

◀	Tartalom	Fogalmak	Törvények	Képletek	Lexikon	▶
---	--------------------------	--------------------------	---------------------------	--------------------------	-------------------------	---

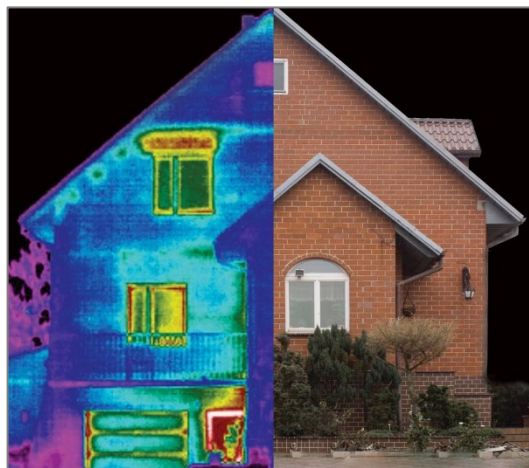
Energiatakarékosság

A különféle gépek, járművek, berendezések működtetéséhez, továbbá a fűtéshez, hűtéshez, világításhoz energiára van szükség. Ennek az energiának az előállítása azonban egyrészt *költségekkel*, másrészt *környezetszennyezéssel* jár együtt, továbbá bizonyos *energiahordozók nem állnak korlátlanul rendelkezésre*. Emiatt fontos, hogy takarékosan gazdálkodjunk az energiával.

Az energiatakarékosság alapvetően két részből tevődik össze: egyrészt a céltalan, *felesleges működtetés* csökkentéséből, másrészt a megtermelt energia minél *jobb hatásfokkal* történő felhasználásából. A következőkben áttekintjük, az energiafelhasználás különféle területeit, és az ott megvalósítható energiatakarékossági megoldásokat.

1. Épületek üzemeltetése

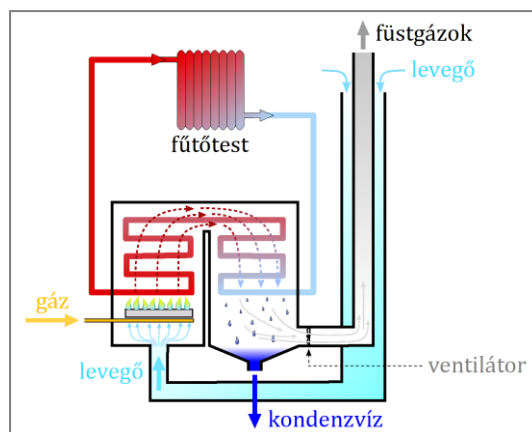
Magyarországon a középületek és a lakások többségének a fűtése fosszilis energiahordozó (gáz, kőolaj, szén) felhasználásával történik, de (főleg vidéken, családi házakban) jelentős a fával történő fűtés is. Az épületek fűtése és hűtése rengeteg energiát igényel. Például a magyar háztartásokban felhasznált energiának mintegy 70 százalékát fűtésre fordítják. Emiatt a fűtésre fordított energia néhány százalékos csökkentése összességében jelentős megtakarítást eredményez. A fűtésre (és hűtésre) felhasznált energia lényegesen csökkenthető az épületek hőszigetelésével. A hőszigetelés fizikai vonatkozásairól a [Hővezetés, hőáramlás és hősugárzás](#) című fejezetben találhatók további részletek.



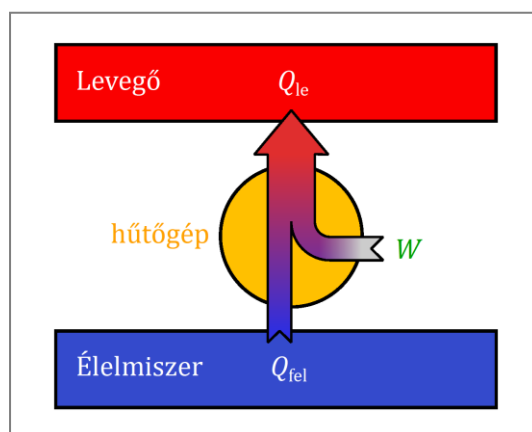
A *fűtőberendezések* hatásfokának növelésével szintén energiamegtakarítás érhető el. A fűtőanyag elégetésével működő tüzelőberendezéseknél a kéményen át távozó forró füstgázokkal együtt sok hő távozik a szabadba, ugyanakkor az égést tápláló levegő

felmelegítéséhez is energiára van szükség. Ha egy hőcserélőben a forró füstgázokkal az égéshez szükséges levegőt előmelegítik, akkor energia takarítható meg.

