

Tüzelőanyag-cellák

A jövő otthonai és erőművei számára

Kriston Ákos, PhD hallgató,
Inzelt György, egyetemi tanár
ELTE Kémiai Intézet, Elektrokémiai és
Elektroanalitikai Laboratórium



FuelCell.hu

Tartalom

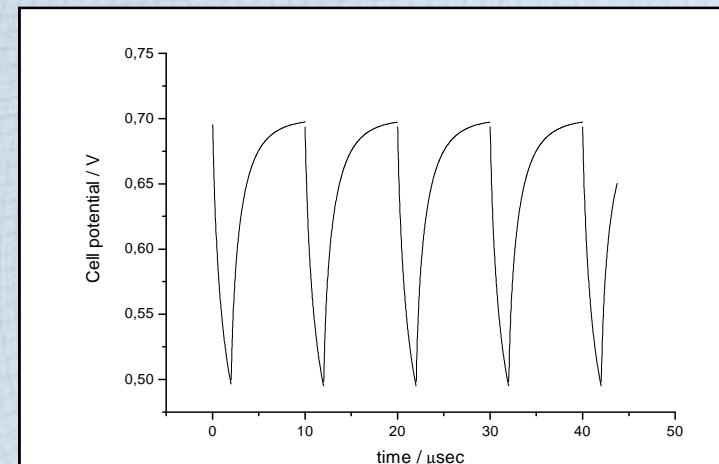
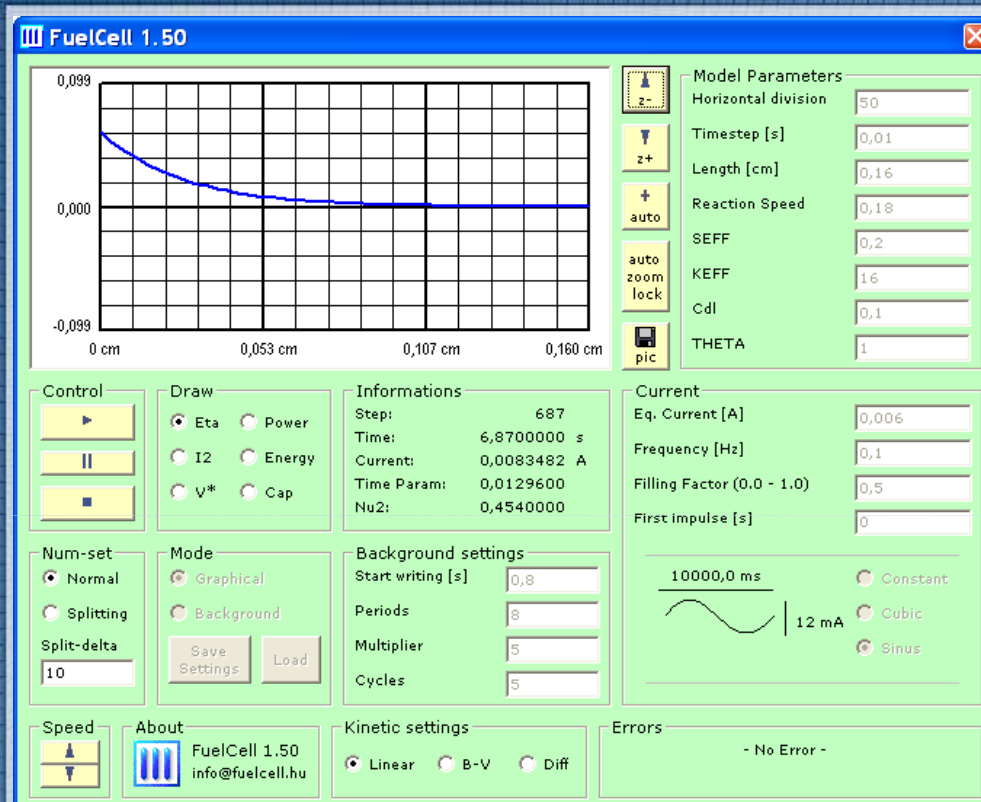
- Magunkról
- Mi az üzemanyagcella?
- Az üzemanyagcella működése
- Technológiai kihívások

Elektrokémiai vizsgálatok

- Potenciosztátok
- Kvarckristály nanomérleg
- Forgó gyűrűs elektródok

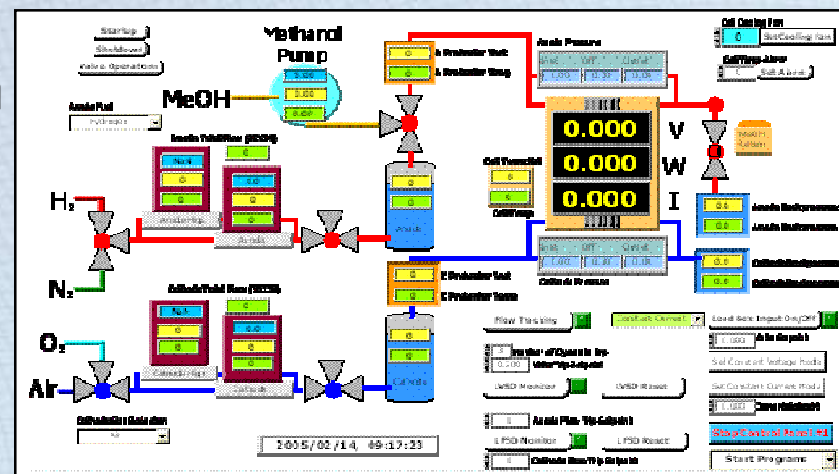


FC dinamikus szimulációs framework



Fuel cell - Laboratórium

- Beépített vizsgálati módok
 - Teljesítmény diagramok (UI)
 - Élettartam vizsgálatok
 - Impedanciaspektroszkópia
- Saját fejlesztés
 - Tranziensek vizsgálata
 - Csúcsteljesítmény (peak-power) vizsgálata
- Szimuláció
- Membrán fejlesztés



