

# **Várbusz rejtély, a lehetséges megoldások**

**Belépő szintű elemzés,  
szakmai anyag**

Utolsó módosítás: 2014.10.29

## Tartalomjegyzék

Bevezetés .....	3
Határok és előfeltételek.....	3
Ami nem működik.....	3
E-busz .....	3
LPG .....	4
CNG .....	4
H <sup>2</sup> robbanómotoros .....	4
Összefoglalva .....	4
Használható megoldások .....	4
Trolibusz .....	5
FCHBusz.....	5
Dízelbusz.....	6
Végkövetkeztetés .....	6
Jognyilatkozat .....	6
Témagazdák és szerkesztők.....	7
Témagazdák.....	7
Szerkesztő.....	7
Köszönetnyilvánítás .....	7
Készült .....	7
Melléklet 1.....	7
Felhasznált források.....	7
Hagyományos technológiák.....	8
FCH technológia.....	8
FCHBusz üzemeltetők.....	10
H2 építőelemek.....	11
H2 előállítás .....	12
H2 tárolás .....	13
H2 biztonság .....	13
H2 töltés .....	14
Erőmű .....	14
H2 alapú erőmű .....	14
Környezeti hatás .....	15

## Bevezetés

A várbusz „rejtélye” már nagyon régóta megoldatlan. Mindenki keresi rá a megoldást, de valahogy nem sikerült megtalálni. Jártunkban-keltünkben hallunk sok mindnet ezzel kapcsolatban. Mivel ezek egy része butaság, és mivel az utóbbi években sikerült összegyűjtenünk sok tapasztalatot az elérhető technológiákkal kapcsolatban, ezért most röviden közreadjuk a témával kapcsolatos elképzelésünket és javaslatainkat.

## Határok és előfeltételek

Elsőnek mindenképp számba kell venni a határokat és előfeltételeket:

1. Szűk utcák, magas műemlék épületek;
2. Hegyvidék (dombvidék);
3. Kis tengelyterhelés igénye
4. Szigorú környezetvédelmi követelmények (például a turizmus miatt).
5. Nincs közeli vagy könnyen elérhető tankolási lehetőség (kivéve folyékony szénhidrogén üzemanyag).

A fentiekből is látható, hogy ennek az egyenletnek a jelenlegi technikai színvonalon nincs jó megoldása. Az egyetlen lehetőség megkeresni a legkevésbé fájdalmas kompromisszumot.

## Ami nem működik

### *E-busz*

A megoldást keresve rögtön megállapíthatjuk, hogy az e-busz környezetvédelmi szempontból ideális lenne. Másik oldalról a hosszú tankolási ideje és rossz teljesítmény/térfogat arány miatt itt nem használható. Ne felejtsük el, hogy itt nem síkvidéki, hanem nagyforgalmú hegyi (dombi) járatról van szó.

Közben olyasmit rebesgetnek, hogy a BKK megpróbálja tölthető elektromos buszokkal (e-busz) ellátni ezt a járatot. Mi természetesen szurkolunk neki, de műszakilag a hegymenet és a kis méret miatt komoly fenntartásaink vannak:

- Rendszeres csúcsterhelésnek illetve csúcstöltésnek teszik kis az akkumulátorokat, ezért azok élettartama erősen csökkenni fog.
- A hegymenethez szükséges nagyobb teljesítmény jóval nagyobb akkumulátorokat igényel, ami a nagyobb méret miatt nem fér el a kis buszban.
- Itt segíthetne egy kétfokozatú (sík és hegymenet) váltó, ami a kis járműméret miatt nem fér el, ráadásul lényegesen drágítja és bonyolítja a karbantartást.
- Az elektromotornál speciális tekercselési technikát kell majd használni, hogy alacsony fordulaton is megfelelő nyomatékot tudjon leadni (hegyi indulás).

A technológia jellemzőiről a <http://ak52.fw.hu/technologia/akkusbusz.html> oldalunkon lehet olvasni.

## **LPG**

Az LPG üzemanyag alkalmazása csak a kőolajfüggőség csökkentése miatt lenne indokolt, egyébként minden tekintetben a gázolaj mint üzemanyag előnyösebb.

A technológia jellemzőiről a <http://ak52.fw.hu/technologia/lpgbusz.html> oldalunkon lehet olvasni.

