

Környezetkímélő közlekedés áramvonalas autókkal

SZERZŐ: Horváth Balázs egyetemi docens / Széchenyi István Egyetem, Környezetmérnöki Tanszék

1908-ban ünnepeltük a világ első, közép-
osztálybeli amerikaiak számára is megfi-
zethető autója, a Ford T-modell születés-
napját [Nagy, Tóth, 2014]. Amikor Henry
Ford megalapította vállalatát [1903, Ford
Motor Company],¹ a világ országútjait még
csak 200 000 körüli gépkocsi róttta.² Azóta
számuk 1 000 000 000 fölé szaporodott
[2010],³ technikai színvonaluk pedig alig
összemérhető a száz évvel ezelőtti típuso-
kéval. A mai gépkocsik gyorsabbak, erőseb-
bek, és több extrával vannak felszerelve,
mint amit az autózás hőskorában el tudtak
volna képzelni. Sőt már évek óta folyik az első
önjáró modellek tesztelése, amelyek vezető
nélkül és [remélhetőleg] nagyon biztonságo-
san juttatják majd el utasaikat az úti célhoz.
Sok szempontból jogos tehát a büszkeség,
amellyel a mai gyárak új járműveiket az au-
tószalonnak standjaira állítják. Mégis ambi-
valens marad az öröm, amikor az ember a
szebbnél szebb autósodákon végigtekint.
Nem „pusztán” azért, mert levegőszennye-
zésük Európában minden évben ezreket öl
meg. Az Európai Környezetvédelmi Ügynök-
ség [EEA] tanulmánya szerint ugyanis a szál-
ló por (PM_{10}) – amely csak a levegőt szeny-
yező anyagok egyike – hazánkban évente
15 865 ember idő előtti halálát okozza,^{4,5} s
ezen halálesetek negyven⁶ vagy ötven⁷ szá-
zaléka a gépkocsik számlájára írható. Mi-
közben a kutatások szerint az autóvásárlás
hosszú távon nem növeli a boldogságot, a
megőrzégyülés [amit például a kipufogógá-
zokkal a levegőbe kerülő szálló por könnye-
dén okozhat] hosszú távon is csökkenti azt
[Takács, 2015], így érdemes lenne egyszer
belegondolni, hogy mire is jó tulajdonképpen
a mobilitásra épült társadalom.
Hiányérzetem másik forrása az, hogy miköz-
ben egyetemi hallgatók szerte a világon olyan
– lámpával, indexszel stb. felszerelt, közúti
közlekedésre is tulajdonképpen alkalmas –
kisautókat konstruálnak, amelyek egy liter
benzinnel akár több ezer kilométert is meg-
tesznek, a nagy autógyárak sokkal kvalifikál-
tabb mérnökgárdái évtizedek óta nem tudnak
olyan modellt alkotni, amely a takarékos-
ság ezen szintjének akár a közelébe eljutna.

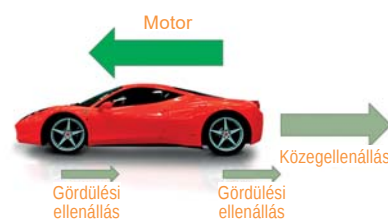
Amikor Hetesi Zsolt kollégám saját járművét
matchboxnak nevezi kis mérete és alacsony
fogyasztása miatt, száz kilométerenként 5
literes fogyasztásra gondol. Hol van ez vagy
bármely világcég bármely modellje a hallga-
tók tervezte autók takarékoságától?
A harmadik oka annak, hogy fenntartásaim
vannak – és jelen írásban ezzel kapcsolatos
gondolataimat szeretném az olvasóval meg-
osztani –, az, hogy az autógyárak nem hasz-
nálják ki a fogyasztáscsökkentésnek egy
olyan lehetőségét, amelyet pedig egyszerű-
en és minimális ráfordítással megtehetné-
nek. Ez az egyszerű mód a ma megszokott-
nál áramvonalasabb járművek hadrendbe
állítása lenne.

Ismert tény, hogy az ökológiai lábnyomnak
– mind globálisan, mind Magyarország ese-
tében – kb. felét az az erdőterület teszi ki,
amelyet képesnek gondolunk az általunk ki-
bocsátott szén-dioxid megkötésére [Kitzes
et al., 2007, 1. és 6. o.; Wackernagel, Rees,
1996, 208–209. o.]. Mivel az energiafogyas-
tás harmadáért a motorizált közlekedés a fe-
lelős [MacKay, 2009, 143. o.], ha szeretnénk
fenntarthatóbban élni, feltétlenül érdemes a
csökkentésével megpróbálkoznunk. Ennek
pedig egyik módja, hogy áramvonalasabb –
sokkal áramvonalasabb! – autókat építünk.