A gázkazánok égésterméke szén-dioxid és vízgőz. A *kondenzációs gázkazánokban* az égéstermék a hőcserélőben annyira lehűtik, hogy a vízgőz lecsapódik, és folyékony vízként távozik a kazánból. A lecsapódáskor azonban rengeteg hőt ad le a radiátorok felől érkező hideg víznek. A távozó füstgázokkal többnyire előmelegítik a beszívott friss (hideg) levegőt, ez szintén javítja a hatásfokot. Mindezek miatt a kondenzációs gázkazánok hatásfoka lényegesen nagyobb, mint a hagyományos kazánoké.



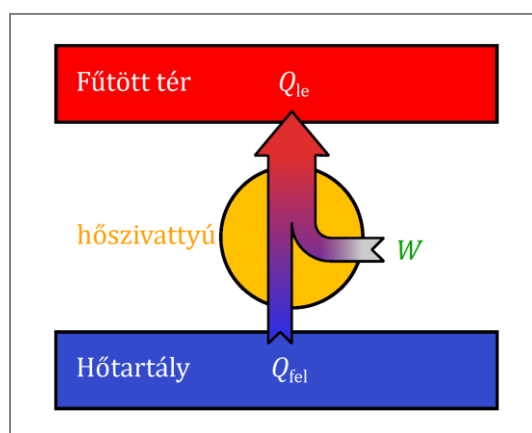
A fűtés különösen hatékony módja a *hőszivattyú* használata. Ennek működése a hűtőszekrényhez hasonló. A *hőtan II. fejtétele* című fejezetben láttuk, hogy a hűtőszekrény az élelmiszertől hőt vesz fel (lehűti), majd ennek a hőnek, és a villamos hálózat által végzett munkának az összegével megegyező hőt ad át a hűtőszekrény hátsó oldalán a környező levegőnek.



A hőszivattyú a külső levegőtől vagy a talajvíztől (hőtartály) elvont Q_{fel} hő és az elektromos hálózat által végzett W munka összegének megfelelő Q_{le} hőt a lakás belsejében adja le. Képlettel:

$$Q_{le} = W + Q_{fel}$$

Belátható, hogy a hőszivattyú az elektromos hálózat W munkájánál több hőt ad le a lakásban, és emiatt a hatásfok 100%-nál nagyobb, mert



$$\eta = \frac{W_{\text{hasznos}}}{W_{\text{összes}}} = \frac{Q_{le}}{W} = \frac{W + Q_{fel}}{W} = 1 + \frac{Q_{fel}}{W} > 1 \quad (= 100\%).$$

A (nyáron) hűtésre használt *légkondicionáló* berendezések sok energiát fogyasztanak. Ha azonban üzemeltetésükhöz az épületekre szerelt napelemeket használjuk, akkor mindez nem járul hozzá a globális felmelegedéshez, mert a felhasznált napfény egyébként is a Földet melegítette volna.

Az épületek belső *világítására* napjainkban ma már gyakorlatilag nem használunk hagyományos izzólámpákat, mert azok a felvett villamos energia nagy részét (kb. 90%) hőszugárzás formájában bocsátják ki, így rendkívül rossz hatásfokúak. Helyettük korábban fénycsőket használtunk, ma pedig az ezeknél is jobb hatásfokú LED-es fényforrásokat alkalmazhatjuk. Emellett a ritkán, rövid ideig használt helyeken célszerű mozgásérzékelős kapcsolókat felszerelni, így elkerülhető a világítás felesleges működtetése.

2. Háztartási eszközök

A háztartásokban használt eszközök számottevő energiát fogyasztanak. Ezek közül különösen a hőfejlesztésre használt eszközök a legnagyobb energiafogyasztók.

A használati melegvíz előállítására használt *vízmelegítő*k általában elektromos árammal vagy gázzal működnek. Az elektromos vízmelegítőknél a megfelelő hőszigeteléssel érhető el energiamegtakarítás. A gázzal működő berendezéseknél a füstgázok és a beszívott hideg levegő közti hőcserélővel, illetve a kondenzációs kazánoknál már látott megoldással lehet energiát (gázt) megtakarítani.