III. Széchenyi futam



Fuel cell energia puttony

Fuel cell akkumulátor
töltő versenyautókhöz



EPR08

WireCar



Előadások, konferenciák, publikációk

○ **Előadások, posztetek**

- Faragó, I., Inzelt, G., Kriston, Á., Szabó, T., Investigation of fuel cell's transients for real time parameter estimation and control algorithms. (poster) 59th ISE Meeting, Seville, Spain 7-12 September, 2008.
- Szabó, T., Kriston Á., Reliability of the numerical simulation of fuel cells using operator splitting method. (lecture) European Seminar on Coupled Problems. Jetricovice, Czech Republic 8 - 13 June, 2008.
- Szabó, T., Kriston, Á., Analysis of the numerical modelling of fuel cells using operator splitting method. (poster) Encounters between Discrete and Continuous Mathematics Workshop on Dynamical Networks, Numerical Analysis and Ergodic Theory applied to Combinatorial Number Theory. Blaubeuren, Germany, 8-12 April, 2008.
- Faragó, I., Inzelt, G., Korniyik, M., Kriston, Á., Szabó, T., Stabilization of a numerical model through the boundary conditions for the real-time simulation of fuel cells. (lecture) International Conference on Systems, Computing Sciences and Software Engineering. University of Bridgeport, CT, USA, 3-12 December, 2007.
- Kriston, Á., Szabó, T., Faragó, I., Inzelt, G., Korniyik, M., Transient behavior of fuel cells and its control strategy for electric vehicles. (lecture) International BeLCAR matchmaking event, Stuttgart, Germany, 25 September, 2007.
- Kriston Á., Szabó T., Az üzemanyagcellák gyakorlati alkalmazásai. (lecture) Szent István Egyetem, Győr, May, 2007.
- Kriston Á., Az üzemanyagcellák gyakorlati alkalmazásai. (lecture) First Hungarian Alternative Energy Cluster, Budapest 13. December, 2006.
- Kriston Á., The Connection of Hydrogen and the knowledge based economy. (lecture) First Budapest International Hydrogen Energy Forum, 9-10 October, 2006.

○ **Cikkek**

- Faragó, I., Inzelt, G., Korniyik, M., Kriston, Á., Szabó, T., Stabilization of a numerical model through the boundary conditions for the real-time simulation of fuel cells. International Conference on Systems, Computing Sciences and Software Engineering. Innovations and Advanced Techniques in Systems, Computing Sciences and Software Engineering. pp. 489-494, 2008.
- Kriston, Á., Inzelt, G., Estimation of the characteristic parameters of proton exchange membrane fuel cells under normal operating conditions. Journal of Applied Electrochemistry, Springer Netherlands, vol. 38, No. 3. 2007, pp. 415-424
- Faragó, I., Inzelt, G., Kriston, Á., Korniyik, M., Szabó, T., Tüzelőanyag-elem fejlesztés magyar szemmel. A Jövő Járműve - Járműipari Innováció. Vol. 3. No 1-2. 2007, pp. 62-65.
- Inzelt G., Régi-Új Áramforrások: A Tüzelőanyag-elemek. Fizikai Szemle 2004/8 252.

Mi a tüzelőanyag-elem?