Egy egyszerű mód az energia- fogyasztás mérséklésére

Tekintsük át, hogy miért is fogyaszt üzem-
anyagot a vízszintes terepen állandó se-
bességgel haladó autó. Nos, a gépkocsi
üzemanyag-fogyasztásának kisebbik része
ilyenkor a gördülési ellenállás, nagyobbik ré-
sze a közegellenállás leküzdésére fordítódik.
Vizsgáljuk meg először a gördülési súrlódás-
ból eredő ellenállást! Ez az az energia, amely
a csapágyak melegekedése, az abroncsok ko-
pása, a közlekedési zaj keletkezése stb. kö-
vetkeztébenvész el. A gördülési ellenállás a
jármű a sebességétől független, de annak
súlyával arányos, és az arányossági ténye-
ző [az ún. gördülési súrlódási tényező, μ_g]
értéke személyautók esetében 0,01 körüli.
Ez azt jelenti, hogy a motornak tonnánként,

vagyis tízezer newtononként [a g értékét
nagyvonalúan 10 m/s^2 -re kerekítettem]
 $F = \mu_g \cdot m \cdot g = 0,01 \cdot 10\,000 = 100 \text{ N}$ ebből
eredő ellenállást kell leküzdenie, ami $27,77$
 m/s [100 km/h] haladási sebesség esetén
 $P = W/t = F \cdot s/t = F \cdot v = 100 \cdot 27,77 = 2777 \text{ W}$
teljesítmény befektetését igényli [MacKay,
2009, 307. o.].



1. kép. Az állandó sebességgel haladó jármű-
re ható erők [a felhasznált kép forrása⁸]

A gördülési ellenállásnál sokkal jelentősebb
tétel a közegellenállás leküzdésére fordított
teljesítmény, legalábbis ekkora sebességnél.
A járműnek haladása közben saját sebes-
ségére fel kell gyorsítania egy hasáb alakú
levegőtömeget, amelynek keresztmetsze-
te a jármű A előlnézeti keresztmetszetének
[homlokfelületének] a k közegellenállási
együtthatóval képzett szorzatával egyen-
lő. A k általában egynél kisebb szám, így az
 $A \cdot k$ szorzat gyakorlatilag minden járműnél
kisebb a tényleges előlnézeti keresztmet-
szetnél, átlagos mai autónál a harmada an-
nak [$k \approx 0,33$]. A felgyorsítandó levegőtömeg
térfogata $A \cdot k \cdot s$, v sebességnél $A \cdot k \cdot v \cdot t$,
tömege pedig [az $m = \rho \cdot V$ összefüggés fel-
használásával] $\rho \cdot A \cdot k \cdot v \cdot t$. Ezt a tömeget
kell az autónak v sebességre felgyorsíta-
nia $W = \frac{1}{2} m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot k \cdot v \cdot t \cdot v^2 =$
 $\frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot k \cdot t \cdot v^3$ energia felhasználásával.
A befektetendő teljesítmény az időegység
alatt végzett munka, vagyis
 $P = W/t = \frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot k \cdot t \cdot v^3/t = \frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot k \cdot v^3$.
Egy átlagos autó adatait behelyettesítve azt
kapjuk, hogy a közegellenállás leküzdéséhez
 $\frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot k \cdot v^3 = \frac{1}{2} \cdot 1,3 \text{ kg/m}^3 \cdot 3 \text{ m}^2 \cdot 0,33 \cdot$
 $\cdot [27,77 \text{ m/s}]^3 = 13\,932 \text{ W}$ teljesítmény szük-
séges.

