

Dr. Emőd István

*Budapesti Műszaki és
Gazdaságtudományi Egyetem
Gépjárművek tanszék*

A JÁRMŰHAJTÁS ALTERNATÍVÁI

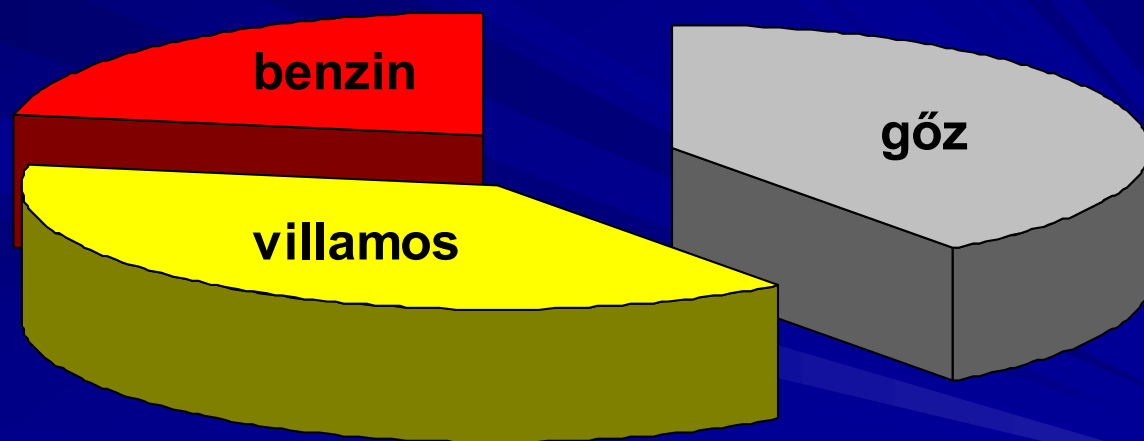
- **1860** az első működő kétütemű (Lenoir), és
- **1876**-ban első működő négyütemű (Otto) belsőégésű motor gázüzemű volt.
- **1894** Franciaország: Első autóverseny (PARIS-RUEN, 126 km) győztes: *de Dion Bouton* gőzautó, 17 km/óra átlagsebességgel.



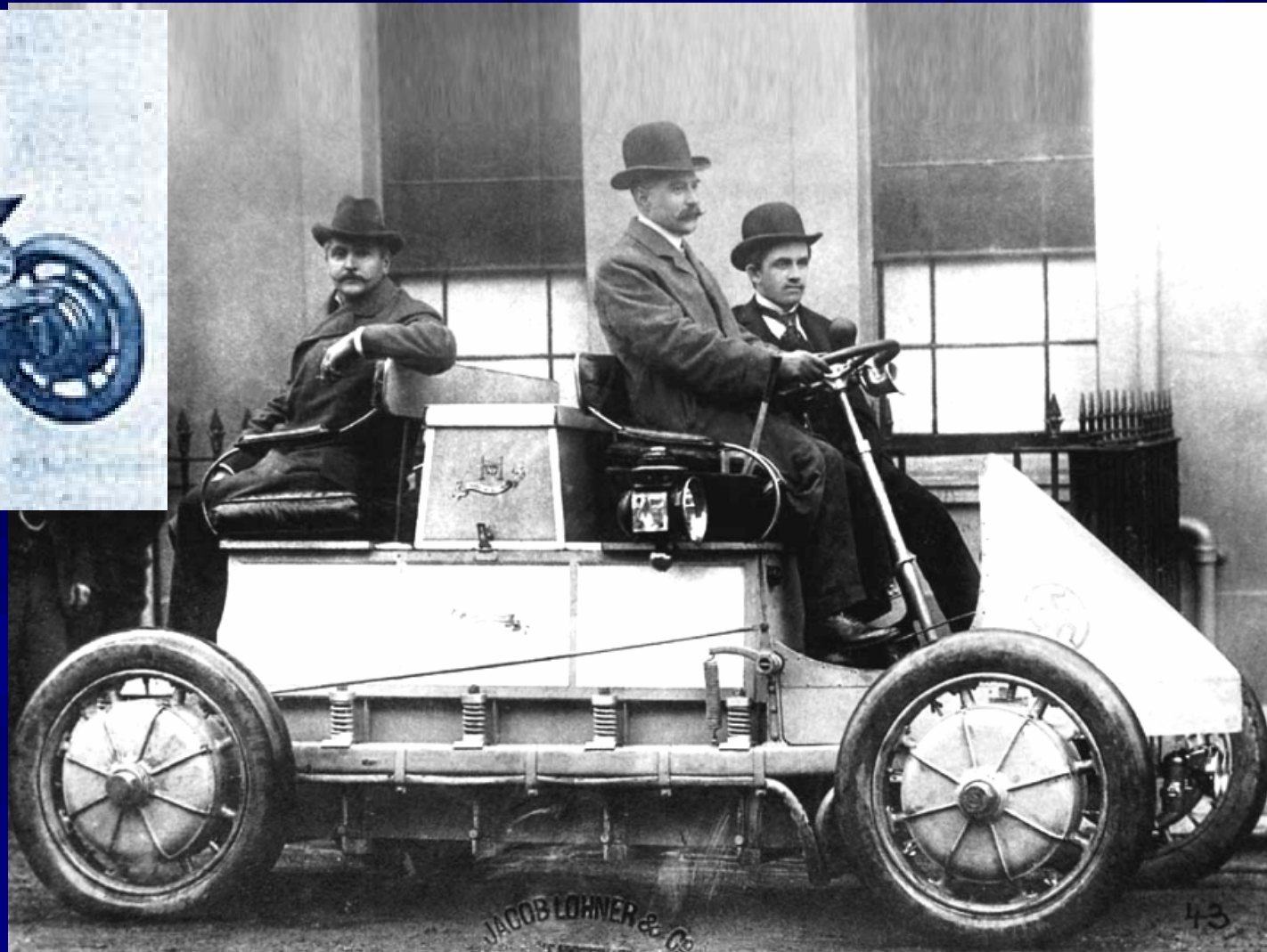
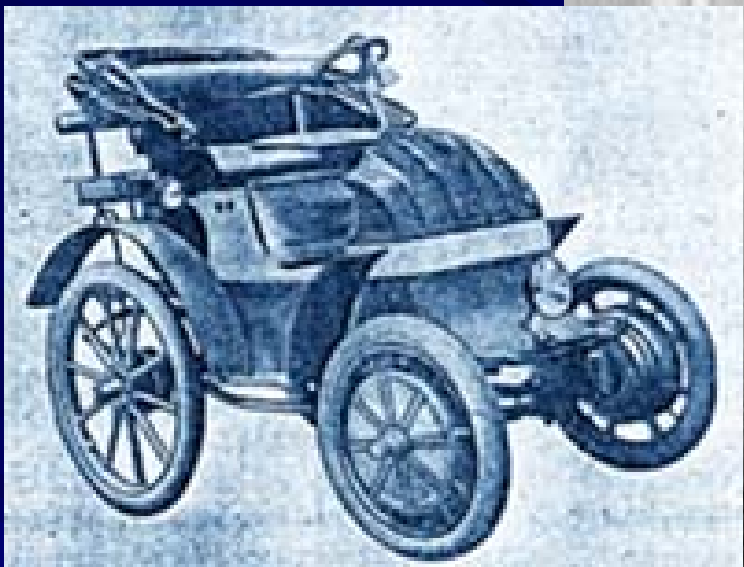
■ **1899**-ben az első 100 km/h-nál gyorsabb autó: **villamos** hajtású autó volt.

■ **1900**-ban az USA-ban 4192 autót gyártottak :
1681 gőzautót,
1575 **villamos**hajtású és
936 **benzin**motoros autót.

USA 1900



Ekkor a verseny még nyílt volt!



1898-1902



Porsche-Lohner hibrid

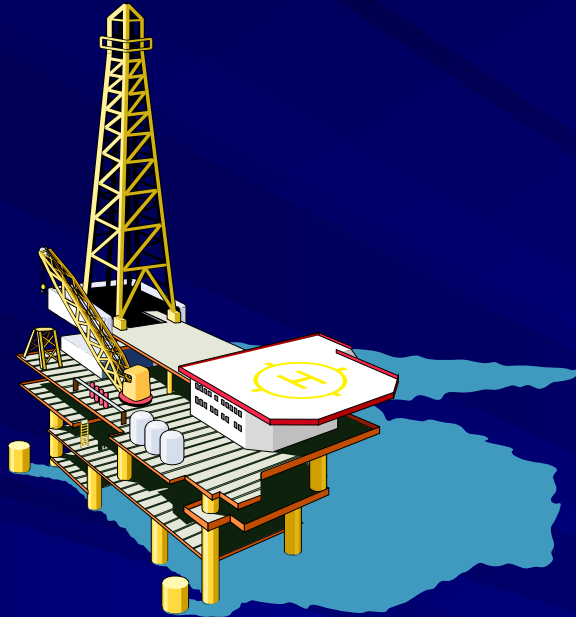
2006.04.11.

■ Összesen **710 millió** gépkocsi van

- Ennek több, mint 99 %-a **benzin-** vagy **dízel**üzemű
- **3,5 millió (0,5 %)** propán-butángáz (LPG) hajtású autó
- **850 ezer (~0,1 %)** földgáz (CNG és LNG) hajtású autó