## **CNG**

A CNG üzemanyag alkalmazása már elgondolkodtatóbb. Ilyen üzemanyagot használó motor károsanyag-kibocsátása jóval alacsonyabb mint az LPG vagy dízel motoroké. A CO<sup>2</sup> emissziója viszont azonos a másik kettővel. Ezen kívül az üzemanyag teljesítmény/térfogat/súly aránya jóval kedvezőtlenebb mint a dízel üzemanyagé. Ez nagyobb önsúlyt jelent, és gyakoribb tankolást.

A technológia jellemzőiről a <http://ak52.fw.hu/technologia/cngbusz.html> oldalunkon lehet olvasni.

## **H<sup>2</sup> robbanómotoros**

Ugyanez igaz a H<sup>2</sup> (hidrogén) üzemanyag robbanómotoros felhasználására is, bár ott a CO<sup>2</sup> emisszió elhanyagolható.

A technológia jellemzőiről a <http://ak52.fw.hu/technologia/hrmbusz.html> oldalunkon lehet olvasni.

## **Összefoglalva**

A dízel, LPG, CNG, H<sup>2</sup> motorok közös hibája a magas környezeti zaj, ezen túl a H<sup>2</sup> kivételével pedig a visszafoghatatlan CO<sup>2</sup> emissziója. Ez a szűk utcákban és műemlék épületek között komoly gondot jelent. Megjegyzésként, a CO<sup>2</sup> mivel nehezebb a levegőnél hajlamos „leülni” a házak között, ezzel az átlagember számára is rontva a levegő minőségét.

## **Használható megoldások**

A használható megoldások számbavételéhez nem árt felsorolni néhány mechanikai korlátot. Méreteti tekintve az IK405-nél egy picit nagyobb járműre is gondolhatunk, amelynek üzemi súlyát nagyrészt az utasok adják ki. Így a korlátot nem igazán a méret hanem az önsúly adja. Tehát a használható megoldásnál elképzelhető olyan is, hogy a segédberendezések (hajtás, üzemanyagellátás) mérete lehet nagyobb, önsúlya viszont nem.

Az alábbiakban sorra venném az innovatív megoldások lehetőségét, majd a végére hagynám az általános megoldást.

## **Trolibusz**

Az első innovatív megoldás ami eszünkbe jut a trolibusz. Nem azért van így mert ez a mániánk, hanem az elektromos üzemanyag és hajtás, továbbá a központi üzemanyag-ellátás rendkívüli előnyöket hordoz magában. Zaj és káros emisszió a járat útvonalában a lehető legalacsonyabb. A fékenenergia visszanyerhető és felhasználható.

Ami talán csak kis gondot jelent egy IK405 méretű „kis” trolibusz elkészítése. Mivel a berendezések kismértékben helyigényesek de nem nehezek, ezért a jármű méretének csekély növelésével ez probléma nélkül megoldható.

Ami további gondot jelent, a rendszer kiépítése. Enne költsége relatíve magas, a műemléki épületek között aggatott vezeték pedig nem túl szép. Ennek ellentmond Salzburg példája, ahol senki sem nyávog, hogy ez nem tesz neki. Megjegyzésként, a kiállóvezeték körülbelül 400m a Deák – Arany János viszonylatban. Lánchíd és Alagút nem probléma, lásd Salzburg.

Ami esetleg gondot jelenthet az a rendszerhiba miatti pótlás, ugyanis nincs mivel.

Így véleményünk szerint ez egy működő környezetbarát kompromisszum.

A technológia jellemzőiről a <http://ak52.fw.hu/technologia/kelhajt.html> oldalunkon lehet olvasni.

## **FCHBusz**

Az második innovatív megoldás ami eszünkbe jut az FCHBusz (Hidrogén üzemanyagcellás busz). Az elektromos hajtás és a kivételesen „tisztán” hozzáférhető és felhasználható üzemanyag, végsősoron pedig a kivételesen környezetbarát technológia miatt ez mindenképp a listára kívánczok.

Ami talán csak kis gondot jelent egy IK405 méretű „kis” FCHBusz elkészítése. Mivel a berendezések kismértékben helyigényesek de nem nehezek, ezért a jármű méretének csekély növelésével ez probléma nélkül megoldható.

A tankolás a IX. kerület gyártelep részén megoldható (kb. 4km).

A járművek ára valószínűleg magas lesz, összemérhető a trolis megoldás rendszer + jármű költségével. Ezt viszont ellensúlyozza a rendszer kiépítésének szükségtelensége és a kiemelten környezetbarát működés.

A hidrogénbiztonság tekintetében sehol sincsenek olyan magas épület/szűk utca kombinációk amelyek problémát jelentenének. Emlékezzünk, a hidrogén üzemanyag rendkívül könnyű a levegőhöz képest, így szivárgás esetén villámgyorsan eltűnik a magasban.