Az állandó sebességgel közlekedő autó ha-
ladását természetesen a gördülési ellenállás

és a közegellenállás egyaránt fékezi, ezért a motornak a két teljesítmény összegét kell nyújtania. A szükséges $2777 + 13\,932 = 16\,709\text{ W}$ tetemes teljesítmény. A belső égésű motorok hatásfoka ráadásul csak 25% körüli, az üzemanyag energiatartalmának háromnegyede veszendőbe megy, ezért a jármű ekkora hasznos teljesítmény kifejtéséhez négyszeres mennyiségű benzint éget el. A 100 km/h állandó sebességgel haladó gépkocsi bruttó teljesítménye ezért hozzávetőlegesen $[2777 + 13\,932] \cdot 4 = 66\,836\text{ W}$ [MacKay, 2009, 308. o.]. 100 km/h -s tempónál tehát kb. 5-ször akkora teljesítmény befektetésével győzhető le a levegő ellenállása, mint amennyit a gördülési ellenállás leküzdése igényel [MacKay, 2009, 302–303. és 308. o.]. Ha tehát kis fogyasztású autóra vágyunk, a leghelyesebb, ha először is a járművünk légellenállását csökkentjük, méghozzá minél drasztikusabb mértékben.

2. kép. Boeing 747 [a kép forrása⁹]



A k közegellenállási együttható csökkentése szerencsére nem olyan bonyolult. Ehhez elég pusztán a jármű alakján változtatni, ráadásul a legáramvonalasabb formát, a cseppalakot már régóta ismerjük. A repülőgépeknél szokásos formatényező például az autókénak csupán tizede, $0,02$ – $0,03$ körüli [MacKay, 2009, 305. o.]. Ha sikerülne a személygépkocsik k értékét is a repülőgépek nagyságrendjébe szorítani – és mi lehetne ennek az akadálya –, akkor a közegellenállás leküzdésére fordítandó teljesítmény is a mainak tizedére esne vissza. És mivel az összteljesítmény $5/6$ -át ez adja, az autó fogyasztása végső soron a negyedére csökkenne: $16\,709\text{ W}$ -ról 4170 W -ra, a 25%-os motorhatásfokot is figyelembe véve $66\,836\text{ W}$ -ról $16\,680\text{ W}$ -ra. Ez azt jelenti, hogy 8 liter üzemanyag helyett akár 2 literrel is megjárhatnánk egy száz kilométeres utat.

Méltó elődök

Ha valamelyik autógyár erre az útra merészkedne, nem nagyon kellene újat feltalálnia. A

cseh Tatra 77, amely a világ első szériagyártású áramvonalas autója volt, már 1933-ban $0,2455$ -ös együtthatót tudott felmutatni,⁷ a $105,9\text{ km/h}$ -s sebességi világrekordot 1899-ben felállító Jenatzy villanyautót pedig eleve rakéta formájúra alkotta meg formatervezője, Léon Auscher [Paturi et al., 1988, 348. o.], bár a konkrét k érték nem ismeretes.²⁷ És ha a karosszéria áramvonalas, a motorral szembeni követelmények sem olyan magasak. A mai motorok nyilván jóval többet tudnak a Lloyd LS-300 kisautóénál, pedig az is képes volt 75 km/h -s csúcsebességre és $5,5$ literes 100 km -enkénti fogyasztásra már 1950-ben [Paturi et al., 1988, 476. o.].

3. kép. A Tatra 77 1933-ból [kép forrása¹⁰]



4. kép. Henry Ford legendás T-modellje [kép forrása¹¹]



Sőt! Igazából a majd százéves Ford T-modell is megtenné a maga húsz,¹² később huszonégy¹³ lóerős motorjával, ha repülőgéphez méltó közegellenállású karosszériát szerelnének rá. Tételezzük fel, hogy gördülési ellenállás együtthatója a mai autókéhoz hasonlóan $0,01$ volt, tömege pedig 840 kg ,⁹ Ezekből az adatokból $F = \mu_g \cdot m \cdot g = 0,01 \cdot 8400 = 84\text{ N}$ gördülési ellenállás adódik, az ennek leküzdéséhez szükséges teljesítményre pedig a $P = F \cdot v = 84 \cdot v$ összefüggést kapjuk. Miután a T-modellre jellemző k érték $0,7$ – $0,9$ – vagyis áramvonalassága gyakorlatilag megegyezik egy kockáéval¹⁴ –, a közegellenállás legyőzésének teljesítményigényét a következő számítás adja meg: $\frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot k \cdot v^3 = \frac{1}{2} \cdot 1,3\text{ kg/m}^3 \cdot 3\text{ m}^2 \cdot 0,8 \cdot v^3 = 1,56 \cdot v^3$.