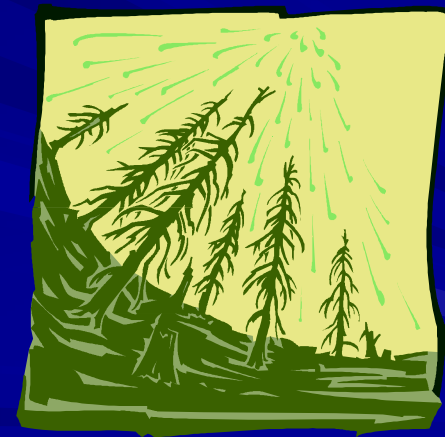


Ma

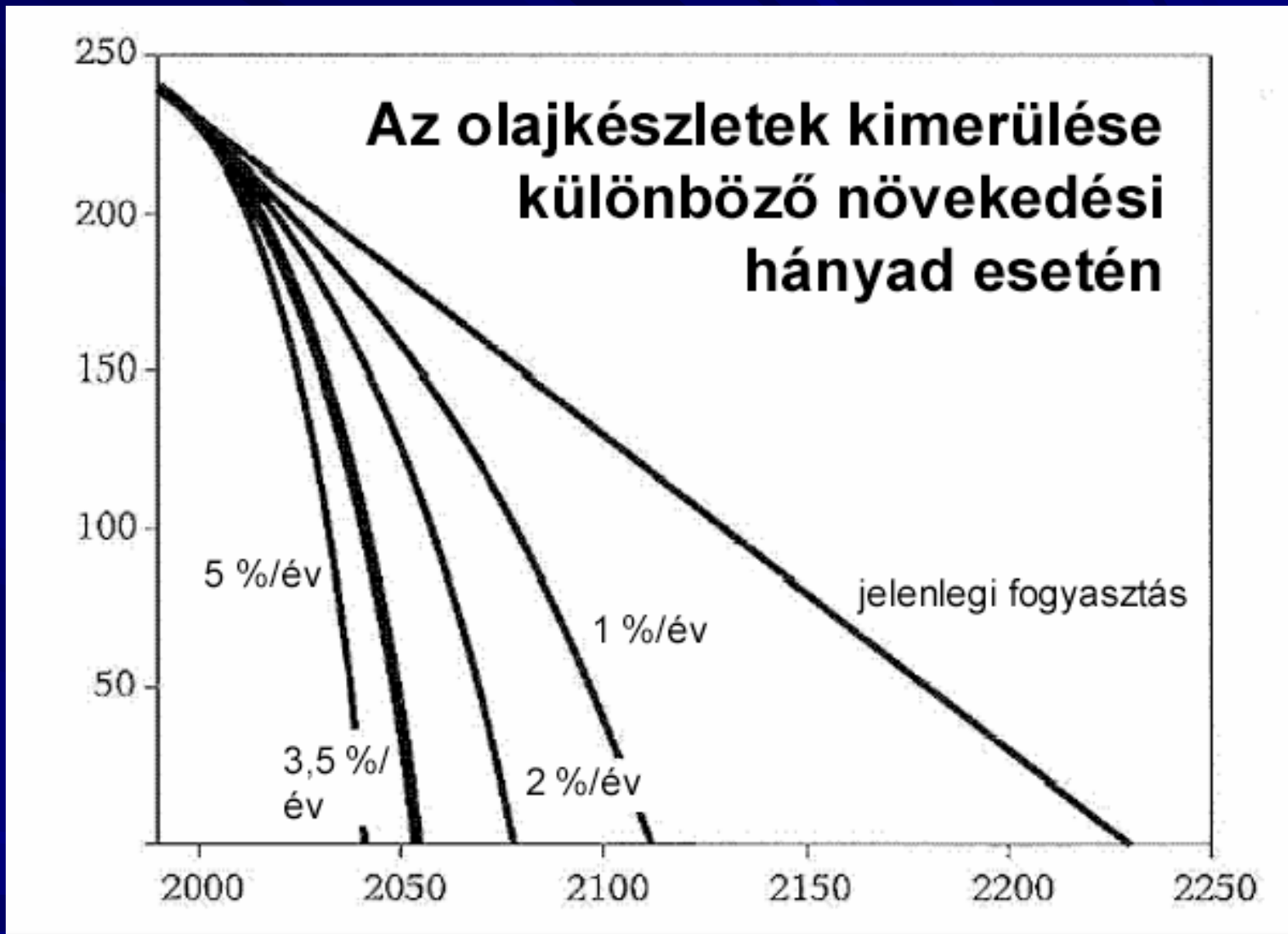


KÖRNYEZET- SZENNYEZÉS

FORRÁSOK KIMERÜLÉSE



Miért kell ezen változtatni?



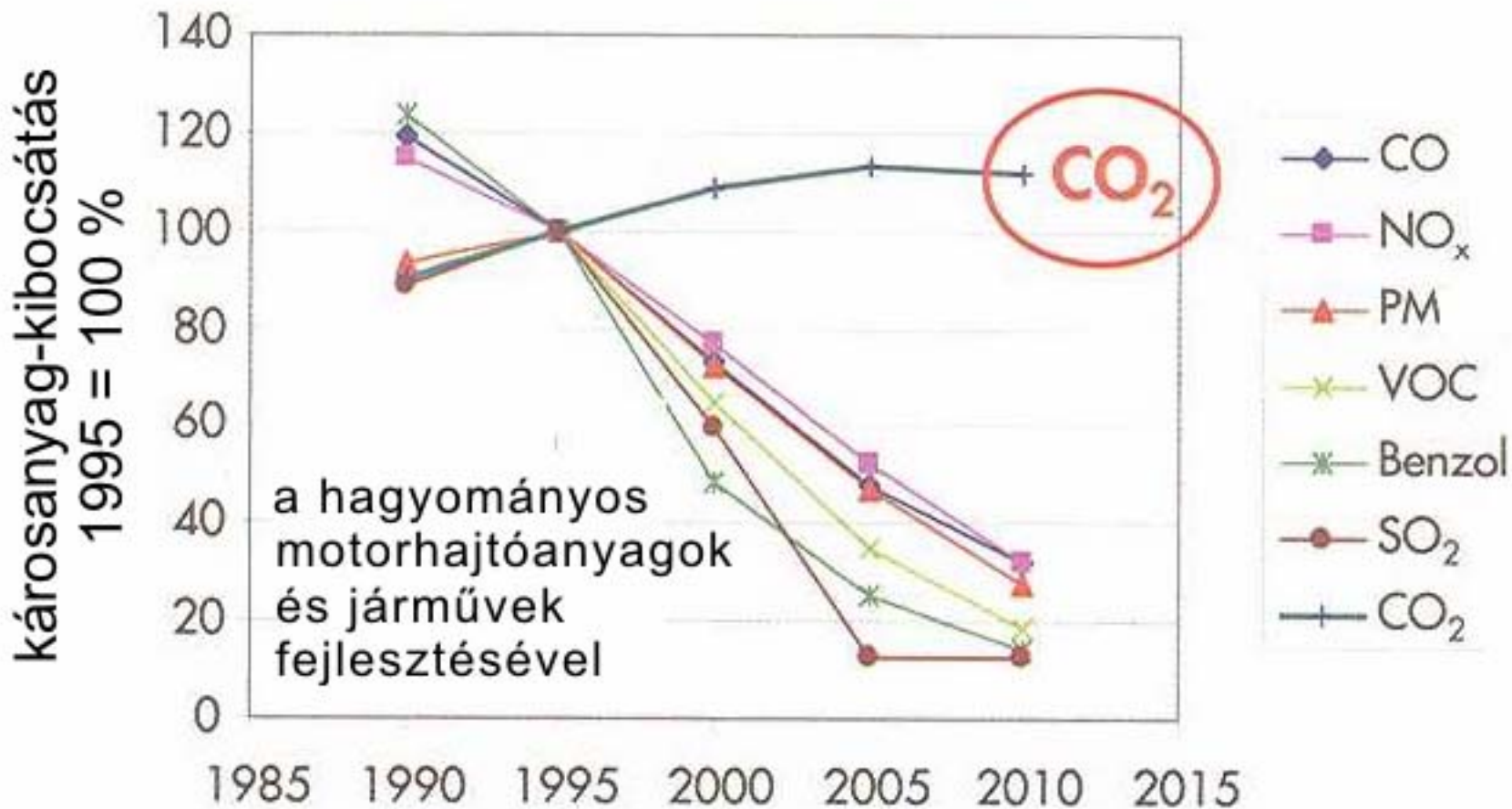
Kőolajkészletek kimerülése



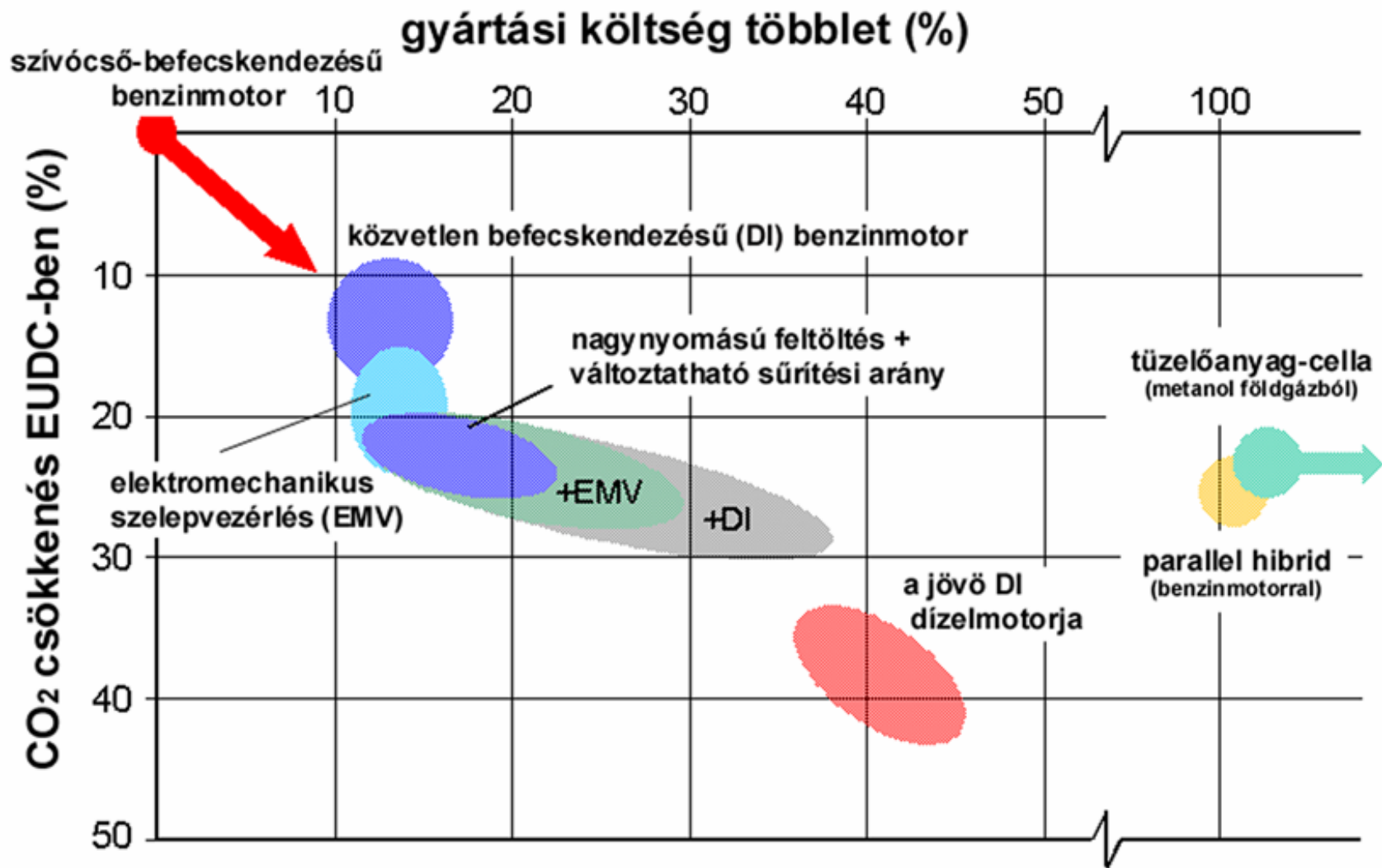
1000 lakosra es személygépkocsik száma (2001-ben)

