

A LEBEGŐ KERÉK A WELLNER-FÉLÉVEL ÖSSZEHASONLÍTVA.

Dr. Martin Lajos egyet. tanártól.

Alig hogy „*Lebegő kerék*“ című találmányomra belföldi szabadalmat kértem volt, Wellner György brünni műegyetemi tanár »*vitórlás kerekű repülőgép*« című tervezetével lépett fel. A dolog annak idején elég sok port vert fel úgy a magyar, mint a külföldi sajtóban. Mind a kettő kerékszerkezetből állván, s mind a kettő ugyanarra a célra szolgálván, közel feküdt a gondolat, hogy az egyik talán csak utánezata vagy módosítása a másiknak; noha később kitűnt, hogy a két tervezet úgy elvi, mint szerkesztési szempontokból véve egymástól lényegesen eltér.

Most febr. hóban egy berlini cégét biztam meg, hogy találmányomra német birodalmi szabadalmat szerezzen. A szabadalmazás azonban külföldön egészen más mederben mozog, mint miná-lunk és különösen Németországban a közmondásos »*deutsche Gründlichkeit*« nehezíti az eljárást. Ott ugyanis vannak cégek, melyek egy-egy szabadalmat megtámadnak, s csakis bizonyos »*Schweiggeld*« mellett vonják vissza megtámadásukat. Odiózus egy kenyér lehet ugyan másnak a kárából élni, de épen azért, hogy a szabadalmazás meg ne hiúsíttassék, a legnagyobb elővigyázat szükséges, nehogy a »*Kaiserliches Patentamt*« okot találjon a szabadalmat megtagadni, vagy a már megadott szabadalmat megsemmisíteni. Berlini cégem a szabadalmazás keresztülvitelében fennakadást látott. Első nehézség volt — véleménye szerint — hogy Wellner engem megelőzött, miután ő már decemberben Berlinben járt s az alkalommal — állítólag — lépéseket tett a szabadalmazás iránt; Wellner tehát ez által engem három hóval megelőzött. A cégem tehát szükségesnek tartotta: mutassam ki azt a leírásomban, hogy miben tér el saját találmányom az övétől, mert különben attól kell

tartani, hogy a „Patentamt« a gyanú miatt fog elútasítani, hogy saját találmányom a Wellner-félének utánzása.

A kívánságnak nem feleltem meg; mert bebizonyított tény, hogy én, habár kevesebb reklámmal, de előbb felléptem, mint ő. Tehát nem hogy Wellner engem megelőzött volna, hanem megfordítva, én előztem meg őt. S miután prioritási jogom legalább itt belföldön szept. 8-tól számít, az övé pedig legfeljebb november 18-tól számítható, mely napon t. i. a bécsi mérnök-egyletben azt a hírneves előadást tartotta, mely a bécsieket annyira elragadta, azt hiszem a Reichspatentamt nem fogja valószínűnek találni, hogy én szept. haván azt utánoztam, a mit Wellner novemberben tervezni fog. S nem hogy én igazoljam magamat, hanem fordítva, neki volna kötelessége magát igazolni.

De noha berlini czégemnek ezt a kívánságot megtagadtam, a dolog szeget vert a fejembe. Már csak is tudományos érdekből tudni akartam, hogy a két tervezet közt melyik előnyösebb. Belemélyedvén a kérdésbe, oly dolgokra jöttem, melyek megérdemlik hogy közre adjam.

Két kereket kell összehasonlítani: a lebegő kereket, melyet október haván e helyen bemutatam, és a Wellner-féle vitorlás kereket, melynek leírásával most nem foglalkozom-s felteszem, hogy szerkezete már egyébként ismeretes.

Két gép között mindig az az előnyösebb, melynek nagyobb haszonhatása van. Hogy tehát mondhassuk, miszerint a két kerék közt melyik előnyösebb, mind a kettőnek a haszonhatását kell ismer-nünk. Lássuk először a lebegő kerék haszonhatását.

A kísérletek közt, melyeket a multkor bemutatott mintake-rékkal tettem volt, kiválasztom azt, a melynél az $S = 5$ kgnyi haj-tósúly a kerekeket $L = 0.15625$ m. kgnyi m. p. munka fejlesztés mellett $u = 1$ m. p-kénti forgásba hozta. Ha a kerék forog, minden lapát körútja lefelé tartó részében ki van nyújtva, felfelé tartó részé-ben be van vonva; kinyújtva pozitív, bevonva negatív hatású. A kétféle munkát $L_1 \cdot L_2$ -vel jelölvén, világos, hogy $L_1 - L_2$ a levegő ellenállásának a munkája; ez képezi az elért eredményt. A motor mindkét munkát végezvén, összesen $L = L_1 + L_2$ munkát fejlesztü; ez a motor munkája; ennélfogva a haszonhatás:

$$\eta = \frac{L_1 - L_2}{L_1 + L_2}$$

Ezt az η értéket most kétféle módon fogjuk kiszámítani.