A két teljesítményérték összege pedig meg egyezik a névleges motorteljesítménnyel, ami $24\text{ LE} = 24 \cdot 735,5\text{ W} = 17\,652\text{ W}$. $P = 84 \cdot v + 1,56 \cdot v^3 = 17\,652\text{ W}$ egyenletből v -re $21,65\text{ m/s} = 77,94\text{ km/h}$ jön ki, ami nem áll messze a T-modellre az irodalomban megadott $45\text{ mérföld/óra} = 72,41\text{ km/h}$ csúcsebességtől.¹⁵ [Ha a $k = 0,9$ értéket fogadjuk el, csúcsebességül $20,85\text{ m/s} = 75,06\text{ km/h}$ -t kaptunk volna.] Játsszunk el a gondolattal, mire lenne képes ez az autó, ha karosszériája olyan áramvonalas lenne, mint egy repülőgépé. Mivel a gördülési ellenállás változatlan $[84 \cdot v]$, és ebben az esetben $\frac{1}{2} \rho \cdot A \cdot k \cdot v^3 = \frac{1}{2} \cdot 1,3\text{ kg/m}^3 \cdot 3\text{ m}^2 \cdot 0,033 \cdot v^3 = 0,06435 \cdot v^3$, az alábbi egyenletre kell megoldást keresnünk: $84 \cdot v + 0,06435 \cdot v^3 = 17\,652$.

A v -re kapott 58 m/s 208 km/h -nak felel meg. Ekkora csúcsebességet lehetne elérni $k = 0,033$ -re csökkentett közegellenállási együtthatóval! Igaz, hogy a matuzsálemi korú motor eközben 11 – 18 liter,¹¹ átlagosan 14 liter^9 üzemanyagot égetne el száz kilométerenként,¹¹ de ha $43\text{ m/s} = 154\text{ km/h}$ -val is beérnénk, a szükséges motorteljesítmény s ezzel a fogyasztás is nyilván a felére $[7\text{ l}/100\text{ km}]$ esne vissza. Annak a motornak a fele teljesítményű változata tehát, amelyet száz éve a Ford-gyár beépített legendás autói-ba, képes volna arra, hogy egy megfelelően áramvonalas járművet 7 literes száz kilométerenkénti fogyasztás mellett 150 km/h -s sebességgel repítsen. Jól gondolom, hogy személyautóink ma sem tudnak ennél többet [hanem inkább kevesebbet].

Vissza a földre!

Amikor elragad bennünket a lelkesedés, érdemes mindig meghallgatni a szkeptikus hangokat is. Mi tartja majd az úttesten a járművet, s tesz lehetővé hatékony fékezést, ha nem lesz légellenállás, amely a földhöz szorítaná? A repülőgépek behúzott kerekekkel érik el a rájuk jellemző fantasztikus alakító tényezőt, de ugyanezt egy autó aligha tudja megtenni. Hogyan akarjuk akkor a légellenállását hasonlóan alacsony értékre csökkenteni?

Megoldási javaslatok helyett hadd hozzak fel olyan példákat, amelyek nyilvánvalóan sikeresen vették ezeket az akadályokat is. A jelenlegi csúcstartó a Shell Eco-Runner a maga $k = 0,0512$ tényezőjével és 3653 km/l -es fogyasztásával,¹⁶ ami $0,0274\text{ liter}/100\text{ km}$ -nek felel meg. [27 és fél köbcentiméter benzint száz kilométeren!] Természetesen



5. kép. A Shell Eco-Runner V [a kép forrása¹⁷]

kísérleti modellről van szó, amelyet kizárólag versenyeken való részvételre szántak. Mindazonáltal demonstrálja, hogy kereken guruló jármű is elérhet olyan légellenállási tényezőt, amely a repülőgépek nagyságrendjében mozog.

De nem is kell idáig elmennünk, hogy lényegbevágó változást érzünk el az energiahatékonyságban. Az Aptera már nem vádolható azzal, hogy közúti közlekedésre alkalmatlan lenne, pedig közegellenállási együtthatója 0,11 körüli [MacKay, 2009, 165. o.], a fo-

gyasztása pedig megfelel 0,78 l/100 km-nek.¹⁸

Ha az Aptera nem is, de a sorozatgyártású Volkswagen XL1 már sokaknak elnyerheti a tetszését. A jármű $k = 0,189$ értékkel dicsekedhet,²⁰ szuperkönnyű anyagokból készül, és a 100 kilométerenként mindössze 0,9 litert éget el,²¹ Az autó menetellenállása olyan alacsony, hogy a 100 km/h-s tempó tartására 8,4 lóerőnyi motorteljesítmény is elegendő, tankjának úrtartalma pedig nem több 10 liternél,