Egyetlen elméleti gond az Alagút. A gyakorlatban itt nincs megtiltva a légnemű üzemanyagot használó járművek forgalma, így itt az FCHBusz is közlekedhet. Ha valaki (például mi) ennél szigorúbban ítéli meg a helyzetet, akkor három megoldást látunk:

1. Az alagút tetején 3m-es térközökkel nem túl nagy keresztmetszetű passzív gázvezető nyílásokat kell kialakítani. Megjegyzendő, hogy erre egyébként is szükség volna, mivel az építéskor még nem léteztek itt a levegőnél könnyebb anyagok amelyek megszorulhattak az alagút tetején.

2. A Hunyadi János úton lámpával védve a várbuszok számára meg kell engedni a visszirányú forgalmat.
3. A várbusz visszirányát az alagút helyett a Krisztina krt. – Szent Gellért rkp. – Döbrentei tér – Döbrentei utca – Ybl Miklós tér – Lánchíd utca útvonalon kell vezetni. Ez nem sokkal hosszabb mint a Hunyadi János út szerpentinje miatti többletút. Másik oldalról ez elvinné a turistákat a Gellért hegyhez, ami nem feltétlenül volna rossz.

Így véleményünk szerint ez talán egy működő kiemelten környezetbarát kompromisszum.

A technológia jellemzőiről a <http://ak52.fw.hu/technologia/fcellbusz.html> oldalunkon lehet olvasni.

## **Dízelbusz**

És végezetül általános (nem túl innovatív) megoldásként egy Euro 5 vagy 6 motorral rendelkező dízeles buszt látnánk, amelynek megfelelően szűrik a robbanástermékét (katalizátor, encsem-pencsem). Ezen túl a jármű motorjának zaját a kültér felé megfelelően csillapítják (lásd VHAG300).

Sajnos a motorzaj így is érzékelhető lesz, a CO<sup>2</sup> szennyezéssel pedig egyáltalán nem tudunk mit kezdeni. Megfelelő karbantartás nélkül (pénz!) pedig úgy fog füstölni mint most az IK405.

Ennek a megoldásnak ez az ára, más szóval véleményünk szerint ez egy működő de nem túl környezetbarát kompromisszum.

A technológia jellemzőiről a <http://ak52.fw.hu/technologia/dizelbusz.html> oldalunkon lehet olvasni.

## **Végkövetkeztetés**

A várbusz feladat megoldására innovatív megoldásként a Trolibusz és az FCHBusz látszik használható kompromisszumnak.

Nem túl innovatív és nem túl környezetbarát „fapados” kompromisszum pedig a megfelelően felépített és karbantartott Dízelbusz lehet.

Természetesen szervezetünk nem dönthet ebben a kérdésben, csak felvázolhatja a lehetséges megoldásokat.

## **Jognyilatkozat**

Jelen anyag közzétételével mi ötletgazdák engedélyezzük itt leírt ötleteink köz javára történő felhasználását. Ezek kereskedelmi hasznosítása az Témagazda vagy Szerkesztő írásos engedélye nélkül szigorúan tilos!

# **Témagazdák és szerkesztők**

## ***Témagazdák***

Fórum: -

Név: -

E-mail: -

## ***Szerkesztő***

Kendi Zsolt (ÁK52 főszervező)

Tel: +36 20 2010647

E-mail: kzsolt@datanet.hu, [ak52@fw.hu](mailto:ak52@fw.hu)

## ***Köszönetnyilvánítás***

Ezúton is szeretnénk köszönetet mondani azoknak a szakembereknek közreműködésükért, akik szabadidejükből áldozva segítettek megtalálni a legjobb megoldásokat, és nem szégyelltek kigyomlálni a rossz elképzeléseket.

Annyi témához nem tudunk volna szakszerűen hozzászólni, ha kiváló szakemberek nem segítettek volna a munkánkat. Így egyik legfontosabb tennivalónk, mindegyiküknek külön megköszöni ezt. Ha lehetséges volt nevüket a kapcsolódó dokumentumban feltüntettük. Ha pedig nevük elhallgatását kérték, akkor legjobban úgy köszönhetjük meg nekik, ha ezt messzemenően tiszteletben tartjuk.

## ***Készült***

Az ÁK52 civil szervezet keretében.

