

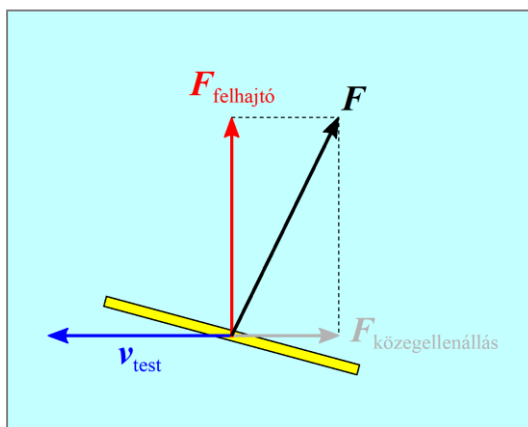
◀	<i>Tartalom</i>	<i>Fogalmak</i>	<i>Törvények</i>	<i>Képletek</i>	<i>Lexikon</i>	▶
---	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	----------------	---

A hidrodinamikai felhajtóerő

Ha nyitott tenyerünket a víz alatt vízszintesen mozgatjuk úgy, hogy a tenyér síkja 5–10 fokos szöget zárjon be a sebesség irányával, akkor azt érezhetjük, hogy a közegellenálláson kívül egy felfelé ható erő is hat a tenyerünkre. A szélben a papírsárkányra a vízszintesen áramló levegő a közegellenálláson kívül egy felfelé ható erőt is kifejti. Ez elegendő ahhoz, hogy a sárkányra ható nehézségi erőt kiegyensúlyozza, ezért a sárkány nem esik le. (A közegellenállási erőt a sárkányhoz erősített fonál által kifejtett húzóerő egyenlíti ki.)



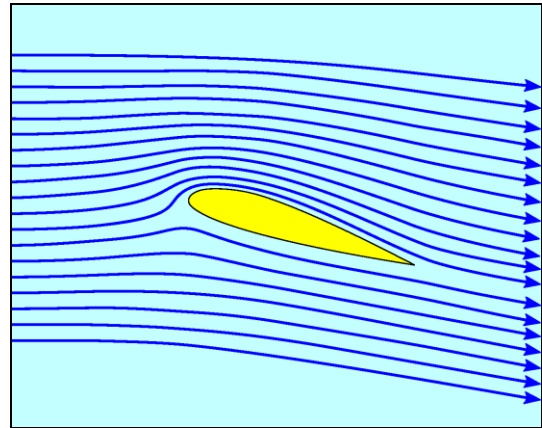
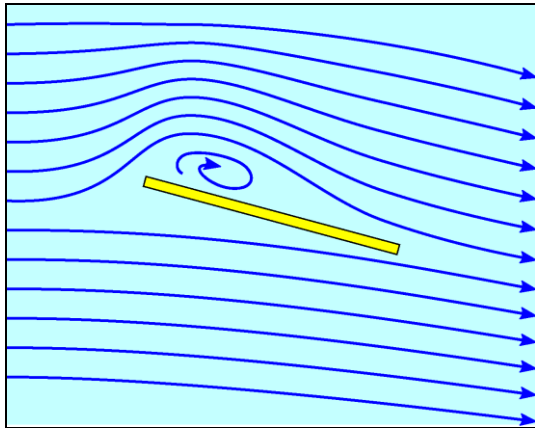
A megfigyelések szerint *a folyadéokban vagy gázban mozgó testre a közeg erőt fejt ki, ennek a sebességre merőleges vetületét hidrodinamikai felhajtóerőnek nevezzük. A hidrodinamikai felhajtóerő mindig merőleges a testnek a közeghez viszonyított sebességére.* Ez a jelenség áramló gázokban is megfigyelhető, ilyenkor a hidrodinamikai felhajtóerőt *aerodinamikai felhajtóerőnek* is nevezik. (A közös tárgyalás lehetősége miatt továbbiakban a gázoknál is a hidrodinamikai felhajtóerő kifejezést fogjuk használni.) A közegellenálláshoz hasonlóan hidrodinamikai felhajtóerő *csak akkor lép fel, ha a test és a közeg eltérő sebességű.*



(A közös tárgyalás lehetősége miatt továbbiakban a gázoknál is a hidrodinamikai felhajtóerő kifejezést fogjuk használni.) A közegellenálláshoz hasonlóan hidrodinamikai felhajtóerő *csak akkor lép fel, ha a test és a közeg eltérő sebességű.*

A „felhajtóerő” elnevezés oka, hogy ha az áramlás vízszintes, és a test egy olyan síklap, amelynek a sebesség irányába eső része magasabban van, mint a másik, akkor a hidrodinamikai felhajtóerő függőlegesen felfelé mutat. (Jellemzően ez az elrendezés fordul elő a repülőgépek szárnyainál és a helikopterek forgószárnyainál is.)

