

# Fenntartható energiaforrások és tárolás a jövő mobilitásában

*„Az E-mobilitásról másképpen VI.” konferencia és szakmai továbbképzés  
HUNGEXPO, Automotive Hungary Kiállítás*

Budapest, 2021. november 16.

Dr. Lukács Pál – Pannon Egyetem, tudományos főmunkatárs,  
főiskolai tanár, címzetes egyetemi docens  
Körforgásos Gazdaság Kompetencia Központ (2019-1.3.1-KK-2019-00015)  
Szakmai vezető  
ITM – miniszteri tanácsadó



NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI  
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL  
MEGVALÓSULÓ  
PROJEKT

# Elektromos autózás vs. belsőégésű motorok, mit és meddig?

## Sajtóhír 2021.11.11. – Hat nagy autógyártó bejelentette, mikor fejezi be a benzines és dízel autók gyártását (Origo.hu)

*A Glasgowban zajló ENSZ klímátárgyalásra időzített bejelentés keretében:*

- Hat nagy autógyártó ígéretet tett arra, hogy 2040-ig fokozatosan leállítja a fosszilis energiahordozóval üzemelő járművek gyártását világszerte, a fő piacokon azonban az a cél, hogy ez már 2035-re teljesüljön.
- A fogadalmat a Ford, a General Motors, a Mercedes-Benz, a Volvo, a BYD és a Jaguar Land Rover tette, de a személyszállítással foglalkozó Uber is csatlakozott hozzájuk.
- A Volkswagen, a Toyota, a Nissan, a Honda, a BMW és a Hyundai még nem csatlakoztak a vállaláshoz, annak ellenére, hogy jelenleg gőzerővel fejlesztik az elektromos modelleket, és sokat invesztálnak az elektromobilitásba.
- Számos ország is csatlakozott az ígérethez, köztük Új-Zéland és Lengyelország. Az Egyesült Államok nem csatlakozott az ígérethez, de Kalifornia és New York államok igen.
- Ezek az autógyártók azért óvakodhatnak attól, hogy csatlakozzanak az ígérethez, mivel ez technológiaváltásra kötelezi őket, de nem kényszeríti az országokat arra, hogy elkötelezzék magukat a szükséges töltési és hálózati infrastruktúra létrehozása mellett, ami létfontosságú az elektromobilitás fejlődéséhez.



NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI  
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL  
MEGVALÓSULÓ  
PROJEKT

# Elektromos autózás vs. belsőégésű motorok, mit és meddig?

## Tavaly a hasonló hír az 1.200 km hatótávolságú elektromos Mercedes megjelenéséről szólt....

*Miről szólnak ezek és az ehhez hasonló hírek?*

Amerika és Kína irányából megindult a végső offenzíva az EU utolsó versenyképes iparága ellen, amely nem más, mint a legnagyobb rendszerintegrátor autóipar.

Miért óriási kihívás ez Magyarország számára?

- A gyártóknál (Suzuki, Opel, Audi, Mercedes, a jövőben BMW) és a beszállítóknál 180.000 munkahely sorsa a tét....
- Az autóipar óriási GDP, ipari termelés és export bekötöttsége
- A jövőbe vetett hitünk és reményünk szerint helyünk van a világ autóiparában és szeretnénk megőrizni a megszerzett pozícióinkat....
- Az itt levő cégek rengeteget investáltak a jövőbeli fejlesztéseikbe (Knorr-Bremse tavaly 25 éves KFI Intézet, Thyssenkrupp, Bosch, Audi, ....) a Magyar Állam pedig kiemelt partnerként tekint az autógyárakra (ZalaZone, okos utak, kiemelt ágazati stratégiák....)



NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI  
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL  
MEGVALÓSULÓ  
PROJEKT

# Elektromos autózás vs. belsőégésű motorok, mit és meddig?

## Hogyan áll jelenleg a küzdelem a paradigmaváltásban?

Az erős állami támogatással működő amerikai és kínai gyártók tudatosan építve a dízelbotrány keltett hangulatra megpróbálják megtörni a három nagy német gyártó (VW, BMW, Daimler) százéves hegemoniáját és a helyükre lépni a világpiacon.

Egymásra licitálás zajlik az elérhető teljesítményekben, de nagyon sokszor látszik az „erőltetett menet” minden egyes hátulütője, sokszor kiforratlan technológiák, megfelelően ki nem tesztelt megoldások kerülnek a piacra, amelynek sokszor tömeges visszahívások jelentik a végét....

A „klasszikusokat” idézve „.....gyártani pedig az tud, akinek évszázados tudása, tapasztalata van az automotivizmusban....”

