szitakötőnek a különlegesen fejlett és hajlékonyan hosszú potroha. A hajlítható potroh olyan nyomásokat termelhet, amelyek szintén minden irányban hatnak. Szerepelhet *magassági-kormány*nak, *oldal-kormány*nak, sőt különböző ferde elhajlásával még *egyensúlyzó*nak is. Amint a potroh a legkisebb mértékben elgörbül, a levegő surlódásával kitűnően vezetett, hosszú törzs azonnal irányt változtat. A jobbra vagy balra görbítés kanyarodókat, fordulókat támaszt. Ugyanilyen hatása van a le- vagy felgörbítésnek, amely viszont a repülés nívóját változtatja meg. Gyors irányváltást pedig a levegőre mért potrohesapással is sietteteti.

Mindez mutatja, hogy a két pár szárny mellé miért kapott a szitakötő hosszú, hajlékony potrohot. Az automatikus stabilitás, amely a két pár szárny következtében előáll, más módon aligha változhatna olyan fürge, gyors mozgékonyossággá, mint amilyent a szitakötőtől is oly sokszor láthatunk.

Már ezek a vázlatos ismertetések is betekintést engedtek, hogy minő szövevényes a szitakötő repülése. De bármilyen bonyodalmasnak, sokoldalúnak lássék ez a féktelen, vad száguldás, a természetes életműködés következtében ez a repülőművészet mégis csak egyszerű, gépies műveletet jelent a szitakötőnek.



## NEGYEDIK TÍPUS. A BOGARAK REPÜLÉSE

### Repülőgép a kabát alatt

„Tank-repülőgép és földalatti-tengeralattjáró“ is akad a népes rovarvilágban. De ez még nem is a teljes cím, mert a jelzett csodaszerkezet egyben „vadász-motorcsónak“ és „eleven torpedó“ is.

A gyöngébb idegzetűek megnyugtatóására azonban rögtön eláruljuk, hogy ez a szörnyű harci gép nem más, mint a *csibor* (*Hydrophilus piceus*). Ilyen univerzálisan mozgó alkotmány nincs több a világon. A levegőben repülhet, a szárazföldön kúszhat, a víz szintjén úszhat, víz alá merülhet és a földbe, iszapba is belefúrhatja magát. Hát ennél többet már igazán nem lehet kívánni! Mikor éri utól az emberi technika a lenézett, megvetett, hitvány bogarat?

A különféle mozgás-formában, több-kevesebb eltéréssel és sikerrel szintén ezermestereket mutat a páncéloslovagok és vértessvítézek egész birodalma, a **bogarak** (*Coleoptera*) népes országa. A bogarat a tudományos vizsgálat abban a jellemző adatban összegezte, hogy legfőbb ismeretőjegyének találta a *fődelekké keményedett első pár szárnyat*, amely a potroh háti részét védően burkolja. Az ismert bogárfajok számát hozzávetőleg 30.00-re becsülik az *entomológiában* (rovartan). A bogarat sokan kedvelik, sokan utálják, de még többen félnek tőle. És méltán; aki nagyítóval, mikroszkóppal leereszkedik hozzájuk, ijesztő külsejüktől megdöbben. Mintha mesebeli, elátkozott világba tévedt volna, ahol fantasztikusan sötét szörnyek, irtózatos rágókkal, fogókkal,

szarvakkal, tüskés vértékkel, ragyogó páncélokkal fegyverzetten tanyáznak. Ezek a rettentő szerszámok borzalmas külsőt kölcsönöznek a többnyire jámbor, gyámoltalan állatkáknak. Ha ezek véletlenül elefánt, orrszarvú vagy vadbivaly nagyságúak lennének, micsoda félelmes szörnyek, micsoda állatkolosszusok ijesztgetnék az embereket!

Ámde a mindenben kiegyenlítésre törekvő természet itt is gondoskodott, hogy az ijesztő árnyak között a fény is megcsillanjon. A szörnyalakok társaságában — ellensúlyzásul — ragyogva pompázó szépségek, valóságos drágakövek díszítik a sötétség birodalmát. Ha nyári sétánk közben a gyalogösvény porában meglátunk valami botorkáló és vörösben égő vagy zöld-aranyban tündöklő apró bogarat, önkéntelenül arra gondolunk, hogy nem egy erdei tündér elvesztett ékköve hever-e előttünk?

Minden bogárfaj, amely szemünk előtt feltűnik, a természet kifogyhatatlan mechanizmusának egy-egy különlegessége. Számatlan alak-, szín- és méretváltozat kápráztatja szemünket. Valamennyien csodálatos kifejezői a mozgásnak és az életnek, holott a gyorsaság nem tulajdonságuk. Valóságos, lassan vagy méltóságteljesen mozgó élő-gépek. Nemcsak külsejükkel, hanem minden mozdulatukkal a gépek kimért, pontos működését juttatják eszünkbe. A rengeteg faj mindmegannyi szárazföldi vagy vízi torpedó, páncélos automobil, földalatti vagy földfeletti tank, hidro-glisszór, tengeralattjáró vagy pedig, mint légi csatahajó rémítgeti a rovarvilág gyöngébbjeit — és az ijedős embereket. Pedig minden mozdulatuk általában gyarló és magatehetetlen, amelynek magyarázatát elsősorban a sokoldalúságban találhatjuk. A kiválóság igazán csak egy irányban fejlődhet, ők pedig mindenhez akarnak érteni. Másznak, cammognak, sétálnak, baktatnak, futnak, föld alá, víz alá bújnak, úsznak, eveznek vagy repülnek. De mivel ennyi mindenhez konyítanak, még a legkiválóbb mozgásformájukban is csak fél tehetséget mutatnak. Különösen a légi mozgás az, amelyről a 80.000 faj közül alig egynéhálynak lehet jó bizonyítványt



kiállítani. Ugyanígy a futásban, gyalogjárásban. Aránytalanul kevés a jól futók száma. Mindenben lassúk, esetlenek, ügyetlenek. (Hány gyerek mulat azon, hogy a síma helyen felfordított bogár nem bír talpraállni.)

Mindeztől eltekintve, ha nagyító alá vesszük valamely csöppség berendezését, megrendítő az a minden életcéllal egyező szervi mechanizmus, ami benne összpontosul. Ilyenkor látjuk, mennyire mindegy volt a fejlődésnek vagy kialakulásnak, hogy kicsiny vagy nagy dimenzióban valósította meg alkotásait... A mákszemnyi bogárkának szervi összetétele és képessége a legfinomabb kivitelben ugyanaz, mint az óriás *herkulesbogárnak* (Dynastes hercules).

A bogárnépség repülőberendezése csak egyféle alapelvet testesít meg, a kemény szárnyfödél alá rejtett hártaszárnyakat. A védőburokká fejlődött első szárnypár tehát a második hártaszárnypárt is befödi, miáltal ez *belső*, amaz pedig *külső* szárnypárt képvisel. Ez a berendezés nemcsak a belső szárnyakat, hanem a bogár érzékeny szervezetét is megvédi az ütdések, sérülések ellen.

A gyalogjáró bogárnak csak háta közepén találunk egy alig észrevehető vonalat, ami sejteti, hogy ez a kemény és egy darabnak látszó vértázat megnyitható és alatta valami nagyon fontos, leheletkönnyű eszköz van nagy körütekintéssel elzárva, aminek a *repülés érdekében* megsérülnie nem szabad. Erre a biztos helyre van „csomagolva“ az *egyikönyökbe összecukható és kinyitható hártaszárnypár*. Valóságos titkos lakat őrzi, amely csak varázsszóra nyílik s amelynek titkát csak a bogár ismeri. Mert ha ezt a kemény födelet erőszakkal felnyitjuk, azt tapasztaljuk, hogy minő nehezen jár, viszont a kis bogár könnyedén széttárhatja. Némely fajnál ez az összeérő vonal annyira pontos, hogy a repülési készség észre sem vehető. Nem is gondolunk arra, hogy a bogárnak valahol szárnyai is lehetnek. A cél nyilvánvaló. A födélnak lég- és vízmentesen kell elzárnia a hártaszárnyakat, nehogy kiszáradva megmerevedjenek és így az összecukása lehetetlenné váljék, vagy pedig a bogár

sokat tartózkodván a víz alatt, ezek hasznavehetetlenné puhuljanak. (A esibor bármikor szárnyra kelhet, ha ott-honát, a pocsolyát kiszáradás fenyegeti vagy elfogyott belőle az élelem.

A belső, vagyis a hártyszárnyakat (miként a légyét) szintén erek, izmok merevítik. Elülső szélükön kemény folt tűnik fel, amely csuklóként működik és lehetővé teszi, hogy a szárny könyökbe hajoljon. A könyök hajlításával egyidőben a hártya hosszirányban redőkbe zsugorodhat és így összehajtva a fődél alatt pontosan elhelyezhető. A repülés *tényleges eszköze csupán a hártyszárny*. A kemény szárnyfödelek pedig *nem repülésszerek!* S ha ezeket a bogár szét is tárja vagy rezgeti, ez a működés a légi tartózkodást elő nem mozdítja, sőt egyenesen a *repülés kárára van*, vagyis olyan kényszermozgás ez, amelyet némely bogárfajnál a hárták működése elkerülhetetlenné tesz. Káros hatásuk nemcsak abban mutatkozik, hogy *akadályozzák a hártyszárnyak szabad működését, hanem káros ellenállásukkal erősen „fékezik“ a repülést és így nagy energiavesztést és korlátozott mozgást okoz.*

Bár sokféle bogár röpköd a napfényben vagy kalandozik éjjel, mégis minden más repülő rovarfajpusnál jobban ragaszkodik a jó és biztos anyaföldhöz. Szinte odanő otthonához, földjéhez, növényéhez és lehetőleg esőndben, észrevétlenül tengeti életét. Ha nagynehezen mégis szárnyra kap, akkor is igyekszik ezt csakhamar befejezni. Leszállásai különösen szánalmasak. Rendesen potyogással, zuhanással végződnek. Repülésének is alig van valami céliránya. Teljesen a véletlenre bízva, hogy hova, merre viszi szárnya. Hányszor halljuk hangos koppanását, amikor valaminek nekirepül vagy valahol lepottyan. A magas fa tetején elvétett lépés után még zuhanás közben sem bontja ki szárnyát. Fatalista nyugalommal bukik a mélységbe, teljesen megbízik védő páncélzatában. És mivel ilyenkor kutya-baja se történik, ügyet se vet a kalandra, nyugodtan tovább mászik. Ügylátszik, jobban bízik kemény derekában, mint a bizonytalan repülésben.



Általában ilyen a bogárság repülőművészete. Alig akad egy-két kivételesebb tehetség a biztos és irányítható repülés kifejezésében. A kétféle képesség összehasonlítására emlékeztetbe is idézünk egyet-kettőt a rossz és jó repülők közül:

Közismerten bizonytalan repülő a társaság leghírhedtebb képviselője, a *cserebogár* (*Melontha vulgaris*). Ha megrázzuk a megszállott faágat, úgy potyog a földre, mint az érett gyümölcs. Dehogy bontana szárnyat akár egy is, az esés felfogására.

Hasonlóan viselkedik a *pettyes-cserebogár* (*Polypheilla fullo*), amely aratáskor rajzik. Este alacsonyan



22. ábra

és nagy zúgással repül, de ha kalapunkkal leütjük, tehetetlenül a földön marad.

Íránytalan és bizonytalan repülő a *ganajbujó-bogár* (*Aphodius fossor*) is. Erdőn-mezőn gyakran vetődik útunkba, amint vontatottan vánszorog a földön, vagy pedig nyári estén zúgva elesap fülünk mellett. De meg- esik, hogy kalapunkon vagy hátunkon koppan, mert nem bír kikerülni. Róla szól Arany János meleg verssora: „Zúg az éjjeli bogár, neki megy a falnak“ stb.

Vannak ezeknél sokkal nagyobb bogarak is, amelyek már a repülés javulását mutatják. Ezek jórészt a forró égövet lakják. Legfeltűnőbb köztük a híres *herkules-bogár*. 22. ábra. Hímje megüti a 16 cm. hosszúságot. A nőstényé azonban „csak“ 9 cm. Nappal az avar alatt

rejtőznek, de napszálltakor megélénkülnek. Majd hosszas készülődés és a levegőnek magukba szivattyúzása után szárnyra kelnek s messzehallatszó zúgással, zsongással repülnek, miközben *szárnyfedelüket nem tárják szét*, hanem csak éppen megemelik. (Természetbúvárok megfigyelése.)

Nálunk az *orrszarvú-bogár* (*Oryctes nasicornis*), a *szarvas-bogár* (*Platycerus cervus*) és a *hőscincér* (*Cerambyx heros*) az ismertebb öreg-bogár. Ezek is nagy lármát csapnak, de a repülés eredménye az igen hangos jelentkezéssel éppen fordított arányban áll. Ügyefogyott, csapnivaló rossz repülők.

A társaságot így kompromittáló példányok után a bogárvitézek seregéből — már a becsület kedvéért is — kiemelünk egy szintén közismert, de már kitűnően repülő példányt.

Feltűnő szépsége a virágbokros ligeteknek az *aranyos díszbogár* (*Cetonia aurata*). Zöldaranyban tündöklő teste puskagolyó gyorsan rohan a levegőben és minden mozdulatán látszik, hogy ura a repülés határozott irányításának is. Ha veszélyt szimatol, azonnal szárnyra kap. Tömzsi teste pontos mozdulatokkal sűrög-forog a virágok között és sorozatos fel- vagy leszállásaival (miként a méhek) bizonyosságát adja, hogy a bogárrepülés is lehet kiváló, ha jó a repülőberendezés. De ezzel szinte be is fejeztük a becsületmentést.

A rengeteg faj közt még sok díszes bogár gyönyörködteti szemünket, de tekintve kártékony voltukat, örülhetünk, hogy többnyire igen rossz repülők, máskülönben jobban elterjednének és ezzel méginkább pusztítanák a növényzetet.

A titkokkal teljes természet csupa meglepetést tartogat a kutató ember számára. Első helyen áll ezek között a rovarvilágban, — így a bogárságban is — a bennük rejtőző rendkívüli izomerő. Minden bogár valóságos „energia-akkumulátor“!

A bogarak legendás izomerejéről bármikor meg is győződhetünk. Sétáink alkalmával minduntalan szembe-



tűnik, hogy az alig borsónyi bogár aránylag micsoda terheket, köveket, ágakat taszigál el útjából. Hányszor kelti fel figyelmünket, hogy a föld rögei egyszer csak mozgásba jönnek és kimászik közülük egy kicsiny bogár. Egyik-másik pohos atyafi öklömnny követ, testsúlyának több mint százszorosát vagy ezerszeresét is mozgásba bírja hozni.

Annyira megszokott dolog ez, hogy fel se tűnik. Nem is gondolunk arra, hogy a magunk testsúlyához viszonyítva a bogár-izmokat, ilyenkor többszáz métermázsás sziklák hengergetése vagy emelése terheli, ami meg se kottyán nekik. A játszó gyermek se gondol arra, amikor a kis bogarat homokheggyel betemeti és ez a ránehezedő domboeskát szétnyomva kimászik, micsoda hatalmas hegyet emelt fel vagy nyomott szét! Vajjon milyen óriási hegyeket mozdíthatna meg ő is, ha hasonló erejű bogár-izmai lennének? Megfigyelték pl., hogy egy negyedgrammos bogár 212 gramm terhet, vagyis testsúlyának ezerszeresét is elviszi. Emberre alkalmazva ez annyit jelent, hogy egy átlagos testsúlyú embernek 75 tonna súlyt kellene elcipelnie!

Amíg a rovarvilágban általában ezek a nagy erők a kitartó és kiváló repülés célját szolgálják, addig a bogarak gyarló repülése arról tanúskodik, hogy náluk az erők ilyen halmozásának már más a rendeltetése. A fő cél ugyanis a bogár küzdelmes és roppant nehéz életkörülményeinek kielégítése, amely nem a föld felett, hanem a föld alatt vagy más elzárt helyen bonyolódik le. Tudjuk, hogy a bogarak bölesőjét hol ringatják. A bogárcsemete igen elzártan, kemény földben, fában, kövek alatt tölti fejlődésének korát, ahonnan csak nehéz küzdelmek árán szabadulhat napvilágra. Ezenkívül a létfenntartás nehéz küzdelmei azok a kényszerkörülmények, amelyek megkövetelték a hatalmas izmokat. Igen sokszor csontkemény anyagokon törnek keresztül. Máskor kőhalmokat, törmelékhegyeket kell szétfeszíteniök, hogy előbujhassanak. Ugyanilyen nehéz a külvilágra került bogár életrendje is. Mert hasonlóan kell gondoskodnia az utódok elhelye-

zéséről és védelméről. Hasonló súlyos küzdelmeket vív az élelem megszerzése körül. Ás, kapál, bányáskodik a föld mélyében, kövek között, korhadtt fában, ágak, gyökerek közt bujkálva, fészegyet, taszigál, cipekedik, hogy a szükségst előteremtse.

Ez a bányáskodó életrend követelte mindenekfölött a hatalmas izomerőt, egyben pedig *a bogarak repülőberendezésének sajátos megszerkesztését*. Hogy a szigorú életrendnek megfeleljen, a repüléshez nemcsak apró szárnyakra, hanem arra is volt szüksége, hogy ezeket elzárva, becsomagolva hordozhassa magával. Azért kellett a páncélburkolat, nehogy a gyöngye hártyszárnyak munkájában elszakadjanak vagy megrongálódjanak. A repülőeszköz védelme tehát szintén életfeltétele a bogárnak, mert sérült szárnyakkal repülni nem lehet. A bogárnak pedig — bármily gyarló formában — *légi életre is szüksége van*, mert szálnalmas gyalogjárása az életfeltételeit ki nem elégíthetné.

Ha erdei sétánk közben meglátunk valami köpcös fekete bogarat, amint nagy igyekezettel dőcög lábunk előtt, rendszerint nem gondolunk arra, hogy a csöppség hasítothtátú, jólszabott zsakettkabátja alatt még repülőgép is van elrejtve. Olyan méltóságteljes lassúsággal lépeget, hogy az sem tételezhető fel róla, hogy amíg lábával egyet lép, azalatt egy másik szerszámával ezrekre menő mozgást is végezhet.

A mozgás elosztása tehát így van bevezetve Bogárországban. Annak a honpolgárnak, amelynek eszébe jut, hogy útját a levegőben folytassa, a kabátja alól előrántott szárnyait igen magas rezgésszámmal kell dolgoztatnia. A zúgó hangok után ítélve, ez percenként 15—20.000 körül fordul meg, mert a hang ébredésének kb. erre a rezgésszáma van szüksége. Mindezt a megtestesült kényelem nem árulja el.

A bogárszárnyak működése teljesen hasanló a legyekéhez. De a hártyszárnyak *akadályozott mozgásszabadsága* (melyet a szárnyfödelek okoznak) korántsem oly tökéletes, mint a többi „szabadszárnyú“ rovaré. Könyökbe



hajlítható különlegességétől eltekintve, a bogár repülése szintén *csavarszerű*, de a jelzett ok miatt messze elmarad a már ismertetett, tiszta *váltakozó-irányú légszavár* működésétől.

A hártaszárny csuklójának (könyök) a repülésben nincsen szerepe. A rezgés elindításával a lendítőerő és a levegő ellenállása a csuklókat azonnal kiegyenesíti és a hártát kifeszítve tartja. Működés közben így szintén merevített és a „*lebegő-részen*” rugalmasan hajlékony csavarszárnyat képez, hogy mint ilyen, e rendszer szerint állítsa elő a levegőnyomásokat.

Jellemző a bogárság repülésére, hogy ez mindenkor *kapaszkodásszerű*. Azonban ez a *légi-kapaszkodás nem más, mint helikopterikus működéssel alátámasztott „csüngő-repülés”*. Ez abban nyilvánul, hogy testük sohasem kerülhet vízszintes helyzetbe és a szárnyuk se működhet függőleges rezgés-irányban. Haladó mozgásuk ezért mindenkor lassú, mert a működés nem a vízszintes gyorsaságot, hanem főként a testsúly levegőben tartását szolgálja csupán.

Ugyanis a bogárság életrendjében nem fontos követelmény a légi-tartózkodás határozott és kitartó formája, de másrészt *nem is nélkülözhető*. A repülés fejlődése mindenkor együtt halad az életrenddel! Az igények kielégítését az életrend viszont csak úgy engedte megvalósítani, ha az energia-fogyasztás és a jó teljesítmény *rovására* a repülőszerszám működését, az annyira kényes szárnyaknak előbbrevaló épségbentartása érdekében *lefokozza*. A repülés tehát csak kisebb távolságokra szól, hogy a levegőbejutás követelményének mégis megfeleljen. Rendkívül érdekes jelenség, hogy a céltudatos fejlődés útjába mindenütt beleütközünk. Így a belső szárnypárt védelmező külső szárnyfödél kiképzésénél többféle megoldást tapasztalhatunk, amely tisztán mutatja a kísérletekkel egybekötött fejlődési fokozatot. Ez pedig abban nyilvánul, hogy a gyöngye vagy rossz repülési formáknak is vannak emelkedő variációi. A változatok a repülés kezdetleges gyarlóságától a javuló, jó repülés felé halad,

de csak addig a határig, ameddig a *szárnyvédelem szemeltartásával ezt fejleszteni lehetett*. A fejlődés kiindulási pontja — mint fajokon keresztültörtető és folyton javuló repülés — körülbelül a *cserebogárnál kezdődik és az aranyos-diszbogárnál végződik*. Nézzük, hogy milyen utakat választott a Gondviselés a probléma megoldásánál és miben nyilvánulnak a fejlődés fokozatai.

A követelmény kielégítéséhez háromféle út vezetését láthatjuk. Az első a legcélszerűbb szárnyfödél kialakítása, a második a hártyszárnyak ehhez való idomítása, szintén a legalkalmasabb kivitelben: de legfontosabb a harmadik, vagyis a *szárnyfödél és hártyszárny egymáshoz való viszonyát úgy megteremteni, hogy a zavartalan működés a repülés érdekében biztosíttassék*. A jelek szerint ez elég kemény diónak mutatkozik.

E nagy cél eléréséhez szintén két megoldás vezetett. Ennek érdekében a hártyszárny *testhezköti izom-csomópontjának, vagyis a „szárnycsutkának“ megfelelő hosszúságban való kiképzésével és ugyanennek megfelelő helyen való felerősítésével* történtek a kísérletek.

E két eljárás alkalmazásával tömördek változatosságot találunk, amely befolyást gyakorol a repülésre. A szárnyesutka vagyis az a kemény rész, amely a szárny zászlóját a testtől bizonyos távolságra tartja, a hártýát *rövidebb vagy hosszabb nyéllel* működteti, miáltal a szárny rezgésének *kötöttebb vagy szabadabb mozgáslehetőséget* biztosít. Ebből rögtön kiviláglik, hogy csak az a hártyszárny működhet *zavartalanul*, amelynek hosszabb a szárnyesutkája.

Ugyanilyen előnyöket vagy hátrányokat hord magában a szárnyesutka megfelelő helyen való felerősítése, amennyiben itt is többféle variációt találunk. A felerősítési pont, a különféle fajok között a *bogár hátának közepetájáról a test oldala felé* tolódik. Ez a variáció szintén befolyás alatt tartja a hártyszárnyak szabad működését és ezzel a repülés eredményét is. A szárny zavartalan működését viszont az a *felerősítési pont biztosítja legjobban, amely a test oldalán nyert elhelyezést*. Minél



jobban közeledik a hát közepe felé, annál akadályozottabb a hártýaszárny működése. Itt mutatkozik legnagyobb mértékben a szárnyfödél akadályokat támasztó szerepe. Mert elsősorban a felerősítési ponttól függ, hogy a szárnyfödélnek *nagyobb vagy kisebb mértékben kell megnyílnia*, hogy a hártýaszárny működése lehetővé váljék. A berendezés tehát annál sikerültebb, *minél hosszabb a hártýaszárny csutkája és minél közelebb nyert elhelyezést a test oldalához.*

Ebből alakul ki az a variáció is, amelyet a bogár hátának *domborúbb vagy laposabb* formája határoz meg.

Jellemző, hogy a nem éppen szerencsés megoldást — a rövid szárnycsutkát és a hátközépen való elhelyezést — leginkább a domborúhátú bogarakon találjuk. Viszont a hosszú szárnycsutkát és a test oldalán való elhelyezést pedig a laposhátú bogarak mutatják. Ez utóbbi elrendezés a *bogárrepülés fejlődésének felső határát képviseli*, amely körülmény feltűnő különbséget támaszt az eredmények kifejezésében. Az ilyen berendezésű bogarak a legjobb repülők. A laposhátú *aranyos-díszbogár* a szárnycsutka felerősítési pontját testének oldalán viseli. Ezenkívül hosszú nyelével a hártýa zászlóját jó távoltarthatja a szárnyfödéltől. Így ez a bogár jellemzi a legjobb repülőberendezést, mert a hártýaszárnyak nemcsak az akadálytalan mozgásszabadságot élvezik, hanem abban az előnyben is részesülnek, hogy a bogár *szárnyfödélét repülés közben is zárva tarthatja!* De ez meg is látszik a bogár határozott, önálló repülésén, mert mindez a mozgás előnyét szolgálja.

A fejlődés alsó határán álló bogárfajok, amelyek rövid szárnycsutkájukkal és a hátukra került felerősítési pontjukkal arra kényszerülnek, hogy szárnyfödélüket egészen kitarják, a rossz repülés mellé a *mozgás irányíthatóságát is elvesztik*. A hártýaszárnyak mindig teljes erővel kell dolgoznia, hogy elérje a levegőbekapaszkodás maximális eredményét, amely nem több, mint amennyivel magát a bogár a levegőben tarthatja. Ezenkívül a teljesen megnyitott szárnyfödelek, ha nem is akadályozzák

meg végkép a repülést, de lehetetlenné teszik a bogártest hossztengevényének vízszintes „kifekvését“, amely körülmény ugyanis a repülés gyorsaságát fokozná. Ilyenkor *a rezgésiránynak nincsen szabályozható mozgásszabadsága*, tehát kénytelen folytonos helikopterikus működést végezni, amelynek ingadozó nyomásával csupán bizonytalan mozgáseltéréseket végezhet. Ez viszont az irányítás leggyarlóbb formája. Mindennek tetejébe, amint a bogár megkísérli a rezgésirány legkisebb változtatását, a működés megakad, mert a hártaszárny beleütközik a szárnyfődélibe. Ezért lassú és bizonytalan a hiányosan berendezett bogár repülése, amely azt a végerdeményt tárja elénk, hogy *a nyitott szárnyfődelek mindenkor a repülést akadályozó, lerázhatatlan féket, koloncot képeznek.*

Mindezt a *cserebogár*, de még inkább a *szarvasbogár* repülése közben kézzelfoghatóan tapasztalhatjuk. Az ilyen fajnál elkerülhetetlen a hártaszárnyak és szárnyfődelek érintkezése, miáltal a működés megakad. A szarvasbogár elkényszeredett repülése alkalmával, különösen sokszor tanúi lehetünk ilyen „üzemzavarnak“. A hártaszárny rezgése egyideig egyenletes zúgást hallat, majd hirtelen megakad és a bogár zuhanni kezd. Zuhanás közben a hártaszárny nagynehezen felszabadul és a működés újra megindul, mire a bogár ismét a levegőbe kapaszkodik. De alig kezd emelkedni, egy csattanással a hártaszárnyak újra a szárnyfődelekbe akadnak. Ismét elejét veszi a zuhanás és a bogár elveszti a már keservesen megszerzett magasságát. Így megy ez többször egymásután. A bogár zúg-búg a levegőben: esik, emelkedik, ideoda ténfereg, de semmi jelét nem adja a repülés irányítóságának, amíg a szél bele nem avatkozik, hogy valamerre elsodorja. Amíg a bogár le nem fordul a levegőből, az erdő ünnepélyes csöndjét folytonosan zavarják az efféle „motordefektusok“. A szarvasbogár akadályozott repülése úgy viszonylik az aranyos-díszbogár határozott, gyors mozgásához, mint a csörömpölve dőcögő tanyai szekér a bűgva rohanó automobilhoz.

A jólfelszerelt fajok kivételével, a bogarak legna-



gyobb problémája a repülés megkezdése (start). A startot mindig nagy előkészület és mérlegelés előzi meg. A légiútra készülő bogár mindenekelőtt megfelelő helyet keres. Minthogy pusztá földről a felrepülés nem szokott sikerülni, tehát felmászik valami kiemelkedő pontra. Ez lehet fűszál, faág, rög vagy más alkalmatosság, amelynek tetejéről szabad kilátás nyílik. Erről meg is szokott győződni. Néhányszor magakörül forgolódik és ha nem találja megfelelőnek a helyet, akkor lemászik, hogy mást keressen. Ha megfelel, akkor kiválasztja a legalkalmasabb útirányt és kibontja szárnyfödőjét. Utána óvatosan szétnyitogatja hártyszárnyait, melyeket néhány gyöngye rezgéssel kipróbál, de leginkább azért, hogy ezek kiegyenesedjenek. Ezután amennyire csak lábai engedik, felágaskodik és mintegy nekifohászkozva, belefog az erőteljes működésbe. De még az ilyen jól előkészített start se sikerül mindig. Alig emelkedik, máris lefordult a levegőből. Oda se neki. Hamar fölszalad egy másik helyre és újra megpróbálja. Néha 4—5-ször eredménytelen a kísérlet, amíg végre sikerül odébb állnia. Amíg a rezgés iránya nem változik, addig az emelkedés függélyes marad. Néhány pillanat múlva, amikor a rezgések irányát fokozatosan ferde irányba tereli, a kis bogár is megindul előre. Ekkor már nemesak emelkedik, hanem halad is, hogy rövidesen eltűnjék szemünk elől.

Vázlatosan ilyen a bogárság repülése.

## ÖTÖDIK TÍPUS. A NAGYSZÁRNYÚ PILLANGÓ REPÜLÉSE

### A szelek önkéntelen vándora

Tarka, virágos réten színpompás pillangót kergetni, gondtalan gyermekkorunk legkedvesebb mulatságai közé tartozott. Még magunk előtt látjuk a menekülő pillangó rémült karikázását. Az eltévesztett kalapesapás után micsoda vad kalimpálást, bukdácsolást vitt véghez. Mi pedig micsoda diadalordítással ugráltunk utána, hogy a bomlottan vergődő delikvenst a levegőből lekapjuk. Nem néztünk semmit, csak az ide-oda esapongó, ijedt pillangót. Árkon-bokron üldöztük, aminek rendesen az lett a vége, hogy megbotlottunk valami vakondtúrásban és hangos nyekkenéssel elterültünk a puha pázsiton. Oda se neki! Felugrottunk és még nagyobb igyekezettel rohantunk utána, miközben a halálrarémműt pillangó csak azon erőlködött, hogy mielőbb jó magasra kerüljön. Ámde a gyámtalan teremtésnek éppen ez a túlbuzgóság ártott legtöbbet, mert oly rosszul sikerült szárnyecsapást mért a levegőre, hogy még nagyobbat lökött magán lefelé, mint fölfelé. Nagyon sokszor éppen ezért esett áldozatul, ha meg nem könyörült rajta egy váratlan szélroham, amely elsodorta.

Az ilyen emlékek is mutatják, hogy a nagyszárnyú pillangó általában milyen tehetetlen repülő. A pillangó mértéktelen, lepedőszerű szárnyának ugyanis nem a jó vagy könnyed repülés a célja, hanem mint látni fogjuk, ez a szárnyakban rejlő *tehetetlenség, a rovar valóságos*



*életfeltétele.* De életfeltétel a színpompás, ragyogó szépség is, amivel környezetükhöz, a virágok színvegyületéhez alkalmazkodnak. Ugyanez jelenti halálveszedelmüket, ha környezetükből kikerülnek és feltűnővé válnak.

Mert miért üldözi mindenki a színes pillangót? Ugyanazért, amiért a szép virágot is letépjük. Gyönyörködni akarunk benne. De kit ne hódítana meg a pillangó, szemet, lelket gyönyörködtető, változatos színpompája? Öntudatlanul rabjai vagyunk a mezők, ligetek tovalibbenő tündérkirálynőjének. Igazán gyönyörű példányok csalogatják maguk után az ember tekintetét. De nem is akad hamarjába olyan lebilincselő látvány, amely vetekedne egy gazdag lepke- és pillangógyűjteménnyel: különösen ha az ekzotikus égöv válfajai sem hiányzanak belőle. A színek harmonikus variációi valósággal elkápráztatják a szépért lelkesedő embert, amelyekben a természet laboratóriuma annyira kifogyhatatlannak látszik. Miesoda csodálatos művészet és szépérzék állítja össze ezeket a pazar mozaik-képeket.

A parányi molypillétől a forró égöv óriás pillangójáig, oly sokféle színvegyület és formaszabás-változat tárul elénk, hogy az elérhetetlen teremtőerő megnyilatkozására és ennyi művészi érzés láttára még csodálkozni is elfelejtünk. Elragadó lehet a tájék, ahol ilyen mesebeli szépségek libegnek a levegőben. Dél-Amerika óriási *Morphidái* ragyogó színeket hordoznak a pázsit virágai vagy ligetek fái között. Brazíliában az erdők tisztásain 15 cm-nél is nagyobb szárnyú és gyönyörű színekben pompázó pillangók csapatosan játszadoznak a levegőben. Ezeknél még nagyobbak a *Linné* által elnevezett „lovagok“ vagy „daliák“, amelyek hazájukat, Jávát, Szumát-rát, a Fülöp-szigeteket és Új-Guineát teszik felejtethetlenné. Az utas büvölten áll meg láttukra.

Ennyi szépség, gyönyörűség: és mégis gyöngye, bizonytalan repülés... E díszes, de túlnyomó részben káros társaságot a nép többféle néven ismeri. Ilyen a pille, lippe, lepke, pillangó elnevezés is, amely inkább tájszólási meghatározást, mint faji vagy típusbeli megállapí-

tást jelent. Az utóbbi két elnevezés azonban úgy az irodalomban, mint a rovartanban általánosan használt kifejezés. De mert keverten használatos, nem határozza meg tűzetesebben, hogy mikor találó a lepke és mikor illik a pillangó elnevezés. Általában az a felfogás, hogy ez mindegy. Feltűnőségük szerint helyes is a vegyesen használt elnevezés. De repülés szempontjából már kívánatos a közelebbi meghatározás. Tekintve, hogy repülésük két fő rendszerre oszlik, amelynek mozgásformája egymástól rendkívül elütő, az egyikben tényleg a lepke, a másikban pedig a pillangó lesz a találó elnevezés. Ezért az általánosan használt két kifejezést *csoportosításunkban meghatározott kéféle repülő-típusra, a kis- és nagyszárnyú fajokra ruházzuk*. Így a kisszárnyú már nehéztetű, egyben *magas rezgésszámmal* működő fajokat *lepke*, a terjedelmes, nagyszárnyú, de igénytelen testű és *lassú csapkodással* repülőket pedig *pillangó* névvel jelöljük.

A pillangó és a lepke tehát nem egy repülő-típus, mert a lepke *váltakozó-irányú csavar-rendszerben*, a pillangó pedig *lengő- vagy csapkodó-rendszerben* repül. Az előbbi szárnyrezgésekkel, az utóbbi pedig szárnyecsapásokkal működik. Továbbá — mint már tudjuk — a lepke kiváló és *önálló* repülő, vele szemben a pillangó pedig *többé-kevésbé bizonytalanul vagy tehetetlenül* mozog a levegőben. Ez a bizonytalanság annyira jellemző (mert lenge vagy himbáló), hogy szinte magán viseli a pillangó név szófestésével ezt a tulajdonságot. Ezenkívül a pillangó legtöbbször nem is ura a mozgásnak, mert ezt többnyire a szél határozza meg, de ugyanekkor a szél látja el fenntartó, illetve elsodró erővel is. Így lesz a pillangóból *segített* repülő.

A pillangó testsúlyához viszonyítva minél nagyobbak a szárnyai, annál iránytalanabb, bizonytalanabb a repülése. Szinte bélyege ez a rendeltetésének, hogy a pillangó mindenkor az *erősebb szelek játéka legyen*. Így sokkal célszerűbben kielégíti természetes feladatát, a *fajterjesztés* követelményeit, mint önálló repüléssel. A pillangó terjedelmes szárnyainak *tehát ugyanaz a rendelte-*



tése, mint sok magvas falevélnek vagy bolyhos, ernyős növénymagnak, amelyet tenyésztés célból a szél hordozgat, szerte a világtájak felé.

A káposzta-pillangó (*Pyeris Brassicae*) 0-0818 gr súlyát pl. 9-78 négyzetcentiméter szárnyfelület hordja! Ezáltal olyan felületterhelési viszonyok közé kerül, mint az a kicsiny papírszelet, amelyet felkap és elragad a szél. Ezek a lepedő-szárnyak csupán arra valók, hogy a pillangót a levegőbe emeljék, a többit pedig elvégzi a szél! A szél viszont jól végzi dolgát. Olyan utak bekalandozására, mint aminőre a szél kényszeríti a pillangót, saját izmaival és repülő-berendezésével bajosan vállalkozhatna. Rákényszerít olyan magasságokat, amilyeneket a legkiválóbban repülő madarak se érnek el. Léghajósok igen gyakran találkoznak felhőkön túl, 5—6000 méter magasságban ilyen „eltévedt” pillangókkal. Ide bizony a lengeszárnyú pillangó nem önszántából kerül. Ez már az a magasság, ahová még a kondor is csak ritkán téved, pedig a természetbúvárok megfigyelése szerint ez a legmagasabban járó madár. Ugyanígy repülik át a szelek szárnyán a sivatagokat, hegyláncokat, tengereket is, mint ahogy a fecskefarkú pillangó (*Papilio Machaon*) Ázsiából Afrikába, innen Európába sodródik. Sőt egyes fajok — mint már említettük — még óceánrepülésben is jeleskednek.

Ha figyelemmel kísérjük a pillangók repülésének fajokénti fejlődését, érdekes megfigyeléseket tehetünk. Már az is feltűnő, hogy a legtehetetlenebb légi vándor szárnyai pihenés közben mindig egymáshoz támasztva, fölfelé állnak. Ez a szárnytartás egyenesen kihívja a szelek támadását, mert valóságos céltáblául szolgál, hogy gorombán belekapjanak. Az erősebb szél, ahol éri a pillangót, üllőhelyéről is lerángatja. Sokszor láthatunk ilyen virágba kapaszkodó pillangót, amint a szél ugyancsak cibálja, döngeti, majd el is sodorja magával. Viszont a repülés javulását mutatják azok a fajok, amelyek pihenés közben már vízszintesen kitért szárnyakkal ülnek a virágokon. Ilyen pl. a nappali pávaszem (*Vanessa Io*)

is. Itt már a pillangótípus repülésének önállósága a fejlődés útján halad, mert nemcsak jelzi szárnytartásával a szél befolyásának fokozatos kimaradását, hanem mozgásával is bizonyítja, hogy mennyire közeledik az önállóság felé. E szárnytartásoknak mintegy ellenpróbája a kisszárnyú lepke, amely már egészen légszerű, „sátorozó” szárnyakkal pihen. Ezzel is jelzi a szárnyak teljes mozgásszabadságát és a szél befolyásától való mentességét. Az ilyen szárnytartásnak a pillangók között már semmi nyoma sincs.

Jellemző az is, hogy amilyen lengének, könnyednek látszik a pillangó repülése, olyan küzdelmes és erőpazarló ez a valóságban. Ugyanis a pillangószárny rengeteg káros ellenállást termel, amely nemcsak ront a repülés eredményén, hanem nagy erőfogyasztást is követel. Ámde a véznának látszó test szintén hatalmas izmokat rejteget. Szinte hihetetlen, hogy ezek a lepedő-szárnyak micsoda erővel csapkodnak.

Hogy milyen nagy ez az erő, arról egyszerű kísérlettel meg is győződhetünk. Ha valami lapos helyen a pillangót hanyatfektetjük és leszorított egyik szárnyára apró köveket rakunk mindaddig, amíg ezt a pillangó fel bírja emelni, és ezt a súlyt összehasonlíttjuk a pillangó súlyával, akkor kitűnik, hogy ez a teher az önsúlynak több százszorososa. Ámde a pillangó repülés közben nem egy, hanem mindkét szárnyát használja. A kapott eredmény tehát szintén kétszerese a szárny erő kifejtésének. Most gondoljuk el, hogy az ember kinyújtott félkarjával testsúlyának alig tizedrészét bírja felemelni, de ez a kar aránylag még jóval rövidebb is a pillangó szárnyánál, ily erőpróba alapján fogalmat kapunk, hogy ezt a szárnyat aránylag micsoda nagy erők mozgatják. És a pehelykönnyű, de óriáserejű pillangó mégsem bír a széllal megbirkózni...

Általában minden pillangófaj háromféle repülésrendszerben járhatja a levegőt. *Csapkodva* repülésén kívül bírja a *helikopterikus* működést, de mesterkedhet kitárt szárnyakkal is, mert kisebb-nagyobb sikerrel *sik-*



*lózhat* vagy *úszhat* a levegőben. A csapkodó és a helikopterikus repülésben igen gyöngé legény, de már a légi-úszásban (különösen a keményebb szárnyú fajták) még gyöngé szellőben is kiválóak.

Leggyarlóbb mozgásuk a helikopterikus-repülés. Valami lehetetlen, groteszk mozgás lesz belőle, ami nevetésre vagy szánakozásra ingerli az embert. Ilyenkor valószínű helyben ugrándozást visz véghez a levegőben, még pedig a legképtelenebb formában. Különösen a kerek- és puhaszárnyú pillangók azok, amelyek csak végszükségben fanyalodnak e legtöbb erőt és legjobb repülőszerszámot kívánó teljesítményre. Ilyenkor pedig a legnevetésesebb légitáncot járják. Ebben a mozgásban minden feltalálható, ami csak torz vagy hibás lehet a repülésben. Látunk csavarlejtős, homlokesapásos, ferde vagy vízszintes irányú szárnyverést. Ebből kifolyólag feldobást, letaszítást oldaltvágódást, ferde bukfencet és mindenféle össze-vissza kapkodást. Olyan hancurozást visznek véghez, mintha megbolondultak volna.

Leginkább a megriasztott *galagonya-pillangó* (*Aporia crataegi*) szokott ilyen lehetetlen felfordulásokat rögtönözni. Nincs az a légtornász vagy akrobata, aki mindezt utánózni bírná.

A terjedelmes szárnyak után ítélve bárki azt hihetné, hogy minden pillangó művésze lehet a siklásnak vagy úszásnak. Általában ez se áll valamennyi fajra. Vannak egyesek, amelyek tetszetős, mesteri formákat mutatnak, azonban a nagy átlag (különösen az igen kicsiny felületterhelésűek) bizony gyöngén képviselik ezt a mozgásformát is. Az ok nyilvánvaló. A kiváló siklásnak vagy úszásnak *a pehelykönnyűség éppoly akadály, mint a túlterhelés*. A korlátoltság leginkább ott mutatkozik, ahol *puha, lobogó* szárnyakkal és jelentéktelen testsúllyal találkozunk. Ez a legnagyobb hátrány, mert *megfelelő felületterhelés nélkül nem támadhat megfelelő sebesség sem*.

De már a *keményebb szárnyú* pillangó siklása vagy úszása szélesenedes időben lényeges javulást mutat. Ha

ehhez még megfelelő testsúly is járul, akkor meglepő íveléseket, valóságos nyilalásokat is tapasztalunk. Ilyen pl. a barnán tarkázott *pávaszemű-pillangó* mozgása. Légi-úszása nemcsak határozott, hanem kitartó is, amelyet tekintélyes gyorsaság jellemez. Még középszerű széllel is sikeresen megbírkózik. Ennél kiválóbb mestere a légi-úszásnak a *fecskefarkú-pillangó*. Igen gyakran és mindig nagy sebességgel rohan a levegőben. Úszása nemcsak gyors, hanem kecses és határozott irányú még széles időben is.

A pillangó kiterjesztett szárnyú légi-úszása tehát annál eredményesebb, minél keményebb és megfelelően terheltebb a szárnya. Úszás közben az egész pillangó egységes síklappá alakul, amely mint vezetőfelület, szinte akadálytalan gyorsasággal vágódik előre a levegőben. A síklapszerű vezetés hatása alatt a pillangó tehát éppolyan tulajdonságokkal rendelkezik, mint az élével elhajított kartonlap, amely nagy sebességgel igen messze elvágódik. Ilyenkor ez se ér rá leesni, amíg a lendítő erő el nem fogyott belőle.

A pillangó merev síkokból összetett szárnyát kénytelen állandóan tárva-nyitva tartani. Így nemcsak a légi, hanem a földi mozgása is korlátolt. Nem csukhatja össze, mint a madár, nem zárhatja el, mint a bogár, nem sodorhatja össze, mint a fürkész vagy annyi más rovar, amelyek még abban a kedvezésben is részesültek, hogy szárnyuk igen aprók a pillangó túlméretezett vitorláihoz arányítva. A madár, ha viharba kerül, repülőszerszámát azonnal kisebbítheti, hogy légi útját befejezze. S ha le szállt, szárnyát becsukhatja. Akadálytalanul bújálkálhat a legsűrűbb ágak, bokrok között. Szabad mozgását a szárnyak tehát sohasem akadályozzák. Hasonlóan szabad és akadálytalan a mozgása a rovarvilág nagy részének. Nincsen bajuk az útban álló szárnyakkal. Dolgukat tehát zavartalanul végezhetik. Ellenben a pillangónál szinte minden örendelkezést megakadályoznak ezek a hatalmas felületek, hogy ne csak a levegőben, hanem a földön is mindenkor céltáblája maradjon a szelek játékának,



tehát még az ilyen számkivetettség is lehet életcél a természetben ...

Alapjában véve a pillangónál — miként a szitakötőnél — szintén két pár szárnyat kellene megállapítani, ha ezek nem fejlődtek volna túlságosan szélesre. Ennek következménye, hogy az első pár egészen ráfekszik a hátulsó pár szélére. Így a két tagból álló szárny egy egész felületté alakul.

A *fecskefarkú-pillangó* (*Papilio Machaon*) szárnyát a 6. ábra ilyen egymásrafekvő helyzetben mutatja. Beosztásánál és felerősítésénél fogva mindig a mellső-tag fekszik a hátulsó tag szélére. A szárnytagok érintkezése pedig olyan mérvű, amilyent a *felület-kisebbités érdekei a két tag egymásra tolódásával* megkíván. Ugyanis a két tag között *ollószerű mozgás* alakulhat, miáltal a szárny felülete kisebbithető és nagyobbítható. A két szárnytag még legtártabb helyzetben is *egymáson marad és mint egész felület működik*. A szárnytagok rugalmas hajlékonysága jelentéktelen. Ezt a kívánalmat az izom-csomópontok elcsavarodása elégíti ki.

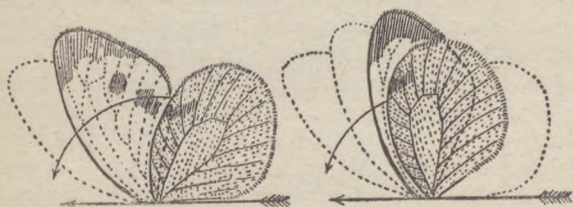
A szárnyemelés közben fellépő reakciós-nyomás háttástanítását a lassú emelésen kívül a *szárnytagok egymásratolódása is szolgálhatja*, amely részműködés felületkisebbitést alakít. Ugyanez az eltolhatóság állítja elő a *súlyponteltolódást* is. A súlypont állíthatósága (persze csak mérsékelten) lengés közben, de feszített szárnyakkal is akadálytalan. A pillangó ezzel irányítja és igazgatja nívóját, valamint az egyensúlyát is.

A pillangó korlátolt felületkisebbitési működését a 23. ábra szemlélteti. Az első nyíl szárnytagjainak mozgásszabadságát a pontozott vonalak jelzik. A második nyíl szárnya pedig az egymásra csúsztatott két szárnytagot ábrázolja. A pontozott vonalak azokat a helyeket mutatják, ahonnan a két tag a kisebbités érdekében elmozdult.

A két nyíl két szárnyállása, egyben a lengés alakulását is jelzik. Az első nyíl a szárnyecsapás, a második pedig a szárnyemelés terjedelmét mutatja. Az alakítások különböző változata mindig a pillangó ösztönétől

függ, hogy repülés közben a felületkisebbitést vagy súlyponteltolódást hol és mikor állítsa meg. Így támaszthat *fejnehéz* vagy *farnéhez* viszonyokat, úgyszintén *egyensúlyi* helyzeteket, hogy a repülés lefelé, felfelé vagy vízszintesen történjék. Mindez természetesen csak korlátozott formában érthető.

Repülésének megkezdését a pillangó fölfelé állított szárnyának egyetlen lecsapásával kezdi meg és feldobás-



23. Ábra

ként kerül rögtön a levegőbe. A startja tehát igen kényelmes. A szárnyak teljes lengés-útja egy-egy félkörnek felel meg s az első csapás legmélyebb pontja sem érhet már talajt. Úgy az alsó, mint a felső véghatáron szárnyait a pillangó össze is verheti, szemléltetvén, hogy ez a mozgásiránya már akadálytalan.

A lengések által előidézett levegőnyomások a pillangónál is kétfélék, *hasznosak és károsak*. A szárnyecsapás állítja elő a hasznos nyomást, a szárnyemelés termeli a káros nyomást. Az előbbi tehát emeli, az utóbbi pedig kisebb-nagyobb mértékben visszalöki a pillangót.

Azonban bármilyenek legyenek a csapkodások, ezt a működést folytonos *himbálás és bukdácsolás* kíséri. A himbálás a csapkodás *természetes következménye*. Ellenben a bukdácsolás már a pillangó *ösztönös működése*. A himbálás a lengések káros hatásaiból, a bukdácsolás pedig a súlypont tologatásából származik.

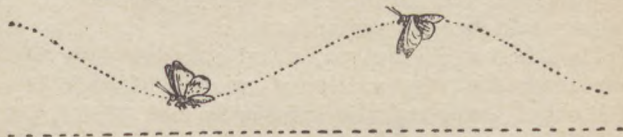
A súlypontnak ez a külön működése a pillangó haladó-sebességét állítja elő. *Minden súlyponteltolódás a szárnyecsapás emelőerejét abban a mértékben tolja a pot-*



roh felé, amilyen arányú a csapó szárny hátrafelé mozgása. Ilyenkor a pillangó fejnehéz viszonyok közé kerül s ennek következtében előre akar bukni. De mielőtt ez a fejrebukás tényleg előállna, az újra emelkedő szárny ismét a rendes súlypont felé húzódik. Ez nemcsak a fejrebukást akadályozza meg, hanem a megindult fejrebukásból lefelé siklást s a szárnyemeléssel kapcsolatban fölfelé siklást is eredményez, amennyiben a fejnehéz állapot a szárny előrehúzódnásával megszűnik. Ez a le- és felsiklás adja a pillangó hullámszerű, bukdácsoló mellékmozgását, egyben a fontos előrehajtó erőt is.

A pillangó hullámos repülését és a lengések körfolyamát a 24. ábra mutatja. A szárnycsapás a pillangót a hullám legmagasabb pontjára emeli, ahová lecsapott szárnyakkal, de hátratólt súlyponttal érkezik. A fejnehézzé vált pillangó, a szárnyak pillanatnyi szünetében a mélypont felé süllyed, de ugyanekkor a szárny pár is megkezdí lassú emelkedését, egyben a súlypont visszaállítását. Ennek következménye, hogy a siklás fokozatosan kiegyenesedik és a közben fölemelt szárny pár új csapásra kész.

Az ugyanilyen súlyponteltolódással párosított újabb szárnycsapás a pillangót most már nemcsak emeli (az



24. ábra

előbbi magasságba), hanem egyben előre is löki. Ez a lökés részben onnan származik, hogy a siklással szerzett mozgás még tart, és részben, mert a szárnycsapás hatása is most már hátrafelé irányul. Ha nagyobb a súlyponteltolódás, akkor a pillangó lefelé halad és a hullámok meghosszabbodnak. Ha pedig fölfelé veszi irányát, akkor a súlypont eltolódása kisebb és a hullámok is megrövidülnek. Viszont, amikor helikopterikus emelkedést rö-

tönöz, akkor a hullámoknak már nincsenek távolságai, csupán mértéktelen ide-oda dobálások alakulnak.

A csapkodva repülés kormányzását az egyik oldalán végzett erősebb szárnyecsapással, szárnykisebbitéssel vagy súlyponteltolódással igyekszik megvalósítani a pillangó. Ámde e körül is bajok vannak: különösen a *galagonya-pillangónál*. A nagy és puhán hajlékony lepedő-szárnyat mozgó izomerő mindig nagyobb fordít rajta, mint amennyire szüksége van.

No, de legyünk igazságosak. A keményszárnyú *páva-szemű-* és a *fecskefarkú-pillangó*, különösen úszás vagy siklás közben már igen szabályosan és határozottan fordulhat. Ez biztosabb kormányzási mód a csapkodás közben végzett irányváltatásoknál.

Ezek a kivételes esetek azonban nem sokat változtatnak a pillangó általános tehetetlenségén. Még a legkiválóbbak is csak alkalmi vagy részleges urai a légi tartózkodásnak. A színpompás, gyönyörű pillangó, az erdők, mezők, ligetek ragyogvalibegő tündérkirálynője, végeredményben igazi mostohagyermek a repülésnek. Vonzó szépsége és varázshatalma csupán addig tart, amíg szép az idő, amíg olyan szélesend uralkodik, mint az üvegharang alatt, amíg falevél se mozdul, fűszál se görbül és a napsugaras, verőfényes levegő csak úgy vibrál az ünneplés csendben, nyugalomban...

De abban a pillanatban, amint erős szél vagy éppen vihar kerekedik, vége a pillangó minden bájának és varázsának. A legpompásabb szépség is csak tépett, csapdosott, hitvány falevéllé, játékszerré változik, amelyet a goromba szél kegyetlenül elragad és porba-, sárbatiporba úgy meghenterget, hogy rá se ismerünk többé.

Ez a pillangó repülésének és szépségének sorstragédiája.



## HALAK, EMLŐSÖK

### Repülő tengeralattjáró a természetben

A nagy vizektől elzárt magyarnak mindíg felejthetetlen élménye marad az első tengeri utazás. Lenyűgöző, de egyben félelmes hatása alól még a legbátrabb ember sem szabadulhat. Valami szent borzalom aggasztja lelkünket még akkor is, ha viharmentes, békés vizeken úszszuk meg a nevezetes eseményt. A bizonytalan habok fellett megtanulunk csodálkozni és Istent félni. Vele jár, hogy a kietlen vizek rejtelmes mélysége felébreszti fantáziánkat és benne csupa rendkívüliséget sejtünk. S a tenger valóban sok titkot és meglepetést tartogat számunkra.

Mi „szárazföldi patkányok“, akik csak elvétve kerülünk a híg elem hátára, elmerengve szemléljük a hatalmas vizet. S miközben mélázva támaszkodunk a hajókorlátnak, néha valóságnak tapasztaljuk legfantasztikusabb gondolatainkat is. Borzongva tekintgetünk a félelmes alvilág sötétjébe, ahol csupa szörnyeket, démonokat sejtünk. Öntudatlanul is a mesebeli sellők, vízitündérek vagy sárkányok után kutatunk...

És ekkor — csodák csodája — a víz síma tükre egyszer csak fröccsen egyet s a szétesapódó habok közül kirepül valami furesa lény. Azt hisszük, hogy a szemünk káprázik, holott csak egy ezüstösen csillogó, karesú halat látunk a vízből kiugrani, amelynek — miként a mesék

sárkányának — szárnya van! A következő pillanatban pedig ámulva látjuk, hogy útját a levegőben folytatja. De hogy teljes legyen a meglepetés, nyomban utána egy második, esetleg harmadik is kiszökik a vízből s egymással versenyt repülve, rohannak előre a levegőben. Amilyen váratlan és gyors volt a légi kiruccanás, olyan hamar véget is ért, mert a rövid repülőút után csakhamar visszapottyantak a tengerbe.

Ámulva meredünk a tüneményre. Hal repül a levegőben, a madarak országútján... Hogy lehet ez? Micsoda játéka ez a természetnek? Hiszen a hal a vizek mélyéből — tudtunkkal — csak akkor kerül a levegőre, amikor a halász halója kiemeli!

Az érdekes látvány rendszerint élénken emlékeztünkben marad. Otthon aztán első dolgunk, hogy előszedjük poros természetrajzi könyvünket és kikutatjuk, vajjon miféle halat is láttunk a nevezetes tengeri út alkalmával. Lapozgatás közben végre megakad a szemünk a „*Dactylopterus europaeus*“ ábráján. Elolvassuk a rávonatkozó adatokat:

„A Földközi-tenger leggyakoribb repülőhala, amely uszonyai segítségével több lábnyi magasra emelkedik és úgy repül: *de csakhamar visszaesik, mivel uszonyai megszáradnak*“.

E rövid tájékoztatóval rendesen meg is elégedtünk. Azon már nem gondolkodunk, hogy az uszonyok megszáradásának elméletét, mint indokot elfogadjuk-e a gyarló repülőteljesítmény magyarázatául. Tudomásul vesszük, hogyha ezek az uszonyok nem száradtak volna meg, akkor mi is tovább gyönyörködtünk volna az ezüstös hal légi tündöklésében. Ha azonban gondolkozunk, rájövünk, hogy a magyarázatban valami hiba van.

Az elmélet ugyanis egyike azoknak a régi erőltetett felfogásoknak, amelyekkel általában a repülést ennek problematikus korában elhalmozták és a kérdést mindig zátonyra vezették. Ez a tévhit is oly sikeresen ment át a köztudatba, hogy nincs ember, aki ne így tanulta volna a halak repülésének magyarázatát. Sajnos, ma is, az avia-



tika korszakában, még mindig tartja magát az uszonyok megszáradásának elmélete. Holott nem is kell aviatikusnak lenni, hogy rájöjjünk a halak gyarló repülésének igazi okára. Az a valóság, hogy a hal még uszonyszárnyakkal sem lehet igazi repülőlény, *mert szervezetét nem a légi, hanem a vízi életre rendezte be a természet!*

A repülőhal éppúgy, mint a többi kopolyúval lélekző víziállat, *levegőiszonyban szenved*. Nem bírja sokáig a szabad levegőn való tartózkodást, ezért sietve menekül a veszedelmes környezetből, hogy meg ne fulladjon. De azért is téves az elmélet, mert a gyorsan rezgő uszonyszárnyakról *minden csepp vizet azonnal leráz, le-söpör a centrifugális erő!* Annál is inkább, mert az uszonyok nemcsak *símák, hanem vízhatlanok is*. Az elfogadható magyarázatnak tehát így kellene hangzania:

„A Földközi-tenger leggyakoribb repülőhala, amely uszonyai segítségével a levegőben kisebb röpködéseket végez, de csakhamar visszaesik, *mert éltető elemét, a vizet hosszabb ideig nem nélkülözheti*“.

Felmerül a kérdés: ha a repülőhal minden légi-veszély ellenére mégis a levegőbe kívánczik, akkor vajon mi készíti vagy kényszeríti őt e neki természetellenes környezetbe?

Erre is könnyen megtaláljuk a természetes magyarázatot, ha figyelembe vesszük a halak létfenntartási küzdelmeit. Hogy miként kerül a hal a levegőbe, arra nézve már a közönséges halak is felvilágosítást adnak. Látjuk a folyókban, tavakban a fürge halak ficánkolását, miközben egyik-másik akkorát talál csapni farkával a víz felületére, hogy egész szaltóval önmagát is a levegőbe röpíti. Különösen a potykánál gyakori szokás ez. A közvélemény a halak játékos kedvének tulajdonítja. De mivel megtörténik, hogy a felugró hal szárazra vetődik és elpusztul, semmiesetre sem ugrálhat mulatságból a levegőbe, ahol csak fuldoklás vagy pusztulás várja. Az életével semmiféle állat se könnyelműsködik. Így a halak is vigyáznak bőrükre. Szó sem lehet tehát játékról. Sokkal komolyabb esetről, bizony az életéről van szó.

A levegőbe ugrásra vagy menekülésre mindig valami nagyobb ragadozó rokonának támadása kényszeríti őt. Az üldözött hal halálfélelmében nem ér rá körültekinteni, hogy merre menekülhet. Sarokbaszorítva tehát arra felé törekszik, amerre pillanatnyilag kiútja van. Így vágódik a víz tükre fölé vagy szárazra is. A csuka elől menekülő ponty közismert felvágódása sem más, mint kétségbeesett halálugrás, utolsó menekülési lehetőség, amit körültekintés nélkül kell megtennie.

De menjünk tovább!

Ugyanilyen körülmények kényszerítik a repülőhalakat is a levegőbeszökésre. Nem élvezetből teszik meg légi kirándulásukat, hanem halálfélelemből. Leggyakrabban a delfin üldözése elől folyamodnak uszonyszárnyukhoz, ha van még rá idejük.

A repülőhal élete bizony százalmas és kétségbeejtő sors; szinte állandó halálveszedelemben forog. Bár uszonyszárnya segítségével többnyire sikeresen odébbállhat az üldöző víziellenség elől, ez a siker azonban még nagyobb veszedelemmel jár, mert a levegőben viszont légi-ellenség várja. Amint az üldöző delfin torka elől eltűnik a levegőben, ugyanakkor szabad prédája lesz a künn leselkedő, művésziesen repülő halászmadaraknak. Az örökké éhes halfarkasok, sirályok, hajósmadarak, halászsasok várják a pillanatot, hogy mikor esaphatnak le rá. A szárnyas prédalesők még a víziellenségnél is sikeresebben üldözik a gyarlón vergődő repülőhalat. Ezek a levegőből állandóan figyelemmel kísérik a delfineket, hogy mikor ugrasztnak ki számukra könnyű zsákmányt. Abban a pillanatban pedig, amikor a repülőhal elhagyja a vizet, mint a kilőtt nyíl esapnak utána, és mielőtt visszahullana a tengerbe, a madár csőrébe vagy karma közé került.

A repülőhalak légi kirándulását (még a legnagyobb eredményeket felmutató fajok között is) csak jóakarattal lehet repülésnek nevezni. Csupán a mindenkor elért meglepő hatásnak tulajdoníthatjuk, hogy ezeket a rövidlélekzetű vergődéseket *repülésnek*, s a halakat pedig *re-*

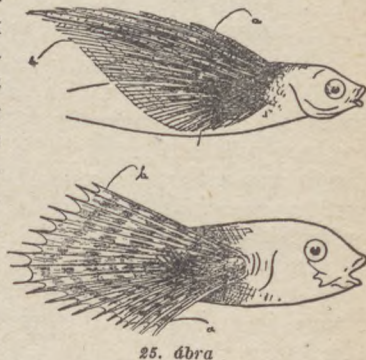


*pülőhalaknak* nevezték el a korábbi megfigyelők. Komoly értelemben ez a mozgás bizony nem más, mint *távolugrás*, amelynek fő taszítóerejét a hal a víz tetején farokuszonyával szerzi meg. A távolugrás több-kevesebb hosszabbítását pedig a különböző terjedelmű oldaluszonyok *rezgése, csapkodása vagy aeroplánszerű működése támogatja*. A szöcske hasonló távolugrását, amelyet szintén a szárnya támogat, senkinek se jut eszébe repülésnek nevezni: holott a repülőhalaknál aránylag nagyobb és hosszabbat ugrik.

A repülőhalak fajai különféle berendezésükkel különféle repülőteltjesítményeket mutatnak. Az alsó határon állók alig pár pillanattig tartó, a legfelsőbb fokon állók pedig legföljebb félperces légi-útra képesek. Repülési formájuk, azaz „rendszerük” hasonló a rovarok működéséhez, de tekintélyes részük álló, vagyis feszített uszonyszárnyakkal mesterkedik. Az előbbieket a *váltakozó-irányú légsavar-rendszert*, az utóbbiak pedig az *aeroplánszerű működést* képviselik, természetesen, hogy mindkettőt a leggyarabb formában.

A röptést elősegítő levegőnyomásokat az uszonyszárnyak mozgása kétféle módon termeli. Az egyik szerint az uszony felületének *rugalmas elhajlása* által, a másikban pedig az *egyoldalú felerősítés* következtében előállt elfordulás hozza létre a szükséges csavarlejtő képződését. A hajlékony rugalmasságot az *Exocoetus volitans*, az egyoldalú felerősítést pedig a *Dactylopterus europaeus* uszonyszárnyán látjuk jellemzően kifejezve. 25. ábra.

Magától értetődik, hogy a szárnyakká fejlődött uszonyok a vízi mozgás fürgeségét akadályozzák. Gyakori



25. ábra

repülgetésük tehát azt bizonyítja, hogy a ragadozóhalak könnyen utoléri. Viszont a tényleges repülés igényeit az uszonyok mégse elégíthetik ki, mert túlkicsinyek: vagyis a halak teste hozzájuk viszonyítja igen nehéz. Repülésük így azért se lehet elsőrendű, mert valamennyi faj *felület-túlterhelésben szenved*. Ezenkívül a legkiforrottabb uszonyszárny szélessége testközelpben a hosszúság felét teszi csak, holott a kiváló szárny a madarak világában négyszer vagy ötször olyan hosszú, mint amilyen széles. A nagy szélesség ugyan a halaknál bizonyos előnyt jelent, mert működés közben könnyen alakulnak ki a szükséges csavarszerű elhajlások. Az izomerő kimerülése — kivált az apró uszonyszárnyú fajoknál — azonban hamar bekövetkezik, mert a túlterhelt uszonynak szinte robbanásszerű működést kell kifejtenie. Ezért, amint felkapott a levegőbe, a verdesés igen hamar megszűnik, ami után széttárt uszonypárral, a fecskéhez hasonló nyílással siklik a levegőben addig, amíg a lendület el nem fogy.

A sikeres „starthoz” szükséges lökést (miként a ponty) a víz felületére adott heves farokrezgéssel szerzi meg. A faroknak ez a működése még akkor is folytatódik, amikor a hal már a levegőben repül — és ezzel sok megfigyelőjét tévedésbe is ejti...

A legújabb kutatások szerint a farok csavarszerű működésének tulajdonítják sokan a repülőképességet. Ezért a kitárt uszonyszárnyú hal siklását toló-légesavaros, aeroplánszerű repülésnek hiszik, holott ez a farokrezgés nem más, mint a rémült hal *reflex-mozgása*, amelyet a *menekülés ösztöne* a levegőben is folytat. Az aránytalanul kicsiny farokfelület nem repülőszerszám. A vízben kitűnő eszköznek bizonyul, de a 770-szer ritkább levegőben a hatása a hal testsúlyához viszonyítva bizony jelentéktelen. A téves felfogás tehát helyreigazítást kíván.

A kis testsúlyú, de terjedelmes uszonyszárnyakkal rendelkező fajok kétségtelen, hogy verdesés nélküli, aeroplánszerű repülésre is képesek. Ámde a szükséges sebességet a farokuszony működése nem a levegőben, ha-



nem a vízbe merülve szerzi meg. A villás fark alsó ága (amely kedvezően hosszabb a felső ágnál) gyors rezgést végezve, még akkor is a vízbe ér, ha már a haltest a levegőben van. A fark rezgésének hatása a kifeszített uszonyszárnyakon nyugvó és a víz ellenállásától megszabadult haltestet nagy sebességgel hajtja előre. Ekkor a levegő nyomása a halat egészen kiemeli a vízből. A sikeres vízi starttól függ tehát, hogy az aeroplánszerűen



26. ábra

repülő hal mily nagy távolságot tehet meg a levegőben.  
26. ábra.

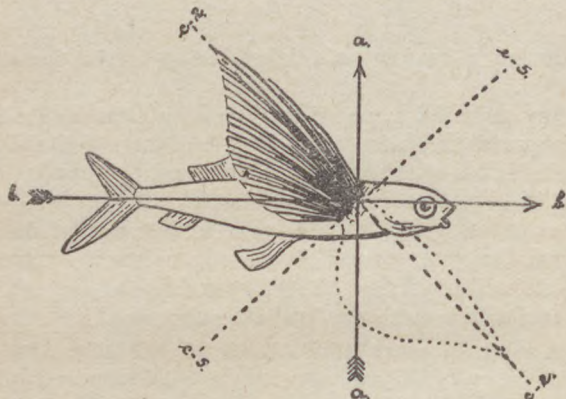
Így nemcsak a madarak világában észlelhető a repülés fokozatos fejlődése, — a kedvezőtlen és kedvező felületterhelés következtében — hanem a halaknál is. Ezeknél a kicsiny és a nagy terhelés úgy viszonylik egymáshoz, mint pl. a fűrj és a súlyom felületének különbsége. A fűrj, hogy a levegőben maradjon, majd szétrobban a gyors szárnyverdeséstől. Ugyanekkor a súlyom nyugodtan úszik a mereven feszített szárnyával.

A sikerült start után kirebbenő hal már nem törődik az irány beállításával, amelyre különben is képtelen, mert *horizontális kormány*a nincs. Függőleges farkuszonnyával pedig *nívó-irányt* (magassági kormányzás) nem változtathat. Farkának *oldalkormányzása* szintén a tehetetlenség bélyegét viseli. Tisztán mutatja ezt az a körülmény, hogy az útjába került akadályokat nem bírja kikerülni.

A start lökésiránya mindig ferde, tehát automatikusan és egyszerre nyeri az emelkedő és haladó légi útírányt. Abban a pillanatban, amikor a hal testének nagy

része már a levegőben van, s az előzőleg még fékezett haltest, valamint a szabaddá vált uszonyzárnyak energiája a ritka közegben egyszerre felszabadul és mint kétszeres taszítóerő, emelő- és előrehajtó hatással, együttesen segíti a halat a néhány méter magasság megszerzéséhez, egyben a továbbmozgáshoz is.

A rezgést végző uszonyzárnyak működése a test hossz tengelyéhez viszonyítva szintén ferde irányú. 27. ábra. Így a rezgés munkaeredménye (miként a ferde tengelyű légesavarnál) egyesült emelő-továbbító nyomásokat támaszt. A repülés tehát csak rögzített működéshez kötött mozgás, amely szintén lényegtelenül szűk határok között állítható. Ezért a vízből való kiugrás megszabott irányán sem igen változtathat, s a légiút *parabolikus pályát* mutat, amely hasonlít az elhajított kő



27. ábra

útvonalához. Megtörténik, hogy a már víz felé sikló hal rezgő farka hozzáér valamelyik hullám tarajához, mire egy újabb feltaszító lökéssel látja el magát és továbbrepül.

Ha tekintetbe vesszük az előbb felsorolt okokat, a halaknak nincs is szükségük irányváltatásra, mert a rövid légi út befejeztével mindegy, hogy a végtelen ten-



gernek mely pontján pottyannak ismét a vízbe. Csak akkor kerülnek veszedelembe, ha partközelen a föld felé repülnek vagy véletlenül hajó kerül útjukba, amely beleesik a parabolikus pálya hajlatába. Ilyenkor zuhannak tehetetlenül a szárazföldre vagy a hajó födélzetére és innen a hajószakács fazekába.

A repülés útjának hosszát tehát a hal *levegőbírása*, az uszonyszárnyak *terjedelme* és az izomerő *kitartó működésének ideje* szabja meg. Viszont a hal berendezésén kívül a főszerepet ebben is a *rémület* vagy *halálfélelem* kisebb-nagyobb mértéke viszi, hogy a távrepülés eredménye kicsiny vagy nagy legyen. Az útvonal pedig végig a start irányához mérten „automatikus“.

Ennél egyszerűbb légi utazást el sem lehet képzelni. A vízből menekülő hálnak ez a reflexmozgása nem kíván mást, mint kezdetben heves, majd gyöngülő izomműködést, hogy egy gépies fel- és lerepülő utat írjon le a levegőben.

A legkiválóbb teljesítményt az Atlanti-Óceán melegb vizeiben honos *Exocoetus volitans* mutatja, mert aránylag a legnagyobb és legcélszerűbb uszonyszárnyakkal rendelkezik. Ez meg is látszik az eredményen, mert mint „versenyrepülő“ ő bírja legtovább a levegőt. Övé a félperces „idő-világrekord“ és a 10 méter körüli „magassági rekord“. De övé a jegyzett legnagyobb „távrepülés“ is, amely 100—150 métert is kitett már!

A legendás repülőhal indiszkrét leleplezésével pedig remélhetőleg csökkentettük a téves feltevések bizonytalanságát...

### A repülő emlősök

Kissé idegenül hangzik a fenti cím, mert általában megszoktuk, hogy a repülést csupán a madarak privilégiumának tekintsük, így hamar nevetésre áll a szájunk, ha valaki „repülő-emplőt“ emleget *bőregér* vagy *denevér* helyett.

A természet törvényszerű rendje közé tartozik. hogy

a légi utazásnak minden állattípusban legyen repülő-képviselője. A férgek, rovarok, halak, hüllők, madarak, emlősök fajainak kisebb-nagyobb százaléka, egy bizonyos képességgel felruházottan a repülés jegyében mozog.

Ez a törvényszerűség ültette az emlősök légi trónusára a szegény denevért is. Ámde ez a trónus hegyes szögekkel van kiverve.

A babonára hajlamos emberek sohase szerették a denevért, sőt: egyenesen félték tőle. De még ma is üldözik, pusztítják az egyébként jámbor, ártatlan és igen hasznos teremtetéseket. A denevér éjjeli röpködése különösen alkalmas a rémmesék vagy ijesztő történetek kieszeléséhez. A sötétség lovagjának esti megjelenését már ősidőktől fogva a rossz szellemekkel, boszorkányokkal vagy magával az ördöggel hozták kapcsolatba (azért rajzoljuk még ma is ezeket denevérszárnyakkal). Jósok, jövőmondók és más emberi tudatlanságokra alapozott egzisztenciák odújában nélkülözhetetlen volt a cégérül használt bagoly mellett a kifeszített szárnyú bőregérgyűjtemény, mert ezek „mindent megsúgtak“, amit a kíváncsi ember tudni akart. Meggyanúsították minden rosszal, gonoszsággal, hogy belekapaszkodik az emberek hajába, kiszívja az alvók vérének stb.

Ezek a gyanúsítások még nem lennének veszedelmesek a szegény rovarpusztítóra, ha nem akadna még ma is olyan sötét elméjű és lelkű ember, aki kegyetlenül az ajtófélfára szögezi — elevenen, mert szerencsét hoz. Holott a szerencsét kizárólag az ajtófélfán kívül szerzi meg az embernek. Rengeteg kártékony rovarot pusztít a denevér. Ezenkívül a régmúlt időkben még felejthetetlen, babérkoszorús érdemei is vannak. Az aviatika őstörténetében leginkább neki jutott osztályrészül az a kitüntető, de kétes dicsőség, hogy mintául szolgálhatott és mártírhálált szenvedhetett a repülőgépfeltalálók kezdetleges kísérleteihez (mert bizony ezek is megnyúzták).

Az ilyen és hasonló szenvedésekre dupláz rá még a saját keserves sorsa is, amely szintén bővelkedik a nehéz küzdelmekben. A denevér földi pályafutása bizony örök



gyötirelem. Alaposabb megfigyelés nélkül is azonnal észre-  
vehetjük rajta az élet minden mostohaságát, mert a de-  
nevérnél gyámoltalanabb légi vagy földi járműve aligha  
van a természetnek. A gyalogjáró denevér valóságos meg-  
testesítője az ügyetlen és tehetetlen mozgásnak. Holott  
*ez a kétféle mozgásforma általában egymás rovására szo-  
kott kifejlődni.* A madaraknál pl. azt tapasztaljuk, hogy  
minél kiválóbb gyalogjáró valamely faj, annál rosszabb  
repülő. Viszont a legkitűnőbb repülők a legrosszabb gya-  
logjárók.

Tapasztaljuk, hogy az a sokféle ragadozó vagy halász-  
madár, amely csak bakugrásos mozdulatokkal vagy eről-  
kődő totyogással bukdácsol a földön, a levegőben utol-  
érhetetlen sebességet és mozgékonytáncot tanúsít (sas-  
keselyű, albatrosz, pelikán stb.). Viszont a leggyorsabb  
gyalogjárók, a legrosszabb repülők, amely állítást a futó-



(A gyalogjáró denevér)

madarak támasztják alá. Ezek a földön szélsebesen sza-  
ladnak, de vagy rosszul, vagy sehogyse bírnak repülni  
(nandu, strucc).

A madaraknál ez a feltevés valahogy csak megállna.  
De nem így vagyunk a denevérről, amely minden ilyen  
logikus elgondolást felborít. Állításunk szerint ugyanis  
a denevéreknek kellene a világ leggyorsabb és legkitűnőbb  
repülőjének lennie, mert gyalogjárása még mászásnak is  
utolsó. E helyett azt tapasztaljuk, hogy a denevér rendes  
repülése kitartás vagy gyorsaság tekintetében alatta ma-

rad a legrosszabb madárrepülésnek. De ismételjük, hogy csak *rendes körülmények között*, mert rendkívüli esetekben, pl. az irányváltás művészetében még a madarak elit-repülőjét, a sólymot is legyőzi. Hogy mi okozza ezeket a szélsőségeket, kitűnik majd a repülő-berendezés megvizsgálásával.

Nézzük csak a denevért az ő kalimpáló mozgásával, milyen lassan és bizonytalanul ténfereg a levegőben. Ez a repülés már sok megfigyelőt ejtett tévedésbe, mert nem látszik meg rajta, hogy mit tud, ha *sarokba szorítják*. Ebből a kalimpáló, nehézkes repülésből indult ki *Bréhm Alfréd* is, aki „*Az Állatok világa*“ című munkájában (magyar kiadásban) a denevér repülését így magyarázza:

„A denevér röpte *semmiképp sem állandó, hanem csak időleges*, a karok folyton tartó mozgatása hozza létre. A madár *úszhatik a levegőben, a denevér csak lebeghet*. Ezt a lebegést vagy csapongást a test alkata is nagyon megkönnyíti. A mellső test erős mellizmai, a könnyű és behúzott altest, a testhosszúság háromszorosára kinyújtott karok és kezek, s a karok és ujjak közt kifeszített rugalmas vitorla, egytől-egyig elősegítik ezt a mozgást: a levegőben való úszás ellenben lehetetlen, mert a *denevér egyetlen csontja sem tartalmaz levegőt és a testüregében sincsenek meg a madarak nagy légzacskói: mindenekelőtt pedig azért lehetetlen, mert a denevért sem evező-, sem kormánytollai nincsenek.*“

Mielőtt e magyarázatra reflektálnánk, előbb sétáljunk ki a szabadba és figyeljük meg a denevéreket, hogy valóban képtelenek-e a légi-úszásra.

Hogy milyen kiválóan úszik, siklik csapkodás nélkül is a denevér, megmutatja amikor halálveszedelembe kerül. Ez pedig akkor fordul elő, amikor a korábban ébredő denevér, repülés közben ragadozómadárral találkozik, amely rögtön rátámad. Az életösztön ilyenkor a denevért hihetetlen mozgékonyásra készíti és a két állat között nagy versenyrepülés kezdődik.

Ezek a versenyrepülések életre-halálra mennek és leggyakrabban kora tavasszal szoktak lejátszódni. Bámu-



latunkra pedig rendesen a denevér győzelmével végződnék. Leginkább a *korai denevérek* (*Pterygistes noctula*) művészetét csodálhatjuk. Ezek az ínséges téli álom után nagyon sietnek a szabadba. Már jóval napszállta előtt elhagyják rejteküket és szétnéznek a nagyvilágban, hogy akad-e számukra valami eleség. A véresék, sólymok tavasszal szintén visszatérnek fészkelő helyükre és még alkonyatkor is a levegőben kószálnak. Így történik meg az éjjeli rovarvadász és a nappali útonálló izgalmas találkozása, amely a következő program szerint folyik le:

A hosszú téli koplalástól elkényszeredett denevérek terített asztala még igen sovány: mindössze a mezők olvadásos pocsolyái fölött lézengő néhány szúnyogból kerül ki. Ezekre vadásztatnak ügybuzgó kalimpálással az ínségesek, amikor a magasban vészajtósló keringéssel megjelenik a sólyom. Kémlelő útján hamarosan észreveszi az alatta sürgölődő, mozgalmas társaságot. Némi megfigyelés vagy terepszemle után, tüntetően följebb emelkedik és eltávolodik, mintha az egész gyülekezet nem érdekelné. Az előbb már riadozó denevérek újra megnyugosznak és ismét csendes legyezgetéssel kergetik a szúnyogokat. A sólyom pedig jó távol körözgetvén, egyszercsak a denevérek felé fordul és mint az idegéről elpattant nyílvesző, a következő pillanatban közéjük vágódik. Az összehúzott szárnyú madár, mint a villámütés rohan neki az egyik kiszemelt gyanútlan denevérnek. Olyan erővel vág hozzá, hogy hallani lehet a két állat testének tompa puffanását. Az összecsapódással egyidejűleg a sólyom karmaival is megragadja a denevért. Ez rémülten elnyisszenti magát és nagy erővel vergődik a karmok között. Ha rosszul fogta meg a sólyom, vagy az összecsapás nem volt kábitó, mert az áldozatnak sikerül kiszabadulnia, akkor nyert ügye van a denevérnek: rögtön alávágódik. De a ragadozó sem hagyja annyiban a dolgot és gyorsan utána csap, hogy ismét elfogja. Azonban ez most már még kevésbé sikerül, mert a denevér résen van, várja az üldözést és minden ügyességét latba veti.