- Fuel cell
- Üzemanyagcella
- Tüzelőszer-elem
- Tüzelőanyag-cella

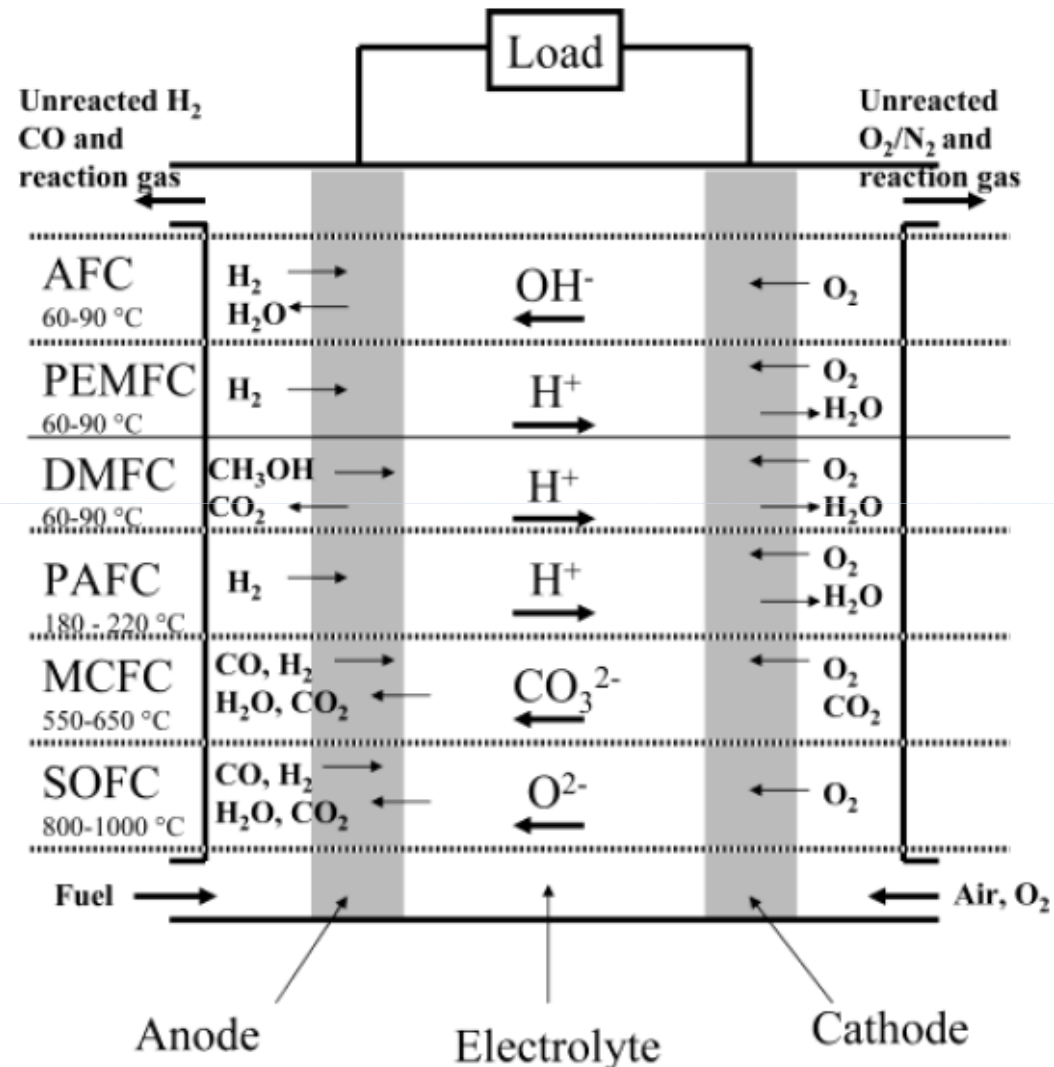
Mi a tüzelőanyag-elem?

- Fuel cell
- Üzemanyagcella
- Tüzelő**sz**er-**e**lem
- Tüzelőanyag-cella

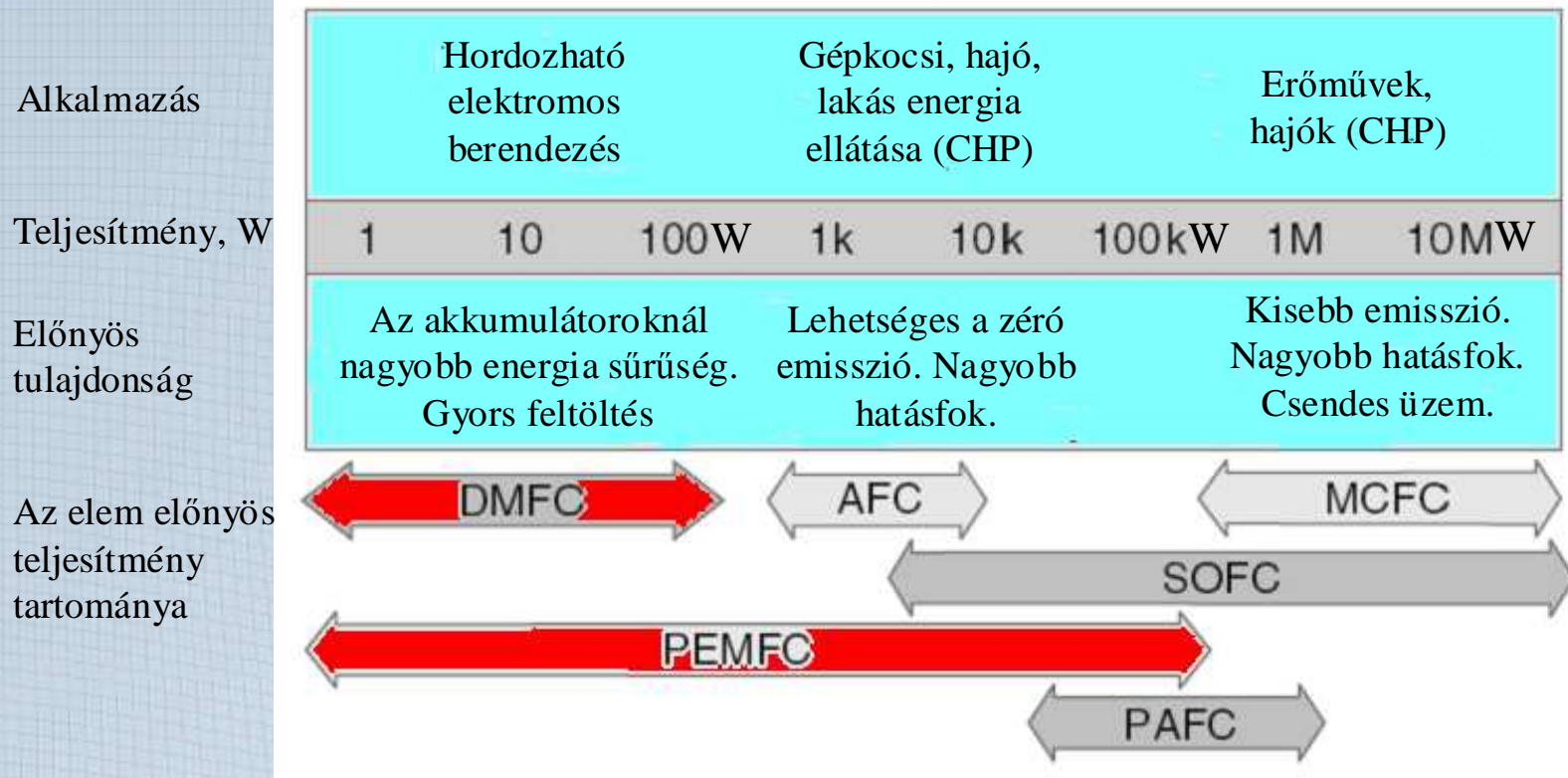
Mi a tüzelőanyag-elem?