A hidrodinamikai felhajtóerő oka, hogy az áramlásban a test fölött a közeg sebessége nagyobb, mint a test alatt, ezért a Bernoulli-törvénynek megfelelően a test alatt nagyobb, a test felett alacsonyabb nyomás alakul ki. A repülőgépek szárnyainak alakját úgy választják meg, hogy a közegellenállás a lehető legkisebb, a hidrodinamikai felhajtóerő pedig a lehető legnagyobb legyen. Ehhez többnyire olyan áramvonalas alakot használnak, melynek felső oldala domborúbb, mint az alsó, sőt az alsó oldal akár homorú is lehet.

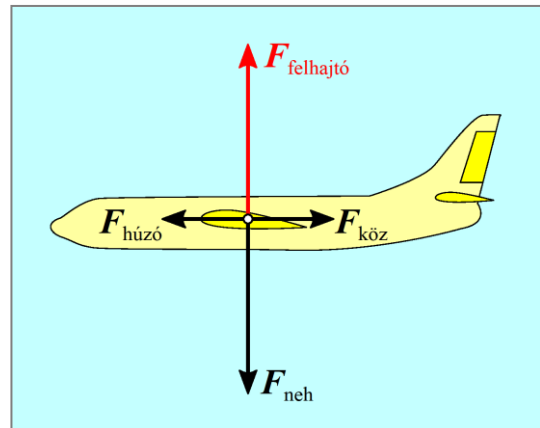


A megfigyelések és mérések szerint a hidrodinamikai felhajtóerő egyenesen arányos a test a közeghez viszonyított sebességének négyzetével, a közeg sűrűségével, továbbá függ a test méreteitől, alakjától és helyzetétől is.

A motoros repülőgépek állandó sebességű, vízszintes repülésének dinamikai feltétele, hogy a gépre ható erők vektori összege nullvektor legyen. Ezt a feltételt az erők vízszintes és függőleges összetevőire külön-külön felírva:

$$F_{\text{húz}} + F_{\text{köz}} = \mathbf{0},$$

$$F_{\text{neh}} + F_{\text{felhajtó}} = \mathbf{0}.$$



A húzóerőt (vagy tolóerőt) a repülőgép hajtóművei biztosítják. Felszálláskor a gépet a hajtóművek egyre nagyobb sebességre gyorsítják, emiatt egyre nagyobb lesz a hidrodinamikai felhajtóerő. Amikor a felhajtóerő nagyobbá válik, mint a gépre ható nehézségi erő, a gép felemelkedik a földről, és megkezd a repülést.

A *helikopternek* forgószárnyai vannak, ezeket a hajtómű forgatja függőleges tengely körül. Felszálláskor a forgórész fordulatszámát növelve az egyre nagyobb sebességgel mozgó forgószárnyakra ható hidrodinamikai felhajtóerő egyre nagyobbá válik. Amikor a felhajtóerő nagyobb lesz, mint a nehézségi erő, a gép felemelkedik, és megkezd a repülést. (A fenti képen a helikopter forgószárnyának áramvonalas keresztmetszete is jól látható.)



A *vitórlázó repülőgépnek* nincs hajtóműve, ezért vagy egy motoros repülőgép, vagy egy csörlő vontatja fel kötéllal a levegőbe. A kellő sebesség és magasság elérése után a vitórlázó repülőgép kioldja a vontatókötelet és megkezd a szabad repülést. A gép kialakítása olyan, hogy a közegellenállás rendkívül kicsi, így a gép nagy távolságot megtéve (de folyamatosan süllyedve) ér vissza a földre. Repülés közben azonban a vitórlázó repülőgépek gyakran kihasználják, hogy napsütötte helyeken a felmelegedett levegő felszáll, mert sűrűsége kisebb, mint a környező hidegebb levegőé. Ebben a felfelé áramló meleg levegőben (termikben) a vitórlázó repülőgép akár 3 kilométeres magasságba is felemelkedhet.

A repülőgépek szárnyain, illetve a gép farokrészén állítható *kormánylapok* vannak. Az ezekre ható hidrodinamikai felhajtóerő nagyságát a pilóta a kormánylapok helyzetének megfelelő beállításával szabályozni tudja, ezek az erők pedig a gépet a kívánt irányba fordítják.