Ekkor rövidebb-hosszabb ideig a legnagyobb

légi-torna következik. Az üldöző, talán szintén éhes ragadozó, következetesen kitart a denevér nyomában. Hihetetlen fordulatokat, íveléseket, le-felvágódásokat alakítanak. A halálveszedelem előtt menekülő denevér ilyenkor a feszített szárnyú csapongásainak, siklásainak, íveléseinek olyan kiválóságát mutatja, amivel szemben a ragadozó mindvégig tehetetlen marad. Hiába kergeti, üldözi lent, fönt, körben, egyenesen: minden vadászfortélya csődöt mond. Mint gyorsabb repülő a denevért mindig utoléri, de ez az utolsó pillanatban egy fordulattal vagy levágódással úgy kisiklik a karmok közül, mint a villám és minden elfogási kísérletet meghiusít. Végül is a sólyom únja meg a sikertelen hajsztát és szinte szégyenkezve odébb áll.

Az ilyen hajsza, amely a gyors mozgás érdekében — mindkét részről — feszített szárnyakkal történik, mindenestre olyan vizsgarepülése a denevérnek, amely alaposan ráérfol a Brehm-féle állításokra, hogy a légi-úszás légzacskók, üres csontok és bizonyos tollak hiányában lehetetlen. Sőt, ha „kell“ még a madárnál is jobban, más-különb en nem menekülne élve a karmai közül. De hozzá-fűzhetjük még azt is, hogy ha csupán szervi tényezőktől függne a légi-úszás képessége, akkor *minden madárnak értenie kellene hozzá*. Holott tudhatjuk, hogy nagyon sok olyan madár van a világon, amelyek minden levegőt tartalmazó üres csontjuk, légzacskójuk és evező- vagy kormánytolluk ellenére se *alkalmasak a légi-úszásra*. Hogy többet ne említsünk a fürjeknél, foglyoknál, vadkacsáknál, szemben a sólymokkal, sirályokkal, sasokkal, stb.-vel, amelyek órákon át se libbentik meg szárnyukat.

Már ebből is láthatjuk, hogy a kiváló képesség nem a szervezet különleges berendezésétől vagy anyagától, hanem a szerkezeti összetétel szabályaitól és feltételeitől függ. *A légi-úszás technikai és aerodinamikai törvényeiken alapszik és nem azon, hogy milyen anyagból van a szárny vagy a madár. Hogyha az összeállítás szabályszerűségében hiba van, akkor minden célszerű anyag vagy alkatrész ellenére még a madarak számára is lehetetlenné válik a légi-úszás.*



A madár testüregeinek levegőtartalmát — mint fontos emelőerő tényezőt — annál kevésbbé vehetjük figyelembe, mert e részben oly régen megcáfolt okoskodással állunk szemben, amely még a léggömb feltalálásának idejéből maradt ránk. Az aviatika őskorában teljesen hasonló érvekkel magyarázták a madarak repülésének titkait. Az elmélet felállításához a *Mongolfier-testvérek* meleglevegővel töltött léggömbjének fölemelkedése adta meg a lökést. Minthogy ez a kísérlet sikerült, homlokukra csaptak a feltalálók. A repülés titkát rögtön abban látták, hogy a *madarak a magukba szívott levegőt szintén megmelegítik*, amelynek emelőereje még akkor is a levegőben tartja őket, ha szárnyukkal nem csapkodnak! Eszükbe sem jutott, hogy pl. egy 4—5 kilós sasnak mi csoda tüdőrc volna szüksége. Ez a téveszme mégis futótűzként terjedt el a köztudatban, annak sejtelve nélkül, hogy csupán a sas testsúlyának lebegésben tartásához a 4—5 köbméteres (csekély 4—5000 literes) tüdő talán meg se kottyanna, különösen olyankor, ha önmagánál még nehezebb zsákmányt is cipel a levegőben. Mit várhat tehát az ember a jelentéktelen légzaeszkóktól és az üres csontok levegőtartalmától?

Az állatvilág repülését, így a denevérét is, bizony épp olyan mechanikai működésnek kell tekinteni, mint bármely munkagépét, amely *bizonyos energiafogyasztás árán mindig csak olyan „alakító” munkát végezhet, mint amilyen a „berendezése” és a „működése”*.

A denevér különleges repülő-berendezésének működéséből pedig majd kiderül, hogy miért repül egyszer kitűnően, másszor csapnivalóan. Mi kényszeríti a gyarló repülésre, amikor ezt kiválóan is bírja? Mindez lehet érdekes, de még inkább tanulságos.

Mindenekelőtt a denevérnél is tekintetbe kell venni, hogy az állatvilág fejlődése (életrevalósága) a *gyorsaság jegyében halad*. Az állatok mozgása — az élet jelen pillanatában — *két irányban* mutat fejlődést. Az egyik a gyalogjárás (mászás, lépés, ugrálás, futás stb.), másik a repülés. A két mozgásformának *válaszútja* is van, ameny-

nyiben az egyik mozgásforma elhagyja a másikat: mert a gyorsaság fokozódása csak egyik a másikának rovására történhet. A denevérben láthatjuk azt a típust, amelyben a fejlődés repülési iránya elment ugyan a véghatárig (a gyalogjárás rovására), de mielőtt elérhette volna a magas színvonalat, meg kellett torpannia a denevér szerkezetének anyagán. Így elkövetkezett az állapot, hogy kivételesen a denevér mindkét mozgásformájára ráütötte bélyegét a gyarlóság.

A mozgás gyarlóságának fő okozója elsősorban a szárnyak gumiszerű bőrfelületének zsugorodó tulajdonsága. Minthogy ez szárnykarját és hátulsó lábát a törzsével összeköti, a végtagok valóságos bilincsekbe vannak verve.

A szárny csontszerkezete (amelyet az erős mellkas hatalmas izmai mozgatnak) ugyanolyan működésre alkalmas, mint pl. az ember karja a kézfejjel és ujjazattal. Szárnykarját a denevér tehát minden irányban és terjedésben mozgathatja, eltolhatja, csupán a feje fölé nem emelheti úgy, mint a kargyakorlatokat végző ember. Ezt a műveletet már lehetetlenné teszi a törzsével összenőtt



28. ábra

bőrfelület összehúzóereje. A denevérszárny mozgá szabadságának ez az első akadály. 28. ábra.

A megnyitott denevérszárny elől merevített, hátul pedig szabadon libegő, hajlékony bőrfelületet képez, amely a levegő nyomásának engedő, rugalmas viszonyok között működik. A szárny legérdekesebb része ez a ter-



jedelmes bőrképződmény, amely a test háti részéből kiindulva az egész szárnyvázat a farokkal és a szétálló lábakkal beborítja. A változatokban dús, gazdag természetű a denevérrel tehát egy „csupa-szárny” repülőtípust alakított. A bőr anyaga, minthogy gumiszerű, tehát terjeszkedésre és összehúzódásra egyaránt alkalmas. De minő áldozat, hallatlan energiafogyasztás árán...



29. ábra

Ennek a gumiszerű röpfelületnek kiterjesztése és feszítve tartása elképzelhetetlen munkájába kerül a denevérnek. Hogy ez milyen hallatlan erőfeszítést jelent, fogalmat nyerhetünk, ha két ujjunk közé valami vékony gumilapot ragasztunk és ezt szétnyitván, percekig feszítve tartjuk. Érezhetjük azt a fárasztó, összehúzóerőt, amely ujjainkat hamarosan megbénítja. Micsoda elképesztő munkájába kerülhet ez a feszítés a szegény denevérnek, amelynek *ujjai hosszabbak is, mint az egész teste*. A feszítést pedig nem percekig, hanem az egész repülési idő alatt fenn kell tartania. De számoljunk azzal is, hogy ezt a hatalmas összehúzóerőt repülés közben még a *denevér testsúlya, sőt a csapkodás levegőnyomása is terheli!!!* De még ez se minden. Ezek az ujjak ott vannak elhelyezve, ahol a *csapkodó szárny a legnagyobb lengésutatót végzi, ahol a levegő nyomása legnagyobb*. Ezenkívül az ujjazatot még egy ellen-működő szárnytorzulás is ostromolja, amely a bőr összehúzóerejét még jobban fokozza. Csapkodás közben a levegő nyomása *az ujjak közötti bőrfelületet fel is duzzasztja, még pedig annál nagyobb erővel, minél hevesebb a szárnycsapás*. 29. ábra. Ezek a duzzadások szárnycsapásonként ismétlődnek és az ujjak összehúzódására törekednek.

Ilyen viszonyok mellett elképzelhetetlen erőfeszítésbe kerül a denevérnek a repülés, amelynek minden terhe

és munkája főként az ujjazat izmaira háramlík s hogy *ezt igen gyakran órákon át viselje!* A felsorolt rendkívüli energiavesztések tehát a denevér légi mozgásának *máscdik*, egyben legszámottevőbb *akadályát* képezik.

Igen természetes, hogy ezt a roppant igénybevételt a *denevér töle telhetően csökkenteni igyekszik*. Ez a törekvése szüli a rendes repülésének gyarló látszatát. A fárasztó munka csökkentését ugyanis csak úgy érheti el, ha szárnyát nem feszíti ki teljesen, hanem csak annyira, amennyi éppen elég a levegőbe kapaszkodásához.

Ez a kényszerkörülmény éppen fordítottja a madarak kényelmes és munkamegtakarító ügyeskedésének. A madárszárny tagosított tollazatának szétválása nem okoz állandó és külön izomfeszültséget, mert nincs összehúzó ereje.

Mindez rávilágít, hogy miért csapkod a denevér, ha kímélni akarja erejét és miért úszik pl. a fecske minden adott alkalommal, ha izmait pihentetni akarja.

Vizsgálódásaink folyamán azt is tapasztaljuk, hogy a denevér szárnylengése sokkal szűkebb határok között mozoghat, mint a madaré. Felső karjának csontforgója, a test hossz tengelyéhez viszonyítva keresztirányba működik és csak akkora lengést végezhet, mint pl. az ember kinyújtott két karja, amelyet vízszintesen mozgat. Az arca előtt tenyereit összecsaphatja, de képtelen ugyan ezt a hátamögött is megtenni. A madár karsontjának működése ezzel szembe hasonlít ugyancsak az ember kinyújtott karjának függőleges mozgatásához. Így pl. a fejünk fölé emelt két karunkat egymáshoz érintve egyegy félkörnyi utat írhatunk le a lábszárig.

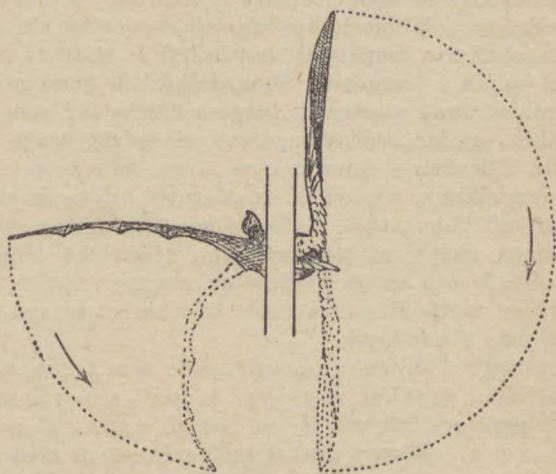
Ilyen lényeges a különbség a denevér és a madár szárnyának mozgásszabadsága között. A madár szárny-csapása bármikor egy teljes félkörnyi lengésutat végezhet, ellenben a denevére alig többet egy negyedkörnél. A madár repülés közben alul-felül összeverheti szárnyait (innen származik pl. a galamb szárnycsattogása is), a denevér csak alul, a hasa alatt. Ez a jelentékenyen kisebb



lengési út a denevérszárny működésének *harmadik szá-*  
*mottevő akadálya. 30. ábra.*

Mindezek felismerése után, ha párvonalba állítjuk a denevér repülését pl. a fecske légi mozgásával, rögtön kiténik, hogy miért gyakori a fecske légi-úszása s miért ritka a denevére.

Tegyük fel, hogy a két különböző repülőtípus izom-



30. ábra

ereje, testsúlya és szárnyterjedelme teljesen egyenlő. A fecske 2 dkg súlya akár a földön, akár a levegőben mindig 2 dkg marad, amelyen nem segítenek a testüreges, légzacskók, az üres csontok, de még a szárnyak tollazata sem. Ugyanígy a denevér az ő különleges bőrszárnyával és levegőnélküli csontjával mindig 2 dkg-ot nyom. Aerodinamikailag és mechanikai úton ezt a súlyt kell a levegőbe emelni vagy mozgásba hozni.

Ha minden más akadálytól eltekintünk s csupán a

korlátok közé szorított szárnylengést vesszük figyelembe, azonnal megkapjuk a denevér elmaradottságának magyarázatát. Minthogy képtelen egy negyedkörnél nagyobb szárnyesapást végezni, tehát nem bír akkora légtömeget se munkába fogni, mint a fecske, amelynek szárnyesapása egy félkörre terjed. Természetes, hogy a mégegyszer akkora szárnyesapás birtokosa, sokkal nagyobb előrehajtóerőket, ezzel nagyobb sebességet is szerezhet magának, mint a denevér. Ebből adódik, hogy a fokozott sebesség nagyobb és kitartóbb emelőerőket is eredményez, amelyet *nem szükséges folytonos csapkodással támogatni*. Ezt érzi a fecske, amikor a csapkodást beszünteti és feszített szárnyakkal suhan a levegőben. Suhanás közben tehát mindaddig pihen, amíg a sebesség fogyása érezhetővé nem válik. Ekkor egy-két szárnyesapással sebességét ismét felerleveníti. Ellenben a denevér csak olyan mérsékelt sebességgel rendelkezik, amelynek emelőerejét folytonos csapkodással kell támogatnia. A fecskének mindig van *sebességfőlszege*, melyet az úszás céljára értékesíthet. Viszont a denevérnek csak annyi a sebessége, amennyi éppen elég a levegőben maradáshoz, az úszáshoz ellenben semmi találékkal nem rendelkezik.

Minthogy a denevér szárnylengése nem teljes, ezért *helikopterikus repülést vagy légi függést* sem végezhet. Olyan függőleges felrepülést, aminőt pl. a verébtől is láthatunk, a negyedkörnyi utakat tevő szárnyával nem alakíthat. Az egész lengések hiánya miatt még meredek lejtős irányban se haladhat fölfelé. Így 30—40 fokos felrepülésre már nem vállalkozik, legfeljebb csak rövid távon, ahol a repülés sebessége hajtja fel addig, amíg a testsúlyába halmozódott lendítőerőből tart. Ha pedig repülés közben akadály elé ér (pl. épületfal), amelyen át akar kerülni, akkor úgy segít magán, hogy kicsiny emelkedésű fordulókkal többször körben repül, amíg a kívánt magasságot el nem éri. Igen érdekes, hogy minden körnél megközelíti a falat, — mintegy hozzá mérieskélve magát — hogy mi hiányzik még a magasság legyőzéséhez. Ha pedig ezen a légi csigalépcsőn már elég magasra feljutott,



akkor vígan átkalimpál az akadályon. Lassabban bár, de célját mégis eléri.

Amilyen tehetetlen, gyöngé legény a repülésben, olyan nagy művésze a gyors, zeg-zugos fordulatoknak, vagyis a *kormányzásnak*. Ez az egyedüli kiválósága, amelyben nem mint alkalmi, hanem mint állandó ügyesség megtestesítője mutatkozik be a szemlélőnek. Az iránykormányzást — minthogy farkának kevés hasznát veszi — egyedül szárnyaival végzi. A megfelelő oldalon erősebb csapással, kisebbitéssel vagy szögösítéssel állítja elő a szükséges nyomáskülönbözetet. Ugyanígy hozza helyre a megbomlott egyensúlyát, valamint repülésének *nívó-irányát*, amelyben szerepe van még a súlypont eltolódásának is.

A vázolt részletek az egész bőrszárnyas emlőstípusra is vonatkoznak. A legnagyobb szárnyfeszítésű (1.4 méter) *maláji repülőkutya* (*Pteropus edulis*) sem mentes a felsorolt szerkezeti hibák és a repülést rontó akadályok elől. A különbség csupán annyi, hogy *amilyen mértékben növekszik a különféle denevérfaj szárnyterjedelme, a kis törpe denevértől* (*Pipistrellus pipistrellus*) kezdve *a vampíron át* (*Vampyrus spektrum*) *a legnagyobb repülőkutyaig úgy alakul át a szárnyak működése is az igen gyors verdeséstől a lassú csapkodásig, illetve lengetés felé, amely utóbbi körülmény némileg gazdaságosabb teszi a működés erőfogyasztását.*

Megemlítésre méltó még a repülés megkezdése (startja) is. Rendes körülmények között a denevér pihe-nésképpen, fejjel lefelé, lábának akasztóhorgain függ valami gerendán vagy faágon. Így mindig *magas helyről*



Pihenő denevér  
(előlnézet)

— magát leejtve — *indulhat* légi útjára. A repülés megkezdésének ez a legbiztosabb és legkényelmesebb módja. Igyekszik is ezt minden vadászkirándulása után, előre biztosítani. Ha megtörténik, hogy a földre kerül és így



Pihenő denevér  
(hátnézet)

*helyből, önerejéből* kell a levegőbe jutnia, akkor ez is egyike a legfárasztóbb küzdelmeinek. Ha nines közelében valami kő, fatuskó vagy part, amire felmászhát (hogy magát ledobja), akkor nem startolhat úgy, mint a madár, mert lábaival futni vagy ugrani nem bír. Úgy segít tehát magán, hogy szárnykarjait maga mellé húzza és nekifeszíti a földnek, majd ezekkel távolugrásszerűen dobja magát a levegőbe, miközben a lökést igen heves

segítő csapkodással kíséri. Több sikertelen visszapottyanás után, végül sikerül a levegőbe kapaszkodnia.

Ez a kényelmetlen start is mutatja, hogy a denevér milyen mostoha fia a földi mozgásoknak is. És ha látjuk azokat a kalimpáló erőlködéseket, hogy magát a levegőben tartsa, akkor azt is megértjük, hogy a „csupa-szárny“ denevér miért repül aránylag oly keveset. Így tehát természetes, hogy menekül is előle mihelyt lecsillapította éhségét. Amint jóllakott, sietve tér otthonába, hogy egész napon át lábaira, vagyis akasztó-horgaira függeszkedve pihenje ki rövid repülgetésének izgalmait és szörnyű fáradalmait. Vázlatosan ilyen a közönséges denevérek sorsa és légi élete. Ellenben a forró égővi repülőkutyákról a természetbúvárok már igen jelentékeny légi utakat és repülőteltjesítményeket jegyeztek föl, mint érdekes vagy különleges tulajdonságot.



## HARMADIK OSZTÁLY

### MADARAK

#### A madárrepülés csoportosítása

Van-e a mozgásban tökéletesség. Melyik a magas- és melyik a mélypont: a sebesség vagy pedig a nyugalmi állapot? A természet legesodálatosabb mozgásával, a madarak repülésével kapcsolatban, lehet-e tökéletességről beszélni, amikor azt sem tudjuk, hogy mi a tökéletesség, létezik-e vagy csak a véges emberi felfogás érzekei ilyesmit? Mert mindazt, amit látunk, tapasztalunk, mindig csak a saját érdekeink szerint kívánjuk megítélni. Irtó-zunk a valóságtól, hogy rajtunk és érdekeinken kívül magasabb célok is lehetnek a világon.

Szemünkben tehát csak az lehet tökéletes, ami harmónikus, állékony, kiegyensúlyozott vagy tartós. Szóval, ami nekünk „kedvező“ vagy „kényelmes“. Mi csak annyit veszünk észre, hogy minden, ami inog és bizonytalan, az fejletlen vagy tökéletlen és arra kényszerül, hogy nyugalmi helyzet felé törekedjék, ahova el is érkezik, ha valami meg nem zavarja. És amikor nyugalmi helyzetét megtalálta: vagyis „egyensúlyba“ került, akkor tartósabb állékonyság következik. Mi pedig abban a hitben élünk, hogy ez a valami, elérkezett a tökéletesség felső fokára!!!

Valahogy ilyennek látjuk a madárrepülés *kialakulásának* megnyilatkozását is, mert a szárnyak működésében szintén észleljük azokat a bizonytalan ingadozásokat, ver-

gödéseket, amelyek madárfajokon keresztül enyhülnek, lassulnak, majd egy bizonyos nyugalmi állapotban a tartósság bélyegét mutatják.

És valóban, ha lehet a különféle repülési módban gyönyörűséget találni, hogy azt tökéletesnek is gondoljuk, akkor egyik formája se bilincseli le érdeklődésünket annyira, mint a feszített szárnyú és körözve ívelő sas méltóságteljes *légi-úszása*, de különösen ennek *nyugalma és mozgásának tartóssága*.

Ha most végigtekintünk azon a hosszú úton, amelyen a repülés ingere a madárvilágon át törtetett e mozgásforma felé, akkor számtalan emelkedési fokot kell meglátni, amely a vergődő szárnyecsapkodástól elvezet az állószárnyú, tartós, nyugodt légi-úszásig. De meglátjuk azt is, hogy az emelkedő útvonal az alsó határon csupán jelezve van (mint pl. a pinguinnél). Innen kezdve pedig rengeteg fajon, típuson át halad a kitűzött cél felé.

A szárnyak csapkodása tehát nem lényeges követelménye a repülésnek, mert csak a fejletlen szárnyak vagy túlterhelt viszonyok mellett válik szükségessé. A szárnyecsapkodás (amely a konstrukció kiforrottságával áll szoros összefüggésben) csak olyan mellékművelete a repülésnek, mint pl. a farok alkalmi összehúzása vagy szétterítése. Mert akárhány olyan előnyös szárnyakkal rendelkező madarunk van, amelyek vagy egyáltalán nem, vagy csak ritkán csapkod. Sőt a természet útmutatása mellett elmondhatjuk azt is, hogy a szárny csapkodása csak egy kényszerhelyzetből kialakult kezdetleges repülési forma, mert *csupán pótmunkát végez a túlterhelt kicsiny szárnyfelülettel*. E pótmunka nélkül nem elegendő a szárnyakra kapott nyomás, vagyis a repüléshez szükséges emelőerő. Alapjában véve tehát nem más, mint vergődés vagy kapaszkodás a levegőben, hogy a madár előteremtse a megfelelő levegőellenállásokat. Ebből kifolyólag minél kezdetlegesebb a természet alkotta konstrukció, annál sürűbb, annál állandóbb a szárnyverés. Ugyanebből megállapíthatjuk azt is, hogy minél jobban közeledik — üzembírás tekintetében — a konstrukció a kiforrottság



felé, annál kevesebb lesz a szárnycsapások száma. Ezen az úton továbbhaladva azt is megállapíthatjuk, hogy amilyen mértékben fokozta az alkotóerő a dimenziókat, azaz minél nagyobb lett a madár, annál rohamosabban fogyni a szárnycsapások száma. Így tér át lassan, fokozatosan a légi-úszás formája felé. Majd megállapodván az anyagszilárdság és izomerő szempontjából megengedett legnagyobb feszítávolságnál (saskeselyűnél, albatrosznál kb. 4 méter), ezek repülését végül is a folytonos légi-úszásra rendezte be. A légi-úszás felső határát pedig (mert ennek is van külön emelkedési fokozata), abban találjuk, hogy a madár külső segítség (szél) nélkül a legkisebb magasságvesztés mellett a leghosszabb utat teheti meg a levegőben. Ha pedig a legkisebb szellő rendelkezésére áll, akkor ez az úszás „állandó” lesz.

Ezt a megállapításunkat számtalan természettudományi feljegyzés és megfigyelés is támogatja. A saskeselyű pl. órákon át, sőt az albatrosz napokon át nem fejt ki más izommunkát, mint azt, hogy a szárnyakat mereven feszítve tartja vagy a célnak megfelelően állítgatja. (Ha tesz is olykor egy-egy fáradtnak látszó, lassú szárnylengést, ez csak az egyensúly vagy a hirtelen megváltoztatott célirány érdekében történik vagy pedig zsibbadó szárnykarjait frissíti fel az ilyen legyintéssel.)

Levezetésünk tehát tisztán mutatja a repülés kibontakozásának emelkedési irányát, hogy a „fejlődés” vagy „tökéletesedés” merre felé gravitál.

Ha ugyanezzel a szemmel vizsgáljuk a madár légi-életére való berendezését, szárnyán kívül sok mindent fogunk találni, amely a céltudatos bölcsesség mellett szól. Csak egy pillantás a madár testének körvonalaira, azonnal látjuk, hogy minden porcikája ezt az eszményi célt szolgálja. Testének alakja a csőr hegyétől a farka végéig, a homlokellenállások csökkentése érdekében formálódott áramvonalassá. Ügyszintén a test minden részét betöltő dús, rugalmas tollburkolat, valóságos védőpáncélt képvisel az ütődések, sérülések, törések ellen, mert párnaszerű puhaságával enyhíti, felfogja ezeket a külső behatásokat,

hogy az élet „kormányosát”, vagyis a szervezet épségbenmaradását biztosítsa. A karok szárnyakká alakulása többféle tollberendezésével, kizárólag a *levegőt-paskoló* vagy *levegőre-támaszkodó* célt szolgál. Továbbá a kitartó működés érdekében, legerősebbek a szárnyizmok. Az egész szervezet gyöngére, könnyűre van szerkesztve, ellentétben a szárnyakkal, amelynek izomereje és berendezésének szilárdsága a többi testrész rovására szinte túlméreteződött. Az igénytelen, gyöngé lábak is jelzik (különösen a kiváló repülőknél), hogy a madár minden más mozgása, amely szárazföldön vagy vízen történik, háttérbe szoríthat a fő cél, a repülés érdekében. Így vált a madár a légi élet főtípusává.

Ámde a légi élet eme kibontakozásával oly hosszú és változatos útvonalat látunk magunk előtt, hogy lehetetlennek látszik benne az eligazodás. Ha e labirintusban ki akarjuk magunkat ismerni, akkor „iránytű” nélkül meg se mozdulhatunk. Ezért — miként a rovarok repülésénél — a csoportokra osztást hívjuk segítségül. A csoportokban csupán a repülés rendszerét és ennek berendezését (fajra, nagyságra való tekintet nélkül) jellemezzük. A csoportosítást a *felületterhelésben* mutatkozó *eltérések teszik lehetővé* (ami nem tévesztendő össze a szárnyak méretével vagy a madártest nagyságával). Az eltérések variációja háromféle csoport meghatározását kínálja, mégpedig a *kisszárnyú*, *középszárnyú* és a *nagyszárnyú* madarak típusát.

A *kisszárnyú típus* alatt azokat a madarakat értjük, amelyek *folytonos, sűrű és szinte robajló szárnyveréssel* repülnek. Ezenkívül apró szárnyaikhoz viszonyítva aránytalanul nehéz testükkel nagy felületterhelésben szenvednek. Repülésük ezért korlátolt, nehézkes. Típusa pl. a veréb, fogoly, vadkaesa stb.

A *középszárnyú típus* alatt azokat a madarakat értjük, amelyek már *alkalmi siklózó és légi-úszó* mozgásokra is képesek: ezenkívül folytonos, de láthatóan *lassúbb szárnycsapásokkal* repülnek. Típusa a galamb, vadlúd stb.



A nagyszárnyú típus alatt pedig a levegő repülőművészeit, a gyakori légi-úszás birtokosait értjük, amelyek csak szárnylengetésekkel és ezt is csak alkalmilag használva repülnek. Típusa pl. a sirály, sas stb.

Ugyanebbe a csoportba sorolhatjuk még azokat a kivételes képességű madarakat is, amelyek már teljes egészében bírják a légi-úszás rendszerét, mert az indulás kezdősebességének megszerzésén és a levegőben használt egyensúlyigazító szárnymozdulaton vagy sebességet felújító egy-egy lengésen kívül sohasem mozgatják szárnyukat. Típusa pl. a saskeselyű, hajós-madár, albatrosz stb.

Figyelemreméltó azonban, hogy a csoportosítás értelmében kisszárnyúak vannak a nagy madarak között épp úgy, mint nagyszárnyúak az apró madarak között. Úgyisint két különböző fajú, de egyenlő testsúlyú madár közül az egyik lehet kisszárnyú, a másik pedig nagyszárnyú típus. Ilyen pl. a fűrj és a sirály, mert amíg a 11 dkg nehéz fűrj szárnyfeszítése 32 cm, addig a szintén 11 dkg súlyú sirályé már 73 cm. A fűrj tehát kisszárnyú, a sirály pedig nagyszárnyú típus. De meg is látszik a kétféle szárnyméret következménye a repülőképeségben. Amíg a fűrj hallatlan gyors, szinte berregő szárnyveréssel, nehezen kapaszkodik a levegőbe, addig a sirály olyan lengén, könnyedén kap fel a magasba, mintha súlya sem volna.

E szerint a kisszárnyúak repülése mindenkor erőpazarló, hogy az eredményekben csak *gyarló* képességet mutasson. A középszárnyúak viszont javuló, vagyis *jó repülő*k, a nagyszárnyúak pedig *kiváló repülő*k lesznek, mert ezek érik el a csúcsteljesítményeket.

Azonban a fejlődés eme folyamatában szintén nincs ugrás, tehát a három csoport hézagai között is találunk átmenetet. De ez már mítsem változtat a csoportosítás lehetőségén. Ilyen átmeneti típust mutat pl a fecske és a tűzok. A fecske az elsőrendű és másodrendű légi-úszók, a tűzok pedig a másod- és harmadrendű csapkodók közé kerülhet.

## A madárszárny berendezése

A madarak kiváló vagy gyarló repülőképessége azon múlik, hogy minő testalkattal, izmokkal és szárnyakkal rendelkeznek. A főszerep természetesen a szárnyaké. Ezekről függ, hogy a működés eredményei milyen mértékben ölthetnek könnyed vagy küzdelmes jelleget. A jó berendezés teszi lehetővé, hogy pl. a sólyom utolérheti, elfoghatja a fürjet vagy foglyot. A fejletlen berendezés következménye, hogy sem a fürj, sem a fogoly minden erőlködés ellenére sem menekülhet a gyilkos karmok elől, amit pl. a fecske játszva megtehet.

Bámulatos és utolérhetetlen az a konstruktóri leleményesség, amely áthidalva kiegyensúlyozott minden akadályt és úgy formálta, idomította az anyagok különböző válfajait, hogy kialakuljon a szárny legelőnyösebb tulajdonságokkal felruházott alakja és működése. A kis kolibritől föl egész a hatalmas kondorkeselyűig, a látszólag csupán dimenziókban változatos madárszárnyban rengeteg tulajdonság halmozódott. Az apró-kerek, hosszú-keskeny, puha, kemény és különböző rugalmasságú formák változatai merednek elénk: sokféle részmozgékony-sággal vagy kijelölt működési körrel. De bármily beosztású vagy berendezésű legyen is a szárny, főtulajdonságaiban valamennyi mégis hasonló egymáshoz. Minden szárny csak egy ponton, a mellső részeken kapcsolódik a testhez, ahonnan a viszonylagos szilárdságból az arányos rugalmasságba tér át. Minden szárny a tövében vastagabb, szilárdabb, a csúcs felé pedig vékonyodó és rugalmas. Úgyisintén a mellső rész mindig vastag, szilárd, a hátsó rész pedig fokozatosan vékonyodó, rugalmas élben végződik.

A madárszárny kettős hivatást tölt be. Az egyik a működés, a másik pedig a testfödés. Az egyik nyitott, a másik csukott állapot. A nyitottan működő szárny a repülést, a csukott pedig a testhez símulva, ennek védelmét szolgálja. A csukódó, vagyis az összehúzódó szárny azonban repülés közben is végez fontos feladatokat. (A



szárnyemelésnél épp úgy, mint felületkisebbségnél.) A szárny kinyitása, kifeszítése, valamint összeesukása vagy behúzása, részben vagy egészben, a légi tartózkodás ideje alatt szüntelen részműködéseket végez. A két véghatár (nyitott és csukott) közti elmozdulások célszerű alkalmazásával először: a szárny terjedelmének adhat különböző változatosságot, ezzel a levegőben sokféle hatást, másodszor: variálhatja tetszés szerint a kívánt egyensúlyi helyzeteket, nemkülönben az irányváltoztatások hatásait is. Az egyszerű csapkodáson kívül tehát számtalan részműködésre alkalmas.

A szárnyak sokféle alakja, mérete, működése és tulajdonsága hozza létre azt a számtalan és változatos repülési formát, amelyet a madárvilág tár szemünk elé. Ezért vannak köztük himbáló, csapongó, vágató, nyilaló, függő, lebegő, úszó stb. megnyilatkozások. Ebből a sokféle repülési formából alakulnak ki a *repülőrendszerek*.

Aligha van a madár szárnyánál szövevényesebb mechanizmusa vagy mesteribb alkotása a természetnek. Konstrukció szempontjából az alkatrészek három fő csoportját különböztetjük meg. Mégpedig az *izomhálózat*, *tollazat* és *csontszerkezet* csoportját. Ez a három csoport (a szárnyműködésen át) a repülés *közvetlen tényezője*. *Közvetett tényezők* még a vér, bőr, szövetek, idegek, amelyek már inkább életműködési szerepkörrel bírnak, mert a repülésben nem mechanikai, hanem biológiai úton vesznek részt. Mechanikai szempontból tehát fontos az *izomerő*, amely a szárnyakat mozgatja: fontos a *tollazat*, amelyből a szárny felülete alakul és fontos a *csontszerkezet*, amely a szárny vázát, alapszilárdságát és mozgathatóságát adja.

Az *izomerő* működése azokon az ismert rohamszerű merevedéseken és ernyedéseken alapszik, amelyek zsugorodást vagy tágulást idéznek elő. Így tehát a működés *kétütemű*. Az izmok kétütemű működésének az a sajátossága, hogy a támasztott mozgás mindig *váltakozó-irányú*. A zsugorodás mindig erőteljesebb, mint a tágulás. Ez az elrendezés szintén rendkívüli céltudatosságról tesz tanú-

ságot, mert szoros összefüggésben áll a repülés feltételeivel. Ugyanis a madarak szárnyesapása, amelyet a főizmok zsugorodásai mozgatnak, sokkal erőteljesebbek, mint a szárny fölemelése. Ennek célja nyilvánvaló, mert a madár nem a szárny emelésével, hanem a szárny lecsapásával tartja fenn magát a levegőben.

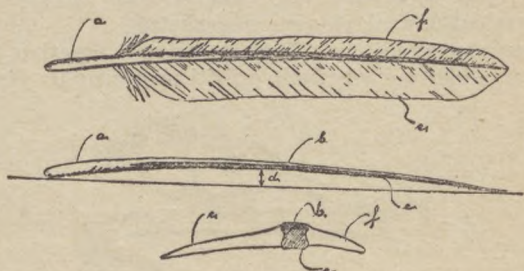
Figyelemreméltó, hogy a szárnyakat mozgó izomerőkészlet madártípusonként is változik, mégpedig a súlyhoz, szárnyhoz viszonyítva, ezért az izomerő éppúgy lehet fejlett, mint fejletlen. Az előbbi esetben az energiakészletnek fölöslegei, az utóbbinál pedig hiányai vannak. Sok esetben ez dönti el az egyes fajok között a kiváló vagy gyarló repülés kérdését.

A tollak szabják meg a szárnyfelület terjedelmét és alakját. Részműködésükkel rendkívül fontos szerepet játszanak a célirányos repülés megvalósításában. Különösen a felületváltoztatás alkalmával, amely külön mozgás a légi-tartózkodásban nélkülözhetetlen. Ha felületkisebbitésre vagy nagyobbításra szorul a madár, akkor a tollak egymásra tolódnak vagy egymástól eltávolodva szétterülnek. Rendezettségüknel fogva igen pontosan, egymást meg nem előzve végzik egyszerűnek látszó mozgásukat. A tollak kifogástalan, önálló működése a repülésnek igen szigorú feltétele.

A szárnytollak mint hajékony, könnyű és rugalmas felületrészek, független működésre is alkalmasak. A vezérszerep természetesen az evezőtollaké. Egy ilyen tollszál (ha alaposan szemügyre vesszük) igen sokféle résztulajdonoságot hord magában, amelynek mindegyike befolyást gyakorol a repülésre. Mindenekelőtt a fokozatosan vékonyodó, hajlékony és rugalmas szára tűnik szemünk elé. Már maga ez a hajlékonyság is csodálatos. Természetes helyzetében lefelé könnyebben hajlik, mint fölfelé. Amely irányban a főnyomások hatnak, ott tehát nagyobb szilárdságról vagy ellenállóképességről tanúskodik. A töben csöves, kerek rudacska, a vékonyodással arányosan négyzetlétessé válik és felsőrésze sokkal keményebb, mint az üré-



ges, szivacsos alsórésze. 31. ábra. Ezenkívül a rudacska-  
nak ívelt a formája, amely hajlat a tollak egymáshoz  
való sorakozásával a nyitott szárnynak alul homorú, felül  
domború alakot ad. Továbbá a rudacsán szétterjedő,  
számtalan sörteszerű szálból alkotott felület, az ú. n.  
„zászló“, a fővezőtollakon kétféle térelosztással szerepel.  
A haladás irányát tekintve, a mellsőrész keskenyebb, a  
hátsórész szélesebb. Ennek a beosztásnak fontos aero-  
dinamikai célja van. És pedig az, hogy már az egyes tol-



31. ábra

lakra ható levegőnyomásnak is meg legyen szabva a pon-  
tos, szabályszerű nyomásközéppontja, vagyis, hogy ez  
éppen a toll szárára essék. Azok a tollak azonban, amelyek  
a közös működésben más helyzetben vesznek részt, amily  
mértékben a hosszirányból áttérnek a keresztirányba, úgy  
válnak fokozatosan egyenlő elosztású felületekké, hogy  
ezzel egyben a nyomásközéppont is a szigorú szabályszerű-  
ség követelményeinek tegyen eleget.

Mindezek a tulajdonságok bámulatos céltudatosság-  
gal szolgálják az erő és terhelési igényeket.

A csontszerkezet három fő- és egy mellékforgópont-  
tal rendelkezik. 32. ábra. Az alsókar, a könyök, a kézfej  
csuklója képezi a három főforgópontot, a kézfej csukló-  
ján nőtt nyúlvány pedig a mellékforgópontot. Az alsó-  
kar forgója köti testhez a szárnyat, amelyet az izomerő  
a vízszintestől a függélyesig minden irányban mozgathat  
vagy elcsavarhat. A b) könyök és a c) csukló a kézfejjel

a test hossz tengelyéhez viszonyítva, főleg vízszintes elmozdulásokat és elcsavarodásokat végez. A három főforgópont a szárny kinyitásakor vagy csukásakor egymással ellenkezően fordul. A mellékforgópont a csuklóval együttesen működik, hogy a szárny teljesen összehúzótt vagy kifeszített állapotba kerüljön. A két forgópont működése azért együttes, mert a külső, legtöbb utat megtevő szárnyrésznek teljes félkörnyi fordulatra van szüksége, hogy a szárny evezőtollai becsukódjanak, amely utat egyedül a csukló vagy mellékforgó negyedkörnyi mozgásszabadságával el nem végezhetné.

A csontszerkezet a kifeszített szárny egyetlen *főtartója* és a felület mellső részét erősíti meg csupán. Ezen az



32. ábra

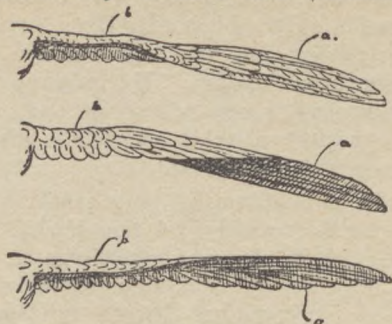
elrendezésen is rajta van a céltudatosság bélyege. Ugyanis a hátulsó résznek és a tollak rugalmasságának mozgásszabadságra van szüksége. A szárnycsapás levegőnyomása azonban nemcsak a tollakat hajlítja fölfelé, hanem a csontforgókra is nyomást gyakorol, hogy ezeket csavarómozgásra kényszerítse. Így a csapó szárny levegőnyomása nemcsak támaszpontokat, vagyis fenntartóerőket termel, hanem az elcsavarodás révén a már ismert *légcsavarszerű előre hajtóerőket* is előállítja. 33. ábra.

A fejlődés színvonalán álló szárny alakja csúcsos és hosszú-keskeny típus, amelynek ellentéte a rövid-széles, kerek, gömbölyített forma. A hosszú-keskeny alaknak továbbá az is előnye, hogy a haladás irányára keresztben állva nagyobb terjedelmet (feszítávolságot), ezzel na-



gyobb nyomást (emelőerőt) talál a levegőben, mint a rövid-széles, de négyzetméterben kifejezve, ugyanakkora felület.

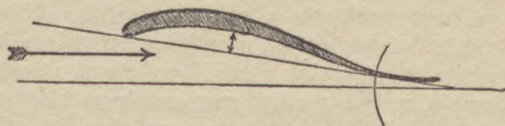
A sokféle szárny között a hosszú-keskeny típus ki-



33. ábra

forrott alakját, a repülés legmagasabb színvonalán álló ragadozómadarak és a tengerjáró halászmadarak között találjuk. Már aerodinamikai kísérletekkel is kimutattuk, hogy úgy erőmegtakarítás, mint sebesség és teherbírás tekintetében az a szárnyalak a leggazdaságosabb, amely 4—5-ször olyan hosszú, mint amilyen széles.

Szinte megrázó, hogy a legszigorúbb szabályok felállításánál minő csodálatos egyszerűséggel járt el az alkotóerő. Hogy oldotta meg minden egyes madárfajnál pl. a rendeltetésének megfelelő, legjobb szárnyprofilát. 34. ábra.

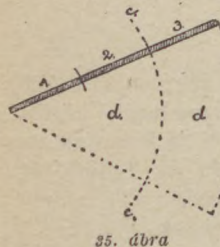


34. ábra

A gömbölyű, kúpos és hengeralakú madártest védelmére szolgáló csukott szárny tollait, a testhez símulás érdekében szintén hajlítani kellett, aminek következtében a megnyitott szárny is (a görbe tollak révén) alul ho-

morú, felül domború alakot nyert. A legérdekesebb, hogy ez a homorúság annál mélyebb, öblösebb, minél testesebb, vagyis nehezebb a madár. Viszont minél mélyebb a szárny homorúsága, annál nagyobb az emelő-ereje. Így tehát a testesebb, súlyosabb madár ilyen egyszerű módon jutott a megfelelően nagyobb teljesítményű, de mindenkör szabályszerű szárnyához. Ugyanígy a vékonytestű madarak (minthogy nincs szükségük nagy emelő-erejű felületre) megkapták a nekik megfelelő, kisebb hordképességű, egyenesebb szárnyakat.

Úgyszintén a fesztávolság vagy a szárny növekedése is mindig a madár testsúlyával tart lépést. De ide már beleszól az életfeltételek szabályszerűsége is, amely szintén előírja, hogy minő időtartamú, sebességű, erőkimélő repülésre legyen szüksége valamely madártípusnak vagy fajnak.



35. ábra

A szárny forgópontjától a csúcs végéig különböző erejű résznyomások alakulnak, amelyek olyan mértékben erősödnek, amilyen mértékben a szárnyfelület részei a csúcs felé mindig nagyobb és nagyobb utakat írnak le, karöltve a sebesség növekedésével.

Ha ezt az arányosan növekedő nyomást a megtett út és sebesség alapján két egyenlő részre osztjuk, akkor megkapjuk a csapkodó szárny ellenállásának középpontját, amelyet ebben az értelemben *csapónyomás-középpontnak* fogunk nevezni. 35. ábra.

Ez a pont rendszeren a szárnyhosszúság külső egyharmada körül ingadozik. Pontos meghatározása attól függ, hogy a szárny alakja minő csúcsban végződik. Ez a pont szabja meg a madár energiafogyasztását is, mert ezen a ponton mindig olyan nagy az igényelt erő kifejtés, amilyen nehéz a madár. A szárny csapóereje tehát csak akkor bírja a madarat levegőben tartani, ha ezen a ponton testsúlyát kiegyenlítette.

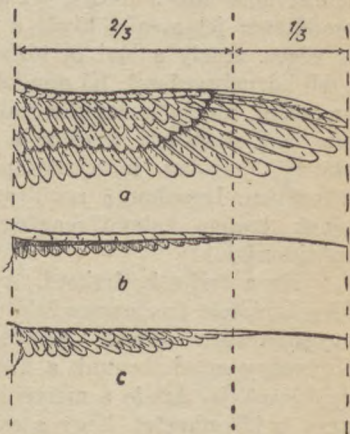
Az ideális repülés igényeit kielégítő szárny kiforrott típusát pl. a saskeselyű is birtokolja. A kifeszített, csú-



esosan végződő szárny kb. 30 cm széles és 120 cm hosszú. Kevés eltéréssel tehát négyszer olyan hosszú, mint amilyen széles. A két szárny fesztávolságát tekintve, így 8—9-szer hosszabb a szélességnél. A profil mellső része tömör, vastag, áramvezető. A végefelé pedig arányosan vékonyodó és rugalmas. A profil mélysége a szárny tövétől az evezőtollak kezdetéig szintén arányosan fogy. A töben a legmélyebb, kb. a szárny szélesség 12-ed részét, az evezőtollak tövéénél pedig már csak a 20-ad részét teszi. Innen kezdve a csúcs felé rohamosan egyenesedik és egy tekintélyes része már profil nélküli *egyenes síklap*. 36. ábra.

Ennek az egyenes síklapnak különleges és fontos szerepe van. Abból a beosztásból, hogy a szárny hosszának csak  $\frac{2}{3}$ -ad része profilozott és  $\frac{1}{3}$ -ad része már egyenes síkot alkot, következik az a rendkívüli teljesítmény, hogy a *profilozott rész hordja a testsúlyt, a síklap pedig vezeti és kitarítja az úszást*.

A kiváló szárny kialakulását tehát igen szigorú szabályok határozzák meg. Ezek a szabályok magyarázzák, hogy melyik az a madárfaj, amely gazdaságosan, könnyedén vagy pedig küzdelmes erőpazarlással tartózkodik a levegőben. De ezek a szabályok megmutatták azt is, hogy összetételben előnyös formák csak ott fejlődhettek, ahol az életfeltételek is azt követelik, hogy a madár *létfenntartásáról kizárólag szárnyai segítségével gondoskodjék*.



36. ábra

## A madárszárny működése

Aki szereti a madarat, sokat gyönyörködik a galamb-sereg repülésében. Ilyenkor nem jut eszünkbe arra gondolni, hogy ez az egyszerűnek látszó csapkodás a valóságban hányféle részmozgást foglal magában. Mi csupán a csapkodás eredményét látjuk. Természetesnek találjuk, hogy a galamb a levegőben tartózkodik és testsúlya ellenére nem hull a földre. Ki gondol arra, hogy a repülés csodálatos jelenségén kívül a szárny még olyan munkát is végez, amely a légi tartózkodást is ellátja a legpontosabb kormányzással. Ki gondol arra, hogy a szárny olyan szerszám, amely a repülés változatos igényét még olyankor is kielégítheti, amikor a csapkodás megszűnik és a szárny látszólag mozdulatlanul, kiterjesztve mered a levegőben. Ilyenkor a repülést nem is a szárny működésének, hanem valami megfoghatatlan misztikus erőnek tulajdonítjuk.

Ez a felfogás érthető. A csapkodásban foglalt mellékmozgások (reflexmozgások) a szárnyak gyors vagy egyenletesnek látszó mozgása közben láthatatlanok. Ugyanígy gondolkozunk a kiterjesztett, feszített szárnyú repülésről is. Ámde a mélyebben látó ember a hatásokból arra is következtet, hogy a csapkodás minden egyes ütemében, vagy a szárnyfeszítés méretében a szükséges emelő- és továbbítóerő előállításán kívül még más tevékenységnek is kell szerepelnie, amely a célnak megfelelő egyensúlyi és kormányzási műveleteket alakítja. Aki ilyennek látja a szárnyak működését, nem téved. Mert a szárny olyan tökéletes és automatikus formában végzi a szövvényes feladatokat, amilyen pontos, határozott, de folyton változó mozdulatokra csak az *életműködés* képes: legyen bár ez a működés *ösztönszerű* vagy *tudatos*!

Minden egyes szárnycsapás (legyen ez bármilyen gyors) a madár céljának, törekvésének megfelelő, ösztönszerű mozdulatok variációja. Hasonló a feszítve tartott szárnyműködés, amely szintén önállóan végzi a légi-kapaszkodás, az emelő- és előrehajtóerők előállítását, hogy



ugyanekkor kialakítsa az összes kormányzási, egyensúlytartási mozdulatokat is, a maga végtelen finomságával.

A légi mozgásnak ezt a sokoldalúságát a madár annak köszönheti, hogy szárnyát megfelelő mértékben, fokozatosan és hatásban *kisebbítheti, nagyobbíthatja, mozgathatja, forgathatja, eltolhatja vagy megállíthatja. Ez a célirányosan kormányozható repülés lényege.*

Alapvető értelemben a repülés *két főrendszerben* nyer kifejezést, amely egyszersmind határköve is a fejlődés menetének. Így az egyik rendszert alsónak, a másikat pedig a repülés felső határának vehetjük. Az alsó határt *kapaszkodó-repülésnek, a felsőt pedig légi-úszásnak* határozzuk meg.

A kapaszkodó-repülés mindenkor szoros összefüggésben áll a szárnyak *verő, csapkodó vagy lengő* mozgásával. A szárnyak különféle erejű és sebességű csapkodásának természetes célja tehát *a levegőbe való kapaszkodás.* Ellenben a légi-úszás olyan *feszített szárnyú működés,* amely a kormánymozdulatokon kívül másféle munkát nem végez.

A szabadszemmel alig látható, *kapkodó-szárnymozgatástól* (veréb) a lassúbb *verőműködésen* át (galamb) a lomha *csapkodással* (varjú) mindinkább lassul, esőndesedik, hogy a méltóságteljes *lengések* után (sirály) elérkezzék a teljes *szárnymegállítással* (sas) járó légi-úszásig. Ez a folyamat a fejlődés menete.

A szárnyak mozgása, miként az izmok működése, szintén *váltakozó-irányú.* Minden egyes szárnyecsapást szárnyemelés követ és úgy az alsó, mint a felső véghatáron útját megszakítja, megáll, hogy bizonyos szünet után kiindulási pontjára térjen vissza. A szárnyecsapások több apró madárnál percenkint százakra, sőt: ezrekre menő számat tesznek (pl. a kolibri, amelynek szárnyrezgése a darázshoz hasonló zümmögő hangot ad). A legnagyobb madaraknál pedig alig néhányat.

A levegőben megnyitott szárnyak akár mozgatva, akár mozdulatlanul, mindig *üzemet, működést* jelentenek. Külön kiemeljük, hogy *a szárnyak akkor is működ-*

*désben vannak, amikor látszólag nem dolgoznak: vagyis nem csapkodnak, hanem kiterjesztett állapotban feszülnek a levegőben. Ez a „nemműködés“ csak látszólagos. Azzal, hogy a madár a szárnypárt feszítve tartja, hogy vele a levegő- vagy a széleryomását felfogja és ezzel testsúlyát a levegőben tartsa, szintén munkát, működést fejt ki, ami energiafogyasztásba kerül: bár ez lényegesen kisebb a csapkodásnál. A madár csak akkor nem fogyaszt vele erőt, amikor a földön tartózkodik vagy pihenő helyzetben egészen becsukja, hogy vele testét beburkolja.*

A fejlődés legalsó fokán álló kapaszkodó-repülés a madarak legfárasztóbb légi tartózkodása. Jellemzője, hogy az így repülő madár hamar kimerül, gyakori pihenőket tart vagy a légi utat csakhamar beszünteti. E nagy és hátrányos következményeket leginkább a távrepülésre kényszerült kissetárnú vándormadarak viselik, ha nem szállhatnak le pihenni (ismeretes pl. a fürjek tengeri katasztrófája).

Az állandó csapkodással repülő madarak mind tömzsi, nehéz testtel, apró, kerek szárnyakkal rendelkeznek. A kapaszkodó-rendszer alsó határa ezért a legnagyobb felületűterhelés, energiafogyasztás és erőpazarlás jegyében működik. Ellenben azok a madarak, amelyek a kapaszkodó-repülés fejlődési útján haladnak, már kényelmesebben járnak a levegőben. Különösen, ha módjukban áll a mérsékelt csapkodás közé alkalomszerű „állósárnú pihenést“, úszást is vegyíteni. Az ilyen mesterkedéssel, repülésük kitartóbb lesz.

Szembeszökő ez a kétféle képesség pl. a fecske és a veréb között. Amíg a veréb rendkívül gyors szárnyveréssel rövid ideig és kisebb távolságokra repülhet, addig a fecske egy-két szárnyecsapás után már nyílalva úszik, cikázik és igen nagy távolságokat bekalandozhat a levegőben. A veréb pár perces megszakított repüléseivel szemben a fecske jóformán egész nap a levegőben tartózkodik.

Ugyanilyen fejlődési emelkedést láthatunk a többi kapaszkodó-repülőben, amelyek fokozatosan közelednek a légi-úszás rendszere felé. Tapasztaljuk a galambon, var-



jún, de különösen a rendhez egészen közelálló sirályfélék repülésén. A sirály pl. a kapaszkodó-repülés erőteljes szárnycsapásait csupán az indulás pillanatában használja.

Ebből tehát kiviláglik, hogy a legnagyobb erőfogyasztást a repülés megkezdése követeli. Amíg a madárnak nincs vízszintes sebessége, még a legjobb röptű madárnak is problematikus az indulása (a startja). A kezdősebesség megszerzésének küzdelmei, különösen az alsóhatáron álló kapaszkodóknál mutatkozik igen feltűnően (pl. a fogoly vagy fácán az indulás pillanatában annyira dolgozik, hogy majd szét robban).

Az indulás kapaszkodó formája egészen nyitott szárnycsapásokkal és a szárnyemelésnél igen heves *szárnybehúzással*, vagy inkább *összerántódással* történik. A szárny csapásából származó emelőerőt a szárnyemelés reakciós légellenállásával szemben csak összehúzott, vagyis az így *hatástalanított* szárny őrizheti meg. A szárnyemelés összehúzásának mértéke nem mindig egyforma, mert attól függ, hogy a madárnak a reakciós hatások ellen milyen mértékben kell védekeznie, vagyis mennyire befolyásolja a repülést a szél, milyen nagy a gyorsaság levegőnyomása vagy milyen nagy a szárny felületterhelése. Ezek a tényezők kényszerítik ki főként a reakciós hatások kivédéséhez szükséges szárnybehúzások mértékét.

A légi-úzás művészeinek szárnyösszehúzásai sokkal mérsékeltőbbek, mint a kisszárnyú madaraké. Még akkor is kisebbek, ha teljes erővel végzik a gyors, emelkedésre szánt csapkodásokat. Ezek a madarak még ilyen esetben is *inkább az úzás, mint a kapaszkodás rendszere szerint érik el eredményeiket*. Némely típusnál pedig, mint a pelikánnál, albatrosznál például csak a szárnyvégek keskenyülése jelzi a szárnyemelés ilyen célú törekvését. Igen nagy tehát az ellentét azokkal a test mellé húzott szárnyemelésekkel szemben, aminőt pl. az állandóan kapaszkodó fürjnek, fogolynak kell végeznie.

Amíg a madár nem szerezte meg a szükséges kezdő-

sebességet, addig minden légellenállást támasztó szárnyemelés visszataszítja a földre. Láthatjuk ezt szélesendes időben a varjú indulásán is, hogy ez milyen gyakori visszapattanásokkal jár.

A működés megismerése érdekében szükséges, hogy a szárnyat *két részből álló felületnek* tekintsük, mert végeredményben a legtöbb működő szárny kétféle rendszerben szerepel a repülés szolgálatában. Ugyanez a cél kívánja előbb a lassú szárnylengés ismertetését, hogy szemléltetőbben lássuk a leggyorsabb szárnyverésnek ugyanilyen természetű, de kevésbbé látható működését is. A sirály szárnya erre különösen alkalmas, mert a két főrész minden parányi izomrándulását figyelemmel kísérhetjük.

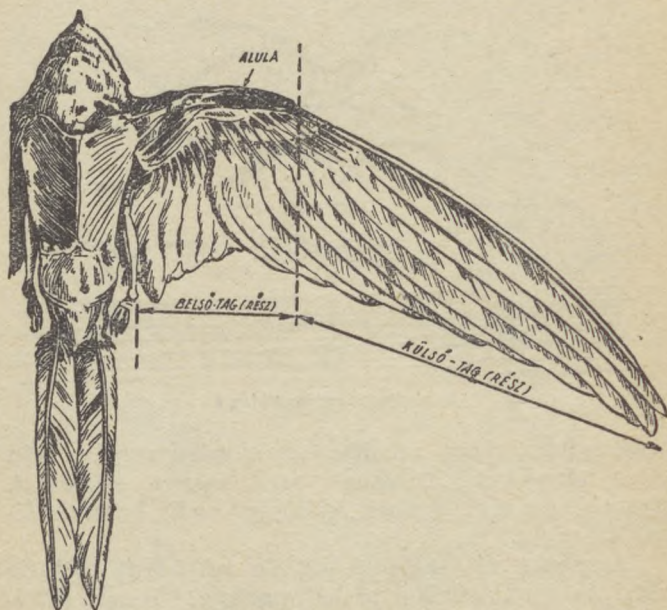
Az egységesnek látszó nyitott szárny hossza mozgás közben két tagra osztódik, amelynek mindegyike egymástól független munkát végez. A két részre osztás alapján *egy belső- és egy külsőtagot* különböztetünk meg. A „belsőtag“ a szárny felerősítési pontjától a kézfejesuklóig (evezőtollak töve) terjed, a „külsőtag“ pedig a kézfejet az evezőtollakkal együtt foglalja magában. 37. ábra. A két tag minthogy többnyire egymástól függetlenül és eltérően dolgozik, tehát *kétféle repülőeszköznek* is számíthat.

Az a könnyed lebegés, amely a sirály repülésében oly egyszerűnek és jelentéktelennek látszik, a komplikált műveletek egész sorozatát rejti magában. Ha éles szemekkel figyelünk és meg tudjuk különböztetni egymástól a folyton változó szárnymozdulatokat, akkor egészen más fogalmunk lesz a szárnyecsapkodás rendkívüli működéséről. Elsősorban annak kell feltűnnie, hogy a lengő szárny „belsőtagja“ alig vesz részt ebben a tevékenységben, mert a „külsőtag“ nemcsak helyzeténél fogva végez nagyobb csapóutakat és ezzel nagyobb ellenállásokat támaszt, hanem még akkor is mozgásban marad, amikor a „belsőtag“ már régen megállt, sőt visszafelé is indult. Továbbá azt is láthatjuk, hogy a „belsőtag“ még a legfelső állásból se csap mélyebbre a vízszintesnél, de ugyanekkor a „külső-



tag“ még mindig folytatja útját és a legmélyebb alsó állásban majdnem merőleges helyzetbe kerül.

A mellékelt rajz, amely a csapongó sirályok szárny-állását mutatja, ezt tisztán szemlélteti. Egyetlen szárny-tartást sem találunk, amelynek „belsőtagját“ a víz-szintesenél mélyebb alsóállásban tüntetné fel. Ugyan-ekkor a „külsőtag“ nemcsak ferdén lefelé, hanem majd-



37. ábra

nem merőlegesen esüng a „belsőtagon“ és valóságos fordított „V“-alakú szárnyat mutat. Ezt az állást az emelkedő szárnyak még magasabb helyzetben is megtartják.

Ez a „V“-alakú szárnytartás sok mindenre ad felvilágosítást. Mindenekelőtt megerősíti azt a megállapításunkat, hogy valamennyi alsóállásba kerülő szárny három-féle szabályszerűségnek van alávetve. 1. *lengés közben két*

tagra osztódik, 2. egymástól függetlenül, de 3. egyidőben két különálló rendszerben működik.

Ennélfogva megállapíthatjuk, hogy a mélyebb pontra kerülő „külsőtag“ a „belsőtagnál“ időben is továbbtartó működést végez, mert csak így alakulhat ki a nyitott, egyenes szárny jellegzetes „V“-alakja. Úgyszintén



(A szárnyak szárnyállása.)

megállapítjuk, hogy minden egyes szárnyesapás után a két törzsközei „belsőtag“ aeroplánszerű működést, ugyanekkor a továbbmozgó „külsőtag“ pedig kapaszkodórepülést végez.

A szárny két tagjának kétféle működését többféle fizikai és aerodinamikai szabályszerűség követeli. Elsősorban a lecsapott szárny lendítőerejének káros hatását kell megszüntetnie, mely abban a pillanatban hat rontólag, amikor a szárnyesapás véget ér. Továbbá a lecsapó szárny után rohanó levegőörvények káros hatását is ki kell kerülnie, amely beleütköznék a megálló szárny felső oldalába és ezzel szintén letaszító nyomást termelne. Ez a káros nyomás leginkább a „külsőtag“ végét támadja hevesen, a lendítőerő pedig a „belsőtag“ törzsközei részén fejti ki rontó hatását. Ezt a kétféle és a repülést akadá-







1. Középpállya.



2. Felsópállya.



3. Alsópállya.



4. Középpállya.



lyező káros hatást a működő szárny úgy semmisíti meg, hogy a lengés irányváltásának pillanatában a „belsőtag” már megkezdte a szárnyemelés munkáját, amikor a „külsőtag” még mindig *lefelé tartó* mozgásban marad. Ez az *utómozgás* háromféle módon szolgálja a légi tartózkodás sikerét: 1-ször, a lecsapott szárnyba halmozódott lendítő erőt, az emelődő „belsőtag” ellenkező mozgásával *rugalmasan veszi át*, amit a „külsőtag” a még tovább tartó *kapaszkodó mozgásával támogat*. 2-szor, az emelődő „belsőtag” a „külsőtag” irányváltásának pillanatában *már befejezte* emelődő útját. 3-szor, a külsőtag után rohanó káros légnyomás a mélyen csüngő felületre nem függélyesen, hanem inkább vízszintesen, vagyis *oldalról támad*, amelynek taszítóerejét a két szárny egymással szemben *felfogja és hatástalanítja*.

A zavartalan működéshez hozzájárul még az egész szárnyfelület kisebb mérvű összerándulása is, amelynek lendítőereje a hatástalanítás érdekében szintén *felfelé működik*: vagyis nem taszítólag, hanem emelőleg hat. Ugyanekkor az *evezőtollak is jórészt összehúzódnak* (a kritikus ponton felületkisebbitést létesítenek), hogy ez is csökkentse a szárnyra ható légnyomás káros beavatkozását.

Minden egyes szárnylengés, amely egy szárnyesapásból és egy szárnyemelésből áll, tulajdonképpen olyan körfolyamat, amely *4 ütemet* foglal magában. A 4-es ütemet a következő szárnyállások határozzák meg: 1. *középállás*, 2. *felsőállás*, 3. *alsóállás* és 4. ismét a *középállás*.

A lengések körfolyama tehát a középállásból indul és oda tér vissza. Minden egyes lengés végeztével pedig ezen a helyen rövidebb-hosszabb *szünetet* tart. A körfolyamat *hollpontja* a szárnyak középállása, amely egyben a szárny pár vízszintes helyzetét is jelenti, de ugyanekkor lehet összehúzott vagy feszített állapotban a szünetet tartó szárny pár.

A lengések legfontosabb üteme tehát a középállás, ahonnan a szárny *lassú emelődéssel* vagy a behúzott szárny *gyors kilökésével* kerül a felsőállásba. Ekkor követ-

kezik az energia *robbanásszerű* lökése, amely a szárnyat a középpállásig lecsapja. A további csapó mozgást pedig csak a „külsőtag“ folytatja, hogy csökkenő, végül teljesen elfogyó sebességgel kerüljön az alsóállásba. Az ekkor már emelkedő „belsőtag“ pedig megáll és *aeroplánszerű* nyugalmi helyzetében megvárja a lassan emelkedő „külsőtag“ csatlakozását, miközben hordja a madár testsúlyát. A következő lengéssel pedig ismétlődik a körfolyamat.

Az ütemek között folytonos súlypontvándorlások létesülnek, amelyek siklást, a siklás pedig haladó sebességet támaszt. Az állandó és folytonos súlyponteltolódás szemléltethető következménye a két szárnynak az a sajtószerű mozgásformája, amely annyira hasonlít az *evezéshez*. A madár tehát csapkodás közben *evezőmozdulatokat is végez*, a fejnehéz és faroknehéz viszonyok megszabott határai között. A lengő szárnyak a madártest két oldalán tehát mint légi *evezőlapátok, ösztönszerű* ügyességgel teljesítik kényes feladatukat.

A lengések részműködései közé tartozik még a szárnyfelület *kisebbitésének és nagyobbításának* alkalmazása is, ami csaknem egyértelmű a *szárnyösszehúzással és kifeszítéssel*.

A *felületkisebbitéseket* a madár igen sokféle céllal alkalmazza. Leggyakrabban a „külsőtag“ tevékenykedik. Ennek hatása mindig eredményesebb. A felületkisebbités mindenkor célja a káros hatások kikerülése, úgyszintén a széllökések vagy az egyensúlyi zavarok elhárítása. Ezenkívül az irányváltoztatások gyors végrehajtásában, különösen a nagyobb légköri zavarok esetén lesz nélkülözhetetlen.

A *felületnagyobbítás* mindenekelőtt a szárny levegőnyomásának erősítését és ezzel az erőkimélő „lassúbb“ csapkodást szolgálja. Jó szolgálatának leginkább szélesendben, de különösen hátszélben veszi hasznát.

Az ilyen irányú mesterkedésnek azonban csak a nagyobb szárnyú madarak veszik hasznát, mert a légiúszásban tehetetlen kisseb szárnyú madár csapkodás nélkül meg se maradhatna a levegőben (a szárcsa, vadkacsa még



leszállás közben is rászorul, mert gyors, zuhanó süllyedését sűrű csapkodással kell fékeznie).

A levegő ellenállásának kihasználása a repülésben, ismert tevékenység. De van a természetes repülés titkai között a rejtett erőknél is szerepük. Különösen a mozgásba jött madárszárny megfigyelésénél folytonos meglepetésben részesülhetünk. Minduntalan felfedezünk valamit, ami ismereteinket gazdagíthatja. De talán egyik se lesz olyan megdöbbentő, mint az a felfedezésünk, hogy a szárny nemcsak levegőellenállásokkal szerzi meg a légi támaszpontokat, hanem a nagy cél érdekében még a *lendítőerők értékesítését* is szolgálatába hajtja. Különösen a gyorsan pergő szárnyveréssel röpködő madarak veszik hasznát ennek az egyébként károsnak ismert erőnek. A repülő madár talán még a természetben is az *egyetlen élő szerkezet*, amelynek működésében a lendítőerőt céltudatosan felhasználva találjuk!

A természet misztériumának ez a bámulatos tünete végigvonul az egész madárvilág repülésén. A többféle hatással jelentkező lendítőerőnek *két főalakja* van. Az egyik a *madár testsúlyába*, a másik pedig a *szárnyak súlyába* halmozódik. Eredete és tartama viszont *mozgáshoz van kötve*. Minél nagyobb a tömegsúly és gyorsabb a mozgása, annál több lendítőerő halmozódik beléje.

Első alakja, mint rejtett erő a madár testsúlyába halmozódik, ahol állandó készenlétben áll, hogy a madár mozgásának esetleges hiányait pótolja vagy kiegyenlítse és a zökkenőket áthidalja (mint a gépek dugattyújának irányváltoztatásánál a lendkerék). Mint minden súlyos test, úgy a száguldó madár súlya is — a sebességhez mérten — olyan tulajdonságú lendítőerőt hord magában, mint pl. az elhajított kődarab. Tudjuk, hogy ez az erő mindaddig készen áll valamilyen működésre, amíg a levegő surlódása és a föld vonzóereje el nem fogyasztja. A lendítőerő mindaddig csendes, jeltelen vagy várakozó, amíg valamilyen *erőszakos* beavatkozás a testsúly moz-

gását meg nem változtatja. Így tehát a lendítőerő olyan együttjáró tényezője a mozgásnak, amivel számolni kell: mert ismeretes, hogy akkor érezteti legnagyobb hatását, amikor a mozgás hirtelen megakad. Ilyenkor rombolóerővé is változhat, mert vagy másban vagy magában a befogadó testben tehet kárt (az ágyúgolyó falakat dönt, a madár agyonveri magát stb.). Ámde a természetben megnyilatkozó Bölcsesség útmutatással szolgál, hogy lehet vele *hasznos munkát* is végeztetni!

A lendítőerő második alakja a szárny összerántódásával és egyéb mozgásával halmozódik a szárny pár súlyába. Működése azonban itt már nem *automatikus*, — mint az előbbi esetben —, hanem *szabályozható, adagolható, irányítható és vezényelhető működést fejt ki*. A szárny súlyába halmozódott lendítőerő tehát a madár ösztönéhez igazodik, hogy tevékenysége mindig *megfelelő hasznos munkát végezzen*. Vizsgáljuk meg, hogy miként szolgálja a repülés eszményi célját.

Mindenekelőtt felhívjuk a figyelmet, hogy a kapaszkodó-repülésben a madár haladó-mozgásán kívül még egy *különálló mozgást* is észlelhetünk. Ha megfigyeljük a csapkodó madarak tovamozgását, látjuk, hogy testüket valami idegen erő *folytonos remegésben tartja*. Ha pedig ez a csapkodás lassú, vagyis a madárszárny csupán lengéseket végez, akkor ez a mozgás *ütemes ringásokká* alakul. Az idegenszerű mozgás ütemei tehát mindig azonos számúak a szárny csapás vagy szárnylengés számával.

Ez a tűnemény a különféle megszakításokkal dolgozó szárnyak lendítőerejének is következménye, amely minden egyes irányváltoztatásnál vagy megakadásnál mutatkozik. Így a madártest rezgő vagy ringó mozgását, nemcsak a szárnyakkal paskolt levegő ellenállása, hanem a szárnyak súlyába halmozódott lendítőerő hatása is előidézi.

Ugyanis a szárny felületrészei és ennek súlyt jelentő alkatrészei csapkodás közben nemcsak levegővel kerülnek összeütközésbe (benne ellenállásokat támasztva), hanem összeütközésbe kerülnek a mozgás irányváltoztatásának



*tehetetlenségével* is, amely megnyilatkozás nem más, mint a szárny súlyába halmozódott lendítőerő. Különösen a *szárnyváz (csontszerkezet)* különmozgásának lendítőereje támaszt ilyen hatásokat. Tevékenysége leginkább a szárnyemelés pillanatában, a heves *összerántódás* alkalmával érvényesül.

Ennek a nevezetes lendítőerőnek szintén vannak *nyomásai* vagy *hatásai*, amelyek részben „hasznos“ munkát végeznek.

Ezek a hatások a váltakozó-irányú mozgás következtében éppoly „ütemesek“, mint a levegő ellenállásából származó nyomások. Ezek az ütemek sorozatosan követik egymást és belekapcsolódnak a szárnycsapások levegőellenállásának ütemeibe, hogy ezeket kiegészítve és ezekkel *egyesülve, folytonos ellennyomást támasszanak a föld vonzóréjével szemben*. A lendítőerő és a levegő ellenállása tehát *egymással mindig felváltva dolgozik*, de egymást kiegészítve, közösen végzik a levegőre támaszkodás feltételeinek kielégítését.

A szárnyak lendítőereje is többféle alakban mutatkozik, miközben vagy használ vagy ront a repülés eredményén. Így pl. az a lendítőerő, amely a szárnyemelés felső pontján fejt ki hatását, „hasznos“, mert a madártestre emelőleg hat. Viszont az, amely a szárnycsapás véghatárán jelentkezik, már „káros“, mert törekvése lefelé irányul. A repülés sikerének érdekében a madár ösztöne teljes sikerrel küzd a káros hatások megsemmisítésén, hogy csak a hasznos tevékenység juthasson érvényre.

Ha most lépésről-lépésre haladva figyelemmel kísérjük a lendítőerők működésének irányát, akkor a következő érdekes folyamatot észlelhetjük:

A lecsapott szárny útjának véghatárán lépne fel a lendítőerő legerősebb káros hatása, ha ez természetes úton legnagyobb részt meg nem semmisülne. De ezt a káros tevékenységet még súlyosbítaná a *csapó szárny után rohanó levegőáramlat* is, amely a szárny felületére leszorítónyomást gyakorolna. E káros hatások kivédését a természet igen egyszerű módon oldotta meg.

Ha figyelemmel kísérjük a repülő vadkacsát, amikor már teljes sebességgel rohan a levegőben, tapasztaljuk, hogy szárnyai, alul a has alatt, majdnem összeverődnek, viszont a felső véghatáron (pillanatnyi szünetet tartva) szinte légi-úszásra tártan állnak meg. A helyett, hogy szárnyait testének két oldalán egyenlő szögben járátná — a stabil repülés és nagyobb hatás érdekében — inkább a teste alá gyűjti a nyomásokat.

E helytelennek látszó működésnek azonban igen fontos célja van. Így válnak hatástalanná a káros nyomások. A szárnyecsapások hasznos levegőnyomásából a madár ösztönösen egyrészt inkább feláldoz, nehogy belekerüljön az utókövetkezmények káros hatalmába. Ez a mély csapóút az alsó határon megálló szárny pár lefelé taszító hatásait oldalirányú nyomásokká alakítja és így mindkét káros hatás (a levegő és lendítőerő) az egymás felé közeledő két szárny között (mintegy rugalmas légpárnák közé szorulva) vízszintes irányban nagyrészt megsemmisül, hogy csak elenyésző kis része maradjon meg a madár testének remegtetésére vagy himbáltatására. A megoldást a 38. ábra b) nyilai jelzik, hogy a káros hatások miként működnek a vízszintes irány felé.



38. ábra

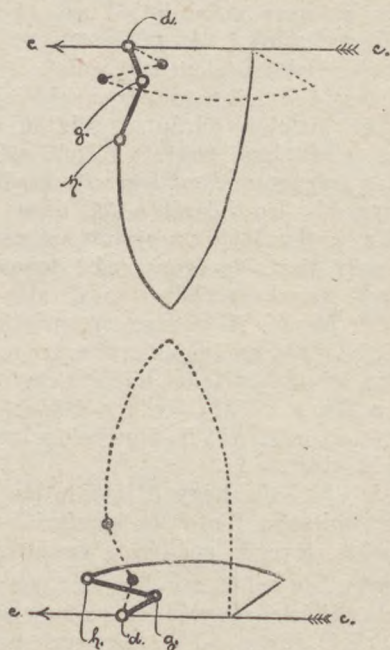
Igen érdekes részlendítőerő az is, amely a szárnyak lecsapása után a madár test-súlyába halmozódik és fölfelé fejt ki tevékenységét. Ez az erő mindig tovább működik, mint ameddig a szárnyecsapás ideje tartott: miközben magával ragadja a

madarat. Hasonlóan a feldobott kődarabhoz, amely behalmozott lendítőerő következtében jóval magasabba repül a kilökött kar hosszánál.

Ugyanilyen elméleti hasznos tevékenységet kapunk a felemelt szárny felső véghatárán is, amely azonban már a szárnyak súlyába halmozódik. Ez az erő viszont akkor a leghatásosabb, amikor vízszintes körüli tárt helyzetben



áll meg. Csapkodás közben az alul mélyen járó és felül vízszintesen megálló szárnyakon tehát csak az a lendítőerő érvényesül hasznosan, amely a testre fölfelé emelőnyomást gyakorol. Mert nyilvánvaló, ha ezek a lendítőerők egyforma irányban, egyforma terjedelemben, egyforma sebességgel és erővel működnének, akkor a madár



39. ábra

minden repülési eredmény nélkül, csupán le-fel ugrálna a levegőben. De még az ábrán feltüntetett működés sem hozna létre repülést, ha nem történne semmi szárnyemelés közben.

Ebben a működésben, amikor a lecsapott szárnynak el kell foglalnia ismét a felső állását, ki kell kerülnie a levegő káros ellenállását. És ekkor áll elő az a szenzációs

teljesítmény, amely a *levegőbekapaszkodást befejezetté teszi*. Ekkor születik meg az a lendítőerő, amely a mélyen csüngő szárny felrántása (összehúzása) alkalmával a madárnak a *legerősebb és legtisztább emelőerőt* adja, amelynek még káros hatású levegőnyomása sincs! (Hasonlóan, mint mikor lelógó két karunkat a hónaljig hirtelen felrántjuk, akkor e mozdulatból az egész testünkre fölfeléható lökést érzünk.) A példának vett vadkaesa szárnya, amikor az alsóállásban egy pillanatig ernyedten lóg lefelé, *kivárván a szárnycsapás emelőerejének hatását*, hogy akkor hirtelen felrántsa, szintén ezt műveli. Az igen heves felrántással szerzett fölfeléható lendítőerő így *kiegészíti a szárnycsapással szerzett emelőerőket*. Ezt a legeredményesebb lendítőerőt a 39. ábra szemlélteti. A c) testet jelző nyílon látjuk a nyitott szárnyat lecsapva (1. ütem), amely tiszta levegőnyomást termelt. A pontozott vázlat a szárnyat összehúzottan, de még emelés nélkül mutatja (2. ütem). A támasztott lendítőerő hatását a madár kivárja, majd az összehúzott szárnyat esukottan fölfelé fordítja, ezután hirtelen kilöki (kinyitja). A fölfelé fordítás a 3-k, a kilökés pedig a 4-ik üteme a csapkodás körfolyamatának. A 4-ik ütemnek szintén van fölfelé ható lendítőereje.

Mindezekből kitűnik, hogy a láthatatlan lendítőerők repülés közben micsoda fontos és kiegészítő munkát végeznek a hasznos levegőellenállások együttműködésével.

Végeredményben tehát minden szárnycsapás értékesített levegőellenállásból és minden szárnyemelés hasznosított lendítőerőből állítja elő a szükséges emelő- és előrehajtó erők folytonosságát. A kétféle természetű hatás egybekapcsolódik s amíg a szárny működik, a nyomás *folytonos*. Ennélfogva a madár még túlterhelt szárnyakkal is megkapaszkodhat a levegőben, vagyis repülhet. A fészekből kiesett verébfiókát is, amikor *gyér tollazatú* szárnyával kétségbeesetten verdesi a levegőt, ennek az automatikus kapaszkodásnak főként a lendítőereje menti meg a halálos zuhanástól.

A lendítőerő és a vele együttműködő levegőellenállás,



*különböző mértékben viszonylik egymáshoz. Hogy a két-féle hatás között melyik fejt ki nagyobb vagy fontosabb tevékenységet, azt kimutatni nem lehet, mert a viszonyosság mindig attól függ, hogy a mozgásnak milyen a sebessége, miáltal az együttműködésnek rengeteg változata és variációs keveredése jön létre.*

Ha pedig a szárnyesapkodás teljesen megáll, akkor *teljes mértékben a levegő nyomása veszi át a vezetés szerepét*, mert a szárnymozgás lendítőereje kikapcsolódott: megszűnt. De míg a levegő ellenállásából *önálló repülőrendszer* is alakulhatott (légi-úszás), addig a szárnyak lendítőerejéből hasonló önállóságot még a természet sem produkálhatott. Az értékesítés érdekében még *a leggyorsabb szárnyverés alatt is kénytelen a levegő ellenállásával együtt működni*. Az egymást *kiegészítő* közreműködés a kapaszkodó-repülés érdekében tehát  *nélkülözhetetlen!*

Így alakulnak, mozognak számtalan változatban a szárnyesapkodások és ezek részműködései, amelyek rendkívül finom érzékenységgel őrködnek az egyensúly megtartásán, úgyszintén a repülés irányításának kényes igényein.

A madár légitartózkodásának eszköze tehát a legfinomabb mechanikai működést végző szárny pár, amelynek segítségével legyőzi a föld vonzóerejét, mégpedig a legkiforrottabb, leghatározottabb és legbiztonságosabb formában. Hogy azért mégse legyen több vagy nehezebb feladat, a levegőben való ösztönszerű kapkodásnál, kapaszkodásnál vagy úszásnál.

A lendítőerők szerepének ismertetését tehát azzal zárhatjuk, hogy a természetnek olyan rendkívüli repülőrendszerével állunk szemben, amelynek elvi összetétele, a láthatatlan és megfoghatatlan alkotóerő egyik gyönyörű, megrázó és minden akadályt legyőző megnyilatkozása: amelyet a természet sok rejtett titkaiból csak a „meglátással” párosult rengeteg gyakorlati kísérlet és ennek eredményei vagy kétségtelen bizonyítékai hozhattak nap-

világra. A kísérleteken alapuló tapasztalatok azonban e sorok írójának sok évtizedes munkájába kerültek...

Végül felmerülhet a kérdés, hogy lehet-e ezt a repülést mesterségesen is utánozni? Ha olyan szabályszerűséggel és a tulajdonságok ismeretével járhatunk el, mint ezt a nagymester természet a kisszárnyú madarak repülésében lefektette, akkor a verőszárnyas repülési kísérletek is sikerülnének! (Ennek az ismeretnek hiánya okozta, hogy évezredek óta az összes verőszárnyas repülési kísérletek fiaskóval végződtek.) De kiemeljük, hogy a mozgószárnyú repülés rendkívül súlyos feladatok elé állítja a tervezőt, mert ez a működési forma *egyben célirányos repülést, kormányzást* is jelent. Sőt, a mozgószárny legérzékenyebb tevékenysége a kormányzásban rejlik. A szárnynak állandóan a repülés irányításával vagy az egyensúly igazításával kell foglalkoznia. A levegőbekapcsolódás szükségyszerűsége csak mint mellékműködés kapcsolódik e finom és fontos tevékenységhez, annak elenére, hogy az energiakifejtés főrészt ez emészti fel. *A levegőbe lendülő madár az elindulás pillanatától kezdve szünet nélkül kormányozza magát. De nemcsak a legerősebb szárnycsapkodástól a legenyhébb szárnymozdulatig, hanem minden egyes ütem részletében is számtalan irányító részmozgása van.*

Mesterséges szerkezettel ilyen szövevényes, ösztönnel, érzékkel egybekötött működést tehát bajos volna „gépiesen” utánozni. Motorral hajtott ornithopter márcsak azért is kivihetetlen, mert az ösztönnek vagy öntudatnak minden egyes szárnycsapáson, sőt: ennek minden ütemén a képzelhető legnagyobb pontossággal *uralkodni kell*. Ezért *motorikus ornithoptert* az emberiség soha ne várjon! Ez csak hiú ábrándja marad a tájékozatlan fantaszták tömegének, amely csak hiábavaló idő, anyagi és sok jobbsorsra érdemes emberi energiát követel áldozatul. Gépi szerkezetbe életet lehelni nem tudunk. A verőszárnyas, motorikus repülőgép megvalósítása súlyosabb és körülményesebb törekvés, mint pl. *az evezőlapátokkal működő motorcsónak*. Pedig már ez is elképzelhetetlen



szerkezeti bonyodalmat okozna, amit megoldani nemcsak céltalan, hanem valószínűtlen is. Mert hogyan működhetne a gépies evezőlapát olyan észszerű pontossággal, mint az élő ember gyakorlott kezében az evezőlapát, amelynek kezelését még az embernek is előbb meg kell tanulnia!