• Monaco	686	Magyarország	236
• Olaszország	565	Törökország	67
• Németország	529	Kína	5,9

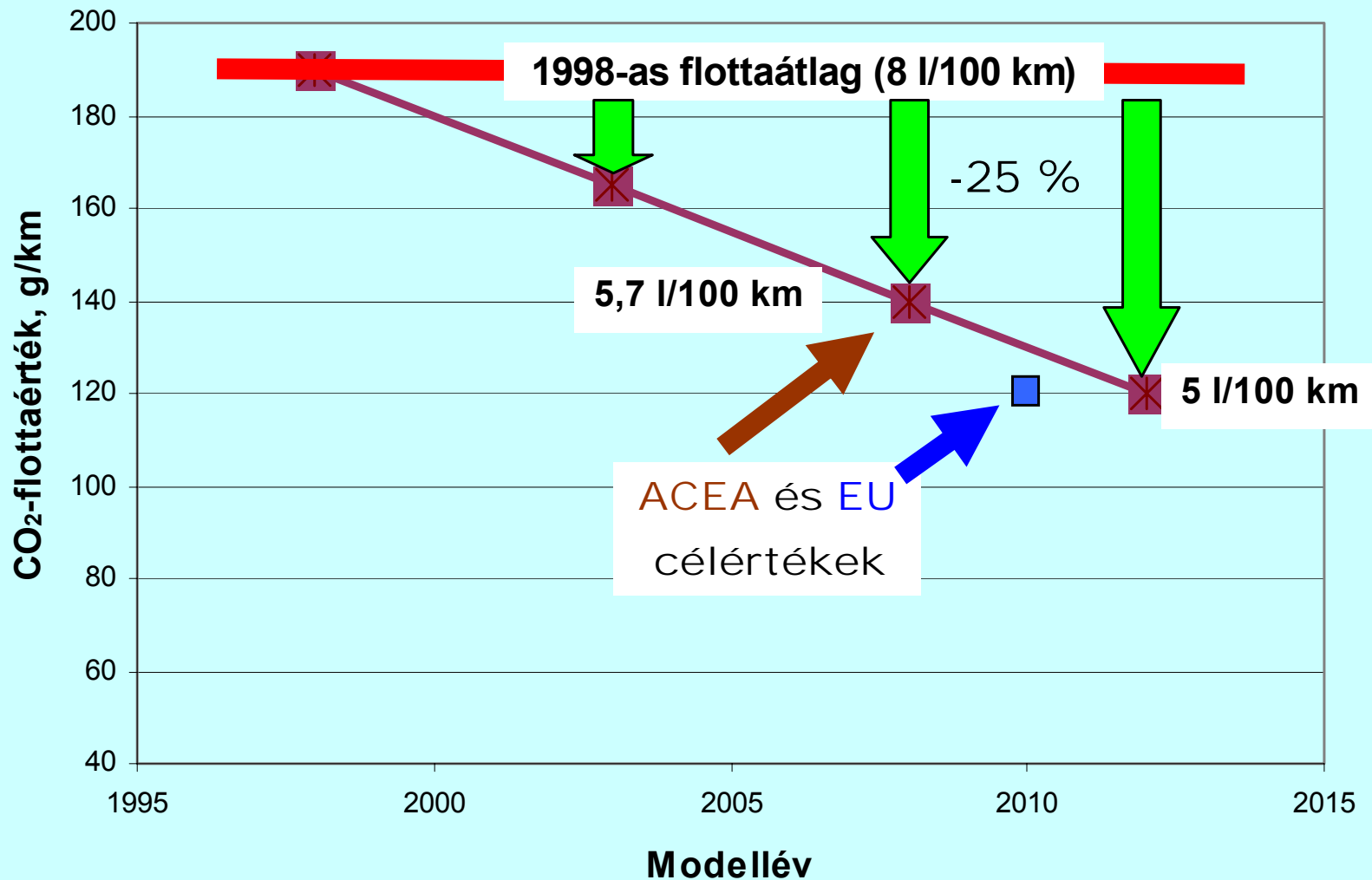
Automobil-Rervue 2002



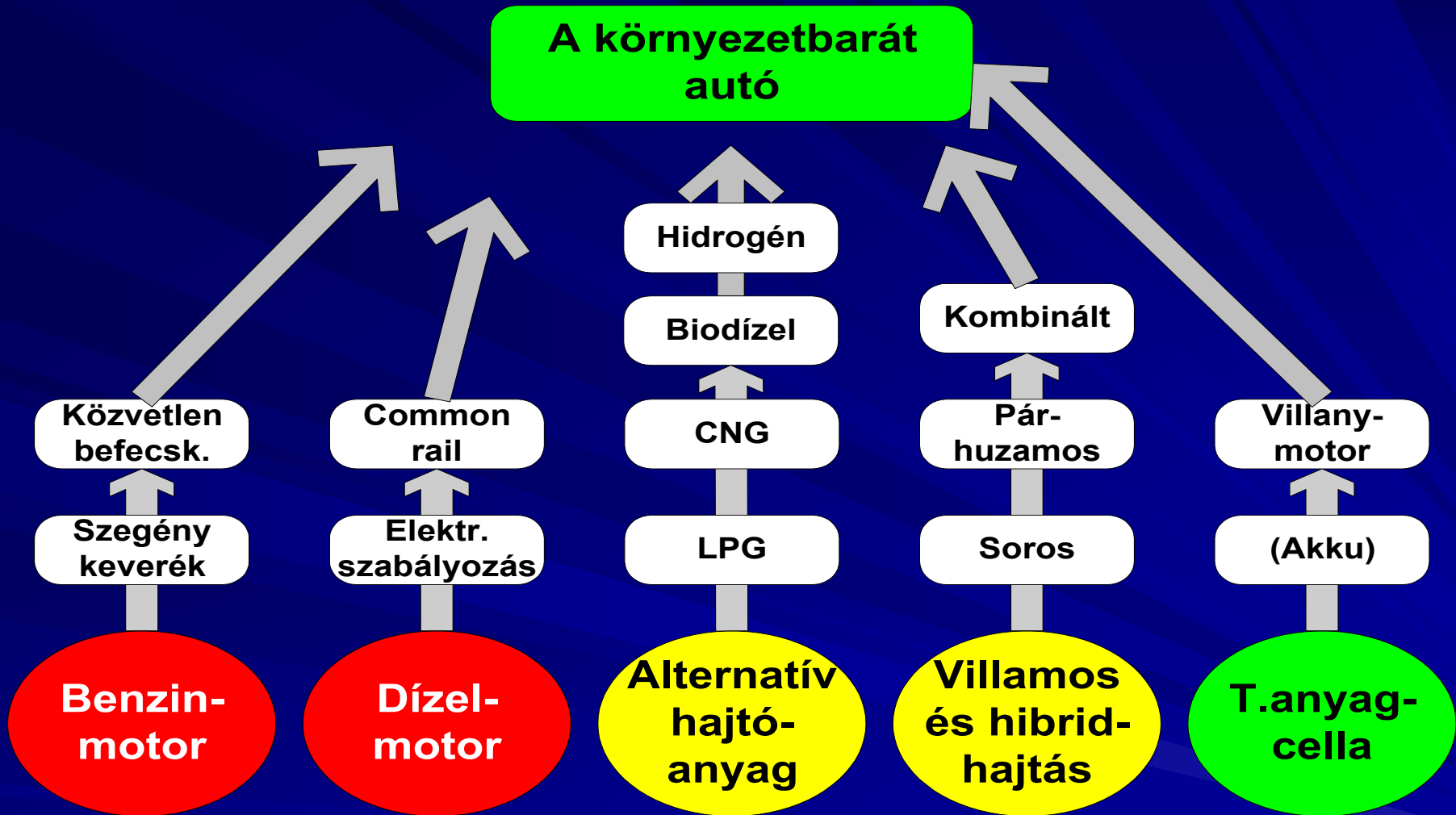
Forrás: Európai Unió



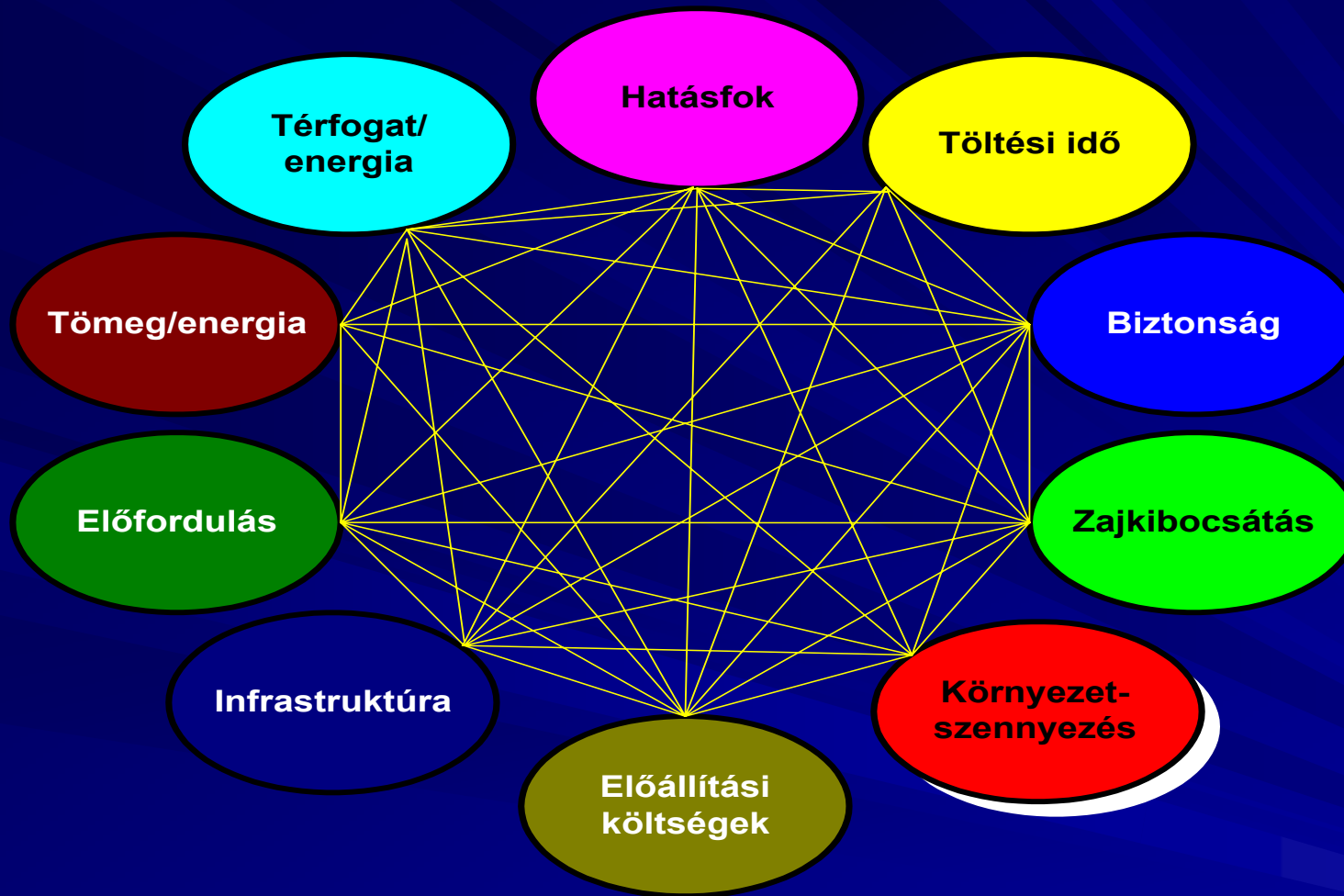
A CO₂-csökkentés ára



A CO₂-kibocsátás alakulása



Milyen lehetőségek
vannak?