- Fuel cell
- Üzemanyagcella
- Tüzelőszer-elem
- **Tüzelőanyag-cella**

Üzemanyagcella típusok

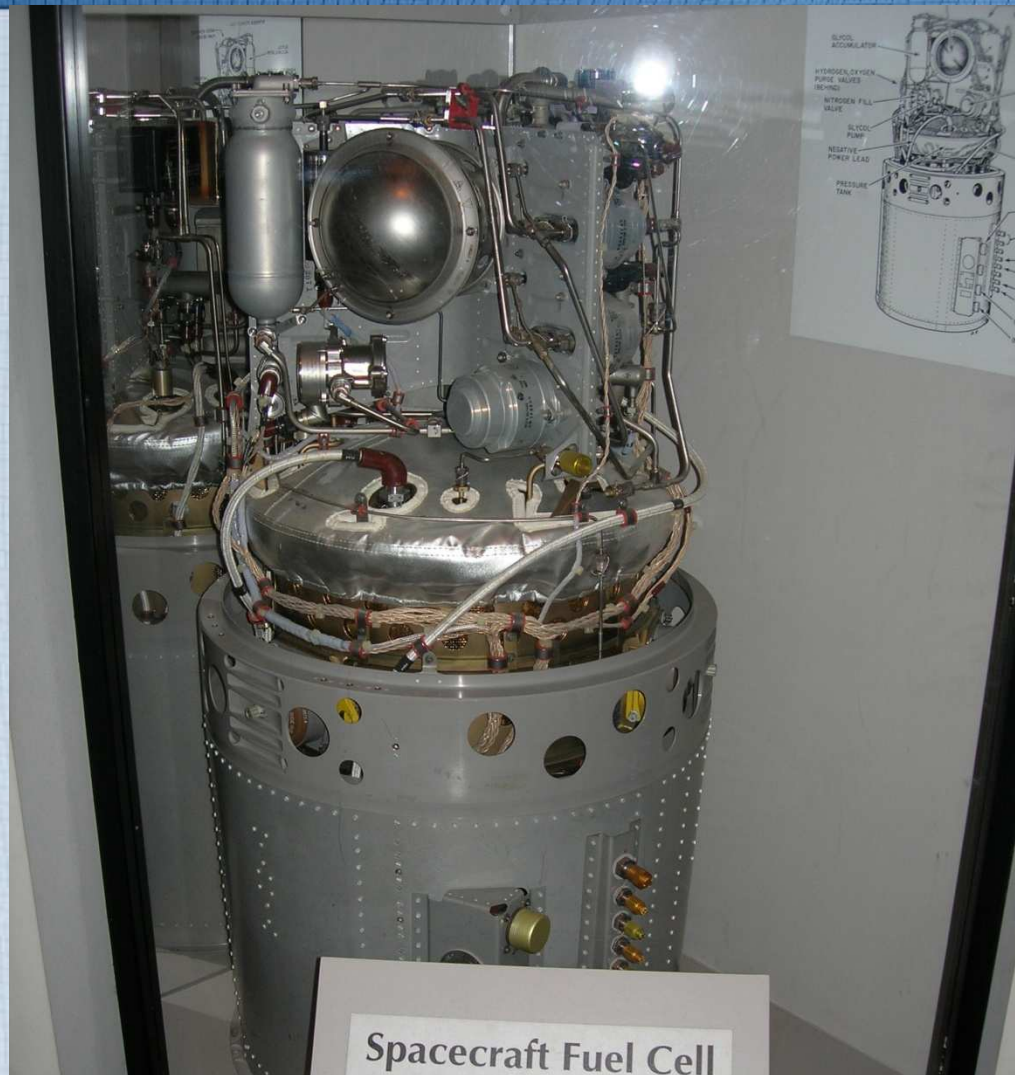


Alkalmazások



James Larminie: Fuel cell systems, explained, 2004, Willey

Az első híres FC



Példák – készenléti áramforrás



Példák – hidrogén kút



Hydrogen dispenser

Üzemanyagcellák