Ennyit még a gép korszakában, a legszövevényesebb szerkezetű, legkiválóbb motortól sem lehet elvárni vagy remélni. Bár a mozgószárnyú repülés bizonyos formájának mesterséges megvalósítása nem ütközik akadályba, de az ilyen szerkezet gépies vagy motorikus formában már nem működhet, mert az ember észszerű, céltudatos vezetését és kezelését a mesterséges szárnyak még kevésbé nélkülözhetik, mint az evezőlapátok!

## ELSŐ CSOPORT. KISSZÁRNYÚAK

### Általános jellemzés

Minden élő szervezetre szinte tételként kívánczozik a jellemzés, hogy *a természet műhelyéből sohasem kerül ki félmunka*. Bár a kisszárnyúak repülését eredmények szempontjából gyarló légi tartózkodásnak minősíthetjük, a lényeg mégis az, hogy minden madárfaj, *mint kísérleti típus, befejezést nyert*.

A természet nagymestere tehát, minden alkotását csak akkor hagyta abba és vetette félre, amikor kitűzött céljának *fejlesztési lépcsőfokán a megfelelő eredményt már elérte*, de amely úton már tovább nem haladhatott és így új utakra esapott át. Így vált a kisszárnyú típus is mintegy kiindulási pontjául a további törekvésnek, vagyis a fejlesztés útján elérhető *legtökéletesebb repülési formának — a légi-úszásnak*.

Ennek alapján a kisszárnyú típushoz is sokféle repülőképességgel felruházott madárfaj tartozik. Ezek a fajok jelentik a csoport keretén belül a fejlődés lépcsőfokait.

A kisszárnyú típus fajainak tömege sokkal nagyobb, mint a madárvilág fejlettebb repülő-típusának mennyisége (bizonyosságul, hogy az önálló repülés kifejlődésének primitív útja milyen hosszú volt). Repülésük bár igen gyakori, mégis ritkábban látjuk őket a levegőben, mint a jobb repülőket.

Azok a gömbölyű vagy gombóctestű apróbb-nagyobb madarak, amelyek nagy testsúlyuk mellé aránylag kicsiny, kerek és öblös szárnyakat kaptak, igen nagy felületterhe-



lésben szenvednek. Ezért csak úgy maradhatnak meg a levegőben, ha nagyon gyors és heves csapkodással erősítik meg szárnyuk levegőellenállását vagy hatását. Repülés közben igen hasonlítanak az elhajított labdához. Többnyire csak egy golyóalakú testet látunk a levegőben rohanni, amelynek feje és farka van. Viszont a szárnyak működését csupán sejteni lehet. Néha ezek oly gyorsan verdesnek, hogy láthatatlanná válnak. De ilyenkor annál erősebb zajt hallunk. A zajt a szárnyverés okozza. A surrogó, robajló heves csapkodásnak pedig alig van látható eredménye. A madár alig bírja magát a levegőbe tartani. Rendesen csak a hangos berregés vagy zúgás hívja fel figyelmünket, hogy madár jár a levegőben. Sokszor csak annyit látunk a szárnyak munkájából, hogy a tömzsi test két oldalán, mint a motolla forog vagy mozog valami árnyékba burkolt szerkezet s ha nem tudnánk, hogy a madár oldalán szárnyak is vannak, szívesebben néznénk holmi repülő kereplőnek.

E jellemző tulajdonság alul még a legparányibb madár, a kolibri sem kivétel. Piciny teste alig nagyobb a lódarázsnál. Ragyogó tollazatával pedig úgy csillog a napfényen, mint a drágakő. De apró szárnypárja a folytonos rezgés következtében már láthatatlan és erős zümmögő hangot ad. Kanadában az angolok zümmögő-madárkának „Humming-bird“-nek is nevezik. Hasonlóak még a legnagyobbak is. A rendkívül erőteljes és gyors csapkodás következtében mindegyiknek zuhog, robajlik a szárnya (a fácán repülésétől pl. viszhangzik az erdő). Mindez sejteti, hogy a szárnyakat rendkívül nagy izomerő mozgatja. A kisszárnúak repülését tehát már e jelek után is ropant fásaszótnak és küzdelmesnek kell tekintenünk.

Eltekintve a ritkábban látható vadon élő fajoktól, a kisszárnúak röpködésével házunk táján is igen sokszor találkozunk (pl. veréb). Így mindenkor kényelmes megfigyelésre nyílik alkalom. Rövidlélekzetű légi felruceanásuk nagyon gyakori és folyton mutogatják kiváló művészetnek nem mondható mesterkedésüket. De még a gyöngé eredmény sem egyforma, mert számtalan fokozata van

köztük a tehetetlenségnek is. A vegyes képességet tekintve azonban kitűnik, hogy egyik-másik faj bizonyos rész-működésben és rövid időre kiválóan fejlett, a másik faj pedig ugyanebben a formában elmaradott vagy tehetetlen (pl. a veréb és a száresa felrepülésének nagy különbsége). Szóval a gyarlóságban is van fejlődési különbség és változatosság.

Szinte tételt lehetne állítani arról az érdekes jelenségről is, hogy minél közelebb tartózkodik valamely madárfaj az ember tanyájához, annál rosszabb, tehetetlenebb repülő. Érdekes, hogy ez a faj túlsúlyban a kisházisárnyú típushoz tartozik. De ezt csak azokra mondhatjuk, amelyeket folyton közelünkben láthatunk, mert pl. a fecske vagy a gólya, amely velünk bár egy földel alatt tartózkodik, de folyton messze kalandozik, a jó repülőkhöz tartozik. Ha körülnézünk házunk táján, természetesen találjuk, hogy a kacska egyáltalán nem bír repülni, ellenben a vadkacska már a gyarlón repülő, kisházisárnyú típushoz tartozhat. Ugyanígy az előnyösebb házisárnyú házi liba is csak őszi felé bír repülni, míg ősei, a vadludak, már egészen jól repülnek.

Érdekes megfigyelésre ad alkalmat, hogy a libának, de valamennyi házisárnyasnak is, mily kevés kellett a repülőképesség elvesztéséhez, amikor ennyire eltávolodott a vadon élő rokonától! Ez a körülmény tisztán mutatja, hogy miként hat az ember közelléte a madarak repülésére. A hasonló felépítésű és szabályszerű berendezéssel ellátott szelíd liba pl. még tud valamit repülni, mert vad testvére elég otthonosan mozog a levegőben. Benne tehát maradt még valami az ősi tehetségből. Ellenben a sokkal gyarlóbban repülő vadkacának már oly kevés vesztenivalója volt, hogy szelíd fajtestvérén már kiütközik a teljes tehetetlenség. Ugyanígy a többi házisárnyasnál, (csirke, páva, pulyka stb.) vad fajtestvéreikkel szemben csak a szárny emlékeztet arra, hogy eredetileg a „repülő-világhoz“ tartoztak. Képességük kimerül már a távolugrásban vagy az alacsony kerítés átrepülésében. A liba híres őszi repülése sem különb. Érdekes nála



az ősi ősztön ébredése, amikor ősszel megszállja a költözökös vágya (a vadludak vándorlásának kényszerhatása). Micsoda nekibuzdulással, hívogató harcizajjal, hangos dirrel-durral indul neki a repülésnek. Úgy viselkedik, mintha az operenciás tengert akarná átrepülni. De egy-két méter magasság után, még a libalegelő végére sem ért, már kiáll a fárasztó repülésből és megadja magát sorsának. Csöndes beletörődéssel ereszkedik a jó anyaföldre. Ekkor már nincsen harei zaj vagy hívogató csatakiáltás. Elfelejtí még a halk gágogását is, mert nagy aggodalmak között, mintha élete függne a leszállás sikerétől, rendkívül óvatosan közeledik a földhöz. De amint lába talajt érez, örömeben ismét hangoskodik. Nagy büszkén, kurjongatva hirdeti világgá, hogy a nevezetes eseményt szerencsésen túlélte.

A nehéz röptűek ilyen küzdelmes légitartózkodásából sok következtetést vonhatunk le. Így a gyarló repülésnek lehet tulajdonítani azt a feltűnő viselkedést is, hogy még a vadon élő kissetárnýúak is szívesebben húzódnak az emberlakta vidék közelébe, mivel a gyöngé repülésből származó veszedelmek ellen nagyobb védelmet, kényelmesebb megélhetést és nagyobb biztonságot találnak. (A rigón is tapasztalható, hogy mostanában rendezkedik be a városi életre.)

Legszembetűnőbb képviselője ennek az ősztönnék a mi szürke, bizalmas barátunk, a veréb. Ugyanez a korlátoltság és létfenntartás nagyobb biztonsága űzhette ökegyelmét is az embertanyák közelébe. Ma már egészen be rendezkedett az állandó szomszédi viszonyba. A jelek szerint ezért a veréb is sokat veszthetett eredeti repülőképességéből, mint ahogy pl. a házigalamb repülése is jóval alulmarad a vadgalamb légi művészetének.

A verébről azonban meg kell állapítani, hogy rövid repülgetése ellenére kiemelkedő képviselője a kissetárnýú típusnak. Gyakori felruccanása ugyan rövidlélekzetű, de légi forgolódása, különösen leszállásai, mindenkor ügyes, pontos és élénken határozott. Apró, ékalakú szárnyait

bravúros gyakorlattal használja. Nincs az a sűrű lomb vagy bokor, amely között a kiszemelt vékonyka faágat eltévesztené. Az ágas-bogas tömkeleg közt minden alkalommal ütdés vagy érintés nélkül úgy elsurran, mint a gondolat. Mintha nem is a levegőn keresztül jutna az ilyen elzárt, kényelmetlen helyekre. Igazi művésze a gyors le- és felszállásoknak. Egyik pillanatban még a háztetőn felel, a másikban már a földön ugrál. Légi mozgásának főrésze tehát csupa felrepülésből és leszállásból áll. Akár a légy: naponta ezernyi leszállást és felrepülést rögtönöz. De fürgeségével is magára vonja a figyelmet. Ezzel a művészettel még a kiválóan repülő fecskén is túlsz. Nem óvatoskodik, nem próbálgat annyi körültekintéssel, mint ez a „rakéta-repülő“, ha valahol le akar telepedni. Mert a fecske bizony a nagyszerű repülése mellett igen körülményes leszálló mozdulatokat végez addig, amíg rászánja magát, hogy a táviródrótra vagy a földre ereszkedjék. A nehézröptűek között is akad tehát valamilyen formában kiválóság.

Azonban nem minden kisszárnyú ilyen ügyes és mozgékony, mint a veréb. Látni kell pl. a puskalövéstől halálrarémmült száresát, de különösen a vadkacsa felrepülését. Olyan robajló erővel csapkod, hogy körülötte recseg-ropog, török-szakad minden. Csak úgy repülnek a sás vagy nádszálak összetört darabjai. És mégis másodpercek telnek, amíg valami *eredmény* mutatkozik. A hallatlan erőfeszítés ellenére nem bír rögtön menekülni. Holott mindent elkövet, hogy a lehető leggyorsabban odébb álljon. Eredmény csak akkor kezd mutatkozni, amikor lábait se rest segítségül hívni. Erőtéljes paskolással csapkodva és lábával kapkodva, hosszabb úton rohan a pocolya felszínén. Ezekkel a lueskoló rugásokkal gyorsítja meg sebességét, amire a sikeres *felrepülés érdekében igen nagy szüksége van*. Hosszas vergődés után, a lábak, szárnyak együttes erőfeszítésével végre sikerül lassan, nehézesen felkaptatnia. De míg eljuthat idáig, legalább 200 méteres távon kínlódva szántotta végig a víz síma tükrét, hosszú barázdákat hagyván maga után. (Ez bizony olyan



szánalmas felrepülés, hogy hozzá képest a veréb valóságos viharadár.)

A vadkacsa indulása és tovarepülése tehát kézzelfoghatóan mutatja az erőpazarlás és tehetetlenség bélyegét. Így a kisszárnýú típus repülésének az *alsó határát* szemlélhetjük benne. Súlyos testét nagyon aránytalan, kiesiny szárnyak hordják. Nyilvánvaló tehát, hogyha csak olyan szárnya volna, mint a verébnek, akkor a megriasztott madár azonnal a levegőben teremne. Eszerint repülése még annyira sem fejlett, mint a verébé, amely nemcsak birtokában van a helyből való fölrepülésnek, hanem módjában áll még haladó-repülését is *gazdaságosabbá* tenni. Így éri el a veréb a kisszárnýú típus repülésének *felső határát*.

A madarak légi mozgásában a repülés kifejezése tehát az *erőpazarlás* jegyében indul és az *erőkímélés* felé fejlődik. Ilyenek a *szárcsák, foglyok, vadkacsák, fácánok* stb. A kisebbek között a *pinty, pacsirta, fűjfélék* seregei: vagyis a *kolibritől, ökörszemtől a libáig* igen sok faj.

E vázlatos ismertetésből is kitűnik, hogy ez a típus rendkívül hatalmas izomerővel rendelkezik, mert a berendezés hiányainak pótlása a hatalmas izomerőre hárul.

Repülő-berendezésük általában magán viseli a rosszhatások és előnytelen beosztások nyomasztó bélyegét. A szárny alakja rövid-széles és nem az előnyös késpenge formával, hanem a sokkal rosszabb hatású ék- vagy tányéralakkal rendelkezik. Hossza alig kétszerese a szélességnek. Rendesen még ennél is rövidebb. Ezek a legrosszabb repülőek. A veréb szárnya pl. 9 cm hosszú és a legszélesebb részén 5.5 cm széles. (A kisszárnýúak egyik legjobb repülőjének szárnya tehát el sem éri a szélesség kétszeresét, holott már tudjuk, hogy a teljesítőképesség nem a szélességgel, hanem a hosszúsággal emelkedik.) Ezt a hátrányt még a hatalmas izomerő sem pótolhatja. Ezért követi a repülést gyors kimerülés: vagyis a sürgős leszállás.

De mindamellet elmondhatjuk, hogy még a legkedvetlenebb madárszárný is, közlekedés szempontjából, a

természet egyik legnagyobb technikai és mechanikai szerkezetének. És miként a repülést mondhatjuk a *mozgások koronájának*, úgy a madár szárnyát is a *helyváltoztatás legkiforrottabb eszközének tekinthetjük*. Nincs olyan finom és bonyolult működés, amely megközelítené a madárszárny ilyen tulajdonságát. De nincsen olyan sem, amely versenyre kelhetne a madárszárny működésének közvetlen egyszerűségével. Pedig micsoda labirintusa ez a részműködések finomságának! Ez a sokoldalú és mégis egyszerű működés érvényesül a kisszárnyú típus fürge és mozgékony repülésében is.

Milyen elbizakodott volt mindig az átlagember — ma éppen úgy, mint a régmúlt időben, — amikor azt hitte, hogy azonnal repülhet, amint a mesterségesen utánzott szárnyát csupán csapkodva mozgatja.

Most is arra a kérdésre kell elsősorban felelnünk, hogy mikor és miként végzi csapkodás közben a madár azokat az aprólékos és finoman érzékeny mellék szárnymozdulatokat, amelynek vezetése, ellenőrzése még a rendkívül gyors szárnyverés közben is a legnagyobb pontosságot követeli.

Az izgató kérdés tisztázására igen messzemenő megfigyelések, kutatások, gyakorlati kísérletek vezették rá e sorok íróját. Évtizedeken át tartó nagy és szinte kilátástalan munkára volt szükség, amíg tisztázhatta ezt a csodálatos működést.

Ezek a gyakorlati kísérletek világították meg elsősorban, hogy a madárszárny működése, mint mechanizmus fő részében „automatikus“.

A működés megkezdésekor a szárny „csukottan“ indul és a lecsapással *önmagától* megnyílik. Minden csapás után pedig az emelkedő szárny automatikusan törekszik az előbbi összehúzott alakját visszanyerni. A legfontosabb részműködés, az ellenállást termelő szárnyecsapás és a hatástalan szárnyemelés tehát *önmagától adódik*. Ez az automatikusság is annál kifogástalanabb, minél gyorsabb a szárnyverés.



Ennek az automatikus működésnek kézzelfogható bizonyítékát a frissen amputált libaszárnyon is láthatjuk. Ha vele csapásokat mérünk a levegőre, akkor a lecsapás megnyitja, a felemelés pedig összehúzza az alkalmasan tartott és mozgatott szárnyat: teljesen visszaadván az élő állat csontforgóinak, tollainak automatikus mozdulatait.

A két fő szárnyalakítást a madárnak tehát nem kell tanulnia, gyakorolnia vagy vezetnie, mert ugyanaz az ösztön intézi, amely a madarat repülésre serkenti és izmait működésbe hozza (erősebben vagy gyöngébben). Csupán az *adagolás mikéntjét kell szabályoznia*. De ezt is ugyanaz az ösztön irányítja, amely összefüggésben áll a madár céljaival és törekvéseivel.

A mindig egyszerű eszközökkel és összefüggésekkel dolgozó természet tehát itt is megtalálta a módját, hogy a legkényesebb igényeket miként elégítse ki. A szárnyműködés fővonatkozásban e szerint úgy oldódott meg, hogy a szárnycsapást intéző izmok feszülése, a légnyomás felleptével a szárnyat *megnyitja*, és pedig olyan mértékben, amilyen erős volt a csapás. Viszont az izmok zsugorodása, amely a szárnyat fölemeli, a nyitott szárnyat *elernyeszti és összerántja*, ugyanolyan mértékben, aminő hevesen indul meg a szárnyemelés mozgása. A működés kifogástalan pontosságát pedig a célnak megfelelően azok az izomrándulások kormányozzák, amelyek a szándékkal párosulva ellenőrzés alatt tartják a szárny minden parányi mozdulatát.

Az automatikus szárnyösszehúzás és kinyílóadás a csapkodva repülés *alapműködését* teszi. A vezetett és ellenőrzött alapműködésen kívül azonban temérdek mellék-működés kapcsolódik hozzá, amelynek formái és nyomasai az egyensúlyigazítás gyors és mégis érzékenyen hatásos sokféleségén nyerne kifejezést. Úgyszintén a képzelhető legpontosabb iránykormányzást, védekező mozdulatokat a külső beavatkozások ellen (szél). Siklásokat, zuhanó levágásokat minden változatban, szintén az automatikus működés *ellenőrzött adagolásával* érik el a madarak. E működésbe tehát sohasem csúszhat tévedés,

amíg a madár életképes és repülni tud. A repülés, illetve a légítartózkodás biztonsága, egyértelmű a repülőképes-séggel. Amint a madár szárnytollai megnőnek, a repülés egyik legfontosabb résztényezője már rendelkezésre áll.

Ennek igen egyszerű bizonyítékát adja a fészekből kiesett fiatal veréb, amely még sohasem repült, de szárnya sem befejezett repülőszerszám még. Az esés pillanatában életöszöne felébred, amely arra serkenti, hogy *valamibe megkapaszkodjék*, nehogy a zuhanással összetörje, agyonüsse magát. Amint a zuhanó fióka megéri a halálveszedelmet, fejletlen szárnyával kapkodni, csapkodni kezd maga körül. Ekkor érzi meg először, hogy szárnyában miféle képesség lakozik. Ekkor érzi meg, hogy szárnyverése az esés sebességét mennyire csökkenti, fékezi. Márpedig a tapasztalatlan verébfiókának sejtelme sincs, hogy a veszély pillanatában szárnyát miképpen mozgassa, miképpen kaphat olyan eredményeket, amelyek lehetővé teszik a levegőbe való kapaszkodást, ha legfontosabb részműködését, a *hatástalan szárnyemelést* nem hordaná automatikusan magában.

Ugyanezt tapasztaljuk a fészket elhagyó, repülőssé vált fiatal verébnél. Ha az öregek vezetésével első légi útjára indul, akkor is tisztán látható a rendszertelen és ügyetlen kapkodáson, hogy a légikapaszkodás alaptulajdonságát szárnyaiban hordja, mert egészen másképp repül, mint az öregek. Szárnyával a levegőbe kapaszkodni már tud, bár ez a művelet is még nagy gyakorlatlanságot árul el. A fiatal veréb vergődését azonnal meg lehet különböztetni az öregek repülésétől, mert valahányszor utánuk indul, mindig teljes és folytonos szárnyveréssel igyekszik nyomukban maradni még akkor is, amikor az öregek erőmegtakarítás céljából megszakításokkal, szünetek tartásával pergetik szárnyukat. Leszállásai is ügyetlenek, gyakran felbukik. Még nem jött rá, hogy a földérintés pillanatában — ha nem akar ilyen kellemetlen „utórepülésben” részesülni — lábát miként tartsa, szárnyát hogyan dolgoztassa, vagyis arra, hogy a sebességét még a levegőben lefékezze.



Az ügyeskedő repülés csínját-bínját tehát már *tanulnia* kell. Napok telnek, amíg elsajátítja az öregek tudományát, a könnyű felszállást, a baj nélküli leszállást, a levegőben való biztos fordulatokat, vagy az erőmegtakarítással való repülést stb. A gyakorlat és az öregeket utánzó hajlam vezeti rá, hogy neki sem kell folyton csapkodnia, ha már elegendő vízszintes sebessége van. Rájön, hogy közbe-közbe ő is használhatja a pihentető szárnybehúzásokat, üzem-megszakításokat. A gyakorlat vezeti rá arra is, hogyha széllal szembe repül, akkor *nem szükséges az automatikus szárnybehúzódásoknak teljes szabadságot engednie*, mert a kevésbé behúzott szárnyemelés hajlásszöge ilyen esetben is segíti a repülést. Az iskola-repülések után, amikor az összes fortélyokat elsajátította, csak akkor lesz belőle igazi, gyakorlott repülő (már aminő a veréb lehet). De ekkor már minden igyekezetével azon mesterkedik, hogy izomerejét a lehető legnagyobb mértékben *kímélje*: vagyis a csapkodásba behúzott szárnyakkal szüneteket keverjen.

Ezek a szüneteket tartó szárnybehúzások jelentik az erőmegtakarítással való repülés első lépését.

### Hajtórepülés

A repülő állatvilágnak igen kiemelkedő jellemvonása az a törekvés, hogy légi tartózkodása közben *minden alkalmat megragadjon izomerejének kímélésére*. Így a kisseb szárnyú madár is, amint megérzi, hogy a levegő nyomása erősödik és ezzel könnyebbé vált a munkája, erőfogyasztásával azonnal takarékoskodik. Az ilyen gazdaságos mesterkedések egyike a kisseb szárnyúak *hajtórepülése*. Ez a művelet abból áll, hogy kisebbsítheti vagy ritkíthatja a szárnyecsapásait.

A kisseb szárnyú madarak repülése közben bizonyára feltűnt már, hogy egyes fajok alkalmilag egy sajátságos repülőformában járnak a levegőt, amely abban nyilvánul, hogy száguldása közben ugrásszerű taszításokkal, üteme-

sen dobják, *hajítják* magukat előre (ezért neveztük el „hajítórepülésnek”). E közben hol csapkodnak, hol behúzzák szárnyukat, vagyis megállítják működésüket. A gombócalakú test, így nemcsak tempósan lökődik előre, hanem közbe-közbe, a szó teljes értelmében szárnyak nélkül repül a levegőben. A szárny nélküli mozgás azonban csak néhány pillanatig tart. Nyomban utána pedig sűrű, gyors és erőteljes szárnyverés következik, de szintén csak rövid időre. Így váltakozik a működés, hol csapkodással, hol szárnyeltüntetéssel: vagyis üzemszünettel. Többszörre távrepülés alkalmával használják a madarak. Nem lesz érdektelen megismerni, hogy ezt a gazdaságos repülési formát miként állítja elő a kisszárnnyú típus.

A mesterkedést a veréb igen gyakran használja. Szinte jellegzetessé teszi még a legrövidebb röpködését is. Ez a behúzott szárnyú ügyeskedés a verébnél tehát szintén *részleges pihenést* jelent. Ha tehát „távrepülésre” szánja el magát, — vagyis ellátogat a szomszéd utcába — akkor már ezzel az erőmegtakarító működéssel vág neki a nagy vállalkozásnak.

A működés menete igen egyszerű. A veréb az ismert heves, surrogó csapkodását megállítja, de ugyanakkor szárnyait teste mellé, szorosan behúzza: vagyis *eltünteti*. A szárnyak eltüntetésével, minthogy a homloklégnyomás azonnal csökken, *a repülés sebessége felgyorsul és mialatt az izomerő nem dolgozik, tehát az erőfogyasztás is szűnnetel*. Ilyen a hajítórepülés egyetlen üteme.

Ezt a szárny nélküli mozgást azonban a veréb csak addig bírja fenntartani, amíg az elkövetkező merülés (amely fokozatosan és nyomon követi a szárny tétlenségét) *érezhetővé nem válik*. Amint a veréb veszteni kezdi magasságát, megújítja a csapkodást, vagyis újabb ütemet alakít.

A mozgás útvonala minden egyes szárnybehúzás után, parabolikus pályát mutat. Szárnycsapkodás közben pedig előbb ferdén fölfelé lökődik, ezután az elért magas ponton összekapja szárnyait és kis ideig egyenes, majd arányosan süllyedő vagy merülő irányt vesz. De mielőtt



ez a merülés nagyobb arányokat öltene, az újabb szárny-működéssel (csapássorozat) ezt a hajlandóságot megakadályozza s egyben az emelő és taszító lökést megújítja.

Mindez világosan mutatja, hogy az előre rohanó testsúlyt a csapássorozattal szerzett taszítóerő hajtja és tartja fenn a levegőben. A csapkodó ütem a testsúlyba lendítőerőt halmoz, amely a behúzott szárnyú madarat — miként az elhajított követ — nem engedi nyomban a föld felé zuhanni, hanem csak fokozatosan merülni. Így tehát csak a lendítőerő lassú fogyásával, arányosan veszt el a veréb is a mozgás fenntartóerejét. Innen az ütem merülése és parabolikus pályája. Minthogy pedig ezek a parabolikus ütemek sorozatosan követik egymást, az egész repülési pálya hullámos útvonalban nyer kifejezést.

Az ilyen erőmegtakarító mesterkedés azonban nemcsak a veréhnagyságú, hanem más nehéztetű és kisseb szárnyú, de nagyobb madárfajnak is sajátja, ha bírja a feltételeket, mert számtalan az olyan kisseb szárnyú madárfaj, amely még ezt az egyszerű, gazdaságos formát sem bírja (ugyanis a hajítórepülés főfeltétele az izomerő fölöslege). Így tehát azok a kisseb szárnyúak, amelyek izmuk, szárnyuk egész teljesítményével éppen csak a levegőben tarthatják magukat, a hajítórepülés előnyeit már nem élvezhetik. Különösen a nagyobb távrepülés alkalmával. Így a rigó, pinty és más madarak sokasága, sokkal kiválóbb repülők a szárcsa, vadkaesa és hasonló fajoknál. Az ilyenek, amikor a levegőben járnak, egy pillanattig se állíthatják meg csapkodásukat.

A hajítórepülést tehát csak azok a fajok bírhatják, amelyek a testsúly kiegyenlítésén felüli emelőerőket is termelhetnek, mert a szünet alatt csak az előbbi erőteljesebb szárnycsapkodás erejének fölöslegéből kerülhet ki az a tartalékhatal, amely utólag is ellátja a madarat fenntartó- és előrehajtóerővel és egyben a gyorsaság növelésével. Legkiválóbbak azok a fajok, amelyek ezt a mesterkedést még erősebb széllel szemben is sikeresen alkalmazzák.

Ilyen pl. a fürj is. Tengerjáró vándorútján különösen nagy segítségére van a hajítórepülés. Szemközti szél nélkül nem is mer nekivágni a nagyvizek fölötti repülésnek. Azonban jaj neki, ha e közben szélesend vagy hátszél lepi meg és a hajítórepülést be kell szüntetnie. Ilyenkor már állandó szárnyveréssel kénytelen repülni, amelynek az a következménye, hogy csakhamar kimerül és a tengerbe vész. (Nem egy feljegyzés van az ilyen esetekről is.)

Ugyanígy vannak fajok, amelyek a hajítórepülés segítségével hihetetlen nagy utakat tehetnek meg. Így pl. egy északamerikai pintyfaj délamerikai vándorútján (a feljegyzések szerint) naponta átlag 400 kilométernyi távolságot is berepül.

A kitartóbb és gyorsabb repülés előmozdítására ez a mesterkedés tehát nem megvetendő segítsége a kisszárnýú típusnak. És mint tapasztalhatjuk, még a veréb is elég jól győzi a fárasztó röpködését. Szürkeruhás barátunk, ezzel a jellegzetes repülésével, amelyet eddig talán figyelemre se méltattunk, alkalmat adott a légiutazás egyik érdekes formájának feltárására s amelyet a természet kincseskamrájából talán nem volt hiábavalóság kiemelni.

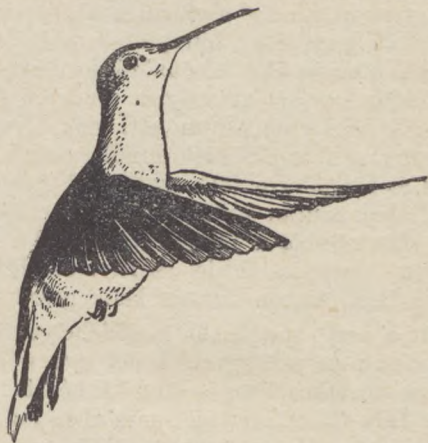
### A kisszárnýúak helikopter-repülése

A madárvilág helikopterikus repülése alapján véve igen kezdetleges, mert a rendszer — mint ahogy a rovarok repüléséből már tudjuk — rendkívül gyors szárnyműködéshez és igen nagy erő kifejtéshez van kötve. A madarak pedig ezt a követelményt csak korlátozott mértékben, vagy sehogy sem bírják. A legapróbb fajok sokaságában még akad egy-egy helikopter-repülő, ellenben a nagy madarak között már hiába keresünk ilyen képességet. A számtalan kisszárnýú faj között a legkiválóbbak a *légy-madarak*, mint ahogy a *kolibri-féléket* általában nevezni is szokták.

A legparányibb kolibri szárnyverése olyan gyors,



hogy rezgésnek is beillik és úgy zizeg, zúg, mint a zúgó-lepke szárnyműködése. Viselkedése is nagyon hasonló. Ha végigkutatja a virágokat, hogy belőle hosszú, vékony csőrével kiszedje a torkoskodó rovarokat, akkor éppúgy függőget a levegőben, — helikopterikusan repülve — mint a zúgólepke. Ezen felüli nagyobb fajok, azonban



(A kolibri helikopter-repülése)

már csak elkényszeredett képviselői a helikopterikus repülésnek. A rövidlélekzetű működést a verébnagyságú madarak bírják legjobban.

Az elmaradottságnak az a magyarázata, hogy a madár nem a légesavarszerű mozgás, hanem a kapaszkodó-rendszer típusa. Így nemcsak a szárny berendezésében, hanem a működésben is igen nagy az eltérés a rovarok ilyen berendezéséhez viszonyítva. Ezenkívül a madár-szárny hátramozgása a „belső és külső rész” megtörésével is *gyöngíti* a hatások eredményét. Ez a kedvezőtlen tulajdonság szintén vele jár a madárrepülés alaprendszerével: a légi-kapaszkodással.

Elttekintve a kolibrinek a zúgólepkéhez hasonló helikopterikus repülésétől, a kisszárnyú madarak tökéletlen

eredményéről egy-két példával, már a betekintés érdekében is, megemlékezünk.

Hogy milyen küzdelmes számukra a helikopterikus repülés, ezt tisztán szemlélteti a veréb is, különösen amikor a földről fölrepül a ház ereszére, vagy mielőtt valahol kikötne, előbb néhány pillanattig függve marad a levegőben. Ilyenkor mindig rászorul e nehéz repülési formára. Gyakori leszállása, felrepülése tehát legnagyobb-részt a helikopter-repülés különböző formája. Leszállásnál pl. a földtől egy-két arasznyira rendesen függve marad a levegőben és csak ezután ejti magát ruganyos lábára. Ugyanígy a fölrepülésnél, mindig vízszintes szárnyműködéssel és függőleges fölemelkedéssel, *helyből* hagyja el a talajt. Csak ezután váltja át szárnyműködését fokozatosan a vízszintesből a függőleges felé. De még ekkor is kénytelen bizonyos ferde szárnyműködést végezni, amelynek hatása részben szintén helikopterikus nyomás.

Mialatt a veréb megfelelő leszállóhelyet választ magának, a vízszintes szárnyverést hol gyorsítja, hol lassítja. Ennek következtében — faroknehéz helyzetben — a kiszemelt hely fölött függőget, miközben hol emelkedik, hol süllyed a levegőben. Valóságos helyben ugrándozást végez, amíg elhatározza a leszállást. Mindez helikopterikusan történik. Ilyenkor azt is megfigyelhetjük, hogy a szárnyak micsoda erővel dolgoznak. Különösen az emelkedés pillanatában. Az erősen surrogó hang is élénken jelzi a rendkívüli munkát. De amint az emelkedés megkezdődött, a hang elhalkul, az erőfeszítés gyöngül, amely körülmény szintén bizonyítja, hogy a további úton a verébnek már *nincs szüksége* az előbbi nagy munkára.

A széllel kapcsolatban szintén sok érdekes megfigyeléseket tehetünk. A rohamozó, egyenlőtlen szélnek igen nagy befolyása van a veréb repülésére. Láthatóan csak azon fáradozik, hogy *magát a levegőben tartsa*, továbbmozgását pedig a *szél sodrására* bízza. Ezzel viteti magát a cél felé, vagy megvárván az első kínálkozó alkalmat, hogy kiköthessen, miközben egy újabb különleges *távrepülő*-formát alakít. Így jön létre a *helikopterikus-távrepülés*,



a légitartózkodás réme, a madárkatasztrófák okozója, amely néhány perc alatt teljesen kimeríti és leszállásra kényszeríti (ahol sokszor a pusztulás várja) a legerősebb izomzatú madarat is.

Hogy milyen fárasztó és erőpazarló a helikopterrepülés, bizonyítja a madárvilág legnagyobb része, amely még a *helyből való felrepülést* sem bírja. Az olyan órákig tartó tiszta helikopterikus repülés, mint aminővel a rovarvilágban lépten-nyomon találkozunk, a madarak között még percekben sem nyer kifejezést.

Ezt a rendkívüli erőigényt igen gyakran bemutatják a legelő libák is. Ha nagyon melegük van, felágaskodnak és tőlük telhetően igen erős, suhogó szárnycsapkodással „legyeznek” magukat. Ezzel a legyezéssel nemcsak a helikopterikus működés hatalmas erőigényét, hanem a szárnycsapkodás *vízszintes irányát* is szemléltetik. Érdekes e legyezgető működést és a liba haladó-repülését összehasonlítani, hogy konstatáljuk a feltűnő erőigények különbségét.

Tudjuk, hogy a liba csak úgy bír felrepülni, ha előbb csapkodva nekiszalad a földön. Ilyenkor csak fél csapóúton és függőlegesen dolgozik szárnyával, mert a földközel nem engedi meg a teljes csapkodást. Ha pedig már a levegőbe kapaszkodott, még ezek a csapkodások is kisebbednek. Ha most tekintetbe vesszük, hogy a liba legyezőműködése közben egész csapóutakon és teljes erővel dolgoztatja szárnyait, *a nélkül, hogy fel bírna emelkedni*, akkor nem túlzás a helikopterikus működés erőigényét 3—4-szer nagyobbra becsülni.

Még érdekesebb szemléltető példáját mutatja a rendkívüli erőfogyasztásnak a helyből induló, felzavart fogolycsapat. A nagyerejű csapkodás ijesztően robajló. Az erős hangokra azt várjuk, hogy az egész fogolycsapat menten darabokra szakad. Ez a hallatlan erőkifejtés pedig sehogy sincs arányban a levegőbe emelkedés lassú, nehézkes formájával. De ha már a csapat néhány méter magasra felküzdötte magát és irányát haladórá változtatja, az eredmény és a kép azonnal megváltozik. Az előbbi zajos, lát-

hatatlan szárnyműködést felváltja a csöndes és látható csapkodás, mégpedig abban a mértékben, amilyen fokozatosan gyorsul a haladó-repülés. Ha pedig a csapat már teljes lendületbe jött, akkor minden zaj nélkül, csöndesen suhan tova. Sőt közbe-közbe, lelógó szárnyakkal ejtőernyőszerű úszást is keverhet a towarepülés formájába. Mindez feltűnő bizonyítéka annak, hogy a kétféle rendszer, a helikopterikus és a kapaszkodó működés között mily nagy különbség mutatkozik erőfogyasztás tekintetében.

Mint általában véve, úgy a kisszárnyú madarak repülésében is, rendkívül nagy szerepet játszik a szelek járása.

Legkedvezőbb a madár helyzete, ha szembe repülhet a széllel. A *szemközti szél* segítsége fölöslegessé tesz minden helikopterszerű részműködést. A csapkodás ilyenkor teljes egészében az előrehajtó tevékenységet szolgálhatja (függőleges szárnyműködés). Ha ezt elérheti, akkor *legkisebb az erőfogyasztása, mert gyöngébb, kisebb és kevesebb lehet a szárnycsapkodás*. Ilyenkor mesterkedhet a hajítórepüléssel. *Oldalszelekkel* is akként ügyeskedhet, hogy a haladás irányát kisebb-nagyobb mértékben, *neki fordítja a szélnek* s így bizonyos mértékben *szemközti szel*et élvez. A helikopterikus támogatás ilyenkor is elmaradhat vagy csak igen mérsékelt lehet. Ez a körülmény a szél erejétől függ.

*Szélcsendben* és rendes viszonyok között a távrepülő kisszárnyú szintén csak kis mértékben támogatja helikopterikusan a kapaszkodó-repülését. Hasonló módon repül a legerősebb *hátszélben* is, ha ez a hátszél *egyenletes*. Azonban a két sebesség (a szél és a madár mozgása) egyesül, miáltal a madár az orkánt is *túlszárnyalja*, amelynek pusztító nyomását *nem érzi*. (Ilyenkor minden madárnak a földhöz viszonyított gyorsasága rendkívül megnövekszik, hogy elképesztő eredmények mutakozzanak a sebességben.)

Ellenben az egyenlőtlen, *rohamozó hátszél* lökései már arra kényszerítik a madarat, hogy igen gyakran hasz-



nálja a tiszta helikopter-repülést, amely természetesen hamar kimeríti izmait s a légi-út sok esetben katasztrófálisan végződik. Miután az ilyen hátszél elég gyakori, nem lesz érdektelen egy rövid pillantást vetni a vándorúton járó fürjek közismert tengeri szerencsétlenségére, hogy kiténjék az igazi ok, az *egyenlőtlen hátszél* szerepe vagy a szélségség váratlan megszűnése.

Ugyanis sok régi és új természettudományi feljegyzés szól amellett, hogy amíg a fecske, gólya vagy más vándormadár a tenger fölötti utat játszva teszi meg és csak ritkán éri szerencsétlenség, addig a fürjeket ezen az úton gyakran éri katasztrófa.

A komoly megfigyelők egybehangzóan azt is tapasztalták, hogy a fürjsereg, mielőtt nekivágna a nagyvizeknek, a partvidéken megvárja a sirokkó ébredését, amely a légi-út irányára „szemközti szelet” jelent. Úgyszintén azt is tapasztalták, hogy a fürjek kimerülése akkor lép fel katasztrófálisan, ha ez a szél repülés közben a tenger fölött megáll vagy megfordul.

Ezek a többszörösen ellenőrzött, komoly megfigyelések idáig valóban helytállóak, mert a szél segítségét a madarak repüléséből elvitatni nem lehet. De már a megokolásokban, amelyek a katasztrófák okait magyarázzák, bizony hiba van. A különféle magyarázatok már a múltban is sok vitára adtak alkalmat és a helyes megfigyelésekből egyesek igen téves következtetéseket vontak le, amely tévhitek, sajnos, átmentek a köztudatba, hogy még manapság is úgy szerepeljenek, mint elfogadott tapasztalatok.

Különösen nevezetes az a feltevés, hogy a *szemközti szél* a fürj tollait a *testhez szorítja*, miáltal a madár előrehaladása akadálytalan! A fürj ilyenkor könnyen eléri a túlpartot. Viszont, ha megfordul a szél és a madár *hátszelet* kap, akkor a szélnyomás minden tollát hátulról *felborzolja*, amely borzas tollak, mint valami nyitott ernyő, akadályozza a madár előrehaladását. Ez az akadályozott repülés okozza a fürjek halálos kimerülését és pusztulását, mert a tenger hullámaira nem szállhatnak le pi-

henni. Így mielőtt elérnék a túlpartot, elnyeli a holt-fáradtan lehullott fürjeket a tenger.

Hogy hol és mikor született a felborzolt tollak elmélete, nem kutatjuk, mert ma már tisztába vagyunk azzal, hogy repülés közben a fürjek, de semmiféle madárnak se lehetnek felborzolt tollai. A *haladó-repüléshez elsősorban sebesség kell*, amelynek hatalmas légnyomása a madár tollait is állandóan és nagy erővel a testéhez szorítja. Sebesség támasztotta légnyomás nélkül pedig *nincsen távrepülés!* Még akkor sem, ha látszólag a madár áll a levegőben. Minden madárnak ez a légnyomás a fenntartóereje, amelyet akár *maga támaszt* magának, akár a *szél adja* ezt.

A tollak felborzolásához pedig arra volna szükség, hogy a madár a *hátszélben megálljon*: azaz valamiben megkapaszkodjon, mert csak akkor gyakorolhat nyomást a tollazatra is, ha *gyorsabb a madár sebességénél*. De mivel a hátszél a repülő fürjet nemcsak magával sodorja, hanem a repülősebességét is meggyorsítja, tehát a tollakra hátulról nyomást nem gyakorolhat. Mint már kifejtettük a hátszél szerepét, tudjuk, hogy bármily erős szél nyomja hátulról a madarat, ennek sebességét mindig túl kell szárnyalnia, máskülönben nem maradhatna a levegőben. Minthogy a madárnak a *szél sebességéhez a saját sebességét is hozzá kell repülnie*, e közben tehát borzas tollak *nincsenek, de nem is lehetnek!*

A fürjek halálos kimerülésének többféle oka lehet. Nevezetesen a köd, eltévedés, éhség, éjszakai repülés, miközben megáll vagy megváltozik a szélirány stb. Egyik legsúlyosabb ok azonban az előbb ismertetett *kényszer-helikopterikus repülés*, amelyet a szélségség hiánya idéz elő.

Ezért várja meg indulása előtt a sirokkó ébredését is, hogy a kietlen vizek fölött elkerülje a helikopterikus repülést.

A halálos kimerülésnek élénk bizonyítéka az az ismert szokásuk is, hogy végszükségben — nem törődve az em-



ber ellenséges közellétével sem — félholtan buknak az újukba került hajófödélre.

Mindezek alapján talán helytállóbb az a feltevésünk, hogy *a fürjek végkimerülését ez a rájuk kényszerített helikopterikus repülés okozza*. Az egyébként vonzó helikopter-repülést, tehát nem mondhatjuk valami ideális repülőformának.

Ugyanez a körülmény teszi alkalomszerűvé azt a megállapításunkat is, hogy a madarak mindenféle formájú és hosszú ideig tartó repüléséhez elmaradhatatlan segítő tényező *a szél ingyen energiája!*

## MÁSODIK CSOPORT. KÖZÉPSZÁRNYÚAK

### Általános jellemzés

Ha kilépünk házunk kapuján, rendes szokásunk a levegőbe tekinteni, hogy derült szép időt vagy esőt ígérnek-e odafönt. Közönyösen pillantunk a futó felhők után, amelyek mint megriasztott nyáj vágtatva rohannak a horizont felé. Ezalatt észrevesszük, hogy még *más is mozog* a levegőben. Tekintetünk meg-megakad azokon a különféle nagyságú és sötéten vibráló foltokon, amelyek a bárányszerű vagy kéklő ég háttéréből hol egyedül, hol párosan vagy csoportosan szemünkbe ötlenek.

Ezek a kisebb-nagyobb mozgó foltok, amelyek szinte „megszállva” tartják a levegőt, leginkább e csoport keretében tartozó madarak. Bár a kisseb szárnyú típus tömegei számszerint is nagyobbak, mégse feltűnőek. Minthogy szívesebben tartózkodnak a földön vagy aombok között, ezért a levegőben sokkal ritkábban kerülnek szemünk elé. Ha pedig repülnek, akkor is lehetőleg földközeli ben maradnak. A repülésük ezért nem is érdekes. Még csapatosan se keltik fel figyelmünket annyira, mint az a magában kóborló légi-vándor: a középszárnyúak gyászvitéze — a varjú. Szinte tételt lehetne felállítani, hogy azok a madarak, melyek házunk tetejénél vagy az erdők fakoronáinál magasabbra merészkednek, majd mindig középszárnyúak.

Hasonló tapasztalatokat szerezhetünk a nagy szárnyú madaraknál is, holott ők jellemzik a repülés elitjét. Ők a kiválóság megtestesítői. Habár életük leg-



nagyobbrészt a levegőben töltik el, mégis csak elvétve kerülnek szemünk elé. Nemcsak azért, mert a fajok száma kisebb, hanem azért is, mert többnyire embernemjártá kietlen helyeken, vizek, tengerek fölött vagy felhők között csavarognak, mint ezt a nagy ragadozó- és halászmadarak életmódja kívánja. Minden pillanatban láthatunk repülő varjakat, csókákat, galambokat, de repülő sást, kondort, keselyűt vagy albatroszt sok ember egész életében se lát. Hány városi ember dicsekedhet azzal, hogy látott már pl. saskeselyűt repülni? Bizonyára kevesen. Ennek vérbeli vadásznak vagy irdatlan területeken járó vándornak, túristának kell lennie.

Azonban a középszárnyú madarak nemcsak számbeli túlsúlyukra, hanem gyakori repülésükre nézve is feltűnőek, mert folyton a *láthatáron belül* mozognak. Se szeri, se száma a rengeteg fajnak, amelynek mozgása betölti a levegőt. Nincs pontja a szemhatárnak, ahol jellegzetes szárnycsapkodásuk fel ne tűnnék. De nincs oly elhagyott helye sem a természetnek, ahol egy-egy repülő varjúval, csókával, szarkával, vadgalambbal stb. ne találkozoznánk.

Rendesen csapatokba verődve (galambsereg, varjúcsapat) róják a légi utakat, gyakran a felhőkig emelkedve mutogatják, hogy repülésük se nem fárasztó, se nem küzdelmes, de nem is oly veszedelmes, mint a kisszárnyú madaraké. Nehéz és mégis gyöngé eredményű repülésük folytán, a ragadozók prédái többnyire ez utóbbiak közül kerülnek ki. Ugyanekkor fönt és alant, keresztül-kasul mindenfelé, vidáman csicsergő fecskék cikáznak s a ragadozó sólyomnak, véresének még se jut eszébe üldözni őket, mert tudja, hogy a fecskét úgyse bírja elfogni.

Ugyanígy a galambok. Kitartóan és sokat repülnek. Viselkedésük mutatja, hogy mennyire elemük a levegő, mennyire szeretnek benne pajzánkodni. Mindüntalan meg szállja őket a repülési vágy és ilyenkor minő vígan röpködnek! Felkapnak a magasba a nélkül, hogy a repülésnek valami kitűzött célja lenne. Légfürdőznek, kergetődznek, hogy vonzó légi mozgásukkal jelezzék a jobb repülőberendezés *csábító hatását*. Ezzel szembe egyetlen

kisszárnyú madár sem repül *mulatságból*, hanem csak *kényszerből*.

A középszárnyúak ugyan még elég gyorsan verdesik a levegőt, de ez a szárnyecsapkodás már *látható*. Ezenkívül a szárnyműködés rövidebb-hosszabb *pihenő szünetet* is tarthat, vagyis megállított, feszített formában is repülhet. Ez a jelenség pedig a *légi-úszás felé törekvést*, a repülés ezirányú *fejlődését* bizonyítja.

A szárnyak látható működésével kapcsolatban még egy érdekes hatásra hívjuk fel a figyelmet, amely már nem a madarakra, hanem *az emberre* vonatkozik.

Hogy mennyire él a mozgó szárny — mint a repülés tényezője — a köztudatban, mutatja az is, hogy az emberek legnagyobb részének, ha közelről lát repülőgépet az az első kérdése:

— Hát a gép szárnyai nem mozognak? ... Nem?...  
Hogy lehet akkor mégis repülni? ...

Ilyen nyomokat hagyott a szárny mozgása az ember felfogásában. De ne csodálkozzunk, mert a természetben lépten-nyomon — az apró legyektől a legnagyobb madárig — csaknem mindig mozgó szárnyakat látunk. A felfogás maradandóságában mindenesetre oroszlánrésze van a középszárnyú madarak vonzó repülésének, különösen a galamboknak és a fecskéknek, mert csapongásukat mindig gyönyörködve nézzük. Ugyancsak a mozgó szárnyakban tisztelhetjük azt az ismeretlen bűverőt is, amely az embert a repülés felé csábította. Ugyanekkor a ritkábban feltűnő sas, kondor, keselyű stb. feszítettszárnyú légi-úszását annyira megfoghatatlannak, érthetetlennek találta, hogy nem is tulajdonított neki fontosságot. A végtelen egyszerűnek látszó mozgásról el sem hitte, hogy ez is repülés. Még kevésbé tételezte fel, hogy ez a repülés lényege vagy törvényszerűsége és mint úszás a levegőben (a madarak világában) végeél. Valami rejtelmes titkot sejtett mögötte, amire nincs magyarázat. Ellenben a mozgó szárny már azt a meggyőződést váltotta ki, hogy *a repülés munka! A repülésért dolgozni kell: mégpedig keményen!* Kézzelfoghatóan ezt mutatta a természet, tehát az



ember sem tehet mást. Ha repülni akar, akkor neki is csapkodnia, dolgoznia kell! Mert ha a madár nem dolgozik és mégis a levegőben jár, akkor ez olyan elérhetetlen titok, amelyet megérteni, megismerni úgyse lehet.

Ez a felfogás még akkor is tartotta magát, amikor az ember már javában repült. (R. Nimführ. Die Luftschiffart 1909. *Hypothesen zur Erklärung des Segelfluges.*)

Dehát ezen a felfogáson is átvergődtünk (mint a gép-repülés lehetőségének tagadásán is). Rájöttünk, megismertük, hogy nemcsak a gépies vagy munkanélküli repülés van a madarak birtokában, hanem a természetes repülésnek minden elképzelhető formája is. Az ember igazán válogathat bennük. Mindezt pedig leginkább a középszárnyú madarak légi-mozgásában találjuk meg.

Ez a típus mindenhez ért. Valóságos *mindenes*. Repül csapkodó, helikopterikus, kapaszkodó-rendszereket éppúgy, mint feszítettszárnyú úszást. De vannak ezenkívül még különleges vagy sajátos repülőformái is. Ezek közül leginkább a *vágtatva-repülés* és a *nyílaló-úszás* rendszere emelkedik ki. A fecskétől a tűzoknagyságú madárig rengeteg faj teszi változatossá ezeket a mozgásformákat.

Hogy a szárnyműködésnek micsoda útvesztője tárul elénk, élénken mutatja az is, hogy az egy és ugyanaz a madárszárny hol lomhán, hol élénken vagy erőteljesen csapkod, miközben hol függőlegesen, hol vízszintesen vagy ferde irányban mozog, mégpedig számtalan csapóút hosszabbtással vagy rövidítéssel. Egyszer homloksíokban, másszor csavarlejtősen működik. Néha csak félig nyitva vagy egész terjedelemmel csapkod, vagy nyugalmi helyzetben állva marad stb.

Repülésük azonban mégis csak egyetlen főformában nyer kifejezést. *Huzamosabb ideig a legkiválóbb középszárnyú sem nélkülözheti a csapkodást, vagyis a kapaszkodó-rendszert.* Légi-úszásuk is csak *alkalmi* vagy *időszakos* jelleggel bír (mint ezt pl. a varjúnál is láthatjuk).

Helikopterikus repülésük pedig még a kisszárnyú típusnál is *gyöngébb*.

Ez a sokoldalúság is a mellett szól, hogy ahol a tehetőség ennyi felé ágazik, ott az eredmények is csak *közepesek* lehetnek.

De azért ne szenvedjen csorbát az igazság sem! El kell ismerni, hogy kivételes esetekben a *kiválóság* sem hiányzik. Habár ezt a kiválóságot csupán egyes fajok privilégiumának mondhatjuk, — mert az egész típusra általánosítani nem lehet — azért mégis a középszárnyú típusban nyer igazi kifejezést a *vágtatva-repülés* és a *nyílalva-úszás* imponáló mozgása. A repülés eme két megkapó formáját szinte tökéletesnek mondhatjuk. Az elsőt a vadgalamb, a másodikat pedig a fecske repülésében láthatjuk leggyakrabban. Kisebb-nagyobb sikerrel e két mozgásformát azonban más középszárnyú vagy nagyszárnyú is repüli.

Ugyanekkor megjegyezzük, hogy a nyílaló-úszás ismertetésével majd a nagyszárnyúak csoportjában foglalkozunk, mert ez a mozgásforma a légi-úszás keretébe tartozik. A rendezés ilyen beosztását ugyanis a csapkodás hiánya kívánja. De még érdekesebbé teszi a rendezést az a körülmény, hogy *a nyílaló-úszásnak ebben a formájában a középszárnyúak sokkal kiválóbbak, mint a nagyszárnyúak*: holott ez utóbbiak a tökéletesen kiforrott légi-úszók.

### A középszárnyúak haladórepülése

A madarak távrepülése mindig megkapja lelkünket. Ha látjuk a fecske gyors és keeses nyílalását, amint könnyedén suhan a messzeség felé, öntudatlan irigység szorítja össze szívünket. Ha pedig ősszel itthagyt minket, vágyakozva és mélabúsan tekintünk utána. Fáj a szívünk, hogy mi nem tarthatunk vele. Kötve vagyunk a röghöz, a megúnt környezethez, a szürke egyhangúsághoz. Mi nem tudunk sorsunkon változtatni. Hajh, pedig de szeretnénk néha vele tartani, jobb hazát keresni, ahol több



boldogságot, nagyobb nyugalmat és jólétet találunk. Gyarló lelkünkkel mindig jobb és szebb világnak reméljük azt, ami tőlünk távol, messze van. Ezért irigyeljük a lengeszárnyú madarat, mert bármikor útrakelhet. Csak kitárja szárnyait — és már úton van...

Van-e ennél csábítóbb, irígylésreméltóbb élet a világon?

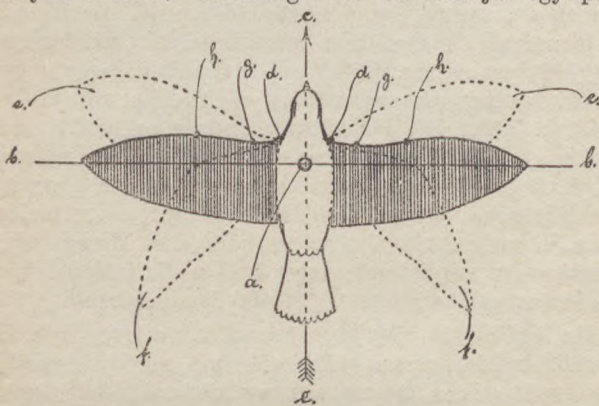
Ismerkedjünk meg ezzel a csábító mozgással, amelynek jellemzéséhez és kényelmesebb megfigyeléséhez a második házibarátunkat, a *galambot* szemeljük ki.

A galamb folyton változó repülése mindenben alátámasztja azt az állításunkat, hogy a középszárnyú madár „mindenes“, vagyis *mindenhez-értő* repülő. Lebilincselő légi tornáival és bravúros mozdulataival mindenkinek gyönyörűséget szerez. Ezért övé a dicsőség, hogy még a szobrok, festmények angyalszárnyait is róla mintázták a művészek. Ezért lett jóbarátunk, kedves, szeretett madarunk, hogy felüdítse otthonunk környékét. Mindent megteszünk, hogy jólétben, kényelemben töltsé életét, amelyet szelíd hűséggel viszonz. És bár a tágas levegőocéán előtt nyitva áll, mégse távozik, mégse hagyja el házuk táját. Ragaszkodása mintaszerű: ezért is él a köztudatban mint a szelíd vonzódás és szeretet mintaképe a galamb.

Ha légfürdőre vágyik, szinte játszik a levegőben. Hol esetlenül és készakarva bukdácsol, hol szárnyait csattogatva emelkedik a magasba, hogy közben fölfelé tartott szárnyakkal zuhanva ejtse le magát, de rögtön utána — mint a nyílvessző — vízszintesen suhan tovább. És hogy csodálkozásunk teljes legyen, közben bukfenceket vagy oldalrepüléseket is rögtönöz. Ha pedig megúnta a cirkuszi mutatványait, repülése egy pillanat alatt nyugodt lesz, hogy kifeszítve tartott szárnyakkal ússzék tova a magasban. Repülésének minden mozdulatán meglátszik, hogy mindezt csak a saját gyönyörűségére csinálja. Ha pedig megúnta a mulatságot, mint a kődarab zuhan a dúc tejéig, hogy néhány pillanattal robajló szárnyesattogással, helikopterikusan álljon meg a levegőben és csak ezután ereszkedjék le nagy óvatosan otthonára.

Mi a lényege e vonzó mozgásnak? Elsősorban a repülés főrendszere, a verőszárnyas működés, amelyet az egész madárvilág repülésében is lényegnek tekinthetünk. Minden szárny, akár csapkodó, akár feszített állapotban szerepel, a levegőbe kerülés pillanatától kezdve egész a repülés beszüntetéséig, szünet nélkül működik. Ez a működés pedig számtalan részmozdulatra bomlik. A galambszárny ezt a sok részmozdulatot tisztán mutatja és akkor figyelhetjük meg legjobban, amikor a madár fejünk fölött röpköd.

Elsősorban feltűnik, hogy a csapkodáson kívül a szárnyak csuklóí, esontforgói és karesontjai egy pilla-



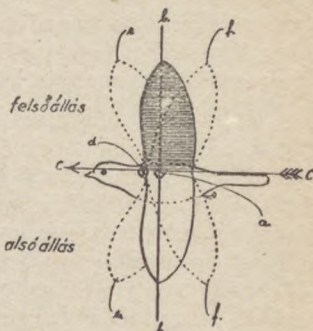
40. ábra

natra sincsenek nyugalomban. Ezek a mozdulatok a szárny terjedelmének és alakjának adnak másféle tulajdonságot s ezzel minduntalan másirányú tevékenységet, amely ténykedések a mozgás önállóságát vagy célirányát szolgálják. A csukló, forgók és karesontok tehát nemcsak a csapkodás érdekében működnek, hanem ugyanakkor az egyensúlyon is őrködnek: egyben a madár megfelelő iránykormányzásán is tevékenykednek, hogy ezeket a kényes igényeket gyorsan és pontosan kielégítsék. Így akár csapkodás, akár úszás közben a madár mindenkor ura a



mozgás önállóságának, de uralkodik a levegő minden szélességén is, mert minden parányi mozdulatnak *azonnal jelentkezik a hatása*. E részmozdulatok segítségével éri el az imént vázolt sokoldalú repülési formáját.

A csontforgók és karcsontok működésének két véghatárát a 40. ábra pontozott vonalai és a *d*), *g*), *h*) forgópontok jelzik. Amint a szárnypár az *e*) szárnyállás felé tolódik, minthogy a madár előrészt látja el nagyobb nyomással, a repülés azonnal emelkedő irányt vesz. Ha pedig az *f*) felé tolva csapkod a szárnypár, akkor a farokrészt emeli, miáltal a repülés lefelé irányul. Amilyen nagyok az eltolódások, olyan arányokat öltenek ezek az irányváltozások is. Ugyanezek a mozdulatok, de egyenlőtlenül, a kormányzást vagy egyensúlyigazítást is szolgálhatják.



A csontforgók ilyen irányú kifogástalan működését az utcahosszat repülő galambon gyakran megfigyelhetjük. Különösen akkor láthatunk nagyhatású eredményeket, amikor vad száguldása közben valami keresztező telefondrót elé kerül és ezt csak az utolsó pillanatban veszi észre. Látni kell ilyenkor, hogy mily gyors a szárny alakváltozása és ennek milyen nagy a hatása. Minthogy igen gyors irányváltásra van szüksége, teljes súlypont-eltolódást rögtönöz és vagy a feje felé húzza, vagy a farka felé hajlítja szárnypárját. Csak így bírja kikerülni a veszedelmes összeütközést (mert ha nekimegy a drótnak, akkor vagy a mellét vágja fel, vagy a lábát szakítja le). A teljes súlypont-eltolásnak oly nagy a hatása, hogy a következő pillanatban vagy a drót fölött, vagy alatta suhan el. A mozdulat rendesen megállított szárnyakkal történik.

Ha ezt a gyors cselekvőképességet közelebből akar-

juk szemlélni, akkor az irányváltást a galambra kísérleti úton is rákényszeríthetjük. Ha pl. a farkát szárnyával összefogjuk és néhány lépés távolságból a felfelé hajítjuk, akkor a galamb már az első pillanatban kész az ellenműködésre. Hirtelen hátat fordít a falnak és szárnyaival oly robbanó erővel küzdi le a dobás lendületét, hogy alig egy méternyi önkéntelen út után már maga határozza meg a mozgás irányát.

Ez a barátságtalan kísérlet nemcsak bepillantást enged, hanem minden elméletnél, feltevésnél fényesebben bizonyítja a madárszárny gyors és hatásos cselekvőképességét. Ezért a különféle szárnytartás, amely a madár repülését jellemzi, ne ejtsen senkit tévedésbe. Egy-egy különleges szárnyalak nem jelenti a csapkodó repülés lényegét, amely nélkül a madár nem bírna repülni. Ezek az alkalmi szárnytartások vagy alakítások nem a repülésért magáért, hanem a repülés önállóságáért formálódnak, amelyet a *pillanatnyi szükség* kényszerít a madárra. A szárny változó alakja csak átmeneti jellegű. A nyíl, lándzsa, sarló, stb. szárnyalak nem repülési feltétel, hanem kormánymozdulat. A repülés nem egy bizonyos szárnyalakhoz, hanem a *megfelelő működéshez van kötve* — és ez a lényeg!

A szárny teljes cselekvőképessége csupán akkor veszít hatásából, ha *váratlanul igen erős szél sodrába kerül*. A széllal együtt haladó madár szárnymozdulatai néha még csapásokkal erősítve is csak hosszabb idő után érvényesül: vagyis csak akkor, ha a madár túlszárnyalta már a szél sebességét. Amíg ez el nem következik, addig nem oda repül, ahova akar, hanem amerre a szél sodorja.

A farokfelület a repülés kormányzásában csupán *kisegítő munkát végez*. Igazolja ezt az a körülmény, hogy a madár farok nélkül is egész biztosan kormányozza magát (bizonyára kevés ember nem látott még vedlés idején farok nélküli galambot, verebet odarepülni, ahova akart). De sérült vagy hiányos tollazatú szárnyakkal *nemcsak a kormányzás, hanem a repülés is lehetetlenné válik*.



És amikor a szárnynak ezt a sokoldalú tevékenységét méltatjuk, megemlítésre kívánczozik, hogy a repülés kormányzásának nagyigényű műveletét sokan mily jelentéktelen munkának képzelik! Igen érdekes gyűjteményt lehetne összeállítani azokról az elméletekről, amelyek, sajnos, úgy a szakirodalomban, mint a köztudatban még ma is virágzanak. A sok közül csupán egyet említünk, amely a legvaskosabb tévedések közé tartozik.

Igen sokan az egyensúlyi zavarok és a nívóirányítás érzékeny és sokszor nagy hatásokat kívánó műveleteit a madár lábának vagy nyakának bizonyos nyújtogatásával, ide-oda állítgatásával magyarázzák. Ez a gondolat egyike a legveszedelmesebb feltevéseknek. (Így pl. a hosszú nyak irányító szerepének elmélete a géprepülésben már több halálos balesetet okozott. Ugyanis e feltevésből született meg az ú. n. „kacsa-repülőgép“ *Canard, Ente géptípus*, amelynek motorja és hordfelülete hátul, a kormánysszervek pedig messze elöl vannak elhelyezve és úgy néz ki, mintha farkával repülne előre.)

Képzelnék el, hogy mi történne a levegőben, ha a madár valóban a lábával és nyakával kormányozná magát, de ugyanezzel igazgatná egyensúlyát is! Csupa olyan madarat látnánk repülni, amely szünet nélkül rugdalózik vagy a nyakát nyújtogatja. De mi történnék azokkal a madarakkal is, amelyek a rohamozó szeleket, viharokat így akarnák legyőzni. Kétségtelen, hogy hamar kipusztulna a madárvilág. Valamennyit földhöz vágná, fálnak, fának, szirtnek sodorná a rohamozó szélerő (mint ahogy a legerősebb szárnyesapkodás ellenére is előfordult már ilyen madárkatasztrófa).

A téves gondolat szülőanyját az egyes madárfajok mértéktelenül megnyúlt lába, nyaka váltotta ki, hogy a legveszedelmesebb téveszmévé fajuljon. Látták a gólyát, vadludat, hattyút, sólymot, stb., hogy egyszer behúzott, másszor kinyújtott lábbal, nyakkal repül. Nosza, kész volt az elmélet, hogy ez a helyzetváltozás csak a kormányzással vagy az egyensúlyigazítással állhat kapcsolatban. De ismét figyelmen kívül maradt az a kézzelfogható bizo-

nyíték, hogy *mennyi olyan madár van a világon*, amelynek számottevően nyújtható nyaka vagy lába nincs: és mégis nagyobb művésze a *éelirányos repülésnek*, mint a leghosszabb nyakú vagy lábú madarak bármelyike (pl. a flamingó).

A leghatározottabban kijelentjük, hogy ezek a feltűnő testrészek vagy végtagok nem a repülést szolgálják. Szerepük az élelemszerzésben vagy más kijelölt létfenntartási feltételekben nyer kifejezést. Minden hosszúnyakú vagy lábú madár, amely ezt repülés közben elmozdítja, csupán kényelmi helyzetén változtat: vagy mint a ragadozó, amikor lábát, nyakát előrenyújtja, előkészületet tesz a zsákmány megragadásához. Ugyanígy nyújtja előre lábát a leszálláskor is, hogy a földérintést ruganyosan fogja fel és nem azért, hogy a lábsúly előretolásával *lefelé kormányozza magát!* Repülés közben azonban — a kisebb légnyomás érdekében — behúzza, vagy pedig vízszintesen hátranyújtja, hogy gyorsasága ezáltal is fokozódjék (gólya, flamingó) s nem azért, hogy fölfelé *kormányozza magát!*

Aki már látta, hogy szélrohamok alkalmával mit művel szárnyával az egyensúlyát, önállóságát veszített madár, annak bizonyosan más fogalmai lesznek a *kormányzás műveletéről*.

Nem kerül nagy utánjárásba, hogy ezekről a rendkívüli erőfeszítésekről még a városi ember is meggyőződést szerezzen. Erős, szélrohamos időben sokszor láthatjuk a galambot, hogy alaposan megbomlik az egyensúlya. Amíg a házak fedezete alatt repül, addig rendben megy minden. Ámde, amikor az első keresztuteához ér, amelyen át szabadon tombol a szél, akkor olyan váratlan támadásban van része, hogy a repülés biztonsága egy pillanat alatt felborul. Ekkor tanúi lehetünk, hogy micsoda halatlatlan szárnymunkába kerül a madárnak, amíg a szél orvtámadását kivédi és repülésének egyensúlyát rendbehozza. A hirtelen oldalbakapott madár a szél elsodró lökését a legerősebb szárnyecapásokkal igyekszik legyőzni. Másodpercekig tart a küzdelem, amíg válságos helyzetéből



kikerül. Néha még a sűrű, heves csapkodás is — miközben majd szétrobban, úgy dolgozik — kétségessé teszi, hogy sikerül-e magán segítenie, mielőtt a túloldali házak falához vágná a szél. Láthatjuk ilyenkor, hogy a távolság kicsiny, az elsodró szélsébség pedig nagy és erős, amit még súlyosbít az a körülmény, hogy a kíméletlen széltaszítás a mitsem sejtő madarat valósággal fölfordította. Igazán szerencse dolga, ha elkerüli a falhoz vágódást és az eszeveszett bukácsolásból úgy kerül ki, hogy ismét rendes egyensúllyal repülhet. Vajjon mi hasznát venné ilyenkor a láb vagy nyak nyujtogatásának? Vajjon mire menne ilyenkor a madár, amikor a legerősebbik szervével, az ilyesmire berendezett szárnyával is alig boldogul? Kavargó szélviharban és földközelen, amikor sűrű, kiszámíthatatlan lökések, sodrások követik egymást, akkor a kormányzás érdekében olyan küzdelmei vannak, hogy ezek sokszorosan felülmúlják a repülés energiafogyasztását. Bár ritkán, de előfordul, hogy még ezek a tökéletes repülőeszközök, a szárnyak is felmondják a szolgálatot és *a repülés katasztrófával végződik!*

Jellemzésül elmondunk egy-két ilyen esetet is, amelyeknek magam voltam szemtanúja:

Egy megfigyelő kirándulásom alkalmával erős szélvihar kerekedett hirtelen, ami elől velem együtt egy jól megtermett vetési varjú is az országút mellett húzódó mély, partos árokmeder szélvédett fenekére szállott. A szél iránya az árkot éppen keresztezte, tehát a part védelme alatt, ereje alig volt érezhető. Közelségem azonban nem tetszett a varjúnak, mert hamarosan szárnyrakapott és a faját jellemző lomha csapkodással, a part védelme alatt, nyugodtan tovább repült.

Haladása közben egyszer csak magasabbra talált emelkedni a part színvonalánál. Ebben a pillanatban a süvítő szél — mint a száraz falevelet — oldalba kapta és hanyatt-homlok megforgatván, magával sodorta. A különös defektus láttára kiugrottam az árokból, hogy tanúja legyek a madár ügyeskedésének. Látni akartam, hogy miként védi ki a szél támadását és vajjon hova megy. S ekkor

néhány pillanat alatt a következő tragédia játszódott le szemem előtt.

Az elsodort madár rögtön a legerősebb szárnyesapásokkal igyekezett helyrebillenteni egyensúlyát, mert teljesen éltre fordulva vágódott el a szélben. De mielőtt a megbomlott egyensúlyán segíthetett volna, az országút másik oldalán álló táviróoszlopok egyikéhez háttal és oly erővel hozzácsapódott, hogy élettelenül bukott az oszlop mellé.

Az összeütközést tehát a madár minden védekező csapkodása sem bírta megakadályozni. Ezt igazán véletlen szerencsétlenségnek lehet minősíteni. Tisztán láttam, hogy az elsodrás pillanatától kezdve a szegény varjú szárnyaival azonnal belefogott a legerősebb ellenműködésbe, hogy ura maradjon mozgásának és a szél támadását is kivédje; de mielőtt az erőfeszítését siker koronázta volna, sorsát már megpecsételte a véletlenül útjába került távirópózna és agyonverte magát.

Földközelen és szélviharban, amikor kiszámíthatatlan légörvények közé kerülnek a madarak, bizony sokszor kerülnek ilyen kritikus helyzetbe. De vannak esetek, amikor a repülés szerencsétlenséget a madár könnyelműsége vagy elhibázott számítása okozza. Ezek gyakoriabbak a véletlennél, mert többnyire a zuhanó levágással és az elvakult vadászszenvedéllyel vannak összefüggésben.

Így fizette életével ezt a vakságot az a karvaly is, amely egy ismerősöm üvegverandáját bombázta keresztül testével. A veranda asztalán vagy két méternyre az ablaktól vígan dalolt kalitkájában a kis kanári, amikor nagy csörömpöléssel betört a hatalmas üvegtábla és rajta keresztül az asztalra zuhant egy vonagló karvaly. A kanári madárra lecsapó ragadozó oly vad rohamot intézett, hogy nemesak az üvegtáblát zúzta be, hanem magát is halálra sebezte a betört üvegen. A karvaly tehát nem vette figyelembe az ablakot, sem a kalitkát. Ő csak a kanárit látta.

Mindez tehát amellettszól, hogy még a madár pilótászkodása sem rózsás, ha nem vigyáz, de leginkább azt bizo-



nyíftja, hogy a gyors cselekvéshez még a szárnyak leg-hatásosabb munkája sem elég, ha nincs hozzá elegendő idő és távolság az ellenműködés érvényesüléséhez.

### Vágtatva-repülés

Gyorsaság! Sebességfokozás mindenek fölött! Ez a hangtalan parancs uralkodik a természetben — s az emberekben. Minden cselekedetünket, törekvésünket kitölti és kényre-kedvre kisajátítja. Öntudatlan rabjai vagyunk a gyorsaságnak.

Ugyanilyen rabszolgája a természet. Minden megnyilatkozása, törekvése szintén a gyorsaság felé gravitál. Titokzatos erők kényszerítik az élők világát, hogy mozgásának gyorsaságát minden formában és minél nagyobb mértékben fokozza.

Tűnődhet az ember azon is, hogy a gyorsaság megnyilatkozása miért mutat leginkább a *horizontális* irány felé? És miért ritka kivétel, sőt elhanyagolt irány a *vertikális*? Mi a fő cél, mi a kifejezett ok, amely ezt így kívánja? Talán, hogy elérjük a föld forgásának sebességét? Ha pedig ezt sikerült elérni, akkor legyőztük a föld vonzóerejét? És ekkor megszűnik a „röghözkötöttség“, a csúszómászó állapot?... Ki tudna erre felelni?

Egyelőre nincs rá válasz, de még a találgatásnak sincs lehetősége. Csak a részegítő mámor gyönyörűségét érzi az ember, amely ostromozza, hogy minél gyorsabban rohanjon. Ez a kényszerhatás, a gyorsaság ördöge űzi, hajtja minden téren. Így a helyváltoztatás sebességének fokozása felé is, hogy a leselkedő veszedelmekkel se törődjék. Hol állunk meg, hol a határ? Ki tudná ezt megmondani?

De azt, hogy az örök Bölcseségnek a horizontális gyorsaság fokozásával valami célja van: érezzük, sejtjük és tapasztaljuk minden moccanásunkon, minden megmozdulásunkon és minden más életmegnyilvánulásunkon is. Létfenntartási feltételeink is ezt követelik és erre kény-

szerítenek. És mint kényszerhatás köti a föld színvonalának irányát — a horizontális mozgást — az élet formáihoz!...

Ezt az ismeretlen törekvést még a madarak repülésében is megtaláljuk. Repülésüknek egész kialakulása és a tehetségek, képességek kifejlesztése, mindvégig a horizontális gyorsaság jegyében halad. Ilyen sebességfokozó célt szolgál a vágatva-repülés!

Miféle repülés ez és mi a lényege? Erre a kérdésre adjuk meg a választ, amikor a természet egy különleges és érdekes mozgásformáját ismertetjük.

Vágatva-repülést leginkább olyankor láthatunk, ha a madár hosszabb útra vállalkozik, amelynek érdekében elhúzódik a földközélből, hogy teljes mozgásszabadságot élvezzen a levegőben. Többnyire a vándorúttal kapcsolatos, mert csupán távrepülési célokat szolgál.

A vágatva-repülés az egész állatvilág horizontális mozgásának leggyorsabb formája, de amely gyorsaság csak a madarak életrendjében és a levegőben nyerhet veszély nélküli kifejezést (mintegy útmutatásként, hogy a gyorsaság korlátlan lehetőségei hova tartoznak). A természet törvényei tehát féltő gonddal őrködnek a gyors repülés biztonsága fölött, amely követelményt a madár ösztönösen ki is elégíti, mert csak akkor használja a vágatva-repülést, amikor szabad, megnyílt levegőtere van. (A természet eme rendelkezését az ember is megszívelhetné, mert a mértéktelen gyorsaság helyét és biztonságát csak a levegőben találhatja meg, mert a földön, vizen a legkiforrottabb alkotásai sem megbízhatók.)

Milyen egyszerű, természetes álláspont ez és mennyivel tisztábban, világosabban fogja föl ezt a madár ösztöne, mint az emberi értelem. A madár elkerüli a bizonytalanságot, az ember vakon nekirohan. A madár mindig más-kép repül földközélben és másképp, ha előtte szabad a tér. Ha tehát mozgásszabadságát és biztonságát semmiféle akadály nem veszélyezteti, minden igyekezetével végsőkéig gyorsítja sebességét és megkezdi a vágatva-repülés formáját (de csak az a madárfaj, amely arra megfelelő



bérendezést nyert). Ezt a repülési formát csupán „egyes kivételek“ bírják. Valóságos privilégiumot élvez az a madárfaj, amely elérte benne a kiforrottság vagy kiválóság rendfokozatát. Mint mindenben, tehát még a repülési formában is van fejlődési fokozat. Kevés madár bírja a vágtatva-repülést, de még kevesebb az ebbenvaló kiválóságot. Viszont még a kezdők is fölötte állnak gyorsaság tekintetében azoknak, amelyek képtelenek így repülni: holott más formában művészei lehetnek a légi tartózkodásnak.

Rendkívül gyors pl. a postagalamb közismert távrepülése, amely szintén a vágtatva-repülés szabályai szerint éri el meglepő eredményeit (számtalan feljegyzést őriz a természettudomány). Ez a mozgásforma annyira jellegzetes, hogy másféle repüléssel nem lehet összetévesztetni s a vad száguldással rohanó galambot, már igen messziről felismerhetjük. Pedig a postagalamb repülése még nem is tartozik a kiforrottak közé.

Csodálatos, hogy ezek a „kiváltságosak“ nem a közhit szerint is legjobban repülő nagyszárnyú ragadozók, hanem a középszárnyú fajok közül kerülnek ki. Ezek a „mindenesek“, amelyek általában a légimozgásban csak közepes tehetségek, ebben a repülési formában valóságos művészetig emelkednek.

Ez a képesség szemelláthatóan is bebizonyul, ha összehasonlítjuk a varjú és közeli rokonának, a csókának repülését. Mindkettő közismert repülő, mert elég gyakran találkozunk velük. A varjút lomha repülőnek, a csókat pedig nagyszerű repülőnek minősítette a köztudat. De miért? Egyszerűen azért, mert a varjú állandó csapkodással, a csóka pedig a vágtatva-repülés kezdetleges formájával szeli a levegőt, amely körülmény igen megneveli a csóka esélyeit gyorsaság tekintetében. A gyorsaság viszont mindig imponált az embernek.

Hasonló érdeklődést válthat ki a gerle, vadgalamb, kakuk stb. vad száguldása is. De valamennyi fölött áll a fecske, különösen a partifecske káprázatos vágtatva-repülése.

Lépten-nyomon tapasztaljuk már a füstifeeskén is ezt a rendkívüli gyorsaságot. Minthogy ez az apró rovarvadász még földközélsben sem mond le e tüneményes mozgásról, tehát vágatva rója az utcák hosszát is. Ilyenkor olyan hatással van ránk, mintha kilőtt rakétát látnánk a levegőben rohanni. Pedig ez még nem is a teljesen szabadoneresztett sebessége. Szabad légkörben való mozgása még ennél is gyorsabb. Így pl. amikor a magasban feltűnik a sólyom vagy a vérese kémlelő keringése, akkor azt is tapasztalhatjuk, hogy a fecskék azonnal ott teremnek és villámgyors mozgással rajzanak körülötte. A szabad légtérben úgy cikáznak a rabló szeme előtt, akár az eleven puskagolyók. A ragadozónak pedig eszébe se jut, hogy az alatta, fölötte vagy mellette elsuhanó rakétarepülőket üldözze, holott ezek még közben tollait is tépázzák. Meg se kísérli, hogy megtorolja rajtuk a zaklatást. Jól tudja, úgysem érné utol egyikét se, tehát inkább lemondóan odébbáll. Igen természetes, hogy a fecskék ilyenkor is a vágatva-repülés előnyeit használják gyűlölt ellenségükkel szemben.

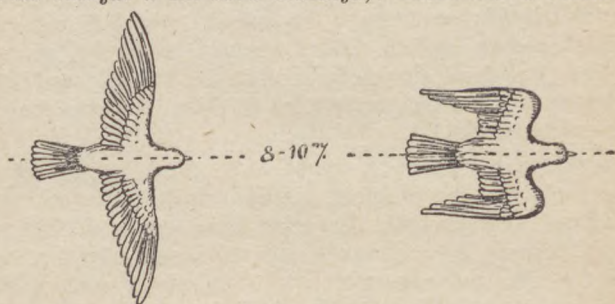
Ugyancsak a fecske mutatja meg, hogy mi különbség van a vágatva-repülés és másféle repülés között. Ha rovarvadászatk közben megváltoztatja szárnyműködését és állandó csapkodó repülést alakít (nem helikopterikus fékezést), akkor azonnal elveszti sebességét és villámgyors száguldása szinte vergődő kapaszkodássá változik.

A vágatva-repülés tulajdonképpen a „hajító-repülés” fejlettebb formája, mert hasonló *szárnyösszehúzások és üzemszünetek* variációjából áll. A vágatva-repülés mozgásformája tehát mindig ütemes és időközönként egymásután ismétlődő légi *távolugrásokban* nyilvánul, amelyek egyben *pihentető szüneteket* is jelentenek. Viszont a káprázatos gyorsaság e szünetek alatt bontakozik ki, mert a száguldó madártest térfogatának ilyenkor van a *legkisebb légellenállása*.