Ezekon kívül:

- ❖ hatósugár
- ❖ üzembiztonság
- ❖ divat

stb.

Alternatív lehetőségek értékelési szempontjai

Hajtóanyag:

HIDROGÉN

- előállítás: vízből nap-, szélenergiával (?)
- égéstermék: víz

Energiaátalakítás:

TÜZELŐANYAG-CELLA

- jó hatásfok (~60 %)
- kis hőmérséklet (~80 °C)

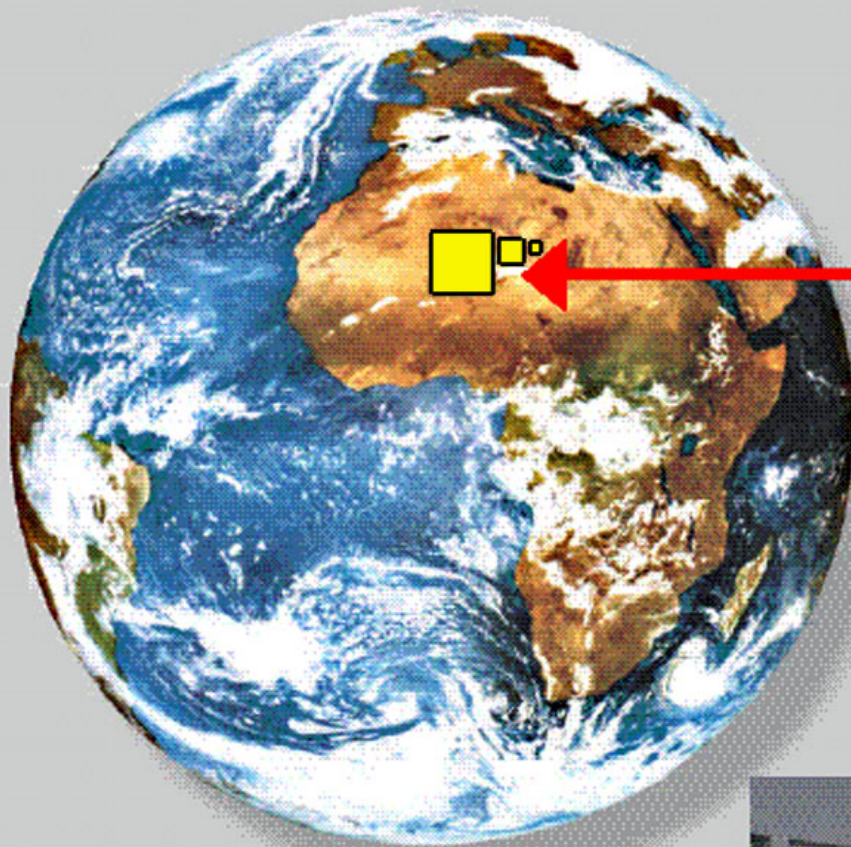
Járműhajtás:

VILLANYMOTOR

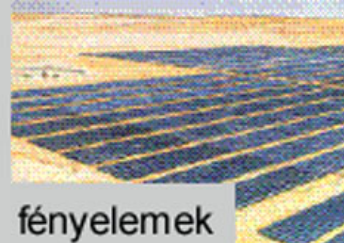
- nulla szennyezés
- visszatáplálás



Az ideális kombináció



fényelemek



szolár hőenergia
által hajtott
generátorok

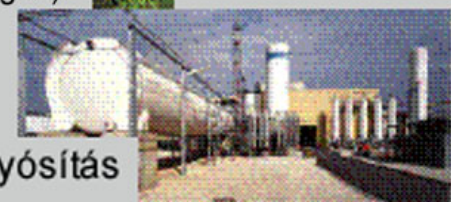


A Föld, Európa és Németország teljes energiaszükségletének megtermeléséhez szükséges terület (részben villamos energia, részben szolárhidrogén)



elektrolízis

cseppfolyósítás



szállítás közúton



szállítás vízi úton

Forrás: LBST, Pilkington Solar, Linde, HDW/GL

Hidrogén előállítása

Belsőégésű motor

- gázüzemű
- bio- vagy szintetikus folyékony hajtóanyag

Hibridhajtás

- belsőégésű + villanymotor

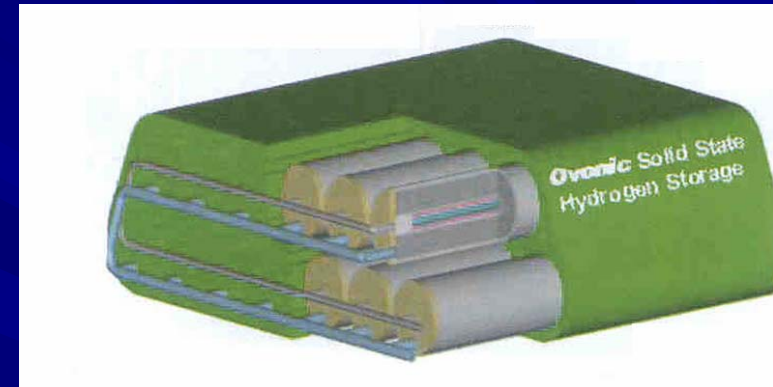
Villamos hajtás

- folyékony hajtóanyaggal (reformer) üzemelő tüzelőanyag-cellával



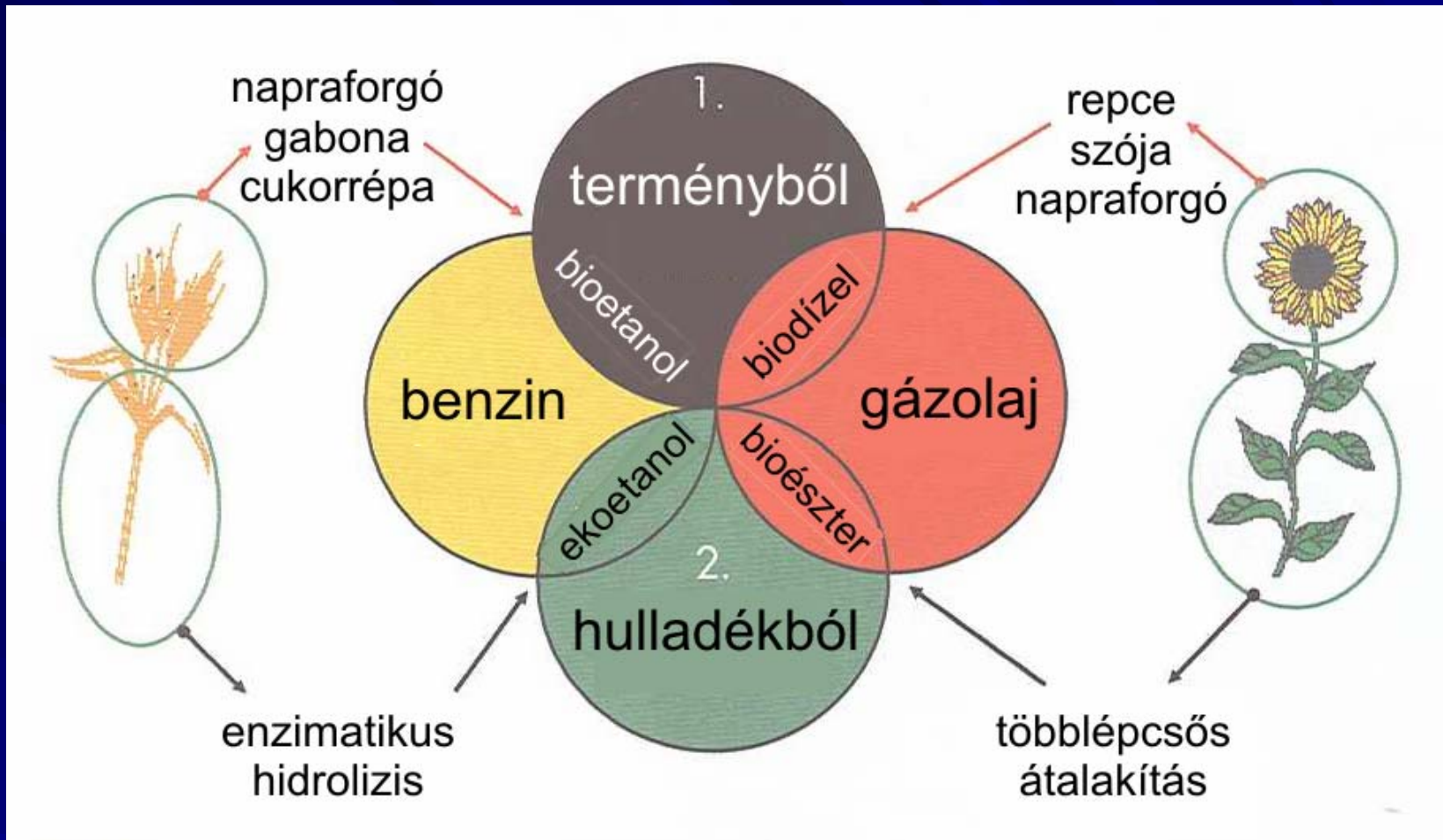
Átmeneti megoldások

- környezetszennyezésük kicsi, de nem nulla
- a nyersanyag-előfordulás véges
- a gáznemű tüzelőanyagok tárolása nehézkes:
 - gáz: nagy nyomás \Rightarrow 200...400 bar
 - folyadék: kis hőmérséklet \Rightarrow
 - 150 °C alatt (földgáz),
 - 250 °C alatt (H_2)
 - fémhidridek