Budapest, 2013.06 - 2013.07

## **Melléklet 1.**

### ***Felhasznált források***

## **Hagyományos technológiák**

[http://virtual.vtt.fi/virtual/amf/pdf/annex17\\_paper\\_2001\\_sae.pdf](http://virtual.vtt.fi/virtual/amf/pdf/annex17_paper_2001_sae.pdf)

Influence of Vehicle Test Cycle Characteristics on Fuel Consumption and Emissions of City Buses, Luc Pelkmans, Dirk De Keukeleere, Hans Bruneel and Guido Lenaers Vito, Flemish Institute for Technological Research

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.201.5043&rep=rep1&type=pdf>

Emissions and fuel consumption of natural gas powered city buses versus diesel buses in real-city traffic, L. Pelkmans, D. De Keukeleere & G. Lenaers Vito . Flemish Institute for Technological Research, Belgium

[http://www.trolley-motion.ch/fileadmin/user\\_upload/documents/salzburg\\_obus\\_positionspapier\\_EU.pdf](http://www.trolley-motion.ch/fileadmin/user_upload/documents/salzburg_obus_positionspapier_EU.pdf)

Positionspapier Trolleybus, Betreffend die EU-Verordnung zur Vergabe öffentlicher Dienstleistungsaufträge im Personenverkehr. März 2004 Salzburg/Austria konferenciaanyag.

<http://www.tbush.org.uk>

the Electric tbus group

<http://www.tbush.org.uk/vtbn3.pdf>

The Benefits of Clean, Quiet, Emission-Free Transit Service: Promoting the Trolleybus in Vancouver , Written by Kevin Brown The TBus Group

[http://www.edmonton.ca/transportation/transit/Checkel\\_ExecutiveSummary.pdf](http://www.edmonton.ca/transportation/transit/Checkel_ExecutiveSummary.pdf)

Hybrid Diesel-Electric Bus / Trolley Bus Demonstration Project: Technical Comparison of In-Use Performance Dr. David Checkel Mechanical Engineering University of Alberta April 18, 2008

[http://www.edmonton.ca/transportation/transit/App\\_G\\_LifeCycleEmissionMethods.pdf](http://www.edmonton.ca/transportation/transit/App_G_LifeCycleEmissionMethods.pdf)

HYBRID DIESEL-ELECTRIC BUS / TROLLEY BUS DEMONSTRATION PROJECT: TECHNICAL COMPARISON OF IN-USE PERFORMANCE APPENDIX G LIFE CYCLE EMISSION METHODS AND DETAILS, Hybrid Diesel-Trolley Bus Demonstration Project

[http://metro.kingcounty.gov/up/projects/pdf/TrolleyEvaluation\\_PreliminaryFindings\\_Apr2011.pdf](http://metro.kingcounty.gov/up/projects/pdf/TrolleyEvaluation_PreliminaryFindings_Apr2011.pdf)

King Country Metro, Trolley Bus System Evaluation

## **FCH technológia**

<http://www.fuelcells.org/wp-content/uploads/2012/02/fcbuses-world.pdf>

fuelcell.org, Fuel Cell Buses - Worldwide

<http://www.fch-ju.eu/>

Fuel cells and hydrogen joint undertaking

<http://www.nrel.gov/hydrogen/publications.html>

US National Renewable Energy Laboratory: Publications

[http://www.greencarcongress.com/2006/03/european\\_fuelce.html](http://www.greencarcongress.com/2006/03/european_fuelce.html)

Green Car Congress, European Fuel-Cell Bus Projects Extended by One Year

<http://www.buchmann.ca/Article1-page1.asp>

Isidor Buchmann, The Fuel Cell: is it ready?

[http://www.crest-au.com/docs/alt\\_CBA.pdf](http://www.crest-au.com/docs/alt_CBA.pdf)

MURDOCH UNIVERSITY, A Cost-Benefit Analysis of Perth's Hydrogen Fuel Cell Buses

[http://www.rita.dot.gov/publications/fuel\\_cell\\_bus\\_life\\_cycle\\_cost\\_model/pdf/entire.pdf](http://www.rita.dot.gov/publications/fuel_cell_bus_life_cycle_cost_model/pdf/entire.pdf)

US Department for Transport: Fuel Cell Bus Life Cycle Cost Model: Base Case & Future Scenario Analysis, Entire Report

[http://www.ieafuelcell.com/documents/Fuel\\_Cells\\_for\\_Buses\\_Jan\\_2012.pdf](http://www.ieafuelcell.com/documents/Fuel_Cells_for_Buses_Jan_2012.pdf) Fuel Cell Transit Buses  
R. Ahluwalia, X. Wang, and R. Kumar Argonne National Laboratory, Argonne, IL January 31, 2012