Azonban a vágatva-repülés és hajító-repülés között úgy teljesítményben, mint működési részletekben nagyobb eltérések vannak. Amíg pl. a veréb úgy mozog a levegő-



ben, mint valami meg-megújuló lökésekkel hajtott labda, addig a vadgalamb vagy a fecske mozgása igen hasonlít a vágatva rohanó paripa távolugrásaihoz (ezért is neveztük el vágatva-repülésnek). Továbbá, amíg a veréb hajító-repülésébe a szárnyösszehúzás teljesen csukott marad, addig a fecske szárnya szünet közben félig ismét kinyílik, mégpedig úgy, hogy a kézfej az evezőtollakkal együtt hátrahajlik, miáltal a szárny pár körvonala *sarló-, szigony- vagy nyílalakot* ölt: szintén attól függően, hogy milyen mértékben engedi ezt a madár megnyílni (a szárnytartás alakját a 41. ábra mutatja). Ezenkívül a verébnek



41. ábra

az üzemszünet érdekében, előbb egész csapássorozatot kell végeznie, viszont a fecske csupán egyetlen, de igen heves szárnyecsapással szerzi meg a távolugrás szünetéhez szükséges taszítóerőket. Úgyszintén a veréb hajítólendületének távolságát a fecske ugrása sokszorosan felülmúlja. Amíg a veréb csupán métereket, addig a fecske tízmétereket röpít magán. A különbséget az idézi elő, hogy a verébnek a testsúly fennmaradásának támogatására a taszítóhatásokat részben fölfelé is kell irányítania, ami a gyorsaság rovására megy. Viszont a fecske, az összes hatásokat teljesen a vízszintes mozgásirány felé fordíthatja, amely körülmény a gyorsaságot igen növeli. Ezt az előnyös helyzetet nemcsak a fecske karcsúbb teste (idomalakja), hanem a félignyitott szárny vezetőtulajdonsága és a madár kisebb súlya is előmozdítja.

De vannak még más különbségek is. Nevezetesen a fecske szárnyának kedvezőbb felületterhelésében és beszállásában találunk nagy eltéréseket. Ezért a verébnek sokkal nagyobb *pótmunkára* van szüksége, mint a fecskének. Ebből következik, hogy a veréb sebessége is csak úgy fokozódhat, ha szárnyait a szünet alatt egészen eltünteti, vagyis behúzza. Ugyanebből származik, hogy a szünet ideje is rövidebb, mint a fecske pihenő mozgásának időtartama, mert a szárny nélküli repülő nehezebb verébtest nem értékesítheti oly kitartóan a levegő nyomását, mint a vezetőfelülettel mozgó fecske testsúlya. Ezért a veréb repülőpályája az ütemek hatásának gyorsabb elfogyása következtében erősen ívelt: viszont a fecske mozgása enyhe, hullámos útvonalat mutat. A kétféle repülésben tehát csak a mozgás ugrásszerű és szüneteket tartó alakja marad hasonló.

Alapjában véve a vágatva-repülést, egyes szárnycsapásokkal ébrentartott, *félíg nyitottszárnyú légi-úszásnak* tekinthetjük. És mint ilyen egyik *úttörő* megnyilatkozása a teljesen feszítettszárnyú légi-úszásnak, mert a több másodpercig tartó üzemszünet a *megállított szárnyú repülés* alapját képezi. Ezért a vágatva-repülés olyan bizonyítékát adja az úszás felé törekvés határozott irányának, amely megdönthetetlenül mutatja a légítartózkodás fejlődésének végcélját, *a mozgásközben is elérhető pihenést a levegőnél nehezebb élőlények számára*. Az „önerőből“ előállított mozgásforma tehát nemcsak a gyorsaság, hanem az *erőmegtakarítás* jegyében is halad.

Felmerülhet a kérdés arranézve is, hogy miért bírja ezt a mozgást az egyik madár és miért nem a másik?

A választ abban az *izomerő- és hatásfölöslegben* találjuk, amivel egyik-másik madárfaj rendelkezik, viszont a nagy többség ezt a fölösleget nélkülözni kénytelen. A fölösleg adja azt a *hatás- vagy nyomástartalékot*, amely akkor is ellátja a madarat a szükséges fenntartó- és előre-hajtóerőkkel, amikor a szárny látható erőfogyasztást nem végez.

A vágatva-repülést a madár csak fokozatosan állít-



hatja be magának, vagyis olyankor, *ha már mozgásban van*. Rendesen a csapkodó vagy kapaszkodó repülésből alakulhat ki, karöltve a haladó-sebesség fokozatos emelkedésével.

Minden egyes és erőteljes szárnyecsapást villámgyors szárnyösszehúzás követ (amely egyben szárnyemelés is). Nyomban utána félig kinyílik és a „külsőrész“ hátrafordulásával egyideig vízszintesen megáll, miközben a madár súlypontja siklómozgást alakít, amely hosszabb úszásra kényszeríti a testsúlyt. Az úszás ideje alatt érvényesül a szárnyecsapással szerzett előrehajtóerő, amely párosul a szárnyösszehúzás lendítőerejével.

Ez az egyesült tevékenység igen nagy erővel löki előre a madarat, amelynek következményét, a mozgás elfogyását nem várja ki teljesen. De amikor a sebesség és a magasságsökkenés érezhetővé válik, akkor a következő távolugrás érdekében az erőteljes szárnyecsapást megismétli. Az így termelt taszítóhatások olyan hevesek, hogy minden szünet alatt 25—30, sőt: 50—60 méter távolságra is elhajítják a madarat. A távolságok hosszát ugyanis a szélviszonyok szabják meg, mert más az eredmény *széllel szemben, más oldalszállal vagy szélcsendben és más szélmentében*. Természetes, hogy a leghosszabb ugrásokat *szélmentében éri el*, amelynek függvénye még a *szél sebessége is*. (Ugyanis a szél sebessége hozzáadódik a madár repülősebességéhez.) Ezenkívül mértékadó, hogy minő fejlődési fokon áll a madár repülőberendezése. A vágatva-repülés „önálló sebessége“ mintegy 80—100 óra-kilométer.

Az így repülő postagalamb sebességét például nem is lehet hasonlítani a házunk körül röpködő galambok vagy varjak folytonos csapkodva repüléséhez. Ugyanígy megállapíthatjuk, hogy a kiválóan gyors repülőnek elismert fecske is, csodálatunkat elsősorban ennek a repülési formának köszönheti.

## A csapkodó-úszás

Mint már említettük, különös figyelmet érdemel a madarak repülését jellemző erőmegtakarítási törekvés. Aki figyelemmel kíséri a madárvilág légi életét, feltűnőnek találhatja, hogy minden madár — tartozzék bármely típushoz — mennyire törekszik a repülés fárasztó munkáját csökkenteni és a levegőben „munkanélkül“ tartózkodni. Minden alkalmat megragad, hogy izomerejét kímélje vagy pihentesse. Természetesen a nélkül, hogy a légítartózkodása vagy a cél felé törekvés hátrányt szenvedne. Ezért, ha teheti, rövidebb-hosszabb idejű *alkalmi úszásokat* kever csapkodó repülésébe és pedig azért, hogy ne fáradjon el annyira, mint folytonos csapkodás közben.

A „munkanélküli-repülés“ érdekében számtalan variációban ravaszkodnak, mesterkednek a madarak, hogy a mozgás gyorsaságába belekeverhessék a szárnyuk kitárt megállítását is. Ügyeskednek a hajító-repülés, vágatva-repülés *szünetével*: behúzott, félignyitott vagy egészen kitárt szárnyakkal. Ékalakú, „V“-ben tartott, sőt fordított „V“-ben lógatott szárnyú (fogoly) *szünettel*, amelynek mind az a célja, hogy a repülés minél nagyobb eredménnyel és minél kisebb fáradsággal járjon. Természetes, hogy a sokféle próbálkozás között a legideálisabb eredményeket a *teljesen kifeszített, megállított szárnyak* adják. Ez pedig nem minden madárnak áll módjában.

Minthogy a légi-úszás eredménye elsősorban a *repülőberendezéstől* függ, tehát ezen múlik, hogy a madár milyen mértékben érheti el célját. És minthogy a berendezés is csak egy *hosszú emelkedési úton* érte el a fejlődés *felső határát*, ezért *számtalan fokozata* van az úszás eredményének is.

Ez a törvényszerűség a középszárnyú típuson szintén végigvonul, mégpedig a *kezdeti* formától a *középszerű* képességig. Ezért látunk közöttük egész gyarló vagy jobb eredményeket is. Így pl. a galamb és a varjú úszásának összehasonlításánál: a varjú igen gyakran, sokszor igen hosszasan, a galamb pedig ritkán vagy csak pár pillanatig



élvezheti előnyeit, hogy nyomban folytassa heves csapkodását.

De minthogy a középszárnyúak repülőberendezése a legjobbnál sem teljes még, tehát nem bírhatják az *állandó* légi-úszás feltételeit sem. Ezért a közbeiktatott úszási-ütem, náluk csak *kisegítő* szerepet játszik, amelynek megismétléséhez ugyancsak *kisegítő* csapkodásra van szükségük. Így alakul ki a csapkodva-úszás.

Mindezek figyelembevételével választ kapunk arra a kérdésre is, hogy a nehezen repülő madár (pl. a fogoly) miért keveri oly előszeretettel kapaszkodó-repülését úszással? A lomhán repülő varjúnál is látjuk, hogy csapkodását minduntalan beszünteti és egy ideig feszített szárnyakkal úszik a levegőben. Ha pedig fogytán van a sebesség és merülni kezd, akkor újra csapkod, de amint a követelt gyorsaság előáll, akkor ismét feszített szárnyakkal mesterkedik.

A „munkanélküli“ légimozgás tekintetében a *csapkodóúszás* a vágtatva-repülésnél magasabb fokon áll, mert a szünetek hosszabb ideig tartanak. Erre nézve még a házigalamb is kényelmes megfigyelésre ad alkalmat. Vágtatva-repülése csak rövid szünetet képvisel, viszont az egészen kitértszárnyú úszása már hosszabb idejű pihenésre ad neki alkalmat. Látjuk ilyenkor, hogy előbb csatogó szárnyakkal emelkedik a magasba, majd megállítja a csapkodást és ilyen kevert formában tartózkodik a levegőben. Hol úszik, hol csapkod, miközben a folytonos körberepüléssel felszavarog a báránylehők magasságáig.

Ezt a jellegzetesen vegyes repülést még akkor is felismerhetjük, ha már csak apró, vibráló pontnak látszik. Előfordul azonban, hogy ugyanekkor még egy érdekes összehasonlításra is nyílik alkalom és pedig arra, hogy párvonalat húzhatunk a légi-úszás *kezdeti* és ennek *kiforrott* formája között.

Hogy milyen óriási különbség van a légi-úszás teljesítményében, ezt a maga nagyszerűségében akkor láthatjuk, amikor a légfürdőző galambsereget valami ragadozómadár zavarja meg. A galambok vidám röpkö-

dését azonnal megváltoztatja a hirtelen feltűnt tollas haramia megjelenése — a sólyom. Amint kiterjesztett szárnyával és hatalmas ívelésével alulról kezdi kerülgetni a megrebbent csapatot, a galambok is azonnal felismerik a veszedelmet, amely fenyegető gyorsasággal, alulról fölfelé közeledik feléjük. A sólyom mozgását a szemlélő is rögtön észreveheti, mert feltűnően különbözik a galambok megvadult repülésétől: holott ezeknél nem nagyobb, csak más a repülése. Nem az alakja vagy a színe az ismerető jel (amiből a magasban úgyse látszik semmi), hanem az a tüneményes mozgás, amelynek láthatatlan erejével különben repül a legvadabb csapkodással erőlködő galambnál is.

Ilyenkor bőséges alkalom kínálkozik a repülő-eredmények összehasonlításához. A megrémült galambok nem takarékoskodnak erejükkel. A tőlük telhető leghevesebb csapkodással csupán arra törekednek, hogy a biztos halál elől egérutat nyerjenek. Ehhez csak egy irányt látnak maguk előtt. És pedig fölfelé menekülni. Jaj annak, amelyik megpróbálja a lefelé menekülést. A sólyom keringése ezt az utat elzárta már előlük. Ha valamelyik ezen a mozgásgyűrűn próbálkozna keresztültörni, akkor egyenesen a sólyom karmai közé rohanna. Utolérné a legnagyobb sebességgel zuhanó galambot is.

Jól tudják ezt a galambok. De azt is, hogy a menekülés kilátása csak a gyors emelkedés útján lehetséges még. Ha ez sikerül, akkor eltávolodhatnak a keringő halálgyűrű közeléből. Ámde ezt a sólyom nem engedi. A galambok pedig, hogy mégis magasságot nyerjenek, minden izmukat pattanásig feszítik. Erőlködnek, csapkodnak, vergődnek és annyira dolgoznak, hogy majd szétszakadnak. Velük szemben a sólyom parányit sem mozditja szárnyát, mégis fölényes gyorsasággal jár a galambok nyomában. Az utonálló tervszerűen dolgozik. Folyton alattuk és közelükben kering. Könnyed, biztos mozgásával ő diktálja a tempót. Mindig följebb és följebb szorítja a bomlottan vergődő csapatot, amely rémületében egyesomóban gomolyog. A sólyom még nem támad.



Hagyja, hogy a fárasztó emelkedésben „kirepüljék” magukat. Megvárja, amíg egészen kimerülnek. Az üldöző azonban nem fárad el. Neki ez nem munka, sem fáradság. Semmi erőfeszítésébe sem kerül, hogy a folyton fölfelé menekülőket kényelmes úszásával kövesse. Játszva emelkedik, a nélkül, hogy szárnyát egyetlen egyszer meglibbentené. Kering jobbra-balra. Teregeti, üzi-hajtja a csapatot: s mint puli a nyáját, valamennyit együtt tartja. Végül mutatkoznak a galambseregen a túlfeszített vergődés következményei.

Kimerülésük jele, hogy mindjobban szétszóródnak és össze-vissza röpködnek. Látják, hogy az ellenséget nem rázhatják le nyakukról. Vele szemben nem nyerhetnek semmi előnyt. Így lassan megadják magukat sorsuknak — a kikerülhetetlen végzetnek. Elernyedtt szárnyuk mozgása mutatja, hogy kimerülten várják, melyik lesz az áldozat, melyik felé húz inkább a ragadozó.

A legfáradtabbak megkísérlik a föld felé jutást. Leejtik magukat, de nyomban visszariadnak és újra fölkaptatnak. Ezt várja csak az utonálló. Most már utat nyit nekik. Keringése kissé félrehúzódik, mire a galambok egymás után buknak a mélységbe. És amikor a kiszemelt áldozat is elindult lefelé, hogy zuhanó-repüléssel jusson földközbe, éppen a pillanatban a sólyom hirtelen hátraesapja szárnyait és mintha puskából lőtték volna ki, zúdul utána. Nincs menekvés. A sólyom lecsapása sokkal gyorsabb, mint a galamb zuhanása. Néhány pillanat — és utolérte...

A kétféle repülő-berendezés kétféle teljesítménye között tehát ilyen a különbség!

Az úszás ütemének sikere és kitartása sok mindentől függ. Így elsősorban a *széltől*. Ennek a *külső-energiának* segítő közreműködését minden repülési formában megtaláljuk. De legnagyobb mértékben mégis a légi-úszásban érvényesül. Leghatásosabb támogatást a *szemközti szél* adja. Megfigyelhetjük a körben röpködő galambokon is, hogy csak akkor úsznak, ha mozgás közben szembekerül-

nek a széllal. Ha pedig szél mentében járnak, akkor ismét csapkodniok kell.

Döntő bizonyítéka ez a szél segítő munkálkodásának. A madár ezt a segítséget sohase mulasztja el, sohase hagyja kihasználatlanul. Így mindenkor a szél erejétől, irányától függ, hogy a csapkodva-repülésbe kevert úszás üzemszünete milyen időtartamú lehet. A repülőtcljesítmény értékmérője tehát a légi-úszásban és a szélerő kihasználásában elért *eredmény*.

Az eredmények változatosságát fokozza még a sohase egyforma szárnyprofil. Ennek vastagsága, mélysége és a szárny különféle felületterhelése szintén hozzájárul, hogy mindig másféle hatásokkal, tulajdonságokkal rendelkezik a madár.

Szemléltető meggyőződés érdekében állítsuk páronalba pl. a galamb és a fogoly szárnyát. A két madár négyzetméterekben való felületterhelése lényegtelen eltéréssel *egyenlőnek* mutatkozik, de hatásuk mégse egyenlő. Mert amíg a galambszárny háromszor oly hosszú, mint amilyen széles, addig a fogolyé alig kétszerese a szélességnek. Az alakeltérés következtében a galambszárny jóval nagyobb hordképességgel rendelkezik, miáltal a repülésbe eredményesebb úszást is keverhet. A fogoly erre képtelen. Csupán akkor állíthatja meg szárnyait, ha igen erős szemközti szele van, vagy amikor lefelé mozog a levegőben. De még ilyenkor is a *lefelé-siklást* mindig lelógó szárnyakkal, „*sátorozva*“ kell végeznie, hogy ezzel is fokozza a kisebb teljesítményű szárnyak hordképességét. Így tehát az ugyanolyan terhelésű, de más alakú vagy beosztású galambszárny *hatása nagyobb*, ebből kifolyólag pedig az *erőfogyasztása is kisebb* (ezért csapkod ritkább ütemben mint a fogoly).

A hosszú-keskeny szárny és a helyes felületterhelés nyitja meg tehát az utat a légi-úszás felé, amelyben a rövid-széles alak még kisebb felületterheléssel sem érhet el hasonló eredményt.

Ez az elv a legkimagaslóbb tételét képezi az úszás



ütemének, amelyhez már csak melléktényezőkre van szükség, hogy ez az úszás „*állandó*” jelleget öltjön.

A csapkodó-úszás felsorolt ingadozása tehát már erősebben juttatja kifejezésre a repülés kialakulásának végecélját. A középszárnyú madarak között már tisztában kimutatható a törekvés, a *fokozatos emelkedés*, hogy miként halad ez a képesség a nagyszárnyúak birtokában lévő *állandó légi-úszás* felé, ahol a csapkodás jelentősége már *végkép elmarad*. A csapkodó-úszás tehát csupán átmenet az ideális repülés kiforrott formája felé.

### A galamb helikopter-repülése

Alapjában véve a repülésnek *két fő mozgásirányát* lehet megállapítani. E két különböző irányú mozgás egyikét *haladó*, a másikat pedig *emelkedő* repülésnek minősíthetjük, vagyis *horizontális és vertikális mozgásiránynak*.

Ebből a két főirányból alakulnak ki azok a *mellék-irányok*, amelyek ezáltal lesznek haladó-emelkedő vagy emelkedve-haladó repülések.

A haladó-repülés az emelkedőhöz viszonyítva képzelt derékszöget alkot. Ha ezt a derékszöget szögmérőre fektetjük, akkor egy ideális emelkedési fokozatban látjuk a repülőképesség kétirányú fejlődését: úgy a horizontálisból a vertikálisba, mint fordítva. Ez ugyanis attól függ, hogy melyik oldalról nézzük a szögmérő skáláját. Ha kiindulási pontnak pl. a horizontálist vesszük, akkor a vertikális felé emelkedő úton a haladó-repülés képessége fokozatosan *fogy*, a helikopterikusé viszont *növekszik*. Fordítva ugyanezt látjuk, mert amily mértékben merül a helikopterikus repülés a horizontális mozgás felé, akként csökken az emelkedő-képesség, hogy végül *tiszta haladó-repüléssé változzék*.

Ezt az elméleti szögmérőt a madárvilág repülése tisztán mutatja. Lépten-nyomon tapasztalhatjuk, hogy amely madár jól bírja a helikopterikus repülést, az gyöngébb a

haladó-repülésben. Viszont az, amely képtelen a helikopterikus repülésre, a haladó-mozgásban lesz nagy mester. Így tehát hozzátéve, hogy képzet kapunk, hogy valamely madárfaj repülőképességét a helikopterikus teljesítmény milyen fokozatába illeszthetjük.

Ezt az ideális szögmérőt leginkább a középszárnyú típus repülésének megrostálásánál alkalmazhatjuk, mert az idetartozó fajokon látszik meg legjobban a két fő mozgásirány szétválása, amely megmutatja, hogy a madár repülőképessége melyik irány felé gravitál. Mindenesetre szemléltetőbb képet kapunk a helikopterikus repülés elbírálásához, vagyis hogy az egyik vagy másik madárfaj hány fokos szög alatt bírja a helikopterikus repülést vagy miként jut el a 0 foktól egész a 90 fokig terjedő *tiszta helikopter-repüléshez*.

Ezenkívül figyelemreméltó, hogy a váltakozó-irányú szárnyműködésben a mozgás fejlődésének *felső határát* mindig a legnagyobb *eredmények* — térben, időben — szabják meg, de amely eredmények szoros összefüggésben állnak egy bizonyos *életcél* vagy *életforma* kielégítésével! Repülés szempontjából ez az életcél kívánhatja úgy a haladó, mint az emelkedő mozgást, hogy ebben vagy abban váljék kiválóbb repülővé. De elvetheti az egyiket és megtarthatja a másikat, hogy ez az irányváltás mindig a másik *rovására* történjék. Mindkét mozgásforma, ha megfelel a kitűzött életcélnek és eléri benne a legnagyobb teljesítményeket, akkor egy olyan fejlődési emelkedést mutat, amelynek *kezdeti* (alsó) és *kiforrott* (felső) határa van. Így tehát nemcsak a vízszintes haladásnak, hanem a függőleges emelkedésnek is lehet kialakult „kiváló” formája, amelyben a mozgás elérte *csúcsteljesítményét*, vagyis fejlődésének *felső határát*.

Részrehajlás nélkül tehát nem lehet az egyik mozgásformát a másik rovására felbecsülni. Nem lehet pl. a haladó-repülést külön mozgásnak minősíteni a helikopterikusnál vagy fordítva: mert mindkettőnek megvan a maga rendeltetése. Ha tehát kiváló vagy kiforrott repülést emlegetünk, akkor az értékítéletben az életcélokat is



figyelembe kell venni. A függő-legyek, zúgólepkék helikopterikus repülése époly nívós lehet — a saját életformájuk között, — mint a feeskék, sólymok vad száguldása a távrepüléssel összefüggő életcélok szolgálatában. Ugyanekkor figyelembe kell venni azt a körülményt is, hogy bár a repülés horizontális törekvései gyakoriabbak és szembe-tünőbbek, ez még nem jöcím, hogy kiválóbb vagy jobb repülésnek is gondoljuk a vertikálisnál. Hogy a horizontális repülés a természetben sokkal nagyobb szerepet játszik a vertikálisnál, ennek is megvan a maga törvényszerűsége. Az életcél (táplálékszerzés, fajfenntartás) inkább a föld színvonalával *haladó* (tekintet nélkül a magasságra), mint a földtől *eltávolodó* repülést igényel. Ezért a horizontális repülés legfeljebb *fontosabb* lehet, de nem jobb vagy kiválóbb a helikopter-repülés kiforrott formájánál.

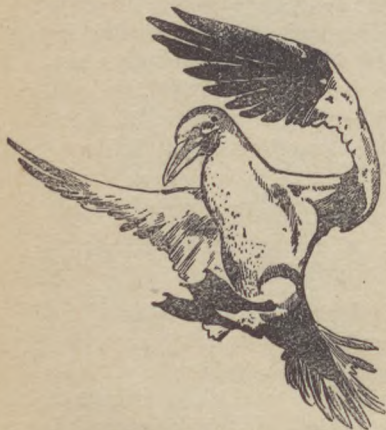
Mindezek szemmeltartásával vizsgáljuk tehát a repülési formák választútjának, a középszárnyú típusnak helikopterikus repülését és teljesítőképességét is.

A teljesítőképesség fokáról azonban — a rovarokhoz viszonyítva, — nincs sok mondanivalónk, mert a mozgás eredményének lefolyása nemcsak lassú, nehézkes, sőt küzdelmes, hanem a típusbeli fajok nagyrésznél egyáltalán ki sem lehet mutatni. Még a legjobbak teljesítménye is sokkal gyöngébb, mint az átlagos kisszárnýú madaraké. A jelek szerint csak azok a fajok tünnek ki, amelyeknek szárnya az *egyméternyi fesztávolságot* meg nem haladják. Az ennél nagyobb szárnyú madarak még *helikopterikus startra*, vagyis *felugrással segített*, helyből való fölrepülésre sem képesek. A kisebbek csak megbírkóznak vele valahogy, de már a *varjúnagyságtól kezdve fölfelé*, *hiába keresünk olyan madarat, amely helyből és saját erejéből függőlegesen fel bírna emelkedni!*

Mindez meghatározásul is szolgálhat. Amely középszárnyú madár jobban bírja a helikopterikus repülést vagy startot, az gyöngé a haladó-mozgásban és a kisszárnýú típushoz áll közelebb, amely pedig már erre sem

képes, az viszont a nagyszárnyú típushoz közeledik, mintegy mutatva a *horizontális-repülés fejlődésének irányát*.

Legjobban bírják a galambhoz hasonló tömzsitestű és nagy izomerővel rendelkező madarak. Ezek nemcsak a helikopterikus indulás pillanatát győzik, hanem korlátolt mértékben még emelkedő repülést is végezhetnek. Vannak kivételek, amelyek liftszerű emelkedésükkel — a többiekhez viszonyítva — elég tekintélyes magasságra is felküzdik magukat. Így pl. a szűk udvarban megriasztott ga-



(Egy küzdelmes helikopter-repülés.)

lamb, merőlegesen is felrepül a 3—4 emeletes ház ereszére, ami a madárvilágban mindenesetre *óriási teljesítmény*. A célhoz ért galambon azonban igen meglátszik a fárasztó repülés hatása, mert percekig ziháló tüdővel, ki-merülten pihen egyet, mielőtt odébbállna.

Egy alkalommal kíváncsi voltam, hogy a galamb meddig bírja a helikopterikus repülést és milyen a teljesítmény véghatára. Ennek érdekében

tehát az elfogott galambot idegen súlyokkal is megterheltem és pedig úgy, hogy a lábára kötött bőrzacskóba mindig több és több ólomsörétet raktam. Így eljutottam egész 10 dkg-nyi külön terhelésig, amivel a galamb mintegy embermagasnyira helikopterikusan még fel bírt emelkedni. De pár pillanatnyi kétségbeesett és nagy csapkodással fenntartott lebegés után, valósággal visszazuhan a földre. S ezután a sipoló tüdővel ziháló galambot — amíg magát ki nem pihente — még erőszakkal sem bírtam újabb repülésre kényszeríteni.

Ugyanígy megvizsgáltam a galamb haladó-repülésének teljesítőképességét is, hogy lássam a különbségét a



két repülési-forma erőigényének. Ekkor már nemcsak 20 dkg ólomsöréttel, hanem mérsékeltabb csapkodással is könnyen elrepült. Különösen akkor fogyott a csapkodás száma és útja, amikor a galamb már *teljes lendületbe* jött.

De sokkal érdekesebb volt az a próba, amely a kísérletek folyamán véletlenül adódott. Ugyanis a 20 dkg súlyal terhelt galamb repülésének haladó irányát, a mintegy 30 méter távolságból *emelkedő pályán*, a 4 méter magas ház ereszenek vette és láthatóan, minden nagyobb erőlködés nélkül el is érte annak peremét. De mikor az ereszcatornájában meg akart kapaszkodni, a lábára kötött zacskó ebben megakadályozta. A síma pléhen megcsúszott és az ólommal töltött zacskó magával rántotta az ijedten vergődő és zuhanni kezdő galambot. A ház fala — amivel így szembekerült — arra kényszerítette, hogy függőlegesen gondoskodjék a levegőbe kapaszkodásáról, amely így helikopterikus ereszkedő-repüléssé vált. A szárnyműködés e közben a végsőig fokozódott, szinte robajlott és mégis pár pillanat múlva teljesen kimerülve zuhant a földre. Szembeszökő volt tehát az erőigények ilyen különbsége. Bár az előbbi haladva-emelkedő repüléskor használt szárnyverésnél sokkal erősebb és gyorsabb csapkodással igyekezett a zuhanást csökkenteni, mégse bírta megakadályozni, hogy a földhöz ne verje magát.

Ezek az egyszerű kísérletek tehát kézzelfoghatóan bizonyították, hogy amikor a mozgás teljesen kialakul, akkor a helikopterikus működésnél *fokozódik*, a haladó-repülésnél pedig *csökken* a szárnyak munkája, vagyis az erőigénye.

Rendes légköri viszonyok mellett a vízszintesen repülő galamb másodpercenként 2—3 szárnyecsapást végez. De minthogy a csapások száma a gyorsaság növekedésével *fogy*, a lassulásnál pedig *szaporodik*, határozott számot adni nem lehet. Ugyanez áll a helikopterikus repülésre is, csak hogy fordítva! Amikor az emelkedés gyorsabb, akkor több, ha pedig lassúbb az emelkedés, akkor kevesebb a szárnyecsapások száma. Az átlagos csapásszám mindamellett felszökik mp-ként 6—8-ra. Ezenkívül

szüksége van a legnagyobb csapó-utakra is. Ezt különben elárulja a szárnyak csattogása, amennyiben ezek a madár testén elől-hátul összeverődnek, mert egész kört írnak le (mindegyik 1—1 félkört). Továbbá akkor is változik a csapás-szám, amikor a helikopterikus emelkedés nem merőlegesen, hanem ferdén fölfelé irányul. Ilyenkor kevesebb. Szinte szabályszerűséget lehetne fölláttani, hogy amilyen mértékben közeledik a repülés mozgás-iránya a függőleges felé, olyan mértékben erősödik, szaporodik a szárnyecsapások száma. Ez a szám azonban az emelkedés gyorsaságától is függ.

A helikopterikus repülés irányának beállítását a madár úgy éri el, hogy szárnypárját abban a mértékben húzza a feje felé, amilyen tengelyállásba akar kerülni. Ezáltal a madár testsúlya olyan helyzetbe kerül, mintha fejénél fogva lógna a levegőben. Így a nyomás közép-pontján felfüggesztett madár fejjel fölfelé, farkával pedig lefelé csüng a levegőben, miáltal a szárnyak mozgás-iránya vízszintessé változik. A szárnypár ilyen előre-húzása tehát nem más, mint a súlypont igen *nagy mértékű hátrátolása*. A súlypont elállításának *különböző fokozata a mozgás irányát szabályozza*, amely a vízszintes repüléstől egész a merőleges emelkedésig terjedhet.

Ezeket a súlypont-állításokat a galamb lépten-nyomon bemutatja. Különösen akkor, ha leszáll. Ilyenkor az előbbi gyors, vízszintes repülés — lassan vagy hirtelen — átalakul helikopterikus repüléssé, amely egyszerre kettős teljesítménnyel látja el a madarat: 1. a vízszintes mozgás *lefékezésével*, 2. az enyhe *földrelibbenéssel*.

Ilyenformán a repülés haladó-helikopterikus alakot is ölthet, amelyben a szárnyak működése a vízszintesből áttér a ferdeirányú csapkodásba, ugyanekkor a madár-test tengelye is a függőleges állás helyett ferde irányt mutat. Így alakul ki az a haladó-repülés, amelyet a helikopterikus működés támogat. E szárnyműködés két vég-határát a mellékelt 42. ábrák szemléltetik, és pedig a szárnyemelés utáni felső-állásban az egyik, s a szárnyecsapás utáni alsó-állásban a másik, miközben a felhajló



és szétálló tollvégek, a nyomást szenvedő szárny eltorzulását (deformálódását) is mutatják. Ez a repülési forma tehát nem más, mint helikopterikusan támogatott kapaszkodó-repülés, amellyel a madár haladását *fékezheti*, vagyis *lassíthatja* is. Ez a két szövegábra egy század másodperces pillanatfelvétel filmszalagjából való. A képek egy galamb szárnymozgásának két véghatárát és az evezőtollak alkalmazkodását igen tisztán mutatják. A fő



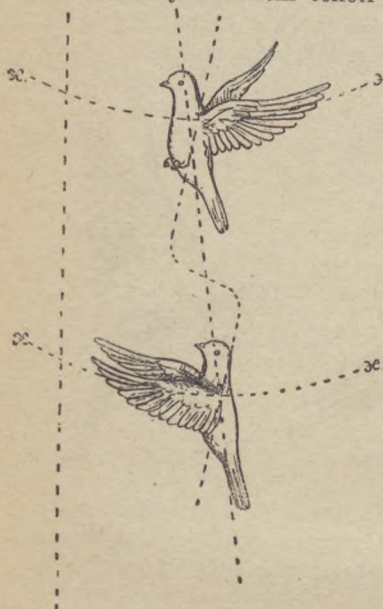
evezőtollak zászlói a szerint hajlanak el tengelyükön, amilyen ferde helyzetbe került maga a szárny. Ilyenkor a levegő átsiklik a tollak között (mint a szétárt ujjak között), *de nem azért, hogy a levegőnyomást hatástalanul áteresszék*, hanem azért, hogy a tollak mindegyike *egy légcavar-felületet képezzen*, amelynek együttműködése az egész emelkedő szárnyból légcsavart alakít és a támasztott levegőnyomás ennek szabályai szerint működik.

A galamb tiszta helikopter-repülését pedig a 43. ábra vázlata szemlélteti. Testtengelyének állása itt már természetes helyzetébe mutatja a helikopter-repülés lényegét, az egészen függőleges testtartást és a hozzáviszonyított szárnyműködés vízszintes irányát. A szárnyak ezirányú működése fejti ki a légcavarszerűen termelt emelőerőket, amelyek leginkább a levegő nyomásából kép-

zódnek. A vízszintesen csapkodó szárny ugyanis (a többi csavarrepülő szárnyához hasonlóan) lejtős elhajlásával, elesavarodásával válik csavarlapáttá.

Nagyon természetes, hogy ilyenkor a madár az emelőerő folytonosságát megszakításokkal vagyis üzemszünetekkel hiányossá nem teheti (máskülönben lehetetlenné válnék a légi-tartózkodás). Ezért oly sűrű és erőteljes a helikopterikus szárnyműködése.

Ugyanekkor érdekesen alakulnak át a csapkodás lendítőerői is. Mint már tudjuk, a kapaszkodó-repülést lendítőerők is támogatják. Ha tehát a madár helikopterikusan repül, akkor a lendítőerő hatása szintén elfordul és részben fölfelé fejt ki nyomását, vagyis emelőerővé változik. Ugyanekkor az eredetileg emelő-lendítőerő, mely a szárny összehúzásából származik, vízszintesen hat és hátrarántja a madár testét. Ha ezt a madár le nem fékezi, akkor hátrafelé is



43. ábra

repülhet. Ha azonban a szárnyemelést részben fölfelé vezérli, akkor ez a hatás szintén emelőerővé alakul stb. A helikopterikus mozgást a madár tehát igen sok irányúvá változtathatja.

Megjegyzendő, hogy a helikopterikusan termelt lendítőerő és levegőnyomás a fékentartás ellenére is idegen mozgást visz a madár repülésébe. Ezért bukdácsol, hányja-veti testét a helikopterikusan repülő galamb is. Ez az idegen mozgás azonos a haladó-repülés hullám-



szerű mellékmozgásával. Csakhogy itt a hullámvonalak igen rövidek, s így bukdácsolásnak tűnnek fel.

A működés közben igényelt gyors csapkodásnak viszont az a magyarázata, hogy a lejtős felületnek mindig gyorsabban kell mozognia, hogy ugyanolyan ellenállásra találjon a levegőben, mint talál az ugyanakkora homlokfelület (mert a helikopter nem kapaszkodó, hanem csavarszerű repülés). Ezenkívül azért is gyorsabb a szárny működése, mert a helikopter-repülésben elmarad az a légnyomás, amely a haladó-repülés sebességéből alakul s amely a mozgásban levő madár testére és szárnyára egy bizonyos felhajtó erőt szolgáltat. De elmarad a vízszintes mozgásnak ama lendítőereje is, amely a madár súlyába halmozódik. (Ez a tevékenység szintén nem megvetendő segítség a haladó-repülésben, mert úgy végzi természetes feladatát, mint a távolba hajított kő, amely a belehalmozott lendítőerő következtében csak parabolikusan enged a föld vonzóerejének.)

Mindezt a hiányt csak a gyorsabb és erősebb csapkodás pótolhatja és ez teszi oly fárasztó és erőpazarló működéssé, hogy még a nagyon izmos madarak is csak korlátolt mértékben vehetik igénybe a helikopterikus repülést.

## HARMADIK CSOPORT. NAGYSZÁRNYÚAK

### Általános jellemzés

Ha elmélyedünk a körülöttünk örvénylő, mindenre kiterjedő *mozgások* labirintusába (amely évmilliók óta lankadatlan szorgalommal alakítja, változtatja a csodálatos természet is), akkor igazán tudatára ébredhetünk gyarlóságunk arányaira. Micsoda akadályokba ütközünk, amikor csupán a *mikéntjét* keressük e szédítő forgatagnak. A *miértől* pedig legfeljebb csak ábrándozhatunk. Hogy valamit is megsejtsünk belőle, még a legnagyobb fantázia is kevés ehhez. Az emberi felfogás olyan szűk korlátok közt mozoghat, hogy a variációk áttekintését még apró részletekben is csupán találgatásokkal támaszthatja alá.

Ha tehát véges értelmi képességünkkel csupán a mozgásvariációk mikéntjének kutatására vállalkoznánk, épúgy járnánk, mint az, aki tengermélységek mérésére csupán gyufaszálat használna mérőlének. A természetben észlelhető számtalan kialakulási, kibontakozási folyamat között (amelybe az élőlények mozgása is tartozik), még az is „nagyvállalkozás“, ha csupán a madár-repülés fejlődésének gyalogösvényén próbálgatjuk az összefüggéseket megkeresni. Beismerjük, hogy még ezen a szerény csapáson is bizonytalanul járunk. Olyanok vagyunk, mint a tétovázva bolyongó vak vándor, aki tapogató bot nélkül járja a sohasem taposott, göröngyös utakat.

Ezért amikor célul tűztük megkeresni a természetes repülés kifejlődésének beláthatatlan labirintusában az



összefüggéseket, akkor inkább a jószándék vezeti bizonytalan léptünket, hogy tőlünk telhetően hasznos munkát végezzünk. Csak ezután következik a komoly elhatározás, hogy teljes odaadással átkutassuk az egyes állomások (típusok) környékét, hogy ezzel a repülés kialakulásának folyamatát és hosszú vajúdsát is felfedjük. Megtalálván a légi-tartózkodás legkiválóbb formáit, főtörekvésünk, hogy az így nyert tapasztalatokat céljaink és életviszonyaink hasznára fordítsuk.

Minthogy ez a cél vezet meredek utunkon, lépésről lépésre tovább törtetve végül bekopogtatunk a „nagy-szárnyú“ madarak féltve őrzött birodalmába.

Az eddigiekből annyit láttunk már, hogy nemcsak maga a repülés variációs fejlődése, hanem *minden mozgásforma* — legyen bár vízi vagy szárazföldi — egy-egy *emelkedési fokot mutat a kiforrott repülés főcélja felé*, amelynek kezdete már a hitvány kukac megmozdulásában is megnyilvánul. Úgyszintén azt is észrevettük, hogy minden egyes fejlődési fok (azaz faj, típus), a csúszó-mászó féregtől a legkáprázatosabban repülő vihardarárig, valamennyi befejezett és a maga nemében *tökéletes mozgásformát mutat*, amelynek egymás mellé sorakoztatásával a „gyorsaság“ *jegyében kapunk fejlődési emelkedést*.

E fejlődési útvonal *csúcspontjára* érkeztünk el a nagyszárnyú madarak repülésének ismertetésével, mert a legkiforrottabb, leggazdaságosabb és legideálisabb gyorsmozgás főformáját itt találjuk meg. Ezen a legfelső fokon (ezidőszerint) a *sasokat, kondorokat, albatroszokat, hajós-madarakat és hasonlókat* találjuk. Hogy a levegőben való mozgás és tartózkodás ilyen fejlődésének (az idők tovább pergésével) lesz-e még folytatása: emberi értelem választ nem adhat. Legfeljebb találgatásokra nyílik alkalom. A jelek szerint ugyanis a repülés formájában történő *mozgás gyorsaságának továbbfejlesztéséhez* már az *Ember van kiszemelve*. (A madarak 100 kilométer körüli gyorsaságával szemben, az ember már 600—700 kilométeres

sebességgel repül. Szinte elhivatottságnak látszik az a hajlandósága, hogy ezt öntudatlanul és a kényszerhatásoknak engedelmeskedve szolgálja. Küldetése ezen a téren is abban kulminál, hogy a természet ilyen irányú törekvését átvegye és folytassa. Életének kiteljesülése is a mellett szól, hogy segítőtársa, végrehajtó eszköze legyen ezen a téren is a természet fáradhatatlan munkálkodásának!

A nagyszárnyú madarak repülőberendezését vékony, könnyű test és ehhez viszonyított nagy fesztávolságú, terebélyes szárny jellemzi, amely a szükséges levegőnyomásokat igen lassú, legyezéshez hasonló — tehát „látható“ — mozgatással vagy kiterjesztett nyugvással — vagyis „nem látható“ működéssel — értékesíti. Repülésük így két főformában nyer kifejezést.

Az előbbi formával könnyedén, lengén, de nagy testhimbálások között, hullámosan repülnek e madarak. Az utóbbival pedig símán, egyenletesen suhannak, siklanak, úsznak a levegőben. A működés „látható“ formáját *lengőszárnyalásnak*, a „láthatatlant“ pedig *légi-úszásnak* határozzuk meg. E szerint a működés két fő repülőrendszert alakít. A két főrendszer a fejlődés legmagasabb színvonalán áll, amely mellékrendszereket is foglal magában. A repülő-rendszerek pedig az *erőmegtakarítás* jegyében működnek. Ezért legfőbb jellemvonásuknak tekinthetjük, hogy többet úsznak, mint szárnyalnak (csapkodnak), ámbár a csapkodás is nagyrészt a légi-úszás szabályai szerint működik.

Mozgó szárnyakkal való repülésközből méltóságteljes szárnylengés, nagy taszítóerővel, imponáló gyorsaság és lenge, könnyed mozgékonyság jellemzi e madarak légi útját. Ezt a nyugodt és sebességben kiadós repülést az avatatlanként *lomhaságnak* szeretik nevezni. A felületes megbélyegzés igazságtalan, mert a kilométerek százait oly könnyedén hagyják maguk után, hogy nagyon kiérdemelték azt a bámulatot is, amivel a komoly megfigyelők régi idők óta csodálják. A repülés gyorsaságá-



ban szinte utolérhetetlenek. Felülmulják így az egész átlatvilág helyváltoztató teljesítményét.

Honnan ez a gyorsaság, mikor a madár alig dolgozik? Honnan ez az órákig, sőt napokig tartó könnyed repülés, amely a madárnak láthatóan sem kerül annyi fáradságába, mint pl. az ember gyalogjárása? Hol marad még a paripa, a gazella gyors futása is kitartás, sebeség, távolság legyőzése tekintetében: a kimérten, lengőszárnyakkal rohanó gólya, gém, pelikán, sirály stb. szálguldásától?

Hát még hogyha nem csapkodnak, nem dolgoznak, hanem *megfigyelhető munka nélkül*, feszített szárnyakkal úsznak, siklanak, ívelnek, köröznek és emelkednek a levegőben. Erőfogyasztásuk annyi sem, mint az ember *tétlen állása*! Ez pedig több mint valószínű, mert az ember nem bírna annyi ideig álldogálni, mint pl. az albatrosz, amely éjjel-nappal szünet nélkül repülve, napokon át kíséreti a tengerjáró hajókat, a fáradság jele nélkül.

A nagyszárnyú típus izommunkája tehát már annyira redukálódott, hogy csaknem erőfogyasztás nélkül járja a levegőt. Legkiemelkedőbb sajátága, hogy mozgását főként külső energiával — *a szél segítségével végzeteti el*. Csodálatos ügyességével a szélről *egyirányú* mozgását, a kompasz *minden irányára átalakítva* saját céljának megfelelően értékesítheti. Izomerőt ilyenkor csak a repülés kormányzása és a kiterjesztett szárnyakon függő testsúly hordása fogyaszt: hasonlóan az álló emberhez, akinek testsúlya a lábára nehezedik. (A madár testterjedelmére ható levegőnyomások még ezt a terhelést is enyhítik.) De míg a földön álldogáló ember *tétlensége* „*stagnálást*“ jelent, addig a kiterjesztett szárnyú madár *tétlen légi-úszása* már „*dinamika*“: a földhöz viszonyított gyors mozgás, amelynek segítségével óriási utakat tehet meg a levegőben. Ez a *tétlen „állás”* tehát az alatta elhúzódnó tájakkal szemben *tovamozgás*. Folytonosságát pedig valóságos „*ingyen*“ utazásnak tekinthetjük, olyan-nak, mintha az ember valami mozgópadlóra lépne, amely

céljához minden fáradság nélkül elviszi. Ilyen mozgópadló a madár számára a szélerő.

A szél pedig a jól felszerelt madarat szinte hívogatja, csalogatja a légi kirándulásokra. Valósággal ösztönzi, hogy minél többet tartózkodjék a levegőben, ahol kényelmes utazások kíséretében létfenntartását és egyéb életcélját könnyebben kielégítheti. Hányszor látjuk, hogy még a gyöngébb repülők is, amint erősebb szél kerekedik, milyen vidáman lendülnek a levegőbe. Hogy játszanak, hogyan dobáltatják magukat pusztá kedvtelésből is (pl. a galamb).

Köztudomású, hogy a kiváló repülés legfelső színvonalán a nyílt tengerek fölött tartózkodó halászmadarak, úgyszintén a szárazföld felett járó ragadozók állanak. Ezek képviselik általában a nagyszárnyúak típusát, amelyek úgy a távrepülésben és gyorsaságban, mint időtartamban, valamint a magasrepülésben kiváló mesterek. A kiválóságot kiforrott szárnyuknak köszönhetik.

A fejlődés iránya főként a fesztáv növekedését tartotta szem előtt. A nagy fesztávolság adja a könnyed repülést és a kevés izomerőt fogyasztó nagy emelőerőt.

Ámbár ne képzeljük, hogy a fesztáv növekedése végtelen is lehet, mert ezáltal a madár mindig könnyebben és könnyebben repülhet. Az előzményekből szintén tudjuk, hogy itt is fel van állítva a véghatár, amelynél tovább a szárnyak terjedelme káros következmények nélkül nem növekedhet. A nagyszárnyú pillangók tehetetlenségéből már tudjuk, hogy a szárnyak túlméretezésével a túlkönnyűség éppen olyan hátránya az *önálló repülésnek*, mint a túlterhelés.

A madarak önálló repülésének kielégítéséhez a szárnyak növesztését — a testsúlyhoz viszonyítva — a fejlődés éppen azon *a ponton állította meg*, ahol a leggazdaságosabb munkaeredményeket kapta, ami után csak hátrányos túlfejlődés „tehetetlenség” következne.

Jellemző továbbá, hogy a gyors csapkodást követelő helikopterikus repülés a velejáró nagy erőfogyasztással, az 1 méternél nagyobb fesztávolságú madárnál, teljesen



megszűnik, hogy ezzel a váltakozó irányú csapkodás lendítőereje is jelentéktelenné váljék (a félkilónál könnyebb sirályfélék még bírják a függve-repülés némi torz formáját). Az anyagszilárdságra veszélyes lendítőerő káros következménye, a nagyméretű szárnyak mozdulatlan-ságával vagy igen lassú lengésével tehát már eltűnik, hogy a nagy távolságok legyőzése érdekében a madár csupán levegőnyomással dolgozzék. Itt már nem feltétel a *légi megállás*, vagy a helikopterikus, helyből való felrepülés. Igen fontos körülmény annak felismerése is, hogy a lendítőerő csupán a testsúlyba halmozódik, ahol az említett módon mint készenálló mozgatóerő tevékenykedik.

A mozgó testsúlyba halmozódott lendítőerő és az ellenálló levegő, két ellenkező irányú erővonalat képvisel. Ha ez a két erővonal egymással hevesen találkozik, vagyis összeütközik, akkor a megfelelően működő szárnyakon olyan kedvező hatások támadnak, amelyek a testsúly számára emelő- és előrehajtó-erőket termelnek. Mozgásközben ezek az erők okvetlen előállnak, mert amikor a levegő áll, akkor vele szemben *a testsúly mozog*. Ha pedig a testsúly áll, akkor *a levegőnek kell mozognia*, hogy a követelt összeütközés és a belőle származó nyomások előálljanak.

Ha az összeütközés levegőnyomását tisztán a szél adja, akkor a madárnak nem kell csapkodnia. Ezt az ingyen erőt módjában áll a madárnak mindenkor hasznosítani: minden parányi megmozdulását, fuvallatát, szellőjét is szolgálatába kényszerítheti. A helyzet tehát az, hogy ilyenkor *a madár testsúlyának levegőbe emelését és tovamozgatását, magával a levegővel végezteti el!* Ennél ideálisabb megoldást az alkotóerő már igazán nem találhatott.

Ez a mozgás, amelyet légi-úszásnak neveztünk el, a mozgásformák tömkelegében oly rendkívüli tünemény, hogy alapos és részletes ismertetése külön fejezetbe kívánkozik. Ennélfogva előbb a *látható* működéssel, vagyis a „mozgószárnyú” repülési formákkal foglalkozunk.

## A szárny lengő működése

Mikor és miért mozgatja szárnyát a madár? Sokszor látjuk a gólyán, sirályon, hogy még feszített szárnyú légi-úszása közben is, meg-meglibbenti szárnyát, majd újra mereven feszíti és tétlenül halad a levegőben.

Ez a körülmény elsősorban azt bizonyítja, hogy a szárnyak időközönkénti lengetése csupán a levegőnyomás megerősítésére szolgálnak. A szárny mozgatása tehát csak akkor fordul elő, amikor a madár *érzi*, hogy *kevés* vagy *hiányos* a levegő nyomása, tehát hogy megakadályozza a kényszerleszállást, ezt a *nyomáshiányt* a saját izommunkájával, a szárnyak mozgatásával *pótolja*. Nagyon tisztán szemlélteti ezeket az erősítő nyomásokat a gólya, amikor úszását a nívótartás érdekében egy-két szárny-legyintéssel megerősíti.

Ez a nyomáshiány lehet *folytonos* (kisszárnyú), *hézagos* (középszárnyú), vagy *időleges* (nagyszárnyú), ami *folytonos* vagy csupán *hézagpótló* csapkodást tesz szükségessé. A legritkébb szárnymozgatást természetesen a nagyszárnyú madár végzi.

Ez vonja maga után a második megállapításunkat. A nagyrészt *külső energiákkal* (*széllel*) mesterkedő madarak *látható* szárnyműködése csupán *alkalmi* művelet, amely mint *kisegítő tevékenység* járul hozzá a *szélerő kiegészítéséhez*: mégpedig a szél *gyöngülése* vagy *kihagyása* esetén.

Ugyanebből adódik a harmadik megállapításunk is. A szárnylengés alapján véve szintén a *légi-úszás szabályainak megfelelően értékesíti a levegő nyomását*. Csupán annyi a különbség, hogy a hiányos légköri nyomásokhoz a madár is hozzájárul egy bizonyos, de ugyanolyan *természetű résznyomással*. Minél gyorsabb a lengés, annál több ez a résznyomás. Így tehát a lengésnek is van különböző mértékben *lassított* vagy *gyorsított* formája, miáltal a két határ közt igen finom sebességkülönbségek állhatnak elő.

A lengések is két csoportra oszthatók. A lassú len-



gést *szárnylegyintésnek*, a gyorsat pedig *szárnycsapásnak* nevezhetjük, hogy egyben a lengések *első ütemét* is ért-sük alatta. Így lesz a lengés *második üteme* a *szárnyemeltetés* vagy *szárnyemelés*. A lengő szárnyműködés tehát kétütemű.

Most az a kérdés, hogy mikor lesz a második ütem-ből szárnyemeltetés és mikor szárnyemelés? Szárnyeme-lés csak gyors lengés közben alakulhat. Ezt a műveletet *a madár izmai végzik*. A szárnyemeltetést pedig már *a levegő nyomása eszközli*, mert szárnyát a madár ilyenkor *a szemközti légnyomással emelteti fel*. Sőt bizonyos mér-tékben és erővel vissza is tartja, hogy föl ne csapódjék, amely ténykedés így támaszként szerepel.

A lassúrepülésnek így az a nevezetessége, hogy úgy a szárnylegyintés, mint a szárnyemelés *levegőnyomása hasznos*, mert mindkét ütem nagyobb vagy kisebb mér-tékben a madár *testsúlyát hordja*. Minthogy az izomerő *visszatartja a felcsapódni akaró szárnyat* (amelyre a test-súly kényszerítené), tehát a madár testsúlya ez idő alatt is az ellenálló szárnyakra *támaszkodik*, ezáltal a madár *egy pillanatig se marad támaszpont nélkül!*

A legnagyobb *konstruktor* teremtményét hirdeti az a céltudatos megoldás, hogy a szárny még emelés közben is kap emelőerőket. Bár a testsúly lefelétörekvésével szemben a szárny ilyenkor *ellenkező irányban* mozog, mégse kap *reakciós nyomást*. Reakciós nyomás csak ak-kor támad, amikor ezt a madár *szándékosan állítja elő*. A szándékosság azonban csak a gyors lengésekkel kerül-het összefüggésbe. Lassú lengés közben viszont nem lép-het fel reakciós nyomás, mert különben lehetetlenné vál-nék a légi-tartózkodás. Azonban a madár, ha céljai úgy kívánják, ezt a reakciós nyomást lassú-repülés közben is előállíthatja magának. Ezáltal a repülés formája lefelé taszított, hullámos vagy bukdácsoló mozgássá alakul. (Látjuk ezt a vízreereszkedő sirálynál is, amikor egy-szerű lesiklás helyett gyorsabb szárnyemelésekkel löki magát lejjebb és lejjebb, mert gyors magasságvesztésre van szüksége.)

Talányszerűnek látszik, hogy szárnyemelés közben miként jöhet létre ez a hasznos nyomás, amikor az emelkedő szárny ez elöl ki akar térni, mert ezzel *egyirányban* mozog fölfelé? Az érdekes működést azonnal megértjük, ha figyelembe vesszük, hogy ez a *szárnyemelés repülés közben történik, amelynek sebessége nagyobb, mint a szárnyemelés sebessége.* A szárnyemelésnek csak akkor lehet reakciós nyomása, ha gyorsabb, mint a szemközti levegőáramlat.

A lengésbe jött szárny mindkét üteme ugyanekkor légesavarszerű és *vízszintesen ható nyomást* is termelhet. Azonban számottevően csupán gyors lengés közben mutatkozik. A szárny lengését (úgy lefelé, mint fölfelé mozgás közben) nyomon követi a felület *elhagyóélének* kisebb-nagyobb elhajlása, amely olyan hatásokat támaszt, mint a vízszintes tengelyű légesavar. A lassú lengés csavarszerű nyomása azonban elenyésző, mert az elhagyó-él hajlása a mérsékelt legyintés következtében csak jelentéktelen.

Hatékony *lendítőerő* a szárnyakon nem képződik, különösen nem a lassan lengő szárnyakon. A váltakozóirányú mozgás megszakításának lendítőereje, mielőtt a lengés holtpontra jut — eltűnik.

A lassú-lengés mérsékelt sebességű szárnyemelésének még *hajlásszög*re is van szüksége. A hajlásszög *fokozza a szemközti légnyomás emelőerejét*, de ugyanekkor *fékezi* a lassú-repülés érdekében a *haladósebességet* is.

Igen csodálatos jelenség az is, hogy a repülés sebességének *csökkenése* nagyobb ügyességet követel a madártól, mint a *gyorsítása* (a lassú-repülés tehát érdekesebb). De mindenekelőtt kíváncsi az a kérdést tisztázni, hogy a motor és légesavar nélkül repülő madár honnan, hogyan szerzi káprázatos sebességét?

Sok megfigyelő a szárnycsapás hátrafelé mozgásában, de még többen a szárnyemelés különleges munkálkodásában sejti a lényegét. A feltevésre az adott alkalmat, hogy a szemmel látható erőteljes lökések mindig *szárnyemelés közben* mutatkoznak. E szerint tehát a



szárnyemelés reakciós nyomása termelné ezeket a hatalmas taszítóerőket.

Gyakorlati tapasztalataim szerint ezt a feltevést általánosítani nem lehet. Különösen nem a lassú-lengésekre vonatkoztatva. A szárnycsapásnak és a szárnyemelésnek ilyen értelmű munkálkodását csak kivételesen, de azt is *más alapokra fektetve* veszik igénybe a madarak. Nevezetesen, amikor a gyors-lengés minden ütemének megvan a maga *ellensúlyzó* nyomása (erről még szintén lesz mondanivalónk).

Nem kell külön hangsúlyozni, hogy a szárnyemelés reakciós-nyomása állandóan veszélyezteti a madár légitartózkodását. Ha tehát nem szabályok és megengedett viszonyok közt, hanem állandóan használná, akkor a reakciós-nyomás nemcsak támaszpontjától fosztaná meg a madarat, hanem még taszítana is rajta lefelé. Ezzel pedig fölborulna a repülésnek még a lehetősége is.

Ebből tehát nem derül ki, hogy honnan veszi a madár a repüléshez szükséges kicsiny vagy nagy sebességet. Különösen a lassú-repülés alkalmával, amelynek sebességét — mint említettük — még *fékeznie* is kell. Még a gyors-repülés erőteljes lengéseiből sem támadhatnak azok a rendkívüli hatások, amelyekkel a madár leveri a motoros repülőgép gyorsaságát is (persze nem az 1000 lóerőset). Hát még lassú-lengés közben, amikor a szárny elhagyó-éle alig észrevehetően deformálódik! (Mint pl. a nagyobb sirályfélék vihargyors száguldását kísérő lassú, legyező szárnymozdulatainál.)

Mindez tehát még izgatóbbá teszi a kérdést, hogy akkor honnan, miből és hogyan szerzi a madár azokat a hatalmas előrehajtó nyomásokat? Miként lehetséges, hogy a sebesség nem csökken egy csöppet sem? Sőt, mindig újabb és újabb taszítóerők jelentkeznek, amelynek gyorsasága sokszor *a zuhanások sebességével határos!* Mégpedig feltűnően és tényleg *a szárnyemelés tartama alatt*: de a nélkül, hogy az emelésnek ebben valami látható része volna!

Teljes egészében és világosan megkapjuk a választ,

ha mérlegelés alá vesszük a madár súlypontjának eltolódását és az ebből származó hatások rendkívüli szerepét!!! Ez a kérdés Kolumbus-tojása. Ebből származik a hallatlan gyorsaság, az utolérhetetlen zuhanósebesség, *csak hogy nem függőlegesen, hanem vízszintesen vagy ferde irányban.* Hogy létesül, milyen titokzatos erők kapcsolódnak még az egyszerű súlyponteltolódáshoz, hogy kialakulhat a zuhanásnak ez a rendkívüli hihetetlen formája? Hogy válhat a zuhanásból haladó-mozgás: vagyis, hogy változik át a függőleges szabadesés horizontális rohanássá? Ime a magyarázat!

Mindenekelőtt megállapítjuk, hogy a lassú szárnyemelés lényegében *azonos a siklás formájával*, csupán a hatása kisebb, mert a szárnyemelés legkisebb sebessége is nyomásvesztéseget és így merülést okoz a madárnak. (Ezért is himbáló a repülése.) De ettől függetlenül a madarak különböző gyorsaságának legelső és legfőbb tényezője vagy inkább eredő oka, mindenkor az állítható súlypont által előidézett siklás!

A súlypont célszerű állításával különböző sebességű siklás, a siklásból pedig *előretörekvő mozgás alakul.* De nemcsak feszített szárnyak közreműködésével, hanem *leghevesebb csapkodás közben is.* Az eredmény pedig *szárnyemelés idején jut kifejezésre.*

A feltevést, hogy a madár sebességét a szárnyemelés támasztja, optikai csalódás idézi elő. Ez a látszat csupán *utókövetkezménye annak a súlypontelmozdulásnak, amely a szárnycsapás végeztével érezteti hatását.* A súlypont elmozdulása ugyanis a szárny pár lefelé mozgásával egy időben történik, vagyis a szárnycsapásban vagy szárnylegyintésben bent foglaltatik a súlypont megváltoztatása is, hogy ez a mozzanat szárnyemelés közben éreztesse hatását.

Mindenekelőtt megállapítjuk tehát, hogy a madárvilág repülésének *minden horizontális irányú rendszerében a sebesség fő tényezője a rendkívül finoman szabályozható siklómozgás!* Amily mértékben növekszik a szárny és tökéletesedik a horizontális repülés, olyan mértékben



emelkedik lényeggé a siklás: vagyis a súlyponteltolódás sebességet támasztó szerepe. Mindenkor háttérbe szorítván a légsavarszerű vagy lendítőerővel működő hatások szerepét. Ez az eltolódás minden egyes lengés mindkét ütemének *állandóan kísérő részműködése*. A rendkívüli tevékenység pedig így alakul ki:

Legfontosabb üteme az *előretolódás*, amely a hátrafelé húzódó szárnyak révén *fejnehéz* állapotba hozza a madarat. Ennek legkisebb mértéke már siklómozgásba kényszeríti a szárnyakon függő testsúlyt. A siklásnak mindig olyan a szöge és ezzel a gyorsasága, amilyen nagy a fejnehéz állapot. Minden eltolódás a felsőállásból, előre-húzott szárnyakkal, tehát *faroknehéz súlyponttal indul*, és mire véget ér, *fejnehéz súlyponttal áll meg*, ahol rövidebb-hosszabb szünet következik. Eszerint a szárny nemcsak *lefelé*, hanem *hátrafelé* is mozog, aminek következtében a *testsúlyt útközben különböző pontokon* támasztja alá. Az alsóállás véghatárán lesz legnagyobb az eltolódás, amely leggyorsabbra fokozza a siklást. (A szünet tehát arra való, hogy ezt a hatást a madár kívárja, bámulatos összefüggéssel a *káros hatások eltüntetésével*.) A szárny ilyen lefelé mozgásával tehát a siklósebesség *fokozatosan gyorsul*. De minthogy a szárnyak lefelé mozgása ugyanekkor *nyomással* is dolgozik, amely *ugyanannyit emel a madáron, mint amennyit lefelé siklik*, tehát ez a siklás magasságvesztés nélküli előrehaladást jelent, mégpedig megtartván a siklás sebességének összes megnyilvánulásait!

Ezt a siklást tehát nem kísérheti magasságvesztés, mert az eltolódó szárny pár lefelé mozgása közben emelőerővel is ellátja a madarat. Így minden egyes szárnylegyintés olyan rendkívüli következménnyel jár, amely a *testsúly föld felé gravitálását vízszintes, sőt emelő mozgássá is alakíthatja!* A siklósebesség irányát tehát a *szárnycsapás vagy szárnylegyintés nyomásának nagysága határozza meg, miközben a mozgató erőt mindvégig a testsúly adja!!!*

A páratlan működésben tekintetbe kell venni még,

hogy a siklószoget a madár repülés közben még fokozhatja is, amely körülmény folyton *gyorsuló* mozgást létesíthet.

A nagyszárnyú típus repülő-rendszere, amelynek csodálatos alapelve, *a levegőt a levegővel győzni le*, oly bámulatos tulajdonsággal gazdagodik tehát, amely szerint a madár sebességét *a saját testsúlya teremti meg!*

Így alakul át a szárnyak segítségével a testsúly föld felé gravitáló zuhanósebessége horizontális repüléssé és lesz belőle a nagyszárnyú madarak káprázatos gyorsasága vagy lassú imbolygása, a szerint, amilyen siklószoget és pótnyomásokat használ a madár.

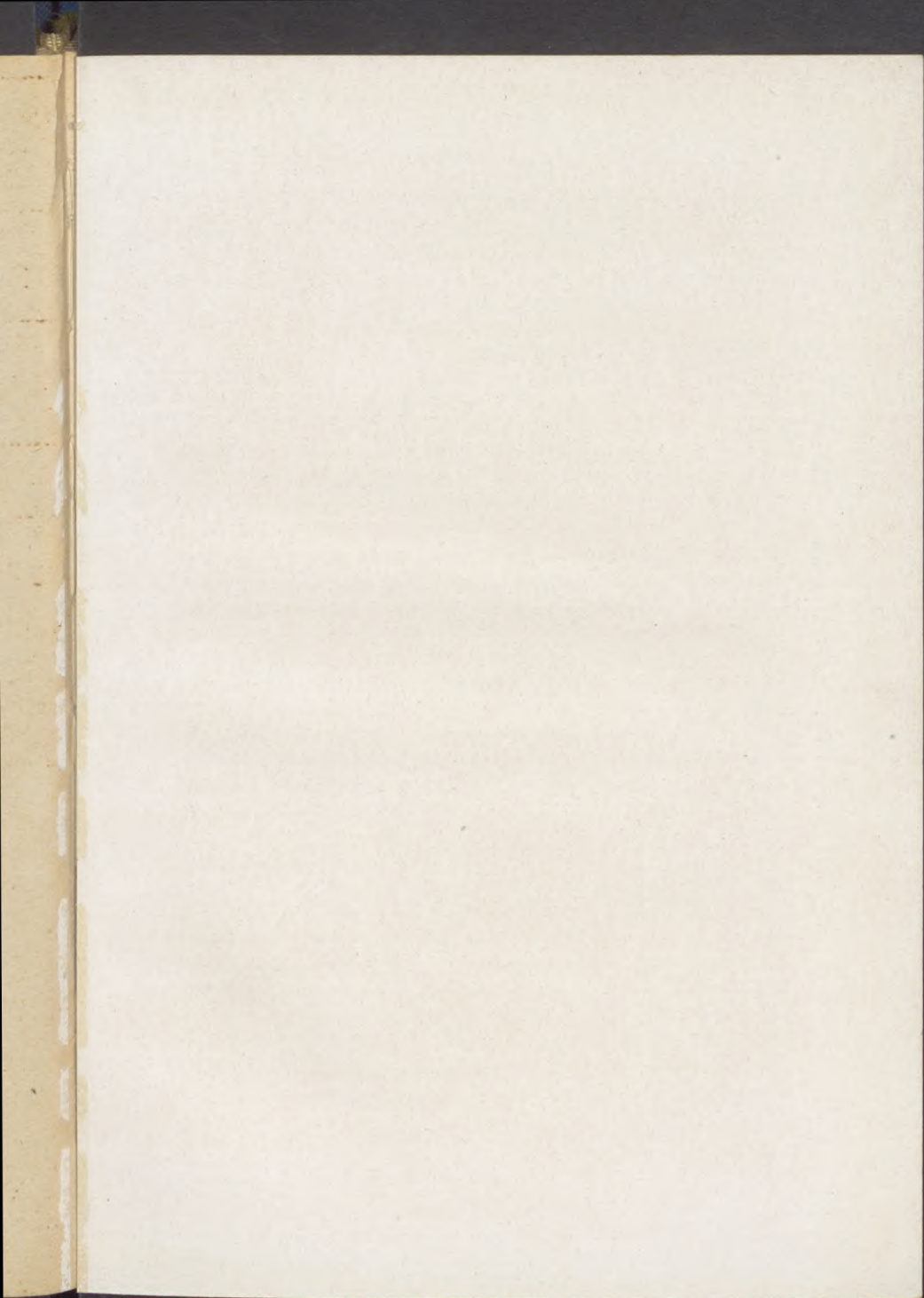
Ennélfogva a lassú lengésekkel előállított tovamozgás se más, mint a légi-úszásnak olyan válfaja, amelynél *a szélérő közreműködésének hézagait, hiányait, az izom-erővel pótoltt siklás helyettesíti*, mert ütemenkint megakadályozza, helyrehozza, sőt: túlelemelheti a magasságvesztéséget. A madárnak viszont csak arra kell ügyelnie, hogy az eredményt a szárnyemelés le ne rontsa, de ezt már az érzékszervek irányítják.

Ezek a szárny lengő működésének alapjai. A különböző sebességű lengésből azonban igen sokféle repülőforma alakulhat, mert a lengések útja, gyorsasága és ereje, úgyszintén ennek lassítása, gyorsítása, gyöngítése vagy erősítése, minduntalan megmásítja a repülés kifejező formáját. Ebből a variációból kiemeljük a két alapformát, amelynek egyikét *lassú-repülésnek*, a másikat pedig *gyors-repülésnek* nevezzük.

### A lassú-repülés

Az előzményekből már tudjuk, hogy a helikopterikusan támogatott lassú-repülés elsősorban *csüngő* testtartást és *vízszintes* felé irányuló igen gyors szárnycsapkodást követel. Ezzel szemben a nagyszárnyúak lassú-repülése *fekvő* testtartással és *függőleges* felé történő lassú, *nyomkodó* szárnylengésekkel működik. Ezt a lassúságot „*fékezett*“ *haladó-repülésnek*, de legáltalában „*se-*







A hatyú staríja vízet taposva.



*gített úszásnak*“ nevezhetjük, amennyiben a szárny-legyintéseket szárnyemelések követik. Úgyszintén figyelembe kell venni azt is, hogy a mozgás lassúságának megítéléséhez nem a repülés földhöz viszonyított sebességét, hanem a *lassú lengéseket* vesszük alapul. Bár a lengések sebességváltozása együtt jár a repülés sebességének változásával, azonban lehetséges, hogy a leglassúbb lengések kíséretében a madár földhöz viszonyított sebessége sokkal nagyobb lesz, mint a leggyorsabb csapkodással, ha az első *szél mentében*, a másik pedig *széllel szemben* történik.

A lassú-repülés vagy segített-úszás igazi mesterei a legnagyobb fesztávolsággal rendelkező madarak. A működés lényege vagy legfőbb feltétele pedig az, hogy ilyenkor *a madár már mozgásban legyen!* Kezdősebesség, vagyis szemközti légnyomás nélkül a működés hasznavehetetlen. Ennek az alapsebességnek megszerzése nélkül hasztalan csapkod, erőlködik a nagyszárnyú madár: nem bír a levegőbe emelkedni. Ez tehát azt jelenti, hogy előzetes sikló, vagy más úton szerzett vízszintes-sebesség nélkül lehetetlenség a repülés megkezdése! Ez a magyarázata annak az ismert szokásnak is, hogy a nagyobb madarak a repülés megkezdésével előbb nekifutással vagy ugrásokkal szereznek maguknak vízszintes sebességet. Ezért szalad, rohan előbb a *liba*, *túzok*, de még az *albatrosz* is a földön vagy vizen, hogy megszerezze a nélkülözhetetlen alapsebességet, vagyis a megfelelő légnyomást. De ez magyarázza meg azt is, hogy a madarak miért szeretnek kiemelkedő pontokon tartózkodni és repülésüket innen kezdeni. Ugyanis a sebességszerzés legkényelmesebb módja ez a magas helyről való indulás. Ilyenkor a madár csak kitárja szárnyát és egy lendülettel már benne van a siklásban, hogy a következő pillanatban a legkényelmesebb szárnylengésekkel repüljön tova.

Igen érdekes pl., hogy miként szerzi meg ezt a kezdősebességet, a lassú-lengések legnagyobb mestere, az *albatrosz*. Ez a hatalmas óceánrepülő teljesen tehetetlen, amíg nincsen vízszintes sebessége. Tengerjáró hajósok közt pl.

ismert dolog, hogy az elfogott albatrosz, ez az óriási madár, minden repülőművészete ellenére sem bír a hajó-födélzetről felrepülni. Hiába csapkod hatalmas szárnyával: esetlen bakugrásokon kívül nem érhet el semilyen eredményt. A korlátokkal szűkített terepen, sem nekifutással, sem felugrással nem szerezheti meg magának a szükséges alapsebességet.

Azonban másként érzi magát a nyílt tengeren. Addig szalad kiterjesztett vagy csapkodó szárnyakkal a víz tetjén, amíg el nem éri a megfelelő szemközti légnyomást, amelyre támaszkodva ezután simán fölemelkedik.

Érdekes segítőtársa ebben a madár úszóhártyás lába. Elsősorban ennek köszönheti, hogy fölkerülhet igazi elemébe. Kezdetben ezekkel lökdösi magát előre, majd mindhosszabb léptekkel kapkodva fut a vízszínen, mert ahogy növekszik a szárny emelőereje, úgy kisebbedik a lábak vízbemerülése. Ilyenkor már nem a vizet tapossa, hanem csak nagyokat lök rajta s ezzel önmagán is. Már láthatóan jól hordja a légnyomás, de irányát még mindig nem veszi fölfelé. Csak oly magasan úszik a víz fölött, hogy ezt lábával még elérje. Így kiadós rúgásaival segíten a rohanást, annyira fokozza sebességét, hogy ennek fölöslege is mutatkozik: miközben szárnyát is *összebb húzza*. Ha már elérte a sebesség véghatárát, akkor egy utolsó rugással és szárnyának *teljes kifeszítésével* fölívág a levegőbe. S amint a levegőben szabadon mozoghat, egyszerűen kibontakozik az albatrosz bámulatos repülése, a maga páratlan sebességével (pedig csak a lassú-repülés elvei szerint legyint egyet-egyet szárnyával). Most már övé az óceánok fölötti levegőtenger minden szeszélyével, viharával vagy szélesendjével. Ha már mozgásban van, akkor semmiféle légköri zavar nem árthat neki. Sőt, amikor a legvadabb vihar tombol a kietlen vizek fölött, akkor van elemében. Ilyenkor még a helyből való fölemelkedés sem probléma. Nem szorul egy lépésre sem. Úgy ültőhelyében csak kitarja szárnyát és a szélerő mint a pelyhet kiemeli a vízből.

Ugyanilyen hasznát veszik a szélerő segítségének a



sirályok és egyéb halászmadarak. Ezekkel is úgy játszik a szél, mint a hópelyhekkal. Csapatosan emeli ki őket a hullámozó tengerből a nélkül, hogy egyetlen segítő szárnymozdulatra szorulnának.

Ezek a példák tehát azt mutatják, hogy a kezdősebességet a szél is pótolhatja. A szélről pedig tudjuk, hogy éppoly levegőnyomásokat szolgáltat, mint a madár mozgásának sebessége. Gyöngébb szélben már gondoskodni kell a madárnak a sebességhiány pótlásáról. Az igaz, hogy ilyen esetben már sokkal könnyebb dolga van, mint szélcsendben vagy sikló-starthely hiányában. Azonban egycsapásra megváltozik minden nagyszárnyú madár helyzete, ha oly erős a szélnyomás, mint amilyen a madár sebességéből származó légnyomás. Ilyenkor csak neki-fordulnak a szélnek és a megfelelően tartott szárnyakkal, legyintés nélkül is a levegőbe szöknek. Ugyanígy, amikor hiányzik még valami a szélnyomásból, akkor egy kis pótlegyintéssel járulnak hozzá a nyomás megerősítéséhez, hogy az ügyeskedést siker koronázza, majd a segített-úszás révén birtokába jutnak a szabad mozgásnak.

És most pillantsunk a művészetük titkaiba is. Mint már tudjuk, a „siklás” a légi-úszás primitív formája, amelynél a horizontális mozgás még magasságvesztéssel jár ugyan, de helyette sebességet ad. Viszont a madár izommunkája vagy a szél ereje pótolja a magasságvesztéssel, hogy a siklás vízszintes, esetleg emelkedőrepülésé alakuljon. Ez az alapja a lassú-repülésnek, de ennek lelke a szárnyemelés. A cél- és szabályszerű szárnyemelésen fordul meg az egész repülés sikere. Ezzel szerzi meg azokat az átalakító hatásokat, amelyek a testsúly lesiklási törekvésének horizontális vagy emelkedő irányt adnak.

Különösen fontos követelmény, hogy a szárnyemelés hajlásszöge csak annyi emelőerőt szolgáltatson, amennyi éppen elég a szárny legyintésével szerzett pótnyomás megőrzéséhez, nehogy a sebességet túlságosan lefékezze. Ha nagyobb hajlásszöget használ a madár, akkor ugyan nagyobb emelőerőt termel — ami feltaszítja, — de ezzel

meg is állítja továbbmozgását. (Ennek szemléltető utókövetkezménye a gyors alászállás, mint ezt a víz fölött keresgélő, gyakran meg-megálló, majd hirtelen leereszkedő sirálynál sokszor láthatjuk.)

A repülés módjának megtartása érdekében tehát pontos szárnyemelésre van szükség. Fontos követelmény, hogy ezt a mozdulatot a madár se el ne siesse, se vissza ne maradjon vele, mert mindkét esetben alászállás, magasságvesztés a következmény. Az első esetben letaszítja magát, a másodikban pedig elveszti sebességét, amely szintén merülést von maga után.

Ezenkívül fontos követelmény, hogy a lengő szárny mindig arányosan alkalmazkodjék a szemközti levegőáramlatok sebességéhez. Azt pedig tudjuk, hogy ezek az áramlatok milyen változékonyak. Nemcsak a madár alakíthat magának sokféle levegőnyomást, hanem ugyanezt műveli — de szeszélyesen — a szél is.

A madárnak tehát igen pontos és finom szabályozó munkát kell végeznie szárnyával, hogy célirányos törekvéseit kielégítse. Így pl., ha növekszik a szemközti légnyomás, akkor megkisebbíti a szárny hajlásszögét és lassítja a szárnyemelést vagy pedig fordítva, mindig a viszonyokhoz és az igényekhez mért számtalan változatban.

Ugyanilyen aprólékos és pontos szabályozást követel a szárnylegyintés is. Ez mindenkor szigorúan alkalmazkodik a szárnyemeléshez, de közben kielégíti a súlyponteltolódást, siklósebesség és homloknyomás mértékét is, hogy helyreállítsa a magasságvesztéseget. Elképzelhetetlen pontos és kiszámított működés ez is, holott csak egyhangú legyezésnek látszik.

A felbontott szárnylegyintés a madár súlypontját három felfüggesztési vonalon viszi keresztül, miközben igen érdekes súlypontvándorlás alakul: 1. a szárny pár felsőállásában a madár faroknehéz, 2. a középállásban egyensúlyban és 3. az alsóállásban pedig már fejnehéz viszonyok között mozog a levegőben. A szárnyemeléssel ugyanez a súlypontvándorlás fordított, mert a madár ismét faroknehéz súlypontba kerül.



A szárnylegyintés minden egyes üteme a súlypont-vándorláson kívül, a siklás megkezdéséhez még *indító-lökést* is támaszt. Így tehát a hátrafelé mozgó szárny nemcsak *sietteti*, hogy a madár fejéhez állapotba jusson, hanem még *taszítóerővel* is ellátja a siklást. A siklásnak így azonnal van *kezdősebessége*, amely a súlypontvándorlás hatását *elevenebbé* teszi. Feltétele, hogy a madárnak ki kell várnia a *siklás útvonalának hosszát, hogy a legalkalmasabb pillanatban vegye kezdetét a szárnyemelés.*

Mindebből sejthetjük, hogy micsoda finom ösztöne lehet a madárnak, amikor ezeket a kényes igényeket kielégíti. A bonyolult és sokféle részműködésből összetett szárnyalásnak három olyan tényezőjét ismerjük, amelyet a madár ösztönének, érzékének kell irányítania: 1. a szárnylegyintés és szárnyemelés *határozott mozgássebességét*; 2. a célnak megfelelő *hajlásszöget* és 3. a legpontosabb *súlyponteltolás viszonyát a helyes sikló-szög* érdekében. E finom és pontos tevékenységen kívül külön követeli még azokat a *hormánymozdulatokat* is, amelyek a repülés célirányosságát valósítják meg.

Elfogadhatónak kínálkozik tehát a megállapításunk, hogy a *segített-úszás* alapján véve egy *folytonos lefelé törekvő siklás, amelynek vesztett magasságát a szárnyak lengő-nyomása mindig a megfelelő nivóra emeli!!!*

De megállapíthatjuk azt is, hogy a rendkívül pontos működést kívánó lassú-repüléshez, a madár *ösztönszerű vezetésén* kívül még igen nagy *gyakorlattal* is kell rendelkeznie. Azonban bármily bonyolultnak lássék ez a működés, a madár ennek terheit nem látszik viselni. Az egész művészet neki csak olyan természetes mozgás, mint amilyen más élőlénynek a járás, futás stb.

Ezért kimondhatjuk azt is, hogy a madárvilág leg-egyszerűbb, leggazdaságosabb repülésének, a *segített-úszásnak* előállítása sem nélkülözheti az *élet, ösztön vagy öntudat* vezetésének szükségét.

A lengő-szárnyú működés ez utóbbi és legszigorúbb feltétele tehát azt bizonyítja, hogy még az ilyen, legkönny-

nyebben utánozható, mesterséges mozgószárnyú repülő-szerkezet *sem lehet gépies működés*. Az ember utánzási vágyának ilyen kielégítésével a legvérmesebb álmok, remények hajszolói se kecsegtessék magukat. A mozgó szárny *gépies utánzásáról* tehát egyszersmindenkorra mondjon le a fantázia — ha nem akar örök csalódásban részesülni vagy vergődni! De viszont minden jel arra mutat, hogy a nagyszárnyú madarak lassú-repülésének elveiből idővel mégis *kialakulhat, megvalósulhat az igazi „embermadár“*. Ha megtanuljuk és begyakoroljuk a lényegét, hogy miként kell a siklás veszített magasságát a saját erőnkkel *tudatosan* helyreemелgetni, de úgy, hogy a kormányzás se szenvedjen hiányt, akkor ez a repülési forma sem tartozik az álmok világába. De csak olyan repülő-berendezést készítsen magának, amelynek repülő-súlyát siklás közben nem az emberi izmok, hanem alkalmas és célnak megfelelő rugalmas anyagok hordják. Az ember izomereje viszont csak arra szolgálhat, hogy a siklással veszített magasságot helyreemелje. A szárny mozgatásával a rugalmas anyagok ehhez hozzá is segítik! (Mindezt gyakorlati kísérleteim is alátámasztották.)