6. kép. A híres Aptera, a „Szárnyszerű” autó [kép forrása¹⁹]

mégis 500 km-re elegendő üzemanyagot rejt.²²

Nem vitás, hogy az imént bemutatott autók tervezésénél bőven kötöttek kompromisszumokat a gyártók, amelyekről a hazai honlapokon is részletesen tájékozódhatunk [a Volkswagen esetében pl. itt²⁴]. De lehet, hogy épp ez a probléma. A szakértők néha megjegyzik, hogy az autó akkor válhatott modern közlekedési eszközzé, amikor a tervezők végre elfelejtették előle a lovat. Addig jobban illett rá a motorhajtású szekér megnevezés. Most legfontosabb feladatunk talán az lenne, hogy a lovak után kicsit elfeledkezzünk a múlt század autóiáról is. A ma személykocsijai még mindig a XX. század formavilágát idézik, csak némileg modernebb köntösben. A négy ülés még mindig úgy helyezkedik el páronként egymás mellett, akár egy lapos, hajlított vonalú hintóban. Mi lenne, ha a négy utas sorban egymás mögött ülne, a karosszéria pedig a Shell Eco-Runneréhoz lenne hasonló? A parkolás talán kissé körülményesebb volna, cserébe viszont az utak keskenyebbek lehetnének [több helyet hagyva például a kerékpárosoknak]. Az autók tömege is kis túlzással a tankokat idézi. Miért kell egy személygépkocsinak egy- vagy kéttonásnak lennie? A benzin energiájának hasznosuló 25%-a is 90%-ban a kilencmázsás jármű mozgatására fordítódik, s csak a maradék 10% viszi az utast. Így a közlekedésre áldozott energia minimum 98%-a veszendőbe megy [Koger, Winter, 2010, 339. o.]. Muszáj ennek így lennie? Az Eco-Runner V modern anyagokból készül, tömege üzemanyagcellával együtt 38 kg, mégis 50 kg-os sofőr vezeti. Nem lehetne hasonló tömegarányt megvalósítani a személygépkocsi esetében is? A négy kerékhez is érthetetlen módon ragaszkodunk, pedig már létezik olyan kétkerékű autó, amely önmagát egyensúlyozza, és gyakorlatilag felboríthatatlan. A Lit Motors C-1 modellje egyesíti magában a gépkocsi és a motorkerékpár előnyeit, a sofőr és utasa zárt, biztonságos fülkében utazik, és a jármű egyszeri feltöltéssel 320 km-t is megtehet.²⁵ Csúcssebessége 193 km/h, 10 kWh-s akkumulátorának²⁶ mégis csak annyi energiát kell tárolnia, mint amennyi 1 liter benzinben van [MacKay, 2009, 36. o.]. Hatékonyságát részben kis menetellenállásának köszönheti [két kerék!], részben annak, hogy a villanymotorkerékpár hatásfoka a 90%-ot is elérheti [MacKay, 2009, 305. o.].

Mi az akadálya annak, hogy négy, egymás mögött elhelyezett ülés fölül egy Eco-Runner kocsiszekrényt húzzunk, az egészet két ön-

egyensúlyozó kerékkel lássuk el, és nagy kapacitású akkumulátorokkal és villanymotorral hajtjuk meg? Valószínűleg csak a múltban rögzült gondolkodásunk, amely nem tudja elengedni az autóról egy évszázad alatt kialakult képünket. És a bennünk élő majom, akinek az autó legalább annyira státusszimbólum, mint közlekedési eszköz [Morris 2002, 182. o.; Csányi 2003, 286. o.], és aki nem elsősorban olcsó-, gyors- és környezetkímélő járműre vágyik, hanem a majomhierarchiában való felemelkedésre. A nagyméretű, impozáns városi terepjáróra ezért van szükségünk, nem a jobb közlekedéshez. De ki tudja, talán egy szépen formatervezett, villanyhajtású, önegyensúlyozó autó ezt is megadhatná, ha egyszer divatba jön.

IRODALOMJEGYZÉK

Csányi V. [2003/1999]: **Az emberi természet**. Vince Kiadó, Budapest

Kitzes, J., Peller, A., Goldfinger, S., Wackernagel, M. [2007]: **Current Methods for Calculating National Ecological Footprint Accounts**. Science for Environment & Sustainable Society, Vol. 4. No. 1.