<http://www.global-hydrogen-bus-platform.com/>

HyFLEET:CUTE project

<http://www.hydrogen-motors.com/man.html>

Hydrogen motors: MAN Lion's City (2006)

<http://www.hydrogen-motors.com/mercedes-benz-citaro-fuel-cell.html>

Hydrogen motors: Mercedes-Benz Citaro Fuel Cell (2006)

<http://www.bus-bild.de/name/galerie/kategorie/alternative-antriebe~wasserstoff-brennstoffzelle~mercedes-benz-o-530-bz-citaro-fuel-cell.html>

bus-bild.de: Mercedes-Benz O 530 BZ (Citaro Fuel Cell)

<http://www.bus-bild.de/name/galerie/kategorie/alternative-antriebe~wasserstoff-brennstoffzelle~man-niederflurbus-3-generation-lions-city-h2-mit-brennstoffzelle.html>

bus-bild.de: MAN Niederflurbus 3. Generation (Lion's City H2 mit Brennstoffzelle)

[http://www.fuelcellseminar.com/media/5277/dem43-3\\_scott.pdf](http://www.fuelcellseminar.com/media/5277/dem43-3_scott.pdf)

ISE: Implementation of Fuel Cell Transit Bus Service for Canada and London

[http://nextlights.eu/Publications/Clean-3\\_D3-1\\_WP3\\_EE\\_State\\_of\\_the\\_Art\\_23rd-FEB-2011.pdf](http://nextlights.eu/Publications/Clean-3_D3-1_WP3_EE_State_of_the_Art_23rd-FEB-2011.pdf)

R. Zaetta, B. Madden (Element Energy): Hydrogen Fuel Cell Bus Technology State of the Art Review

<http://www.vossloh-kiepe.com/electric-buses/hybrid-buses/h2-hybrid-bus>

Vossloh Kiepe: H2 hybrid bus Phileas

<http://www.ballard.com/fuel-cell-applications/bus.aspx>

Ballard: Fuel cell applications

[http://www.ika.rwth-aachen.de/r2h/index.php/Hydrogen\\_and\\_Fuel\\_Cell\\_Technology](http://www.ika.rwth-aachen.de/r2h/index.php/Hydrogen_and_Fuel_Cell_Technology)

KA RWTH Aachen University: Hydrogen and Fuel Cell Technology

<http://www.fuelcells.org/wp-content/uploads/2012/02/busreport.pdf>

**US Federal Transport Association, National Fuel Cell Bus Program: A Report on Worldwide Hydrogen Bus Demonstrations, 2002-2007**

[http://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/12012\\_fuel\\_cell\\_bus\\_targets.pdf](http://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/12012_fuel_cell_bus_targets.pdf)

US Department of Energy: Fuel Cell Technologies Program Record

[http://www.actransit.org/wp-content/uploads/NREL\\_rept\\_OCT2010.pdf](http://www.actransit.org/wp-content/uploads/NREL_rept_OCT2010.pdf)

NREL: Fuel Cell Buses in U.S. Transit Fleets: Current Status 2010

<http://www.nrel.gov/hydrogen/pdfs/54860.pdf>

NREL: National Fuel Cell Electric Vehicle Learning Demonstration Final Report

## **FCHBusz üzemeltetők**

<http://chic-project.eu/>

Clean Hydrogen In European Cities project home

<http://busride.com/2009/05/ac-transit-grows-to-12-hyroad-zero-emission-vehicles/>

Busride: AC Transit grows to 12 HyRoad zero-emission vehicles

[http://www.fuelcellmarkets.com/fuel\\_cell\\_power/news\\_and\\_information/3,1,6250,1,28987.html](http://www.fuelcellmarkets.com/fuel_cell_power/news_and_information/3,1,6250,1,28987.html)

fuelcellmarkets.com, Fuel cell buses EU and UK

<http://en.gvb.nl/overgvb/brandstofcelbus/Pages/default.aspx>

GVB: Fuel cell bus

<http://en.gvb.nl/overgvb/brandstofcelbus/Pages/Onderdelen-bus.aspx>

GVB: Fuel cell bus, implemented components explored!