250 kW-os generátor



12 kW-os Hidrogén cella
gépjárművekbe



40 W-os hordozható
metanolos cella

Újabb modellek



Üzemanyagcellás járművek



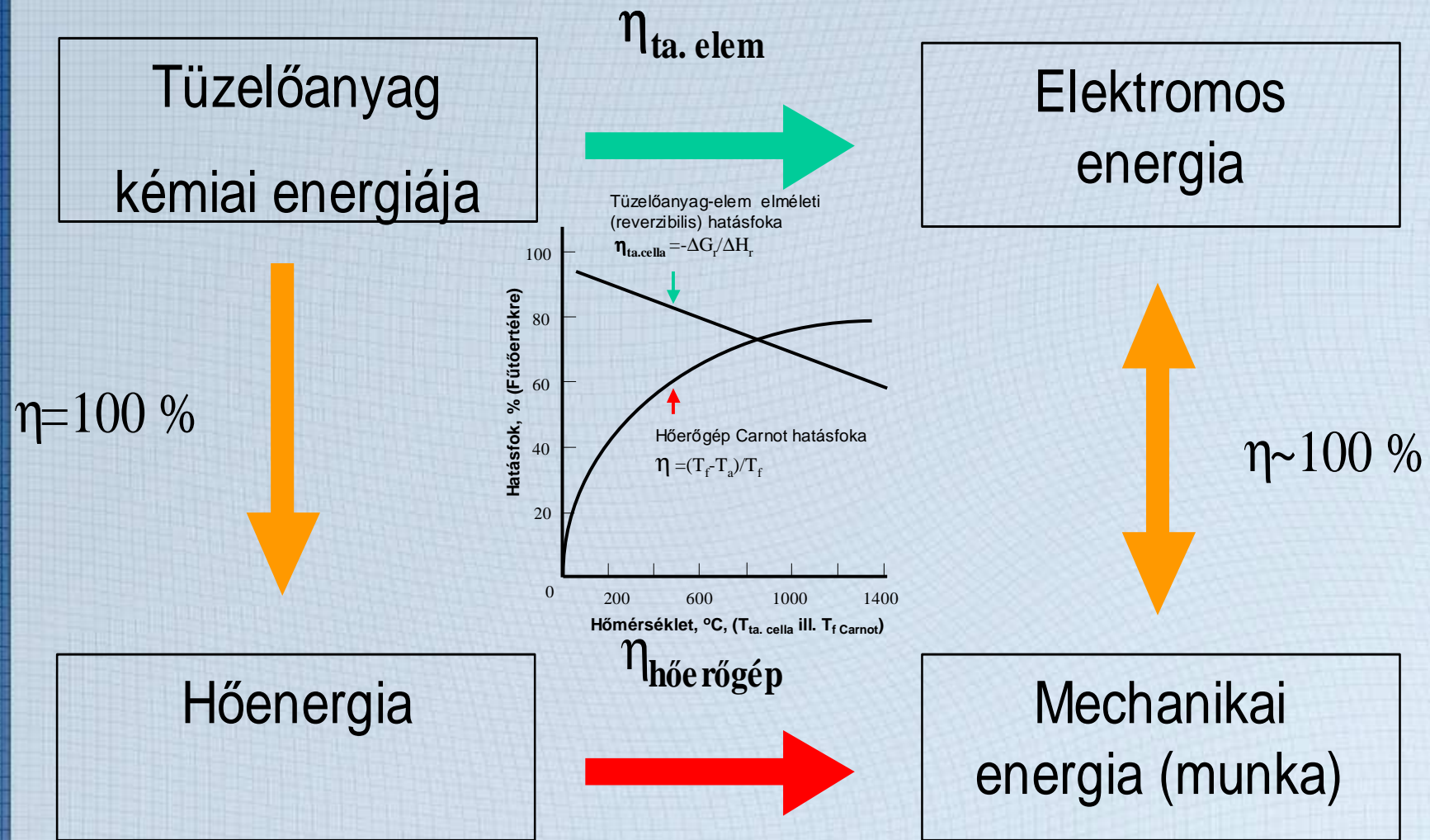
AeroVironment 9 órás repülés



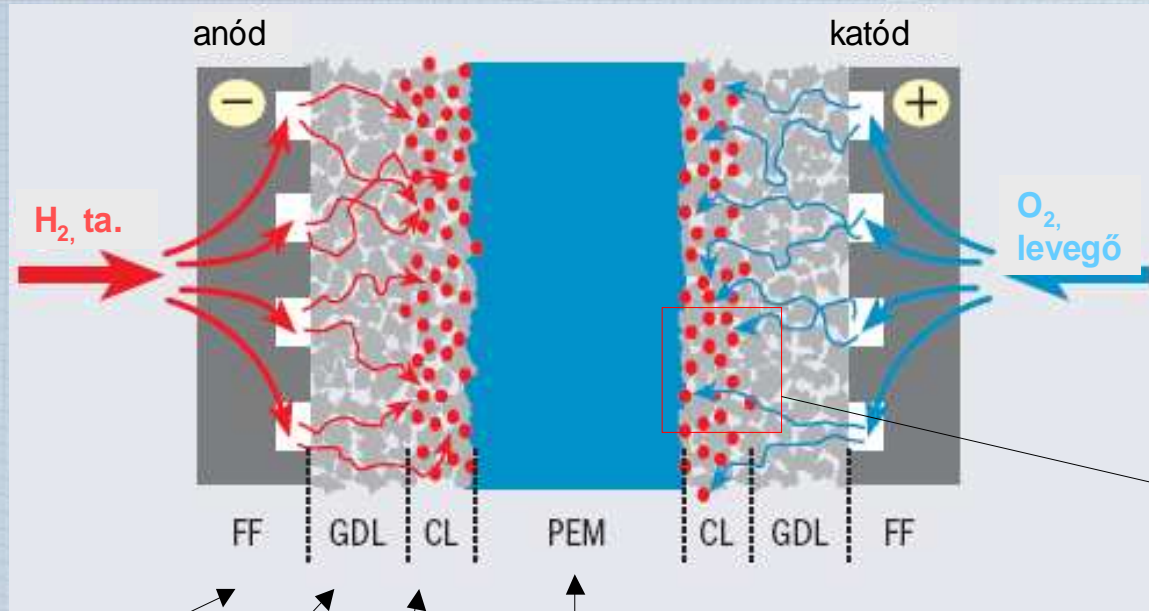
100 db kísérleti autó, Honda FCX Clarity és a GM Chevrolet Equinox



