

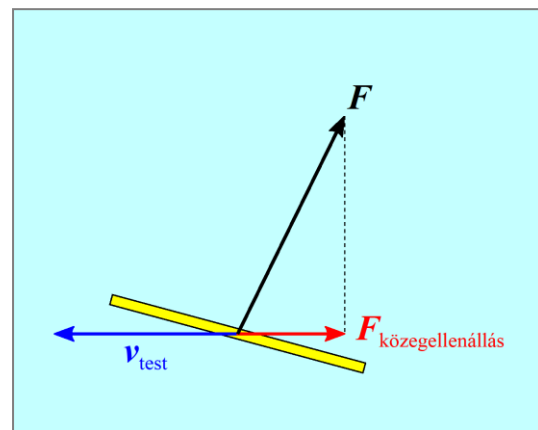
◀	<i>Tartalom</i>	<i>Fogalmak</i>	<i>Törvények</i>	<i>Képletek</i>	<i>Lexikon</i>	▶
---	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	----------------	---

A közegellenállás

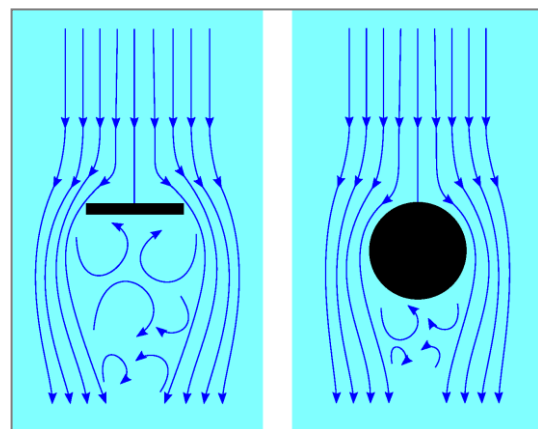
Vízben gyalogolva érezzük, hogy a víz jelentősen fékezi a mozgásunkat. A folyó vize a mederben található kavicsokat magával görgeti. A vízikerek vagy a vízimalom lapátjait az áramló víz hozza mozgásba. Mindhárom esetben kölcsönhatás van a folyadék és a folyadékhoz képest mozgó test között.



A megfigyelések szerint *a folyadékban vagy gázban mozgó testre a közeg erőt fejt ki, ennek a sebesség egyenesébe eső vetületét közegellenállási erőnek nevezzük. A közegellenállási erő mindig ellentétes a testnek a közeghez viszonyított sebességével.*



A közegellenállás kialakulását a következőkkel magyarázhatjuk. Az áramló folyadékba helyezett test mögött örvények jönnek létre, amelyekben a folyadék zárt görbék mentén körbeáramlik. A folyadék sebessége ezeken a helyeken tehát nem nulla, így a Bernoulli-törvénynek megfelelően a nyomás a test mögött lecsökken. A test előtt a folyadék lefékeződik, így ott a nyomás megnő. A test első és hátsó oldala között tehát nyomáskülönbség alakul ki, a közegellenállási erő ennek a nyomáskülönbségnek a következménye.



A partról a folyóba hullott faágak, falevelek a víz sebességét elérve nem gyorsulnak tovább, mert ilyenkor megszűnik a közegellenállás. *Közegellenállás csak akkor lép fel, ha a test és a folyadék eltérő sebességű.*

Közegellenállás gázokban is tapasztalható. A vitorlás hajókat az áramló levegő által kifejtett közegellenállási erő hajtja. A repülőből csukott ernyővel kiugró, zuhanó ejtőernyőst is a levegő által kifejtett közegellenállás fékezi le az ernyő kinyitása után.

Ha a vitorlás hajón a vitorla felületét növelik, vagy több vitorlát húznak fel, akkor a hajóra a szél nagyobb közegellenállási erőt fejt ki. Ha a kerékpáros ráhajol a kormányra, és így csökkenti a sebességre merőleges felületét, akkor kisebb közegellenállási erő hat rá. A testnek a sebességre merőleges legnagyobb keresztmetszetét *homlokfelületnek* nevezzük. A mérések szerint *a közegellenállási erő nagysága egyenesen arányos a test homlokfelületével.*



A kerékpárosra ható közegellenállási erő ellenszélben lényegesen nagyobb, mint szélcsendben. A nagyobb sebességű szélben a fák ágai jobban meghajlanak, mint a kisebb szélben. A mérések szerint *a közegellenállási erő nagysága egyenesen arányos a test közeghez viszonyított sebességének négyzetével.*

Ha nyitott tenyerünket a levegőben mozgatjuk, a közegellenállás hatását alig érezzük. Ha azonban kezünket az előzővel megegyező sebességgel vízben mozgatjuk, akkor jelentős ellenállást tapasztalunk. A mérések szerint *a közegellenállási erő nagysága egyenesen arányos a közeg sűrűségével.*

A kanalas szélesebségmérő félgömb alakú kanalaira a szél a homorú oldal felől nagyobb erőt fejt ki, mint a domború felől, ezért a kanalakat tartalmazó kerék a függőleges tengelye körül forgásba jön. A mérések szerint *a közegellenállási erő nagysága függ a test alakjától is.*



A fentiek alapján: A ρ sűrűségű folyadékban v sebességgel mozgó A homlokfelületű testre ható közegellenállási erő nagysága:

$$F = k \cdot \rho \cdot v^2 \cdot A . \tag{1}$$

A fenti összefüggésben szereplő k együtthatót, amelynek értéke a test alakjától függ, *alaktényezőnek* nevezzük. Képlettel:

$$k = \frac{F}{\rho \cdot v^2 \cdot A}$$

Az alaktényező mértékegysége:

$$[k] = \frac{[F]}{[\rho] \cdot [v]^2 \cdot [A]} = \frac{\text{N}}{\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} \cdot \text{m}^2} = \frac{\text{N}}{\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}} = \frac{\text{N}}{\text{N}} = 1.$$

Az alaktényező értékét még egyszerű geometriai formáknál is csak mérésekkel lehet meghatározni.