Kiegészítések

1. Az első motoros repülést a *Wright testvérek* hajtották végre 1903. december 17-én. Az akkori repülésről készített képen látható, hogy *Orville Wright* a gép szárnyán hasalva irányítja a repülőt, testvére, *Wilbur Wright* a gép mellett áll. Az első repülés mindössze 12 másodpercig tartott, és a megtett út csupán 37 méter volt.



2. A hajók hátsó részén függőleges helyzetű *kormánylapát* van, amely függőleges tengely körül elforgatható. A vízhez képest mozgó hajó ferde helyzetű kormánylapátjára a hidrodinamikai felhajtóerő oldalirányban hat, így a hajó a kívánt irányba fordítható. Álló hajók irányítására azonban nem használható a kormánylapát, mert álló helyzetben nincs hidrodinamikai felhajtóerő.



3. A *hajócsavarok* és a *repülőgépek légcsavarjai* a helikopterek rotorjához hasonlóan működnek. A vízszintes tengely körül forgó lapátokra ható hidrodinamikai felhajtóerő a hajót, illetve a repülőgépet előre tolja (vagy húzza).

4. A *szélmalomokat*, a *szélkerekeket* és a *szélérőműveket* az áramló levegő által a lapátokra kifejtett hidrodinamikai felhajtóerők hajtják.









A hőerőművek és atomerőművek *gőzturbináiban* az áramló gőz, a vízerőművek *vízturbináiban* az áramló víz, a *gázturbinákban* az égéstérből kiáramló forró gázok által a turbinalapátokra kifejtett hidrodinamikai felhajtóerők forgatják a turbina lapátkerekeit. (A középső képen látható vízturbina-forgórész az erőműben a piros részével lefelé helyezkedett el, a víz fentről érkezett a forgatható, áramvonalas turbinalapátokra. A jobb oldali képen a repülőgépre szerelt gázturbina beömlőnyílása látható a levegőt beszívó és összesűrítő kompresszor lapátkerekével; a gázturbina lapátkereke a hajtómű belsejében van.)



5. A *ventillátorok* forgó rögzített tengely körül forgó lapátjait a hidrodinamikai felhajtóerő nyomja. A ventilátor a **hatás–ellenhatás törvénye** miatt azonban ugyanekkora erővel nyomja a levegőt. Mivel a ventilátor rögzítve van, ezért csak a levegő jön mozgásba.

Képek jegyzéke

	<p>Sárkány a szélben</p> <p>W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Belqina,_Al_Mahalah_Al_Kubra,_Gharbia_Governorate,_Egypt_-_panoramio_(1).jpg</p>
	<p>A hidrodinamikai felhajtóerő fogalma</p> <p>© http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0227.svg</p>
	<p>Rajz a hidrodinamikai felhajtóerő magyarázatához 1.</p> <p>© http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0228.svg</p>
	<p>Rajz a hidrodinamikai felhajtóerő magyarázatához 2.</p> <p>© http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0229.svg</p>
	<p>A vízszintesen, állandó sebességgel haladó repülőgépre ható erők</p> <p>© http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0230.svg</p>
	<p>Helikopter forgószárnyának keresztmetszete</p> <p>W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Helikopter forgószárnyának keresztmetszete 2.jpg</p>
	<p>A Wright fivérek első repülése</p> <p>W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wrightflyer_highres.jpg</p>
	<p>Hajócsavar és kormánylapát</p> <p>W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Le chalutier La Caille de l'Océan (13).JPG</p>

	<p>Szélmalom (Kiskundorozsma)</p> <p>W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Szélmalom (3523. számú műemlék) 3.jpg</p>
	<p>Szélkerék</p> <p>W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:FarmAndRanchHeritageMuseum.jpg</p>
	<p>Szélerőművek Mosonszolnok mellett</p> <p>W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Szélerőművek Mosonszolnok mellett (2.).jpg</p>
	<p>Gőzturbina forgórésze a turbinalapátok szerelése közben</p> <p>W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dampfturbine_Laeufer01.jpg</p>
	<p>Kaplan-turbina forgórésze a kaprui vízerőmű főépülete előtt</p> <p>© http://fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf1010.jpg</p>
	<p>Gázturbina egy repülőgépen</p> <p>W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:B-HOP_(6641188875).jpg</p>

Jelmagyarázat:

© **Jogvédtett 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>	▶
---	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	----------------	---