Koger, S. M., Winter, D. D. N. [2010]: **The Psychology of Environmental Problems** [3rd Edition]. Psychology Press, Taylor & Francis Group, New York, London

MacKay, D. J. C. [2009]: **Sustainable energy – Without the hot air**. UIT Cambridge Ltd. [Magyarul: Fenntartható energia mellébeszélés nélkül. Vertis – Typotex Kiadó, Budapest, 2011]

Morris, D. [2002/1977]: **Peoplewatching**. Vintage, London

Nagy B., Tóth G. [2014a]: **Kocsiból autó: Egy magyar sikertelenségsztori I.** Lépések a fenntarthatóság felé, 19. évf. 2. szám

Nagy B., Tóth G. [2014b]: **Kocsiból autó: Egy magyar sikertelenségsztori II.** Lépések a fenntarthatóság felé, 19. évf. 3. szám

Paturi, F. R., Brocks, M., Matthes, M., Uhlmannsiek, B., Schramm, M., Voges, C. [1988]: **Die Chronik der Technik**. Chronik Verlag, Gütersloh/München [Magyarul: A technika krónikája. Magyar Könyvklub, Budapest, 1997]

Takács D. [2015]: **Az érzéki taposómalom**. Lépések a fenntarthatóság felé, 20. évf. 1. szám

Wackernagel, M., Rees, W. E. [1996]: **Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth**. Gabriola Island, BC, New Society Publishers. [Magyarul: Ökológiai lábnyomunk. Föld Napja Alapítvány, 2001]



7. kép. Volkswagen XL1 [a kép forrása²³]

JEGYZETEK

- http://www.rubicon.hu/magyar/oldalak/1908_oktober_1_a_ford_t_modelle_a_piacra_kerul/
- https://hu.wikipedia.org/wiki/Ford_T-modelle
- http://www.huffingtonpost.ca/2011/08/23/car-population_n_934291.html
- http://www.levego.hu/kapcsolodoanyagok/a_porszennyezés_miat_talalozasban_elsok_vagyunk
- <http://www.levego.hu/tevekenysegeink/legszenyezés>
- http://www.tiszta.levego.hu/tenyek_tipppek.html
- http://www.earth-policy.org/plan_b_updates/2002/update17
- http://www.wellclean.com/wp-content/themes/artgallery_3.0/images/car3.png
- <https://worksthatwork.com/assets/Articles/21/Images/K3.jpg>
- http://www.tatraportal.sk/data/popisky/t77/t77_00.jpg
- http://pctrs.network.hu/clubpicture/1/4/2/2/_ford_t_modelle_1422840_9358.jpg
- https://hu.wikipedia.org/wiki/Ford_T-modelle
- <http://www.muzeum.mako.hu/index.php/latogatoknak/kiallitasok/galamb-jozsefes-a-ford-t-modelle>
- http://www.engineeringtoolbox.com/drag-coefficient-d_627.html
- <https://media.ford.com/content/fordmedia/fna/us/en/news/2013/08/05/model-t-facts.html>
- <http://www.ecorunner.nl/ecorunner-v.html>
- <http://www.ecorunner.nl/>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Aptera_Motors
- <http://www.blogcdn.com/www.autoblog.com/media/2010/04/01aptera2epplive.jpg>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Automobile_drag_coefficient
- https://en.wikipedia.org/wiki/Volkswagen_1-litre_car
- <http://autopult.hu/kulfoldi-sajto/35-millio-forint-68-loeroert-gorcso-alatt-az-1-literes-volkswagen-xl1.html>
- <http://www.techmania.info/wp-content/uploads/2015/10/2011-Volkswagen-XL1-Concept-Image-015-1600.jpg>
- <http://autopult.hu/kulfoldi-sajto/35-millio-forint-68-loeroert-gorcso-alatt-az-1-literes-volkswagen-xl1.html>
- <http://www.popsci.com/self-balancing-two-wheeled-car>
- <http://www.gizmag.com/lit-motors-c1-self-balancing-motorcycle/21002/>
- A világ első villanyautójáról, amely a magyar Korda Dezső nevéhez fűződik [Nagy, Tóth, 2014b], szintén nem állnak rendelkezésre ilyen jellegű információk [szomorúan jegyzem meg, hogy ismereteim szerint másnyelven sem].