<http://highvlocity.eu/>

High V.LO-City project

<http://www.hymove.nl/en/home/>

Province project HyMove

<http://www.actransit.org/environment/the-hyroad/>

AC transit: HyRoad

[http://www.nrel.gov/hydrogen/project\\_bus\\_eval.html](http://www.nrel.gov/hydrogen/project_bus_eval.html)

NREL: Hydrogen Fuel Cell Bus Evaluations

<http://www.nrel.gov/hydrogen/pdfs/55367.pdf>

**NREL: Zero Emission Bay Area (ZEBA) Fuel Cell Bus Demonstration: Second Results Report**

## **H2 építőelemek**

<http://www.dynetek.com/hydrogen.php>

Dynetek Industries Ltd.: Hydrogen products

<http://www.ballard.com/fuel-cell-products/>

Ballard: Fuel cell products

[http://www.ballard.com/files/PDF/Media/IWG\\_Final.pdf](http://www.ballard.com/files/PDF/Media/IWG_Final.pdf)

Ballard: Putting Fuel Cells to Work

<http://www.utcpower.com/products/transportation/fleet-vehicles>

UTC power: Transportation Fleet Vehicles

<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/hydrogen.pdf>

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, HYDROGEN PRODUCTION AND STORAGE

<http://www.princeton.edu/pei/energy/publications/reports/No.318.pdf>

Joan M. Odgen: Prospects for Building a hydrogen energy infrastructure

[http://www.hydrogenics.com/assets/pdfs/Fueling%20Station\\_English.pdf](http://www.hydrogenics.com/assets/pdfs/Fueling%20Station_English.pdf)

Hydrogenics: Electrolysis-based Fueling stations

<http://www.fuelcellseminar.com/media/9138/com43-2%20yang.pdf>

Austin Power Engineering, Yang Young: Cost Analysis of Direct Hydrogen PEM Fuel Cell/Lithium Ion Battery Hybrid Power Source for Transportation

[http://www1.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/tech\\_validation/pdfs/fcm07r0.pdf](http://www1.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/tech_validation/pdfs/fcm07r0.pdf)

College of the Desert: Fuel Cell Bus Maintenance

<http://www.ecn.nl/docs/library/report/2009/I09177.pdf>

ECN: PEM Fuel Cells Durability and Cost

<http://xa.yimg.com/kq/groups/3004572/636040941/name/A%20review%20of%20PEM%20fuel%20cell%20durability.pdf>

Journal of Power Sources: A review of PEM fuel cell durability: Degradation mechanisms and mitigation strategies

<http://www.dynetek.com/hydrogen.php#2>

Dynetek: Hydrogen products

## **H2 előállítás**

[http://www.hydrogen.energy.gov/h2a\\_prod\\_studies.html](http://www.hydrogen.energy.gov/h2a_prod_studies.html)

Current\_Central\_Electrolysis\_version\_3\_02062012Current\_Central\_Electrolysis\_version\_3\_02062012.xls input: Capital Costs „Number of Electrolyzer units in the plant”

Todd Ramsden & Mark Ruth: Current (2010) Hydrogen Production from Central Grid Electrolysis

[http://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/review04/hpd\\_16\\_cohen.pdf](http://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/review04/hpd_16_cohen.pdf)

Teledyne: Hydrogen Generation from Electrolysis By Steve Cohen & Samir Ibrahim

<http://www.electrochemsci.org/papers/vol7/7043314.pdf>

International Journal of ELECTROCHEMICAL SCIENCE: Electrical Efficiency of Electrolytic Hydrogen Production

<http://www.nrel.gov/hydrogen/pdfs/36734.pdf>

National Renewable Energy Laboratory: Summary of Electrolytic Hydrogen Production

<http://www.alternative-energy-news.info/technology/hydrogen-fuel/>

Alternative energy: Hydrogen fuel

<http://www.crest-au.com/docs/H2ProductionfromRenewablesbyElectrolysis%20Mar%202010v5.pdf>

Centre for Research into Energy for Sustainable Transport: Hydrogen Production from Renewable Energy by Electrolysis

## H2 tárolás

[http://www.madrimasd.org/queesmadrimasd/Pricit/PlanNet/documentos/03/documentos/publico/TDAUF/Hidrogeno/storage\\_1998.pdf](http://www.madrimasd.org/queesmadrimasd/Pricit/PlanNet/documentos/03/documentos/publico/TDAUF/Hidrogeno/storage_1998.pdf)

National Renewable Energy Laboratory: Costs of Storing and Transporting Hydrogen

<http://www1.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/pdfs/27079.pdf>

National Renewable Energy Laboratory: Survey of the Economics of Hydrogen Technologies

<http://www.cleanenergystates.org/assets/2011-Files/Hydrogen-and-Fuel-Cells/CESA-Lipman-H2-prod-storage-050311.pdf>