A szárnyak működtetése oly csekély erőfogyasztást kíván, hogy ennyivel minden épkézláb ember rendelkezik. S ha megtanuljuk a szárnyak pontos kezelését, akkor utánozhatjuk akár az *albatrosz*, akár a *saskeselyű* repülő-művészetét is ...

### A gyors-repülés

A lengőszárnyú alaprepülés két főformáját (lassú- és gyors-repülést) igen gyakran láthatjuk a tavak, folyók mentén repülő sirályoktól. A lassút, amikor csendes időben pár méternyire a víz fölött szállingóznak és eleség után kutatva repülésüket állandóan „fékezik“; a gyorsat pedig, ha napnyugta felé nagyobb magasságban húznak fészük felé.

A nagyszárnyú madarak gyors-repülését felületes



szemlélettel, a lassú-repülés gyorsított formájának is tekinthetjük. Ha azonban részletes vizsgálat alá vesszük a működést, azonnal kiténik, hogy bizony nagy különbség választja el az előbbtől.

A gyors-repülés mozgásalakja szintén lehet *önálló* vagy segített. Az önálló repülésben nagyrészt a madár *izomereje*, a segítettben pedig a szélérő állítja elő a gyorsaságot: de ez már a működés formáját is megváltoztatja.

Miután megismertük a horizontális-repülés legfőbb mozgatóerejét, a *siklás tulajdonságát*: mindenekelőtt szemügyre vesszük, hogy milyen szerepet játszik a gyors-repülésben. Ebben a formában a siklósebesség előállításának alapja azonban ugyanaz, mert akár kicsiny, akár nagy a siklószőg, a haladómozgást okvetlen előállítja.

Nevezhetjük ezt a mozgást *csúszásnak*, *siklásnak* vagy *zuhanásnak*, ezzel mitse változtatunk a lényegen. Alapja mindenkor a fizikailag ismert *szabadesés*, amelyben a súly *törvényszerű gyorsulással* gravitál a föld felé. És pedig addig a határig, amíg az ellenálló levegő nyomása ezt a súlyt — mint térfogattal rendelkező testet — *ki nem egyenlítette*. Ez a gyorsulási törvényszerűség tehát nemcsak a szabadesésre, hanem a siklómozgás *minden formájára* érvényes.

E szerint a siklást az esés *lassított* formájának is tekinthetjük, amely a szárnyak közreműködésével a föld síkjához viszonyított kisebb-nagyobb siklószőgben és mindig növekvő sebességgel elégíti ki a testsúly esési, illetve mozgási törekvését. Minél nagyobb a siklószőg, a testsúly annál *előbb éri el a felgyorsulás véghatárát!* Ez igen fontos feltétele a gyors repülésnek. De míg álló szárnyakkal a siklás sebessége — a kötött siklószőg és súlypont révén — a felgyorsulás után *változatlan* marad, addig a lengő szárnyakon ez a sebesség *ütemenkint változik*. De nem a siklószőg fokozása vagy csökkentése által, hanem a *fesztávolság kisebbítésével és nagyobbításával*. A mozgás ez utóbbival élénkebb, gyorsabb. Ugyanis a fesztáv kisebbítése a sebesség gyorsulását *siklószőgemelés*

nélkül is előállítja. Ezzel a horizontális-repülést nemcsak élénkebbé, hanem *gyorsabbá teszi* (t. i. a kisebb fesztávnak kisebb a homloknyomása).

Ez szintén fontos feltétel, mert a felgyorsulásnak *ütemenkint kell ismételődnie*. A csapkodás gyorsabb tempója pedig megkívánja a siklósebesség gyors kialakulását. Ugyanis minden kétütemű lengés egy-egy siklási körfolyamatnak felel meg, amelyben a sebesség hol *lassul*, hol *gyorsul*. Ha tehát a siklás körfolyama gyorsabb ütemekben követheti egymást, vagyis sűrűbb lesz a szárnylengés, akkor a repülés *alapsebessége is felgyorsul*.

Megjegyzendő, hogy a siklómozgást a madár a farkkal is előállíthatja magának, amennyiben a szárnypár síkjához viszonyított *negatív* vagy *pozitív* szöggel a siklás irányát *lefelé* vagy *fölfelé* változtatja. Azonban ez az eljárás meg se közelíti a súlypont eltolódásának gyors hatását. Ezért a madarak az irányváltoztatás meglepő mozgékonyságát nem a farkukkal, hanem a szárnypár állításával intézik valóban. Minthogy a szárnypár legkisebb elmozdulása rögtöni súlyponteltolódást és azonnali irányváltoztatást von maga után, tehát a madár mindenkor a hatásosabb és gyorsabb eredményhez a célra vezetőbbet alkalmazza. A farkkormánynak tehát a siklás vezetéséhez még közreműködnie sem kell. Még akkor sem, amikor legmeredekebb fejjrezuhanásban mozog a madár (levágó sólyom). A súlypont elmozdulásával szemben a fark *nyitott* vagy *csukott* állapotban szinte érzéketlen. Ilyenkor nem mint *irányváltoztató felület*, hanem legfeljebb mint *vezető-sík* szerepelhet és mint ilyen, a mozgásirányt megköti.

A lengések gyorsulásával a szárnyemelésnek *reakciós nyomása* is van. A lengés tehát *túlnyomásokkal* dolgozik. A szárnyesapás az *emelőerőket* nagyobbítja, a hevesebb szárnyemelés pedig a reakciós nyomást fokozza. Mindkét túlnyomás azonban átalakul és *horizontális sebességgé változik*. A szárnyesapás rendszeren *nyitott felülettel*, a szárnyemelés pedig behúzott, illetve *hátrahúzott evezőtollakkal* történik: aminek következtében fellép a



*súlypont-vándorlás* ütemes formája is. (Siklóütem.) Ez változtatja meg ütemenkint a siklósebességet.

A súlyponteltolódásból származó siklásnak különösen a zuhanó formája (összehúzott szárnypár) támaszt rendkívüli gyorsaságot. A zuhanó-siklásban mozgó madár túlszárnyalhatja a szabadon eső testeket is, mint pl. a *halfarkas*, amely a *sírályt* arra kényszeríti, hogy a fogott halat elejtse, amit zuhanás közben, még a levegőben megkaparint magának.

A zuhanó-siklás sebességét a madár a szárnypár *semleges* síkjával (hajlásszög nélküli ség), úgyszintén erőteljes *indító-lökéssel*, de főként a szárny feszításvolságának *tetes megkisebbitésével* éri el. (Pl. a sólyom ferdeirányú lecsapását alig lehet szemmel kísérni).

A madarak érthetetlen gyorsaságának tehát az a titka, hogy repülésükbe — igen gyakran — ilyen zuhanó sebességeket kevernek. A zuhanó-siklásnak még a lapos formája is káprázatos sebességet támaszt. A felgyorsulás szinte pillanatok alatt bekövetkezik.

A lengések szaporításának tehát az a célja, hogy ez a felgyorsulás minél gyakrabban *ismétlődjék*. Ugyanakkor a gyorsított szárnyesapások nagyobb emelőerőket is termelnek. Ezt azonban a madár nem *magasságszerzésre*, hanem tisztán a horizontális sebesség fokozására fordítja: vagyis emelőerőfőléseget szintén átalakítja. A *nívó-túlemelkedést* a megfelelően *heves szárnyemelés reakciós-nyomása akadályozza meg*, miáltal egy rendkívüli teljesítmény adódik. Ez a nyomás nem változik *energia-vesztességgé*, hanem átalakul előrehajtó-erővé, hogy számottevő nyomással fokozza a siklósebességet és így a repülés gyorsaságát!

Ezenkívül a siklás gazdaságos kihasználásához a nagyszárnyú madarak *egész lengést* (lecsapott szárnyakat) sohase végeznek. Úgyszintén még a leggyorsabb csapkodás közben is *egyenlőtlén* sebességgel mozognak. A szárnyesapás hevesen kezdődik és arányosan fogyó sebességgel érkezik az alsóállásba, ahol pillanatnyi szü-

netet tart. Csak ezután veszi kezdetét a szárnyemelés igen heves üteme!

Ez a pillanat a lengések legfontosabb részlete. Ekkor alakul át a reakciós-nyomás előreahajtó erővé, amely szinte robbanásszerű lökessel látja el a mozgásban levő madarat.

Ki ne csodálkoznék azon, hogy ezek a hatalmas reakciós-nyomások a madarat nem lökik le a levegőből? Sőt, e helyett — mintha csak kilőnék — minden alkalommal előre taszítják? Talányszerű, hogy ez miként lehetséges? Vizsgáljuk meg, hol a titok?

Elsősorban tekintetbe kell venni, hogy a lengések túlnyomásokkal dolgoznak. Úgy a szárnycsapásnak, mint a szárnyemelésnek mindig van *nyomásfölöslege*. De a legfontosabb, hogy a szárnyemelés az indulás pillanatában *nem a súlypontban, hanem a farokfelőli részen*, a legnagyobb fejnehéz-viszonyok között fejti ki nyomását, amely ugyanakkor páratlan együttműködéssel *összeüt-közik* az előbbi szárnycsapás emelőerő-fölöslegével! Ámde a reakciós-nyomás erősebb, tehát a test farokrészét törekszik leszorítani, de ugyanekkor a mellső-részét felbillenteni, mint a mérleg karját. De mivel a reakciós-túlnyomás együttjár a madár *fejnehéz-súlypontjával*, a felbillenés mégse következik el, mert ez a két nyomás egymást pontosan *kiegyensúlyozza*! Az így egyesült két főnyomás, amely alul-fölül nehezedik a szárnyra, a szabadulásra kiűtat keresvén, a madarat sem lefelé, sem fölfelé, hanem azirányba taszítja, amely felé a légsavarrá torzult szárny kényszeríti és amerre a testsúly amúgy is mozgásba van.

A szenzációs eredményt nagyban elősegíti az evezőtollak hátrahajló helyzete, amely automatikusan kívül kerül a súlyponton, tehát érzékenyebben torzul és könnyebben enged a reakciós-túlnomásnak. Így ez a legkiválóbb csavarlejtős felületen fejti ki erejét.

A szárnyemelés első pillanatában tehát háromféle hatás (siklás, reakciós-nyomás, szárnycsapás-nyomásfölösleg) rohanja meg a szárnyat, hogy közös erővel a víz-



szintes felé lökje a madarat, ahol kifejtve teljes erejét, előállítja a rendkívüli teljesítményt.

Miután a reakciós-nyomás elvégezte körülményes feladatát, a szárny tovább emelkedik. De most már együtt mozog a *megnövekedett* horizontális sebességgel, tehát reakciós-nyomása sincs, amely letaszítólag hatna.

Azonban még mindig nincs vége az érdekes munkának. Ugyanis a szárny pár nemcsak fölfelé emelkedik, hanem a súlypont felé előre is húzódik. E szerint az emelkedő szárny, horizontális siklás közben, *súlypont-visszavándorlással* korrigálja a természetesen előálló merülési hajlandóságot. (Kétségtelen, hogy e közben még alsónyomásban is részesül.) De még érdekesebb az a körülmény, hogy a szárnyemelés reakciós-nyomását a madár nemcsak előreajtó, hanem *fölfelé törekvő* mozgássá is alakíthatja. A hatás irányítása ugyanis attól függ, hogy mily nagy eltolódása van a súlypontnak, és milyen heves a hozzá viszonyított reakciós-nyomás. A hatások irányát ugyanis e két tényező *egyenlőtlen* vagy *egyenlő* viszonya szabja meg. Ha nagyobb a fejnehéz súlypont, akkor a mozgásirány lefelé törekvő. Ha pedig a reakciós-nyomás lesz nagyobb, akkor a mozgás fölfelé irányul, mert a hátsórész nyomódik lefelé. (Szemlélteti ezt a fecskék villámgyors felvágódása, amikor alulról támadnak a függőgető vércsére: a támadás egyetlen ilyen reakciós-túl-nyomásból alakul, bemutatván a fölfelé irányuló hatás rendkívüli taszítóerejét.) Úgyszintén, amikor a reakciós-nyomás éppen akkora, mint amilyen a fejnehéz madár lefelé törekvése, akkor a mozgásirány horizontális marad.

A különböző nyomáseltéréssel tehát éppúgy lehet sebességet változtatni, mint nívókormányzást alakítani. A madár lengésenkint mindig olyan súlyponttal és reakciós-nyomással dolgozik, amely éppen megfelel a kitűzött cél elérésének.

Ugyanez a finom ösztön intézi a siklászögek pontos meghatározását, amelyet a madár mindig csak *repülés közben és a sebességnövekedéséhez mérten, fokozatosan*

*állíthat* be magának. Ezzel a fokozatos állítással a repülés gyorsulását egész a véghatárig növelheti: vagyis addig, amíg a levegőnyomás a madár súlyát — ennek térfogatán — ki nem egyenlítette. Ugyanekkor a növekvő fejnehéz-súlypont veszedelmes pillanatait (pl. tényleges fejrezuhanást) a madár nemcsak reakciós-nyomással, hanem az előrehúzott szárnypárral is elháríthatja. A fejrezuhanó hajlam ezáltal is horizontális sebességgé változhat. A hirtelen végzett súlypont-eltolódás tehát zuhanósiklást eredményez, ha nincs benne reakciós-nyomás. (Ez idézi elő pl. a ragadozómadarak káprázatos lecsapását.) Szóval a finoman vezényelt részműködések számtalan variációját, hajszálpontosan vezeti az életműködés, a legkitünőbb kormányos és pilóta!

Az egyszerűnek vélt szárnylengetést e szerint nem is vezethetné más mechanizmus, mint az élet és ennek ösztönös vagy tudatos megnyilatkozásai, amelyeknek finomságáról alig van fogalmunk, ha azt hisszük, hogy ezt *gépiesen* is lehetne utánozni. Ezt az érzékeny működést ugyanis még a madarak repüléséről készült filmfelvételek pillanatképei sem árulhatják el, még kevésbé bírnak magyarázó jelentőséggel a madár ösztönéről. Hogy mi minden történik a szárnyak pusztá lengetése közben, azt már a felvevőgép sem láthatja, mert az ösztönt lefényképezni nem lehet. (Ehhez csak annyit fűzünk, hogy a verőszárnyas repülőgéppel fáradozó feltalálók — a saját érdekükben — szívleljék meg az elmondottakat és lássák meg benne, hogy hol van a *gépiesség határa*. Így talán felismerik, hogy a siker érdekében micsoda igényeket kell kielégíteni. A gyors-repülés elemzése is csak arról győzhetett meg mindenkit, hogy *a verőszárnyas működés, semmiféle formában sem nélkülözheti az életműködés vezető szerepét — az ösztönt vagy tudatosságot!*)

A segített gyors-repülésről már kevesebb a mondani-valónk.

A repülésnek ez a formája akkor adódik, amikor



a madárnak „kedvező szele“ van. Miként a vitorláshajónak, úgy a madárnak is számottevő segítőtársa a *hátszél*. Azonban a távolságok leküzdésében csupán a nagyszárnyú madarak veszik komolyabb hasznát. A kivételes kedvezményt a *kicsiny felületterhelés* adja. Ennek javára jegyezhetjük azt is, hogy a mozgás fenntartása nem kívánja a gyorsított lengéseket. Sőt, még a lassú-repülésnél is *mérsékelt*ebb a szárnyak mozgássebessége! (A kisszárnyúak ilyenkor a fásasztó kényszer-helikopter-repülést végzik.) A nagyszárnyú *gém, gólya, sirály* stb. ilyenkor még lassúbb szárnylegyintésekkel dolgozik, mint kifejezett lassú-repülés közben. Láthatóan kényelmes a mozgása s a szél sebességét a madár mégis túl szárnyalja.

Ez a repülés nagyon különbözik úgy a lassú, mint a gyors formától. Testének hossz tengelye a vízszintes *kifejtetés* helyett kissé *ferdén*, — elől emelten — de teljesen *kitért szárnyakkal és farokkal: sárkányszerűen* vág neki annak a légnyomásnak, amely a *szelet túlszárnyaló, önálló sebességéből* származik. Részletműködését tekintve a szárnyak lengése csak elvétele követik egymást, úgy-szintén a súlypont jellegzetes eltolódásait is csak igen mérsékeltten lehet benne fölfedezni. Csupán a szárnylegyintés gyorsabb valamivel a hosszabb szüneteket tartó szárnyemelésnél. A repülés gyorsításával a madár most szemlélhetően nem törődik. Szárnyát csak azért lengeti, hogy magát a levegőben tartsa. A távolság lebírását pedig *elvégzi a szél*. A nagyszárnyú típus tehát *aeroplán-szerűen* halad a szelek szárnyán. De amihez a saját sebességét is hozzárepüli, hogy megtalálja az elmaradhatatlan *szemközti levegőnyomásokat*.

Az erős szél és a madár mérsékelt sebességének egyesüléséből — a földhöz viszonyítva — mégis akkora gyorsaság létesül, hogy nincs az a szárazföldi lény, amely futásával ezt a sebességet megközelítené.. (Ilyenkor mérnek a természetbúvárok néha három—négy száz kilométer óra-gyorsaságot.)

## A sarlósszárnyú repülés

Ez a különleges működés éppolyan jellemző és alkalmi repülőformája a nagyszárnyú madárnak, mint a középszárnyú típusnak a vágtatva-repülés, amely a gyorsaság érdekeit szolgálja. Ezt a mozgást tehát az igen feltűnő szárnytartás alapján neveztük el sarlósszárnyú repülésnek.

Ugyanis a madár repülés közben olyan alakot ölt, mintha szárnyak helyett két sarlópenge mozogna az oldalán. A pengék széles része a törzshöz kapcsolódik, a keskenyedő végek pedig a farok felé hajoltan nyúlnak el a levegőben. Viharszeles, télidőben a távrepülő sirályok ilyen szárnytartással húznak a befagyott vizek fölött. A kisszárnyúak kivételével — különböző sikerrel — minden nagyobb szárnyú madár használja. Kiforrott típusának azonban a *sarlós- vagy kardszárnyú fecskéféléket* (*Cypselus apus*) vehetjük, mert ezeknél a szárnyak már természetből fogva sarlósan hátrahajlók. (Lásd 37. ábra.) Így minden esapkodó repülésük a sarlósszárnyműködés feltételei szerint alakul ki. Igen gyakori a sólyom- és sirályfélék között is, de itt már csak alkalmi szerepet játszik, mert csupán erős ellenszélben használják.

Mindenekelőtt kiemeljük, hogy ez a sarlós szárnyműködés nem azonos a többi repülési formában használt hátratolt szárnyemeléssel, amelynek kisebb-nagyobb mértékben szintén hátrahajló alakja van. Így valamennyi verőszárnyas működés közül az teszi a legkiemelkedőbbé, hogy a szárnypárnak *állandó sarlóalakja* van, miáltal a szárnyesapásban és a szárnyemelésben különleges hatások támadnak.

Egyébként szintén mozgószárnyú működés, amelynek két üteme, szárnyesapásból és szárnyemelésből áll s az ütemeket némi *szünetek* választják el egymástól. A lengés körfolyama tehát mellőzi a másik két ütemet, vagyis a *szárnybehúzás és szárnykifeszülés* alkalmazását. A sarlóalak így nem ütemenkint, hanem időközönként



## A VÁNDORMADARAK IRÁNYTÜJE

### Vándorlás, vándorösztön

Vége a nyárnak, itt vannak az „ember“-hónapok, — mondogatják szeptember elérkeztével a jó falusiak. Kis-asszony-napja az utolsó nyári ünnep. Jó kedv helyett szelíd mélabút áraszt a lelkekbe. Nevezetes ünnep. Úgy ismerjük, hogy ilyenkor búcsúznak el tőlünk csicseregő kis barátaink — a fecskék. (A komoly gólyák már korábban itthagytak.) Helyettük pedig beköszönt az esős, hideg ősz, utána a zimankós, szigorú télapó: kétes örömeivel és felszaporodott gondjaival.

Az ősz beköszöntésére leginkább az apró vándorok elköltözése emlékeztett bennünket, mert némely esztendőben a szeptember már végefelé jár, sőt az október is a nyakunkon ül és még mindig nyarat szégyenítő melegek vannak. De bármily barátságosan süssön is a nap, a csalogató szép idő ellenére mégis fölkerelkednek a levegő apró vándorai és elköszönnek. Itt hagyva mindent, — puha fészket, dús éléskamrát — ami csak kedves volt nekik.

Eltűnésük után egy-két napon át még elhúznak fölöttünk a más vidékek lakói. Csicseregve vonulnak a magasban: szavuk tán búcsúzás vagy utolsó Isten-hozzád! S amíg el nem tűnnek, sajnálkozva tekintünk utánuk. Ha már elnyelte őket a láthatár, őszintén elkomorodunk. Mi tagadás: a kedves, apró vándorok igen közel állnak szívünkhöz. Miért kell távozniok, miért kell menekül-

tódik, amelyek egymástól *független munkát* végeznek, mégpedig a nélkül, hogy egymástól különálló működésre vagy más elmozdulásra volna szükségük. (A külsőrésznek tehát nincsen olyan utómozgása, amely a csapkodás káros hatását eltüntetné, mert ezt is értékesíti.) Ezenkívül a belsőrész a madártest hossz tengelyéhez viszonyítva derékszögben, a külsőrész pedig változatlanul hátrahajoltan helyezkedik el. 44. ábra.

A működés legesodálatosabb teljesítménye az, hogy a gyorsaságot és légítartózkodást nem a szárnyesapás, — mint várni lehetne — hanem a szárnyemelés hozza



44. ábra

létre. A szárnyesapásból emelőerő helyett *siklósebesség*, a szárnyemelésből pedig a siklásra ható, igen nagyerejű *előrelökés* alakul: mégpedig szintén automatikusan.

És itt ismét hitetlenkedve csóválhatjuk fejünket, habár ehhez hasonló teljesítménnyel már találkoztunk a gyors-repülés felbontása alkalmával.

Az egyszerű szárnyemelésből tudjuk, hogyha felsőnyomásba ütközik, akkor a madarat azonnal letaszítja a levegőből. Rendes körülmények között a szárnyemelésnek ilyen a hatása (mint ahogy ezt a madár sok esetben használja is). Fokozza tehát az érdekességet, hogy a sárlos szárnyemelés sokkal nagyobb nyomással dolgozik, mint a szárnyesapás. Sőt, néha kizárólag a szárnyemelésre *koncentrálódik a madár összes izomereje* és letaszító hatásban még sincs része. Ezenkívül a szárnyemelés sebessége is mindig *nagyobb*, mint a repülés sebessége. Továbbá azt is tudjuk, hogy a madár súlyát a légnyo-



másnak még szárnyemelés közben is *hordania kell*, mert pillanatig sem lebeghet támpont nélkül a levegőben!

Felmerül tehát a találós kérdések özöne, hogy akkor — amíg a szárny emelkedik — *mi tartja* a madarat a levegőben? Miként lehetséges, hogy a szárnyemelés hatalmas nyomásai mégse lökik le a levegőből?

Nos: a sarlós-szárny a szélerő vagy vízszintes sebesség segítségével még ezt a lehetetlennek látszó feladatot is megvalósítja! Azonban különösen hangsúlyozzuk, hogy ezt a teljesítményt *csupán a sarlós szárnytartás érheti el*. (Ismételten felhívjuk a figyelmet, hogy az a bámulatos sebesség, amely a fecskéket, sólymokat oly vad iramodásra, le-, felvágódásokra képesíti, ebből a különleges ütemből, a hátratolt vagy sarlós szárnyemelésből származik.)

A sarlós szárnyalaknak még szélerő nélkül is olyan természetű hatásai vannak, amelynek segítségével nemcsak kibírja a legnagyobb reakciós-nyomásokat, hanem — hogy ámulatunk nagyobb legyen — minél nagyobb a reakciós-nyomás, annál nagyobb emelőerő jelentkezik, amely a szünetet jelentő kifutás (egyenes úzás) alatt jut érvényre. Ebben az esetben az a furcsa helyzet áll elő, hogy a szárnyecsapás mindig *magasságvesztéssel* jár, viszont szárnyemelés közben a madár még *emelkedhet is!*

A hihetetlen eredmény onnan származik, hogy a szükséges emelőerő *szárnyemelés közben is jelen van: mégpedig a reakciós-nyomással nemcsak egyidőben, hanem egyenesen ennek hatása alatt! Sőt: minél hevesebb a szárnyemelés, annál nagyobb emelőerő létesül!*

Hát ez hogyan lehetséges? — kérdezheti az olvasó. A csodálatos teljesítmény azonban rogtón elveszti titokzatosságát, ha megvizsgáljuk a sarló-alakú felület *nyomásvariációit* és ezt összeegyeztetjük a madártest *súlypontjával*.

Elsősorban figyelembe kell venni a sarlós-felület két tagjának beosztását és egymáshoz való viszonyát. Ekkor tapasztaljuk, hogy a belsőrésznek egész másutt van a nyomásközéppontja, mint a külsőrésznek. Ez a két pont

egymástól *függetlenül* hat a madártestre. Így a két tag nyomásviszonya lengés közben egymástól teljesen eltérő lesz, miáltal igen érdekes technikai és mechanikai helyzet adódik.

Ha ráfektetjük a sarlós-felület belsőrészére az aeroplánszerű nyomásközéppontot, ugyanígy a külsőrészre a lengések nyomásvonalát, akkor két felfüggesztési pontot kapunk (a sarló-alak következtében igen távol egymástól). Éspedig a belsőrészen a madár feje felé az egyiket, a külsőrészen viszont a farka felé a másikat. Ha tehát a szárny lecsapódik, akkor a legnagyobb utakat tevő külsőrészen a nagyobb nyomás a madár farokrészét *emeli*, a szárnyemelés viszont ezt *lenyomja*. Lengésközből e szerint a madártest (a nélkül, hogy súlypontján változtatna) úgy inog, mint a mérleg karja. Amilyen sorrendben követi egymást a szárnyecsapás és szárnyemelés, olyan *ütemesen emelkedik a madártest mellső vagy hátulsó része!* Ugyanekkor az ingadozás nagyobb következményeit (ágaskodás és fejrezuhanás) az *egymást követő ütemek mérséklék*. (Ezeknek szabályozását a madár ösztöne intézi.) Az ütemes ingadozás tehát olyan természetű és mértékű, amilyen hevesek az ütemek és amennyi *szünet* választja el ezeket egymástól. Az ingó testmozgás elsősorban lelke a sarlós-szárnyú repülésnek, egyben titka a madár nagy sebességének is.

Minthogy a madártest ennek folytán hol ágaskodó, hol fejrezuhanó hajlammal rendelkezik, tehát ebből kialakul a mozgás hullámos alakja is, mert minden egyes ütem automatikusan állítja elő a *súlypontvándorlást*, de a nélkül, hogy a szárny *súlyponteltolódást végezne!* Mi következik ebből?

A súlypontvándorlás következtében támadnak ütemenkint a siklósebességek: éspedig abban a sorrendben, hogy a szárnyecsapás *elindítja a siklást*, a szárnyemelés pedig *ezt felgyorsítja!*

Minden egyes ütemnek tehát kettős teljesítménye van. Így a szárnyecsapásnak az a tulajdonsága, hogy a madár fejrebillenésével egyidőben siklósögbe kerül a



szárny is. Ezáltal a belsőrészből *sikló vezetősík*, a külsőrészből pedig *csavarszerű felhajlás* támad, részben az evezőtollak rugalmas elhajlása, de leginkább a szárny *kézfej-csuklójának alkalmazkodása* következtében (a madár, mint érzőlény, ezt a csuklót úgy engedi át a forgató nyomásnak, hogy a külsőrészből a legkedvezőbb csavarlejtő alakuljon.) Ebből kifolyólag a belsőrész vezetésével történik a siklás, viszont a külsőrész felhajlása adja a madártest siklászögbe állításán kívül az indítólökést is.

A szárnyemelésnél ez a helyzet fordított és az a tulajdonsága, hogy a madár farokrészét nyomja le, amivel a szárny síkja a repülés irányához mérten *pozitív szögbe* kerül. Ezzel előáll az a helyzet, hogy a belsőrész *aeroplánszerű* működést, a külsőrész pedig szintén légsavarszerű nyomást támaszt, amelynek előnyösebb kialakulásához hozzájárul a kézfej-csukló elhajlása is.

Az aeroplánszerű belsőrésznek tehát olyan *hajlásszöge* van, amely a mozgás irányával szemben emelőerőt termel. Ez adja azt a *támaszpontot*, amely *ellenáll* a külsőrész rekációs-nyomásának. Mégpedig azzal az egyszerű, de rendkívüli sajátossággal, hogy minél nagyobb lesz a rekációs-nyomás, *annál nagyobbra növekszik* a belsőrész hajlásszöge, s ezzel a támasztott emelőerő hatása is. Ezért nem lökheti le a sarlós-szárnyemelés haladás közben a madarat és ezért irányulhat a mozgás még fölfelé is! Ebből következik, hogy a külsőrész csavarszerű nyomása a belsőrészre *támaszkodó* madártestet, *fel-felé tolja* a levegőben. (Ez az emelő- vagy fenntartóerő tehát automatikusan hordja addig a madár súlyát, amíg a szárnyemelés előrelökő hatása kifejtheti erejét.) A reakciós-nyomás így fejnehéz-súlypontban éri a madarat, tehát az ágaskodást erőltető nyomásnak ez mint *súlyerő* ellentáll! Ha tehát a fejnehéz madár súlypontja és a rekációs-nyomás *egymást kiegyenlíti*, akkor az így kapott erő nem lefelé, sem fölfelé, hanem *horizontális irány felé fejti ki erejét*. Így alakul át a reakciós-nyomás előrehajtóerővé.

Ekkor következik el a legérdekesebb pillanat. Ha a

szárny már elérte felső állását és tompaszögű V-ben szünetet tart, akkor a reakciós-nyomás alól felszabadult szárny, a kapott sebesség emelőerejét már tisztán értékesítheti és ekkor a madár mozgása emelkedő irányt vesz, amely az előbbi siklás merülését pótolja. Ez a pillanat tehát a kifutás alatt következik el. Így mindenkor a szünet idejétől és a lökés erejétől függ, hogy az emelkedés milyen arányokat öltön.

Azonban a kifutásnak is szigorú feltétele van. Ez a követelmény a horizontálishoz viszonyított pontos úszási vonal. Ez a vonal a madár szárnyprofil-húrjának a farokfelület síkjához való viszonyát jelenti. (Amikor a test hossz tengelye vízszintes egyensúlyban van.) A pontos úszási-vonal azért szükséges, hogy a madár testhossz tengelye a levegőben teljesen kifeküdjék. Ezáltal a legkisebb homloknymásban részesül, s az egyenes-úszásnak ilyenkor van a legkitartóbb, merülésnélküli kifutása (ezért látunk a szünet alatt olyan kilövelő gyorsaságokat).

Ha ezt az egyszerű és automatikus működést megtoldjuk még a madár gyakorlatával is, akkor előttünk áll a sarlós-szárnyműködésből származó csodálatos repülés, a maga teljes kiforrottságával. Ugyanekkor megkaptuk a magyarázatot a természetes repülés egy újabb titkára is.

## A viharrepülés

Nemcsak feltűnő, hanem ijesztő is a nagyszárnyú madarak viharrepülése. Ebben a formában akkor repülnek, amikor az erős ellenszél még a sarlós-szárnyműködést is kétségesse teszi. De leginkább azért használják, mert a viharos szél majdnem teljes szárnybehúzást kényszerít rájuk.

Viharrepülés alatt tehát ne a madár viharos gyorságát, hanem azt a kényszerhelyzetet értsük, amelyben a szélviharral veszi fel a küzdelmet. Ilyenkor még a jám-



bor sirály repülése is félelmetes és lenyűgöző. Szinte megretten az ember, amikor hatalmas lökésekkel, szédítő ívelésekkel vágódik jobbra-balra, csapódik fölfelé, lefelé, amelynek kimenetele a legnagyobb bizonytalanságot mutatja. Lélekz 'ojtva, szorongva nézzü' a hajmazzzó mozgást és minden pillanatban várjuk, hogy a nagyerejű szél mikor vágja földhöz a madarat.

Ámde a madár vitézül állja a küzdelmet. Ravaszkodik, ügyeskedik és kivédi a szél valamennyi orvtámadását. Ura a helyzetnek, ügyesen kormányozza magát, kifog a szél minden szeszélyes bizonytalanságán, miközben kitűzött irányát mégis csak rákényszeríti a vihar tomboló haragjára. Bár nehezen, de végül is diadalmaskodik a szél összes cselfogásán, így mégis oda jut, ahová törekszik.

Igen érdekesek ezek a féktelenül vad repülések. Nemcsak azért, mert izgalmasak és tanulságosak, hanem mert a madár utolérhetetlen alkalmazkodóképességéről is tanúskodnak.

Ugyanekkor a tájékozatlan szemlélő az idegölő küzdelem láttára joggal következtetheti, hogy a madár halatlan erőfeszítéssel küzd a levegőben. Különösen a célirány és az egyensúly megtartása micsoda fáradságába kerülhet, amikor látszólag tehetetlenül vergődik a szél-lökések ostromában. Nem csoda, ha sokan ezt a repülést rendkívül kimerítőnek, erőpazarlónak tartják. Pedig micsoda tévedés ez!

A valóságban éppen ilyenkor erőlködik a madár legkevesebbé. Hiszen minden munkát, energiát a szélerőtől kölcsönzi! Minden mozdulata *erőmegtakarítás*, miközben még a repülés önállóságát is meg bírja tartani. Viharban a madár erőfogyasztása minden más repülésben használt-nál kevesebb. Csupán a ráerőszakolt önkéntelen és idegen mozgás nagy és sok!

Rendesen ez a sok önkéntelen mozgás téveszti meg nézőjét, mert az az érzése, hogy a madár ilyenkor a pat-tanásig feszíti izmait a szélllel való birkózás közben. És mivel a szél úgy játszik a madárral, mint a felkapott

száraz falevéllal, az ijesztő kép még a komoly megfigyelőnek is csalódásokra ad alkalmat. Azt hiszi, hogy ezek a nagyszabású mozgások a madár hallatlan erőfeszítéséből származnak! Mint jellemző példát említjük *Mouillard* egyik ilyen megfigyelését és beszámolóját:

„Algir partjain — mondja a tudós — az erős sirokkó egy nagy sást kapott fel és a tenger fölé ragadta. A szegény állatot a vihar irgalmatlanul lökdöste idestova. Szárnyait teljesen behúzta és ha csak kissé kiterjesztette, az állat a legmerészebb ívekben szökött fel-alá a térben. Százméteres magasságot öt másodperc alatt téve meg. Ez a *kimerítő küzdelem* közel negyedóráig tartott és a hatalmas, nagy állat *hallatlan erőfeszítésekkel küzdött* a vihar ellen, hogy visszaverekedje magát a part felé. Csodálatosképpen ugyanekkor a viharmadarak és sirályok kényelmesen és teljesen elemükben, leírhatatlan könnyűséggel vadásztak a felkorbácsolt hullámok fölött.”

A megtévesztő erőfeszítés és a többi más fajú madarak repülési különbségén ne csodálkozzunk. A sirályok leírt viselkedése ugyanis azt a gyanút kelti, hogy a sas izgalmas hányódása még nem is volt igazi viharrepülés. Megerősíti ezt a feltevést az a körülmény, hogy a ragadozómadarak *szárnyprofilja igen mély és öblös*. Hasonló a nyitott ernyőhöz, amelybe a szél sokkal könnyebben belekap és úgy az alsó felén, mint a felsőn a szélnyomás rögtön és nagy erővel hat. Így a legkisebb mértékben ingadozó madarat azonnal lefelé vagy fölfelé taszítja, hogy ezáltal sokkal előbb és erősebben megtáncoltatja a ragadozót is, mint az egyenesebb, kisebb mélységű profil tulajdonosát, a sirályt. Ezenkívül a halászmadarak vagy sirályfélék a viharrepüléshez nemcsak kiváló berendezést nyertek, hanem a nagy vizek fölött tomboló gyakori viharokhoz is jobban asszimilálódtak, úgyhogy könnyebben is védekezhetnek ellene. Így azok az igazi viharrepülések, amelyeket a nyílt tengerek fölött élő madaraktól látunk.

Minthogy ez az úszás igen redukált feszítávolsággal történik, tehát a rendes szárnyfeszítésnél jóval kevesebb



az erőfogyasztása is. (Mert tudvalevő, hogy ilyenkor a a testhez közelebb esik a nyomásközéppont.)

Ezért az összehúzott szárny pár — mint hordfelület — a viharrepülésben szinte lényegtelen szerepet játszik. Ilyenkor a madár szinte szárnyak nélkül repül és ennek ellenére a kicsiny felületre a szél mégis oly nagy nyomást gyakorol, hogy sokszor túllépi a kifeszített szárnyak hordképességét. Az erős viharral szemben a szárny pár tehát főként, mint *kormányfelület* jöhet számításba: ahogy nem is végezhet vele ilyenkor a madár semmiféle komolyabb esapkodó vagy erőkifejtő működést. Ha pedig a szükség mégis rákényszeríti, hogy a szélnyomás kihagyását egy-egy kisebb szárnylegyintéssel pótolja, akkor ennek megdöböntő hatása van (ha ugyanakkor a szélnyomás megújul). A madár úgy vágódik fölfelé, mintha parittyát lőné a magasba. De nem is kell szárnyát mozgatnia. Ha kissé jobban megnyitja, pillanat alatt toronymagasságokat vágódik fölfelé. (Ezt láthatta *Mouillard* is a küzködő sason.)

Mindebben az izomerőnek semmi része sincs. Mindenesetre nem kedvtelésből dobáltatja magát a madár ilyenkor. Ezek olyan önkéntelen mozgások, amelyeket a szélszél okoz. Ez tehát a madár *emelő-ereje* (talán sok is a jóból). Így mindenkor könnyedén, játszva végzi a fárasztónak, küzdelmesnek látszó repülését. De minden pillanatban résen kell lennie, nehogy a szélerő tehetetlenül elsodorja vagy valaminek nekivágja.

A madár viharrepülése tehát korántsem munka, hanem *gyakorlat, ügyesség és rátermettség*, amelynek érvényesülése a fejlett repülő-berendezésen múlik. És ha van a viharrepülésben kimerülés, akkor ez egyedül a madár *idegrendszerét* érintheti.

Nagyon érdekesek ezek a finom kormánymozdulatokkal vezetett légi-úszások. A nélkül, hogy a madár legkisebb izommunkát végeznék, — lassan bár és többszöri visszaeséssel — mégis *előrehalad*. Az erőszakos szél nem bír vele: a madár mind nagyobb és nagyobb tért nyer!

Ezzel tehát felmerült a viharrepülés legsúlyosabb

kérdése, hogy a madár az ő „nemdolgozó“, összehúzott szárnyával miként juthat előre, amikor a szél az ő irtalmatlan, elnyomó erejével mindent elkövet, hogy a lebegve ingadozó madár útját ne csak megakadályozza, hanem magával is sodorja?

Elsősorban a szárny pár feszítvolsága alig egy ötöde a teljes feszítésének, amelynek *külsőrésze* még nyíl alakban is hátrahajlik. Néha több, de lehet még ennél is kisebb. Ez mindig a szél erejétől és szeszélyétől függ. A szárnybehúzás célja, hogy a madár minél kisebb *homlokfelülettel* álljon szembe a szélnyomással. Ugyanekkor a szárny se legyen kisebb, mint amennyi emelőerőre van szüksége, nehogy merülés, vagyis magasságvesztés következék. Az első feltétel tehát, hogy *a lehető legkisebb homloknyomással éppen elegendő emelőerőt nyerjen*. Mindkét hatást természetesen a szélerőből meríti.

Az összehúzott szárny ennél fogva olyan hordfelület, amely egyben kormány szerkezet is és arra való, hogy a madár mozgásirányának változtatásával *magát a szelet kényszerítse arra, hogy a légi-tartózkodás és az előrejutás érdekét szolgálja!*

Ilyen felkészültséggel vág neki a madár az erős szélnyomásnak, bemutatván, hogy nem a fizikai munka, hanem az ügyesség, a finom ösztön győzi le a nyers erőt. Mert a madár semmi mást nem csinál, mint egyszerűen és pontosan *szemközt siklik a szélnyomással* (zuhanó-siklás lapos formájában), hogy időközönként a vesztett magasságot ugyancsak *a széllel felemeltesse*. A mozgás hajtóereje tehát szintén a madár *testsúlya*.

Mindenesetre a folyton zavaró szélvezítések nehéz feladat elé állítják a madarat, hogy ennek ellenére is biztosítsa magának az előresiklás nyugodt menetét. A legnagyobb ügyességet természetesen a robbanékony szél kényszeríti a madárra. Ez a repülés az, amelyre még a szakember (pilóta) is azt mondja, hogy „nézni se jó“. Halaszthatatlan dolga lehet a madárnak, ha még ilyenkor is a levegőben jár, mert ugyancsak résen kell lennie, hogy katasztrófa ne érje.



Mindez szemléltetően mutatja a rendkívül finom súlypontállítások és kormányozdulatok szükségét és azt, hogy mi a következménye, ha pillanatra elveszti ennek helyes mértékét. Ezek azok a pillanatok, amelyben a madár sorsát reménytelennek tartjuk. (De ezzel a madár keveset törődik, mert az „üzemzavar“ után nyugodtan folytatja előretörékvését.)

A legesodálatosabb a műveletben az, hogy a kényes igényeket a madár még a legkisebbre összehúzott szárnyával is kifogástalanul ki tudja elégíteni.

Ha már ez se használ, akkor csődbe kerül a viharrepülés. A madár feladja a küzdelmet és befordul a szél sodrába, hogy megkísérelje valami szélvédett helyen a bajnélküli leszállást.

Ugyanakkor megállapíthatjuk azt is, hogy a *súlypontállításnak* a nagyszárnyú típus repülésében *sokkal nagyobb szerepe van, mint a szárnylengésnek!*

Ezt pedig az a körülmény támasztja alá, hogy szél-viharral szemben elképzelhetetlen az olyan izomerő és szárnycsapkodás, amivel a madár boldogulhatna a levegőben. Ellenben behúzott szárnyával csak ritkán fordul elő, hogy feladja a küzdelmet. És valahányszor a vihar arra kényszeríti, hogy tehetetlenné vált szárnyát behúzza, a madárnak a légi küzdelemhez nincs is más fegyvere, mint *testsúlya, súlypontja és ügyessége*, amellyel előállítja az egyetlen módszert, a *sikló-úszást*. Ezekkel az egyszerű eszközökkel pedig sikeresen megbirkózik a széllel, mint túlságosan erős *segítőtársával!*

Mint végeredményt pedig azzal zárhatjuk a viharrepülést is, hogy *a madarak légi mozgása — minden formában — az úszáson alapszik*. A csapkodásnak esupán másodrendű szerepe van, mert *a légi-úszás tulajdonképpen „végcél“ a repülésben!!!*

## A nyilalva-úszás

Szép nyári reggeleken, amikor a felkelő nap első sugarait széthinti a réti virágok között, de még érzik az éjszakai párás, hűvös levegő: napi munkájára pezsdül a rovarvilág apró népsége. Megtelik a lég sürgő-forgó levegőkkel, bogarakkal. Vidám távugróversenyeket rendeznek a szöcskék, karikáznak a pillangók: de ugyanakkor magukra zúdítják a végveszedelmet. A rovardús mezők és legelők felett megjelennek a fecskék, hogy tetőmagasan vagy egész földközelpben vad száguldással megtartsák reggeli vadászatukat. Terített asztal nekik a nyüzsgő, szorgos, apró népség. Zeg-zugos fordulatokkal vagy nyílegyenes rohanásokkal cikáznak közöttük és ugyanesak kiszedik belőlük dézsmájukat.

A kedvezően nyugalmas légkör igen megkönnyíti röpködésüket és kibontakozik előttünk a fecskék páratlan légi mozgása. Ez a reggeli röpködés egészen más, mint a napközi. Az éjszakai pihenés után mozgásuk vidámabb, elevenebb, amely különösen a reggeli páradús levegőben nyer igazi kifejezést, hogy necsak vonzó, hanem feltűnő is legyen. Ha jól megfigyeljük ezt a mozgást, látjuk, hogy egy különleges és sajátságos repülési formában villannak el előttünk. Majd a következő pillanatban, mint a fölfelé lött nyílvesző, toronymagasra vágódnak a nélkül, hogy szárnyukon valami jelentősebb látható működést, csapkodást észlelhetnénk. A meglepetést fokozza, hogy ezt a hallatlan gyorsaságot és fürge ügyességet egy *különleges szárnytartással* érik el, amelynek — a madártesttel együtt — *nyíl alakja* van. Ez a repülés bizonyára feltűnt már mindenkinek. A jó vidékiek fején találták a szeget, amikor azt mondják rá, hogy — *nyilalnak a fecskék*.

Bár értelmetlenül, de mindig érdeklődve nézünk a villámgyorsan elsuhanó madár után. Szárnyai meg se libbennek és a repülés mégis „rakéta-gyors”. Tűnődhetünk rajta, hogy honnan ez a gyorsaság? Micsoda megmagyarázhatatlan mozgatóerővel rendelkezik a csöpp madár, amely az ilyen villanásszerű iramodásokat előállítja:



mégpedig látható szárnyműködés nélkül és amikor *alig lengedez egy kis szellő!*

Magát a mozgást ugyan nem tekinthetjük külön repülő-rendszernek (mert lényegében az úszáson alapszik és a szárnynak is van még valami aktív működése), de felbontva annyi érdekesség és különlegesség rejtőzik a szárnyak csekély mozgásában, hogy mint jellegzetességet, ki kell emelni a madárrepülés változatos formáiból.

A fecskék ilyen mozgása, mint *csapkodás nélküli működés*, egyike a legkellemesebb benyomást keltő repülési formáknak. Az idegéről elpattant nyílvesző nem suhan határozottabban célja felé, mint az így repülő madár. Aviatikai és aerodinamikai szempontból előttünk azért vált nevezetessé, mert a feszítettszárnyú légi-úszásnak előhírnökét látjuk benne.

A szárnynak ugyan van még némi mozgása, de ez nem a megszokott csapkodásban, hanem *horizontális elmozdulásokban* nyilvánul meg. Ezenkívül előfordul, hogy az elmozdult szárnypár néha még bizonyos *mérsékelt utat* tevő, de villámgyors *szárnyemelést* is végez, amelyből *hiányzik a szárnycsapás!*

Ez a kétféle részműködés, kétféle légköri viszonyokhoz van kötve. A csupán horizontális elmozdulásokkal *szellős*, a szárnyemeléssel kiegészítettel pedig *szélcsendes* időben mesterkednek a fecskék. Mindenekelőtt a szellős időben való működést vesszük vizsgálat alá.

A reggeli páradús (nagyobb hordképességű), szellős levegőben csupán horizontális elmozdulással: a merev feszítésből csak hátrafelé és innen ismét előre húzódik a szárnypár. A mozdulat tehát kétütemű, amelyben semilyen nyomó- vagy csapóhatás nincs. A merev feszítés azonban még előrehúzott állapotban sem képez teljes feszítárváltságot. A szárnypár ilyenkor csak részlegesen, vagyis *tömpa-szögben* feszül. Hátrahúzódkor pedig egy bizonyos *hegyes-szöget* alakít. A működés tehát abból áll, hogy a szárnypár mozgása e *két szög között* váltakozik. (Természetesen a madár ösztönszerű vezetésével.) Hosz-

szabb *szünet* csupán a tompaszögű *alapállásban* mufát-kozik, mert a szárnypár csak pillanatra taszítódik hátra, majd rögtön visszatér helyére. (E két ütem időszakát a hatáseredményekhez mérten, szintén a madár szabja meg.) Ez a mozdulat tehát lényegében azonos a súlyponteltolás műveletével, amelynek *ollószerű* mozgásformája van. Egy-egy ilyen mozdulat képezi az úszás két nyilaló-ütemét.

Jellemző, hogy a szárnyak ilyen hátratulódásával alakul ki a madár nyíl- vagy szigonyformája, mert hasonlóan két szétálló ága van, amelynek helyzete a hegyes- és tompaszög között változik. Ezenkívül az ágak a szárny külső részének evezőtollaiból képződnek, amelyek egymásratorlódásából vagy szétterüléséből formálódik az ágak keskenyebb vagy szélesebb alakja. A madártest a csőrnél kezdődván, majd a fej és nyak arányos szélesedésével egybefolyik a szárnypár hegyesszögben álló alakjával, ami után a farokkal kiegészítve, mint rövidnyelű szigonyforma nyúlik el a levegőben. Ezzel az előnyös képességgel tökéletesen kielégíti a kevés *homlokellenállást* támasztó *áramvonalas* igényeket.

A nyilaló fecske minden mozdulatában, fordulatában, egyenes rohanásában ezzel a kiváló *idomalakkal* száguldoz a levegőben.

Lényeges tulajdonsága a nyilaló működésnek, hogy a legkisebbre összehúzott fesz távolsággal is, a súlypontját *minden variációban eltolhatja vagy rögzítheti*.

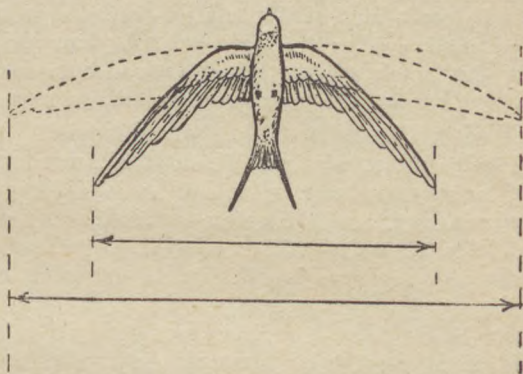
A szárnypár hátramozgása tehát nem mindig jelent fejnehéz súlypontot is. A madár még ilyen szárnytartás mellett és éppúgy végezhet *meredek* zuhanó-siklásokat, mint *egyenes* vagy hirtelen *feltörő* emelkedéseket, ha súlypontját ennek megfelelően beállítja. Ugyanis a fesz-táv változtatása és a súlypont eltolódása *egymástól független működési folyamat*. A tetszésszerű eltolódásokat a szárny háromféle forgópontján: a szárnytő, könyök és kézfej megfelelő elfordításával, külön-külön is előállíthatja, mert ezek a pontok teljes mozgásszabadságot élveznek. A szárnytőben forduló szárnypár *nyíl- vagy szigony-*, a könyökben és kézfejben forduló pedig *sarlóalakot* ölt.



A hátratulódás kisebb-nagyobb változtatása pedig *ollózáshoz* hasonló mozgást mutat.

Ezt a korlátlan mozgásszabadságot használja fel a fecske, amikor szárnypárját ollószerűen működteti.

Az ollószerű mozdulat a fesztávolságnak tehát kétféle méretet ad. Az előre húzott, tompaszögű szárnypár a *fesztávolságot nagyobbítja*, a hátrahúzott, hegyesszögű pedig *kisbíbíti* a nélkül, hogy a *súlypontnak ilyenkor meg kellene változnia*. De ugyanígy ezzel együtt is működtet-



45. ábra

heti. E tulajdonságnak a nyílalásban igen kedvező következményei vannak! 45. ábra.

Az egyik legfontosabb alakítása, hogy a fesztáv változtatásával *ütemenként változik a felületterhelés!* A szárnypár előre húzásával a *terhelés kisebb*, hátrahúzott helyzetben pedig *nagyobb* lesz, mert ez az ollózó mozdulat *mindig felületkisebbitést és nagyobbítást* alakít, amely *nyomáskülönbségeket* hoz létre. Sejtethetjük, hogy ez a tulajdonság a nyílaló-úszásban milyen jelentős szerepet játszik, amikor a szárnypár hol kevesebbet, hol többet hord.

Elsősorban a hátratulódás az a mozdulat, amely a meglepő sebességet előállítja! A felületterhelés megváltozása pedig a mozgás nívótartását teszi kitartóvá, amely

körülmény a *merülést* tartósan megakadályozza. Ezek a látszólag jelentéktelen, ollószerű mozdulatok igen heves és szinte nívóvesztésénélküli előrehajtó hatásokat támasztanak, amelyhez elég a „vastagabb“ levegő és a gyöngye szellő támogatása. De csak abban a pillanatban, amidőn a *madár mozgásba jött már!* Értékes szolgálatait csupán a *mozgás ébrentartását, vagyis felfrissítését idézheti elő.* A fecskének tehát szintén csapkodással vagy le-siklással kell kezdenie a mozgást!

A nyilaló-úszás legkiválóbb képviselőit a *parti, sar-lós és füsti fecskefélék* között találjuk, mivel a szárny ki-képzése is már e célra és ebben az irányban fejlődött. Úgyesen mozognak még a kisebb ragadozómadarak is, amennyiben kemény és hosszú evezőtollaik vannak hozzá.

A fecskék közismert villámgyors suhanását, amelyet szélben, szélesendben egyaránt bemutatnak, mindenkor az ollószerű szárnymozdulat idézi elő. A kiváló repülőnek ilyenkor mindegy, hogy közvetlen a földközben vagy a bárányfelhők között röpköd-e: a nyilaló, vad száguldás mindenütt gyorsaságot és határozott mozgást biztosít számára.

A fecske különben is magán viseli azt a jellemvonást, hogy minden repülését hátratolt szárnyakkal végzi. Ugyanígy tartja szárnyát csapkodva repülésének szünete alatt is. Azonban a nyilaló-úszás szárnytartása nem tévesztendő össze ezzel a működéssel. Ez a szárnytartás a szünetek alatt *behúzottabb*: a nyilaló-úszásé pedig éppen a szünet közben a *legtártabb*. A mozdulatok száma is ritkább, mert a hatások eredményét a madár a lehető leg-hosszabb ideig *kivárja*. A szünet tehát hosszabb ideig, néha félperceig is eltart, míg a csapkodóé másodperenél is gyorsabban ismétlődhet.

Ha figyeljük a fecske csodálatos száguldását, tapasztaljuk, hogy ezek a „kivárt“, ollószerű mozdulatok mi-esoda hallatlan taszítóerőt kölcsönöznek a madárnak. A rendkívüli hatások eredményét különösen akkor látjuk jól, amikor a fejünk fölött 20—30 méter magasságban elsuhan. Ilyenkor nemcsak a nevezetes mozdulat ered-



ményét, hanem a működés minden részletét kényelmesen ellenőrizhetjük.

A szárnypár hátratulódása a tompaszögű állásból indul ki, hogy ez a szög egy pillanatra hegyesebbé változik. Ugyanebben a pillanatban a madár igen *fejnehézzé* változik és nagy sebességgel zuhanó-siklásba kezd. De már a következő pillanatban a hátralökött szárnypár visszatért előbbi állásába, hogy ennek következtében a megindult zuhanósiklás necsak kivédessék, hanem az így kapott sebesség is átalakuljon egyenes úszássá. Ekkor következik el a rövidebb-hosszabb ideig tartó szünet (kifutás), amely arra szolgál, hogy a lökés hatását és az úzás eredményét a madár „feldolgozza“. A feldolgozás viszont abból áll, hogy a *vesztett magasságot a madár visszaszerelni igyekszik*.

Az ollószzerű mozdulat a zuhanósiklással egy alig észrevehető hullámpályát alakít, amelynek két magas és egy mély pontja van. De ez a hullámvölgy oly csekély mélységű, hogy szinte számításba se jöhet. Alig indul meg a zuhanósiklás, a madár már ki is védte, mert csupán a kezdősebességét várta meg. Így szinte egyenes-úszásnak mutatkozik. Látjuk ezt a földtől alig egy-két arasznyira elrohanó fecskén is. De ez még nem teljes magyarázata a rendkívüli eredménynek, mert eltérbe lép a súlyos kérdés: miért ilyen jelentéktelen a hullámvölgy mélysége?

Ezt a kiváló tulajdonságot ugyanis az említett kettős teljesítmény eredményezi, amelynek egyikét a *változó fesztávolságban*, a másikat pedig az ugyanekkor *változó felületterhelésben* jelöljük meg. Minthogy ez a két tényező a zuhanó-sebességgel *együtt működik*, tehát a következő eredmények jönnek létre:

A szárnypár hátratulódása, amely a *nagyobb* fesztávolságból indulván a *kisebb* felé, nemcsak súlyponteltolódást, hanem *hordképességcsökkenést* is létesít. Az előrehúzással pedig a hordképesség ismét fokozódik. Ugyanígy a felületterhelés, amely előbb *növekedett* az előrehúzóddással, ismét *kisebb* lesz. Mi következik ebből?

Mivel a szárnypár előrehúzóddása mindig *lassúbb*,

mint a hátralökődése, tehát a *lassan növekvő fesztávolság a fecske súlyát mindkönnyebben hordja* (mert arányosan növekszik az emelbéréje). Természetes következmény tehát a fecske fokozatos emelkedése is, mert közben a siklás merülése a minimumra csökken. Így a hullámvölgy mélysége a kifutási táv hosszán alig észrevehető.

Ugyanez a következmény idézi elő az előbb még nagy sebességgel lesikló madár előbb *egyenes*, majd *emelkedő* úszását. Az emelkedő-úszás azonban csak addig tarthat, amíg a *sebességvesztés* következménye, a merülés nem jelentkezik. Azonban a madár az ilyen mértékű sebességvesztést nem várja ki, hanem újabb szárnyhátralökéssel ismét zuhanósiklást alakít, hogy sebességét felelevenítse.

Fontos feltétele még a mozgás sikerének a *szárnyak hajlásszögnélkülisége*. Ez biztosítja az úszás kitartását és őrzi meg legtovább a mozgás sebességét.

A működés természetesen annál eredményesebb, minél hosszabb a szárny. Ezáltal nemcsak nagyobb zuhanósebességet szerezhet magának a madár, hanem nagyobb fesztávvaltoztatást és terhelési különbözetet is végezhet. Ha pedig tekintetbe vesszük, hogy ezt a mesterkedést még a szellő vagy gyöngye szél is támogatja (vagyis ezzel úszás közben „összeesapásokra” nyílik alkalom), akkor az együttműködéssel a nyilalva-úszás még kitartóbb és állandóbb lesz.

Most pedig nézzük, hogy milyen a nyilalva-úszás „segített” formája, az említett *szárnyemeléssel* és szélesenedés időben.

A nyugalmasan páradús levegő és az ollószerű működés egymagában még nem elég a fecske nyilalva-úszásának fenntartásához. Bár az ollószerű működés minden részletében megmarad (így megmaradnak a kedvező hatások is), azonban a mozgásban mégis jelentkeznek bizonyos folytonossági hiányok, kihagyások. Ezért a madár mozgását néha még izommunkával is támogatja. Ilyenkor veszi hasznát a szárnyemelés említett különleges formájának, amely igen élénk előretaszító lökést támaszt.



Ezzel a madár sebessége annyira fokozódik, hogy ez már alkalmas a nyomáshiányok pótlására.

Ezt a nevezetes szárnyemelést az ollószerű működés második ütemében állítja elő a madár. Ez tehát a szárny-pár hátracsapódása után következik el. Így ahány eltoldás, annyi emelőmozdulat. Ezért ritkán is vegyül a madár mozgásába. (Az ollószerű működés kb. félpercenként ismétlődik.)

Ez a különleges szárnyemelés nem a test hossztenge-lyével keresztirányban, hanem ezzel egyirányban működik és nem az egész szárnyfelület, hanem csak a külsőrész evezőtollai végzik a mozgását. Ez tehát olyan szárnyeme-lés, amelynek *előzőleg nem volt szárnycsapása*, hogy mint ilyen a következő érdekes működést mutassa:

Amint kezdetét veszi az ollószerű mozdulat, a hátra-csapódó szárny-pár elhagyóéle a légnyomás következtében lehajlik, de ugyanez a nyomás a legtöbb utat tevő külső-részt is lenyomja: vagyis az evezőtollakat ferdén lógó helyzetbe kényszeríti. Az evezőtollaknak ez a helyzete a támasztott fejnehéz-súlypontot sem engedi addig érvé-nyesülni, amíg a szárny meg nem áll. De amint ez a nyu-galmi helyzet elkövetkezett, a zuhanósiklás azonnal meg-indul. Ebben a pillanatban a madár kézfej-csuklójának erőteljes elcsavarásával, a lelógó evezőtollakat felcsapja. Ez a mozdulat a megindult fejrezuhanást *hirtelen ki-egyenesíti*, vagyis vízszintes felé törekvő mozgást alakít belőle (hasonlóan, mint a sarlós-szárnyemelés). Az ered-mény, igen élénk előretaszító lökés.

Az emelőmozdulat formája „pedzés”-szerű, amely-nek mozgásútja nem több 20—25 foknál, mert a madár oldalán az evezőtollak csupán a ferde helyzetből emelőd-nek fel vízszintes helyzetig. Hasonló ez a mozdulat a „síelő” ember taszítóbotjával végzett lökéshez, mert a madár éppígy használja evezőtollait. Bár a „síelő” ember két botjával a földre támaszkodva löki magát előre, a fecske pedig hosszú evezőtollaival a levegőre támasz-kodva szerez magának taszító nyomásokat, az eredmény ugyanaz. Mindkettővel sebességet lehet támasztani.

Ezzel a mesterkedéssel és a kapott vízszintes sebességgel a fecske már sikeresen tartja nívóját még szélcsendben is.

Ugyanekkor megállapíthatjuk, hogy a természetben minden *létező szárnyműködés* egyedül a *légi-úszás* kifejezett formájának *előkészítője vagy segédeszköze*!

### A madárrepülés erőfogyasztása

Miután elsoroltuk a mozgószárnyú repülések kiemelkedő formáit, amelyekben főként az izomerő állítja elő a légítartózkodást, aktuálisnak mutatkozik a sokat vitatott kérdéssel is foglalkozni, hogy repülés közben milyen erőfogyasztással dolgoznak a madarak?

Eleve kijelentjük, hogy *a fajok, típusok, rendszerek és a repülési törekvések* erőigényének kimutatására nem vállalkozhatunk. Meghatározhatatlan!

A típusok repülőformáinak ismertetéséből már észrevehettük, hogy micsoda variációja tárul elénk a mozgásra fordított izomerő mennyiségének. De még összevont formában se lehetne ezt áttekinteni, mert mint láttuk, az egyes madárnak sem egyforma a repülése. Egyszer jobban, máskor kevésbé erőlteti meg magát. A helikopterikus repüléstől a légi-úszásig, az egyes fajoknál is akkora eltérések mutatkoznak az erőfogyasztásban, hogy még *állagot* se lehet megállapítani.

Csak példának említjük a légi-úszást, mint legegyszerűbbet és legáttekinthetőbbet. Ennél tudjuk, hogy az izomerő feszültségének annyinak kell lennie, mint amennyivel a madár súlya terheli a szárny nyomásközéppontját (nehogy a szárny pár fölesapódjék). De még ez a fogyasztás is változik. Mert mindig más-más nyomások terhelik a madár izmait siklás, nívótartás vagy emelkedés, valamint sebességnövekedés és csökkenés közben stb.

Innen kezdve a repülőformákon, rendszereken át, a legpazarlóbb függőrepülésig, állandóan és nagy hullámzások között változnak az erőigények és ezzel az erőfo-



gyasztások is. A leglassúbb lengéstől a legyorsabb csapkodásig, szélesendben, széllle szemben vagy szélmentében. Borús és derűs időben. Reggel, este, napközben: mindig más lesz az izmok erő kifejtése. Hát még a fajok rengetegében, ahol a testsúly, repülőberendezés, képesség, tulajdonság, minőség stb. bogoznál össze a kérdést. Olyan zűrzavar és akadály tornyosul a számítások elé, hogy már a próbálkozásokba is beleöszülhet mindenki. Pontos kimutatásokra tehát semmi kilátásunk nincs.

Ellenben szükségesnek mutatkozik valami biztosabb alapokon nyugvó, hozzátvetőleges becslés, mert az eddigi találgatások részben igen fantasztikusak, részben nagy ellentmondásokat tartalmaznak. Így a bizonytalanság sokszor képtelen számításokat vetett a köztudatba, amelyek megzavarták az ítéelőképességet. Vannak pl. akik a sas munkáját több lóerőre, a kis *kolibri* repülését is méterkilogrammokra becsülik, stb. Ha nem is lehet az erőfogyasztásokat pontos táblázatba foglalni, annyit azonban meg kell állapítani, hogy az ilyen és hasonló számítások, még a legtöbbet fogyasztó helikopter-rendszerben sem állják meg helyüket. Ezért a túlzásokkal szemben felállítunk egy olyan példát, amelynek áttekinthetősége tisztább képet mutat a madarak erőfogyasztásáról.

Irányadóul vegyük a sas *lassú repülését*, amelyben a szárny egészen nyitott felületként szerepel s a nyomásközéppont is helyben marad, nem változik. Ezenkívül semilyen külső segítőerő (szél) nem áll rendelkezésre.

Az előzményekből tudjuk, hogy a szárnycsapás nyomásának legalább *egyenlőnek kell lennie a madár súlyával*. Tegyük fel, hogy ez a kiegyenlítő nyomás, két másodpercenként ismétlődik, mert ennyi idő alatt történik egy-egy szárnycsapás. A 120 cm körüli sasszárny nyomásközéppontja, a forgóponttól mintegy 70—80 cm körül ingadozik. (Erre a pontra van ugyanis felfüggesztve a sas testsúlya.) A nyomásközéppont szárnycsapásonként meg tett útja 40—50 cm, amely 5 kg súlyú sast hord a levegőben. Ha megszorozzuk az időt, utat és a súlyt egymással, akkor ezek a vázlatos, de bőven számított adatok

sem tesznek ki 1—1.5 méterkilogrammnyi munkát, amely nemesak a *mozgást előállító* erőmennyiséget, hanem a *testsúly levegőbentartását* is magában foglalja. Ez utóbbi pedig többszöröse a mozgás igényének (1 méterkilogramm egyenlő: 1 másodperc alatt, 1 kilónak, 1 méter magasra való emelésével). Ha pedig a sas minden másodpercben csap szárnyával, ami ugyan sohase történik, akkor is a fogyasztás csupán 2—3 méterkilogrammot igényelne.

Hol van tehát a sas lóerőkre becsült vagy számított erőfogyasztása, amikor még így is alig éri el az egy lóerőnek harmincadrészét? Lévén egy lóerő 75 méterkilogramm.

Ha pedig a leírt viharrepülést vagy éppen a szárnylengések közé kevert úszást is számításba vesszük, akkor az erőfogyasztás olyan minimumát kapjuk, amely alatta áll a legenyhébb feltevéseknek is. Hogy milyen kilengések állnak elő egy és ugyanazon madár erőfogyasztásánál, amikor a repülő-rendszereket is vizsgáljuk, annak bizonyítására csak egy példát említünk. Feltéve, hogy az 5 kilós sas bírná a helikopterikus repülést, akkor az erőfogyasztása már nem 1—2 mkgr, hanem kb. 130 mkgr munkát, tehát közel két lóerőt venne igénybe. (Ugyanis helikopterikus légesavarral lóerőnként csak 3 kg súlyt lehet a levegőbe emelni, amelyhez hasonló a váltakozó-irányú légesavar fogyasztása is.) Ezért nem képes a leg-erősebb madárnak ismert sas helikopterikusan felrepülni, mert megközelítőleg sincs ennyi ereje!

A sasnak a lassú repülésnél vázolt erőfogyasztása ismételten rávilágít a már hangoztatott feltevésünkre, hogy jogos reményünk lehet a *szárnycsapásokkal segített úszásnak mesterséges utánzására*. Különösen táplálja ezt a reményt a már említett körülmény, hogy a „repülő-súlyt“ *nem szükséges az emberi izmoknak hordania!* (amire még ez a nagyszerű madár is rászorul).

Említettük, hogy ilyen embergyártotta gépen ezt a munkát (amely oroszánrésze az erőfogyasztásnak), el-



végzi a szárnytartó kábelek közé iktatott rugalmas anyag, amelynek feszültsége a szárnyakat megtartja ugyan a középpállásban (tehát hordja a teljes repülő súlyt), de az izomerő nyomásának mindig enged. E szerint a szárny mozgatása — hogy az emberi munka érvényesülhessen — nem ütközik akadályokba. Sőt energiahalmozást is létesít, mert a szárnyemeléssel feszített rugalmas anyag energiája (mint csapóerő) hozzáadódik az izomerővel végzett szárnycsapás munkájához.

Ez esetben tehát az ember izomereje csupán a pótnyomásokat és a repülés irányítását intézi, amely viszont elenyésző mértékben is előállítja az önálló repülést!!!

Minthogy a legfontosabb feltétel: a tudatos cselekvőképesség az ember rendelkezésére áll, tehát a mesterséges szárnyakat ugyanolyan tevékenységre kényszerítheti, mint a lassú repüléssel mozgó madár. Különösen amikor az embernek nincs szüksége a szárnyakat (miként a madárnak), a testfödéstől, a teljes kifeszítésig, az életfeltételeknek megfelelően számtalan működési formában használni.

## ÜSZÁS A LEVEGŐBEN

Mintegy negyvenöt év előtt néhai jó Tóth Béla nagytudású, kitűnő írónk — egyik cikkében — igen helyes okfejtéssel magyarázta vitatkozó felebarátainak a repülés fogalmának helyes kifejezését és értelmét. Nyelvérzékét bántotta, hogy az irodalomban, közhasználatban egyaránt derűre-borúra használják a madár légi mozgására egyszer a repül, máskor a száll szavakat. (Repülj fecském. Száll a madár ágról-ágra stb.) Ez indította Toth Bélát, hogy akkori viszonyokhoz mérten el is döntse a problémát. Megállapította tehát, hogy a madár mozgására a „száll” szó tulajdonképpen nem is találó, mert ez a megszállás, magábaszállás, (szálló, szálloda, szállók az úrnak stb.) a

megtéréssel, hazatéréssel stb. fogalmával hozható inkább szorosabb kapcsolatba, nem pedig a madár repülésével. A madár tehát nem száll, hanem repül...

Ezóta jókora idő telt el. Megszületett a mereven tagadott mesterséges repülés: vele pedig az aviatika komoly tudományága. (De Toth Béla ezt már nem érte meg. A boldogult szintén a „tagadók táborába“ tartozott. Erkölcsi támogatását kérő levelemre is híressé vált „Esti leveleinek“ egyikében válaszolt, amelyben meginvitált, hogy repüljek a balkonjára és kopogtassak ablakán, mint ahogy ezt esténként egy rendes denevér-vendége teszi: akkor elhiszi, hogy a repülés problémáját megoldottam és ekkor azonnal támogat. Persze nem vette figyelembe, hogy ebben az esetben már nem volna szükségem a támogatására.)

Toth Béla érvelései, az akkori időknek megfelelően, a repülés alapfogalmára bár helytállóak voltak, ma már azonban kiegészítésre, helyesebben összeegyeztetésre szorulnak: mert a madár bizony *száll is, repül is*. Csak az a kérdés, hogy mikor végzi az egyiket és mikor a másikat? Sőt még arra is kiterjeszkedhetünk, hogy a madár nemcsak e két, hanem többféle formában és fogalom szerint is végzi légi mozgását, amelynek mindegyikét megfelelő kifejezéssel jelezhetjük. Minthogy általában a légi mozgások megjelölése körül még most is zavarok mutatkoznak, mulasztást követnénk el, ha az állatvilág repülésének rendezésével néhány sort nem fordítanánk a mozgásvariációk helyes kifejezésére.

Elsősorban tisztázzuk a főkérdést, hogy a madár mikor *repül* és mikor *száll*? Ennek érdekében kíváncsúnak mutatkozik megállapítani, hogy a madár mint *levegőnél nehezebb test*, ha szárnycsapkodással, vagyis *energiát kifejtő, látható munkával* mozog a levegőben, akkor „repül“. Ugyanígy repül az eldobott kő, labda stb., mint minden levegőnél nehezebb test, amelyet az energia kényszerít légi útra. De már a *levegőnél könnyebb test* (felhő, köd, buborék, léggömb stb.) már nem repül, hanem „száll“. Száll még akkor is, ha mozgását saját erejével



irányítja, (kormányozható léghajó) mert könnyebb a levegőnél.

Az a kérdés mármost, hogy a madár — mint levegőnél nehezebb test — mikor száll?

Toth Béla érvelésével kapcsolatban, minthogy a száll kifejezés igazi értelmét a hazatérés, megérkezés vagy otthonfelé törekvés fogalmaként is el kell fogadni, (elszáll, hazaszáll, kiszáll, beszáll stb.) tehát értelemszerű egyeztetés révén a madár is leszáll, amikor fészkére ereszkedik. A mozgásnak ez a kifejezése tehát a hazatérés fogalmát is magában foglalja. De amikor elhagyja otthonát és légi-útra indul, akkor már nem felszáll, hanem felrepül. Minden légi útja repülés, sőt még a földi kikötése is lerepülés, ha ez otthonával, hazatérésével nincsen vonatkozásban. Azonban nem repül akkor sem, ha vándorúton halad. A régi otthonnak búcsútmondó madársereg, amikor jobbhazába, új otthonba költözik, — bármily hosszú legyen a légi-út és bármilyen formában történjék a mozgás — akkor *elszáll!* Ugyanígy, ha régi otthonába visszatér, akkor *hazaszáll* stb. Ilyen esetekben tehát nemcsak a légi-út lebonyolítását érzékeljük, hanem az otthon fogalmát is belefűzzük a kifejezés értelmébe.

A levegőnél könnyebb testek otthona azonban minden esetben a légűr. Ha tehát valamely, levegőnél könnyebb test a földről a magasba törekszik, akkor az *felszáll:* vagyis otthonába tér. Ha pedig valami kényszerhatás következtében aláereszkedik, akkor *leszáll.* Így bántó zavart idézne elő pl. „felrepülő vagy elrepülő“ ködről, felhőről vagy léggömbről beszélni. Nagyot néznénk, ha valaki felrepülő vagy lerepülő füstöt, gázt emlegetne a helyett, hogy felszálló vagy leszálló füstnek, ködnek, gáznak, léggömbnek nevezné a levegőnél könnyebb testek mozgását stb.

Az a tünemény pedig, amikor a levegőnél nehezebb madár *látható munkát* (csapkodást) nem végezvén, feszített és mozdulatlan szárnyakkal halad a levegőben, akkor se nem repül, se nem száll, hanem *úszik!*

A mozgásnak ez a kifejezése is tisztázásra szorul,

mert a köztudatban mint *vitorlázás* nyert polgárjogot. Szerintünk ez a kifejezés szintén helytelen, mert nem érzékelteti a mozgás formáját és a levegőben haladó testre való vonatkozását.

Még a mesterséges repülés megszületése előtt történt, hogy ezt a kivételes és a madarakon feltűnő mozgásformát, taláломra elnevezték „vitorlázásnak“. Ezzel olyan meghatározást kapott, amely a vitorlánhajóra, csónakra, szánra ráillik ugyan, de már a madárra és mozgásformájára nem. Sajnos, a helytelen elnevezés annyira átment a köztudatba, hogy még a szakkörökben is ezzel különböztetik meg a repülésnek ezt a formáját. Holott e mozgásnak és a madárnak semmiféle vonatkozása, kapcsolata sincs a vitorlával. A madárszárnyak nem vitorlák és a mozgás előállítása sem vitorlakezelés! A szélerőnek is más a szerepe, mint a vitorlás járműveknél.

A sas változatos és sokoldalú légi-úszásában pl. semmi hasonló sincs a vitorlák kezeléséből, még kevésbé a vitorlaszerű működésből. A madár testsúlya, amikor a levegőben tartózkodik, nem vitorlákon, hanem szárnyakon nyugszik. A vitorlás járművek terhét viszont a vitorlák nem hordják, hanem csak mozgásra kényszerítik. Ez pedig két különböző körülmény. Úgyszintén a vitorlánhajó vagy más jármű továbbmozgásának feltételei nem azonosok a légi-úszást végző madár mozgásának követelményeivel. Annak ellenére, hogy a mozgás a széltől függ, a testet nem a szélnyomás, — mint a madárnál — hanem a víz vagy a szárazföld hordja. Ellenben a madárnál a kétféle igényt kielégíti: hordja a testsúlyt és egyben adja a mozgatóerőt. Vitorlázás a levegőben, a földtől, a víztől függetlenül tehát nincs.

Hogy mennyire idegenül hangzik a „vitorlázás“ kifejezése, mutatja az is, hogy társaságban, ha egyszerűen vitorlázást emlegetünk a mótornélküli repüléssel kapcsolatban, úgy a tájékozatlan hallgatók többnyire a vitorlás csónakázásra gondolnak. De még akkor sem értik meg, hogy miről is van szó, ha összeházasítjuk a vitorlázást a repüléssel és vitorlázvarepülést emlegetünk.



Bárki azt hiszi, hogy olyan repülésről beszélünk, amelynek köze van a hajóvitorlához, vagyis a repülőgépen vitorlák is vannak. Csak akkor eszmélnek, ha előbb hosszabbban elmagyarázzuk, hogy a légi-mozgás melyik formáját értjük alatta. A megtévesztett áldozat rendesen nem szól, nem kérdez, nehogy tájékoztatlannak tűnjék fel. Inkább mélyen hallgat. Magában pedig tépelődik, hogy milyen nevetséges a kifejezés, amikor ezt a fogalmat minden vitorlás alkalmatossággal vonatkozásba lehet hozni. És valóban: mert ahogy szabatosan nem lehet repülésnek nevezni a vitorláshajó vízi mozgását, (bár minden gyors mozgást előszeretettel repülésnek nevezzünk) éppúgy nem lehet vitorlázást sem emlegetni, ha a madár mozdulatlan szárnyain függve, rója a légi-utakat. De mivel a mozgás az otthonfelé törekvéssel sincs kapcsolatban, vagyis se nem repül, se nem száll, tehát mi fejezhetné ki tisztábban és érthetőbben ezt a légi-tartózkodást, mint az *úszás* fogalma? Helyes a költő kifejezése is, amikor a kék azúrbán keringő sast úszással jellemzi.

Mindezek alapján a vitorlázáshoz való hasonlat, mint megtévesztő és ellentmondó kifejezés *rossz és helytelen*, mert bántó fogalomzavarokat idézhet elő.

Azonban megjegyzendő, hogy légi-úszásnál mindig *merülésnélküli* tovamozgást vagy emelkedést gondolunk. Ezután következik az úszásnak merülő, ereszkedő formája, amely már nem úszás, hanem *siklás*. A siklás kifejezése tehát mindig feszítetttszárnyú és lefelé történő mozgást jelent.

Ugyanígy kíváncsúnak mutatkozik a kifejezések tisztázása a feszítetttszárnyú légi-mozgás többi formájára is. Igen gyakran használjuk a levegőben mozgó madárra a *suhanás*, *nyilalás*, *körözés*, *ívelés*, *keringés*, *koválygás*, *függés*, *lebegés*, *csapongás* szavakat. Ezek ugyan helytálló kifejezések, csupán ott mutatkozik zavar, ahol nem megfelelően alkalmazzuk. Ezért röviden jellemezzük a kísérő tüneteket is, amelyek az egyes kifejezések alkalmazását kívánják.

*Suhanás* alatt némi zajt, levegősuhogást is sejtünk. A zajt a madár gyors mozgása idézi elő: tehát nem a szárnyesapkodásból ered, mert maga a mozgás látható munka nélkül történik.

A *nyílalás* szintén munkanélküli zeg-zugos, rohanó mozgás (fecske), amely nyílalakú, hátrahajló szárnyakkal történik.

A *körözés* feszítettszárnyú, szabályos körmozgás.

Az *ívelés* ugyanaz, de „bedöntött” formában.

A *keringés*: szabálytalan és távolodó körmozgást jellemez (pl. az elipszis-fordulókkal folyton távolodó sas).

*Kóválygás*: lármával, zajjal, céltalannak látszó és csapatosan történő, kavargó, feszítettszárnyú körmozgás. (Pl. károgya kóválygó varjak, hollók stb.)

A *függés* szintén feszítettszárnyú, de helybenmaradó légi megállást jelent (kémlelő vércse).

A *lebegés* viszont a bizonytalan és néha csapkodással erősített helybenmaradást jellemez (szitáló vércse).

A *csapongás* pedig úszással kevert csapkodó, gyors, zeg-zugos fordulatokkal, le-felvágódásokat jelent.

E kísérő tünetek tekintetbevételével közelítjük meg leginkább a légi-úszás változatos formáinak helyes kifejezését.

A madár lengésnélküli feszítettszárnyú mozgásának *három főformáját* különböztetjük meg: 1. a *függést* vagy *helybenmaradást*; 2. a *haladó- vagy egyenes-úszást* és 3. a *keringést, körözést* vagy *ívelést*, amelynek mindegyike fordulókkal kapcsolatos.

### A légi-úszás általános jellemzése

A „teremtés koronája” (aminek nagy büszkén ki-neveztük magunkat) csak ritkán tekint az égre. Legfeljebb, ha valami zajt hall odafönt. Mótorzúgást, madárkiáltást vagy mennydörgést. Leginkább ez utóbbi izgatja az embert, hogy a magasba tekintsen.



Künn a szabad természetben az égretékintő hajlam azonban sokkal gyakoribb, mert a földnélküli embernek itt már több oka van az aggodalmakra. Hamar megesik, hogy kiadós zápor szakad a nyakába. Ezért nyugtalanok vagyunk, ijedezünk minden fuvallatra, levélzörgésre, tehát szorgalmasan kémlelünk fölfelé még akkor is, ha derűs, napsugaras hangulatban mosolyog az ég.