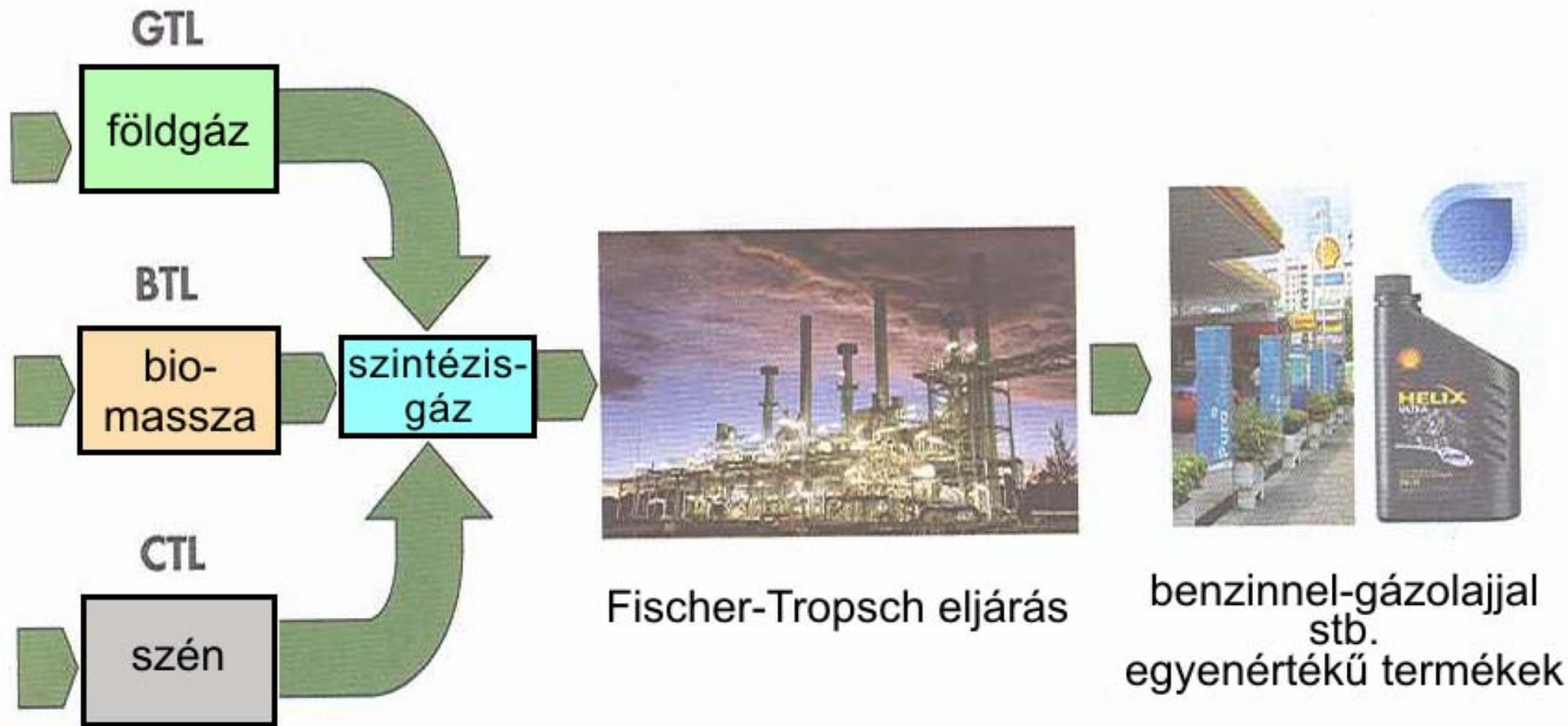


- alkalmazásuk fokozatos átmenetet jelent az ideális megoldás (H_2 + tüzelőanyag-cella + villanymotor) irányába

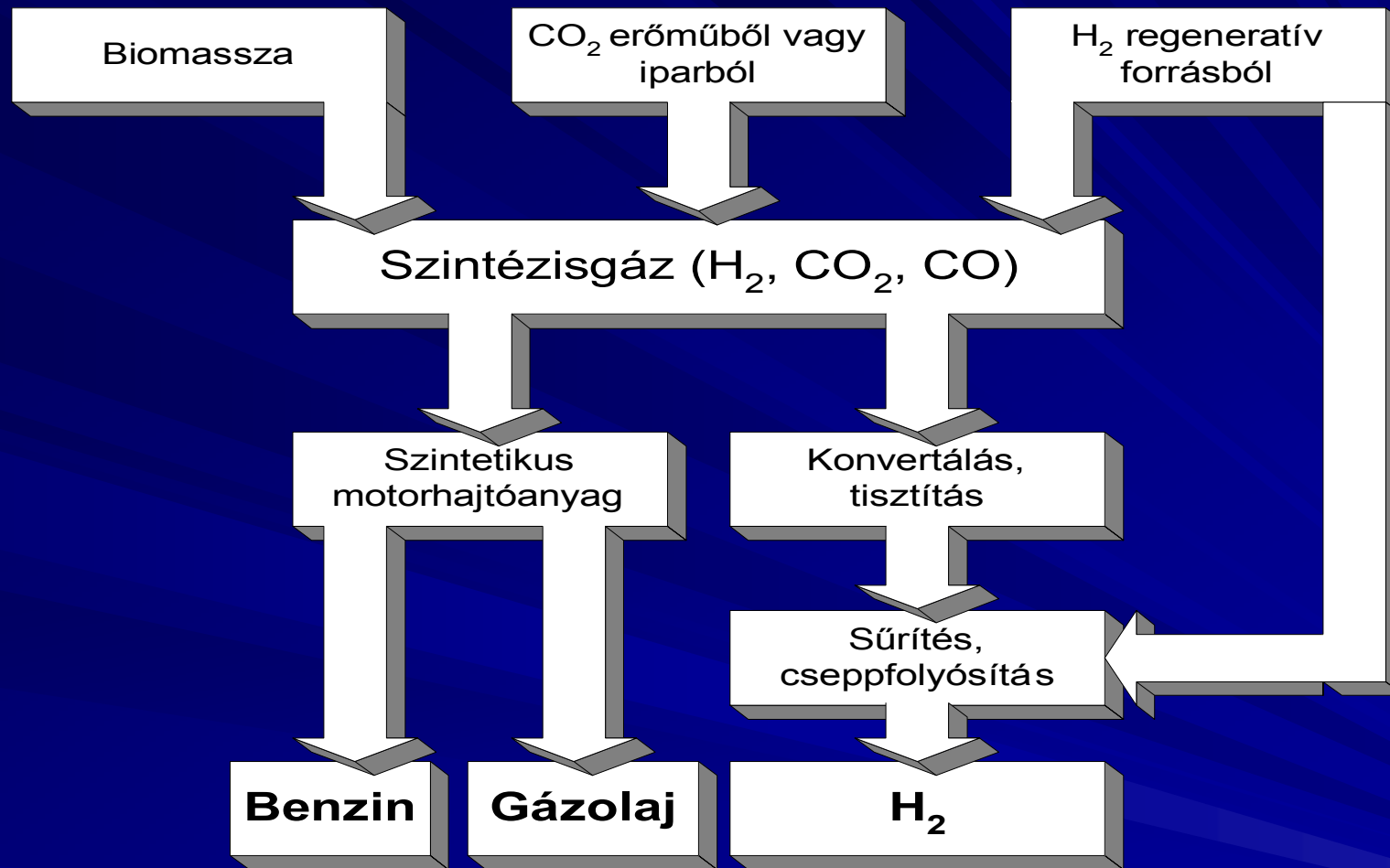
1. átmenet: Gázhajtás



2. átmenet: Biohajtóanyagok



3. átmenet: Cseppfolyósítás



4. Szintetikus hajtóanyagok

Akkumulátor

	Energiasűrűség (W·h)/kg	Hatásfok* %	Élettartam ciklus	Önkisülés %/nap
Ólom	30...50	80	300...1500	0,4
Nikkel/kadmium	45...65	70	2000	1
Nikkel/fémhidrid	60...70	70	1000	2
Nikkel/vas	40...60	60	500...2000	2
Nikkel/cink	55...85	70	500	1
Cink/bróm	70...80	75	300...1000	2
Nátrium/kén	100...140	85	200...1000	0,1
Nátrium/nikkelklorid	90...130	80	800...1500	?
Benzin	>10000	~100		~0

* tárolási hatásfok

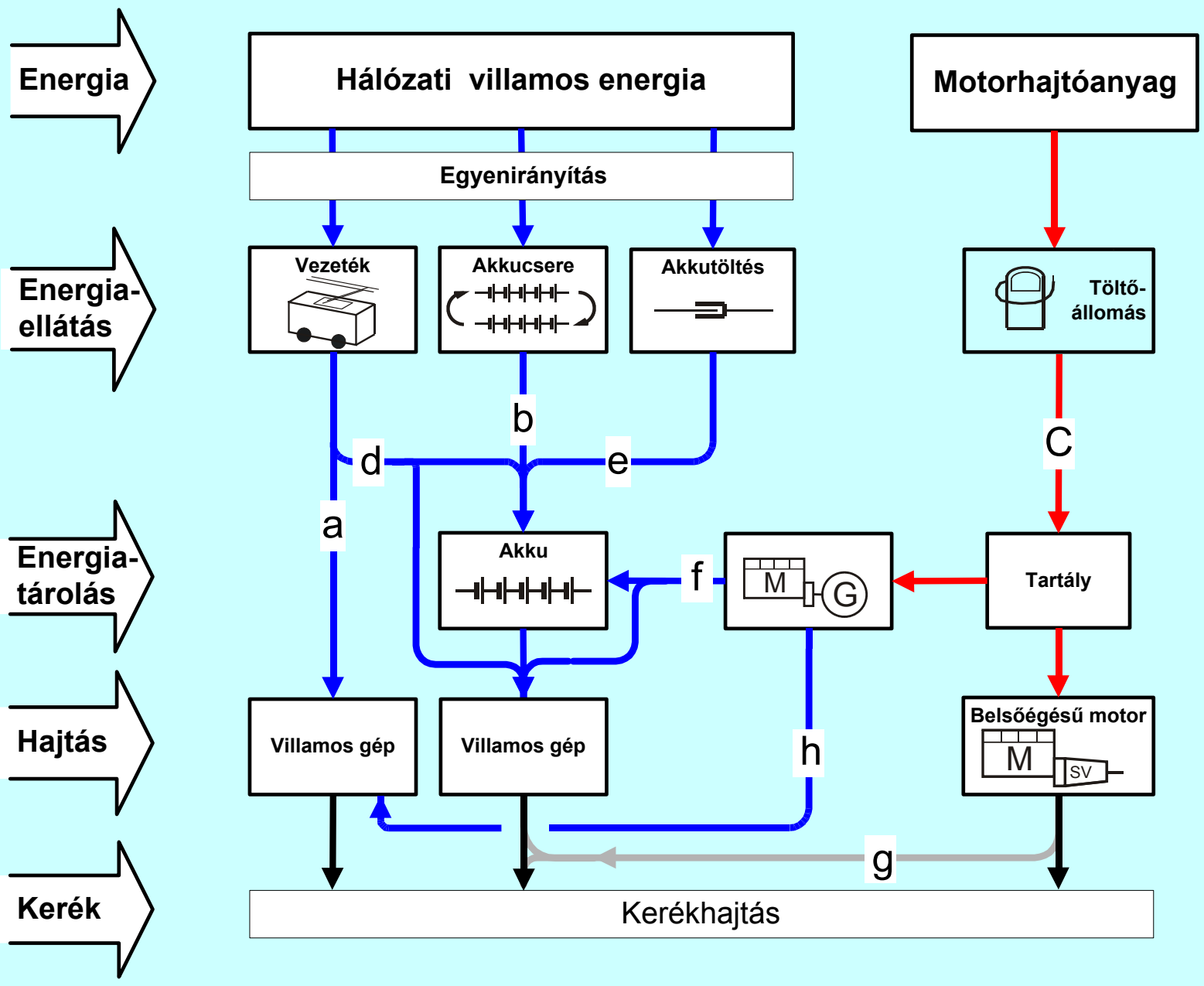
Propán-bután gáz (LPG)