Timothy Lipman: An Overview of Hydrogen Production and Storage Systems with Renewable Hydrogen Case Studies

<http://repositories.lib.utexas.edu/handle/2152/ETD-UT-2010-12-2231>

Tobin Micah Powell: Design of an Underground Compressed Hydrogen Gas Storage Facility for Use at Fueling Stations

[http://www.ika.rwth-aachen.de/r2h/index.php/Underground\\_Hydrogen\\_Storage\\_in\\_Refuelling\\_Stations](http://www.ika.rwth-aachen.de/r2h/index.php/Underground_Hydrogen_Storage_in_Refuelling_Stations)

IKA RWTH Aachen University: Underground Hydrogen Storage in Refuelling Stations

[http://www.ika.rwth-aachen.de/r2h/index.php/Large\\_Hydrogen\\_Underground\\_Storage](http://www.ika.rwth-aachen.de/r2h/index.php/Large_Hydrogen_Underground_Storage)

Large Hydrogen Underground Storage

[http://www.fuelcellseminar.com/media/9228/a16\\_1.pdf](http://www.fuelcellseminar.com/media/9228/a16_1.pdf)

Dr. Susan Schoenung: Benefit/Cost Analysis of Large-Scale Hydrogen Storage for Renewable Utility Applications

[http://www1.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/pdfs/i\\_hfpv\\_zheng2.pdf](http://www1.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/pdfs/i_hfpv_zheng2.pdf)

Zhejiang uiversity: R&D of Large Stationary Hydrogen/CNG/HCNG Storage Vessels

## H2 biztonság

<http://hysafe.org/home>

HySafe - Safety of Hydrogen as an Energy Carrier

[http://www1.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/pdfs/cng\\_h2\\_workshop\\_8\\_wong.pdf](http://www1.eere.energy.gov/hydrogenandfuelcells/pdfs/cng_h2_workshop_8_wong.pdf)

Powertech Labs Inc.: CNG & Hydrogen Tank Safety, R&D, and Testing

<http://www.40fires.org/Wiki.jsp?page=Hydrogen%20Safety>

40 fires foundation: Hydrogen Safety

<http://avogadro.chem.iastate.edu/MSDS/hydrogen.pdf>

Air Products: MATERIAL SAFETY DATA SHEET, Hydrogen, compressed

[http://www.hysafe.org/science/eAcademy/docs/1stesshs/presentations/Ireland\\_hydrogen\\_safety.pdf](http://www.hysafe.org/science/eAcademy/docs/1stesshs/presentations/Ireland_hydrogen_safety.pdf)

LeeMcGill University, Montreal, Canada, Professor John H.S. Lee, Professor John H.S. Lee

[http://www.lbst.de/download/2012/DWV\\_Hydrogen-Safety-Compendium\\_WHEC2012\\_07JUN2012.pdf](http://www.lbst.de/download/2012/DWV_Hydrogen-Safety-Compendium_WHEC2012_07JUN2012.pdf)

Ludwig-Bölkow-Systemtechnik GmbH (LBST): DWV Hydrogen Safety Compendium

[http://www.ineris.fr/centredoc/risoe\\_final.pdf](http://www.ineris.fr/centredoc/risoe_final.pdf)

INERIS: New energy, new hazards? The hydrogen scenario.

## **H2 töltés**

<http://www.hi-energy.org.uk/Downloads/Hydrogen%20Fuel%20Cell%20Resource/3b-Hydrogen%20refuelling%20and%20storage%20infrastructure.pdf>

Hydrogen Refuelling & Storage Infrastructure: Hydrogen Refuelling & Storage Infrastructure

<http://its.ucdavis.edu/>

Jonathan X. Weinert Institute of Transportation Studies - UC Davis: A Cost Analysis of Hydrogen Stations for the California

<http://its.ucdavis.edu/>

Jonathan X. Weinert Institute of Transportation Studies - UC Davis: A Near-Term Economic Analysis of Hydrogen Fueling Stations

## **Erőmű**

<http://www.world-nuclear.org/info/inf11.html>

World Nuclear Association: Energy Analysis of Power Systems

[http://cec.org/Storage/130/15530\\_power\\_plants\\_english\\_web.pdf](http://cec.org/Storage/130/15530_power_plants_english_web.pdf)

Commission for Environmental Cooperation: North American Power Plant Air Emissions

## **H2 alapú erőmű**

<http://your.kingcounty.gov/dnrp/library/wastewater/energy/FuelCell/0803FuelCellDemoProjectSummary.pdf>