Energiaátalakítás



Az üzemanyagcella szíve

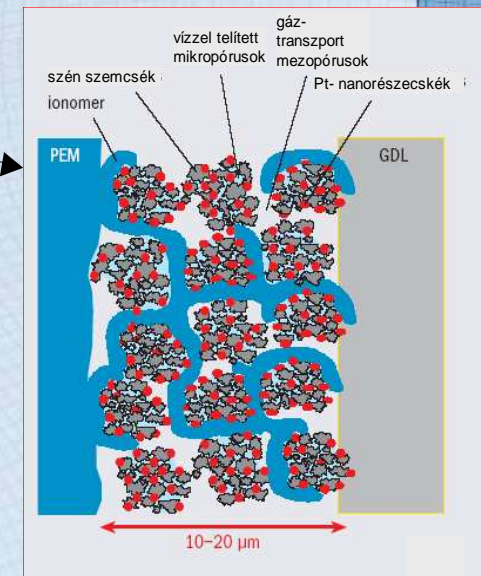


áramlási mező
„flow field”

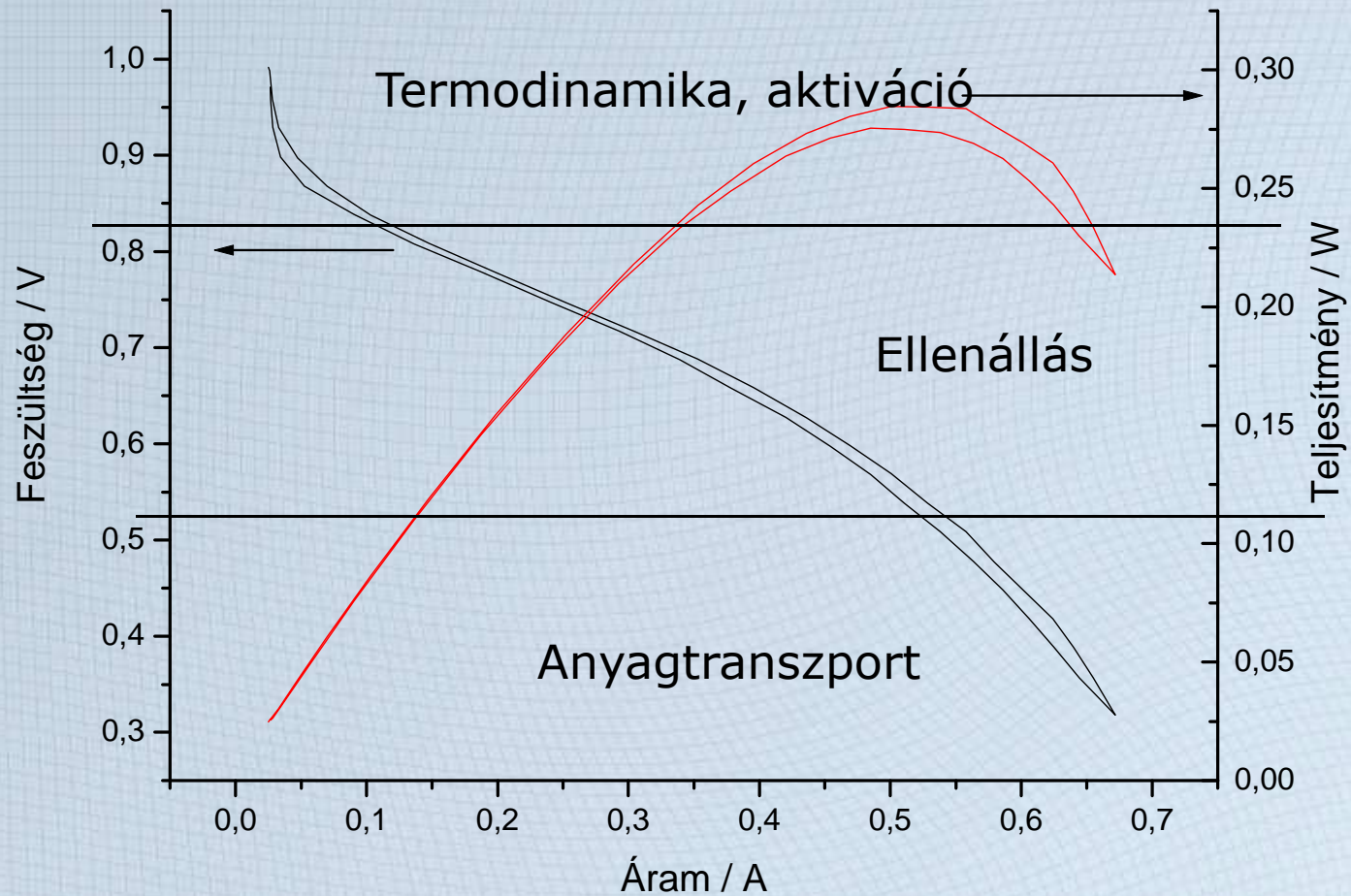
gáz diffúziós
réteg
„gas-diffusion
layer”
100-300 μm