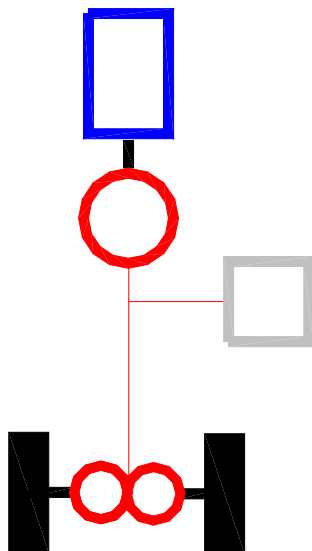
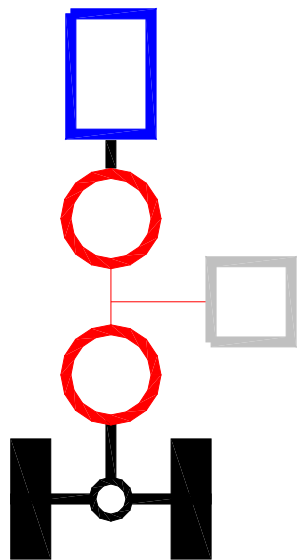
- korlátozott mennyiség (a kőolaj-feldolgozás mellékterméke)
- nehezebb a levegőnél ⇒ robbanásveszély

Miért nem?



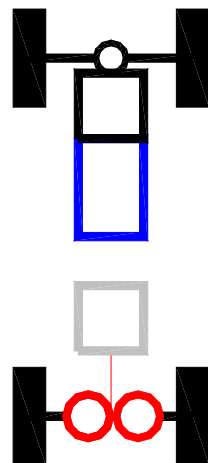
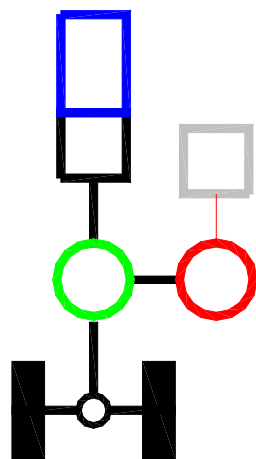
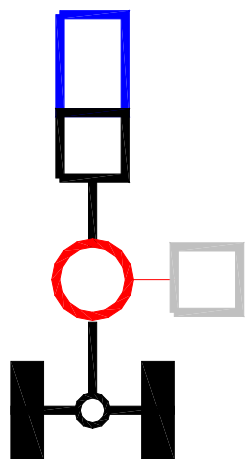
Hajtásrendszerek










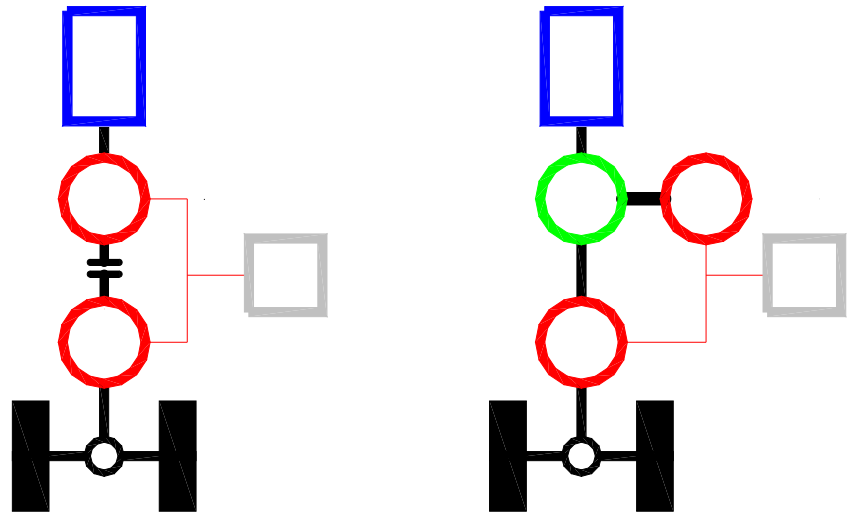
-  villamos gép
-  belsőégésű motor
-  akkumulátor