Az egyik mód szerint legyen p_1 P_1 f a b a_1 k u v egymásután a levegő nyomása egy lapátra, a nyomása az egész kerékre, egy lapát területe, a lapátcsúcs sugara, a lapát szélessége, a keréktest sugara, a nyom. pont sugara, a forgások száma m-p-ként s a nyom. pont gyorsasága. Kiindulási pontül szolgál az ismeretes képlet:

$$p_1 = \frac{\alpha \gamma f v^2}{2g} \text{ A berlini »Zeitschrift für Luftschiffahrt« etc. 1892.}$$

évi febr. havi füzetében: »Bemerkungen zu Lilienthals Vogelflug« etc. megjelent cikkben bebizonyítottam hogy: $\alpha \gamma = \frac{40}{g}$; ennél fogva

$p_1 = 20 f \left(\frac{v}{g}\right)^2$. A lapát derékszögény, de mely a csúcstól a keréktestig ér, területe:

$f = b(a - a_1) = ab \left(1 - \frac{a_1}{a}\right)$. A minta-keréknél: $\frac{a_1}{a} = \frac{1}{6}$ tehát:

$f = \frac{4}{6} ab$. Másfelől a gyorsaság: $v = 2 \pi u k$ és $k = 0.63 a$. Ezeket betévén:

$p_1 = 16 ab \left(\frac{2 \pi u 0.63 a}{g}\right)^2 = 16 \left(\frac{2 \pi 0.63}{g}\right)^2 a^3 b$ és miután $a = 0.28$, $b = 0.045$

$$p_1 = 16 (0.16303) \times 0.02195 \times 0.045 = 0.00258 \text{ kg.}$$

Ez egy lapátnak nyomása s a keréknek tizenkét ilyen lapátja lévén, az egész kerék nyomása:

$$P_1 = 12 \times p_1 = 0.03096, \text{ a melynek a másodperc munkája:}$$

$$L_1 = \frac{P_1 g}{2} = 0.15179. \text{ Ez a lebegési munka pozitív része. A}$$

negatív rész meghatározására szolgál: $L = 0.15625$. Ez a motor munkája volt, tehát:

$$L = L_1 + L_2. \text{ Ebből } L_2 = L - L_1;$$

azaz: $L_2 = 0.15625 - 0.15179 = 0.00446$. Ennél fogva:

$$\eta = \frac{L_1 - L_2}{L_1 + L_2} = \frac{0.15179 - 0.00446}{0.15179 + 0.00446} = \frac{14733}{15625} = 0.942. \text{ Azaz}$$

a minta-kerék ez alkalommal $94\frac{2}{10}$ százalék haszonhatással dolgozott.

Lássuk ezek után a másik számítási módot.

Kiindulási pontúl szolgál megint a képlet:

$p = \frac{\alpha \gamma f v^2}{2g}$; legyen ez a lapát igenleges nyomása, akkor a nemleges nyomását:

$q = \frac{\alpha_1 \gamma f_1 v_1^2}{2g}$ képlet által lesz kifejezve. Ámde tizenkét lapát működővén:

$P = \frac{12 \alpha \gamma f v^2}{2g}$ és $Q = \frac{12 \alpha_1 \gamma f_1 v_1^2}{2g}$. Legyen h a m . p -nyi út, akkor:

$L_1 = Ph$ és $L_2 = Qh_1$ ennél fogva:

$\eta = \frac{Ph - Qh_1}{Ph + Qh_1}$. Ámde lebegésnél $h = h_1$ tehát:

$\eta = \frac{P - Q}{P + Q} = \frac{\alpha f v^2 - \alpha_1 f_1 v_1^2}{\alpha f v^2 + \alpha_1 f_1 v_1^2}$. A lebegő keréknél $f = f_1$,

mert az f és f_1 területek csak fekvésükre nézve különböznek egymásnál, továbbá mivel a lapát körútjában mindig csak ugyanazon egy oldalával dolgozik: $\alpha = \alpha_1$ tehát:

$$\eta = \frac{v^2 - v_1^2}{v^2 + v_1^2}$$

A v és v_1 gyorsaságok a forg. sugarakkal, ezek megint derékszögűvényeknél a magasságokkal arányosak lévén: $v : v_1 = k : k_1 = a : a_1 = 5 : 1$ miből: $v = 5 v_1$, végre:

$$\eta = \frac{v^2 - v_1^2}{v^2 + v_1^2} = \frac{25 - 1}{25 + 1} = \frac{12}{13} = 0.923.$$