Fuel Cell Energy: King County Fuel Cell Demonstration

## **Környezeti hatás**

[http://h2g2.com/approved\\_entry/A16407173](http://h2g2.com/approved_entry/A16407173)

h2g2, Atmospheric Pollution from the Internal Combustion Engine in the Urban Environment

<http://people.hofstra.edu/geotrans/eng/ch8en/conc8en/ch8c1en.html>

THE GEOGRAPHY OF TRANSPORT SYSTEMS, The Environmental Impacts of Transportation

<http://delphi.com/pdf/emissions/Delphi-Passenger-Car-Light-Duty-Truck-Emissions-Brochure-2011-2012.pdf>

Delphi, Worldwide Emission Standards Passenger Cars and Light Duty Vehicles

<http://www.energy.eu/publications/Analyzing-on-road-emissions-of-light-duty-vehicles-PEMS.pdf>

JRC, Analyzing on-road emissions of light-duty vehicles with PEMS

[http://www.eea.europa.eu/publications/transport-and-air-quality-term-2012/at\\_download/file](http://www.eea.europa.eu/publications/transport-and-air-quality-term-2012/at_download/file)

EEA Report No 10/2012, The contribution of transport to air quality TERM 2012: transport indicators tracking progress towards environmental targets in Europe

[http://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2012/at\\_download/file](http://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2012/at_download/file)

EEA Report No 4/2012 Air quality in Europe — 2012 report

[http://ec.europa.eu/environment/archives/cape/activities/pdf/cape\\_cba\\_externalities.pdf](http://ec.europa.eu/environment/archives/cape/activities/pdf/cape_cba_externalities.pdf)

AEA Technology Environment, Service Contract for Carrying out Cost-Benefit Analysis of Air Quality Related Issues, in particular in the Clean Air for Europe (CAFE) Programme

[http://www.crest-au.com/docs/alt\\_CBA.pdf](http://www.crest-au.com/docs/alt_CBA.pdf)

MURDOCH UNIVERSITY, A Cost-Benefit Analysis of Perth's Hydrogen Fuel Cell Buses

<http://www.epa.gov/otaq/models/nonrdmdl/nonrdmdl2010/420r10015.pdf>

US Environmental Protection Agency, Conversion Factors for Hydrocarbon Emission Components

[http://www.dfld.de/Downloads/EU\\_080115\\_HandbuchExterneKostenVerkehr.pdf](http://www.dfld.de/Downloads/EU_080115_HandbuchExterneKostenVerkehr.pdf)

CE Delft, Handbook on estimation of external cost in the transport sector

<http://www.unc.edu/~shashi/AirQuality/outdoorair.html>

UNC CEP Amber Hamm: Outdoor Air Quality

<http://www.epa.gov/airquality/carbonmonoxide/index.html>

US Environmental Protection Agency: Carbon Monoxide

[http://www.carbonmonoxidekills.com/59/carbon\\_monoxide\\_motor\\_vehicles](http://www.carbonmonoxidekills.com/59/carbon_monoxide_motor_vehicles)

Carbon Monoxide: Carbon Monoxide and Motor Vehicles

<http://archive.defra.gov.uk/environment/quality/air/airquality/panels/igcb/documents/dcs-report2006.pdf>

AEA Technology, ED48796. Damage Costs for Air Pollution

<http://www.vtqi.org/tca/tca0510.pdf>

Victoria Transport Policy Institute: Transportation Cost and Benefit Analysis II – Air Pollution Costs

[http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0006/74715/E86650.pdf](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0006/74715/E86650.pdf)

World Health Organization Europe, Health effects of transport-related air pollution

[http://aida.econ.yale.edu/~nordhaus/Resources/Muller\\_overview.pdf](http://aida.econ.yale.edu/~nordhaus/Resources/Muller_overview.pdf)

Nicholas Z. Muller & Robert Mendelsohn: Measuring the Damages of Air Pollution in the United States

[http://www.toronto.ca/health/hphe/pdf/air\\_pollution\\_burden.pdf](http://www.toronto.ca/health/hphe/pdf/air_pollution_burden.pdf)

Toronto Public Health, Dr. David McKeown, Air Pollution Burden of Illness from Traffic in Toronto

<http://jama.jamanetwork.com/article.aspx?articleid=1104975#qundefined>

JAMA The Journal of the American Medical Association: Main Air Pollutants and Myocardial Infarction A Systematic Review and Meta-analysis

\* \* \*