katalizátor
„catalyst”
~25 μm

polimer
elektrolit
membrán
25-200 μm



Működési körülmények - hatásfok

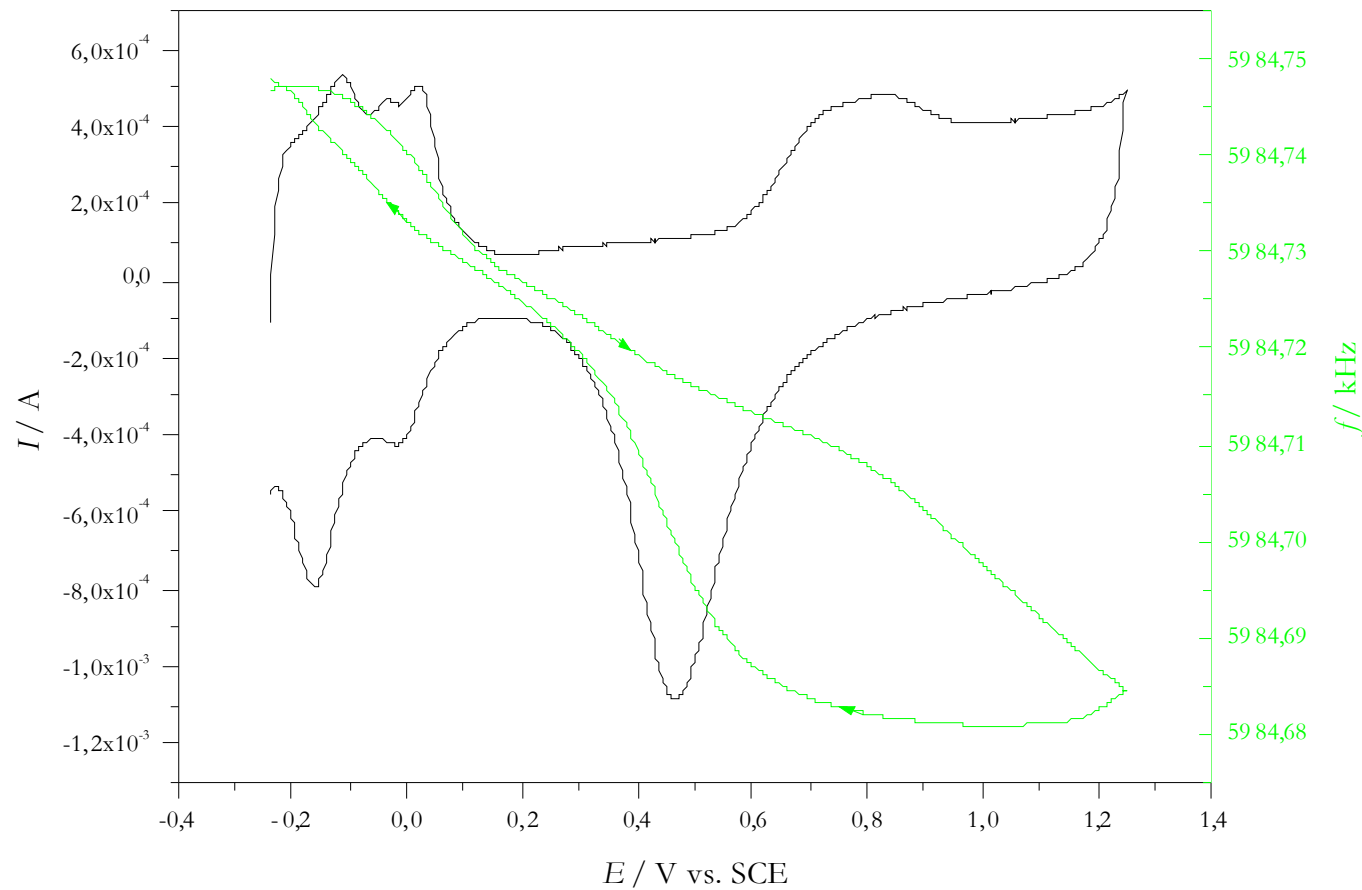


Hatásfok_e: 50-60%

Teljesítmény: 0.5 W cm⁻²

Pt tartalom: 5 gm²

Elektrokémiai viselkedés



Meghatározó egyenletek

$$\text{Continuity equation : } \nabla \cdot (\rho \vec{u}) = 0 \quad (1)$$

$$\text{Momentum conservation : } \frac{\rho}{\varepsilon} \left[\frac{\partial \vec{u}}{\partial t} + \frac{1}{\varepsilon} \nabla \cdot (\vec{u} \vec{u}) \right] = -\nabla_p + \nabla \cdot \tau + S_u \quad (2)$$

$$\text{Energy conservation : } \frac{\partial \overline{\rho c_p T}}{\partial t} + \nabla \cdot (\gamma_T \rho c_p \vec{u} T) = \nabla \cdot (k^{\text{eff}} \nabla T) + S_T \quad (3)$$

$$\text{Species conservation (H}_2\text{O/H}_2\text{/O}_2\text{): } \varepsilon^{\text{eff}} \frac{\partial C^k}{\partial t} + \nabla \cdot (\gamma_c \vec{u} C^k) = \nabla \cdot (D_g^{k,\text{eff}} \nabla C_g^k) - \nabla \cdot \left[\left(\frac{m f_l^k}{M^k} - \frac{C_g^k}{\rho_g} \right) \vec{j}_l \right] + S_k \quad (4)$$

$$\text{Charge conservation (electrons) : } 0 = \nabla \cdot (\sigma^{\text{eff}} \nabla \Phi_s) + S_{\phi_s} \quad (5)$$

$$\text{Charge conservation (protons) : } 0 = \nabla \cdot (\kappa^{\text{eff}} \nabla \Phi_e) + S_{\phi_e} \quad (6)$$