A *hűtőszekrények* és *fagyasztók* megfelelő hőszigetelése megakadályozza, hogy a már lehűtött élelmiszer hamar felmelegedjen. A hűtőgép motorját így ritkábban kell működtetni, és ezzel számottevő energia takarítható meg.

A konyhában a *sütés* során a sütő hőszigetelésével lehet energiát megtakarítani. A napjainkban (2020-as évek) divatossá vált légkeverős sütő (air fryer) a hagyományos sütőknél kisebb sütőtérfogatot melegít fel, és jobb a hőszigetelése is, ezért kisebb a fogyasztása is. A *főzés* során egyrészt a nagyobb nyomáson (például kuktafazékban) történő főzéssel lehet energiát megtakarítani. [A forrás](#) című fejezetben láttuk ugyanis, hogy nagyobb nyomáson az étel



100 °C-nál magasabb hőmérsékleten, a szokásosnál rövidebb idő alatt fő meg. Ugyancsak energiamegtakarítást eredményezhet, ha főzéskor fedővel csökkentjük a párolgást. Energiapazarlást okozhat az is, ha a használt főzőlapnál kisebb méretű edényt használunk, mert a főzőlapban fejlődő hő egy része ilyenkor csak a konyha levegőjét melegíti.

A *mosógép* és a *mosogatógép* elsősorban a forró mosogatóvíz előállításához igényel energiát. Megfelelő hőszigeteléssel ezekben is jelentős energia takarítható meg. Ugyancsak megtakarítást eredményez az is, ha ritkábban, de a lehető legnagyobb töltettel működtetjük ezeket az eszközöket.

A *számítógép*, *tévé*, *szórakoztatóelektronikai eszközök* felesleges működtetése szintén energiapazarló. Ezeket az eszközöket gyakran kikapcsolás helyett úgynevezett alvó állapotba kapcsoljuk, de ebben az állapotban is néhány wattnyi a fogyasztásuk. Ha napokig nem használjuk őket, célszerűbb teljesen kikapcsolni őket. Ugyanezen ok miatt a mobiltelefonok, tabletek töltőit is csak a töltés időtartamára dugjuk be a konnektorba.

3. Közlekedés

A **személyszállítás** sokféle módon, sokféle járművel történik, ezek energiahatékonysága azonban lényegesen eltér egymástól. Mivel a különféle járművek által szállított utasok száma és a járművek által megtett utak hossza is lényegesen különböző, ezért érdemes az 1 utas 1 kilométerre történő utazásához (1 utaskilométerre eső) felhasznált energiát, illetve szennyezőanyag-kibocsátást összehasonlítani.

A belső égésű motorral működő *gépjárművek* energiafelhasználása a kifejlesztésük óta eltelt több mint száz év alatt jelentősen csökkent, miközben a teljesítményük növekedett. Ezen a területen lényeges energiamegtakarítás már nem várható. A személygépkocsi helyett a *tömegközlekedéssel* utazva jelentős energia



takarítható meg. Például autóbussznál egy utasra számítva kisebb járműtömeget kell mozgatni, másrészt a közegellenállás ellenében végzet munka egy utaskilométerre eső része is kisebb, mint személygépkocsinál. (Részletes becslések a *Kiegészítések* 3, és 4, pontjában.) Hasonló okok miatt az egyéb tömegközlekedés (villamos, trolibusz, metró, HÉV, vasút) is energiatakarékosabb, mint a személygépkocsival történő utazás.

A napjainkban (2020-as évek) egyre jobban elterjedő *elektromos autók* hatásfoka viszonylag magas, ha csak a gépkocsi akkumulátorának töltését és az autó működtetését vesszük figyelembe. Az elektromos autók töltéséhez felhasznált energia azonban számos különböző forrásból származhat, és emiatt az energiahatékonyság, illetve a környezetszennyezés végső soron nagyon eltérő lehet. Az elektromos gépkocsik többségénél fékezéskor a motor generátorként működik, és a mozgási energiából elektromos energiát állít elő. Ez visszatáplálható az autó akkumulátorába, és így végső soron mindez energiamegtakarítást eredményez.

A *légiközlekedésben* a repülőgépek megfelelő tervezésével szintén csökkenthető az egy utaskilométerre eső energiafelhasználás. Az 1967–2007 közti években a sugárhajtású repülőgépek üzemanyag-hatékonysága 70%-kal javult. (A javulás elsősorban a hajtóművek, másrészt a repülőgépvázak korszerűsítéséből eredt.)