Ilyenkor fordul elő, hogy szemünk megakad valami sötét folton, amely mozdulatlanul függ a levegőben, mert a kék azúrban vagy a fehér-ló bárányszerűek között ez a jelenség élesen rajzolódik a világosabb háttérbe. A sötétlő valami — amelyet azonnal felismerünk, hogy madárféle — mindjobban megragadja figyelmünket és érdeklődő kíváncsisággal szemléljük alakját, különös képességét és viselkedését. Néha nagyobbaknak, néha kisebbeknek látszik, mert ez attól függ, hogy melyik fajhoz tartozik a madár és milyen távolság választja el tőlünk. Így lehet csak *sólyom*, de éppúgy lehet *kánya*, *hétjegyű* vagy *saskeselyű* is. Bizonyos idő múlva észrevesszük, hogy egyszer csak mozgásba jön és mint valami kísérteties árny, tovasuhan. Majd újra megáll és oly mozdulatlan, mintha a levegőbe szögezték volna.

A „teremtés koronája“ elámul. Valami vágy, vonzalom, rokonszenv és döbbenet fogja el. Ha felelnie kellene, hogy mit érez, bajosan tudná megmagyarázni. A látvány imponál, egyben gyönyörűséget okoz. Örül és aggódik: maga sem tudja miért. Ezt a hatást valamiképp úgy lehetne jellemezni, hogy a „teremtés koronája“ megpillantva a levegő „koronázatlan királyát“, megdöbben vetélytársától. De azért szíve, lelke akaratlanul is megtelik bámulattal. Nézi, figyeli minden mozdulatát vagy mozdulatlanságát. Csodálja azt a nyugodt, biztonságos függést, amely feje fölött a nagy magasságban eléje tárul. Vagy pedig irigykedve, de megkönnyebbülten sóhajt utána, ha egyszer csak elsuhan a messzeség felé.

Minderről a büszkén, méltóságteljesen terpeszkedő madár nem vesz tudomást. Hidegen fogadja a tova-

szálló felhők örök vándorlását, amelyek fantasztikus alakzatokban gomolyognak, versenytfutnak mellette. Nem zavarja a távolban morajló vihar közeledése. Nem ijesztik meg a csapkodó villámok, a tornyosuló fekete felhőtömegek. Továbbra is nyugodtan terpeszkedik a magasban és lekonyított fejjel kémleli az alant elterülő tájat. Szinte tüntet kiváltságával, magasabbrendűségével, hogy mennyire ura a levegőnek. Semmi más nem érdekli, csak ami a mélyben történik, amely fölött lebeg és amely jogara alá tartozik. Kényura, egyben rablólovagja is a környéknek. A sötét árnyék, amelyet körvonalaival az égre rajzol, lényét szimbolizálja. Megjelenése, feltűnése mindig sötét szándékot rejteget magában. Az alatta elterülő tájat saját terített asztalának, a rajta mozgó gyöngébb, védtelenebb madarakat vagy állatokat pedig, fel-falható alattvalóinak tekinti.

A levegő zsarnoka tehát nemcsak a legkiválóbb mozgást testesíti meg, hanem az útonállót a diktátorral egyesíti magában. Mert akár *törpesólyom*, akár gyermekrabló *szirtisas* legyen a ragadozómadár, megjelenése mindig baljóslatú események árnyékát veti előre. Ha pedig a legnagyobb haramiafajhoz tartozik, még az embernek is meggyűlik vele a baja. A *szirtisasnak*, *sas-keselyűnek*, *hárpiának* (*Thrasaetus harpyia*) még a teremtés koronája se imponál. Vannak helyzetek, amikor rátámad az emberre is.

Aki csak ritkán találkozik nagy ragadozómadárral, a nagyszerű látványt egyhamar nem felejtí el. A rendkívüli mozgás hatása alatt még a közönyös ember is csöndes bámulattal vagy hangos felkiáltással szemléli a fölényes repülő-művészetet. És méltán: mert ha van a mozgásban szépség, ritmus, lendület és félelmet gerjesztő vadság, akkor ezt a nagy ragadozómadár lebilincselő légi-úszásában találjuk meg. Csodálatos eleganciával kering, köröz, ível vagy függöget valamennyi. Hatalmas feszített szárnyakkal még távolról is lenyűgözőek. Különösen akkor döbben meg az ember, ha feje fölött hosszasan egyponton függve marad. Szinte sugározza



magából a fenyegető, rejtelmes, természetfölötti erőket, mintha csak a sötét végzet lebegne az ember fölött.

Mialatt csodálkozva szemléljük a rendkívüli képességet, ráérünk találgatni, hogy melyik fajhoz tartozik a madár. Izgatottan soroljuk fel magunkban az ismeretebb ragadozómadarakat, hogy melyik is lehet közülük. A magasság ellenben olyan nagy, hogy a közelebbi meghatározás még a szakembernek is probléma. Lelkesedésünk azonban könnyedén és rokonszenvünknek megfelelően intézi el a kérdést. Gondolkodás nélkül ráfogjuk, hogy más madár nem lehet, csak — sas!

Ez is érthető, mert ősidők óta valamennyi madár közül a sas imponált legjobban. Ezért nem kisebb izgalommal szemléljük a nagy madár feszített szárnyú tovarohanását is, mert sasnak gondoljuk. Más nem is lehet, mert így, mint a kilőtt nyíl, más madár nem suhan a láthatár felé. Rohanása közben megelőzi, túlszárnyalja a futó felhőket és néhány perc múlva ámuló szemünk előtt elnyeli a távolság.

Ha pedig méltóságteljes lendülettel kering a felhők között, hogy mint apró pontocskát elnyelje az ég határtalan kéksége, akkor mindennél erősebb lesz meggyőződésünk, hogy ez a madár csak a büszke sas lehet. Felcsigázott érdeklődésünket alig bírjuk elfojtani. A keringésnek oly nagy a varázsereje, hogy a titokzatos képességet más madárról fel sem tételezzük. Elismerésünk tehát azé a madaré, amely mindig a legnagyobb hatást gyakorolta ránk, amely minden időkben a legmélyebb esodálalatot váltotta ki az emberből. (Holott az is lehet, hogy a bámulatos sas „csak“ *dögkeselyű* volt, mert ez is nagy mestere a légi-úzásnak.) De ennek is van magyarázata.

Már a régi jó időkben, amikor az emberek erőről, bátorságról, hatalomról példáztak, többnyire a felhők közt keringő sast emlegették mintaképpül. A tüneményes mozgás megtesztetője, ideálja volt ősapáinknak. Hareijelvényeiken többet szerepelt, mint akár az oroszlán. De van is benne valami, mert még az oroszlán sem fejez ki

annyi méltóságot, erőt, bátorságot, ha tátott szájjal fogait vicsorítja, mint a levegő kitártszárnyú oroszlánja — a harcias *szirtisas*. De ugyanekkor el kell ismernünk, hogy ezt a nagyobb hatást nem a madarat jellemző erő, bátorság vagy harcivágy, hanem a lenyűgöző, félelmet gerjesztő, keringő mozgása váltotta ki belőlünk.

De nincs is párja e mozgásnak az egész állatvilág valamennyi vízi, földi vagy légi mozgásformája között sem. Különösen a *szirtisas* vagy *saskeselyű* lendületes keringése emelkedik ki legjobban. Ez egyesíti magában az esztétikai szépséget, a kecses, könnyed lengéseket, a nyugalmat és biztonságot, párosulva az utolérhetetlen mozgásszabadsággal, hogy ugyanekkor fenyegetést, kihívást, harcot és vakmerő vadságot is hirdessen.

Ha pedig elragadtatásunkban érdeme szerint már végig elemeztük a sas összes külső-belső tulajdonságát, még mindig nem nyugszunk meg, mert a csodálatos légitartózkodás titka is nagy izgalmat okoz. Csöndes bámulatunk közben tűnődni kezdünk, hogy a mozdulatlan szárnyú madarat — mint súlyos testet — vajjon mi hozza lendületbe és mi tartja a levegőben? Micsoda különös erő rejtőzik benne, hogy a föld vonzóerejét oly könnyen legyőzi? Holott a ritka, légnemű környezetből minden test, a legkönnyebb papírszelet vagy száraz falevél is aláhull! A súlyos, nagy madár pedig még függése közben se merül, süllyed vagy ereszkedik lefelé, holott a szárnya mozdulatlan! Sőt, egyszercsak mozgásba jön és nagyot lódul a nélkül, hogy szárnyán valami libbenést észlelhetnénk. És csodák csodája, mozgása közben még emelkedik is! Mi lehet ez? Mi hajtja fölfelé a nehéz madarat? Micsoda titokzatos kötelékek fűzik a mennybolthoz?... Ismeretlen, titkos erőkre gondolunk, olyanokra, amilyenek vagy a levegőben, vagy a madárban rejtőznek: láthatatlanul, megfoghatatlanul.

A tájékozatlan bizonytalanságot rendesen csak a fantasztikus, misztikus gondolatok nyugtatják meg legelőbb. Sajátsága az emberi léleknek, hogyha valaminek nyitját rögtön nem találja, akkor a legképtelenebb gon-



dolatai támadnak. Elsősorban azért, hogy önmagát ámítsa, azután másokat.

Ez az emberi tulajdonság kísérte évezredekken át a légi-úszás tüneményének magyarázatát. Az ember so-hase merészelt egyszerű tényekre, valóságokra gondolni, holott a tapasztalat mindig bizonyította, hogy a legnagyobb problémákra rendszerint a legegyszerűbb megoldások várnak.

Így voltunk és vagyunk a légi-úszással is. Ha ezt a fenséges mozgást látjuk, felületes szemlélődéssel még ma sem bírunk ellentállni a kalandos gondolatoknak csak azért, hogy a rögeszmék hatalmába kerüljünk. A gyarló ember lelkének mindig megnyugtatóbb, kényelmesebb az olyan álláspont, ha valaminek magyarázatát misztikusan kódos elméletekbe burkolhatja.

A tájékozottabb szemlélő azonban tudja már, hogy megismerhetetlen titkok, természetfölötti rejtett erők nincsenek. De tudja azt is, hogy ez az ideális légitartózkodás nemcsak a ragadozómadarak, a sasok, keselyűk privilégiuma. Bírják ezt a jámborabbak is. Sőt, a nagyvizek halászmadarai között olyan kiváló tehetségek is akadnak, amelyek túlszárnyalják a ragadozómadarak ügyességét, kiválóságát és teljesítményét. Láttunk már pl. ragadozót ugyanabban a szélviharban tehetetlenül vergődni és elsodródni, amelyben az egyszerű sirály játszva ügyeskedett. Csupán a büszke, kihívó harcikészség, a magasból támadó zuhanó-sebesség elképesztő hatása hiányzik a sirálynál, hogy mozgása még vonzóbb, imponálóbb és megrázóbb legyen, mint a ragadozómadaraké.

A forró égöv alatt tengerjáró hajósok, utasok beszélik: szellő se mozdul, a hajóvitorla petyhüdtlen lóg az árbocefán, a fehér felhők pedig „állnak“ a levegőben; bágyasztó, tikkasztó, forró *szélcsend* fönt és alant; vagy pedig igazi trópusi *szélvihar* recsegteti a hajó bordáit, süvítve tépi, rángatja a hajó kötélzetét... Ugyanekkor az *albatrosz*, a *phéton* vagy a *hajósmadár*, mindkét esetben zavartalanul és nyugodt biztonsággal úszik, fürdik

a levegőben. Mozdulatlan szárnyával érzéketlen a külső hiányok vagy támadások hatásával szemben. Biztos mozgását, légi-úszását nem akadályozza sem a szélesend, sem a szélvihar. Mint a nyíl suhan minden irányba a nélkül, hogy csak egyetlen szárnyecsapásra volna szüksége.

A földkerekség legnagyobb szárnyú madara, a hatalmas, néha 4-5 méter szárnyfesztítésű albatrosz, a tomboló szélviharban, amelyben az ember meg se állhat, hálalos biztonsággal vág keresztül az árbockötelek tömkelegén. Az utolsó pillanatban élre fordítja magát, vagy szárnyait behúzza és átsuhan. Még csak nem is érinti a kötélabyrinth valamelyikét. Teljesen érzéketlen a szélerő legvadabb rohamával szemben is, hogy ugyanekkor könnyedén törje meg és változtassa át kezébaránná a goromba szél minden támadását. Alighogy megkapja a széllelkést, a következő pillanatban már hűséges rabszolgája lesz. Az albatrosz szárnyán a szél minden vad erőfeszítése egyenletes nyomássá szelídül és neki dolgozik.

Képzeltető, hogy ez a tökéletes mozgás mennyire magával ragadja a nézők fantáziáját. Hemzsegnek és egymást kergetik a misztikus gondolatok, hogy végül belezavarodjanak a legképtelenebb feltevésekbe. Még manapság is, amikor már a titkokra nagyrészt fényt derítettünk, merülnek fel újabb és újabb elképzelések, vagy titokzatosan hangzó magyarázatások, amelyek nemesak késleltetik, hanem egyenesen megakadályozzák a mesterséges légi-úszás továbbfejlesztésének lehetőségét. Fölfedezték pl. a „termikus áramlatokat“, a „levegő-kéményeket“, a „cumulus felhők szívó hatását“, a hegyoldalba ütdő szél „felhőkig ható emelőnyomását“, a városok fölött terjengő „gőzök, füstök emelőerejét“ és sok más hasonló hangzatos, rejtelmes, de semmivel se bizonyítható elméletet. Szerintük ezek a légi-úszás legfontosabb tényezői! Elszomorító, hogy az ilyen bár létező, de lényegtelen jelenségek érdekében elhanyagolják az igazi tényezőket és valóságokat. Nem mérlegelik, hogy az ilyen jelentéktelen áramlatokban legfeljebb bikanyálat láthatnak



úszni, nem pedig madarakat, gépeket emberestől röp-  
ködni. Nem gondolnak arra, hogy még egy papírdarab,  
egy száraz falevél se kerülhet a levegőbe *érezhető szél-  
erő nélkül*: de amivel már szellő fuvallatára is lépten-  
nyomon találkozhatunk! (A szél munkálkodásáról még  
lesz mondanivalónk.)

A tetszetős elméletek felállítói és hirdetői a szélerő  
fontos szerepét ugyanekkor vagy kétségbevonják, vagy  
pedig lényegtelen mellékkörülménynek tekintik. Megfe-  
ledkeznek, sőt meg is tagadják a kézzelfogható tényeket,  
hogy a szél dinamikus tevékenységéről bizonyítékaink,  
tapasztalataink vannak. Elfelejtik, hogy a szél nyers  
ereje városokat dönt romokba. De hogyha kordába fog-  
juk, akkor hasznos munkát is végez. Mint ahogy ember-  
emlékezet óta ősenergiaforrásként használjuk is. (Szél-  
malmok, vitorlás járművek stb. képében.) Nem veszik  
észre, hogy micsoda ősenergiaforrása ez a madaraknak is.  
Még kevésbé azt, hogy egyenesen erre az ingyen erőre  
rendezte be a természet a *madarak repülésének fejlő-  
dését!*

Bár a természet ezt kézzelfoghatóan tárja elénk, egy-  
szerűen kimondják, hogy sem a mesterséges, sem a ter-  
mészetes légi-úszás másként, mint *feltörő levegőáram-  
latban*, nem lehetséges. Szerintük ez a mozgás leginkább  
hegyoldalakhoz van kötve. A madarak is csak itt tud-  
nak „vitorlázni“. Tagadják, nem veszik tudomásul,  
hogyha a madár szelet *kap* és a repülőberendezés révén  
birtokában van az úszás feltételeinek, akkor *feszített  
szárnyaival télen-nyáron, hidegben-melegben, derűs vagy  
felhős időben, hegyek közt, síkság vagy vizek fölött, ott  
és akkor végezheti légi-úszását, ahol és amikor akarja!!!*

A jól berendezett madár úszása nem részleges, idő-  
szakos vagy alkalmoszerű, hanem *állandó!* A természet  
egy bizonyos irányba való haladtában félmunkát soha-  
sem végez: kifejleszti ezt a véghatárig! Mint ahogy ezt  
a sík tengerek vagy sivatagok homokja fölött — ahol  
szabad a széljárás — minden magasságban tapasztalhat-  
juk. A sirály- és keselyűféléknek mindegy, hogy mikor

és hol végzik feszítettszárnyú úszásukat, keringésüket. A légi-úszás a mozgó levegőben nem helyhez és alkalomhoz kötött működés, hanem *befejezett, kiforrott légitartózkodás!* Ezt elvitatni, kétségbevonni nem lehet.

Ezek alapján tehát arra fektetjük a fősúlyt, hogy mit művel a szél és miként tartja levegőben a „nem-dolgozó, nem csapkodó” madarakat? Hogyan alakítanak a szélerőből hűsége és pontos segítőtársat maguknak? Hogy tudnak gazdálkodni, hasznos munkát végeztetni a kívülről és változó erőforrással? Hol vannak és milyenek ezek az erőhatások, a szél egyenletes vagy egyenlőtlen, gyöngye vagy heves, néha elsodró erejű áramlatában? Végül, mi a repülőberendezés lényege, aminek segítségével, a csodálatos működés előállhat, s ezzel a mozgás is célirányos lesz?

A légi-úszás titkát évszázadok óta kutatta az ember. Az izgató kérdés tisztázásában egyaránt résztvettek szakemberek és laikusok. Belemélyedtek természettudósok, technikusok, mechanikusok, élesszemű megfigyelők és feltalálók is. Rengeteg munka, fejtörés és meddőnek látszó fáradozás után még a komoly kutatók is megbarátkoztak a megismerhetetlen, természetfölötti erők gondolatával, amelyet kifürkészni nem lehet és elkönyvelték, mint megoldhatatlan problémát (miként annakidején magát az ember repülését is).

Jellemző példaként említünk egy-két ilyen adatot: hozzá abból az időből, amikor már javában repültünk.

1917-ben a légi-úszás kérdéséről tudományos körökben még heves viták folytak. Sok szó esett pl. *Ahlborn* zürichi tanár magyarázatáról, aki a keselyűk légi-mozgását évekig figyelte és azt a végeredményt vonta le, hogy ezt a művészetet utánzó mesterséges készüléket a *madarak szárnyvégeit jellemző „vitorlálakkal” kell ellátni*, mert a képesség fontosságát e felületrészben, a titkos művészetet pedig a *szélerőben* találta, amennyiben ez a jellemző vitorlákba kapaszkodik stb. *Nimführ* pedig (aki a repülésről könyvet is írt) egyszerűen tagadta a légi-úszás létezését, s az egészet csupán optikai csalódásnak



minősítette. (*Nimführ*, mint szakember, büszkesége volt a németeknek.) Ő ugyanis az evezőtollvégek vibrációjában látta a lényegét, amely távolról nem látszik, s így azt a csalódást kelti, hogy a szárnyak nem dolgoznak!

Miután már elértük a légi-úszás első, *részleges* eredményét, ezek a teóriák bizony megdőlték. Ugyanígy *Ahlborn* megfigyeléseit is a gyakorlati eredmények cáfolták meg. Hogy a szárnyvégeket jellemző vitorlák alatt *Ahlborn* mit értett, nem tudjuk, mert ilyenek sem a keselyű, sem más madár szárnyán nincsenek. Viszont a szélerő közreműködése is tisztán állott (de más megvilágításban) e sorok írója előtt.\*

Azonban a szélerő bár főtényezője, de nem a főfeltétele a légi-úszásnak. A főfeltétel a megfelelő repülőberendezés! Csupán ez értékesítheti a szélerőt! Ezt maguk a madarak bizonyítják legjobban. Számtalan olyan fajt ismerhetünk, amely a legerősebb szélben sem bírja a feszítettszárnyú úszást (pl. a fürj). Viszont több más

\* 1900-ban folytattam az első döntő bizonyítékokat szolgáló kísérleteket. A megfigyelésekkel, gyakorlati kísérletekkel végzett búvárkodások után megszerkesztettem a légi-úszás mesterséges készülékének kicsinyített mását is, amely ebben az esztendőben már kifogástalanul működött. Ugyanekkor rendszerbe foglaltam a légi-úszás összes feltételeit, szabályait és elkészítettem a próbagép tervrajzát, leírását is. Működését pedig külön tanulmányba foglaltam. Majd hosszú, nehéz esztendőök meddő várakozása után a Pesti Hírlapban 1912 február 25-én megjelent „*Ideális repülés*” című cikkemben röviden ismertettem a szél szerepét és az úszás feltételeit. Ugyanígy *Ahlborn* nyilatkozatára az úszás feltételeinek vázlatos ismertetését „*Az Aero*” 1917 szeptember 15-én megjelent számában újra közöltem a nyilvánossággal abban a reményben, hogy az ügy érdekében sikerül az érdeklődést felkeltenem. Az összeomlás évében, 1918-ban egy külföldre távozó jeles honfitársunk kezébe juttattam tanulmányomat és a kész tervemet, hogy legalább külföldön érzem el a megvalósítás lehetőségét. Ez meg is történt, de sajnos úgy, hogy az elismerés koszorújából számomra nem jutott egyetlen száraz levél sem. 1919-ben Németországban megalakult a „vitorlázó-repülés” ligája, és 1920-ban egyesek már kisebb eredményekkel úsztak is a levegőben! Ez a rövid története a mesterséges légi-úszásnak, mert ez ideig csupán a siklózást ismerték, amely a légi-tartózkodás másféle és alkalmi alakja.

faj már a szellőben is kiválóan bírja (pl. a sólyom). Teljes tájékoztatást tehát csak akkor kapunk, ha tisztázzuk a berendezés és szélérő együttműködésének feltételeit. Csupán ez a megismerés adhat elfogadható magyarázatot, hogy miért képes rá az egyik madárfaj és miért nem a másik. A fejlődést tekintve pedig miért vannak különböző fokozatok, tehetségek, jobbak-rosszabbak és kiválóak még a légi-úszás képességében is? Továbbá, hogyan lehet az egyirányú vagy szeszélyes szélérőt úgy értékesíteni, hogy a mozgás állandósuljon és célirányossá váljék: mint ezt a madarak önálló mozgása mutatja, holott ez a mozgásirány a széliránnyal sokszor ellenkező? Hogyan képes a földtől független madár az elsodró széllel szemben, szélmentében vagy oldalt keresztezve is haladni, egyben célját, irányát a szélérőre kényszeríteni? Ezek a kérdések mindenestre bővebb, alaposabb meghatározásokat kívánnak az egyszerűbb állításnál, hogy mindezt a szél okozza.

Ha pedig ezekután ismételten ki merjük mondani, hogy ebben a csodálatos működésben semmi csoda sincs, mert a mozgató erőt elsősorban *a madár önsúlya teremti meg*, a légi-tartózkodást és az önállóságot pedig *a kiforrott szárny*pár, akkor valószínű, hogy a kijelentést a legtöbb ember még mindig kétkedve fogadja. Pedig bármilyen hihetetlennek hangzik, száraz tény az, hogy *a madár testsúlya állandóan a föld felé gravitál és az alkalmas berendezés segítségével ezt a törekvést siklássá, a siklást pedig a szélérő közreműködésével úszássá alakítja*. Ebben az esetben tehát a siklás *magasságvesztés nélküli mozgás*, amely a szélérő fokozódásával és a madár ügyeskedésével még *emelkedéssé* is alakulhat.

Lényegében és végeredményben ezen alapszik a légi-úszás minden mozgó vagy álló formája, amely tevékenységben a madár nem más, mint érzékkel, ösztönrel felszerelt célszerű *mechanizmus*, amelynek működése *szolgálatába kényszeríti a levegő szeszélyes áramlatát*.

A légi-úszásnak tehát semmi köze a természetfölötti erőkhez vagy csodákhoz. Sőt, az *albatrosz* látszólagos szél-



esendben való bámulatos úszását is — mint látni fogjuk — elsősorban a *testsúlyának gravitációs törekvése* állítja elő.

Mindebből kiviláglik tehát, hogy az elsőrendűség *legfőbb tényezője a mindenkor kifogástalanul működő és méreteiben is kifejlődött repülőberendezés. A fejlődés törvényszerűségét így abban találjuk, hogy egyenlő szélviszonyok mellett a jó berendezés közti „különbség“ adja a légi-úszás kiválóságának és teljesítményének fokozatát.*

Mindezekből leszűrve a tanulságokat, a következő eredményekre jutunk:

Elsősorban a legjobb teljesítményeket mutató madarak mechanizmusának elemeit vesszük szigorú vizsgálat alá, hogy ezek az úszás érdekében mikor találkoznak egymással a legelőnyösebben. Ha összehasonlítjuk azokat az arányokat, amelyek az ilyen madár szárnyfelületének alakjában, felületterhelésében (a testsúlyhoz viszonyítva) mutatkoznak, akkor ilyen szabályszerűségekkel találkozunk:

1. A *szárny profilja* kis görbület mellett is kitűnő áramlatváltató tulajdonsággal rendelkezik és gazdaságosan termeli az emelőerőt.

2. A *teljesen kifesztett szárnyak felületterhelése* négyzetméterenkint nem több 6—7 kg-nál. (A kisebb madaraknál 2—5 kg-ig terjed. Így a *fecskénél* 3-5, a *karvalynál* 4-5 kg, a *kondornál* és *keselyűnél* pedig 6—7 kg között ingadozik.) A kicsiny felületterhelés azért fontos, mert a madár *nagyobb terhelést* bármikor alakíthat magának (szárnyösszehúzás), de az adottnál *kisebbit* már nem. Viszont a kicsiny terhelés már közepes, mindennapos szelek mellett is lehetővé teszi az úszást.

3. A *szárny hajlásszögének változtatása úszás közben pozitív, negatív vagy semleges viszonyban állhat* (a fa-

rokfelülettel és a súlyponttal). Úszás közben a kicsiny felületterhelésű madár szinte *állandó hajlásszögnélküliséggel* tartózkodhat a levegőben. (Ezzel fokozza legnagyobb gyorsaságát.)

4. A *súlyponteltolódása* különösen a keringő úszásnál igen *mérsékelt*, vagyis kis határok között mozog.

5. A *szárny terjedelmének kisebbitése vagy nagyobbitása* szintén csak apróbb változtatásokkal szerepel. Lényegesen csak erős viharban kisebbedik.

6. A *fesztávolság 8—10-szer hosszabb a szárnyak szélességénél: s a vezetősíkot képező külső harmadát kemény evezőtollak alkotják.*

Végezredményben a légi-úszást *három főtényező* juttatja érvényre: 1. az összes igényeket kielégítő és kifogástalanul működő *repülőberendezés*; 2. a berendezést értékesítő *repülni tudás* és 3. a *szélerő* ingyen energiája. Mindhárom tényezőt szabályok és törvények uralognak.

E tulajdonságokkal felszerelt madár, titokzatosnak vagy kiismerhetetlennek vélt művészetét csupán e kézzelfogható adatok alapján vizsgáljuk, kizárván minden *fantasztikumot és kormányozható teóriát!*...

## A légi-úszás erőforrása

A légi-úszás részletes áttekintésével, elkerülhetetlen, hogy előbb a légköri viszonyokkal — mint főtényezővel — röviden foglalkozzunk.

Az első és legegyszerűbb kérdés az, hogy mi a szél? Ezt mindenki tudja: levegőmozgás. És mint mozgás, az energia megnyilatkozásának érzékelhető formája. E szerint földünk légkörének mozgása is csak — energia. Az energiának ezt a formáját bár *szellőnek, szélnek, szélviharnak* stb. szoktuk nevezni, de gondtalanságunkban olyasvalaminek érezzük, mintha idegen tárggyal kerülnünk volna érintkezésbe, amelynek lágyan cirógató vagy keményen ostromozó hatása van. Néha mint selyemkendő



simogatja arcunkat, néha korbácsütésnek, nekünk rontó áradatnak, ránk omló kőfalnak érezzük. Ilyenkor ki gondol arra, hogy ez a valami csak — *levegőmozgás*?

A szelek ilyen tulajdonságát és viselt dolgait nem kell bővebben ismertetni. De mivel a szelek természetének és működésének ismerete a repülés minden formájára, de különösen a légi-úszásra nézve elsőrendű feltétel, tehát röviden érintjük, hogy milyennek észleljük, látjuk ezt a jótékony, szeszélyes, de igen sokszor veszedelmes őserőt.

Hogy mennyire változékonyak és meglepetésszerűek a szelek nyomásai, sebességei, arról számtalan feljegyzése, tudományos megfigyelése van a meteorológiának. Az egyméteres simogató fuvallattól a dühöngő örültként tomboló és mindent elsöprő szélviharig, erejét általában ismerjük.

Vessünk tehát egy futó pillantást, hogy miként keletkezik a szél és mi minden játszhat közre, hogy ennyire megbízhatatlan tulajdonságokkal rendelkezik? Mindenek előtt egyszerű példával világítjuk meg a szélképződés indító okát.

Tegyük fel, hogy valahol bomba robban. A robbanás oly heves ütést mér a környező levegőre, hogy ennek nyomása még a távoli ablakokat is bezúzza. *A légnyomás ilyenkor mindenirányú.* De hatását nem a bomba alkatrészei, hanem a mozgásbáhozott levegőtömeg állítja elő. Ugyanis a megcsapott levegőnek is van súlya, lendítőereje, amelynek mozgása éppúgy, rombolhat, mint a szilárd testeké, ha valamiben hirtelen megakad. (Megtörtént a világháború alatt, hogy az alacsonyan repülő és bombát vető gép a támasztott légnyomással önmagát is darabokra szaggatta.)

A robbanás környékén tehát sokkal nagyobb kiterjedésű, irányú és erejű levegőáramlások létesülnek, mint amilyen a robbanás *fészke*. Úgyszintén a levegő *utómozgása* is sokkal tovább tart, mint a robbanás ideje. (Ezt a jelenséget a levegő rugalmassága és a belehalmozódott lendítőerő idézi elő.) Nagyobb kiterjedésben

ugyanilyen természetű a szél működése is, csupán a keletkezése és mozgása kitarthatóbb, vagy lassúbb lefolyású, mint a robbanásé.

Ha ezt a mindenirányú levegőmozgást elméletileg részletekre bontjuk és a robbanás fészket kiinduló pontnak vesszük, akkor a szélrózsa minden irányában szám-talan *egyenes erővonalat* kapunk. (A robbanással esetleg együtt repülő idegen testek, ezeket a szétágazó, de „egyenes” útvonalakat tisztán szemléltetik, amelyek jelzik a levegőrészeeskék ugyanilyen irányú mozgását.) Az egyenes irányú erővonalak megismerése beláthatatlan távlatát mutatja az ember mótornélküli repüléséhez is, mert ez a lelke a madarak tökéletes légi-úszásának.

Igen természetes, hogy a levegőrészeeskék egyenes irányú törekvése is megváltozhat, de csak akkor, ha a mozgásirányba idegen hatás avatkozik (pl. valami ellenálló testbe — fa, fal, hegyoldal, stb. — ütközik, amely eltéríti eredeti irányából.)

Az ilyen irányváltoztatást azonban nemcsak a szilárd testek, hanem *maga a levegő is előidézheti*, különösen akkor, ha ez is mozgásban van, amely más irányú levegőáramlatot képez. Ilyenkor a nagyobb sebességgel mozgó, erősebb áramlat bár legyőzi vagy magával ragadja a gyöngébbet, de ugyanakkor az erősebb is veszít az eredeti mozgásirányából. Az útvonal tehát mindkettőnél megváltozik. Mindezt egyszerű fizikai kísérletekből ismerhetjük.

Alapjában véve így képződik és ilyen tulajdonságokkal rendelkezik a szél is, amelynek keletkezését és működését a földet örökösen bombázó napsugarak idézik elő. Mert azok a gigantikus erők, amelyek sokszor a légkört oly borzalmas mozgásba hozzák, hogy nyomában pusztulás jár, a nap folyton áradó tüzes sugaraiból származnak. Minthogy a földünket érintő napsugarak (a földforgással kapcsolatban) hőváltoztató hatásukkal a légrétegek hideg-meleg ingadozását is előidézik, tehát a legnagyobb ingadozások ott születnek, ahol a nap sugarai — a föld pályafutása közben — legjobban vagy legkevésbé érik



a föld felületét, miáltal a vele érintkező légrétegek vagy *kiterjednek* vagy *összehúzódnak*. Ezért a legnagyobb viharok, orkánok az *egyenlítő* és *sarkvidék* tájékán képződnek.

Köztudomású, hogy a kiterjedésre és összehúzóásra legnagyobb mértékben a légnemű testek hajlamosak. Úgyszintén a terjeszkedés könnyebbé, az összehúzás pedig nehezebbé változtatja a légnemű testek fajsúlyát (ezért emelkedik magasba a meleg levegővel töltött léggömb). A meleg levegő a föld színvonalához viszonyítva tehát fölfelé, a hideg pedig lefelé törekszik. A levegő e szerint nemcsak kiterjed, hanem a hidegebb levegővel állandó helycserélő mozgást is végez. Így születik a szél, a légi-úszás erőforrása, amelynek a föld felületén rengeteg fészke van. Innen indulnak ki a szélrózsa minden tája felé a számtalan irányú és sebességű légáramlatok.

Azonban a levegőmozgás roppant nagyarányú változatosságát a föld forgásán és a nap pályafutásán kívül a levegőt telítő párázat, köd, felhőzet stb. is szaboztatja. A felmelegedések és lehűlések következményei évszakonként a föld és a nap egymáshozvaló távolsági viszonya, tehát a napsugarak hőhatása is folyton változtatja. A légkör erősödő vagy gyöngülő felmelegedését a sarki tél fagyától vagy a sztratoszféra hidegétől a trópusi hőségig a naptávolság is befolyásolja. Mindezt tetetözi a hasonló okból keletkezett felhőzet különféle sűrűsége és örök vándorlása, hogy folyton változó kiterjedéssel fogja fel vagy ereszti át a nap sugarait, hogy az alsó rétegek rendetlen felmelegedése vagy kihűlése következtében a levegő mozgása még nagyobb változatosságot szenvedjen. Így alakul ki mérhetetlen mennyiségű és erejű levegőnyomásként a szélesebségek különböző variációja.

Az így támasztott levegőáramlások ezenkívül még *vékonyak* és *vastagok*: vagyis *szárazak* és *nedvesek* is lehetnek. Ezt a tulajdonságot a föld talajviszonyai adják át a mozgásbajlott levegőnek, a szélnek. A nap sugarainak hatása alatt nemcsak a levegő melegszik fel vagy hűl le, hanem a talaj nedves vagy száraz területei is, amelyek

párolgásnak vagy kiszáradásnak indulnak. Ezekhez mérten lesz a széljárás páratelt, nedves (*tornádó*), száraz (*misztrál*), a víztöleséres (*tajfun*) vagy homokfelhős (*szamum*). De még más anyagokat is hordhat magában — meglepetésre békákat, apró halakat stb.

Minden mozgás végeredményben *egyensúlyra* törekszik. Ez a törekvés a levegő mozgásában is kimutatható. Csakhogy minden 24 órában kiújul. Így éppen ez a folytonos kiegyenlítődéssre törekvés tartja folytonos és változó mozgásban a föld légkörét. Földünk éltető légköre tehát örök testvérharcera van ítélve. Ebben a harcban a hideg-meleg légtömegek folyton kiújuló egymásra roháással viaskodnak a *fölelyért*.

A szelek küzdelmében is az erősebbé a hatalom. A győztes, az *uralkodó* szélirány. De csak addig, amíg lassan le nem gyöngül vagy egy másik, erősebb szélirány hasonlóan le nem gyűri. Bizonyos szélerő tehát hosszabb ideig vezetőszerpet is játszhat, mégpedig annál tovább, minél nagyobb az *utánpótlása*. Az ilyeneket *főszélnek* vagy *irányítószélnek* nevezik az obszervatóriumokban. Ezekhez igazodnak a kisebb erejű és más irányú gyöngébb, *mellékszelek*. A szelek táborában is van tehát rangfokozat.

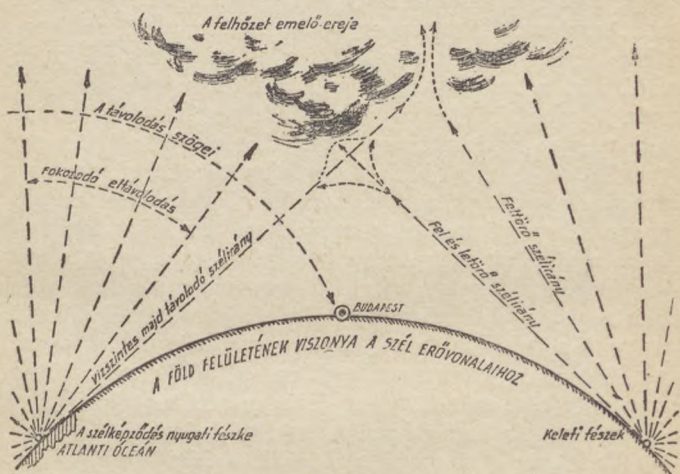
Ebből a káoszából kell tehát kiválasztani a repülésre alkalmas tulajdonságokat, irányokat és sebességeket. És most rátérhetünk a szél *sugárszerű, egyenesirányú* mozgásának horderejére és fontosságára.

Legelső és leghasznosabb tevékenysége a szélerőnek ugyanaz a tulajdonság, amelyre a bombarobbanás példájával rámutattunk, hogy az eredeti mozgásirányok *minden ága egyenesvonalú*. Ugyanilyenek a szélelemek mozgásiránya is (zavartalan esetben). Viszont a földgömbünk színvonala *elhajló*. Ha most képzeletben lemetszünk egy gömbszeletet, amelynek egyik szélén kialakul a szélnyomás fészke, ahonnan az erővonalak szerteágaznak az űr felé, akkor azok a vonalak, amelyek kezdetben a gömbszelettel párhuzamosan haladnak, a további útvonalon a gömbszelet hajlatától már *mindjobban eltávolodnak*.



Mégpedig abban a mértékben, amilyen távolra jutnak a kiindulási pontjuktól és amily mértékben a gömbszelet felülete elhajlik. 46. ábra. Ebből az érdekes tulajdonságból az a nagyhorderejű elv bontakozik ki, hogy a gömbszelet többi pontjához viszonyítva ez a mozgásirány mindenütt emelkedést mutat.

Ha tehát ez a feltételezett egyenes erővonal, a szél egyik eleme, akkor a gömbszelet túlsó felén az áramlat



46. ábra

hatáskörébe kerülő test (madár) felületére nemcsak eltoló, hanem emelő-nyomást is gyakorol. Az emelő-nyomás annál nagyobb, minél távolabbra kerül a test a szél fészektől, mert az egyenes és a parabolikus-görbe egymáshoz mind nagyobb szöget képez.

Elméleti feltevésünk tehát a mellett szól, hogy minden szél, amely a föld felületén keletkezik, ha megtartja irányát, akkor okvetlen emelkedő-áramlattá lesz, de csak a föld más pontjáról nézve. Így pl. az Atlanti-Óceán fölött kialakult szélnek horizontálisan indult erővonalai (elemei) nálunk már a földtől eltávolodó, vagyis emel-

kedő áramlatként mutatkozik. Ha most ez az áramlat akár madarat, akár repülőgépet érint a levegőben, akkor ennek szárnyai a földrész eme pontján már az áramlat *emelőhatása alá kerül!* Ez alapon minden fészél, amelyet a gyöngébb áramlatok el nem nyomnak, fészkrétől távolabb, többé-kevésbé „emelő-erőt” jelent!

Az emelkedő áramlatokat a más irányból jövő áramlatok tompíthatják, mérsékelhetik, megzavarhatják vagy megsemmisíthetik, de az elv lényegén ez mitsem változtat. Azonban többnyire egymást segítik, mert az összeütköző irányvonalak mindjobban eltérnek a föld hajlától. Ezt a tulajdonságot még a föld forgása sem változtatja meg (különösen már néhány száz méter magasságban, ahol még talajmenti surlódás sem érheti a mozgó levegőrétegeket). A jelek és a fizika törvényei szerint a levegő mozgásának a föld forgásától már igen csekély magasságban *független a működése!* És mint légnemű testre a földnek még annyi befolyása sincs, mint a vízben forgó golyónak a vízre. Pedig már a víz sem veszi fel a síma golyó forgásirányát, holott a levegőnél 770-szer nagyobb a fajsúlya és ugyanennyiszor nagyobb a tapadó tulajdonsága. (Ebben az esetben a földgömb szintén síma golyónak számít, mert óriás méretéhez viszonyítva a legmagasabb hegyesúcs is elenyésző méret.)

Ebből az elvi megállapításból, a légi-úszás talánszerűségén kívül, még sok mindenre kapunk elfogadható választ és magyarázatot. Így pl. a felhők képződésére. De különösen arra a súlyos kérdésre, hogy a nagykitérjedésű és roppant terheket cipelő felhőrétegek miként maradhatnak meg a levegőben, hogy csak részletekben adják le tartalmukat: vagy pedig miként tehetnek meg oly óriási vándorutakat, amelyek országokat, kontinenseket is átfognak? Miként jutnak a szédítő magasságokba stb.?

A felhők képződését és mozgását az elv alapján ilyennek látjuk:

Minthogy a nap sugarai nemesak a levegőt hozzák mozgásba, hanem a föld vizeit is gyorsabb párolgásra



készítetik, tehát a párák, gőzök a mozgásba jött meleg levegővel együtt szintén felszállnak: vagyis kialakul a páratelt szél mozgása. Ez a páratartalmú áramlat a légkör más pontján már annyira eltávolodik a föld hajlatától (sokszor több ezer méterre), hogy a ritkább légrétegben a páratartalom már nem emelkedik tovább a széllel, hanem sűrűsödni kezd, összeáll. Lehullani, lecsapódni egyelőre nem bír, mert a földtől távolodó szél olyan nyomás alatt tartja, amely megfelel a páratartalom súlyának és ezzel a lebegésbentartás feltételének. A sűrűsödés, egyben a kiterjedés így mindaddig fokozódik, amíg szülőanyja, a szélerő párával táplálja és fenntartja. A felhő magassága az emelőáramlat nyomását, illetve sebességét is jelzi, mert minél magasabbra került, annál nagyobb szélnyomás az eredő oka. Minél gyorsabb a mozgó levegő útja, annál hosszabb, magasabb emelő erővonalai vannak. De úgy is értelmezhetjük, hogy minél magasabban mutatkoznak a felhők, annál távolabb van a szél képződésének fészke és az áramlat annál jobban közeledik a merőleges irány felé.

Ahol tehát megindult a felhőképződés, ott már a szél nemcsak távolodó, hanem emelkedő áramlatokká is alakult, amely a tömörült felhőket, mint terhelt bárkákat a magasban meg is sétáltatja. Ez a séta természetesen addig tart, amíg az emelő nyomás egyezik a felhő súlyával. Ha ez a nyomás csökken, akkor a felhő lejjebb ereszkedik. De lejjebb ereszkedik akkor is, amikor a folytonos táplálás következtében terheltebb lesz (hogy ismét egyensúlyba kerüljön a szélnyomással). Ha pedig a szélnyomás megakad vagy irányt változtat (mert a felhő alatt egy másirányú áramlat tört rá), akkor a felhő éppúgy lezuhan, mint más tartókötelékétől megfosztott test. Ha tehát a fenntartó nyomás megszűnik, a páratartalom azonnal lecsapódik és — esik vagy zuhogni kezd az eső. (Eső előtt is tapasztaljuk, hogy a vadul tomboló szél előbb lecsöndesül.) Ennek alapján magyarázatot kapunk arra nézve is, hogy télen a párák, ködök, felhők miért maradnak földközelsben? Télen a hideg és többnyire moz-

dulatlan levegő s vele a páratartalom nem törekszik oly élenken fölfelé, mint a nyári melegben.

A szélképződés fészkeiből induló többi szélelemek irányai még a horizontálisoknál is jobban emelkedő áramlatokká alakulnak, mert mind nagyobb szögben viszonylanak a föld hajlatához (lásd az előbbi ábrát). De elmélkedhetünk még arról is, hogy az irányító áramlatnak a felső légrétegek ellenállását vagy ellenmozgását le is kell győznie. Az ilyen ellenhatás a főszel mozgására befolyást gyakorol és nemcsak gyöngíti, hanem eredeti irányából eltéríti, elhajlítja. Mozgásiránya így parabolikusan emelkedő lesz. Ha pedig nagyobb ellenhatással találkozunk, vagyis erősebb áramlattal kerül szembe, akkor vagy behódol (elenyészik, elvegyül), vagy lefelé hajló útvonalra tér (légörvények képződése, letörő-szél). Ilyenkor is lezuhanak a felhők.

Érdekes és elég gyakori tünetemény az is, hogy a föld színvonalán déli áramlatot észlelünk és felettünk a magasban mégis északi vagy nyugati irányból rohannak elő a felhők. A mi déli szelünk ilyenkor már végperceit éli, mert az északi vagy nyugati erősebb áramlat legyőzte, leszorította a földközébe, ahol lassan elenyészik.

Ha pedig az emelkedő főáramlat hasonló erejű, de ellenkező irányú felsőáramlatba ütközik és ezt sem legyőzni, sem áttörni nem bírja, akkor az összeütközés és egymásbatorlódás következtében mindkettő fölfelé tör. Ezt a mozgásirányt a felhőtornyok mutatják néha.

Ebből az egy-két példából tehát láthatjuk, hogy micsoda tág tere van a megfigyelésnek, hogy a találgatások helyett tisztább képet kapjunk a szelek tevékenységéről...

Az elmondottak helytállóságát elsősorban tehát a mindenkori felhők járása igazolja és bizonyítja, mert a szél ilyen irányú segítsége nélkül sem felhőképződés, sem állandó légi-vándorlás létre nem jöhetne. A földtől független felhőzetet a sok ezer tonna nedvtartalmával csak a szelek ilyen automatikus, földtől való eltávolodása tartja fenn a magasban.

De feltevésünk legnagyobb bizonyítékait a mai motor-



nélküli repülés tapasztalatai adják valóban. A pilóták ugyanis egybehangzóan állítják, hogy amint néhány száz méter magasan járnak és felhő közelébe jutnak, valami erős szívóhatásba kerülnek, mert a felhő őket *gépestől szinte magábaszippantja!* A könnyű és gyors emelkedés tünetét ezért a felhők „szívó“-hatásának tulajdonítják és így is hirdetik. Azt mondják ilyenkor, hogy „sikerkült egy jó termiket elesípní“. Persze nem sejtik, hogy minden szél bizonyos magasságban már ilyen „jó termikké“ válik. Ez a tapasztalat tehát elméletünket minden érvelésnél jobban megerősíti, hogy ez a „jó termik“: vagyis a tapasztalt szívóhatás azonos azzal a *szélnyomással, amely a felhőt is fenntartja!* A rendkívüli tünetény „a felhők szívóereje“ tehát nem más, mint a *mindenkori szög alatt távolodó rendes szelek mechanikája.* A tapasztalaton alapuló magyarázat csupán abban téved, hogy ezt az emelőerőt a felhők támasztják. Holott kézzelfogható valóság, hogy egyedül a felhőnek semmiféle gépet, madarat emelő szívó- vagy vonzóereje nem lehet. Ellenben a felhőket is előállító, tápláló és fenntartó szélben már a géprepülés céljához is hallatlan energiák vannak! És ami a legfontosabb: ezek a „termikek“ nem alkalmiak, — mint gondolják — hanem *állandóak!* (vagyis mindig a normális szélerővel kapcsolatosak). A döntő bizonyíték ismét a felhő, amelyet elbír. Támogatja ezt az a tapasztalat is, hogy legjobban azok a felhők „szívják“ magukhoz a pilótákat, amelyek nagy magasságban gomolyban fehérlenek (cumulusok), nem pedig az alacsonyan járó és sötéten tömörülő fellegek, vagyis a már emelőerejüket veszített tömegek, amelyek már azon az úton járnak, hogy eső alakjában leadják tartalmukat. A cumulusokat ugyanis a legerősebb főszelek magasba jutott, merőlegesebb erővonalai támasztják alá.

Fejtegetésemnek természetesen nem meteorológiai jelenségek ismertetése volt a célja, hanem kizárólag az, hogy a repülést szolgáló szívó- és emelőhatásokat tisztázzuk és ezeknek elfogadhatóbb magyarázatot adjunk. A meteorológusokra vár a feladat, hogy a gyakorlati tapaszt-

talatokkal támogatott feltevést ne csak ellenőrizték, hanem az alapvető tulajdonságokat az *aviatika* és a *gép-repülés* érdekében kikutassák és feldolgozzák. Tág tere van itt még a bűvárkodásnak!!!

Mi tehát a légi-úszás tüneményét, találgatások helyett az elmondottak alapján vizsgáljuk.

### A függve-úszás (helikoplán)

A függve-úszás, légi-függés, helyben-úszás elnevezések találónan fejezik ki azt az érdekes légítartózkodást, amelyet leggyakrabban a mezők vagy rétek fölött cserkésző kisebb ragadozómadaraktól láthatunk. A vadászgató sólyom, vérese stb. igen gyakran kénytelen a levegőben megállni, hogy egy ponton függve kémleljen a préda után. De így várja ki legkényelmesebben a támadás kedvező pillanatát is.

A függve-úszásnak, miként a helikopterikus repülésnek szintén lehet *álló, emelkedő vagy ereszkedő* a formája. A légítartózkodás emelőerejét pedig *ingyen adja a szél*. A működés feltétele csupán az, hogy elegendő szél-nyomás álljon a madár rendelkezésére. Ha ez hiányos, akkor a ragadozónak is dolgoznia kell.

Minthogy az energiaforrás nagyon ingadozó és bizonytalan, tehát a legesodálatosabb az, hogy a madár miként bírja megtartani az egyensúlyát és határozott levegőbekötöttségét. Szinte megrázó, hogy a sokszor igen nagy és súlyos madár, — mint amilyen a keselyű is — minden látható támasz nélkül, mintegy láthatatlan fonallakkal köti és függeszti fel magát a levegőben.

Ezek a láthatatlan fonalak ugyanis azok a szellőtől kezdődő mindennapos szelek, amelyek 5—20 métermásodperces sebességgel szolgálják a madarat. Ezen felüliek már észrevehetően kellemetlenek, amit azzal árul el a ragadozómadár, hogy kevesebbet tartózkodik függve ilyenkor a levegőben.

A céljának megfelelő közepszerű szeleket a madár



többnyire kisebb magasságban és a nap legnagyobb részében meg is találja. Ezenkívül azt is tudja, hogy a reggeli és alkonyati légitartózkodás a legkényelmesebb, mert ilyenkor a levegő sokkal párateltebb, mint napközben s így hordképessége is a legnagyobb. Ezért is látjuk többnyire ezidőben függögetni, leskelődni zsákmány után.

A függve-úszás szárnyműködése nem azonos az úszás mozgóformájával. Ezenkívül említettük már, hogy az úszás mozgóformája sem függ a szél irányától, mert éppúgy úszhat oldal-, hát- vagy szemközi széllel, mint ezekkel keresztezve. Ellenben a levegőben függni a madár csak akkor képes, ha pontosan *szemközt helyezkedik el a széliránnyal*. A sas, sólyom, vércse stb. ha feszített szárnyával megáll a levegőben, tehát igen pontos és érzékeny *széliránymutató* műszernek is tekinthető. Nincs az a szélkakas, amely hasonló pontossággal mutatná, hogy honnan fúj a szél!

A pontos elhelyezkedést a nagyon érzékeny egyensúlytartás követeli. Ez a madár legnehezebb és legkényesebb feladata. Kivált egyenlőtlen, rohamozó szélben, amely igen könnyen kibillenti helyzetéből a szabadon lebegő madarat. Így elsősorban arra kell ügyelnie, hogy a szél *a két szárnyat állandóan és egyenlő erővel nyomja*. Ha ebben legkisebb változás történik, a madár azonnal elfordul vagy elsodródik: mint ahogy ezt a helyzetet néha szándékosan is előállítja magának. Gyakran látjuk a vércsét, hogy ily módon eserkészi be a réteket. Mindíg csak a széllel sodortatja magát más pontra és hol itt, hol ott üti fel jellegzetes kémlelő légiállomását. A legnagyobb figyelemmel sem veszünk észre ilyenkor valami kormánymozdulatot. Ez is mutatja, hogy mily kevés beavatkozás kell ahhoz, hogy függése helyet változtasson.

A légi-függés alapelveit magunk elé idézhetjük, ha visszagondolunk kedvelt gyermekkori játékunkra — a sárkányeresztésre. Emlékezhetünk, hogy csak akkor emelkedett a levegőbe, ha szembe került a széllel.

Ugyanilyen alapokra van lefektetve a madarak légi-függése. A feltételek is azonosak. Minél sikerültebb a ma-

dár repülő-berendezése, annál kényelmesebben értékesítheti a szelek erejét.

Az összehasonlításra azonban bárki megjegyezhetné, hogy a hasonlat nem találó, mert a sárkányt zsineg tartja és így a szél kifejtheti erejét. De hol a madár zsinege, amikor sárkányszerűen megáll a levegőben?

Nos: a zsinegnél sokkal különb fogvatartó kötelékei vannak a madárnak, mert ezeket tetszés szerint változtathatja. A zsineg szerepét sokkal különben elvégzi a *madár testsúlya és ügyessége*: párosulva a rendkívül finom *kormányzási képességével*. Ezzel a zsineggel ott és akkor köti meg magát a levegőben, ahol neki tetszik. Ugyanígy a továbbmozgást is bármikor elindíthatja és magát máshova helyezheti.

A zsineget helyettesítő testsúly munkája ugyanis abból áll, hogy a madarat a már ismert módon siklásra kényszeríti. Mert az is természetes, hogy a madárnak mindegy, ha a levegő mozog vagy pedig ő maga. A követelt légnyomás előáll. Ha tehát a madár szembe áll a széllal, csak a viszony fordul meg: vagyis a levegő mozog és a madár áll, hogy az eredmény ugyanaz maradjon.

Ezt az érzékenyen finom kormányzást a *szélerő*, a *hajlásszög és a fejnehéz-súlypont* egymáshoz való célszerű viszonyítása állítja elő. A három tényező együttműködését ezenkívül a ragadozómadarak *fejlettebb farokfelülete rögzíti meg*, de ugyanekkor „szabályozó” tevékenységet is fejt ki, hogy a madár a folyton változó szélerőben el ne sodortassék.

Az így felszerelt madár tehát a szél nyomását tetszés szerint szabályozhatja, vagyis több-kevesebb emelőerőt állít elő magának belőle.

Mi történik tehát a zsinegnélküli és szabadon függő madár gravitációs testsúlyával, hogy egyszerre kettős teljesítménnyel szolgálja a függés érdekét: vagyis nemcsak a levegőben tartja magát, hanem megköti a szél elnyomó törekvését is?

Mint említettük, a madárnak függésközben *folytonos siklómozgást* kell végeznie, amelynek sebessége pontosan



egyezik a szél sebességével. Hogy mégse következnek el magasságvesztés, azt viszont a szárnypár pontosan beállított hajlásszöge (amely a szélirány vonalához viszonylik) és a madár megfelelő fejnehéz-súlypontja állítja elő. A madár tehát fejnehéz-súlypontja révén *bár siklik*, azonban a szárnypár hajlásszögével a *merülést felfogja*. Ezt csak úgy érthetjük meg, ha tekintetbe vesszük, hogy a szél kétféle nyomással támad a madárra. És pedig egyrészt *emelőerőt* és egyrészt *visszahatóerőt* szolgáltat. A madár ezt a kétféle nyomást úgy szabályozza, hogy az *emelőerő pontosan akkora, mint a testének súlya, a visszahatóerő pedig pontosan egyezik a siklás sebességével!*

Elképzelhetetlen érzékeny és pontos munka ez, amelyben két különböző energiának és a folyton változó szeleknek kell egymást kiegyenlítenie.

A levegőben függő madár tehát hasonló csalódást okozhat, mint amelyet a tisztavízű pataokban helybenmaradó halakon tapasztalunk. Ilyenkor a hal azt a látzatot kelti, hogy helyben áll, holott csak az úszása nem gyorsabb a víz folyásánál. Ugyanilyen jelenségnek tekinthetjük tehát a függőgető vérese helyben mozgását is. De mivel a vérese látható test, a szél pedig láthatatlan, tehát azt az optikai csalódást kelti, hogy áll a levegőben: holott csak a siklása nem gyorsabb a szél sebességénél. E szerint a légi-függés egyszerű helyben-úszás.

A legkiválóbb légi-függést előállító szárnyak az a nevezetessége, hogy *igen nagy a profil mélysége*. Az elől vastag, homorúan öblös és hátul vékonyodó profil a szél emelőerejét igen nagy mértékben előmozdítja. Viszont a hátranyomó hatását a minimumra redukálja. A szél alsó áramlatának első rétege — mivel először az öblös profil üregébe ütközik — nemcsak hátrafelé vonul, hanem egy része különváltan a profil előrése felé törekszik: vagyis az üregben ellenmozgásba, a *széliránnyal ellenkező örvénylésbe kerül*. Ez a különvált rész csak az örvénylés után folytatja útját a profil vége felé. E tovamozgásra folyton áramló újabb légtömegek kényszerítik, amelyek hasonló örvénylést végeznek, miáltal valóságos *forgó*

*ellenszelet fújnak a profil öblös előrészébe.* Ez az ellenszél a szárnyra kétféle nyomást gyakorol. Elsősorban *emelőnyomást*, másodsorban a szélirány felé ható *ellennyomást* szolgáltat. Az utóbbi a szél szárnyaraható *homloknyomását* lényegesen csökkenti. A szélérő elsodró törekvését tehát majdnem ellensúlyozza!

A ragadozómadarak profilmélysége rendszeren 10-ed része, a halászmadaraké pedig többnyire 30-ad része a szárny szélességének. (A 22 cm széles héjászárnyaknak 20—22 mm, az ugyanilyen széles gémszárnyaknak pedig 8—10 mm a profilmélysége: a szárnytő és evezőtollak közti felületrész középértékét tekintve.) Az ölyvnek pl. — amely talán leggyakrabban függőget a levegőben — még a 10-ed résznél is mélyebb szárnyprofilja.

A légi-függés egyensúlyát, biztonságát azok a szelek veszélyeztetik legjobban, amelyek földközelségben, a talaj egyenetlensége következtében válnak nyugtalanító áramlatokká. Minden pillanatban hol rohamozó, hol elfogyó sebességgel támadnak a madárra.

Az ilyen mozgalmas levegőben ügyeskedő madár valószínűleg cirkuszi mutatványokat produkál az egyensúly megtartása vagy helyreállítása közben. Így pl. amikor az erős szélroham váratlan támadása hirtelen és nagy erővel löki fel a madarat. Ám az önkéntelen mozgás csak pillanatig tart. A hajlásszög gyors megkisebbitésével már védi is a további felvágódást. Ha ez nem elég hatásos, ugyanekkor a fesztávolság kisebbitését is segítségül hívja. Ez már okvetlen segít, mert szárnyát akár egészen is összehúzhatja. Ugyanígy a váratlan elsodródó nyomást: gyors és nagymértékű fejnehéz-súlyponttal védi ki. A lökést mindig megfelelő előretöréssel, nagyobb siklásszöggel ellensúlyozza. Az igen heves támadásra szárnyát néha annyira behúzza, mintha lecsapásra készülné.

A repülés egyetlen formájában sincs oly fontos szerepe a madár farkának, mint légi-függés közben. A kurtafarkú sirályfélék pl. minden repülőügyességük ellenére se közelítik meg a hosszú és terebélyes farkú ragadozómadarak légi-függésének művészetét. Farok nélküli mada-



rat igen sokszor láthatunk repülni, de függni soha. A finom kormánymozdulatokat, melyeket a szárnyak végeznek, a farokfelületnek kell *támogatnia, kiegyésítenie és rögzítenie!*

A minden irányban mozgatható, elfordítható farok őrzi a madár egyensúlyát, de egyben védelmezi a hosszvagy oldalstabilitását is. Különösen gyöngé szélben, amikor teljes fesztávolságra van szüksége, amivel így másféle részletműködést már nem igen végezhet. A farok szüntelen mozgása ilyenkor jelzi legjobban, hogy micsoda feladatok hárulnak rá. A kötél táncos egyensúlyzó póznája nem végez oly érzékeny munkát, mint pl. a sólyom farka, amikor gyöngé és változó szelek között ingadozik.

Ha pedig már oly gyöngé a szél, hogy a madár nagy hajlásszöggel, fesztávnagyobbítással és egészen nyitott farokkal sem boldogul, akkor a függés érdekében izom munkához kell folyamodnia. Ilyenkor a hiányzó nyomásokat szárnyveréssel pótolja és *szitálni* kezd. Ezt tapasztaljuk pl. a véresén, amikor kémszemlét tart a rét fölött és nincs hozzá elég erős szele. Apró, gyors szárnyveréssel pótolja tehát a nyomáshiányokat. A szitálás pedig annál erősebb és gyorsabb, minél gyöngébb a szél. De szitál a madár olyankor is, ha az egyébként erősen rohamozó szél minduntalan szüneteket tart. Ilyenkor a szitálás is rendszertelen. Hol mozdulatlan feszítéssel, hol verdeső szárnyakkal függőget a levegőben. Ez biztos jele annak, hogy a szélerő igen változékony. Hol gyengül, hol felerősödik. De igen érdekes bizonyítékát adja az ilyen változó szél az *erőmegtakarításra törekvésnek* is. Amint a madár megérzi, hogy a szél felújul, azonnal beszünteti a fárasztóbb csapkodást és a munkát ismét az ingyen energiaforrásra hárítja.

Az ilyen ingyen segítséget még a tenger hullámain ringó, kurtafarkú sirály se mulasztja el felhasználni, hogy *rövid, alkalmi* függve-úszást végezzen.

A szabad széljárások területén a szél rendszeren egyenletes. A madárnak ilyenkor nem kell zsonglőrködnie. Így a sirály is (bár csak rövid pillanatokra) igen meg-

kapó formában állítja elő a függve-úszás emelkedő, álló vagy ereszkedő variációját. Furfangos ügyességgel használja ki a szél erejét, mert csupán a szárny feszítvetartásával emelteti ki magát a tenger vizéből. A kitárt, fehér szárnyakat, mintha valami titokzatos mágnes ragadná magával. Símán, könnyedén emeli fel a szél. Ravaszkodása abból áll, hogy a felkorbácsolt hullámok között megvárja, amíg az egyik felkapja hátára. A hullám tetején pedig szembefordul a széllal, majd szárnyát hirtelen kifeszíti. Ebben a pillanatban a szél — mint a pelyhet — könnyed és kecses lendülettel függőlegesen emeli föl a levegőbe. Néhány másodpercig a hullámok fölött helyben függőget, majd megindul, hogy megkezdje légi-úszásának jellegzetes *mozgó-formáját*. Iránya vegyes: ilyenkor már mindegy, hogy széllal szembe, szélmentében vagy oldalszéllal halad, fordul, amíg felfedezi prédáját. Ekkor hasonló kecses mozdulattal, ejtőernyőszerűen ereszkedik a hullámok közé.

Az ilyen alkalmi légi-függéseken kívül, a „nem-ragadozómadarak“ repülése, kiemelkedően a folytonos helyváltoztatáshoz, tehát inkább a légi-úszás haladó formájához van kötve.

### A haladó- vagy egyenesúszás

A magasan lebegő báránylehők alatt nagy ragadozómadár terpeszkedik. Kiterjesztett szárnya és maga is mozdulatlan. Egy ponton függ, ahonnan sokáig kémleli az alant elterülő tájat. A levegő korlátlan kényura most tartja reggeli vadászatát. Éles szemével zsákmány után kutat. Minden vágya az, hogy valami vadat, szárnyast karmai közé kerítsen.

Ámde a fenyegető veszedelmet az érdekeltek még ilyen távrolról is hamar észreveszik. Az első vad vészjeleket hallatva, rémülten rohan a közel kínálkozó fedezék mögé. Bokrok közé vagy üregbe. A példát követi a többi. Egy-két pillanat és mindenfelé üres az éléskamra. Most



már hiába leskelődik, várakozik légi trónusán a zsarnok. Egyetlen ürgét vagy egeret se láthat poszmotolni a gízgáz között. Úgy eltűntek, mint a kámfor.

Egyideig még vár. Majd elunván az eredménytelen kémlelődést, a nyugodt függésből egyszeresak kimozdul és a következő percben növekvő gyorsasággal, nyílsebesen úszik a láthatár felé — máshol próbálni szerencsét.

Tűnődhetünk rajta, hogy a madár a függve-úszásból miként alakította ki ezt a gyors *egyenes-úszást*, holott a cél érdekében nem láttunk egyetlen izomrándulást vagy szárnylibbenést. De tűnődhetünk azon is, hogy micsoda erők birtokában lehet, amikor ezt a talányszerű mozgékonyt bementatta.

A nagy távolságból miként is lehetne észlelni és megállapítani azokat a finom kormánymozdulatokat, amelyek ezt a határozott irányú gyors mozgást kialakítják? Mert a bámulatos képességet nem a madár fizikai munkája, hanem az utolérhetetlen ügyessége és nagyszerű berendezésének szelet kihasználó működése teszi lehetővé, amely nyitvatartja számára a légkör ezerféle irányát, távolságát. Ki merte volna néhány évtized előtt nyíltan hirdetni, hogy ez a tüneményes mozgás is csupán az egyszerű *szél és a testsúly szabályokhoz kötött együttműködésének következménye*, amely bár láthatatlan, de kézzelfogható valóság. Kétségtelen, senki sem hitte volna el, hogy a mozgatóerő alapja ennél is a „siklás“!

Az egyenes-úszással veszi kezdetét a siklás „vezetett“ formájának rendkívüli teljesítménye. Ugyanis kétféle siklást kell mindenekelőtt megkülönböztetni. És pedig a gyorsuló *vezetett-siklást* és a lassuló *segített-siklást*. Az előbbinél a szárny pár a farkkal egységes síkot képez, az utóbbinál pedig a szárnyak síkja a fark síkjával hajlásszögbe kerül. Az úszás fontosabb siklóformája a vezetett siklás, amelynek kisebb-nagyobb siklószögét a súlypont eltolódása szabályozza a nélkül, hogy a *farok megmozdulna!* Így az egész madár egy a súlyponttal kormányzott vezető-síkot képez. A legkiválóbb távúszást azok a madarak érik el, amelyek nem a farkukkal kor-

mányozzák magukat, hanem csak a feszített szárnyukat állítják előre vagy hátra, a szükséges fejnehéz- vagy faroknehéz-viszonyok előállításához: miáltal a siklás lefelé vagy fölfelé irányul. Így tehát a súlyponttal való kormányzás hozza létre azokat a bámulatos, merülésnélküli egyenes siklásokat, amelyeket sokszor megcsodálunk.

A ragadozómadár feszítávolsága és profilgörbéje ezenkívül olyan természetű, hogy vezetősíkot képezve is van *felhajtóereje*. Ez a kiválóság vezet a merülésnélküli sikláshoz. A merülésnélküliség azonban nem jelenti azt, hogy a siklásnak nincsen magasságvesztesége. A merülés azt a magasságveszteséget jelenti, amely mint *külön mozgáskereszkedést kapcsol a sikláshoz*. A madár ilyenkor nemcsak lefelé siklik, hanem még vertikálisan ereszkedik is, amely gyorsabb és nagyobb magasságveszteséget von maga után. Természetes következménye ez a felülettúlterhelésnek. Ezért valamennyi kissezárnyú madár csak ilyen *merülő-siklást* bír elérni, de ezért vannak hátrányban a középszárnyú madarak is a nagyszárnyúak bámulatosan kitartó siklásával szemben.

Ha tehát a kiváló vezetett-sikláshoz hozzá kapcsolódik a szélerő segítsége is, akkor már kialakítható a *haladó- vagy egyenes-úszás* csúcsteljesítménye — a *magasságszerzés!*

Azonban az egyenes-úszást minden érdekessége mellett sem lehet *állandó* mozgásformának tekinteni, mert nemcsak a *szél erejéhez*, hanem a *szél irányához* is (miként a légi-függés) kötve van. De mivel a légi-úszás rendszerének oly sokféle a változata, hogy a madár mindig kiválaszthatja belőle a megfelelő mozgásformát, tehát nem akadály neki az egyenes-úszás részleges kötöttsége sem. Ezért ha célja érdekének a külső körülmények megfelelni, a haladó-úszást is használja.

Ugyanis a haladó-úszás csak *megfelelő széllal szemben* éri el kifejezett, *állandó jellegét*. Bár az erősebb oldalszél is szolgáltat még annyi felhajtóerőt, hogy a madár nívótartása hiányt nem szenved, de ez a mozgás már nem olyan kifejező, mint az előbbi. Azonban hátszéllal a



mozgás mindenkor magasságvesztéssel jár. Bár a madár ilyenkor rendkívüli sebességet nyer, végeredményben a mozgás mindvégig csak siklás marad, amely végül is a földre vezet.

De még a szemközti szél sem szolgáltat mindig elegendő segítőerőt. Egyszer *támogatja*, máskor *akadályozza* a madár mozgását. A közepszerű szelek (10 métermásodpercen aluliak) támogatják, az erős szelek (10 métermásodpercen felüliek) akadályozzák, a viharos szelek (20 métermásodpercen túliak) már nemcsak akadályozzák, hanem meg is *állítják*, sőt *visszavetik* is a madár földhöz viszonyított sebességét. Ha tehát ez a szemközti szél eléri a madár önálló sebességét, akkor a mozgás a földön álló ember számára légi-megállást mutat. Ha pedig nagyobb a szél sebessége, akkor a madár visszafelé mozog. (Ilyenkor a leggyorsabb súlyom előrejutása is megakad és vagy leszáll vagy másirányba keres magának kiutat.)

A különböző szemközti szélsebességek tehát különböző ellennyomással változtatják a madár haladásának sebességét. A legjobb eredményeket természetesen a mérsékelt szelek adják. Ezenkívül az egyenes-úszás azzal a kiváló jelentőséggel bír, hogy a légi-függés közben követelt szélnyomásnál sokkal kisebb erejű szél is eredményesen szolgálja a madarat. Legalkalmasabb segítőtársa a 4—5 méteres szél. Ilyenkor kiválóan gyors, nívótartó, sőt emelkedő úszásokat is láthatunk. Mindamellett a szemközti szél mindig fékezi a mozgás földhöz viszonyított gyorsaságát.

Oldalszélben a madár sebessége már igen megnövekszik, de azért magasságot sem veszít, mert bizonyos szögben keresztezi a szél irányát, amelyből annyi résznyomáshoz jut, hogy ez a fenntartóerőként is tevékenykedik. Szélvihart így keresztezve, (félszéllal) káprázatos gyorsaságokat láthatunk. Azonban tekintetbe vehetjük azt is, hogy valamennyi nagyszárnyú, de különösen a ragadozómadár, tipikus világesavargó, amelyen nem látszik, hogy sokat törődne a különböző széliránnyal. Légi útja ugyanis nines

kötve valamely határozott útirányhoz. Neki minden szélirány kedvező. Mindegy, hogy merre halad célja felé. A fontos csupán az, hogy útvonala erőmegtakarítással járjon. Az életfeltételét, élelemszerzését bárhol kielégítheti, tehát mozgásirányát is minden tekintetben *a széliránytól teszi függővé*. Természetes, hogy mindig azokat az utakat és módokat választja, amelyek célját és kényelmét a legkedvezőbben kielégítik.

Ezért tekintetbe vehetjük azt is, hogyha magasságot nyert a madár, akkor még kedvezőtlen szélirány esetén is maga szabhatja meg mozgásirányát. Ilyenkor nem probléma, hogy merre tartson. Magasságát a szélrőzsa minden irányában — még hátszélben is — olyan távolsáklássá alakítja, amilyenre akarja (pl. az 500 méter magashól induló madár 15—20 kilométeres távolságot egyszerű siklással is kényelmesen megtehet: ehhez még szélségsíkságra sincs szüksége). Legfeljebb idővesztésbe kerül, ha célhozjutását erőkiméléssel komplikálja.

A hajlásszög *fokozatos állításával* a madár úszás közben tetszés szerint fékezheti sebességét a nélkül, hogy magasságot veszítene vagy emelkedne. A fékezést azonban csak addig használhatja, amíg lendületben van s a lassítás így nem csökkenhet egészen a sebesség elfogyásáig, mert ezzel a felhajtó-nyomás is teljesen megszűnne. Ezt a fékező módszert egyenes-úszás közben igen gyakran használják pl. a víz fölött keresgélő sirályok is.

Az egyenes, haladó-úszás két főtenyezőjének (a szél és siklósebességének) találkozása, illetve összeütközése termeli a szükséges emelőerőt. A szél nyomását tehát a madár nem folytonosan, hanem részlegesen, csak *kínálkozó alkalommal* használja fel. Az alkalom pedig akkor kínálkozik, amikor a siklás sebessége tovább már nem fokozódhat. Ezt várja csak a madár, hogy a siklás irányát fölfelé vegye. Ezzel az irányváltással pozitív-szög alatt találkozik a madár mozgásiránya a szél irányával és emelőnyomást gyakorol a szárnyakra. Így az irányváltás mindig haszonnal, vagyis *emelkedő úszással* jár és vissza-



szerzi az előbbi siklás magasságvesztését. A madár így mindig „megnyeri a vámon, amit elvesztett a réven”.

A madárnak csak arra kell ügyelnie, hogy a lesiklása ne legyen *a szélből nyomott vagy fölöslegesen hosszú*. Mindkét esetben fölösleges magasságvesztést szenved, amelyet az összecsapás nyomása esetleg már nem is pótolhat. A pontos számítással végzett összecsapással még gyöngye szélben is sikerül nívóját megtartania.

A hullámpálya mozgássebessége azonban folyton változik. A gyorsaság viszont a *horizontális kifutásban* éri el a legnagyobb teljesítményét. A horizontális kifutás, a hullámpálya mélypontján alakul ki, vagyis amikor a madár vízszintes vonalban siklik. Az emelőnyomás pedig már kifutás közben is érezteti hatását. Sok esetben (erősebb szélben) a madárnak nincs is szüksége az emelkedést fölfelé siklással elősegíteni. Ha pedig a kifutás fölfelé irányul, akkor az emelkedés eleinte nagy gyorsasággal kezdődik (ez a tényleges összecsapás pillanata). Ezután a mozgás fokozatosan lassul (fékeződik) és a hullámtetőn éri el a sebességsökkenés legnagyobb mértékét.

Ha erősebb szemközti szél áll rendelkezésére, akkor úgyis mesterkedhet, hogy minden hullámpálya végén magasabbra kerül, mint ahonnan elindult. A magasságnyerés ilyenkor folytonos is lehet. Úgyszintén azt is megteheti, hogy a folytonos előreúszáshoz még hullámpályát sem vesz igénybe. Azonban a földhöz viszonyított sebessége ilyenkor kisebb lesz, mint mikor hullámpályát használ (ez is egy módja lehet a fékezésnek). Igen erős vagy viharos szélben már arra is rászorul, hogy feszítávolságát megkisebbitse, nehogy akarata ellenére túlemelkedés vagy teljes megállás legyen a mozgás következménye. Szélviharban sokszor láthatunk ilyen erősen behúzott, vagyis hátrahajló szárnyú haladó-úszásokat.

A madárnak tehát ebben a formában is bőséges alkalma van az ingenutazások között válogatni — ha kedvező szele van. De már szélmentében minden ügyeskedése, ravaszkodása hasztalan. Ha vesztett magasságának visszaszerzéséről más módon nem gondoskodhat, akkor az úszás

vége leszállás. De még gyöngye szemközti szélben is érheti ilyen baleset. Ha minden mesterkedése csődbekerül, ilyenkor is izmaihoz folyamodik. Ekkor látjuk azokat az egyes, erősítő szárnylegyintéseket, amelyek helyrehozzák a sebesség vagy magasság veszteségeket.

Van azonban a szélmentében való egyenes kifutásnak egy igen megkapó és kiemelkedő formája, amelyben igen nagy ügyeskedés és tervszerűség mutatkozik. Ebben az ügyeskedésben a madár káprázatos sebességet és igen hosszú, úszásszerű kifutást szerez magának. Ezt a folyamatot elnevezhetjük *szélhajításnak*.

A szélhajítás rendkívül fontos szerepet játszik a *keringő-úszásban*. De a művelet alapja a haladó-úszásban található meg.

A szélhajítás kialakításának érdekes lefolyását igen gyakran megfigyelhetjük a sirálynál. A mozgás megkezdését a széliránytól való igen gyors elfordulással, majd pedig szélmentében történő elvágódással indítja el. A szél-től való elfordulással a sirály szinte sarkonperdül, miközben a szélnyomásnak hátatfordít. Ezzel egyidőben — mintha lesiklani készülne — fejjel lefelé, farkával pedig fölfelé nagy támadószöget mutat a szélnek, hogy néhány pillanatig így álljon meg a hátszélhez. Ebben a válságos helyzetben valóságos fordított légi-függést végez. Azonban a szél csakhamar úrrá lesz fölötte, mert nagy lendülettel, kilövésszerűen elragadja, de ugyanekkor fölfelé is nagyot lök rajta (a nagy támadószög következtében). A madár ezután még mindig farkával az égnek fölfelé sodródik a távolba. Amíg a szél ellátja fenntartóerővel, addig a sirály tétlen marad és csak viteti magát a széllel. De amikor elérte a szél sebességét és elkövetkezik a madár helyzetéből előállt fejrezuhanásszerű siklása, akkor ezt a megindult zuhanó-siklást hirtelen kiegyenesíti horizontális irányú úszássá. De ez már nem mint rendes úszás, hanem mint az idegéről elpattant nyílvevő nyilatkozik meg a madáron.

Az így kapott lendülettel a sirály igen hosszú távolságot úszik, miközben a káprázatos sebesség természetesen



fokozatosan fogy. Ilyenkor vagy megismétli az ügyeskedést, vagy pedig hozzálát a szélmentében való repülés egyetlen módjához, a lengőszárnyú működéshez, ha irányt nem akar változtatni. Viszont a szélhajtás annyiszor ismétlődhet, ahányszor a madár összeesap a szélllel és ezután hirtelen megfordul.

Ha tehát a madár ily módon magasságot akar tartani vagy éppen emelkedni is, akkor minden összeesapást *fordulóval* kell megismételnie. De ez már nem egyenes-úszás, hanem *körözés* vagy *keringés*, amely ugyanis nem más, mint a *szélhajtások sorozata!*

### A keringve-úszás (körözés, ívelés)

Akit megbűvölt a természet örök szépsége, az észre-  
véstelenül és menthetetlenül a legtitkosabb vágyak, álmok hatalmába kerül. Aki tartalmat és értelmet akar adni életének, az tekintsen szét a szabad természetben és tanítómesterére talál. Aki bűjában, bajában hozzá menekül, karjai közé fogadja, ahol kedvet, szeretetet talál és megnyugszik. Aki fél az elmúlástól, keresse fel az erdők, mezők, ligetek zöldjét, virágát, színesen zsongó életét és — újraszületik. Itt nincs halál, sem elmúlás, csak álombaringás, átalakulás és újraszületés!

Mindezek bölcsője és orvosa az örökszép természet. Hatalmas, mindenekfölött uralkodó és mindent bölcsen irányító hatalom lakik benne: Isten akarata és teremő-  
ereje!

Innen indult ki az ember repülési vágya is. Miért és hogyan? Az ember mindig nehéz szívvel és epedő vágyakozással nézett az elsuhanó madár után. Magábarokadtan emelte tekintetét a magasba, ahol darvak szálltak, sasok, sólymok íveltek, hogy fájdalmasan érezze a saját esúszó-mászó mivoltát. S a szabad természet csodálatos, mindenre kiható varázsereje űzte, hajtotta a titkok megismerése felé. Emésztő vágyai tüzet gyújtottak lelkében, hogy e csodás élőgépeket utánozza. Hogy versenyt rohan-

jon a fecskével, sólyommal és hasonlóan megteremtse az ideális, akadályokba nem ütköző mozgásszabadságot, gyorsaságot.

A szabad természetben szerzett új reményeket, új *meglátásokat*, amelyek megroppant hitét, bizalmát mindannyiszor újraélesztették, valahányszor terveiben, fázódásaiban csalódott. Itt oszlott el esüggedése, kétségbeesése a meddőnek, elérhetetlennek látszó küzdelem után, hogy újra megszállja a szabadmozgás vágya, amelyet a természet nem szűnt meg eléje tárni, a csábítóan röpködő madarak képében.

Így látta meg, hogy a levegőben megszűnik az akadályozott gyorsaság réme: az idegen testekkel való összeköztetés. Rájött, hogy *a föld ellensége a gyorsaságnak!* Tehát csak el... csak elszakadni a földtől, hogy oly szabaddá legyen, mint a madár!...

Azonban a természet nemcsak érzelmek ébreztésével ösztönözte az emberi tetterőt, nemcsak vágyakkal serkentette a feltörekvő ambíciót, hanem élénk tárta összes eredményeit, útbaigazításait is. Kijelölte helyét a sebességnek azzal, amikor megmutatta, hogy minden gyors mozgást — még a parányi bogárét is — a levegőbe helyezte. Megmutatta, hogy gazdag készletéből (módszereiből, irányelveiből) mit lehet átvenni és utánozni. Megmutatta, hogy melyik az a repülési-rendszer, amely az ember céljának, törekvésének legjobban megfelel. Megmutatta, hogy boldogulásunk legkönnyebben járható útját a *levegőben való úszás* formájában találjuk meg. És mégis mennyi idő telt el, amíg ezt észrevettük, megláttuk, hogy utána végre megszülessen a géprepülés új korszaka. Mert amint a hályog lehullott szemünkről, törekvéseink kútforrása a légi-úszás lett. Ebből merítettük aviatikai tudásunkat, tapasztalatainkat és további tettvágyunkat.

De amíg ráeszméltünk, hogy vonzó hatása miért fogja meg lelkünket, addig sok-sok évszázadon át vergődtünk a repülés problémájának hínárjában. Mert maga a repülési vágy is mindaddig járta a fejlődés útját, amíg fel nem ismertük kutatásaink helyes irányát. S ez a helyes irány



csodálatos hatásával fogva tartotta gondolatvilágunkat, hogy öntudatlanul és önkénytelenül hódoljunk a legszebb, legvonzóbb mozgásformának, amely a *légi-úszás szabályainak felismerésével végül megvetette a géprepülés alapját.*

De valljuk be azt is őszintén, hogy az emberi repülés dicsőségét a keselyűk, sasok stb. lendületes ívelésének, a *keringve-úszás* vonzó hatásának köszönhetjük. Ez volt az a varázserő, amiből szabadulni nem bírtunk. Ez ápolta a gondolatot minden csalódás, összeroppanás után. Ez élesztette a bizalmat, a hitet, hogy a géprepülés problémája megoldható s ez a remény kényszerítette ránk a munka folytatását is...