Az egyszerűsített egyenletrendszer

- A folyamatokat leíró egyenletek

$$i_1 = -\sigma_{eff} \frac{\partial \varphi_1}{\partial x} \longleftarrow \text{Szilárd fázis}$$

$$i_2 = -\kappa_{eff} \frac{\partial \varphi_2}{\partial x} \longleftarrow \text{Oldat fázis}$$

$$-\frac{\partial i_1}{\partial x} = \frac{\partial i_2}{\partial x} \longleftarrow \text{Elektroneutralitás}$$

+ További jelenségeket leíró egyenletek

A kanonikus alak

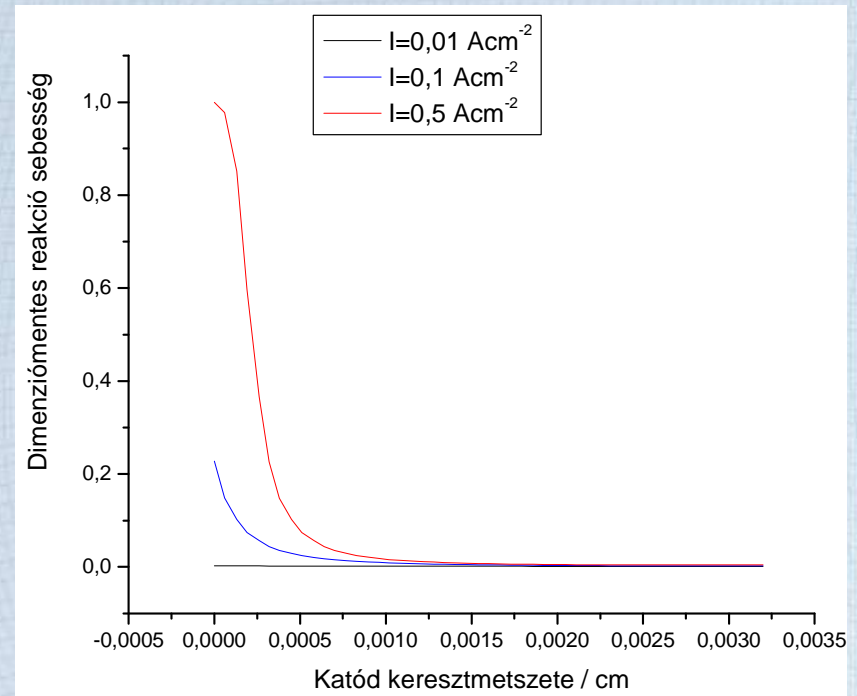
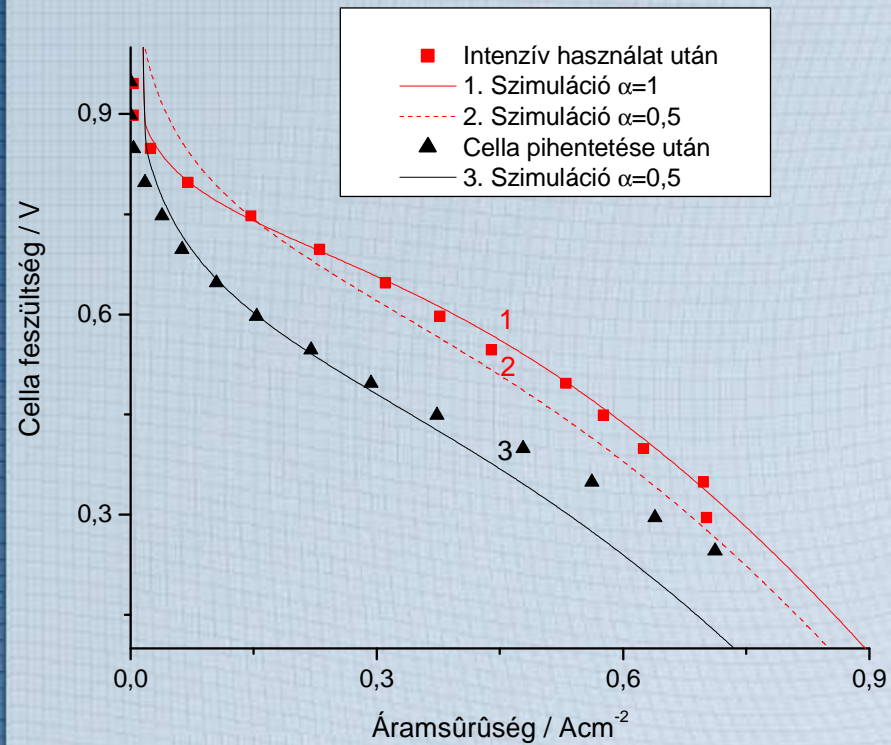
$$\frac{\partial u}{\partial \tau}(X, \tau) = \overset{1}{\frac{\partial^2 u}{\partial x^2}}(X, \tau) - \overset{2}{v^2 f(u(X, \tau))}$$

- Ahol X és τ rendre a térben és időben transzformált változókat jelenti

1 Diffúziós tag

2 Forrás tag

Szimulációs eredmények



Fő problémák

- Pt, Carbon korrózió, mérgeződés
- Indítás, leállítás tranziensek
- Mikroplazmák kialakulása
- Membrán átlukadása
- Szabályozási problémák, vízkezelés
- Hűtési gondok
- Hidrogén infrastruktúra
- Költségek

Köszönjük a figyelmet!

Kapcsolat: Dr. Inzelt György

inzeltgy@chem.elte.hu

Elektrokémiai és elektroanalitikai
laboratórium

<http://victor4.chem.elte.hu/>

www.fuelcell.hu

Kriston Ákos

o info@fuelcell.hu