Azaz: a kerék haszonhatása ezen számítás szerint $92\frac{3}{10}$ százalékot tesz ki. Ez olyan érték, mely mint látjuk, az előbbi értéket megközelíti. Az eltérés könnyen megmagyarázható, ha felteszszük, hogy a mechanikus, a ki a kis mintát készítette, a keréktest sugarát egy szikrával nagyobbra vette, még pedig elég volt, hogy ha $a_1 = 56$ m. m. helyett $a_1 = 56.03$ m. m. mért volt.

Lássuk most a Wellner-féle kereket.

A kerék szerkezete az ismeretes Morgan-féle lapátkerék szerkezetén alapszik, azon eltéréssel, hogy a lapát-igazító excentre Wellnernél úgy van alkalmazva, hogy görbe felületű a lapát körútja legmagasabb pontjában a homorú — legmélyebb pontjában a domború oldalát fordítja az ellenálló közeg felé.

Wellner eddigelé már tett kísérletet, de hír szerint nagyon csekély eredménnyel; ez annyival inkább serkent a szerkezet elméleti haszonhatását megtudni. Ezt még maga Wellner sem vizsgálta, vagy ha vizsgálta, jónak találta elhallgatni, remélvén, hogy majd később sikerül szerencsésebb módosításra jutni, mely kedvezőbb eredményt fog adni.

Mert ezen keréknél is úgy, mint minden bármily szerkezetű repülőgépnél, a dolgozó alkotórészek váltakozva, majd pozitív majd negatív hatásúak, s a gépezet haszonhatása annál nagyobb, mennél nagyobb a pozitív és negatív hatások differenciája. Lássuk most, hogy alakúlnak a viszonyok Wellnernél.

A Wellner-féle kereket forgásba helyezvén, minden lapátja körben forog, ezen körök sugarai egyenlők. A lapát maga a körút legmagasabb pontjában a homorú — legalsó pontjában a domború oldalával üt a nyugvó közegre, ama pontban pozitív, ebben negatív nyomást fejleszt. Mindkét nyomás munkát végez, amaz pozitív, ez negatív, s az eredő munka azok különbségiből fog állani. A motor mindkét munkát kénytelen levén végezni, összmunkája ama munkák összegéből fog állani. Legyen L_1 az igenleges, L_2 a nemleges lapátmunka, akkor:

$L_1 - L_2$ az eredő — és

$L_1 + L_2$ a motor munkája. Ennélfogva az elért haszonhatás

$$\eta = \frac{L_1 - L_2}{L_1 + L_2}. \text{ Legyenek továbbá } P_1 \text{ és } P_2 \text{ a lapátnyomások}$$

és h_1 h_2 ezek útjai m. p-ként, akkor:

$$\eta = \frac{P_1 h_1 - P_2 h_2}{P_1 h_1 + P_2 h_2}. \text{ Legyenek végre } \alpha_1 \alpha_2 f_1 f_2 v_1 \text{ és } v_2 \text{ a levegő}$$

ellenállási coefficiensei, a lapátterületek és a nyom. pontok gyorsaságai, akkor:

$$\eta = \frac{\alpha_1 f_1 v_1^2 h_1 - \alpha_2 f_2 v_2^2 h_2}{\alpha_1 f_1 v_1^2 h_1 + \alpha_2 f_2 v_2^2 h_2}. \text{ Ámde Wellnernél szerkesztés miatt:}$$

$f_1 = f_2$; $h_1 = h_2$ és $v_1 = v_2$, ennélfogva:

$$\eta = \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2}, \text{ a hol } \alpha_1 \text{ a homorú — és } \alpha_2 \text{ a domború lap coeffi-}$$

ciense. Már most igaz, mert minden közönséges esernyővel meggyőződhetünk, hogy a homorú fölület nagyobb, a domború kisebb ellenállást fejleszt, de a különbség a két ellenállás közt csak néhány

‰ tesz ki. Már ebből is látni való, hogy η csak igen kis érték lehet. De bármi legyen is a dologban, annyi bizonyos, hogy a $\alpha_1 - \alpha_2$ különbség a kérdésben dönt. Ezt azonban nem ismerjük, maga Wellner sem ismerte, mert ha ismerte volna, rájött volna, hogy találmánya nem practikabilis.