A repülésben jelentős üzemanyagmegtakarítás érhető el a repülőgép tömegének csökkentésével, a repülési útvonalak rövidítésével és a repülés magasságának megfelelő kiválasztásával. (Magasabban a ritkább levegő miatt kisebb a közegellenállás, de a feljutáshoz nagyobb emelési munkát kell végezni a hajtóműveknek.)

A *hajóval* történő személyszállítás Magyarországon nem számottevő, az itt elérhető energiamegtakarítás ezért országos szinten jelentéktelen.

Az *áruszállításban* (Magyarországon) a vasút és a közút a meghatározó. A közúti áruszállítás azonban energiaigényesebb, mint a vasút, továbbá sok járműre (és gépkocsivezetőre) van szükség. Ennek oka, hogy egy vasúti kocsis 4–5 tehergépkocsi rakományát képes elszállítani, és az így összeállított szerelvény kocsijai szorosan egymás mögött haladnak. A közegellenállás ellen végzett munka emiatt lényegesen kisebb, mint ha ugyanezt az árumennyiséget különálló kamionok szállítanák. (További előnye a vasúti szállításnak, hogy a vasúti pálya sokkal kevesebb helyet igényel, mint a közút, illetve az autópálya.)



A vasúti áruszállítás viszont nem képes háztól házig történő szállításra, így az áru vasútállomásokra történő eljuttatásához, illetve a vasútállomásról történő elszállításához mindenképpen közúti szállításra is szükség van. Energiatakarékos szállítási mód lehet a kamionok, a kamionpótkocsik vagy a konténerek vasúti szállítása.

A vízi áruszállítás Magyarországon nem számottevő, de nemzetközi viszonylatban, különösen a tengeri szállításban jelentős szerepet játszik, mert viszonylag olcsó. Ennek alapvető oka, hogy a hasonló testek felszínei, illetve térfogatai úgy aránylanak egymáshoz, mint a megfelelő hosszméreteik négyzetei, illetve köbei. Képlettel:

$$A_1:A_2 = l_1^2:l_2^2 \quad \text{és} \quad V_1:V_2 = l_1^3:l_2^3.$$

Emiatt például egy 10-szer nagyobb (hosszméretű) hajó homlokfelülete 100-szor nagyobb, így azonos sebességnél 100-szor nagyobb közegellenállási erő hat rá, mint a kisebb hajóra. Ugyanakkora távolság



megtételéhez tehát a nagyobb hajó motorjának 100-szor több munkát kell végezni, és ehhez 100-szor több üzemanyag kell. A nagyobb hajó térfogata azonban 1000-szer nagyobb, így ugyanannyi üzemanyagot felhasználva 10-szer több árut tud elszállítani, mint a 100 kisebb hajó. A tengeri szállításban ezért egyre nagyobb hajókat használnak, mert jelentős mennyiségű üzemanyagot lehet megtakarítani, és számottevően csökkenthetők a szállítási költségek is.

4. Ipar

Az ipari folyamatok rendkívül változatosak, ezért lehetetlen leírni az energiahatékonyság javításának minden lehetőségét. Az iparban azonban az energia nagy részét villamos energia előállításához, gőzfejlesztéshez, melegvíz előállítására és mechanikai munkavégzéshez használják fel, ezért ezeken a területeken lehet a legtöbb energiát megtakarítani.

A hagyományos *villamosenergia-termelés* hatékonysága körülbelül 30%, de a melléktermékként keletkező hő felfogható és felhasználható gőzfejlesztésre, fűtésre vagy más ipari célokra, így a felhasznált energiának akár 90%-a is hasznosítható.

A kazánoknál, fűtő- és melegítőberendezéseknél számottevő energiamegtakarítás érhető el a megfelelő hőszigeteléssel és a hulladékhő hasznosításával.

Az iparban használt *villamos motorok* terheléshez igazodó szabályozásával jelentősen csökkenthető a működtetésükhöz szükséges villamosenergia.

