

# XV. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2010. március 25-26.

## KERÜLETI ERŐK ÜZEMELŐ KERESZTÁRAMÚ TURBINA JÁRÓKEREKÉN

HAJDÚ Sándor, LAKATOS Károly PhD

### Abstract

A characteristic feature of cross-flow turbines is a strong fluctuation in the circumferential force that generates axle power, because the interaction between the blades and the medium is not constant. Due to this varying interaction, the force that occurs on one blade (and its tangential component) fluctuate cyclically as the blade changes its position. This lecture explains the evolution of the inlet velocity triangle and the cyclically varying forces, assuming different ratios of rotational speed and flow velocity.

### Key words:

cross flow turbine, velocity triangle, peripheral force

### Összefoglalás

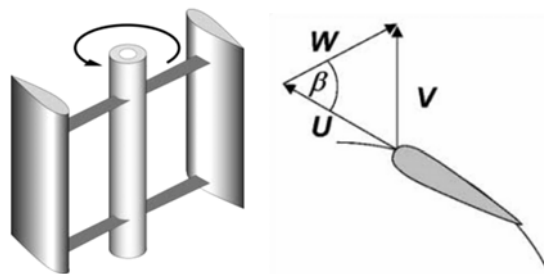
A keresztáramú turbinák lényegi sajátossága, hogy a tengelyteljesítményt előállító kerületi erő erősen ingadozik, mert a turbinalapát és a közeg közötti kölcsönhatás nem állandó. A változó kölcsönhatás miatt a kerék egy lapátján fellépő eredő erő (és annak tangenciális összetevője) a lapát pozíciójának a függvényében ciklikusan ingadozik. Az előadás bemutatja a belépő sebességi háromszög alakulását és a forgás miatt ciklikusan változó erőket a járókerék fordulatszám és a közegsebesség különböző arányai mellett.

### Kulcsszavak:

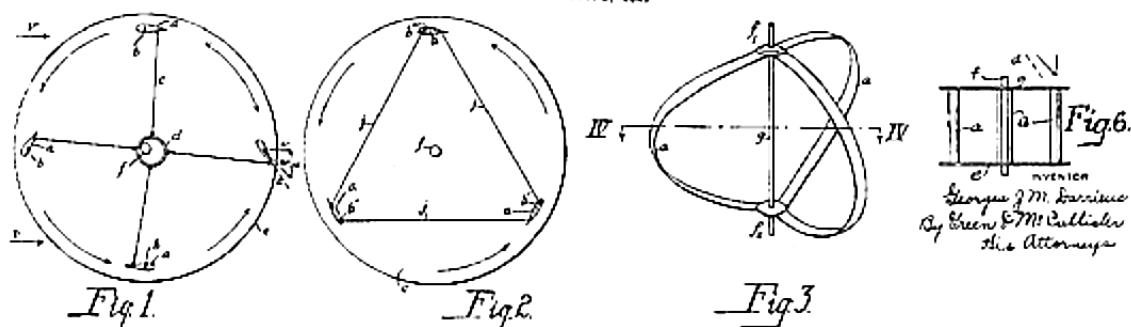
keresztáramú turbina, sebességi háromszög, kerületi erő

### 1. Bevezetés

A keresztáramú turbina (Darrieus-turbina) járókereke szabadon áll az áramló közegben, nincs az áramlást terelő járókerékhez, vagy egyéb kiegészítő szerkezet, ami a működéshez szükséges lenne. A munkaközeg egyaránt lehet levegő és víz. A keresztáramú turbina névadója a feltaláló: Georges Jean Marie Darrieus (Franciaország). A turbinára vonatkozó szabadalma [1] 1931-ben az Egyesült Államokban került bejegyzésre (1.a,b. ábra).



1.a. ábra. A keresztáramú turbina vázlata és a belépő sebességi háromszög



1.b. ábra. A keresztáramú turbina vázolata Darrieus szabadalmából

A keresztáramú turbina esetében a járókeréken ébredő kerületi erő erősen ingadozik, mert a turbinalapát és a közeg közötti kölcsönhatás nem állandó. A változó kölcsönhatás miatt a kerék egy lapátján fellépő eredő erő (és annak tangenciális összetevője) a lapát pozíciójának a függvényében ciklikusan ingadozik. A cikkben röviden áttekintjük a kerék forgását biztosító kerületi erő és a belépő sebességi háromszög jellemzőinek a kapcsolatát.