Egyre kisebb tömegű (elsősorban akkumulátor tömegben), egyre rövidebb idő alatt tölthető, egyre nagyobb hatótávolságú modellekkel rukkolnak elő az autógyárak, amelyben az amerikai és kínai gyártók a piacszerzésre, míg az európai (elsősorban német) gyártók a megfontolt, kipróbált megoldásokra törekvő óvatosságra törekednek.

Közben idetelepült 10-nél több elektromos akkumulátor gyártó, összeszerelő, beszállító üzem.....



NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI  
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL  
MEGVALÓSULÓ  
PROJEKT

# Elektromos autózás vs. belsőégésű motorok, mit és meddig?

## Hogyan áll jelenleg a küzdelem a paradigmaváltásban?

### Tények

Az elektromos autók egyelőre sem hatótávolságra, sem kényelmi szempontokat tekintve nem versenyképesek a hagyományos belsőégésű motoros társaikkal (de az utóbbiak előnye csökken...)

Az akkumulátorcsomagok egyelőre még mindig túl nehezek és rengeteg értékes anyagot igényelnek

A két típus ökológiai lábnyoma valahol a 130-150 ekm megtett futásteljesítmény felett vált át az elektromos autók javára (de ez is nagyban függ az energiamix összetételétől)....

A teljes életciklusra vonatkozó LCA sokszor nagyon kedvezőtlen képet mutat az elektromos autók előállításáról (nyersanyaghiány) és újrahasznosításáról (a legtöbb helyen még hiányoznak az újrahasznosító technológiák)....

A villamos energiaellátó rendszer nem tudott lépést tartani az igények ugrásszerű emelkedésével (felvetés: mi lenne ma, ha egy átlag magyar utcában egyszerre 10-nél több e-autót akarnának egyszerre tölteni?....)

A közlekedés csak 6%-ot képvisel az összes emissziós kibocsátásban, önmagának a közlekedésnek a megreformálása nem lesz elegendő.....



NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI  
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL  
MEGVALÓSULÓ  
PROJEKT

# Elektromos autózás vs. belsőégésű motorok, mit és meddig?

## Melyek az elvárások a jövő közlekedését tekintve, mi várható 10-15 éven belül?

- Megosztott járműhasználat széles elterjedése (Car-Sharing) különösen a fiatalabb generációknál;
- Önvezető autók, már lehetőleg elektromos hajtással;
- Fejlett V2V, V2I kommunikációval dolgozó közlekedési infrastrukturális rendszer, ahol a járművek vezeték nélkül egymással és az okos infrastruktúra elemeivel is kommunikálnak;
- A jármű állandóan csatlakoztatott része a Világhálónak (Well-connected), mivel önvezető, így a járművet igénybe vevő menet közben szabadon csetelhet, filmet, klippet nézhet, a Világhálóra csatlakozva szabadon dolgozhat ....;
- Megoszthatja az útját másokkal, akik hasonló irányba igyekeznek és ezért árcsökkentést kaphat a szolgáltatás díjából;
- A használat végén az applikáció automatikusan megterheli az előre megadott bankszámlát;
- A használó az autóból kiszáll, a jármű pedig egy készletléti helyre beparkolva várja a következő megrendelőt.....



# Elektromos autózás vs. belsőégésű motorok, mit és meddig?



## I. szakasz

- Elektromobilitási piac kialakulásának kezdete az innovátorok megjelenésével (jellemzően állami ösztönzők révén)
- Elektromobilitás működési modelljének kialakítása (az állam és a piaci szereplők együttműködésével)

## II. szakasz

- Követő felhasználók megjelenése a piacon
- A piac méretének fokozatos növekedése (összefüggő pénzügyi ösztönző rendszerek révén)
- Első közvetítő szolgáltatók, támogató IT infrastruktúra, számlázási rendszerek megjelenése
- Önvezető autók tesztelése