Soros hibridhajtások



-  villamos gép
-  belsőégésű motor
-  akkumulátor
-  bolygómű
-  váltó

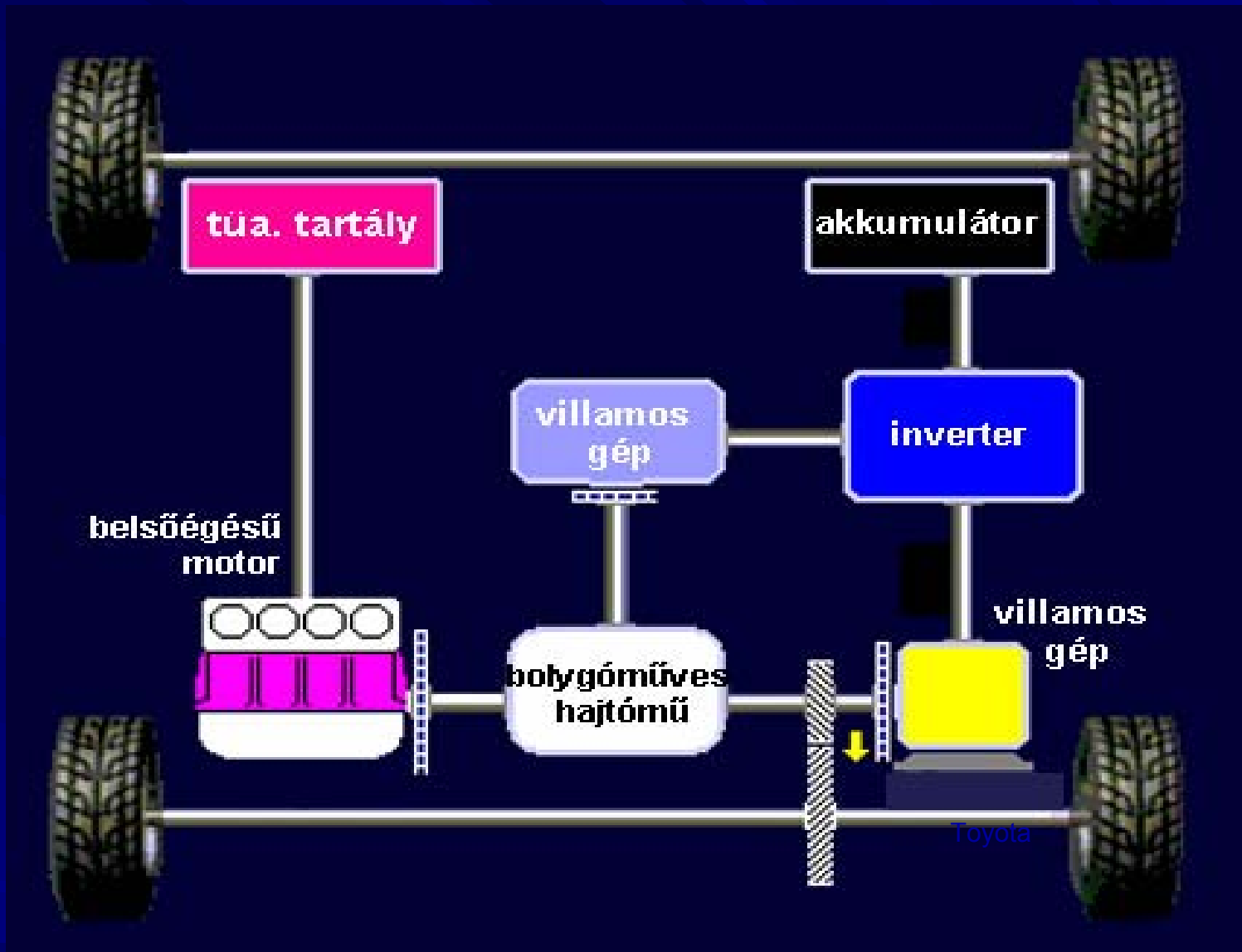
Párhuzamos hibridhajtás



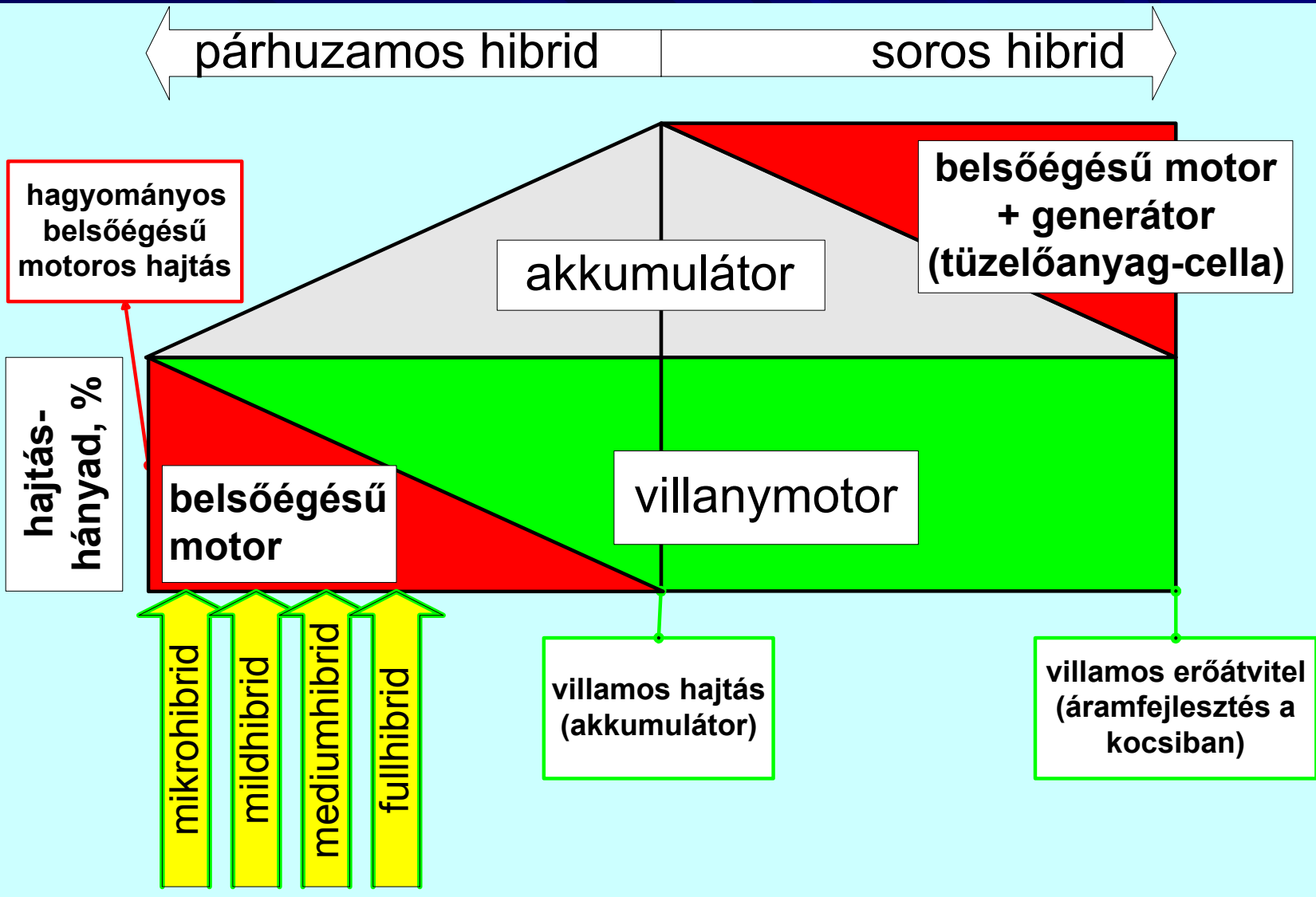
- villamos gép
- belsőégésű motor
- akkumulátor
- ⊕ tengelykapcsoló
- bolygómű



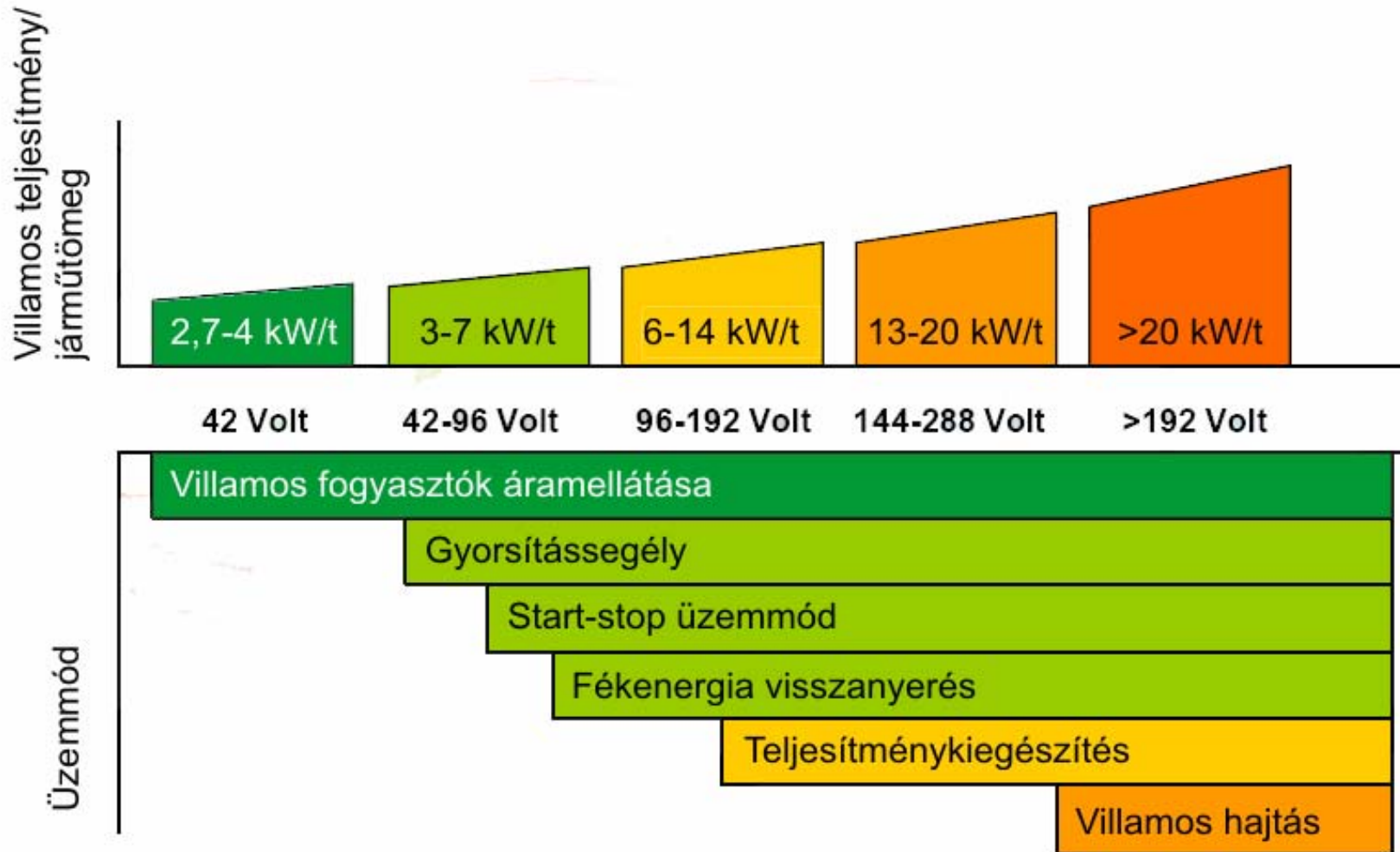
Vegyes hibridhajtások



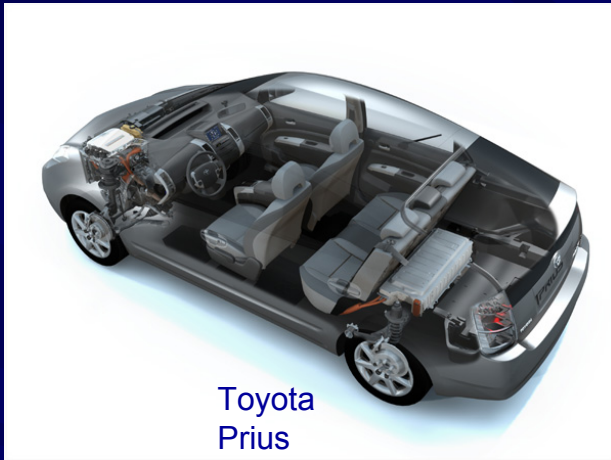
Vegyes hajtás



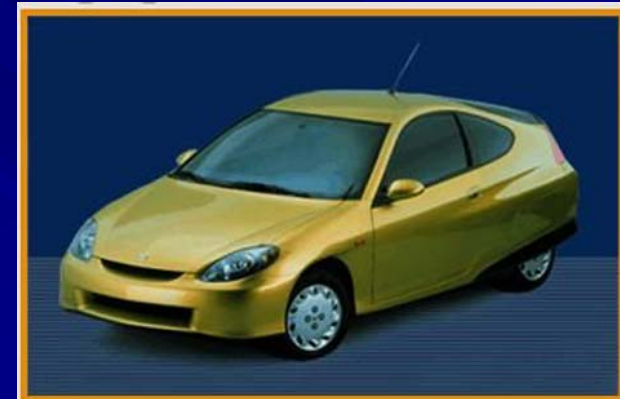
Hibridrendszerek



Hibridhajtások lehetőségei



Benzinmotor 57 kW/5000 1/min
Villanymotor 50 kW
Menetkész tömeg 1300 kg
Hasznos teher 425 kg
Végsebesség 170 km/h
Vegyes fogyasztás 4,3 l/100km



- **1839**: Az angol William Robert Grove felfedezi a tüzelő-anyag-cella elvét.
- 1945: A második világháború után megkezdődik a tüzelőanyag-cellák műszaki fejlesztése.
- 1954: az angol Francis T. Bacon munkája alapján űrkutatási (Gemini, Apollo, Spacelab) és
- katonai programok céljára használtak tüzelőanyag-cellát.
- 1970: tüzelőanyag-cellák villamos erőművi blokkok és hőenergia központok részére.
- 1980: Járműhajtási célú kutatások kezdete.
- **1998**: az első vásárolható tüzelőanyag-cella (1500 US \$/kW).

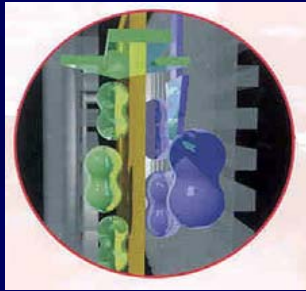


A tüzelőanyag-cella története

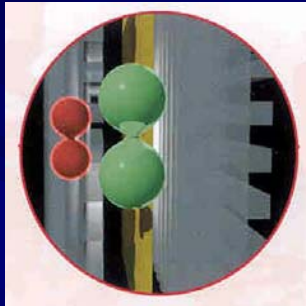
- A fordított elektrolízis elve alapján működnek: Az elektrolízis során a **vizet** elektromos áram összetevőire, azaz **hidrogénre** és **oxigénre** bontja. Ez a folyamat **megfordítható**, és így elektromos energia állítható elő.
- Ehhez szükséges:
 - - tüzelőanyag (ebben az esetben hidrogén),
 - - két elektróda (pozitív és negatív) , valamint
 - - elektrolit (cseppfolyós vagy szilárd)
- Járműhajtásra a **protonáteresztő membrános (PEM)** tüzelőanyag-cella a legmegfelelőbb.