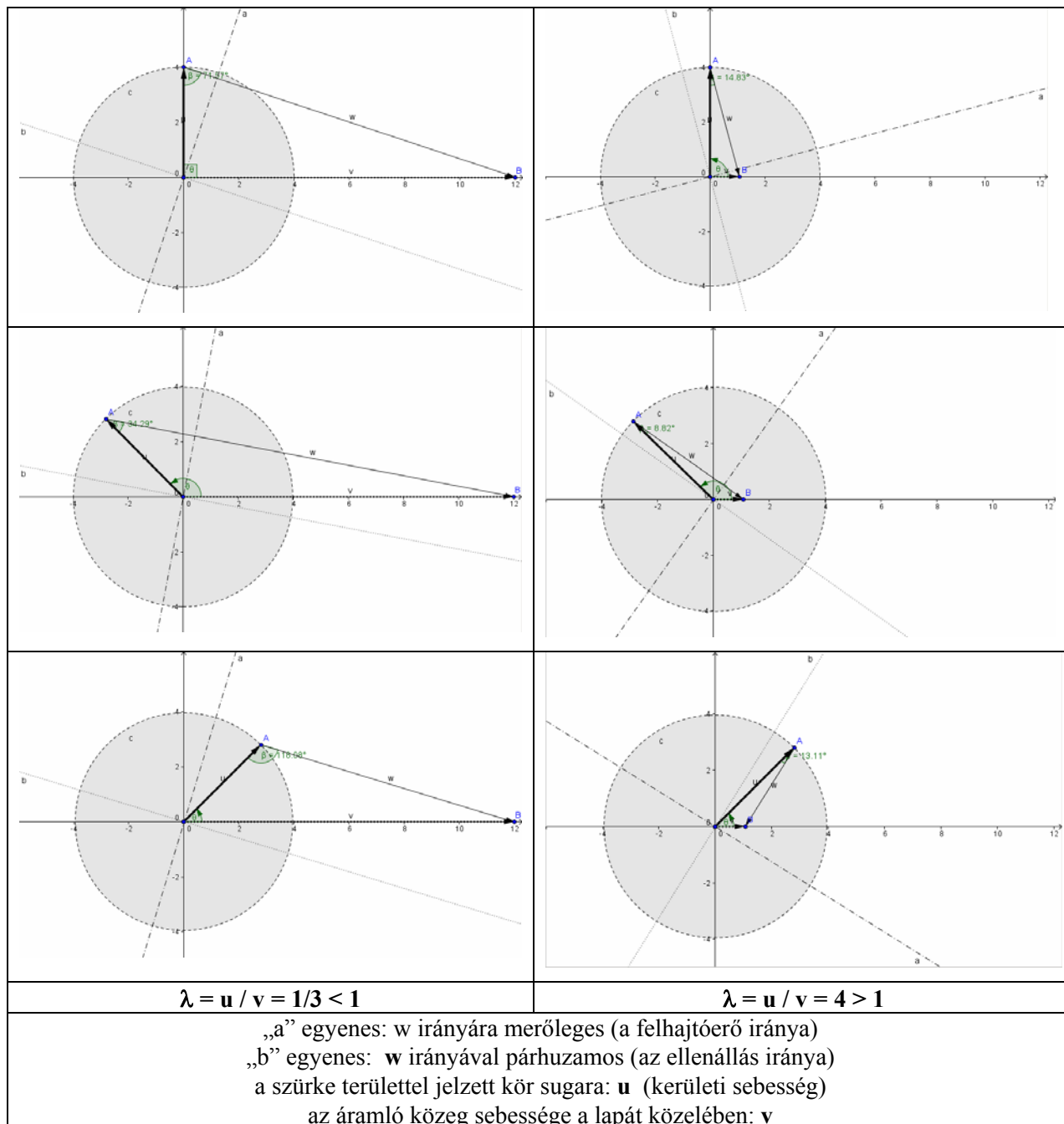
## 2. Jelölések

- $C_x$ : ellenállás tényező [-]
- $C_y$ : felhajtóerő tényező [-]
- $F_y$ : felhajtóerő [N]
- $F_x$ : ellenállás [N]
- $v$ : abszolút sebesség (pl. szélesebesség) [m/s]
- $w$ : relatív sebesség [m/s]
- $u$ : kerületi sebesség [m/s]
- $\alpha$ : a kerületi- és az abszolút sebesség iránya által bezárt szög [-]
- $\beta$ : a kerületi- és a relatív sebesség iránya által bezárt szög [-]
- $\theta$ : az elforduló járókerék pozícióját jellemző szög (elfordulási szög) [-]
- $\lambda$ : sebességtényező ( $\lambda = u / v$ ) [-]
- $\delta$ : megfúvási szög (a  $w$  sebesség iránya és a lapát-húr által bezárt szög) [-]