A globalizáció következtében az ipari termelés gyakran távol kerül a nyersanyag- és energiaforrásoktól, és a termékeket is a gyártás helyszínétől távol használják fel. Erre többnyire azért kerül sor, mert a termelés helyszínén általában olcsó a munkaerő, illetve elnézőbbek a munka- és környezetvédelmi előírások. A helyi alapanyagokból, *helyi termeléssel* előállított termék helyi fogyasztása/felhasználása esetén a *szállításhoz szükséges energia* megtakarítható.

5. Mezőgazdaság

A mezőgazdasági termelés a 20. században egyre intenzívebbé vált. Ennek következtében a mezőgazdaságban az emberi és állati munka (szántás, kapálás, öntözés, aratás, betakarítás, szállítás stb.) nagy részét a gépek vették át. Ezek működtetéséhez elsősorban dízelüzemanyagra van szükség, de számottevő lett a villamosenergia-felhasználás is. A mezőgazdaságban használt korszerűbb, jobb hatásfokkal működő gépekkel rengeteg energia takarítható meg.

Mivel a mezőgazdaságban nagy mennyiségű anyagot és terményt kell nagy területre/területről szállítani, jelentős energiát lehet megtakarítani az áruszállításnál már említett módszerekkel. A szállítási igény, és ezzel az ehhez szükséges energia csökkenthető azzal is, ha a termőterületről csak a ténylegesen hasznosítható termést szállítják el. (Például régen a teljes kukoricacsövet elszállították a termőhelyről, és a kukoricahántás és a morzsolás másutt történt. Ma a kukoricakombájn mindkét folyamatot elvégzi, így csak a lemorzsolts kukoricaszemeket kell elszállítani. Hasonló a helyzet a búzával vagy a zöldborsóval.)



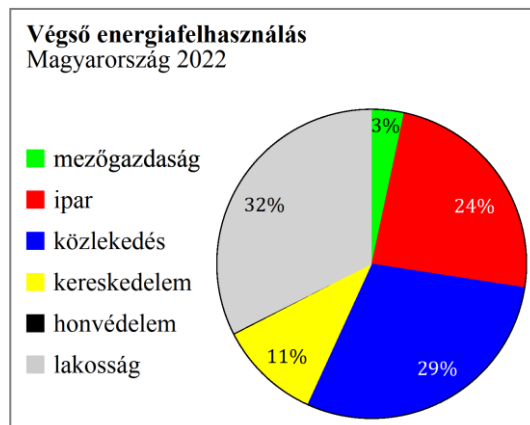
A mezőgazdasági hulladék vagy melléktermék hasznosításával (égetés vagy biogáz fejlesztés) energia termelhető, amely felhasználható a termelésben (melegház vagy épület fűtése, melegvíz vagy villamos energia előállítása stb.).

Kiegészítések

1. Magyarország végső energiafelhasználásának szerkezete 2022-ben. (Az adatok forrása a Központi Statisztikai Hivatal weboldala.)

	Felhasználás (PJ)
Mezőgazdaság	25,1
Ipar	180,1
Közlekedés	220,0
Kereskedelem*	78,9
Honvédelem	1,5
Lakosság	242,4
Összesen	748,0

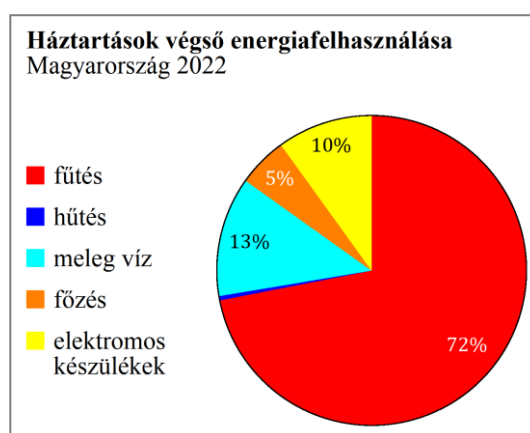
* Közszolgáltatásokkal együtt



2. A magyarországi háztartások végső energiafelhasználásának szerkezete 2022-ben. (Az adatok forrása a Központi Statisztikai Hivatal weboldala.)