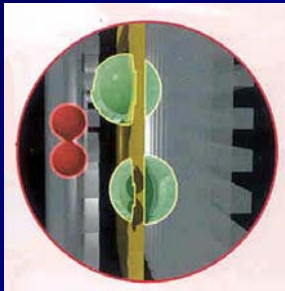
A tüzelőanyag- cella elve



- Hidrogént vezetnek az **elektrolit** (protonáteresző membrán) egyik oldalára és **nedvesített levegőt** a másik oldalra.

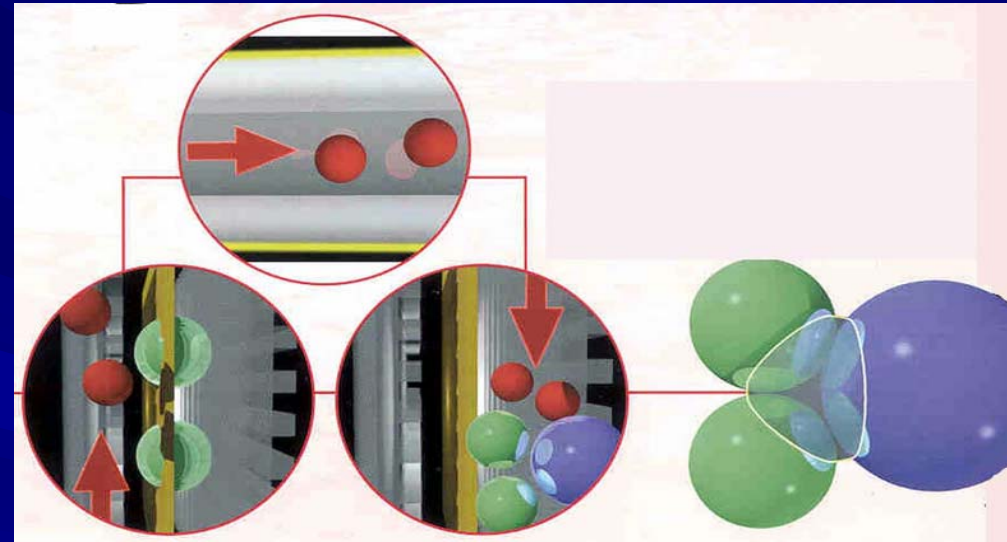


- A hidrogén ionizálódik, minden egyes molekula felhasad két **elektronra** és két pozitívan töltött hidrogén ionra, azaz **protonra**.



- A **protonok** a cellában lévő **elektroliton** keresztül vándorolnak.

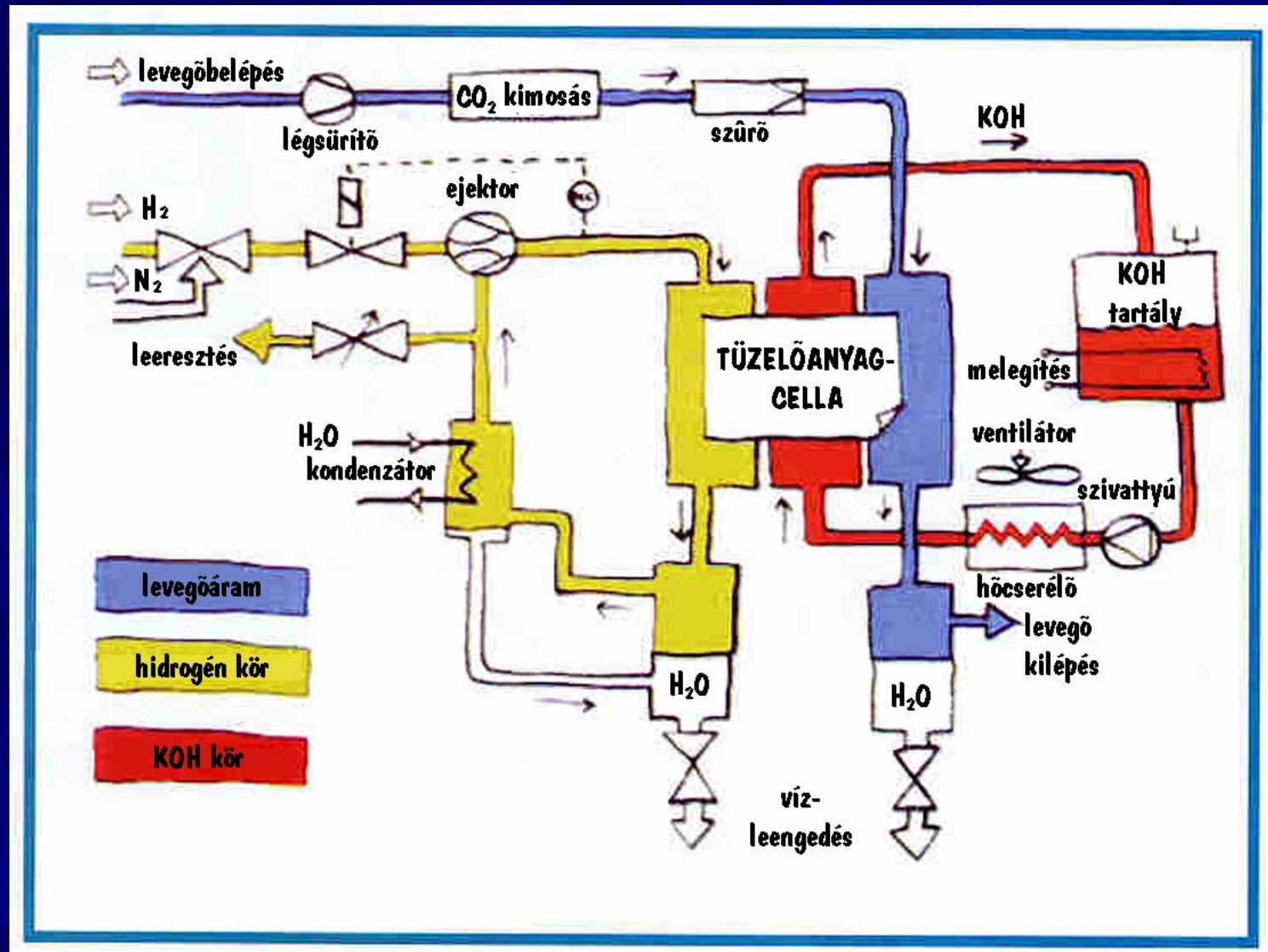
A kialakult elektromos feszültségkülönbség teszi lehetővé a **proton** számára az átjutást. A keletkező áram – az **elektronok** külső mozgása -- az, ami hajtja a motort.



Az **elektrolit** nem képes **elektronokat** vezetni, az **elektronok**nak, amelyek a negatív elektródnál felszabadulnak külső körön keresztül kell mozogniuk.

Az **elektronok** a pozitív elektródon az **oxigénnel** és a **protonnal** egyesülve vizet képeznek.

Az áram keletkezése



A tüzelőanyagcella-rendszer



← **1994** NECAR 1.

A teljes rakteret elfoglalják a gépészeti berendezések

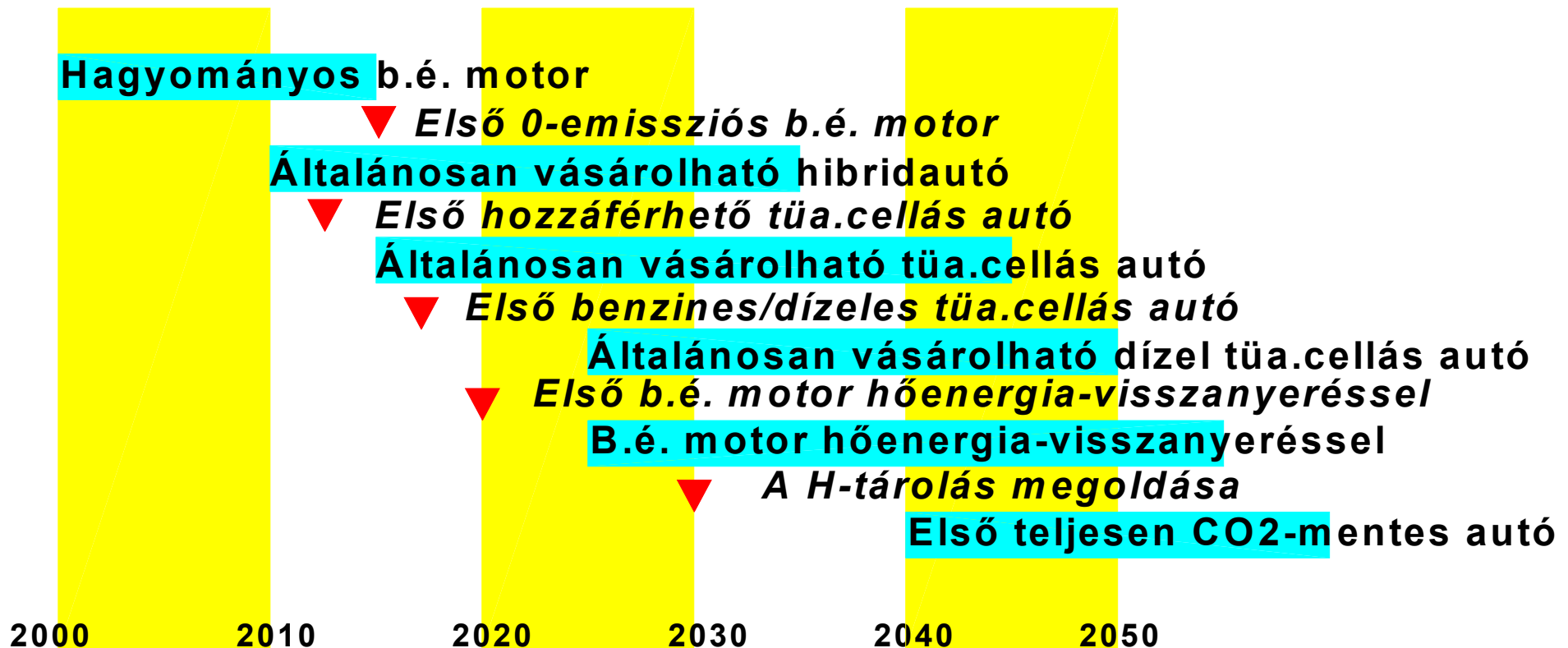
NECAR 4. (hidrogén) **1999** ↓

NECAR 5. (metanol) **2000** ↓



Weltpremiere 2004:

A tüzelőanyag-cella fejlődése





Pesszimista forgatókönyv ??