## 3. Belépő sebességi háromszög

A belépő sebességi háromszögeket a  $\lambda < 1$  és  $\lambda > 1$  esetekre a 2. ábra mutatja. Az ábrán feltüntettük az ellenállás- és a felhajtóerő irányát is. Az ábra a szemlélet alapján könnyen beláthatóvá teszi, hogy a sebességtényező növekedésével a járókerék elfordulási szögének ( $\theta$ ) a függvényében ciklikusan változó irányú  $w$  relatív sebesség irányváltozásának a mértéke is egyre nagyobb lesz. Az ábrán bemutatott ge-

ometriai viszonyok másik következménye az, hogy a megfúvási szög (a  $w$  sebesség iránya és a lapát-húr által bezárt  $\delta$  szög) a  $\theta$  szög függvényében a sebességtényező növekedésével egyre kisebb mértékben fog ingadozni.

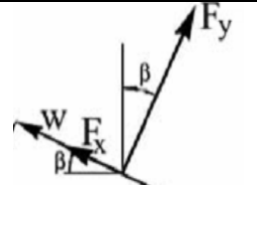


2. ábra. A keresztáramú turbina belépő sebességi háromszögei jelentősen eltérőek  $\lambda < 1$  és  $\lambda > 1$  esetében

#### 4. A kerületi erő

A kerületi erő (1.táblázat) a  $\theta$  szög függvényében periodikusan változik, emellett a felhajtóerő- és ellenállástényezőn keresztül a megfúvás irányától is függ.

1. táblázat. A kerületi erő  $F_x$  és  $F_y$  tangenciális összetevőiből számítható

	$F_{\text{kerület}} = F_y \sin(\beta) - F_x \cos(\beta) \quad (1)$
	$F_x \sim C_x(\delta) w^2 \quad F_y \sim C_y(\delta) w^2 \quad (2)$

A megfűvás iránya (azaz a  $\delta$  szög) egyaránt függ a lapát pozíciójától ( $\theta$ ) és a  $\lambda$  - tól. A  $\lambda$  paraméter alacsony értékeinél  $F_{\text{kerület}}$  átlagos értéke alacsonyabb. Ennek két fő oka van. Az egyik ok az, hogy az alacsonyabb sebességek miatt az erő nagysága négyzetesen csökkenő (lásd a belépő sebességi háromszögeket). Ez a körülmény a tangenciális erő nagyságát a teljes  $\theta$ -tartományban csökkenti. A másik ok az, hogy a  $\lambda$  paraméter alacsony értékeinél a megfűvás iránya nagymértékben ingadozik a  $\theta$ -szög függvényében, emiatt a megfűvás iránya csak szűkebb  $\theta$ -tartományban eredményez magas  $C_y$  és alacsony  $C_x$  értéket. Ez a körülmény a tangenciális erő magas értékeit egy szűkebb  $\theta$ -tartományra korlátozza.

## 5. Összefoglaló

A keresztáramú turbina működésének nincs elvi akadály. Ez azt jelenti, hogy a forgásban lévő járókerék a  $\lambda$  paraméter adott tartományában forgásban maradhat. A keresztáramú turbina számos részproblémája közül a munka folytatásában a turbina indíthatóságának és a stabil üzem tartománya elhelyezkedésének kérdéskörével foglalkozunk.

## 6. Irodalom

- [1] U.S. Patent No. 1,835,018 „Turbine having its rotating shaft transverse to the flow of the current”  
Patented Dec.8., 1931
- [2] John D. Anderson, „Fundamentals of Aerodynamics”, McGraw Hill, 1991.

**Hajdú Sándor**, (doktorandusz)  
Munkahely: Közlekedéstudományi Intézet  
1119 Budapest Thán Károly u. 3-5.  
Telefon: +36 1/371 5844  
E-mail: Hajdu@kti.hu

**Lakatos Károly PhD**  
Munkahely: Miskolci Egyetem Áramlás- és  
Hőtechnikai Gépek Tanszék  
Telefon: +36 46/565 111  
E-mail: aramlk@uni-miskolc.hu