	Felhasználás (PJ)
Fűtés	175,2
Hűtés	1,1
Meleg víz	30,4
Főzés	12,7
Elektromos készülékek*	24,2
Összesen	243,6

* Világítással együtt



3. A *peta*- az SI egyik prefixuma, jele: P, jelentése 10^{15} -szeres. Ennek megfelelően a fenti táblázatokban használt *petajoule* megegyezik 10^{15} joule-lal. Képlettel

$$1 \text{ PJ} = 10^{15} \text{ J.}$$

4. A lámpák fényerejét mennyiségileg a lámpa által kisugárzott teljes *fényáram* jellemzi. A fényáram jele Φ_v . A fényáram SI-mértékegysége a *lumen*, jele lm. Képlettel:

$$[\Phi_v] = \text{lm.}$$

5. Egy lámpa által kisugárzott teljes fényáram és a lámpa által felvett teljesítmény hányadosát *fényhasznosításnak* nevezzük. A fényhasznosítás jele η , képlettel:

$$\eta = \frac{\Phi_v}{P}, \quad [\eta] = \frac{[\Phi_v]}{[P]} = \frac{\text{lm}}{\text{W}}.$$

A háztartásokban leggyakrabban használt fényforrások fényhasznosítása:

Fényforrás	Fényhasznosítás (lm/W)
Izzólámpa	10–15
Halogénizzó	18–25
Fénycső, kompakt fénycső	80–90
Világító dióda (LED)	50–180



A képen látható LED lámpa a rajta látható felirat szerint 806 lumen fényt bocsát ki, miközben 10 wattot vesz fel az elektromos hálózatról. Fényhasznosítása tehát:

$$\eta = \frac{\Phi_v}{P} = \frac{806 \text{ lm}}{10 \text{ W}} = 80,6 \text{ lm/W}.$$

6. Nagyon gyakran a személygépkocsiban csak néhány személy ül, de az utazásához a jellemzően 1,2 tonna tömegű gépkocsit is mozgatni kell. A tömegközlekedésben használt autóbuszok jellemzően 80 főt szállíthatnak, tömegük viszont csak 10 tonna körül van. Az alábbi táblázat azt mutatja, hogy egy személy utazásához mekkora járműtömeget kell mozgatni (gyorsítani, lassítani, emelkedőn feljuttatni stb.).

Kihasználtság (%)	Személygépkocsi		Autóbusz	
	Utas (fő)	Járműtömeg/utas (kg/fő)	Utas (fő)	Járműtömeg/utas (kg/fő)
25	1	1200	20	500
50	2	600	40	250
75	3	400	60	167
100	4	300	80	125

A táblázat adatai alapján arra következtethetünk, hogy személygépkocsi helyett autóbust használva városi, illetve országos szinten jelentős mennyiségű energia takarítható meg.

7. A közlekedésben felhasznált energia nagy része a közegellenállás legyőzéséhez szükséges. A személygépkocsi homlokfelülete jellemzően 2 m^2 , egy autóbuszé tipikusan 10 m^2 . Ha feltételezzük, hogy az autóbusz alaktényezője 2-szer nagyobb, mint a személyautóé, akkor azonos sebességnél *A közegellenállás* című fejezetben megismert $F = k \cdot \rho \cdot v^2 \cdot A$ összefüggésnek megfelelően a közegellenállási erő (és adott idő alatt a közegellenállás ellenében végzett munka) 10-szer nagyobb. Ha azonban az autóbuszban 10-szer több utas utazik, akkor a közegellenállás ellenében végzett munka egy utaskilométerre eső része ugyanakkora, mint személygépkocsinál. Ha pedig a buszban ennél nagyobb az utaslétszám, akkor közegellenállás szempontjából a buszos utazás az energiatakarékosabb.

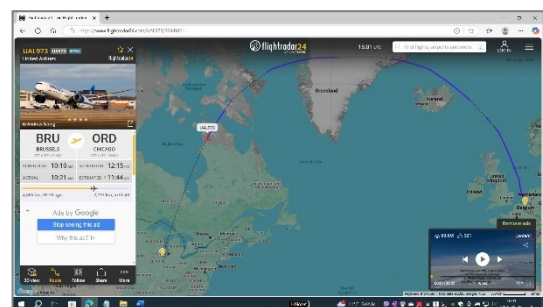
8. *A hidrodinamikai felhajtóerő* című fejezetben

láttuk, hogy repülés közben a repülőgépszárnyak alsó és felső oldala között nyomáskülönbség van. A szárnyak végén ez örvények kialakulásához vezet, ez pedig növeli a repülőgépre ható közegellenállási erőt. A szárnyvégek felhajlításával



csökkenthetők az örvények, így ezzel akár 5–7 százalékos kerozinmegtakarítás is elérhető. Egy ezzel kapcsolatos YouTube videó itt érhető el: <https://www.youtube.com/shorts/tXFkktCaOQA>.