A nagyobb ragadozómadár keringve-úszása még ma is ámulatba ejti az embert. Mint legideálisabb mozgás, feltűnt már az ókor emberének is. S amennyire csak módunkban áll visszatekinteni a régmúlt idők történetére, e részben rengeteg nyomát találjuk az ember hódolatának. Nyoma van az ősök vallásában, a legendákban, mitológiában. Látható tehát, hogy ez a mozgásforma mennyire foglalkoztatta a mindenidők emberének lelkét, gondolatvilágát.

De nem csoda, mert a keringő-úszás csak fölényes, parancsoló hatást gyakorol minden élőlényre. Az állatvilág nyugtalan viselkedése is mutatja, hogy micsoda hatalom rejlik a keringés lenyűgöző formájában. Aprajánagyja látható jelét adja félreismerhetetlen félelmének, ha feltűnik egy-egy ragadozó jellegzetes keringése.

De minden madár, még a legszelidebb is, ha felveszi ezt a mozgásformát, azonnal kiemelkedik hétköznapi szürkeségéből, igénytelen ártalmatlanságából. Még a jámbor sirály is, ha keringésbe lendül, egyesapásra félelmes alakot ölt. Ugyanígy a lomha varjú. Ha fáradtnak látszó csapkodása helyett keringeni kezd, a gyászvitéz egyszerre büszke, kihívó lovaggá változik és tekintélyt szerez magának. Ilyenkor a lebecsült, jelentéktelen madárra még az ember is más szemmel néz.

Hát még a keringő szirtisas! Mily fenségesen paran-

esoló minden mozdulata. Ívelésének minden egyes lendülete hadbavonulást vagy párviadalra szólítást hirdet. Mozgása csupa fölény, kihívás, csábítás, amely támadást, küzdelmet, harcot vagy kalandos vállalkozásokra való hívogatást árul el. Ha feltűnik a láthatáron, az erdők, mezők minden vadja, az egész madárvilág remegve lesi minden mozdulatát. De érzi ezt a ragadozó is. Szinte látszik fölényes viselkedésén. Jól tudja, hogy keringésével az állatvilágban olyan félelmet és pánikot idéz elő, hogy nagyrészt a rémülettől még menekülni sem bír. De nemcsak az apróvad, hanem a nagyobbak is érzik alsóbbrendűségüket és remegve lesik, figyelik, amíg a keringő „hadúr“ el nem tűnik a láthatárról. Ugyanígy nem kisebb hatást vált ki a keringő sólyom, héja stb. megjelenése. Minha csak a kitártkarú sötét végzet közelednék feléjük. Micsoda kavardás támad madárországban! A kisebbek belebújnak a lyukakba, résekbe vagy nyílásokba és onnan lesik szorongó aggodalmak között a baljóslatú eseményeket. Remegve figyelik, hogy mint kerül a ragadozó karmai közé valamelyik könnyrekedt pajtásuk. De még a nagyobbak is halálfélelmükben dermedten várják sorsukat.

A baromfiudvarban szintén éktelen zajjal futkosnak és nagy lármával csipognak, kárálnak, gágognak a szárnyasok. Szóval, ahol egyszer már megismerték a keringés gyászos következményeit, ott rettegés, félelem szállja meg a szárnyas és szárnytalan népséget. A rémülethez már elég a mozgás pusztá látványa. Ha véletlenül csak egy kóbor varjú tűnik fel keringve a levegőben, máris ijedezik vagy rémülten menekül valamennyi.

Ugyanígy viselkedik a galambsereg. Ha egyszer közéjük csapott és szétriesztotta a jámbor madarakat a vérszomjas ragadozó, akkor már minden feszítettszárnyú keringéstől ijedeznek. Ha szemük elé kerül valami keringő madár, azonnal pánik tör ki közöttük. Egymás hegyén hátán menekülnek. Lökik, taszigálják egymást és fejvesztetten vergődnek, gyötrelmes perceit élve a bizonytalan jövőnek. Még akkor is sietve leszállanak, ha meggyőződtek róla, hogy a keringő mozgást nem is ragadozómadár végzi.



Jellemző tehát, hogy az állatvilág gyöngébbjei nem is a külsejéről, hanem a fenyegető, veszélyt jelentő keringésről ismerik fel ősi ellenségüket. Bármily távolról tűnjék fel ez a mozgás, valamennyien rögtön felfigyelnek és mozdulatlanul várakoznak. Csak akkor áll helyre a nyugalom, ha már alaposan szemügyre vették és meggyőződtek, hogy a harcias mozgás nem vérszomjas ragadozótól származik.

És valljuk be, hogy a keringés bizony még az emberre is igen mély hatást gyakorol. Mert nem a ragadozó ereje, bátorsága vagy vérengző harciassága, hanem a lenyűgöző keringő-mozgása hódította meg az embert is annyira, hogy megtegye a hatalom és fölény jelképének. (A címerek sokasága többnyire kitártszárnyú sast ábrázol.)

De elmondhatjuk azt is, hogy ez a páratlan mozgás az ő rendkívüli teljesítőképességével és mégis csekély erőfogyasztásával bizony minden szárazföldi és vízi mozgásforma fölött áll. Nem túlzás, ha valamennyi mozgás előtt a keringve-úszásnak nyújtjuk át a győzelem pálmáját.

Gyakorlati értelemben *mikor* és *miért* szoktak a madarak keringeni? A kérdéssel már sokan és sokat foglalkoztak. A természetkutatók sok értékes megfigyeléssel, természeti vonatkozással gazdagították ismereteinket, de leginkább a „mikor“ kérdésre kapunk kielégítő választ, viszont a „miért“ kérdés nagyrészt nyitvamaradt.

Tekintve a „miért“ kérdését, ennek technikai, aerodinamikai és aviatikai magyarázata is van, amelynek ismeretlen szabályait, okait csupán ebből a szempontból vizsgálhatjuk.

Elsősorban a keringésnek nem az a célja, hogy az ámuló embernek szép, imponáló vagy tetszetős repülést mutasson, hanem hogy biztosítsa a madár számára a legkitartóbb és legkönnyebb légítartózkodást. Különösen, ha helyhez kötve vagy gyöngé szellős időben kénytelen soká a levegőben tartózkodni.

A keringés főcélja tehát szintén *energia-megtakarítás*,

amely a légi-úszásnak is a leggazdaságosabb formája. Ezenkívül a ragadozók életfeltételei közt két olyan fontos követelményt említettünk már, amely a kevés energiát fogyasztó, hosszúidejű légitartózkodást írja elő a madár számára. Az egyik a *vadászat*, a másik a *vándorlás*.

A vadászat alkalmával napirend és életfeltétel a keringés. A ragadozó különösen nem nélkülözheti. Azért látjuk leggyakrabban a ragadozófélét keringeni, mert naponta igen nagy kiterjedésű területeket járnak be és órákon át tartó megfigyeléseket, így folytonos légi kalandozásokat kell végezniök, amelynek energiafogyasztását izomerővel ki nem elégíthetnék. Ugyanígy vándorlás alkalmával, nemcsak a hosszú légi út, hanem a vándormadarak *gyülekezése* is igen sokátartó és helybenmaradó légitartózkodást követel. (Ismeretes, hogy a gólyák pl. vándorútra kelésük előtt csapatokba verődnek, gyülekeznek és csak ezután vágnak neki a nagy útnak. A gyülekező légitartózkodásnak, amely órákon át tart, tehát nem szabad kimerítőnek lennie.)

Mínthogy a vadászat fő követelmény, tehát a ragadozók keringését szinte *állandónak* tekinthetjük. Viszont a vándorlás csupán alkalmi teljesítmény (évente egyszer kétszer történik ilyen gyülekező), ezért a „nem-ragadozó” nagyszárnyúak keringését *időszakosnak* mondhatjuk. Egyébként minden madárfaj, ha bármilyen kis mértékben bírja is a légi-úszás feltételeit, kényelmes mozgásként keringést használ.

Mindezeken felül a keringve-úszás madárnyelven *jeladást, jelbeszédet, híradást* is jelent. Így *hívogató* vagy *riadó* szerepet is játszik. Különösen a vándorútra vonatkoztatva. Ilyenkor tömörülést, csapatbaverődést jelent. Ezzel szólítják egymást a madarak a levegőbe, úgy hogy valóságos *toborzás* jellegével bír. (Hogy mennyire helytálló a feltevés, mutatja az olyan eset is, amely Dobos István pilótámmal az egyik bemutató-repülés alkalmával, Zenta tájékán és a gólyák vándorlási időszakában történt. Dobos fent körözött a magasban, amikor egyszer csak azt vette észre, hogy körülötte ugyancsak körözve



golyák kezdenek gyülekezni. A szélrózsa minden irányából mindig több és több golya sereglet köréje, úgyanynira, hogy már veszélyeztették a gép nyugodt repülését az esetleges elgázolással vagy összeütközéssel. Mintegy tízpercenyi békés keringés után, — miközben a golyák híven kitartottak mellette — kénytelen volt a motort leállítani és leszállni, hogy kárt ne tegyen bennük.)

A „toborzó“ már nem keringés, hanem körözés: vagyis kifejezetten helyhez kötött körmozgás. A keringés pedig távolodó, ide-oda húzódo körmozgás (ezekben az eltérésekben is lehet jelbeszéd, amelyet a madarak megértenek). A toborzó sokszor igen hosszú ideig tart és azt a célt szolgálja, hogy a folyton érkező és csatlakozó bajtársak együttmaradjanak vagy szét ne szóródjanak.

Ha pl. a golyák izmait a sokszor órákig tartó gyülekezés kimerítené, valószínű, hogy az út további fáradaimaival már nehezebben küzdenének meg. Mindenesetre a vándorút nagy kockázata, még inkább fokozódnék és még nagyobb veszedelembe, esetleg pusztulásba sodorná a vándorokat. A költözködő-madarak életrendjében tehát beláthatatlan jelentősége van az erőkimélő keringve-úszásnak vagy körözésnek. Vegyük szemügyre tehát a hozzánk hűségesen ragaszkodó golyák életrendjét, amelyből látni fogjuk, hogy mi minden követeli számukra ezt a kiváló mozgásformát?

Ha elkövetkezik a vándorútra kelés ideje, az öreg golyák naponta és mind gyakrabban járják a toborzót. Órákon át keringenek, köröznek tanyáik fölött, mintegy hívogatva a környék golyáit, hogy gyülekezzenek, mert közeledik az idő, hogy melegebb hazába költözzenek. Ugyanekkor a fiatalokat is tanítják, hogy a keringés begyakorlásával az önálló golyaélethez szoktassák Minden golya megérti a néma szólítgatást, mert a levegőbe emelkedik és a többiekkel együtt kering. Így szoknak össze, megtanulván az együttműködés és összetartás erejét is.

A nagy előkészület alatt az öregek ösztönösen kémlelik a légköri viszonyokat. Különösen a széljárások irányát. Ilyenkor mérlegelik a nagy út esélyeit. A széljárás-

ből ítélik meg (akár csak a tengerjáró vitorlások hajósai), hogy szerencsés utat vagy bizonytalanságot remélhetnek-e. Nagyon sok függ az öregek helyes ítélletétől.

A keringés idejét a tapasztalt vénék tehát különböző megfigyelésekre fordítják. Ők próbálják ki és választják meg az induláshoz szükséges *kedvező szelet*. A sikeres útnak mindenekelőtt ez a feltétele. És ha az öreg gólyák az utolsó toborzóhoz fognak, már ki is választották a *legalkalmasabb erejű és irányú szelet*.

Az indulás napján minden gólyacsalád sokáig kering a saját portája fölött (ezt a falusiak búcsúzásnak mondják). Ha pedig a környék valamennyi gólyája már a levegőben kering, akkor a körmozgás mindjobban tömörül és a sok gólyacsalád egy nagy csapatba verődik. És ha mindent rendben találtak, akkor a vezető vénék megváltozott körmozgása jelzi a nagy pillanatot! Keringésükkel *lassan távolodni kezdenek*. A vezetőket valamennyi gólya, öregje-fiatalja követi. A lassú távolodás célja, hogy az elkésették utolérhessék a csapatot. Útközben tehát esatlatkozásra szólítják a más környékbelieket is. Ha pedig már nem mutatkozik a láthatáron több utas, a lassú távolodókeringés (mintegy vezényszóra) egyszerre megszűnik és az öregek vezetésével nekivágnak a „nagy útnak“, hogy változó szerencsével *vezesse* őket a szél — a vándormadarak „iránytűje“. (Hogy miként lesz a kedvező széljárásból a madarak iránytűje, ezt külön fejezetben mondjuk el.)

A toborzón kívül kering a gólya, ha ragadozómadár tűnik fel a láthatáron és veszedelemben érzi fiókáit. Ilyenkor felkerekednek a többi fajtársak is, hogy egyesült erővel fogadják az ellenséget. Így minden remény megvan arra, hogy tömegesen elűzhetik a hivatlan vendéget. Olyan harcú készséggel vonulnak az ellenség elé, hogy ennek bizony sietve kell menekülnie.

Sokan megfigyelték azt is, hogy kering a gólya akkor is, ha fészke közelében tűz támad és családját veszély fenyegeti. A pusztulást szemmel akarja kísérni,



tehát nem távozik, hanem a magasban körözve mintegy segítséget hí.

De keringéssel hívja párját vagy megerősödött fiait az öreg gólya, ha családját éhínség fenyegeti. Ha kiürült az élestár, mert a forró nap kiszárította a környék vizeit, de valahol mégis sikerült felfedeznie valami dús éléskamrát, akkor a jó hírt szintén keringéssel adja tudtára hozzátartozóinak. Majd keringéssel hívja, vezeti őket az élelmet ígérő távoli mocsár felé.

A keringő mozgás minden más esetben másféle jelbeszédet tartalmaz, amely kitűnően tájékoztatja a többieket. De nemesak a gólyának, hanem más madárnak is toborzója, hívogatója, riadója a keringés. Az élelemszerzés miatt köröznek, keringenek pl. a varjak is.

Minthogy a keringés a légi-úszás leggazdaságosabb formája, adott alkalommal a hiányosabb berendezésű madár is gyakorolhatja. A varjú bár másodrendű repülő, mégis könnyedén keringhet a levegőben. Csupán erősebb széljárásra van szüksége. Ilyen alkalom épp a közelgő őszi idők tájára esik. Ősszel vagy tél küszöbén mindgyakoribb az erős széljárás. A szükség réme pedig gyorsan közeledik. Ilyenkor a varjak is nagy csapatba verődnek és órákon át mozgalmas kóválygással róják a köröket. Ha elég erős szelük van, a keringés minden fortélyát bemutatják. Ugyanolyan ügyességgel mozognak, mint a legkiválóbb ragadozómadarak.

Télvíz idején, amikor deres, fagyott már a táj, s az éléskamrák mindenfelé kiürültek vagy befagytak, akkor a varjúnépség is megkezdí a toborzó keringéseket. Soká gyűléseznek, varjúnyelven tanácskozva, de olyan zűrzavarban, zenebonával, hogy az egész környék hangos éktelen károgásuktól. Lehet tanácskozásnak, lehet megbeszélésnek is tulajdonítani e zajt. Valószínű, hogy ilyenkor hányják-vetik meg az egyesült erővel való éléskamra keresést, vagy a többet ígérő vidékre vonulást. Oly nagy előkészülettel, dirrel-durral gyülekeznek, mintha földköri útra készülének. Holott az országgyűlés után rö-

videsen kiderül, hogy csak rövid, céltalan kóborlás következik.

A lármásan kóválygó keringést is megérti minden gyászvitéz. A szélrózsa minden irányából gyülekeznek a jövevények és mind nagyobb tömegre növekszik a sereg. Végül egész felhőtábor sötétíti már az eget és szörnyű hangzavarban, folytonos torzsalkodások közt kering, köröz össze-vissza a nevetlen csöcselék. Itt nincs katonás fegyelem, előkelő rend, mint a gólyatársaságban.

A toborzó szintén távolodó keringéssé alakul és mint vonuló sötét felhő, az egész tömeg lassan elhúzódik. Egy-ideig szintén csak mérsékelt az elvonulás, hogy ideje legyen a később érkezőnek a sereghez csatlakoznia. Ha szintén nem mutatkozik már több jövevény, a vezető öregvarjak előretörnek. A gyülevész társaságot túl-károgyva, élénk csapkodó repüléssel elindulnak valamilyen irány felé. A zene-bona ekkor hirtelen elhallgat és a vezéreket nyomon követi az egész fekete-sereg.

Ennél megkapóbb a vándorútra készülő fecskesereg jelbeszédes toborzója. Ez is keringés formájában történik. Vonulás közben a fecskék élelem után is néznek, s vadásztatás közben minduntalan szétszóródnak. A társaságot szintén a toborzó keringés hívja ismét össze.

A fecskék vonulása nem egyirányú vagy folytonos, mert egyik-másik rovardúsabb vidéken szünetel a vonulás és rövidebb-hosszabb ideig vadásztatnak. Zegzugos röpködéssel, vad száguldással végigböngészik az egész környéket. Hamarjában annyi bogarat, legyet fogdosnak össze, amennyit csak lehet. Sietniök kell. Különösen a falánkabb fiataloknak. Ilyenkor ezek nagyon szétszélednek, mert végigkutatnak minden rejtett zugot és nagy buzgalmukban messze kerülnek a sereghajtó öregektől. A terített asztal mellett mindenről megfeledkeznek.

De mikor az öregek körözve emelkednek, majd lassú távolodással keringeni kezdenek, ez a figyelmeztető-mozgás látható hatással van a szétszórt fiatalokra. Hangos csivikeléssel adják egymás tudtára az öregek parancsát.



Valamennyi fecskefióka, bármily messze esatangeljon, azonnal abbahagyja vadásztatását és rohan a többiek után.

Érdekes megfigyelni, micsoda ijedelem fogja el egyikét-másikát, ha nem vette észre a hívogatót és egyszerűen egyedül találja magát. Látni kell azt a vad nyílrepülést és hallani azt az ijedt csicsergést, ahogy mindenfelé keresésére indul az eltűnt csapatnak. Ha végül megpillantja a magasban keringő vezetőket, egész más hangokat hallatva, láthatóan megkönnyebbülve vágat feléjük. A hívogató, toborzó keringést tehát még az ilyen apró lények is megértik.

A körmozgás sokféle formája a madarak életrendjében tehát számtalan célt szolgálhat. Azonban bármily esetben folyamodjék hozzá a madár, a főcél mindenkor a kényelmes, gazdaságos légi-tartózkodás! Ezt a mozgásformát győzi munkaerővel a madár legtovább. Ugyanígy a körmozgás igényli a legkisebb szélsegítséget. Rendkívüli tulajdonsága, hogy a körmozgással végzett távrepülés *a széliránytól független* is lehet.

A saskeselyű pl. bárhol, bármikor és mindenfelé irányíthatja a keringés távolodó útvonalát. Tovamozgása a szélirányt keresztezheti, szembe vagy ellenkezően haladhat vele, de ez mitse változtat a lényegen, hogy *a körmozgás folyamán ismételten összeütközik a szélerővel*, amelynek hatása mindig a mozgás fenntartásának célját szolgálja. A jól felszerelt madárnak mindegy, hogy *honnan fúj a szél*. A leggyöngébb szélviszonyok közt is keringhet, körözhet, ívelhet, ha szabad mozgástere van. Arra utazik, amerre akar!

A keringő madár tovamozgásának céliránya tehát nemcsak független a szél irányától, hanem olyan utolérhetetlen előnyben is részesül, hogy még *a szél segítéséről se kell lemondania!*

## A körmozgások működése

A „termikus“ áramlatok elméletének felállítói főként azt vitatják, hogy a madár *csupán azért kering vagy függőget a levegő valamely pontján, mert ott fölfelé törekvő légáramlatot talált*. Ha pedig ezt megtalálta, azon a helyen *hosszasabban időzik*. Ez a feltevés tehát azt jelenti, hogy a madár nem kényszerűségből, hanem időtöltésből vagy szórakozásból tartózkodik a levegő bizonyos pontján! De még ennél is tévesebb az a kijelentés, hogy az ilyen feltörő, helyhez kötött áramlat nélkül lehetetlen a *vitórlázás* bármilyen formája. (Légi-úszást értenek alatta.)

A légi-függés vagy keringés okának ilyen magyarázata nagyon kétes sorsra juttatná a ragadozómadarakat. Kétségtelen, írماغjuk sem maradt volna már. Valamennyi éhen pusztult volna.

A valóság nem a termikus légtornyokat, hanem *az általános és mindennapos szél kihasználását bizonyítja* (amelyet az imént ismertettünk).

A szelek számottevő tevékenységét igen könnyen ellenőrizhetjük. Ha figyelemmel kísérjük a rétek, mezők fölött vadászgó, mozdulatlan szárnyú véresét, láthatjuk, hogy rövidebb-hosszabb ideig, hol itt, hol ott körözget a levegőben, miközben minduntalan megállásokat, helyben-függéseket rögtönöz. Majd folytatja kémkedő és prédát keresgélő keringését. Ha pedig megpillant valamit, akkor azonnal megáll és ismét függve-úszást mutat. Légi-függése tehát nem „alkalmi“, mert bárhol előállíthatja. Mennyi légtoronyra volna ehhez szüksége!... E helyett azt tapasztaljuk, hogy ilyenkor igen élénk, szeles az idő.

Olyan feltétele a szél a madár feszített-szárnyú mozgásának, mint a földi közlekedésnek a szilárd talaj. A szél tehát minden változékonysága mellett sem *alkalmi támaszpontja* a madárnak, hanem *teljes kiterjedésű és állandó energiforrása*. Így amíg csak el nem áll, vagy pedig igénybevételét a madár be nem szünteti, folytonosan rendelkezésére áll.

Nagy-Alföldünk terjedelmes rónái fölött különösen



az *alacsonyan* járó ragadozómadarak feszített-szárnyú cserkészései szolgáltatnak rengeteg bizonyítékot, hogy mennyire tarthatatlan az ilyen madarakat fenntartó termikus áramlatok elmélete. Ilyen elmélet alapján nemcsak a madár, hanem minden száraz falevél, papírdarab stb. a levegőben röpködne. Ezeket a feltörő energia még előbb magával ragadná, mint a súlyosabb madarat (ahogy ezt a szél a falevelekkel, papírhulladékkal csakugyan megteszi).

Ugyanezt tapasztaljuk a tavak, mocsarak sík, de széljárta vizei fölött. A 10—20 méter magasan keringő sirályok példája mutatja legjobban, hogy nem egyes és kivételes alkalmakról, hanem általános légmozgásról, rendes széljárásról van szó, amely mindenkor megfelelő segítő erőt jelent a munkanélküli légitartózkodáshoz.

De még az sem alkalmas a feltörő áramlatok mellett való állásfoglalásra, hogy a dombos, hegyes vidék lejtőinek ütköző, iránytváltoztató szelek alakíthatnak olyan emelkedő áramlatokat, amelyek megkönnyítik a madarak feszített-szárnyú mozgását. Ezek az áramlatok ugyanis *nemcsak alkalmiak, hanem helyhez kötöttek, földközeli*ek is, tehát rendszeres és korlátlan légi-úszásra így nincsenek, de nem is lehetnek döntő befolyással. Ezek az áramlatok a csúsmagasságtól már néhány méternyire elvesztik hatásukat, mert a felnyomuló mozgásirányt a szél felsőbb, szabadon mozgó rétegei csakhamar elnyomják. Az ilyen „vezetett” áramlatnak a madár legfeljebb a lejtő közelében veheti hasznát, nem pedig magasan a csúcs fölött vagy éppen a felhők között, ahol legtöbbször kering. De leginkább az dönti meg az ilyen feltevéseket, hogy minden más keringő madáron kívül csupán az egyes ragadozófélék köröznék a hegyek fölött, amelyek tanyájukat is a hozzáférhetetlen szirtek között ütötték fel. Ez tehát nem repülési feltétel, hanem életkörülmény. És azért látjuk a nagy ragadozókat kizárólag hegyes-völgyes vidék fölött keringeni, mert megélhetésének lehetősége köti a tájákhöz, nem pedig a „feltörő áramlatok”. Viszont ha vadászatra indulnak, a terepviszonyokra való tekintet

nélkül igen messze elkalandoznak és sohase válogatják, hogy egyenes síkság, hegylejtő vagy erdők fölött kell keresniök prédájukat.

A körmozgással való légi-úszás utolérhetetlen előnye in kívül még életbevágó jelentősége is van a működésnek, mert ugyanekkor a madár minden eseményt figyelemmel kísérhet, amely előnyt vagy hátrányt jelenthet. Óriási látkör nyílik meg előtte. Tájékozódhat, kémlelhet, kívárrhatja a légítámadás alkalmas pillanatát stb. Innen indulhat zuhanó repüléssel vagy szédítő levágással meglepetésszerűen a kiszemelt áldozatára vagy rendkívüli távolságokra, ha céljai így kívánják stb. És mind ezt a főcél, az „erőkímélés“ jegyében.

Mint említettük, a keringés és körözés nem egy és ugyanaz a mozgásforma. A kettő között igen nagy a különbség. A *keringés távolodó, a körözés pedig helybenmaradó körmozgást jelent*. Azonban a keringve-távolodó mozgás éppúgy lehet *emelkedő, süllyedő (ereszkedő)* vagy *nívótartó*, mint a helybenmaradó körözés (a körözés ez esetben csupán függőleges pályán mozog).

A sokféle feszített-szárnýú körmozgáshoz különböző erejű szelekre van szükség. A *körözés mindig nagyobb szélerőt igényel, mint a keringés*. Ezenkívül úgy az emelkedés, mint a merülés vagy nívótartás szintén többféle szélerő igényeket támaszt. *Legnagyobb szélerőt a körözve emelkedés követeli*. A szélerő-igények azonban itt is fokozódnak, mert attól függnek, hogy a madár *milyen gyorsan* akar emelkedni. Merülő, vagyis ereszkedő körmozgást pedig akár szélesöndben is végezhet a madár, mert ez nem más, mint *körpályán való lesiklás*.

Ha eltekintünk a létfontartási igényektől (élelem-szerzés), felmerülhet az a kérdés is, hogy „miért“ kering a madár, miért végez főlöleleges mozgást: vagyis utakat, ha feszített szárnyával a haladás vagy helybenmaradás igényeit szintén kielégítheti?

A kényszert, amely a körmozgást belevegyített a



madár légitartózkodásába, mindenkor a *gyöngébb, kisebb nyomású szélterében* találjuk meg. Az a szélnyomás, amely a légi-függést vagy haladó-úszást ki nem elégítheti, a körmozgásban, de különösen a távolodó-keringésben már teljes mértékben kielégítheti a madár munkanélküli légi törekvéseit. Erőkimélés tekintetében a madarat tehát mindenkor a hiányos szélnyomás készletti ravaszkodásra, ügyeskedésre. A munkanélküli repülés érdekében egyszerűen segítségül veszi a *saját sebességét* (siklómozgását), amelyet körben kormányoz, hogy találkozzék, *össze-ütközzék* a széllal még akkor is, ha ez a szélirány nem egyezik az útiránnyal, amely céljához vezetné. Így minden egyes körben a saját mozgásával *erősíti* meg a gyöngeszel nyomását, hogy a széliránytól függetlenül mégis elérje az ingyen utazást és a kívánt útirányt. Ennek alapján fel is állíthatjuk a tételt:

„Nem azért kering a madár, hogy elragadóan szép repülést alakítson, hanem azért, hogy *a szél támogatását mindenkor felhasználhassa és felerősítse annyira, hogy elérje a célirányos, munkanélküli légitartózkodást.*“

Ebből következik, hogy gyöngébb szélben nagyobb lendülettel, tehát nagyobb körrel, erősebb szélben pedig kisebb körökkel zárja pályáját. Ugyanis a nagy kör nagyobb, a kis kör pedig kisebb *lendületbe hozza a madarat*. Ennek lendítőerejét a széliránnyal való találkozás fogyasztja el, ami után újabb körrel a madárnak ezt fel kell újítania. Így tehát *minél jobban mozog a levegő (erősebb a szél), annál kevesebb mozgásra szorul a madár.*

Ezek alapján az eredmény kézzelfoghatóan mutatja a nyomást erősítő szolgálatokat. Keringés közben a madár egyszer szélmentében és egyszer széllal szemben siklik (közben persze kétszer keresztezi a szélirányt). A siklás iránya szélmentében *negatív*, széllal szemben pedig *pozitív* szöget zár a nyomásiránnyal szemben. Ezek a variációk mozgásközben alig észrevehetőek, mert *a siklás szöge a szélirányhoz viszonyítva a lehető legkisebb* és csak addig tartja, ameddig a gyorsuló sebességét eléri. Ebből következik, hogy *nívótartását vagy emelkedését*

sohasem a horizontális irányhoz, hanem a szélirány szögéhez viszonyítja. E szerint a finoman vezetett siklás szögét a szélirány szabja meg, miáltal a keringés a szél tulajdonsága szerint is lehet merülő, nívótartó vagy emelkedő. Innen van, hogy a keringő madár annak ellenére, hogy folytonos siklásban tartja magát, a tényleges vízszinteshez szöget képező szél segítségével mégis fölfelé siklik!

Ha mozgás közben a madár a szél szögalatti nyomásával szembe kerül, akkor a lendületbejött testsúly a szél nyomását egész a lefékezésig kihasználja. Ez a tényleges összeütközés. A madár körmozgásának tehát az a célja, hogy ilyen lendületes összeütközéseket teremtsen magának. Ezek az összeütközések adják a felhajtó- vagy emelőerőket. Keringésével a madár csupán alkalmat keres, hogy minden egyes fordulójával fokozza a szél emelőerejét.

A körmozgás tehát arra való, hogy a szél egyirányú nyomását a madár minden egyes találkozás alkalmával nemcsak megerősítse, hanem tetszésszerűen irányra át is alakítsa. Így a főcél egyesül a természetes célokkal. Ha pl. a sas keringve mozog a magasban, akkor nemcsak a szél nyomását fokozza, hanem élelem után kutatva, nagy kiterjedésű területet is bekalandozhat.

Mindebből az is kitűnik, hogy a széllel való ilyen összeütközések azonosak a szárnycsapások erősítő tevékenységével. Azonban időtartam és az emelkedés eredménye szempontjából nagyobb teljesítményűek a leghevesebb szárnycsapásoknál is.

Minden egyes körpálya egy-egy ütemet képvisel, amelynek részletműködési körfolyamata van. Részletekre bontva pedig a következő mozgásalakokat kapjuk:

A körfolyamat kiindulási pontja a szélmentében való elúszás (szélhajítás). Az elúszás (tényleges siklás) természetesen magasságvesztéssel jár, de ezzel a madár oly nagy sebességet nyer, hogy jóval felülmulja a saját vagy a szél gyorsaságát. (Ha pl. a madár mp-kint 15 méteres sebességgel siklik, viszont a szélsebesség



10 méteres, akkor az elúszás alkalmával eléri a 25 méteres gyorsaságot.) A felgyorsult sebesség révén a madár testsúlyába halmozódó lendítőerő szintén megnövekszik és arányosan nagyobb tevékenységre kész. Ha most ez a fokozott lendítőerő a forduló alkalmával összeütközik a szemközti szélnyomással, akkor jóval nagyobb emelőerő alakul, mint összeütközés nélkül. (Vagyis, ha a madár tisztán csak a szélnyomásra támaszkodna.) Itt a különbség a keringés és függés közti szélerő igényében.

A hátszéllel felgyorsult madártest tehát oly nagy lendülettel vág neki még az abszolút vízszintes szélnyomásnak is, hogy nemcsak az elúszás magasságvesztését pótolhatja, hanem a kiindulási pontján is túlemelkedhetik. Az emelkedés természetesen addig tart, amíg a madár lendületét az ellenszél el nem fogyasztotta. A keringéssel vagy körözéssel a madár tehát „értékesíthető lendítőerőket” termel magának!!!

Ha pedig még ennél is gyöngébb a szél és a madár mégis emelkedni akar, úgy ezt a célt csak nagyobb lendülettel szerezheti meg magának. De ez az emelkedés már csak a távolság rovására történhet. Keringés közben ugyanis távolodni kénytelen, mert a lendítőerőket termelő elúszásnak mindig hosszabb a távolsága, mint a széllel szemben történő visszatérésnek. Visszatérés közben az elúszást a szél gyorsan lefékezi, tehát az utat is meg rövidíti, de ugyanekkor helyette emelkedést ad. A lefékezést, vagyis a mozgás elfogyását a madár teljesen kívárja, mert amíg mozog, addig emelkedhet is. Csak ezután fordít hátat ismét a szélnek, az újabb lendület (szélhajítás) megszerzése érdekében.

A körmozgást ezek szerint (akár távolodó, akár helybenmaradó) 4 ütemre bontjuk: 1. szélhajításra, 2. alsófordulóra, 3. visszatérésre és 4. felsőfordulóra.

Ezek mindegyikének különböző mértékű összeegyeztetése, alkalmazása, vagyis „vezetése” teremti meg a csodálatos teljesítményt, amelyben a madár a szelet a szél erejével győzi le, de egyben arra is kényszeríti, hogy őt szolgálja. Úgy rendelkezik a szél erejével, mint a saját

izommunkájával. A szél viszont hűségesen végzi a rá rótt feladatokat.

A keringés célirányítását a madárnak igen nagy körültekintéssel és ügyességgel kell végeznie. Ilyenkor kínálkozik alkalom annak megfigyelésére, hogy az „összetett” kormányzást micsoda művészettel intézi a madár. Ugyanis a mozgás vezetését érzékszerveinek egyszerre háromféle irányban is ellenőrzés alatt kell tartania: 1. *kormányozza magát a köröket*, 2. *irányítja a mozgás emelkedését, nivótartását vagy ereszkedését* és 3. *kormányozza a keringés haladási irányát is*.

A keringés vagy körözés eredményével, vagyis a gyöngye szélllel elért magasságból a madár minden irányba és nagy távolságra elúszhat. Tapasztaljuk, hogy a madarak — kivált a ragadozók — mennyire élnek vele. A keringéssel egyszerűen felemelkednek a magasba és toronyirányt nekivágnak a kívánt távolságnak, mitsem törődve a szél irányával.

Végül, ezek a távmozgások éppúgy lehetnek *egyenes úszások*, mint meredek *lesikások* vagy *lecsapások*. Az előbbit inkább a halászmadár-félék, az utóbbit pedig a ragadozók használják.

A keringő ragadozó mindig a magasból indul rohamra és behúzott szárnyakkal, meredek lecsapással lepi meg áldozatát. Így éri el a legnagyobb gyorsaságot, amivel lehetetlenné teszi az áldozat menekülését vagy védekezését. Ez a gyorsaság az, amivel minden madarat utolérhet, meglephet. A jámbor sirálynak pl. már nincsen ilyen vérengző szándéka, a megszerzett magasságot csupán szerény utazási célokra használja fel.

Így mesterkedik minden úszásra berendezett madár, hogy szinte lenézően, kihívóan tárják elének az igazi, hamisíthatlan „ingyen utazás” örömét és elragadó szépségét.



## Allandó-úszás

A Teremtő minden alkotásán rajta van a fejlődés bélyege. Így a légi-úszáson is. Mert nemcsak sokféle mozgásformát, hanem a teljesítményekben is számtalan fokozatot találunk, amelynek mindegyikében megállapítható a képesség alsó és felső határa. A kiforrottság pedig mindenkor *a mozgás kitartásában, gyorsaságában és a legkisebb levegőáramlat sikeres kihasználásában* mutatkozik. Ez a csúcsteljesítmény viszont az *állandó-úszásban* nyer kifejezést.

A légi-úszás képessége tehát még a nagyszárnyú madarak között sem egyenlő. Sőt, amennyi madárfaj, annyiféle képesség. Vannak órákra, de vannak napokra terjedő teljesítménykülönbségek is.

Az ilyen rendkívüli képesség inkább a forró égöv, a trópusi éghajlat különlegessége. De minthogy itt uralkodnak a legnagyobb és legváltozékonyabb légköri viszonyok, a természet háztartása tehát gondoskodott olyan madárfajokról is, amelyek diadalmaskodván e nagy akadályokon, még az ilyen rendkívüli atmoszférában is megélhetnek.

Hírekből is tudjuk, hogy az egyenlítő és a déli tengerek táján tombolnak a legnagyobb viharok, orkánok, ciklonok és tájfunok. E rendkívüli energiáknak másik véglete a füllesztő trópusi szélesend. Ez tikkasztja legjobban az élőlényeket. Repülés szempontjából ezt a nagy légköri-kontrasztot hidalják át az *albatroszok, phétonok, szulák, hajósmadarak* és más tengerjáró fajok. De ide számíthatjuk a legnagyobb ragadozókat — a *saskeselyűket* és *kondorokat* is, — mert birodalmuk tájéka szintén bővelkedik hasonló légköri zavarokban.

Ezek a művészrepülők oly ritkán libbentik meg szárnyukat, hogy szinte elfeledtetik az emberrel a szárnyak mozgathatóságát. Ha pedig olykor-olykor tesznek egy-egy lassú szárnymozdulatot, akkor ennek is az a látszata, hogy a hosszú, merev tartásban elszibbadt szárnykarjait akarják felfrissíteni vagy valami hatékonyabb irány-

változáshoz, kormányzáshoz szereznek velük erőteljesebb nyomásokat.

Akik megjárták már a déli tengereket, csodálkozással beszélnek azokról az óriás fehér madarakról, amelyek hosszú napokon át, éjjel-nappal hűsége kísérei a hajóknak. A kietlen nagyvizek fölött szélben, szélesendben fárhadhatatlanul repülnek és mindig a levegőben tartózkodnak. Kiterjesztett szárnyukat pedig csak elvétele libben-tik meg, mintegy jelezve, hogy ezt ha akarják, mozgat-hatják is. Mondani se kell, hogy ez a csodamadár a sirályok óriáskirálya — az *albatrosz*. (*Diomedea exulans*.)

Hajósok, természetbúvárok, megfigyelők, akik közel-férkőztek természetéhez, bámulattal erősítik meg ezt a rendkívüli repülőképességet. Számtalan beszámoló igazolja, hogy szélviharban, zivatarban éppoly otthonosan úsznak, keringenek a levegőben, mint csöndes, nyugodt időben. A szeszélyesen változó elemekkel szemben teljesen érzéketlenek. Aki látta repülésüket, sohasem felejt-i el és csak elragadtatással beszél róluk. A hajósnép csodákkal és legendákkal veszi körül, amely körülmény élén-ken bizonyítja a mély hatást, amit a legnagyobb légi-mozgás mindenkiire gyakorol.

Általában a hajósnép nem a sást, hanem az albatroszt tekinti a repülés királyának. És méltán, mert a kietlen nagyvizek fölötti levegőtengert nevezheti állandó otthonának, hogy ezzel valóságos megtestesítője legyen a szabadságnak. Nívóvesztés nélküli mozgása nemesak folytonos, hanem rendkívül lendületes és gyors is. Fáradságot nem ismer. Úgy viselkedik, mintha pihenésre sohase volna szüksége. Természete, életmódja, alakja, testének minden része magán viseli a kiforrott repülés helyegét. S a szárnyak? Egyszerűen elképesztők. A sokszor 4.5 méternél nagyobb fesztávolságot csontok, tollak szövénnye egyesíti ily bámulatos nagykiterjedésű felületté. De ez a hatalmas felület összecusukva és a testhez simulva, teljesen eltűnik. Ha pedig kitárul, önkénytelenül megdöbbenünk, hogy honnan került elő ez az óriás felület, amelyből az imént még nem láttunk semmit. Technikai és



mechanikai szempontból pedig oly nagyszabású konstrukció, hogy az ember még megérteni is alig tudja. Egyesíti magában a legnagyobb üzembiztonságot a könnyűséggel. A szilárdságot a rugalmassággal. Minden ízében hajlékony és mégis törhetetlen szívóssággal hordja a madarat. Ezek a roppant szárnyak a tömzsi és előnyös lövedékformájú, ütődések ellen védett, tolldús madártestet valóságos leszakadt fehér bárányszerűvé varázsolják.

Luckner Félix gróf, a német „Seedler“ hős parancsnoka írja háborús beszámolójában:

„A Jóremény-fok táján, a Horn-fok és a szigetek közelében tengeri madarak serege veszi körül a hajót. Albatroszok, fokföldi óriás galambok s a sirályok számos faja. Ezek a madarak majdnem feleúton elkísérik az Ausztrália felé tartó hajót s azokból a hulladékokból élnek, amiket a hajóról a vízbe dobálnak. Olyankor, amikor az ember már hónapok óta úszik a magányos tengeren, jól esik egyéb élőlényeket is látni maga körül. Úgy üdvözlí az ember őket, mint a régi ismerősöket szokás, akiket egy vagy két év után viszontlátunk. Amikor az egyenlítőn áthaladva, az első albatrosz megjelenik a hajó fölött, mindenki őszinte örömmel integet feléje. *Méltóságteljesen úszik* a levegőben, szárnyai alig lebbsennek olykor egyet-egyet. Azután leereszkedik közvetlen a hullámok fölé és kétszer-háromszor körülrepüli a hajót. Ha véletlenül a hajóra letelepszik, hamarosan *tengeribetegséget kap*. (Különös, hogy a légi ringások nem ártanak neki.) Ha pedig a hajó széléről beljebb merészkedik, *nem bír többé felrepülni, mert nem talál elég levegőt (?) a szárnyai alá.*“

Ezek ugyan már sokszor elmondott dolgok, amelyeket ezúttal csak a madár magasztalása és az utolsó sorok helytelen érvelése miatt idéztünk. Hogy miért nem bír az albatrosz ilyen körülmények között felrepülni, ezt mi már másképp tudjuk. Nem a levegő hiányzik a szárnya alól, hanem a *mozgás!* A kezdősebességgel szerzett *légnymomás*. (Ez bizonyítja legjobban, hogy a nagyszárnyak

csapkodása csak akkor szolgáltat megfelelő emelőerőt, ha a madár bizonyos sebességgel rendelkezik.

A bámulatos repülőképességről ugyanígy nyilatkoznak mások is. De mindenki csak magasztalva bizonyítja, hogy a partvidéktől sok száz mérföldnyire, a nyílt óceánok felett fáradhatatlanul rója a távolságokat. Hol egyes-nes úszással, hol pedig keringve követi a hajókat, miközben sokszorosan nagyobb légi útat végez, mint amennyit a hajó megtesz. De bármennyit is repüljön, ezidő alatt sohase száll le pihenni. Ha éhségtől üldözve mégis vízre ereszkedik, ez sem pihenés, mert néhány pillanat múlva a megkaparintott falattal ismét a levegőbe törek-



(Az albatrosz startja szárazföldön és szélségséggel)

szik. Ámde ez a felrepülés sokszor igen nagy küzdelmébe kerül (talán ezért is kerül a leszállásokat). Gyöngeszellős vagy szélnélküli levegőben ugyanis önmagának kell megszereznie a szükséges kezdősebességet, amelyhez nem használhat szárnyecapásokat. Csupán lábaival és kiterjesztett szárnyal szalad a vízen.

Jonan is megfigyelte, hogy szélesendben mennyi fáradságába került az albatrosznak a felrepülés. Ellenben szeles időben és szemközt fordulva, már könnyen boldogult. Bennett szintén mondja, hogyha csendes időben a tenger színéről felemelkedik, szárnyát kiterjesztve soká szalad a víz tetején, amíg sikerül a levegőbe emelkednie. Köler is állítja, hogy egy darabig a hullámokon szalad és így vesz magának lendületet, amit végül egy szárnylibbentéssel told meg, hogy a levegőbe kerüljön.

Szélségség nélkül a légiút megkezdése tehát nem könnyű feladat elé állítja a kiváló repülőt. De ha már



a levegőbe lendült, a küzdelmes indulást ezerszeresen pótolja a legkényelmesebb légiutazás.

Fáradhatatlan mozgását ugyancsak számosan megfigyelték és elképesztő teljesítményekről adtak számot. Valamennyi feljegyzés bizonyítja, hogy a madár mozgása *folytonos és több napig tart*. Az ellenőrzés is könnyű volt, mert az elfogott és megjegyzett, majd újra szabadoneresztett albatrosz a hajónak továbbra is hű kísérője maradt. A sötétség beálltával a hajótól ugyan távolabb vonult (valószínű óvatosságból, nehogy az árbocnak vagy a kéménynek nekirepüljön), de reggelre, amikor még alig pirkadt, hatalmas íveléseivel már ismét a hajót kerülgette. Így tartott ez több napig.

Minthogy a hajó kitűzött célja felé éjjel-nappal változatlan sebességgel haladt, az albatrosz pedig virradatkor mindig a levegőben tartózkodott — nehogy a hajótól elmaradjon, — kétségtelen: a madárnak *éjjel is repülnie kellett*. Amikor pedig napok mulva elmaradt, akkor legalább ugyanannyi ideig kellett ismét repülnie, hogy tanájára visszakerüljön.

Olyan teljesítménye ez a repülésnek, amire magyarázatot csak az *energiafogyasztástól mentes, állandó légiúszásban* lehet találni. Nincs olyan izomerő, amely ennyi ideig tartó mozgást vagy folytonos munkát legyőzné. Hasonlót még a gyalogjáró állatvilág se produkál. Nincs kizárva — bármily hihetetlennek hangzik, — hogy az *albatrosz repülés közben még alszik is!* S a rendkívül finom kormánymozdulatokat még alvás közben is el bírja végezni!

Ezt a napokig tartó repülést erősíti meg pl. *Tschudi* megfigyelése. Példátlan eredményt sikerült ellenőriznie egy megjegyzett albatrosszal. A madár fejét, nyakát és mellét kátránnyal bekenette, majd ismét szabadon eresztette:

„Az állat — írja *Tschudi* — nyomban elszállt a hajóról, de  $\frac{3}{4}$  óra mulva megint feltűnt fajabeli társainak csapatában, melyek a hajót kitartóan követték. Kiváló figyelmet fordítottam rá és felhívásomra az ügyelet

hajótiszt is mindenkor szemmel tartotta. Közös megfigyelésünk révén kisért, hogy *a megjegyzett madár 6 teljes napig járt a hajónk nyomában* s ez idő folyamán csak négyszer vesztettük szem elől, de legfeljebb *1 órára*. Heted napra a szabad tenger felé vette útját s nem mutatkozott többé. *Hogy éjjel is a hajónknál maradt, azt annyiban biztosan feltételezhettük, amennyiben alkonyodáskor mindaddig láthattuk, ameddig egyáltalán látni lehetett, viszont a reggeli őrsegen levő tiszt is mindig láthatta fáradhatatlanul repülni.*

Ez a madár, ha elmaradása után visszatért tanyájára, legalább 9—10 álló napig repült egyfolytában. De megdöbbenő az a jogos feltevés is, hogy mivel a madárnak útközben hasonló élelemszerzésről is kellett gondoskodnia, tehát egy más, visszatérő hajóhoz csatlakozott. Ekkor pedig ugyanannyi ideig tartott a visszatérése is, — ha nem tovább, — feltéve, hogy a két hajó sebessége és megtett útja egyenlő volt. De mit gondoljunk akkor, ha tekintetbe vesszük az albatrosz életfeltételét, amely leginkább hajókísérgetésekben jelentkezik. Ez esetben az albatrosz mindig a levegőben él! Sohasem alszik? Sohasem pihen? Ilyen hihetetlen csodája vagy játéka volna ez a természetnek?

Ha nem is ilyen kitartó, de hasonló nagyteljesítményt produkál a kondor is. Erről még csak fel se lehet tételni, hogy „óceánrepülése“ közben fáradt izmait pihentetni a vízre száll, mivel nem is vízimadár. A kondor ugyan nem kísérgeti a hajókat, hanem toronyirányban nekivág a Csendes-óceánnak, és 2—3 nap alatt Amerikából, az Andesek zord bérceiről Ausztrália kék hegyei közé látogat. Ezt a roppant távolságot pedig étlen-szomjan, éjjel-nappal a levegőben mozogva, pihenés nélkül teszi meg. Ha pedig mindehhez hozzávesszük a 60—70 órás folytonos légi út fáradalmain és nélkülözésein kívül még a nagy-óceán viharzónáit, tajfunjaival, gyakori víztöltéseivel és irtó szélnyomásaival, akkor meg kell állnia minden logikus gondolkodásnak, hogy micsoda berendezése és képessége van némely madárnak! Bajosan talál-



nánk még szárazföldi állatot is, a legkényelmesebb mozgás birtokában, amely táplálkozás, alvás, pihenés nélkül ennyi ideig mozgásban maradhatna, eltekintve a ropant távolság és az útnak rendkívül veszedelmes voltától.

De van a déli földtekének még ezeknél is nagyobb csodarepülője, amely ha nem is közelíti meg „kitartás” dolgában az albatroszok vagy kondorkeselyűk időtartam-rekordját, de „kiválóság” tekintetében, jelesen gyorsaság, mozgékonyaság, könnyedség kifejezésében, jóval felülmulja ezeket. A légi-élet befejezett típusa pedig nem más, mint a trópusi és szubtrópusi tengereken honos és a repülésben verhetetlen *hajósmadár*. (*Fregata aquila*.)

A hajósmadár körvonalait tekintve, egy óriási füstifecskére emlékeztet. De nemcsak külsejére, hanem vilámgyors mozgására nézve is, még pedig oly értelemben, hogy fölényes mozgása nagyságával szinte arányosan fokozódik. Így a hajósmadár olyan helyet foglal el a legkiválóbb röptű nagy madarak között, mint a fecske a pintyek, pacsirták, tengelicék és verebek között. A repülőképeségben tehát rendkívüli a különbség és fölény. Az elragadtatás, amelyet bámulatos repülésével mindenkori kiérdemel, túlzottnak egyáltalán nem mondható. Mint repülőfenomén, kiemelkedő típusa az állandó légi-úszás legkiválóbb képviselőinek. Így a legtökéletesebb repülésben is minden madár fölött áll. Légi élete szinte azt a látszatot kelti, mintha vele szemben megszűnt volna a föld vonzóerejének örök törvénye.

Mindezt megerősíti a megfigyelők egybehangzó véleménye. De nem is kell komolyabb bizonyíték. Elég egy szakértői pillantás a kiforrott repülő-berendezés technikai összetételére, rögtön meggyőződünk, hogy a madár mozgásáról zengett dicsőhimnuszok csöppet sem túlzottak. A madár maga rendkívül véznának, gyöngének látszik. Az egész organizmus csupa toll és — szárny! Persze csak kítárva. Igazi testnélküli szárny: vagy mint általában nevezik, „csupaszárny-madár”. Teste alig van, de annál hatalmasabbak a szárnyai. Az alig 1.5 kilós madarat 3 méternél is nagyobb feszítésű szárnypár hordja. Még pedig

micsoda leheletkönnyen és mily csekély felületterheléssel! Ez a felületterhelés már a pillangóéval vetekedik, de azzal a különbséggel, hogy ezt a fesztávolságot és terhelést tetszés szerint változtathatja. Ez a tulajdonság a repülésben rendkívüli előnyöket rejteget számára. Mert ugyanolyan egyszerűen teremthet magának (a szárny-behúzás révén) igen nagy felületterhelést, mint a feszítéssel pehelykönnyűséget. Hogy mit jelent ez a tulajdonság szélviharban vagy teljes szélesendben, ezt már nem szükséges bővebben magyarázni.

E képesség és berendezés segítségével nemcsak ropant gyors zuhanósebességeket, nyilalásokat végezhet, hanem sikeresen állhatja meg helyét az ejtőernyőszerű mozgásokban, nemkülönben a leheletgyöngye áramlatok kihasználásában is. Légi-úszása közben a két nagy felületterhelési határ között tehát rengeteg variációval alkalmazkodhat a szeszélyes légköri viszonyokhoz, a legnagyobb szélvihartól a legkisebb áramlatig. Amíg az albatrosznál a felületterhelés majdnem tisztán a fesztávolságra van alapítva (a 4.5-szer 0.35 méter beosztásával valóságos repülő deszkaszálnak véljük), addig a hajósmadár fesztávolsága, csekély testsúlyához viszonyítva, aránylag nagyobb és szélesebb is, azzal a kifejezett céllal, hogy *mindenféle áramlathoz legyen megfelelő és állítható felülete*. Szóval a hajósmadár sokkal tágabb variációs lehetőségekkel rendelkezik, mint az óriásszárnyú albatrosz, amelynek súlya 12—16 kg. Ez az adottság különösen a trópusi „szélesendben” érvényesül a maga rendkívüliségében.

Mozgékonyágáról, repülésének művészetéről a szemtanuk még az albatroszénál is nagyobb csodálattal, lelkesedéssel beszélnek. De ismerve a hajósmadár életmódját, túlzást ebben sem találunk. Ha elgondoljuk, hogy táplálékát a kiválóan repülő halászmadaraktól kénytelen elszedni, rögtön kitűnik, hogy a repülés művészetében még ezeket is felül kell múlania, máskülönben nem érhetné utol a legjobb repülőket, hogy szerzett zsákmányukat elrabolja. Mert a hajósmadár bizony a legnagyobb távol-



ságból is utoléri, elfogja a szulákat, sirályokat, hojszákat és addig zaklatja, — rájuk csapkodva, tollaikat cibálva, — amíg a prédát meg nem kaparintja. Utoléri még az albatroszt is. A sokszorta erősebb és nehezebb madárral nyílt párviadalba nem bocsátkozik ugyan, de rávagdossa folytonos támadásával egy pillanatig se engedi nyugodtan falatozni. Valóságos réme, utonállója valamennyi halászmadárnak.

Wied herceg szerint még a nagy ragadozómadarakba is beleköt. Így megfigyelte, hogy a levegőben keselyűvel viaskodott, civakodott a koncon. *Tschudi* pedig még erős kutyákkal is látta sikeresen szembeszállni.

A trópuson járó tengerészek a szárazföldről sokszáz mérföldnyire a nyílt tengeren találkoznak a hajósmadár-ral. A legnagyobb zivatarban éppúgy űzi rabló mesteriségét, mint csöndes, szép időben. Figyeli, lesi a halászmadarakat s ha észreveszi, hogy valamelyiknek sikerült prédát ejteni, villámgyorsan ott terem. Bár a sirály vagy az erősebb szula minden erejével és ügyességével igyekszik menekülni, azonban az útonálló csakhamar elfogja és heves szárnycsapásaival, nagy láрма, rikácsolás és tollszagztatás között addig kínozza, amíg jobbnak nem látja a prédát elejteni. A hajósmadár ebben a pillanatban, mint a kilőtt nyíl csap a zuhanó zsákmány után és *mielőtt még ez a tengerbe pottyanna, már a levegőben elkapja.*

Audubon más megfigyelőkkel egyértelműen a hajósmadarat tartja a tenger leggyorsabb madarának:

„Bárminő fürgék a halászcserék, sirályok — írja Audubon — a hajósmadárnak nem kerül fáradtságába, hogy ezeket elérje. A héjja, vándorsólyom és a kerecsensólyom, melyeket a leggyorsabb röptű sólymoknak tartok, néha fél angolmérföldnyire is kénytelenek áldozatukat üldözni, mielőtt elérnék: a hajósmadár ellenben a villámgyorsaságával csap a gyors sirályra, csérre, hojszára, elvágja útját s rákényszeríti, hogy frissiben szerzett prédáját neki átengedje.“

Ezek bizony olyan repülőtéljesítmények, amelyek

egyedül állnak az összes ragadozómadarak prédaszerű repülőművészetében. A félig ragadozó és félig halászmadár csodálatos keveréke e két művésztípusnak: de úgy, hogy képességüket is kétszeresen túlszárnyalja. Az életmódjával járó repülése rendkívüliségét aki egyszer látta, soha el nem felejtí. De egyedüli mozgásteré is csupán a levegő, mert a természet a verhetetlen repülésén kívül minden más mozgáslehetőséget (futást, ugrást, úszást stb.) megvonta tőle. Hatalmas köríveivel hol fölemelkedik, hol alámerül, miközben állandóan szemmel tartja a halászmadarak zsákmányszerzését. S amíg a hajósmadár jól nem lakott, addig ezek neki halásznak. Napokon át nem tartózkodik ugyan a levegőben, mert ha dézsmáját a halászmadaraktól kiszedte, nyugodtan hazatér tanyájára. A hajósmadár tehát valóságos kényúr, amely jobbágyságban, rabslolgaságban tartja a legkiválóbb repülőket is.

Minthogy életfeltétele a ragadozásnak ez a különleges módja, tehát sokkal nehezebb repülési feladatok megoldására kényszerül, mint a legügyesebb és leggyorsabb sólyom, sas vagy halászmadár. Le kell győznie a levegő szeszélyeit, el kell fognia a legkiválóbb repülőket s a zsákmányt is a levegőben, zuhanás közben vagy nehéz hareok árán kell megszereznie. Kegyetlen, mostoha sors, talán számkivetettség, mert hiszen nem kifejezetten ragadozómadár, de még halászmadár sem. Nem szállhat le úgy a vízre, mint ez utóbbi, hogy maga keresse kenyerét. Sem a vízben úszni, sem a földön járni nem tud, mert lábai jóformán ninesenek. Ezek oly rövidék, hogy karmai, lábujjai mintha egyenesen a törzséből nőttek volna ki. De ezenkívül még úszóhártya nélküliek is, tehát evezésre, futásra, járásra, de még totyogásra sem alkalmasak. Bár halfélékkel táplálkozik, maga csak ritkán halászhat. Csak akkor juthat hozzá, ha valamelyik hal közel kerül a víz színéhez, amelyhez hozzácsapva, lendület közben felkaphatja.

Több megfigyelő állítja, hogy látták már halászesér módjára csapva-bukni a hal után, de berendezését tekintve ezt csak kétkedéssel fogadhatjuk. Legfeljebb erős, sze-



les időben és igen nagy kényszerhatások súlya alatt vállalhatta ezt a ránézve életveszedelmes kockázatot. Szél-segítség nélkül ugyanis a vízből semmi szín alatt sem bír többet felrepülni, mint ahogy sík szárazföldről sem kerülhet a levegőbe. Vízen úszni még senki se látta. Haszonlóan a hajófedélzetről szintén nem bír szárnyrakapni. Homokos parton pedig menthetetlenül ellensége hatalmába kerül. Mindezt a kores lábak okozzák. De annál nagyobb legény a levegőben.

E szerint, ha saját keresményéről adhatna számot, legfeljebb a repülőhalak elfogásával dicsekedhetnék. Mert tudvalevő, hogy a hajósmadár ezeknek a legveszedelmesebb üldözője. A természet tehát bár megvonta tőle úgy a szárazföldi, mint a vízi mozgás lehetőségét, de viszont megajándékozta a legnagyobb és legkiválóbb repüléssel, hogy a hajósmadár legyen *a légi-élet befejezett típusa.*

Légi életének egyedüli akadály a trópusi szélséend lenne, ha csodálatos repülőképességével nem diadalmaszkodna még ezen is.

A repülésre nézve legkritikusabb légkör (szélséend) felett szintén csak a legmagasabb színvonalon álló keringéssel lehet uralkodni. De eleve kijelentjük, hogy ezt a szélséendet sem szabad abszolút teljesen mozdulatlan levegőnek elképzelni, mert még ilyenkor is vannak áramlások, de nem „termikus kémények“. Ezek az áramlatok azonban más természetűek, mint a szél.

Ha annyira legyöngül a szél, hogy a madarat mozgásközben már magasságvesztés éri, a további munkánélküli légítartózkodás utolsó lehetőségéhez folyamodik: vagyis keringéssel segít még magán. A keringő hajósmadár pedig nemcsak a szellő minden fuvallatát, hanem még az úgynevezett szélséend láthatatlan és érezhetetlen áramlását is hasznára fordíthatja.

Bámulatos, hogy a szárazföldön és vízen egyaránt tehetetlen hajósmadár, miként győzi le még ezt az akadályt is. A hajósmadár repülőművészete tulajdonképpen

ezzel a különleges légköri állapottal veszi kezdetét, mert még ilyenkor sem repül mozgatott szárnyakkal.

Ez a feltűnő jelenség már szintén sok embert ejtett gondolkodóba, akik keresték, kutatták, vitatták a rejtély nyitját. De elfogadható magyarázatot — a kétes értékű feltevéseken kívül — nem adhattak. Igen sokan voltak, akik hamarosan elintézték a kérdést. Ráfogták a hajósmadárra (sőt még a szélben úszó sirályokra is), hogy esodálatos képességét azoknak a levegőáramlatoknak köszönheti, amelyeket a *tenger hullámverése hajt a magasba*. Vannak akik a *napsugár szívó hatásában* találták meg a lényegét, mások a *felhőlyukakban, hogy vége-hossza ne legyen a legképtelenebb feltevéseknek*.

Mondani sem kell, hogy ezeket a tévedéseket maga a hajósmadár cáfolta meg. Mert a hajósmadár mozgása akkor is változatlan, ha nincsen napsugár, ha az idő borult, amikor a tenger vize síma és nyoma sines a hullámverésnek, amely a levegőt mozgásba hozza. Sőt a változatosság kedvéért a hajósmadár a csendes idő ellenére is oly magasan jár, ahová még a toronymagas hullámverés okozta levegőmozgás se érhet fel. A talány tehát talány maradt. Így az elfogadható magyarázat még ma is hiányzik.

Minthogy magunk sem hiszünk természetfölötti csodákban: vagyis a levegőnél nehezebb testek minden külső vagy belső segítség nélküli légitartózkodásában, tehát nem hihetünk a trópusi szélesend teljes mozdulatlanságában sem. Kell valami láthatatlan és eddig ismeretlen külső „energiának, mozgásnak“ lenni, amely a bámulatos teljesítményt előállítja. Mert arra a kérdésre, hogy lehetséges-e a teljesen munkanélküli légitartózkodás, a súlyt jelentő, kitárt szárnyú madártest számára, csak „nem“-mel válaszolhatunk! „Semmiből semmit“, mondja a természet örök törvénye, ennél fogva mi is ezen az állásponton maradunk.

Mindenekelőtt azzal számolunk, hogy teljesen lehetetlen az *abszolút nyugvó levegő*! A lelkiismeretes vizsgá-



latnak azt kell tehát kikutatni, hogy milyen áramlatok lehetnek olyankor, amikor a szél vagy szellő elpihen?

Közeljárunk a kérdés megvilágításához, ha tekintetbe vesszük a jellegzetes trópusi forró nappalokat követő hideg éjszakák hőingadozását és ennek következményeit. Ezek a folyton ismétlődő hőváltozások, hirtelen lehűlés esetén, szelet támasztanak: lassú melegedés közben pedig nagyarányú párolgásra kényszerítik a nagyvizek és a nyirkos, nedves földterületek felületét. A párolgás különösen szélesendes időben igen nagyarányú és mozgalmas. Vegyük figyelembe tehát ezt a *szél nélküli páráképződést*.

A forró pára, tudjuk, hogy a levegőben fölfelé tör, de ugyanekkor magával együtt a nyugvó levegőt is ugyanilyen mozgásba hozza. Ez a mozgás *szélesendes időben tehát vertikális*. A páratelt meleg levegő azonban nem *légtornyok* vagy *levegőkémények* formájában mozog fölfelé, hanem a kietlen vizek terjedelméhez mérten *általános* és óriási arányokban. A mozgás természetesen *lassú* és műszer segítsége nélkül nem láthatjuk, nem érezhetjük. Különösen, ha figyelmet se fordítunk rá. Hatékonysága azonban nem is annyira a levegő mozgásában, mint inkább a párateltségében rejlik, mert *nagyobb a hordképessége*, mint a száraz levegőnek. Minthogy a páratelt levegő így *dinamikussá* válik, tehát már értékesíthető *energiát* képvisel. Ezt repülőgépeink viselkedése is elárulta már.

A páratelt levegő értékesíthető energiája — bár kisebb arányokban mint a tengereken — a szárazföld fölélt is mutatkozik. Erre nézve bőséges aviatikai tapasztalataink vannak. Hogy mást ne említsünk, kora reggel, szélesendes időben, amikor a fölkelő nap tüze még nem szárította ki a talajt, de párolgása már erősen megindult, akkor a repülőgép sokkal könnyebben, gyorsabban emelkedik a levegőbe, mint napközben (kivált délidő felé). Ilyenkor a talaj már kiszikkadt s a párolgás is szünetel, a levegő tehát „kiszáradt”. Nem egy repülőkatasztrófa-nak volt már okozója a száraz levegő. A párateltséget aviatikus nyelven „vastaglevegőnek” is hívjuk.

Mozgalmasabb páráképződést nagyobb esőzések vagy nyirkos éjjelek után, különösen ősszel tapasztalhatunk. Ilyenkor az átnedvesedett, meleg talaj kihűlése az éjjeli hideg levegővel még nem tart lépést. Így a reggeli, de még a napközi meleg napsütésre olyan hatalmas párolgás indul meg, hogy földközelsben egész gőzbe borul a tájék. Tapasztaljuk ilyenkor, hogy 1—2 méter magas gőzréteg borítja a földet, amely fölött olyan fölfelé törekvő mozgásba jött a levegő is, hogy szabadszemmel látjuk. Az egész tájék fölött ugyanolyan eleven áramlást érzünk, mint kicsinyben, az izzó parázs fölött mozgó meleg levegőben.

Az is természetes, hogy a felszálló párázat hatásának csupán a szélcsend kedvez. A szél, de már a szellő is elnyomja, aminek következtében az említett emelő-hatását elveszti. A horizontális szél nemcsak legyőzi a fölfelé törekvő gyöngébb áramlat mozgását, hanem arra is kényszeríti, hogy *irányát felvegye*. A kétirányú áramlat tehát nemcsak egymást felváltva tevékenykedhet, hanem egyesülhet is az aviatika szolgálatában.

De nemcsak a párázat mozgását kísérhetjük figyelemmel, hanem tevékenységének eredményét is. Az igaz, hogy csak mérsékelt formában, de már ez is kézzelfogható betekintést enged a nagy titokba, a „szélcsendben“ való repülés lényegébe.

A páradús áramlat hasznos munkáját a természet szabad léghajósa, a „bikanyálon“ utazó pók igen érdekesen kihasználja. Őszfelé hajló szélcsendes reggeleken, amikor melegen kezd sütni a nap, tanúja lehetünk az ilyen utazási leleményességnek. Holmi fajterjesztési célok érdekében a pók légikirándulásokra határozza el magát, amelyhez kapóra jön neki a páradús levegő dinamikája. Mert a pókot is ez a páratelt áramlat viszi fel a magasba, ahonnan a szellő szárnyán halad az iránytalan és bizonytalan jövő felé. A ravasz kis aviatikus sok hiábavaló próbálgatás után egyszeresak elesípi azt a szélcsendes, verőfényes reggelt, amely a nyirkos föld erős



párolgásokor kedvezően hozzájárul a légi utazás előkészítéséhez.

Elsősorban felmászik valami magasabb, de lehetőleg szabadon álló „starthelyre“, kerítés vagy karó tetejére. Legkényelmesebb helyet a szőlőkben találja. Minden szőlőkarón 3—4 pókaviatikus is szorgoskodik az előkészületekkel.

A karó tetején magasba tartott potrohából előbb próbafonalat ereszt. Ha megérzi a párolgó föld meleg-levegőjének emelő hatását, akkor már sűrűn kezdi eresztetni magából a fonalat. Nemesak hosszú szálakat, hanem egész csomókat bocsát az áramlat vibráló játékába. A növekvő fonalköteg mind nagyobb erővel húzza fölfelé a pók potrohát, egyben a további fonalat. Így építi lég-hajóját: vagyis így készül a bikanyál.

Az 5—6 méternél is hosszabb fonalköteg ekkor már lobogva cibálja, rángatja fölfelé a karóba erősen csimpaszkodó pókot. A befejezéshez közeledő léghajó mozgása ilyenkor *tisztán mutatja az áramlat irányát* és mindinkább erősödő hatását, amely a pókot helyéről le akarja rángatni. Ámde a pók még erősen kapaszkodik és mindaddig ereszti a fonalat, amíg azt nem érzi, hogy léghajójának már *elég nagy a húzó- vagy emelőereje*.

Ha pedig már alig bírja magát tartani, akkor elérkezett a nagy pillanat. A karót a léghajó egy nagyobb rántására elereszti és a hosszú fonalköteg végén csüngő pók vígan emelkedik a magasba. De még most se nyugszik. Az emelkedés gyorsaságához maga is hozzájárul. A fonal végén csüngve, — önmagával együtt — szorgalmasan kezdi ezt felgombolyítani: hasonlóan, ahogy egyébként mászik a fonalán fölfelé. Mivel léghajója fonalán fölfelé mászik, ezzel természetesen sietteti a földközeli elhagyását. Nyilván abban mesterkedik, hogy mielőbb jó magasra kerüljön, nehogy megakadjon valamiben, ami a kiváló ingeny-utazást megghiúsítaná.

Amint néhány méter magasságot nyert a ravaszkodásával, akkor ismét ereszti a fonalat. Majd újra gombolyít. Ezt mindaddig ismétli, amíg a léghajó — az ismert

és kellemetlen nagycesomó „bikanyál” — valóban tekintélyes tömeggé sűrűsödik és nagy emelőerővel bír. A légi utazás így mind gyorsabbá válik.

Ha valami ellenáramlat meg nem zavarja, akkor valóban nagy magasságba juthat. Ha pedig közben szellő is kezd lengedezni, a bikanyál a pókkal együtt rövidesen eltűnik és bizonyosan nagy távolságot tesz meg a levegőben.

Kétségtelen, így ravaszkodik akkor is, ha megunta az utazást, mert a magasságát hasonlóan önmaga is szabályozhatja. Léghajójából egyszerűen „gázt ereszt ki”. A mérsékelt vagy gyorsabb leereszkedés érdekében összezugszorítja (gombolyítja) a köteg egyrészét. Ezáltal kisebb lesz a bikanyál emelőereje. Ezért látunk néha oly kövér bikanyálesomókat a levegőben úszni.

A pók utazása természetesen nem más, mint egyszerű távolodás a bizonytalan tájak felé, amely csak ismeretlen jövőt és sorsot tartogat számára. Léghajója bizony egy csöppet se „kormányozható” jármű s olyan fajterjesztési célja van, mint azoknak a bolyhos, ernyős növénymagvaknak, amelyeket a szél hord az ismeretlen tájak felé.

Amilyen érdekesen szemlélteti a pók utazása a páradús áramlat *kicsinyben* való kihasználását, oly tanulságos magyarázatát adja *nagyban* az állandó-úszás titkos energiaforrásának is. Minden kétség kizárásával, a nyílt tengerek fölött járó hajósmadár érthetetlen segítőtársa sem más, mint a trópusi szélesendben megindult, zavartalan és igen nagyarányú párolgás. De azzal a különbséggel, hogy amíg a pók csupán „rábízza” magát, addig a mozgásban önálló és a berendezésben tökéletes madár éppúgy szolgálatába hajtja, mint a szél erejét. Azonban e művészethez olyan berendezés szükséges, mint amilyen a hajósmadáré, amelynek felületterhelése — teljes feszítés mellett — *alig 1 kg!*

A levegő minden mozdulatát kihasználó hajósmadár tehát nem „semmivel” mesterkedik. De feltételezhetjük azt is, hogy mivel a tengerek párolgása kisebb-nagyobb



mértékben folytonos, tehát amikor *elől a szél*, akkor nyomban *érvényesül* ez az áramlat (minthogy a szél ilyenkor nem nyomhatja el). Ha pedig a szél úrrá lesz fölötte, akkor a madár ugyanezt a szelet használja ki. A hajósmadár tehát egy pillanatra sem marad ingyen-energia nélkül!

A finom és gyöngé segítőárs munkája legfeljebb csak néha szorul egy-egy erősítő szárnylegyintésre, hogy a madár mozgását, nívóját megőrizze. Egyébként éppúgy ügyeskedik benne, folyton ismétlődő siklásokat, össze-ütközéseket létesítve, mint szeles időben végzett kerिंगése alkalmával. Csakhogy ezt nem is lehet hasonlítani az előbbi művészethez, amelyben a szárnyak a képzelhető legfinomabb és legérzékenyebb közreműködése szükséges, hogy a mozgás fenntartható legyen. Ezenkívül figyelembe kell venni a rendellenes körülményeket is. Néha megtörténik, hogy célja érdekében sebességét túlságosan elfogyasztja és így nagyobb magasságvesztés következik. Ilyenkor hatásosabb lendületre van szüksége, tehát rövid, meredek siklással frissíti fel sebességét. Ha nincs hozzá megfelelő magassága, akkor alkalmazza azokat a közbevetett egyes szárnylegyintéseket, amelyek a sebességet felélénkítik és megakadályozzák az alászállást.

Minthogy a siklósebesség ebben a formában sem nélkülözhető, ennél fogva kétségtelen, hogy a nagyszerű mozgásnak szintén, de nagyobb művészettel használt *súlypont-állítgatás a lelke*. Izommunka helyett itt is a *testsúly dolgozik*. De a gyöngé áramlathoz viszonyítva a *siklószőg igen kicsiny* s a sebesség mégis nagy. Ha egyszer a madár lendületbe jött, akkor a súlypontállítgatás sebességváltoztató hatásával mozgását *állandóan ébrentarthatja*. Ugyanekkor a súlypont meghatározott helyzete irányítja a fesztávkisebbités vagy nagyobbítás kívánalmait, a felületterhelés szabályozását, egyben öröködik az oldalkormányzáson, valamint az oldalegyensúlyon is, ha differenciálisan működik. A hajósmadár tehát minden fő- és mellékműködését szárnyával végzi.

Azonban különösen figyelemreméltó, hogy a sebesség-

szerzéshez és fenntartásához amilyen kiváló, utolérhetetlen és nélkülözhetetlen szolgálatokat végez a súlypont szabályozhatósága mozgás közben, olyan értéktelen és hasznavehetetlen mozgás nélkül! A földön álló madár, hogy magát lendületbe hozza, hasztalan tologatná súlypontját. Így sohase kerülne a levegőbe. Szerepe csupán akkor kezdődik, amikor *a testsúly a levegőbe került és már van sebessége!* (Miként a többi kormány szervnek és működésnek is csak akkor van hatása, ha már a madár mozgásba van.)

Ez a magyarázata, hogy a hajósmadárnak csupán a levegőbe kerülése jelent nagy küzdelmeket. Adott alkalom, szél vagy alkalmas starthely nélkül nem bír felrepülni. Még úgy se, mint az albatrosz, amely a vízen legálább futni bír. Egyedül a szárnyesapkodás sebesség nélkül! szintén nem ér semmit. A szárnyak lengéséből kapott emelőerő csupán pótnyomásokra alkalmas, hogy a siklással veszített magasságot helyre emelje vagy mozgás közben magasságot szerezzen.

Így a hajósmadárnál is a lengések hatása *a földön korlátolt, sőt hasznavehetetlen, viszont a levegőben pedig már szinte fölösleges.* Ezért ha nincs alkalma siklással, leejtődéssel megszerezni kezdősebességét, akkor a hajósmadár tökéletes repülése ellenére képtelen a levegőbe emelkedni. Minden törekvése tehát oda irányul, hogy alkalmas *starthelyre*, magas partra, szirtre vagy faágra tegyen szert. Ez ok miatt nemcsak tanyáját, hanem minden egyes leszállását is akként választja meg, hogy bármikor rendelkezésre álljon a nélkülözhetetlen magas starthely, ahonnan magát egyszerűen levetheti.

Ha tehát levegőbe kergeti az éhség, akkor a magas pontról zuhanósiklással ledobja magát, hogy ezt rögtön haladó-úszássá egyenesítse. Ezután a többit elvégzi a súlypontváltoztatással működő feszített szárny pár, hogy a legkiválóbb mozgás következzen. Az állandó-úszás első feltétele tehát az *alkalmas* starthely.

Ez a szigorú kíváncsi természetesen csak a szélesírtben történő mozgásra vonatkozik, mert szeles idő-



ben a hajósmadár ilyenkor is nagyobb előnyöket élvez, mint a többi nagyszárnyú madár. Nem okoz gondot a levegőbekerülése sem. Kitárt hatalmas szárnyánál fogva a kisebb szélérő még sík területről is egy pillanat alatt a magasba röpti.

A hajósmadár tehát mint egyedülálló típusa a kiforrott légi-mozgásnak, megkapó példáját mutatja a természetben létező *ellentétek* mindenkori *kiegyensúlyozásának*. Légi élete a szeszélyes trópusi légkör viszonyaival szemben szintén ezt az egyensúlyra törekvést árulja el. Mert a viharos szél és a szélesend közötti nagy nyomás-differenciák kiegyenlítéséhez a hajósmadár szárnya mindig megfelelő méretvariációkkal felelhet. A teljes feszítéstől a teljes behúzásig mindenféle feszítávolsággal sikeresen felveheti a küzdelmet.

Mindezek alapján a két nagy szélsőség áthidalásából származó különféle terhelési viszonyok megkívánják, hogy az úszás meghatározásában is *kétféle alapteljesítményt* különböztessünk meg. A szélérőt kihasználó működést így *segített-úszásnak*, a szélesendben történő mozgást pedig *önálló-úszásnak* minősíthetjük. E szerint a széllel segített *alkalmi-úszásnak*, a páratelt áramlattal előállítottat pedig *állandó-úszásnak* tekinthetjük. A kiforrott légi-úszás tüneménye végeredményben tehát megszakítás nélküli, mert a kétféle áramlat közül valamelyik mindig rendelkezésre áll, hogy páratlan és csodálatos működésével gyarapítsa a természet örök szépségét és bizonyítsa mindenre kiterjedő bölcsességét...

Miután részletesen leírtuk a természet „repülőgépgyárának” kifogyhatatlan készítményeit, — *a rovarokat, halakat, emlősöket, a kis-, közép- és nagyszárnyú madarak* repülésének fejlődési útvonalával együtt — talán véget érnek vagy legalább is csökkennek a találós mesék és fantasztikus elképzelések az állatvilág nehezen áttekinthető repüléséről. És ha szemünkbe tűnik a báránnyelűk alatt egy sötét árnyék, a fejlődés csúcsponjtján álló szárnyas

ragadozó, amikor elragadó íveléssel úszik a magasban, akkor már meghatározhatjuk művészetének titkait. Vagy ha látjuk szinte végnélküli egyenes rohanását, amint közbe-közbe egyet kanyarodva nekivág a szélnek, már nem keresünk benne misztikus erőket. Úgyszintén, ha feltűnik a tiszta levegőben a mozdulatlan, a „semmibe“ szögezett formája, olyankor sem gondolunk rejtelmes, megfoghatatlan titkokra. De még a „szélesendben“ való úszásról is tudjuk már, hogy ez a művészet sem érthetetlen csoda, hanem csak pontos, célszerű mechanikai működés, amely a madár kiváló „vezető“ és alkalmazkodó képességével legyőzte a légkör legkedvezőtlenebb viszonyait is!!!



## A VÁNDORMADARAK IRÁNYTÜJE

### Vándorlás, vándoröszton

Vége a nyárnak, itt vannak az „ember“-hónapok, — mondogatják szeptember elérkeztével a jó falusiak. Kisasszony-napja az utolsó nyári ünnep. Jó kedv helyett szelíd mélabút áraszt a lelkekbe. Nevezetes ünnep. Úgy ismerjük, hogy ilyenkor búcsúznak el tőlünk csicseregő kis barátaink — a fecskék. (A komoly gólyák már korábban itthagytak.) Helyettük pedig beköszönt az esős, hideg ősz, utána a zimankós, szigorú télapó: kétes örömeivel és felszaporodott gondjaival.

Az ősz beköszöntésére leginkább az apró vándorok elköltözése emlékeztett bennünket, mert némely esztendőben a szeptember már végefelé jár, sőt az október is a nyakunkon ül és még mindig nyarat szégyenítő melegek vannak. De bármily barátságosan süssön is a nap, a csalogató szép idő ellenére mégis fölkerelkednek a levegő apró vándorai és elköszönnek. Itt hagyva mindent, — puha fészket, dús éléskamrát — ami csak kedves volt nekik.

Eltűnésük után egy-két napon át még elhúznak fölöttünk a más vidékek lakói. Csicseregve vonulnak a magasban: szavuk tán búcsúzás vagy utolsó Isten-hozzád! S amíg el nem tűnnek, sajnálkozva tekintünk utánuk. Ha már elnyelte őket a láthatár, őszintén elkomorodunk. Mi tagadás: a kedves, apró vándorok igen közel állnak szívünkhöz. Miért kell távozniuk, miért kell menekül-

niök a sok veszedelmet rejtő, hosszú úton egy bizonytalan jövő felé, ahonnan tán sose térnek vissza?

A természettudósok megbízható följegyzéseiből tudjuk, hogy a kisebb-nagyobb vándorok milyen hallatlan nagy utakat tesznek meg. A lábgyűrűzés segítségével pl. megállapították, hogy a mi gólyáink útja nagyrészt a szárazföld fölött vonul el, mert Görögországon át a Vörös-tenger és Afrikának tengerpartvidékét követi. Fecskéink pedig inkább a nyugati vonalon haladnak át az Adrián, majd a Földközi-tengeren is, hogy eljutván Afrikába, egészen Fokföldre nyomuljanak délfelé.