Kiegészítések

1. A járművek tervezésekor a közegellenállás csökkentése fontos cél, mert nagy sebességeknél jelentős mennyiségű üzemanyag takarítható meg vele. Az ezzel kapcsolatos méréseket nagyméretű szélcsatornában végzik.
2. A nagy sebességű járművek (versenyautók, katonai repülőgépek, űrrepülőgépek, űrhajók visszatérő egységei stb.) lefékezésére ejtőernyőt használnak, amely szintén a közegellenállás alapján működik.
3. Az alaktényező értéke néhány egyszerűbb formánál:



Alak	homorú félgömb	körlap	gömb	domború félgömb	csepp
$k(1)$	0,665	0,555	0,225	0,17	0,025

Nagyobb sebességeknél az alaktényező nem tekinthető állandónak, hanem függ a sebességtől is. (Ezzel azonban a jelenség bonyolultsága miatt itt nem foglalkozunk.)

4. Elméleti megfontolások miatt néhány helyen a közegellenállási erőt az (1) összefüggés helyett az

$$F = C \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 \cdot A$$

alakban írják fel és a C -vel jelzett együtthatót nevezik alaktényezőnek. A két összefüggés összehasonlítása alapján:

$$k = \frac{C}{2}.$$

Példa

A képen látható MC-6 típusú katonai ejtőernyő megközelítőleg félgömb alakú. Átmérője 9,8 m, legnagyobb terhelhetősége 180 kg. A maximális terhelés mellett mekkora sebességgel ér földet vele az ejtőernyős, ha elég magasról indult?

$$d = 9,8 \text{ m} \quad \Rightarrow \quad r = 4,9 \text{ m}$$

$$m = 180 \text{ kg}$$

$$k = 0,665$$

$$\rho = 1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$v = ?$$



Az ejtőernyőst a kiugrás után a nehézségi erő lefelé gyorsítja, ezért egyre nagyobb sebességgel esik. Emiatt azonban a közegellenállás egyre jobban fékezi az ernyőt. A sebesség mindaddig nő, amíg a közegellenállási erő el nem éri a nehézségi erő nagyságát. (Ettől kezdve egyenletesen mozog tovább, mert a rá ható két erő vektori összege nullvektor.)


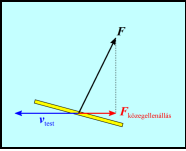
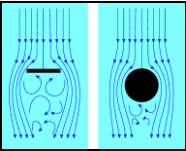





$$F_{neh} = F_{köz} ,$$

$$m \cdot g = k \cdot \rho \cdot v^2 \cdot A .$$

Ebből a keresett sebesség:

$$v = \sqrt{\frac{m \cdot g}{k \cdot \rho \cdot A}} = \sqrt{\frac{m \cdot g}{k \cdot \rho \cdot r^2 \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{180 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{0,665 \cdot 1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot (4,9 \text{ m})^2 \cdot \pi}} \approx 5,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Képek jegyzéke

	<p>Vízikerék (képkocka a videóból)</p> <p>© http://www.fizikakonyv.hu/fotok/0014.png</p> <p>Videó:</p> <p>© https://www.youtube.com/watch?v=AJDO6XbBSKI</p>
	<p>Rajz a közegellenállás fogalmához</p> <p>© http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0225.svg</p>
	<p>Rajz a közegellenállás magyarázatához</p> <p>© http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0226.svg</p> <p>Átdolgozás ebből:</p> <p>W File:Form-drag-and-skin-friction-ratio.svg - Wikimedia Commons</p>
	<p>A Bounty II teljes vitorlázattal</p> <p>W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:HMS_BOUNTY_II_with_Full_Sails.jpg</p>
	<p>Kanalas szélességmérő (képkocka a videóból)</p> <p>© http://www.fizikakonyv.hu/fotok/0015.bmp</p> <p>Videó:</p> <p>© https://www.youtube.com/watch?v=pUUz9EwPAGg</p>
	<p>Autó modellje szélcsatornában</p> <p>W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aerodynamics_of_model_car.jpg</p>
	<p>Az Atlantis űrrepülőgép leszállás közben, nyitott fékezőernyővel</p> <p>W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:STS132_Atlantis_landing1.jpg</p> <p>Videó:</p> <p>W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:STS-132_landing.ogv</p>
	<p>Ejtőernyős MC-6 típusú ernyővel</p> <p>W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Exercise_Falcons_Leap_MOD_45165402.jpg</p>

Jelmagyarázat:

- © **Jogvédelem** anyag, felhasználása csak a szerző (és az egyéb jogtulajdonosok) írásos engedélyével.
- W A **Wikimedia Commons**-ból származó kép, felhasználása az eredeti kép leírásának megfelelően.

	<i>Tartalom</i>	<i>Fogalmak</i>	<i>Törvények</i>	<i>Képletek</i>	<i>Lexikon</i>	
---	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	----------------	---