Számos kísérlet történt már az ellenállások meghatározására, de sajnos mind elégtelen volt, mert nem adnak elég biztos alapot, hogy azon egy pár egészséges és észszerű ellenállási elméletet lehessen felépíteni. Hogy azonban ez iránt legalább némi tájékozást adjak, hasonlítsuk össze a sík és görbe fölületek ellenállásait.

Ha sík fölület nyugvó közegben mozog, mindegy, melyik oldala megy elől; az ellenállás mindig ugyanaz. Ha görbe fölület mozog, vagy a homorú vagy a domború oldala lehet elől; a homorú homlokznál az ellenállás nagyobb mint a síknál, domború homlokznál az ellenállás kisebb, mint a sík homloké. Ez tény, melyről bármikor is meggyőződhetünk. Legyenek tehát α_1 α_0 és α_2 egymásután a homorú, a sík s a domború ellenállás, akkor:

$$\alpha_1 > \alpha_0 > \alpha_2.$$

Az α_1 és α_2 -re nézve kétségkívül a fölület görbülése fogja a főszerepet vinni. A mint a homlok, legyen az akár homorú, akár domború, görbülési viszonyai megváltoznak, az ellenállások is megfognak változni még pedig olyan formán, hogy úgy az α_1 , mint az α_2 , annál inkább fog α_0 felé közeledni, mennél jobban közeledik a görbe fölület a síkhoz. De egy görbe fölület csak úgy közeledhetik a síkhoz, ha görbülési sugara a ∞ felé növekedik. Az α_1 és α_2 -nek tehát az a sajátja, hogy mind a kettő α_0 -ba megy át, ha a görb. sugár ∞ felé halad. Ebből látnivaló, hogy α_1 és α_2 a görbülési sugárnak a függvényei; és ha $\alpha_1 = \varphi(r)$ és $\alpha_2 = \psi(r)$ [a hol r a görb. sugár] akkor: $\alpha_0 = \varphi(\infty)$ és $\alpha_0 = \psi(\infty)$ úgy hogy $\varphi(\infty) = \psi(\infty)$.

Ez mind az, amit α_1 és α_2 -ről mondhatunk; magukat a φ és ψ függvény formákat nem ismerjük.

Az α_1 és α_0 közötti viszony meghatározására nézve a Lilienthal-féle kísérletek adnak elég biztos támpontot. L. ugyanis még 1890. előtt sík szárnyakkal experimentált; ezen kísérletekből kiszámítottam volt, hogy: $\alpha \gamma = \frac{40}{g}$, mely érték, mint fennebb láttuk volt, a lebegő keréknél be is vált; — most jelenleg megint mereven tar-

tott homorú szárnyakkal experimentál. Előbbi alkalommal tapasztalta volt, hogy 8 m^2 szárnyfölvülettel 40 kg.-ot bír lebegve tartani; most megint 14 m^2 homorú fölvület 80 kg.-nyi tehernek elég. Összehasonlítván a két kísérletet, látjuk, hogy 16 m^2 sík fölvület éppen annyit bír el, mint 14 m^2 homorú fölvület. E szerint áll az egyenlet:

$$16\alpha_0 = 14\alpha_1. \text{ Ebből következik:}$$

$$\alpha_1/\alpha_0 = 8/7. \text{ Ez határozza meg az } \alpha_1 \text{ és } \alpha_0 \text{ közötti viszonyt.}$$

Kényesebb a dolog az α_0 és α_2 közötti viszony meghatározásánál; kísérletek nem léteznek, csak analogia útján haladhatunk. Az előbbiekre vissza emlékezvén: $\alpha_1 > \alpha_0 > \alpha_2$ tehát: $\alpha_1/\alpha_0 > 1$ és $\alpha_2/\alpha_0 < 1$; de mind a két viszonyszám sem a felületek területeitől, sem a gyorsaságoktól, hanem egyes-egyedül a görbülési sugaraktól fog függni. Még pedig, ha a görb. sugár növekedik, α_1/α_0 kisebbedni, α_2/α_0 nagyobbodni fog, mert mind a kettő az egységbe megy át, ha a görb. sugár ∞ .

Már most ha ugyanazon görbe fölvületnek egyszer homorú, másszor domború oldalát használjuk homlokúl, tekintve azt, hogy a görb. sugár mind a két esetben ugyanaz, világos, hogy α_2 és α_0 közt csak ugyanazon viszony állhat, mely α_1 és α_0 közt fennállott volt; ámde tekintve azt, hogy a mondottak szerint kell, hogy $\alpha_1 > \alpha_0 > \alpha_2$ legyen, tehát ezen egyenlet fog állani:

$$\alpha_1/\alpha_0 = \frac{\alpha_0}{\alpha_2}. \text{ A miből:}$$

$\alpha_1 \cdot \alpha_2 = \alpha_0^2$ következik. Azaz; α_0 mértani középarányosa α_1 és α_2 -nek.