Ezek a feljegyzések arról is beszámolnak, hogy a madarak vándorlás közben igen kényelmesen haladnak. Sokat pihennek, mert az élelemszerzés a távolságot sok állomásra, veszteglésre osztja fel, amelyet még a változó időjárás is meghosszabbít. De ha már elérték a tengert, akkor igyekeznek mielőbb átkelni. A gólyáról pl. feljegyezték, hogy a szárazföld fölött naponta mintegy 200 kilométernyi távolságot tesz meg. De már a tenger fölött napi teljesítménye mintegy 400 kilométer. Ez tévedés; tudjuk ugyanis, hogy a gólyák átlagsebessége, hozzávetőleg 80 kilométeróra (sokszor több is). Ha tehát le szállás nélkül *egyfolytában* kell repülniök, — mint amilyen a tengerfölötti út — úgy a sebességátlagot tekintve, a berepült távolság már félnap alatt 12-szer 80, vagyis közel 1000 kilométer körül jár: tehát a 400 kilométer nem napi, hanem 5—6 órai teljesítmény.

Mint érdekes feljegyzést megemlíjtük, hogy a fecskék, gólyák vándorútjának teljesítményét is háttérbe szorítja az úgynevezett sarki tengerifecske, amely az északi-sarkvidékről a déli-sarkvidékig nyomul. Körülbelül húsz hétig tartó kényelmes útjukkal, *az egész földet átrepülik*. Egy északi-sarkvidéken élő sirályfaj (valószínű, hogy a *rózsasirályról* van szó, amelyet már Nansen is megfigyelt) mindig az örök napsütést keresi. A magas északról — amikor beköszönt a félévi nappal után a féléves éjszaka — leköltözik a déli-sarkvidékre. Viszont, ha ott kezdődik a félévig tartó éjszaka, akkor ismét visszavándorol



északra. A rendkívüli utat így évente kétszer teszi meg, ami kb. 22.000 kilométeres távolságnak felel meg.

A madárvonulás megfigyelői ezenkívül még azt is feltárták, hogy nem minden madárfaj vonul el csapatosan vagy családostul. Vannak fajok, amelyeknek öregjei (egyenkint vagy páronkint) korábban távoznak, mint a fiatalok. Egyszerűen elhagyják őket. A megerősödött fiatalok pedig csak később követik az öregek nyomát. Ha már az otthon környéke számukra is „tűrhetetlenné” válik, ők is egy ismeretlen *mágikus-erő* vezetésére bízzák magukat. (E szerint helytálló az ornitológusoknak az a megállapítása is, hogy az egyedül vándorló madarak *nem távoznak olyan messzire*, mint a csapatosan vonuló fecskék vagy gólyák, tehát nem is kell oly körültekintéssel *szervezkedniök* sem, mint ezeknek.)

A természettudomány sokat foglalkozott már azzal a problémával is, hogy a fecskék, gólyák, fürjek, darvak stb. hogyan tájékozódnak, amikor évről-évre nekivágnak a fárasztó és veszedelmes vállalkozásnak? *Mi vezeti, irányítja útjukat?* Honnan tudják, hogy elérkezett már az *indulás ideje?*

Mindezek a kérdések még mindig tisztázatlanul állnak. A költözőmadarak vándorlásának és tájékozódásának titkát általában megoldhatatlan problémának tartják. De annyi bizonyos, hogy egyetlen kérdés se okozott annyi fejtörést a természetbúvároknak, mint a madárvonulás okának és kísérő tüneteinek kutatása vagy felderítése.

Mindenekelőtt figyelemreméltó, hogy a vándorút problémájának tudományos tanulmányozása csak a múlt század végefelé vette kezdetét, amikor az ornitológusok *gyakorlati módszerek* segítségével bizonyos adatokat gyűjthettek. Ekkor vette kezdetét a *madarak lábgyűrűzése*, amelynek segítségével világosság derült a *vonulás irányára, a tartózkodás helyére, a vándorlás távolságára és gyorsaságára, majd a visszatérés idejére* is. Csupán a *tájékozódás* maradt eddig homályban. Viszont a *ván-*

doröszton kutatása érdekében a közelmúltban szintén történtek újabb kísérletek, amelyben az orvostudomány és a zoológia karöltve próbálkozott a nevezetes ösztön titkáról a leplet lerántani.

„Sikerült ugyanis megállapítani, — mondja a beszámoló — hogy pontosan a madárvonulás idején a költöző madár szervezetében olyan mélyreható változások állanak elő, amelyek feltűnően hasonlítanak a pubertással járó s az emberi élet valamely fordulópontján beálló változásokhoz (climactérium). Dr. Schildmacher a hollandi madármegfigyelő-állomás tanársegéde, a nőstény-madár pubertásmirigyének hormonjával, az úgynevezett „progynon“-nal beoltott több nőstény vándormadarat, aminek hatásaként ezekben a beoltott madarakban a vándoröszton elmaradt! E kísérletekből a tudós tanár azt az eredményt vonta le, hogy a költöző madarak vándorösztonét a pubertásmirigy működésében beállott változás idézi elő: azt azonban, hogy vajjon ezt a változást az őszi időjárás vagy kozmikus hullámok idézik-e elő, csak hosszabb kísérletezések során lehet majd eldönteni!”

Szerény véleményünk szerint a kívánt eredményt rövidebb idő alatt is megkaphatjuk. Valószínű, hogy a beoltott madarak azért vesztették el vándorösztonüket, mert a műtétbe belebetegedtek. A beteg madárnak pedig nemcsak vándorútra kelni, de még repülni sincs kedve. Nagyobb sikert láttunk volna, ha a műtét révén olyan madarakba lehetett volna vándorösztonét oltani, amelyek nem tartoznak a költözők fajokhoz. Mert más egy akcióképes madarat cselekvőképességétől megfosztani és más egy vándorlás iránt semleges, nem költöző madarat idegen ösztönnel felruházni!

De még a siker se jelentene sokat, mert az eredmény a leg súlyosabb kérdésre, „a tájékozódó-képességre semmilyen magyarázatot nem adna. Ha sikerülne olyan szérumot előállítani, amely a vándorösztont elindítja, ez csak a félelemérzet, illetve a menekülés ösztönét váltaná ki, amely egyébként minden állatban a maga életrendjének megfelelően, minden szérum nélkül is azonnal fel-



ébred. A szöcske elugrik, a nyúl elszalad és a madár elrepül: mégpedig a veszedelem nagyságához viszonyított módom és mértékben. Így a madár is elvonul a rája leselkedő vész, a hideg és ínség elől oda, ahol az életfeltételeinek megfelelő nyugalmat talál, mert a *vándorörszton se más, mint menekülés a pusztulás elől!* (Hogy a szervezetben ilyenkor mi történik, az talán mellékes.)

Mindez nem érinti az irányérzék vagy tájékozóképesség legfontosabb kérdését. A fölfedezés tehát ebből a szempontból érdektelen. Hiába állítja a hír az elmélet helyességét azon az alapon, hogy közvetlen a költözés előtt, a gólyák, fecskék, seregélyek táborában régóta megfigyelt jelenség, a feltűnő nyugtalanság. Mintha rémület szállta volna meg a különben jámbor állatokat, mintha valamely ismeretlen veszedelem elől igyekeznének menekülni.

Hát nem természetes ez? Melyik állat nem ismeri fel a maga ellenségét, veszélyét? Mert az is érthető, hogy a feltűnő nyugtalanság elsősorban a tapasztalt öregeket szállja meg, amelyek már átszenvedték az elkésett vándorút vagy megváltozott időjárás veszedelmét. Egyébként az idegesség, félelem és rémület az egész állatvilágban közismerten ragályos tünet. Melyik madár marad helyben pl. a fogolycsapatból, amikor a vezérkakas ijedten menekül? Csak világos, hogy az öregebb vándormadarak ijedelme, riadalma átragad a fiatalokra is. Ezek tehát közismert dolgok.

A tapasztalt öreg fecskék is jól megjegyezték, hogy mit jelent számukra a vándorlásra „kényszerítő” őszi időjárás. Kivált ha egyszer már olyan veszedelemben forogtak, mint például az emlékezetes 1931. év őszén, mikor is a korán beállt hideg időjárás miatt tömegesen pusztultak el! Az ilyen katasztrófális élmény, még a fecsketársadalom krónikájában sem múlhat el nyomtalanul. (Ennek jeleit még évek után is tapasztaltuk, mert azóta minden őszi útrakelésük sokkal előbb indul meg a szokottnál. A megmaradtak bizony okultak, tanultak és

tapasztaltak: ezért igyekeznek is idejekorán menekülni, hogy maguk után vonják a tapasztalatlan fiatalokat.)

A megfigyelőhálózatok megszervezésével mindeztideig tehát csak egyszerű adatgyűjtésre nyílt alkalom, amelyből még mindig nem derült ki a titok lényege, hogy mi vezeteti vagy tájékoztatja az apróbb-nagyobb vándorokat útközben, amikor úgy a téli szállást, mint a régi otthont megtalálják.

Ebben a kérdésben is — mint annyi másban — több olyan rejtélyes vagy hozzáférhetetlen elmélettel találkozunk, amelyeket sem bizonyítani, sem ellenőrizni nem lehet. Sokan a légkörbe került kozmikus sugarak vagy hullámok erejét sejtik a titok mögött, mások pedig *a légkör villamosságában vagy a mágneses hullámok hatásában látják a tájékozódás lényegét* stb. Azonban a találgatások és kétes értékű következtetések között vannak értelmes feltevések és megfigyelések is, amelyek legalább részben adnak megnyugtató választ. Ezek már olyan tárgyi bizonyítékok, amelyek az életrendjükkel állnak összefüggésben. Így legelfogadhatóbbak a természetes és egyszerű vonatkozások (pl. a télen bekövetkezett élelemhiány vagy a zord, elviselhetetlen időjárás: elsősorban ezek kényszerítik a madárfajok bizonyos részét az enyhébb tájak felkeresésére). A tájékozódást illetőleg pedig a legkínálkozóbb feltevés *a tapasztalat*, és az, hogy a vándorsereget mindig a legtapasztaltabb *öreg*ek vezetik. Minthogy ezek már többször megtették az utat, tehát jól tudják, hogy merre kell vezetniök a sereget, melyik az indulás legalkalmasabb időpontja, hogyan kell védekezni az út viszontagságai ellen stb. A tapasztalatlan fiatalok pedig hűségesen alávetik magukat a vezérek intézkedésének.

Ezekben a természetes vonatkozásokban van is valami valóság: de még mindig nem elegendők a probléma földérítéséhez. A tapasztalt öregek vezetőszerepét nem lehet elvitatni. Az állatvilágban lépten-nyomon tapasztaljuk ennek bizonyítékait. Ahol csapatokban, falkákban élnek az állatfajok, ott mindig megtalálható a vezető



„öreg-vezér“ vagy a legöregebb hím. De az a bökkenő, hogy *mit csinálnak az egyedül vándorló madarak, az öregektől cserbenhagyott, tapasztalatlan fiatalok?* De mit csinálnak maguk az öregvezetők is, ha csupán a pusztai tapasztalatukra és esetleges terepismeretükre lennének utalva?

A lábgyűrűzéssel kapcsolatos megfigyelések szerint ugyanis kitűnt, hogy minden vándormadár első törekvése valamelyik tengerpart elérése, ha bárhonnan és bármely irányból is indul útjára. A végcél pedig minden esetben valamelyik délvidék. S hogy ezt elérje, azért keresi fel elsősorban a tengerpartot, hogy ott találkozzék „valamivel“, amely azután *elvezeti és elsegíti* a végcéljához, az enyhe éghajlathoz. Mert a tapasztalat vagy terepismertet legfeljebb csak egy részét magyarázza meg a kérdésnek, de nem az igazi titkát a tájékozódásnak. Különösen éjjel vagy ködben, amikor a tájékból mi sem látható, de ahol leszállni sem lehet, hogy kívárlják a reggelt vagy a köd eloszlását. Úgyszintén a nyílt tenger fölött, ahol égen-vízen kívül semmi támpontja sincs a szemnek, ami után igazodni lehetne (mert ilyen útszakaszaik is vannak). Vajjon mi biztosítja ilyenkor a tapasztalt vezetőket, hogy délfelé vonulások helyett nem kerülnek-e nyugatra vagy keletre?

Hiszen a nyílt tengeren járó öreg hajósok sem bízhatják magukat pusztán a tapasztalatra vagy gyakorlatra. A kietlen vizek szemhatára a szélrózsa minden irányában egyenlő. Iránytű nélkül bizony bajba kerülne még a legtapasztaltabb hajós is: mint ahogy bajba kerültek a régi világ tengerészei, akik csak a csillagok járására és jószerencséjükre bízhatták magukat.

Magasban, a nagy vizek fölött hiába nyílik meg a vándormadarak előtt a nagy látókör, ha nem látják a túlsópartot. A hajós akár éjjel-nappal, akár ködben, borultban az iránytűről rögtön látja, hogy merre kormányozza hajóját. De a madársereg vezérének, amely az élen repülve, vezeti a benne bízó csapatot — *hol az iránytűje?* ... De nem ismerheti a csillagok járását sem.

Honnan tudja hát, hogy merre van dél vagy észak? Nappal a szárazföldi terep után és derült időben még csak eligazodhat, ha emlékezete megőrizte a többször megtett út panorámáját. De ez se valószínű. Bajos feltelezni, hogy a madárkoponya az egész útvonal ezerféle alakulatát emlékezetében tartsa, amelyen évente csak kétszer vonul át. A megszokott otthon környékének képét még csak felismerheti. De a nyílt tenger nyugtalan egyhangúságának irányvezetését elhinni lehetetlen. Itt már az iránytűvel, térképpel dolgozó pilóta is zavarba jön és sokszor eltéved. Milyen őszöne vagy irányérzéke van tehát a vándormadárnak, hogy útvonalát csak „rendellenes” esetekben téveszti el?...

Nos, e súlyos kérdésben is a választ csupán természetes és egyszerű alapokon kaphatjuk meg, mert a *legnagyobb problémák a természetben rendszerint a legegyszerűbb megoldásra várnak.*

Illeszkedjünk tehát a fecskék természetes *életrendjébe*, mégpedig a légi-élet főtenyezőjének — *a szélnek* — fokozott figyelembevételével, hogy e mozgatóerők együtthatásából kitűnjék a tájékozódás rejtélyének egyszerű, de legelfogadhatóbb magyarázata...

## Az iránytű

Amint öszfelé fordul az idő kereke, mindig hűvösebbek és hosszabbak lesznek az éjszakák. A szél is mind nagyobb hideget lehel. A közeledő tél ijesztő hírnökei, a hulló falevelek is egyre sűrűbben kergetődznek a játékos szélben. Gyakori lesz a hideg eső: mire az éléskamra (a fecskecsaládokat tápláló rovarvilág) rohamosan eltűnik.

Mindezt megszenvedik a fecskék. Nyugtalanok lesznek, kivált a tapasztalatlan fiatalok. Még ezek is megsejtik, hogy onnan „felülről” olyasvalami közeledik, amely létükre tör.

A nyugtalanság mind általánosabb lesz. A veszély



érzete mindjobban megszállja és *együtt tartja* a fecskesaládokat, miközben az öregfecskek aggodalmaskodva járnak a magasban, a felhők alatt. Kémlelődnek, szemlélődnek.

A tapasztalt öregek ilyenkor a szelek járását figyelik. S a szeszélyes szél *hideg lehellete* egy napon csak irányt változtat. Ezzel megérkezett az a „valami“, amire az öregfecskek vártak. A kitartó és hidegen fújdogáló északi, nyugati vagy keleti áramlatok után *dél felől kezd lengedezni a szél, bőséges meleget hozván magával.*

A barátságos meleg áramlat egyszerre felélénkíti a csüggedt fecsketársaságot. Víg csicsergéssel, zeg-zugos cikázással adnak örömlüknek kifejezést, mert ez a kellemes, meleg szél nemcsak újra megeríti üres asztalukat, hanem különös hangokon is szól hozzájuk. Szinte *hívogatja, csalogatja magafelé* a nyugtalanokat. Bizonyára azt suttogja, hogy „jőjjetek, *repüljete* csak mindig szemközt felém, így segítelek és elvezetlek benneteket oda, ahonnan én jövök, mert ott, amire csak szükségték van, mindent megtaláltok. De ha távozom és ti itt maradtok, mindaz ami még megmaradt, rövidesen eltűnik és ti is elpusztultok“.

Még a tapasztalatlan fiatalja is megérti a szózatot. A tapasztalt öregeket pedig nem is kell biztatnia. Ezek már jól ismerik és azonnal megteszik az előkészületeket, hogy felhasználják a kínálkozó alkalmat...

A meleg szellőtől gondtalanná vált fiatalokat hívogatják és csapatba terelgetik. Hangos, visongó csicsergéssel hirdetik világgá, hogy itt az idő, az alkalom útra kelni. Készüljön minden fecskevitéz a nagy próbára, mert sürgősen odarepülnek, *ahonnan ez a jó meleg szellőcske jön! Ott jóvilág van.*

Amint megértik a tájékozatlan fiatalok a kettős szózatot, — a meleg szél üzenetét és az öregek hívogatását — valóságos utazási láz (vándorörszton) tör ki rajtuk. Az izgalom nőttön nő. Egymásnak csivikelik, „mennni, menekülni innen, amely gyorsan lehet, amelyik itt ma-

rad, a közeledő zord időben elpusztul“. És mind nagyobb csapatokba verődnek.

Közben néhány öregfeeske éles visongással vagdos, nyilal egymásfelé, miközben mind magasabbra emelkednek. A többiek utánuk. A csapat szélén néhány öregfeeske fáradhatatlanul járja a „toborzót“. Keringenek és mint jó családapák, hangos csicsergéssel terelgetik össze a fiatalokat.

Ez a gyülekező, az indulás főpróbája. (A gólyákon állítólag azt is megfigyelték, hogy indulás előtt valóságos szemlét tartanak az útrakész csapat fölött és a satnya fiatalokat, amelyek az út fáradalmait úgy sem bírják ki, egyszerűen agyonverik.) A gyülekezés alatt a vezetők alaposan vizsgálják, figyelik a szél erejét, irányát és állandóságát. Mert aligha van a világon élőlény, amely a szelek természetét a tapasztalt vándormadárnál alaposabban ismerné. Kivált a szelek szárnyát kihasználó nagyszárnyú típus. A folytonos légi-élet és légi-úszás rendszerének használata megismertette velük a szél minden jó és rossz tulajdonságát. Kitapasztalhatják állandóságát, változatosságát, megbízhatóságának kísérő tüneteit, jeleit, szeszélyét és így számolhatnak is vele (mint ahogy ez a tudomány már gyerekeipőben jár az ember motornélküli repülésében is).

Ezért kísérik figyelemmel minden fuvallatát a feeské is, mielőtt rábíznák magukat. Ennek tulajdoníthatjuk azt a feltűnő jelenséget is, hogy az elköltözés időpontja *sohasem naptárszerű*. Minden esztendőben van eltérés. Néha korábban, néha később határozzák el magukat a távozásra, aminek okát — nagyvonalakban — a rendszertelenül jelentkező kedvező déli-szél viselkedésében találjuk.

A szél tulajdonságát főként a testükre ható *melegről* határozzák meg. De ehhez a nyomásirányhoz viszonyítják az ismert utak, folyók, hegyek képét is. Mintha csak térképészeti, meteorológiai vagy mérnöki számításokat végeznének, úgy döntenek el a szél *pontos irányát, megbízhatóságát*. Valószínű, hogy e megfontoláshoz az



előbbi évek vándorútján szerzett tapasztalatok is hozzájárulnak, hogy ez a kedvező „szemközti szél“, amely repülésüket kiválóan segítette, mennyire egyezik az ismert terepviszonyokkal. (A Duna-környéki fecskéken megfigyeltem, hogy olyan déli szélnél, amely a folyam irányával egyezett, alig tettek előkészületeket, hanem azonnal elindultak vándorútjukra.)

A szélnyomáshoz való alkalmazkodás igen egyszerű, mert természetes érzés szerint történik. (A mótor nélküli repülésnél ugyancsak érzés szerint ellenőrzi a pilóta, hogy mikor halad széllel szemben és mikor fordul el tőle.) De milyen fejlett lehet ez az érzés a madárnál? Kivált a folytonos légi-élet gyakorlatával rendelkező fecskénél!

Amíg a madár szemközt repül a széllel, a meleg áramlat nyomását *mindig a mellén érzi*. Ha tehát elfordul tőle, a meleg levegőnyomás csökken, de csökken a repülést segítő hatása is. Hogy mikor halad szemközt a széllel és mikor tér el tőle, arról tehát a madár mindig pontos tájékozást szerezhet. Ezzel a kettős irányérzéssel, a terephez viszonyított szélnyomással mindenkor megítélheti, hogy melyik a legkedvezőbb szélirány, amely megfelel a vándorút irányának. Ez az irányérzék kétségkívül még fecskegenerációkon át is öröklődik. Így az új nemzedék nemcsak született östehetség, hanem az első vándorút után tapasztalt *navigátora* is lesz a levegőnek és letéteményese a vándorlás fortélyos titkainak!

A vándorseregben tehát mindig nagy számmal találunk tapasztalt és vezetésre hivatott tényezőket. A fiatalok tehát „jókezekben“ vannak. Az útrakész sereg rendszerint csapatonként indul. Minden csapat bizonyos körzet fecskéiből verődik össze és választott vezére után halad. A tisztséget kétségkívül a legvénebb és legtapasztaltabb családfő viseli. A vonulás tempója általában kényelmes és mialatt lassan távolodnak, útközben is vígan vadásztatnak a levegőben. Viszont a vezérek arra is ügyelnek, hogy a fiatalok szét ne szóródjanak s a vonulás iránya általában a széllel szemben meg ne változzék.

Így lesz a szemközti, meleg déli szél a tőlünk távozó vándormadarak iránytűje, amely a főirányt mutatja és egyben mint szemközti légnyomás, a repülésüket is segíti! Így lesz a szemközti áramlat azzá a titokzatosnak és megfoghatatlannak hirdetett „mágikus-erővé“, amelynek megismerése épp az egyszerűsége miatt maradt figyelmen kívül. Megállapíthatjuk tehát, hogy a mindenkori és minden irányú szél és ennek különböző hőfoka az a rejtelmes erő, amely a távrepülő madárvilágot irányítja és tájékoztatja, egyben elindítja a vándorösztön ébredését is, hogy ennek helyesen kiválasztott mozgásirányát, a madarak saját kitűzött útirányukkal összeegyeztessék és minden alkalommal célszerűen felhasználják.

Bár a szemközti szél mindenre kiterjedő jószolgálatait a repülés minden vonatkozásában kimutattuk már, még se hagyhatjuk figyelmen kívül, hogy a déli szél pl. nemcsak irányvezető és segítőtárs, hanem éléskamra is, mert meleg lehelletével még a fecskék élelmezéséről is gondoskodik (amennyiben a rovarokat előcsalogatja). Szóval a megfelelő szélerő univerzálisabb iránytűje a vándormadárnak, mint a tengerésznek a mágnesű (kompasz), mert vele mindent megkap, amire a hosszú úton csak szükség van. Nem csoda, hogy az összes vándormadarak, amelyek éghajlatcserére vannak utalva, a nekik megfelelő ellenszél ébredését epedve várják és azonnal felfigyelnek halk vagy erős zúgásának hívogató szóatára. (Különösen nagy szerepet visznek ebben a déli áramlatok. Ez adja magyarázatát annak a talányszerűségnek is, hogy még az egyedül vándorló tapasztalatlan fiatal madár is megérti hívását, hogy feléje vonulva elkerülje a pusztulást.)

Ha szerencsésen találkozik az idejében érkező déli széllal a vándorút programja, indulásuk és távozásuk szinte menetrendszerű pontossággal mehet végbe. Ha szeptember első napjaiban derűs, langymeleg az idő (mert déli szél lengedez), megfigyelhetjük, hogy egymásután jönnek a vándor fecskecsapatok. És bármily ragyogóan süt még a nap, ha még oly szépnek, hosszúnak is ígérkezik a nyárutó és még oly dús is az élestár, az apró



vándorok nem késlekednek. Felhasználják a kedvező alkalmat és útrakelnek.

Ilyen az indulás lefolyása, hogyha az *iránytű működése* minden tekintetben *kifogástalan*. A vándorút mindvégig *rendszeres*.

A madárvonulás természetes és egyszerű iránytűjének fontos szerepét tehát elvitatni vagy kétségbevonni nem lehet, mert döntő szerepe van a madarak vándoréletében. Alapos vizsgálatával és figyelembevételével minden eddigi talányszerűsége megkaphatjuk az elfogadható magyarázatot. A meleg szél mutatja meg azt a helyet, ahol nyugalmat, védelmet találnak, amíg az otthon tájáról a szigorú tél elvonul. Az a kegyetlen időszak, amely jégpáncéljával, hótakarójával és dermesztő szelével elzár, elpusztít mindent, ami létfenntartásukat biztosítja. Ez a szél ad ingyen energiát, hogy a hosszú út fáradalmait elviselhetők legyenek. Ez a szél táplálja, ápolja, melengeti a meg-megpihenő, kimerült vándorokat... de sajnos, megtörténik, hogy ez a gondos, támogató jóbarát és segítőtárs egyszersak váratlanul hűtlen lesz hozzájuk. Dédelgetett véenceit egy szeszélyes fordulattal cserbenhagyja... sokszor a legrosszabbkor — a nagyvizek felett!

Nézzük, hogy mi minden történhet, ha elfordul vagy megszűnik. Vizsgálatával szintén sok rejtelmes és érthetetlen esetnek kapjuk meg az egyszerű és természetes magyarázatát.

Mindenekelőtt nyugodtan feltételezhetjük, hogy a szelek természetének ismerete a madár egész lényébe idegződött. De ugyanekkor azt is meg kell állapítani, hogy a legtapasztaltabb öregvezetők sem számolhatnak vele egész pontosan, mert mozgásirányát és erejét rendszertelenül változtatja. Így pl. a választott szélirány a kitűzött célhoz viszonyítva, a valóságban többfokos eltérést is mutathat. Ha tehát a vándorok pusztán csak hozzá igazodnának, igen könnyen eltévednének. E szerint csak a főirány tekintetében válik pótolhatatlanná, amelyhez csak nagy vonalakban alkalmazkodnak, miközben fel-

használják a többi segítőtényezőket is, amelyek a *szél* vezetését *kiegészítik*.

Ilyen tényező elsősorban a *megnyílt nagy látkör*. Itt kezdődik a tapasztalat és terepismeret szerepe. Az eltérést okozó áramlat tehát a látkör segítségével és a madár terepismeretével kiegészítést nyer és hasznos útmutatónak bizonyul. De vannak esetek (tengeri út), amikor a madár nem sok hasznát veszi a megnyílt látkörnek. Ilyenkor tisztán ki van szolgáltatva a szélnyomás irányvezető hatásának. Azonban semmi esorbát nem szenved a madár révbekerülése, ha azideig, amíg a nagyvizek fölött jár, a szélirány nem változik. A szemközti szél ilyenkor esalhatatlan iránytű. De ha közben elfordul vagy megáll, akkor felborul az útiprogramm, megindul a különböző veszedelmek lavínája és a vándorút sok esetben *katasztrofával* végződik.

Szárazföld felett még nincs nagy veszedelem. Ha nem ismerik a terepet, legfeljebb megszakítják útjukat és várnak, pihennek, amíg a kedvező szél újraéled. Egy kis éhezés, néhány napi veszteglés után rendszerint eljutnak a tengerparthoz. Úgyszintén ha ismert útvonalon járnak, az ilyen „üzemzavar“ nem okoz gondot. Sőt még hátszéllal is folytatják útjukat: legalább is a tengerig. Bajba csak akkor kerülnek, ha napokig tartó erős, hideg északi-szél támad, amely az éhezésen kívül még hideg esőt is zúdít a nyakukba. Ilyenkor bizony kijut a szenvedésekből.

Nagyobb a veszedelem, ha nyílt tengeren éri őket az ilyen szélváltozás. Lefértuk már, hogy milyen szomorú a fürjek sorsa, amelyek nem olyan kitartó repülők, mint a fecskék vagy a gólyák. Ha tehát az iránytű hűtlenségével a segítőtársukat is elvesztik, a fárasztó és hosszú röpködés után kimerülten hullanak a tengerbe.

De mindez eltörpül az igazi veszedelem előtt. A katasztrofális fejetlenség akkor lesz úrrá a szegény vándorokon, ha látkörüket is elvesztik. Ez esetben mindegy, hogy kiváló vagy mérsékelt repülő-e a madár, mert a látkör elvesztésének borzalmas következményei vannak. Az



irányérzék akkor mondja fel valóban a szolgálatot, ha tartós, nagykiterjedésű és igen *sűrű köd* ereszkedik a tájra vagy a tengerekre.

Az ember is tudja már, hogy a repülés leghalálosabb ellensége a köd. Ez a baljóslatú függöny, amely minden közlekedési formára egyaránt veszedelmet jelent: a repülésnél hatványozódik. A veszedelmet betetőzi, hogy a köd-ereszkedéssel egyidőben a szél is eláll: vagyis a köd mindig szélescenddel jár. (Hiszen a köd nem más, mint alászállt felhő, amely szintén elvesztette a szelek támogatását.) Ilyenkor a levegőben járó vándormadarak *egyszerre veszítik el tájékozódó képességüket és segítő erejüket*. Így a kimerülés igen gyorsan bekövetkezik, mivel saját erejükre vannak utalva.

Ezen a bajon ideig-óráig a vezetők úgy segítenek, hogy a sereget a *köd fölé* vezetik. De ami ezután következik, az már csak versenyrepülés a halállal. Az a kérdés esupán, melyik bírja tovább. A madarak a repülést, vagy a köd a tartósságot.

Ilyen csapással szemben a legtapasztaltabb seregvezetők is tehetetlenné válnak, mert a terepet elzárja szemük elől az alatt elterülő, átláthatatlan, sötét köd. Hiába emelkednek megfeszített erővel mindig magasabbra, abban reménykedve, hogy a felsőbb rétegekben találnak megfelelő áramlatot. Ha ez se jár sikerrel, honnan sejtsek szegények, hogy hol és merre járnak? Így még a szárazföld fölötti repülésük is sok veszedelmet rejt magában, nem is beszélve arról, hogy a sok céltalan, bizonytalan röpködés közben könnyen a nyílt tenger fölé tévedhetnek.

Képzeltethjük, mit jelent ez a köd-fölötti iránytalan repülés. A vezetésnek, szélségségnek és az élelmezés lehetőségének vége. Felborult minden rend és összetartás. Ezzel együtt mindaz, ami a vándorutat reményteljessé, zavartalanná és gondtalanná tette. Helyette rájuk szakadt a legkétségbeejtőbb sors minden reménytelensége. Vajjon elérhetik-e valaha céljukat, a nyugalmat, békességet és védelmet? Viszontlátják-e még a régi vagy az

új otthont, ha nem oszlik el idejekorán az átláthatatlan köd, a szegény vándorok legrémesebb ellensége?

Így céltalan bizonytalansággal hányódnak, bolyonganak idestova a levegőben. Nem látnak semmi mást, csak a horizontot a végtelen éggel ölelkezni. A pusztai légi-tartózkodáson, a folytonos repülésen kívül semmi kilátásuk sincs a menekülésre. Ez pedig nem tarthat soká. A céltalan repülést nem bírják napokig, esetleg hetekig fenntartani. S így is bizonytalan, hogy már egy napra röpködés után mely pontján járnak a világnak. Éheznek, vergődnek és ernyednek, amíg csak erejük véggé ki nem merül. S ha ez bekövetkezett, akkor végül is *leszállásra* kényszerülnek a boldogtalanok.

Meddig tarthat az élet-halál küzdelem? Erről még a kiválóan repülő fecskék, gólyák sem adhatnának számot. Bizonyosan napokat és éjszakeket hányódnak a köd fölött. Így hát csak a szerenese, a véletlen vagy a végzet játéka: hogyha végül is holtfáradtan alábuknak, szárazföldet vagy pedig a mindent elnyelő, de mélyen hallgató tenger vizét kapják-e lábuk alá...

Az iránytalan repülés következményeinek számos tapasztalata közül — tájékoztatásul és egyben bizonyítékkul — csupán *Luckner* gróf feljegyzését említjük:

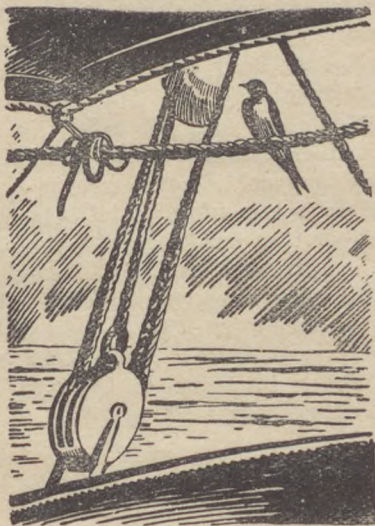
„Az afrikai partok közelében gyakran előfordul, hogy *a ködben eltévedt fecskék* százai telepednek le kimerülten a földészetre, akárhányszor gólyák is tucatszámra ereszkednek le a hajóra. Ezek aztán szegények sohasem repülnek el többé s miután a hajón nem találhatnak nekikvaló táplálékot, ott pusztulnak el sorra az ember szeme előtt... Nincs segítség... éppúgy tengerészhalált halnak, mint azok a szerencsétlen hajósok, akiknek az élelmük vagy a vizük fogyott el az úton...

Így hát még a szerencsések, a hajóra menekültek sorsa is meg van pecsételve. Azok a szerencsések, amelyek valahogy kimenekültek a köd rémes fátyolkarjaiból, kalandjukat bizonyára sohase felejtik el. (Az efféle élmény is hozzájárulhat a közeledő vándorlás idején tapasztalt nagy riadalomhoz, amely az indulás előtt elfogja a ma-



rakat, mert hiszen tudvalevő, hogy az állatok emlékező-  
tehetsége is kitűnő.)

De szolgáljon vigaszul, hogy a köd-fölötti repülés  
nem mindig végződik ilyen szomorúan. Ha bizonyos ma-  
gasságban rátalálnak a meleg áramlat ellennyomására,  
úgy látkör nélkül is biztosan folytathatják cél felé törek-  
vésüket. Ilyen pl. a következő rövid hír, amely bár tájé-  
koztatlan a „titok“ mibenléte felől, mégis mindenben alá-



(Az utolsó menedékhely.)

támasztja megállapításunkat, a szelek vezetőszerpét és  
jelentőségét illetően:

„A vándormadarak titokzatos irányérzéke. Meg-  
figyelték, hogy a vándormadarak, ha látási viszonyuk  
rosszak, tehát pl. repülésük közben felhők takarják az  
 eget, lejjebb ereszkednek, hogy a földet látva tudjanak  
 tájékozódni. Nem szabad ebből azonban azt következtetni,  
 hogy a madarak szemükkel tájékozódnak az alattuk el-  
 vonuló földi térkép után (?). Megfigyelték például repülő-

gépekről a vándormadarakat, melyek 1600 méter magasságban vonultak. A földet sűrű felhők takarták el a madarak szeme elől. A földi viszonyok alapján tehát a vándormadarak semmiképpen sem tájékozódhattak, szemüknek semmi hasznát nem vehették. És mégse tértek el a legkisebb mértékben sem a *helyes iránytól*. Nyilvánvaló tehát, hogy a vándormadarak repülésének irányát nem a szemük, hanem *egy idáig tisztázatlan és titokzatos iránytűérzék szabja meg.* (Mivel már tudjuk, hogy ez a titokzatos iránytűérzék miben rejlik, minket csak a hír lényege érdekel: az, hogy ezek a madarak *rátaláltak a vezető ellenszelükre.*)

Ezenkívül vannak még más esetek is, amelyek szintén nem végződnek katasztrófával. Megtörténik, hogy a korai őszi mind nagyobb kíméletlenséggel kopogtat már a fecskék portáján a mentő áramlat csak nem akar megérkezni. Ilyenkor nem szoktak gyülekezni. Ha megunták a várakozást, a türelmetlenebb családok fölkerekednek és feltűnés nélkül búcsút vesznek a kapufélfától. Minthogy a tapasztalt családfők ismerik a szárazföldi utat, egyszerűen *eléje mennek* az iránytűnek. Többnyire sikerül is vele még útközben találkozniok. Legrosszabb esetben a tengerparton várják meg a déli szelet.

Azonban a partvidéken, amíg az „iránytű” nem jelentkezik, már semmi szín alatt sem vállalkoznak az út folytatására. A tengerparton előbb hosszú pihenés, erőgyűjtés és „megfontolt mérlegelés” következik, mialatt roppant tömegei gyűlnek össze a vándormadarak különféle fájának. Így *várják meg a sirocco ébredését.*

Ha pedig már feltámadt ez a jellegzetes déli-szél, még ezután sem vágnak neki könnyelműen a kockázatos tengeri útnak. Komolyan csak akkor készülődnek, ha ez a kedvező szél *kitartónak* ígérkezik. Ennek eldöntésével pedig egyik csapat a másik után, mintegy vezényszóra lendül a levegőbe. Bizalom, elszántság a vezérük, de ha végzetük úgy akarja, a jól indult vándorút, az időközben leszállt ködtengerben valahol örökre végetér...



Ha pedig előfordul az a ritka eset, hogy a sirocco érkezése itt is végzetesen hosszúra nyúlik s a partvidéken összegyűlt éhező, fázó vándorokra a várt déli-szél helyett egyszer csak tartós, hideg északi-szél csap le kegyetlenül, a hosszú szenvedés csakhamar megbontja a csapatok és családok összetartását és a tapasztalatlan fiatalok szétrebbennek. Ebből még az előbbinél is rémesebb tömegkatasztrófa keletkezhet.

Bizony ezek a szerencsétlenek — de még a tapasztalt öreg fecskék is — azt remélik, hogy a régi otthon környékén nagyobb védelmet találnak, ennél fogva visszamenekülnek a tengerpartról az elhagyott tanyára és még nagyobb veszedelembe, a biztos pusztulásba rohannak. Ilyen volt az 1931. évi télnek is beillő szeptember, amikor ezrével pusztultak el szegények. De vége-hossza nem volna az ilyen eseteknek, amelyek mindvégig a szél befolyását bizonyítják.

A kalandokkal, szenvedésekkel és katasztrófákkal bővelkedő vándorút mindenesetre bizonyítja azt is, hogy a légi életre berendezett madár milyen finom *mérlegelő* vagy *elbíráló képességgel* rendelkezik, hogy a szelek járását, tulajdonságát érdekeinek megfelelően kihasználhassa. Legyen ez a képesség érzés, ösztön vagy más veleszületett tulajdonság, mindenesetre fegyverként adta a természet, hogy a katasztrófák ne állandósuljanak s a veszedelmek se legyenek gyakoriak. Máskülönben még az írmagja is kipusztult volna már minden vándormadárnak.

Mint végeredményt összegezhetjük, hogy a vándor-ösztönt 3-féle életfeltétel irányítja: 1. *a madár szervezete és életrendje*; 2. *a madár létfenntartásának biztosítása* (élelmezés eshetősége és módja); 3. *a madár szervezetének ellenálló képessége* (az időjárás változásaival szemben). Ezek bármelyikének veszélyeztetése kiváltja a *cselekvés, menekülés* vagy *vándorlás ösztönét*.

A költözőmadarak sikeres vándorútjának szintén 3-féle feltétele van: 1. *a kitartó déli-szél*; 2. *a madár tapasztalata és földrajzi ismerete*; 3. *a tiszta levegőben megnyílt látkör*.

E feltételek együttműködéséből alakul ki a vándormadár **tájékozódó-képessége!**

### A visszavándorlás

Apró kis barátaink, a fecskék sorsa tehát nem éppen irígylésre méltó. Ha elhagynak bennünket, három éghajlaton is keresztül küzdik magukat, amíg hasonló életlehetőséget találnak, mint nálunk és ahol egy félévig szintén békességben élhetnek.

De egy szép napon itt is elkövetkezik az a kényszerűség, amely visszatérésre bírja az apró vándorokat. Újra előttük áll a roppant hosszú út minden akadályával, tengerével, viharával, ködével, amelyen apró szárnyukkal ismét diadalmaskodniuk kell!

Azonban a visszavándorlás iránytűje most már *nem a déli, hanem az északi áramlat*. De ez az északfelől jövő áramlat, amely az Egyenlítő táján születik, már *nem hideg, hanem szintén meleg!* A madár tehát ismét a meleg felé törekszik.

Hogy miként jutnak el a sivatagok, tengerpartok mentén, a hegyláncok vonulatán át egész a Nilus partvidékéig, e részben csak feltevéseink lehetnek. Annyit megfigyeltek már, hogy a mérsékelt égöv tavaszának közeledésével és az északi ellenszéllel (ami itt már tényleg hűvös, hideg) szemberepülő vándormadarak hihetetlen tömegei vonulnak a Nilus folyam mentén. Elérkezvén az afrikai tengerpartokhoz, épúgy megvárják a kitartóbb északi áramlatokat, mint ahogy ezt az európai partvidéken teszik a dél felől jövő szelekkel szemben. Ha szerencsésen átkerültek az út legveszedelmesebb szakaszán, — a Földközi-tengeren — ismét könnyebb, biztosabb a további út. Táplálék is akad. Közeledik az európai tavasz. Már ébrednek téli álmaikból a rovarvilág előhírnökei, amelyek szétnézni a nagyvilágba ilyenkor csak vesztükre jönnek elő.

A vándorút európai szakasza már távolról



sem olyan gondnélküli, mint volt az elmúlt esztendőé, amikor a nyárutó még bőven gondoskodott eltartásukról. A téli hideg bizony mindent eltakarított, mindennek újra kell élednie. A kellemetlen fagyos szél és köd még igen gyakran visszatér. Így hát az út is sokszor félbeszakad. Sokat kell böjtölniök, vesztegelniök, amíg alkalom nyílik a végleges hazatérésre. Ekkor megint érdekes megfigyeléseket tehetünk.

Feltűnő jelenség, hogy mialatt itthon a tavaszi nap-sugár már javában ontja melegét és kellemes déli szél lengedez, a fecskék mégse mutatkoznak. Késnek, mert most *nem a déli szél vezeti* át őket a tengeren, hanem az ellenkező — az *északi, az európai*. Ezt várják valahol a tenger partvidékén tétlenkedve. De alighogy az időjárás megfordul és a *tavaszi meleg néhány napra eltűnik*, az első északi vagy északnyugati széljárással apró barátaink *egyszerre itthon teremnek*.

Némely esztendőben, ha a tavasz tartósan hideg, — mert többnyire északi áramlat uralkodik — egyszercsak azt vesszük észre, hogy a *fecskék váratlanul megérkeztek*. Ez abban leli magyarázatát, hogy az északi szélnek, mint iránytűnek segítségével a *tengert zavartalanul átrepülhették és az egész szárazföldi utat megszakítás nélkül megtették*. Így a kelleténél korábban érkeztek.

Mivel az idő nem akar jóra fordulni, a szomorú kis vándorok napokon át dideregve és az éhségtől elesigázottan üldögélnek fészük táján vagy a földön várakoznak a nehezen érkező melegebb napokra és lesik, hogy mikor bújik elő valami kis féreg, gyötrő éhségük csillapítására. A korán érkezés tehát szintén megviseli a szegény üldözötteket. Az ínséges napokon néhány sovány szunyogon kívül más táplálék nem igen akad. Sokszor még ennyi sem. Ilyenkor kijárnak a folyók, patakok, vad-vizek mellé. Naphosszat ott cserkésznek a tavaszi áradással hordott álcák és rovarok után.

Ezek a megfigyelések fényesen bizonyítják, hogy a madarak mindig az ellenszél útmutatására bízzák magukat és kizárólag ennek *hűvös vagy meleg lehellete* irá-

nyitja vándorlásukat. Ezért rendszertelen, pontatlan az érkezés időpontja is, mert a szelek szeszélyéhez kell alkalmazkodniok.

Ez bizony elég ingadozó és bizonytalan támaszpontja életrendjüknek, de az apró vándorok mégis bizalommal viseltetnek iránta. Eltűrik, elszenvedik a velejáró viszontagságokat, mert másként nem cselekedhetnek. A szél zsarnoki önkényének alá kell vetni magukat.

Mindezek az eltérések és rendszertelenségek azt bizonyítják, hogy a szelek járása döntő befolyást gyakorol a vonulás sorsára is. De főként azt a kérdést tisztázzák, hogy melyik az a szélirány, amely legfontosabb tényezője a vándorút sikerének.

Felmerülhet még az a kérdés, hogy végecéljuk közelében a vándorok miként találják meg régi otthonukat (a falut, várost, ezek utcáit, házait) és elhagyott fészkeiket? Ismerve szokásaikat és viselkedésüket, ezt már könnyen elképzelhetjük.

A főirányt a kedvező ellenszél mutatja, ettől az útvonaltól jobbra-balra, mint nyitott óriás térképen feltűnnek az ismerős vidékek. Ekkor még együtt van az érkező fecskesereg. A lassan vonuló hadban, amint az egyes vidékek fecskéi éles szemükkel felismerik a maguk portáját, azonnal kiválnak a seregből és lejjebb szállnak. Ezáltal nemcsak az ismerős falu vagy környék körvonalait, hanem a sokat járt utcát, házat is megtalálják és kedves csicseregéssel adnak örömlüknek kifejezést, hogy itthon vannak, megérkeztek.

Kedvezőtlen időjárás esetén a hazatérés sem szokott símán történni. Előfordul, hogy az északi áramlat eltérései miatt messze eltávolodnak az ismerős vidéktől. Esetleg olyan ködös vagy párás a levegő, hogy a tájék látkepe elmosódottan vagy sehogyse látszik. (Többnyire ilyenkor vesztegelnek huzamosabban valahol.) Ha nem győzik a köd eloszlását kívárni, akkor is elindulnak az otthon felkutatására, de csak óvatosan és részletekben haladnak előre.

Az öregfecskék különválnak és előretörnek. Bizonyos



körzetben átkutatják a terepet s ezután visszaszállnak övéikhez és előbbre vezetik a csapatot.

Kedvezőtlen szélirány esetén az egykörnyékbeliek szintén szétszóródnak, hogy minél nagyobb terepet tartanak megfigyelés alatt. Miközben a csapatvezetők előretörnek *terepszemlét tartani*, egymásközt az összeköttetést ekkor is fenntartják. A belátható vidéket százkilométeres körzetben is átkutatják, amíg a régi otthonhoz vezető utat végül megtalálják.

Ha zord, hideg és esős időjárás miatt a fecskesereg kénytelen valahol távolabbi vidéken vesztegelni, akkor csupán a fecskék előhírnökei — az *előőrsök* tevékenykednek. Sokszor figyelünk, hogy mielőtt még sűrűbben vagy csapatosan mutatkoznának a fecskék, előbb csak egy-egy fecskét látunk az utcák és terek hosszán keresztül-kasul száguldozni, vizsgálódni a hidegben. Ezek az egyedül mutakozó fecskék már *otthonra rátalált előőrsök*, a *terepszemlélők*. Rövid ideig tartó röpködés után ismét eltűnnek. Viselkedésük elárulja, hogy csak helyszíni szemlét tartottak, hogy *kikémleljék a megélhetési viszonyokat*. Ezt az igen fontos terepszemlét szintén a legöregebb fecskék végzik. Ráismerhetünk a fecskét jellemző, erősen fejlett villás farkáról, sötétvörös torkáról, de leginkább arról a határozott, igen nagy gyakorlatot eláruló repüléséről, amelyet nem lehet összetéveszteni a fiatalabb fecske mozgásával.

Ha kémszemléje sikerrel járt, az előőrs távozása után a környék összes fecskéi hamarosan megérkeznek. Ha pedig a helyzet sok jót nem ígér, a fecskecsapat a terepszemle után még napok, sőt hetek múlva sem mutatkozik. De időközben még egyszer-kétszer fel-feltűnnek az előőrsök, hogy újabb terepszemlét tartsanak.

Mindez arra vall, hogy az öreg fecske a maga nyelven adta tudtára az érdekelteknek, hogy mindent rendbetalált és jöhetnek vagy pedig várniuk kell, amíg a helyzet megváltozik.

Így hát az egyes csapatok csak kedvező időjárás esetén válnak el a veszteglő vagy lassan előrevonuló fő-

seregtől. Végül azonban az egész társaság vidékek szerint mégis csak széteszlik és minden fecskecsalád a maga portájára kerül.

Így oldódik meg természetes úton a költözőmadarak vándorlásának csodálatosnak látszó és sok fejtörést okozó, de valóban igen egyszerű problémája.

Iránytűjük pedig a vonulás útvonalához mérten mindenkor a megfelelő ellenszelek járása és miként a tengerészt az észak-déli irányt jelző mágnesű vezető, úgy a vándormadárnak (főrészen) az észak-déli szelek iránya és ennek hideg vagy meleg áramlata mutatja az utat, de egyben figyelmezteti az életlehetőségekre is!

### Az 1931. évi fecskekatasztrófa

Az elmondottakban foglaltak, de különösen a szél szerepének megvilágítása — nehogy pusztá feltevésnek lássék — az 1931. év őszén a fecskék szemünk előtt végbe ment tömeges és nagyarányú pusztulásával, *döntő bizonyítékot kapott.*

A kis vándorok tömeges pusztulása felejthetetlenül megrázó volt. Ebben az esztendőben nagyon korán és hirtelen rontott ránk a szigorú, heteken át tartó télies hideg. Az abnormis időjárás óriási pusztítást vitt véghez az apró vándorok között. Ezrével hevertek országszerte, úton-útfélen a megfagyott és éhenpusztult fecskék. Hasonló hírek érkeztek a kontinens többi országaiból.

Csak kis részük talált menedéket pajtákban, istállókban vagy házakban, ahol a megmozdult szívű emberek vették oltalmukba. A részvétet érző szívek mindent megtettek megmentésükre. De a pusztulás arányához viszonyítva elenyésző volt a segítség. A szanaszét heverő elhullott fecskék közül az élni látszókat összeszedték, meleg szobában életrekellették, megetették, majd dobozokba zárva vonaton, hajón, repülőgépen elszállították délre, ahol aztán szabadoneresztették őket.

Hogy ezek megmenekültek-e, nem tudjuk, de annyi



bizonyos, hogy a fővárosban és a környező vidéken a következő tavasszal alig volt hírmondója a kedves vándoroknak.

A magyarányú tömegpusztulást mindenfelé és mindenki egyaránt értelmetlenül nézte. Senki sem tudott magyarázatot találni, hogy a szerencsétlen kis mártírok miért nem menekültek el a vész elől? Miért áztak, fagyoskodtak, éheztek hetekig, *várva* az elkerülhetetlen pusztulást? Holott más esztendőben sokkal korábban és kisebb hideg elől is sietve menekültek!

Mindeddig általános volt az az egyszerűnek és elfogadhatónak látszó feltevés, hogy a hideg közeledésével a fecskék (éppúgy a többi vándormadarak) egyszerűen útrakelnek, elmenekülnek: más szóval *a hideg elűzi, elkergeti őket*.

Amint nem lehet vitás, hogy valóban a hideg kényszeríti a vándormadarat a költözködésre, éppúgy kétségtelen az is, hogy nem a hideg *vezeti* a vándorútton őket a melegebb éghajlat felé. (Bizony bajos a hideget, mint kényszerítő okot a vezetéssel, vagyis a vándorlás célirányos végrehajtásával összetéveszteni, mert a két dolog fogalmilag és logikailag is különbözik egymástól.) Mert ha egyedül a hideg váltaná ki a vándorösztönt és ez lenne egyben az iránymutatójuk is, egész bizonyos, hogy a fecskék sem várták volna be a rendes költözési időnél jóval később bekövetkezett pusztulásukat! Sőt, nemesak az történt, hogy *az ittrekedtek nem bírtak elmenekülni, hanem az egy-két nap előtt útrakelt vándorokat is visszakergette a zord idő!*

A magyarányú fecskepusztulással kapcsolatban Budapest és környékén a következő személyes megfigyeléseket végeztem:

Szeptember első napjaiban normális időjárás mellett fecskéink a szokott módon és időpontban vettek búcsút otthonuktól. Ezt követően még enyhe volt az időjárás. Néhány nap múlva (úgy 10-ike körül), egyszerre minden átmenet nélkül, vad hideg és sivító északi szél csapott a fővárosra. Fecskének Budapesten már híre-hamva sem

volt. Több mint egy hete süvített a fagyasztó szél és az egész főváros téli gunyába öltözött. Bosszankodtunk, hogy a tél milyen gyorsan beköszöntött, majd csodálkozással vettük észre, hogy *vadul cikázó fecskék száguldoznak a házak és utcák hosszában.*

— Fecskék! — hangzott fel a kiáltás többfelől.

— Hogy kerültek ezek ide? Mit keresnek itt, ebben a télies világban? Megbolondultak, hogy visszajöttek? — kérdezték egymást az emberek. — Ilyent még senki sem látott!

A szerencsétlenek (legalább is nagy részük) bizony a mi fecskéink voltak. Bizonyosságát láttuk abban, hogy a jólismert fészek mellett ugyanazok a családok, azonos számú fiókáikkal üdögéltek vagy röpködtek ijedten. Szegények ott kerestek menedéket, ahol fecskelogika szerint legtöbbet remélhettek, — az otthon körül. Érdeklődve végigjártam a közeli falvakat. Ugyanazok a jelenségek. A 2—3 hét előtt elköltözött fecskék most *visszatértek fészkeikhez.*

A katasztrófa szeptember 25—30-a között következett be. Eddig bírták az éhezést, nélkülözést, a fagyoskodást. *Eddig vártak megmentőjükre, a déli áramlat ébredésére.* Azután úgy potyogtak szegénykéik, mint az őszi legyek.

Előttünk még a szomorú kép. Minduntalan jegeseső verte, fagyasztotta a gyöngye szárnyakat. A kegyetlen északi szél nem tartott szünetet. Nemesak fogvatartotta az iránytű nélkül maradt kis vándorokat, hanem lehetlenné tette számukra az élelemszerzést is. A hosszú szenvedés végül is befejezést nyert. Megfagytak, éhenpusztultak. Hiába várták a felmentő szelüket, amely a vész helyéről elvezesse őket: csak nem akart jelentkezni. Végre október közepén megérkezett (5 heti fagy után), de akkor már késő volt minden...

A fővárosba érkező hírek szerint az elpusztult fecskék ezrei borították az ország minden táját. Úgy látszott, hogy minden magyar fecske kipusztult. (Külföl-



dön a németek kezdték a mentést repülőgépeken és vonatokon.)

Hogyan történhetett ez a páratlan fecskekatasztrófa? A választ megadtuk már a vándormadarak iránytűjének ismertetésével. Napnál világosabb, hogy iránytűjüknek, a déli szélnek elmaradása okozta ezt a rendkívüli pusztulást. Ez a fecskevész több mint bizonyíték. Ez *valóság!* Tisztán és kézzelfoghatóan mutatja, hogy miért nem menekülhettek, miért kellett megvárniok a könyörtelen végzetet, *miért tértek vissza otthonukhoz a szerencsétlenül járt fecskék ezrei és főként miért veszték el ilyen hihetetlen tömegben.*

Mert mi történt velük tulajdonképpen? A meteorológiai viszonyok vizsgálatával tiszta kép tárul elénk. Útközben — bizonyára az európai tengerpartvidéken vagy ennél is közelebb — hirtelen megváltozott az időjárás és a szélirány. Ezzel elvesztették vezető és segítő áramlatukat, mire az utat *nem merték folytatni!* Veszteglés közben pedig utolérte őket az erős, hideg északi szél, vele együtt a tartós éhínség. Egy ideig helyhez kötve vára koztak. (Ez volt az a hét, amely a hideg beköszöntése után eltelt s ami után a fecskék újra visszatértek, remélve a veszedelem elmúlását, amely csak nem akart elkövetkezni.) A hideg és éhség mindinkább elviselhetetlenebbé vált számukra s minthogy az iránymutató déliszél nélkül útjukat úgy sem folytathatták, a legtermészetesebb megoldáshoz folyamodtak: az otthon védelme alatt kerestek menedéket. És amikor hazaérkeztek, nagyobb csapódás érte őket, mert az a hideg, amely őket visszakergette, tulajdonképpen az otthon tájékaról jött. Ez a tévedés végképp megzavarta a legtapasztaltabb, legöregebb fecskevezetőket is, ezzel úrrá lett a fejetlenség és tehetetlenség.

De ezzel még nem telt be a pohár... Hogy teljes legyen a fecsketragédia, a rákövetkező tavasz sem volt kíméletesebb. A baj sohasem jár egyedül. Ebben az esztendőben (ezt különösen megfigyeltem, hogy mikor és mennyien térnek vissza) még a május hónap is abnor-

misan hideg volt. Így még júniusban sem láttunk fecskét. Üresen maradtak a kis fészkek. Nemesak azért, mert az őszi vész letarolta, elpusztította nagyrészüket, hanem azért is — és ez több mint valószínű, — hogy a kivételesen megmaradtak sem *mertek* most már hazatérni. A szigorú télutónak is beillő tavasz, egészen a nyár közepéig elzárta előlük az életlehetőségeket, az életrekelő természetet. Néhány fecskepár csak június végén és július elején mutatkozott a megmaradtak közül.

A fecskevész felelevenítésével az volt csupán a célunk, hogy *rendkívüli bizonyítékot* szolgáltatassunk és *döntően rávilágítsunk a vándormadarak tényleges navigátori képességére*. Mert ezzel nemcsak legtisztább képét kapjuk a vándorösztön és a szelek között fennálló szoros összefüggésnek, hanem elmondhatjuk, hogy most már *tapasztalati alapon* is meg van állapítva *a tájékozódó képesség lényege*. Hisszük, hogy a megfontolandó eseményt — amit mi csupán aviatikai szempontból vizsgáltunk — bizonyára megfigyelték az illetékes szakemberek is. Ha tehát rendelkezésre állnak a megfelelő adatok, úgy pontról-pontra nemcsak ellenőrizhetik, hanem szintén megállapíthatják az elmondottak helytállóságát. A későbbi alapos megfigyelések pedig még pontosabban kidomboríthatják a *szél mint iránytű* szerepének valóságát és jelentőségét. De ugyanekkor megszívlelésre méltó az a ténykörülmény is, hogy a szél örök és ős energiaforrása a repülésnek, amelyre az egész természetes aviatika felépült, hogy ezzel irányt mutasson az emberi törekvéseknek is.

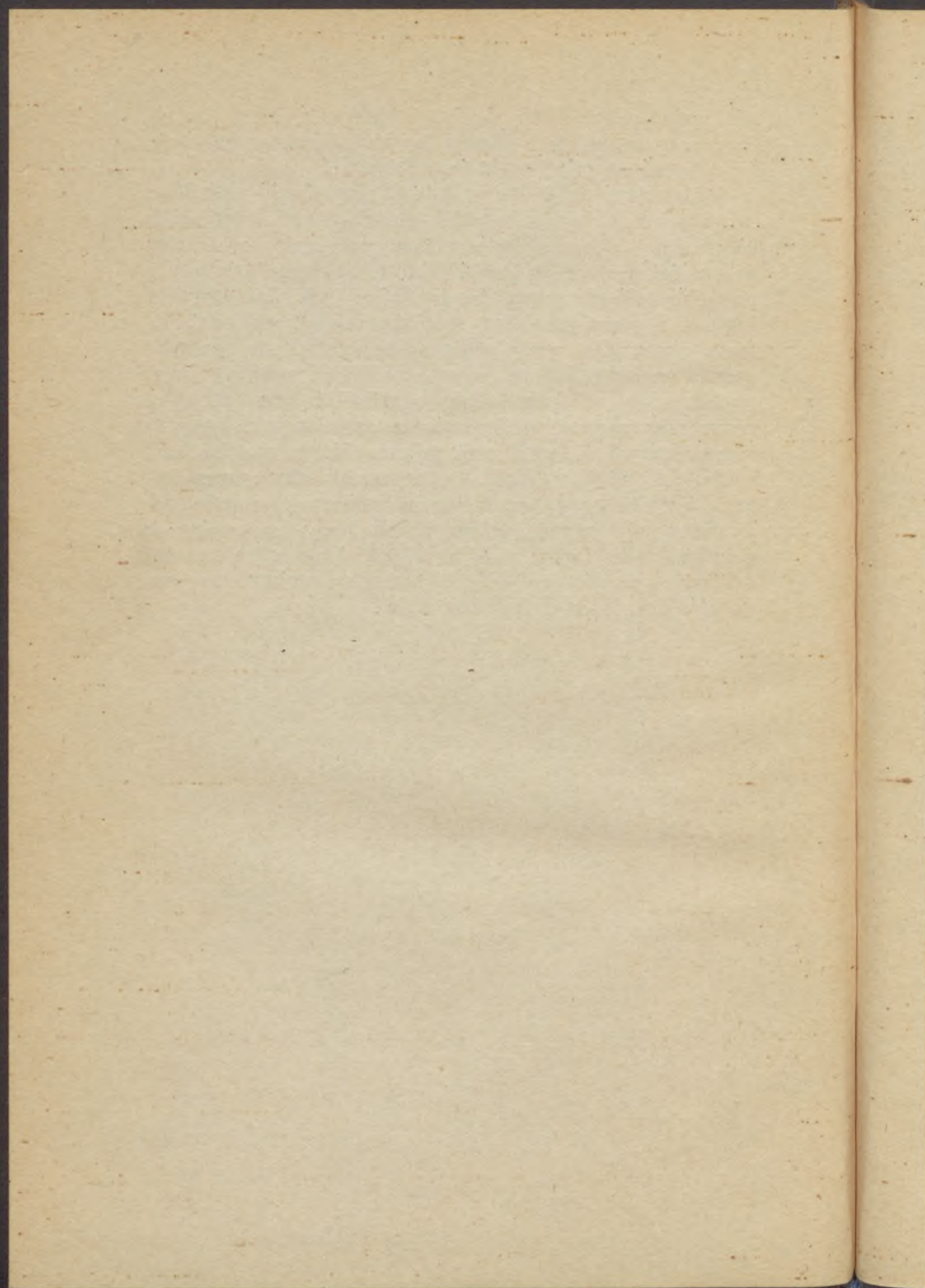
Nem túlozunk talán, ha a szelek szárnyán való repülésnek várható fejlődését abban látjuk, hogy minden közlekedési formánkat végkép áttehetjük az atmoszférába! Megbízható gépekkel és a szelek ismeretének birtokában mindenkor a leggazdaságosabb és legbiztonságosabb mozgást teremthetjük magunknak...

Ne áltassuk magunkat! Ez az idő, mint kényszer-



körülmény előbb-utóbb úgyis elkövetkezik, mert ha elfogy a nyersolaj és a kőszén, helyét elsősorban mi más foglalhatná el, mint a víz és a szélerő!!

Záradékkul tehát felvetjük a legsúlyosabb kérdést: és pedig azt, hogy a repülés korszakában mindinkább közeledünk ahhoz a keresztúthoz, amelynél választani kell a légi közlekedés formái között. Nevezetesen, hogy a nagyobb teljesítményű, de rendkívül sok üzemanyagot fogyasztó (benzint, olajat) és több veszedelmet rejtő motoros géprepülést vagy pedig a szerényebb, de biztonságosabb szelek-szárnyát (a motornélküli repülést) használjuk-e légi közlekedésünk eszközéül! Ez utóbbira nézve már vannak gyakorlati tapasztalataink, hogy a mindenirányú és erejű szél milyen kifogyhatatlan erőforrásként kínálja magát. De tapasztalatokat szereztünk arra nézve is, hogy nem elég az embernek csupán *rábíznia magát*, hanem *tudnia* is kell, hogy mennyire és meddig *bízhat* benne! A természet útmutatása szerint nemcsak a madár repülésének, hanem az *ember szárnyra-kerülésének is ez a fejlődési útja!*





## TARTALOM

Előszó . . . . .	5
Bevezetés . . . . .	7
A szárnyformák kialakulása a természetben . . .	12
A természetes repülés megoldása . . . . .	20
<b>Első osztály. ROVAROK</b>	
A váltakozó-irányú légcsavar . . . . .	27
A természet apró repülőgépei . . . . .	32
Első típus. A légy repülése	
A rovarvilág akrobatája . . . . .	43
Második típus. A kis-szárnyú lepke repülése	
Óceánrepülő rovarok . . . . .	64
Harmadik típus. A szitakötő repülése	
A rovarvilág légi-cirkálója . . . . .	79
Negyedik típus. A bogarak repülése	
Repülőgép a kabát alatt . . . . .	93
Ötödik típus. A nagyszárnyú pillangó repülése	
A szelek önkéntelen vándora . . . . .	106
<b>Második osztály. HALAK, EMLŐSÖK</b>	
Repülő tengeralttjáró a természetben . . . . .	117
A repülő emlősök . . . . .	125
<b>Harmadik osztály. MADARAK</b>	
A madárrepülés csoportosítása . . . . .	139
A madárszárny berendezése . . . . .	144
A madárszárny működése . . . . .	152

<b>Első csoport. Kísszárnyúak</b>	
Általános jellemzés . . . . .	170
Hajítórepülés . . . . .	179
A kísszárnyúak helikopter-repülése . . . . .	182
<b>Második csoport. Középszárnyúak</b>	
Általános jellemzés . . . . .	190
A középszárnyúak haladórepülése . . . . .	194
Vágtatva-repülés . . . . .	203
A csapkodó-úszás . . . . .	210
A galamb helikopter-repülése . . . . .	215
<b>Harmadik csoport. Nagyszárnyúak</b>	
Általános jellemzés . . . . .	224
A szárny lengő működése . . . . .	230
A lassú repülés . . . . .	236
A gyors repülés . . . . .	242
A sarlósszárnyú repülés . . . . .	250
A vihar-repülés . . . . .	256
A nyílalva-úszás . . . . .	262
A madárrepülés erőfogyasztása . . . . .	270
<b>Úszás a levegőben . . . . .</b>	<b>273</b>
A légi-úszás általános jellemzése . . . . .	278
A légi-úszás erőforrása . . . . .	290
A függve-úszás (helikoplán) . . . . .	300
A haladó- vagy egvényes-úszás . . . . .	306
A keringve-úszás (körözés, ívelés) . . . . .	313
A körmozgások működése . . . . .	324
Állandó-úszás . . . . .	331
<b>A vándormadarak iránytűje</b>	
Vándorlás, vándoröszön . . . . .	351
Az iránytű . . . . .	358
A visszavándorlás . . . . .	370
Az 1931. évi fecskekatasztrófa . . . . .	374



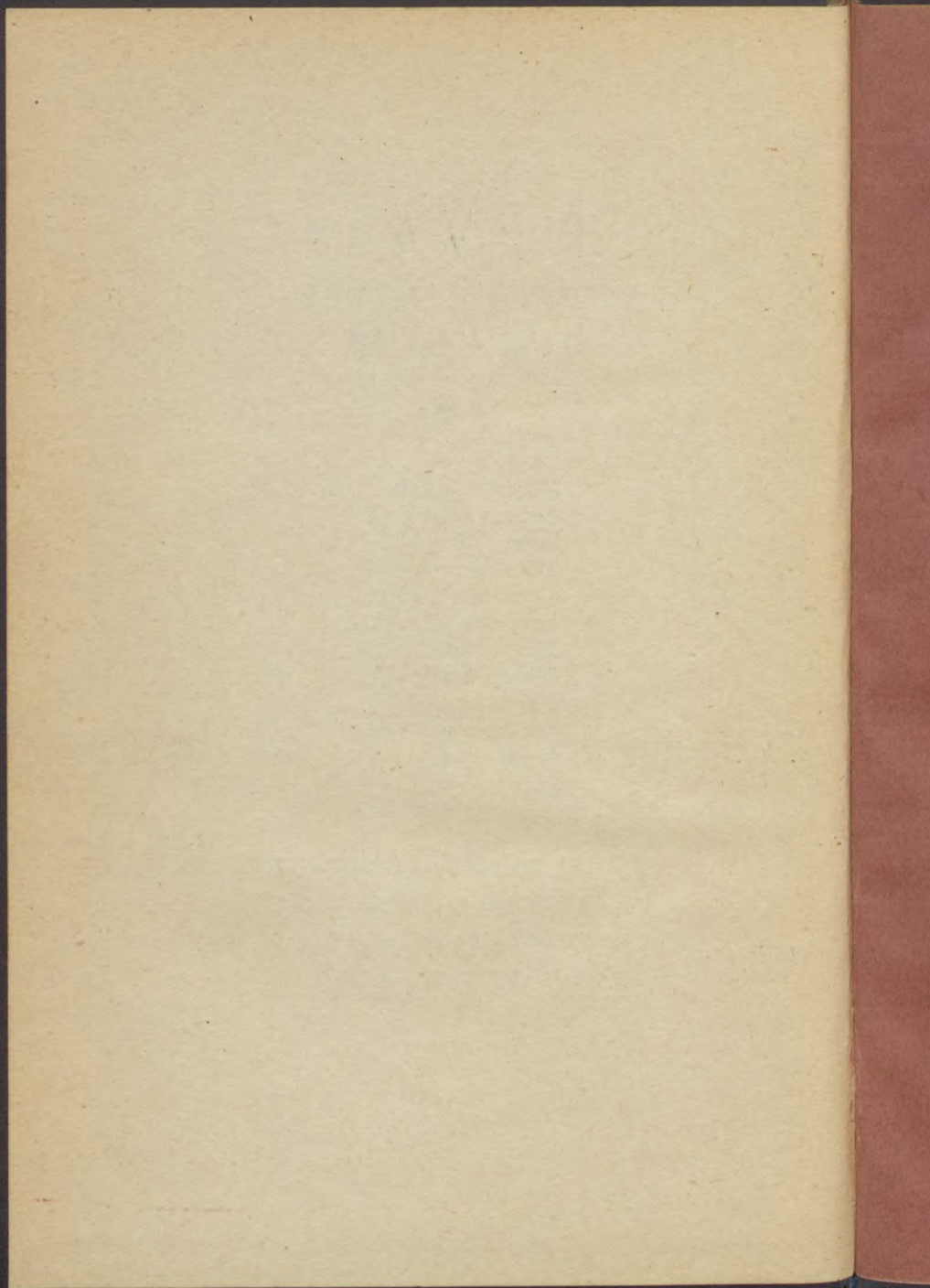
# R É V A I

## IRODALMI INTÉZET

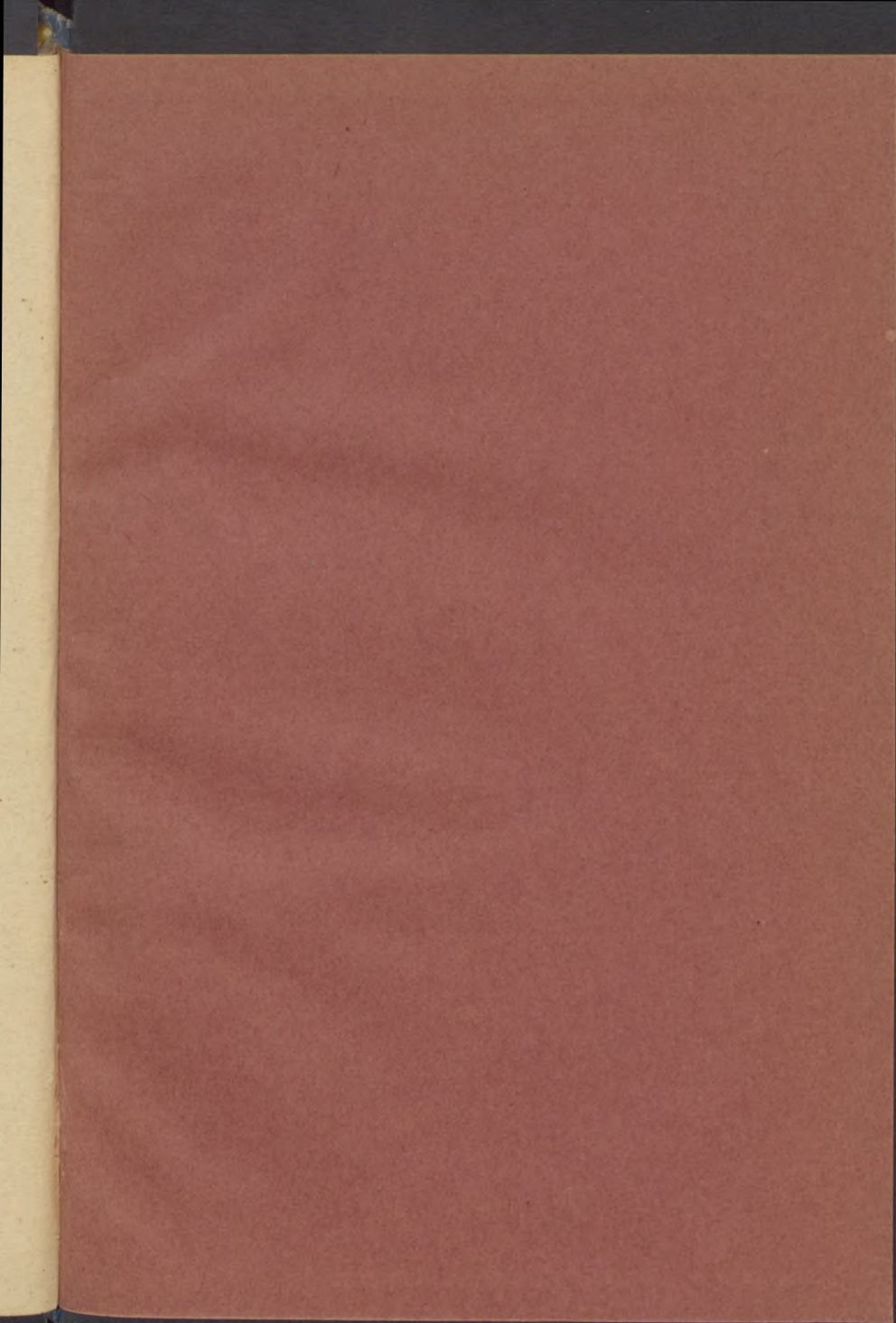
ALAPÍTÁSI ÉV: 1869

Eötvös József  
Jókai Mór  
Eötvös Károly  
Mikszáth Kálmán  
Ambrus Zoltán  
Rákosi Viktor  
Móra Ferenc  
Kosztolányi Dezső  
Komáromi János  
Bánffy Miklós  
Makkai Sándor  
Márai Sándor  
Kós Károly  
Nyirő József  
Tamási Áron  
és más neves írók kiadója

MAGYAR MŰVELŐDÉSTÖRTÉNET  
R É V A I N A G Y L E X I K O N A  
K L A S S Z I K U S R E G É N Y T Á R  
E G Y E T E M E S T Ö R T É N E T

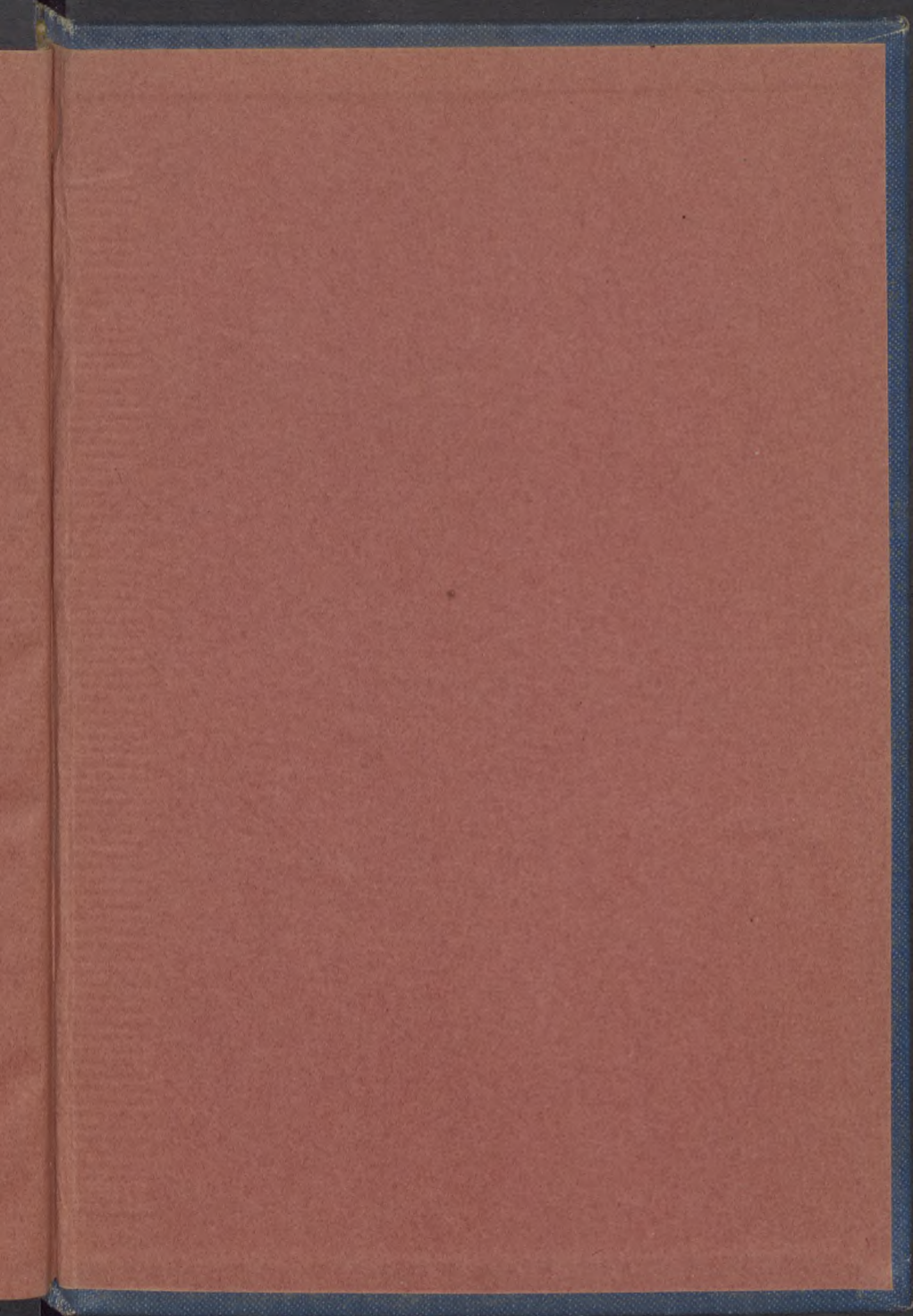




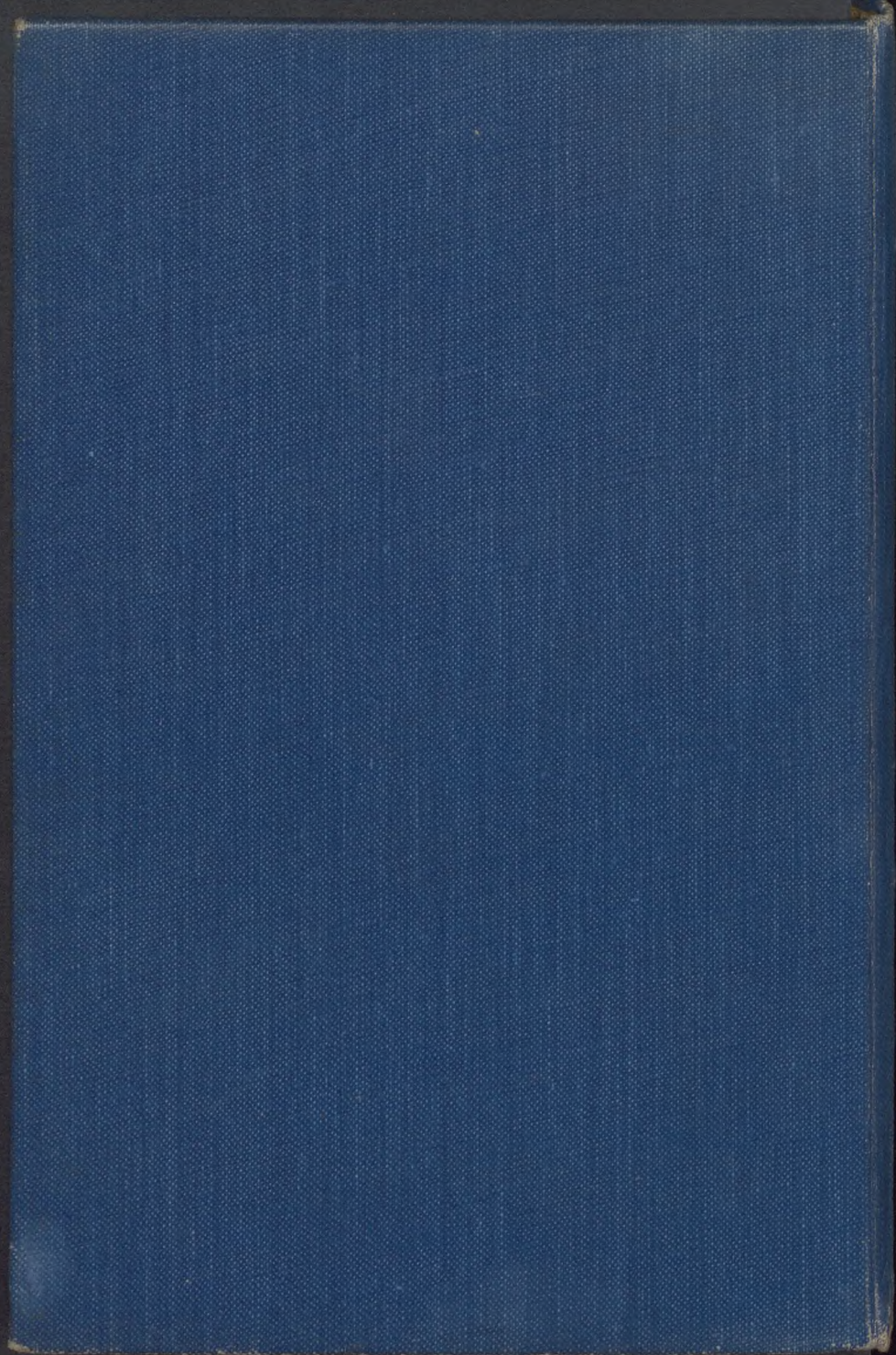














SVACHULAY  
SÁNDOR

ATERMÉSZET  
AVIATIKUSAI

---

RÉVAI