9. A hosszútávú repülési útvonalak megtervezéséhez a *Föld görbületét* is figyelembe kell venni. A Föld gömb alakja miatt a legrövidebb útvonal az indulási- és végpontokon áthaladó főkör mentén van. (A főkör olyan kör, amelynek síkja átmegy a gömb középpontján.) A legrövidebb útvonal egy földgömbön az indulási- és végpont között kifeszített cérnával is megkereshető. Ezzel a módszerrel megállapítható, hogy az Európából Észak-Amerikába tartó légiforgalom többnyire az Atlanti óceán északi része (Izland, Grönland) fölött halad. (Érdemes a [flightradar24.com](https://www.flightradar24.com) weblapon is ellenőrizni. A képernyőfoton a 2025. február 25-i Brüsszel–Chicago járat útvonala látható.)

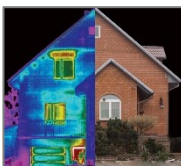
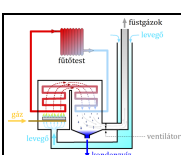
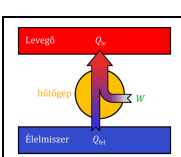
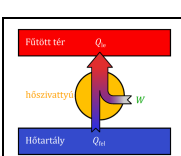


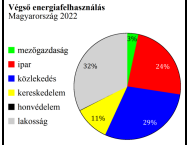
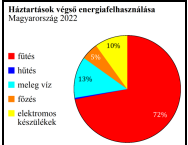
10. Az egyes eszközök (berendezések, eljárások, szolgáltatások) energiahatékonyságának fejlesztése gyakran ezek teljes energiafelhasználásának növekedését eredményezi. (Ezt a jelenséget *visszapattanó hatásnak* nevezik.) Például az újabb autók fogyasztása egyre kisebb lett, de ez csökkentette az üzemeltetési költségüket, ezért többen és többet használják őket. Emiatt a gépkocsik összfogyasztása folyamatosan növekszik. Ugyanígy a repülés fajlagos költségeinek csökkenése a teljes légiutas-forgalom növekedésével járt együtt.



Az izzólámpák LED fényforrásra történő cseréje növelte a fényhasznosítás mértékét, ez a világítási költségek fajlagos csökkenését eredményezte. Az olcsóbb üzemeltetés viszont megnövelte a világítási igényeket. (Például sok helyen indokolatlan a díszkivilágítás és a fényreklám.)

Képek jegyzéke

	Lakóház hőfényképe W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Termowizja.jpg
	Kondenzációs gázkazán elvi rajza © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0793.svg
	A hűtőgép működésének elvi rajza © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0794.svg
	A hőszivattyú működésének elvi rajza © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0795.svg
	Légkeverős sütő (air fryer) W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Air_Fryer_5458.jpg
	Közeledési dugó Budapesten W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:01_Traffic_jam_in_Budapest,_Hungary.jpg
	Kondenzcsík repülőgép mögött W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Contrail.fourengrined.arp.jpg
	Konténerszállító vonat W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MÁV_630-010.jpg

	A Christophe Colomb konténerhajó (hossza 365 m, szélesség 52 m) W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CMA_CGM_Christophe_Colomb_01.jpg
	Kujoricakombájn W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pryor_Farms_2019_Corn_Harvest_Woodbine_Iowa_unloading.webm
	A végső energiafelhasználás szerkezete Magyarországon (2022) © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0796.svg
	A háztartások végső energiafelhasználása Magyarországon (2022) © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0797.svg
	LED lámpa W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Led-lampa.jpg
	Örvény egy repülőgép szárnyának végén W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:A6-ADT_A380_Emirates_(8557113059).jpg
	Brüsszel–Chicago repülőjárat útvonala a <i>Flightradar24.com</i> weblapon © http://www.fizikakonyv.hu/fotok/0046.jpg
	Repülőgépek kondenzcsíkjai Párizs fölött W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Конденсационные_следы_в_небе_над_Парижем.jpg
	Díszkivilágítás (Eiffel-torony, Párizs) W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tour_Eiffel_seen_from_Trocaero.JPG

Jelmagyarázat:

© **Jogvéde**tt 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>	▶
---	-----------------	-----------------	------------------	-----------------	----------------	---