Ha ezt a hypothezist, mely megengedem még bebizonyítandó, elfogadjuk:

$$\eta = \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2} = \frac{\alpha_1/\alpha_0 - \alpha_2/\alpha_0}{\alpha_1/\alpha_0 + \alpha_2/\alpha_0} \text{ azaz ha } \alpha_2 \text{ elimináltatik;}$$

$$\eta = \frac{\alpha_1^2 - \alpha_0^2}{\alpha_1^2 + \alpha_0^2} = \frac{(\alpha_1/\alpha_0)^2 - 1}{(\alpha_1/\alpha_0)^2 + 1} = \frac{(8/7)^2 - 1}{(8/7)^2 + 1} = \frac{64 - 49}{64 + 49} =$$

$$\frac{15}{113} = 0.132$$

A Wellner-féle kerék ezek szerint csak $13\frac{2}{10}$ százalék használatást tesz kilátásba.

Ezen számítás azonban oly hypothezisen alapszik, mely kísérletileg még nincs kipróbálva, s noha első látszatra helyesnek látszik,

még is kétségbe vonható. De van ennek ellenében más két hypothezis, mely közül az egyik olyan eredményt ad, mely a szigorú és pontos eredményt bizonyosan felülhaladja. Lássuk azt.

Tegyük fel hogy α_0 az α_1 és α_2 -nek a számtani középtani arányosa. E szerint:

$$\alpha_0 = \frac{\alpha_1 + \alpha_2}{2}. \text{ Ebből nyerjük:}$$

$$\alpha_2 = 2\alpha_0 - \alpha_1. \text{ Ennélfogva:}$$

$$\eta = \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2} = \frac{\alpha_1 - (2\alpha_0 - \alpha_1)}{\alpha_1 + (2\alpha_0 - \alpha_1)} = \frac{\alpha_1 - \alpha_0}{\alpha_0} = \frac{\alpha_1}{\alpha_0} - 1 = \frac{8}{7} - 1 = \frac{1}{7} = 0.143.$$

Ha tehát a sík ellenállás a homorú és domború ellenállás számtani középárányosa, a kerék csak $14\frac{3}{10}$ százalék haszonhatást tesz kilátásba.

Már most látván az eredményt azon két esetben, ha a sík ellenállás vagy a mértani vagy a számtani középárányos, vizsgáljuk még a harmadik esetet. Ez abból áll, ha felteszszük, hogy a sík ellenállás a homorú és domborúnak a harmonikus középárányosa. Most:

$$\alpha_0 = \frac{2\alpha_1 \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2}. \text{ Ebből } \alpha_2 \text{-öt kikeresvén:}$$

$$\alpha_2 = \frac{\alpha_1 \alpha_0}{2\alpha_1 - \alpha_0}. \text{ Ennélfogva:}$$

$$\alpha_1 - \alpha_2 = \frac{\alpha_1 (2\alpha_1 - \alpha_0)}{2\alpha_1 - \alpha_0} \text{ és } \alpha_1 + \alpha_2 = \frac{2\alpha_1^2}{2\alpha_1 - \alpha_0}. \text{ Ezt helyet-}$$

tesítvén:

$$\eta = \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{\alpha_1 + \alpha_2} = \frac{2\alpha_1 (\alpha_1 - \alpha_0)}{2\alpha_1^2} = 1 - \frac{\alpha_0}{\alpha_1} = 1 - 7,8 = \frac{1}{8} = 0.125.$$

Ha tehát a sík ellenállás harmonikus középárányosnak tekintik a kerék csak $12\frac{1}{2}$ százalék haszonhatást tesz kilátásba.

Hogy a három hypothezis közt melyik a helyes, azt csak a tapasztalás döntheti el, addig is mind a három egyenlő jogosultsággal bír. Noha tekintetbe véve a fennforgó körülményeket, azt hiszem, hogy a számtani középárányos hypothezise nagyobb valószínűséggel bír, mint akár a harmonikus, akár a számtani középárányos hypothezise. De akármelyiket is teszünk fel, mind a háromra nézve az η egy feltűnő kis érték, a mint az a Wellnerféle keréknél az másként nem is lehet, miután nála a haszonhatás mértékfoka csak azon különbségen alapszik, mely a felső és alsó lapát ellenállása közt fenáll, a mely pedig csak egy néhány százalékot tehet ki.