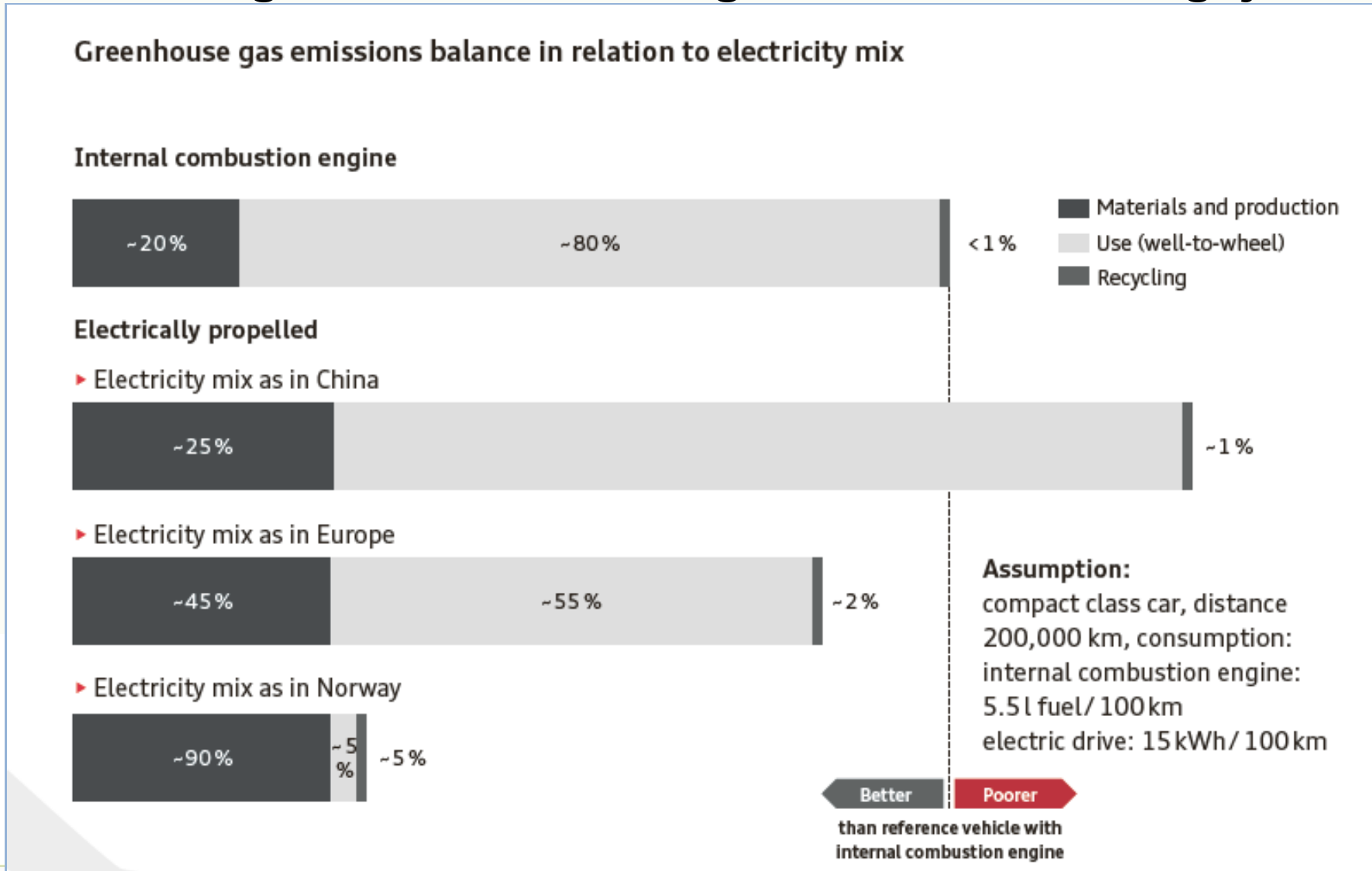
## III. szakasz

- Széles körben elterjedt elektromos járműhasználat
- Országosan teljes lefedettségű rendelkező hálózat
- Önvezető autók megjelenése a forgalomban
- Relatív alacsony költségszerkezetű szereplők

FI ALAPBÓL  
ALÓSULÓ  
KT

# Kulcsfaktorok a jövőre nézve

## A villamos energiatermelés minőségét el kell tolni a megújulók irányába



Forrás: LCA Audi A6

AZ NKFI ALAPBÓL  
MEGVALÓSULÓ  
PROJEKT



# Kulcsfaktorok a jövőre nézve

## Az autóipar alapanyag ellátása

*„The Mideast had oil, but China had Rear Earth Elements” – Deng Xiaoping*

### LIGHT RARE EARTHS

(La) Lanthanum  
(Ce) Cerium  
(Pr) Praseodymium  
(Nd) Neodymium  
(Sm) Samarium

### HEAVY RARE EARTHS

(Eu) Europium  
(Gd) Gadolinium  
(Tb) Terbium  
(Dy) Dysprosium  
(Ho) Holmium  
(Er) Erbium  
(Tm) Thulium  
(Yb) Ytterbium  
(Lu) Lutetium  
(Y) Yttrium\*

### PROPERTIES

- Silvery-white/gray in colour
- High luster but tarnish readily in air
- Most REE compounds are strongly paramagnetic
- Catalytic, chemical, electrical, metallurgical, nuclear, magnetic and optical properties
- High electrical conductivity
- Many REE fluoresce strongly under UV light
- High melting and boiling points
- Reacts with dilute acid to release H<sub>2</sub> rapidly at room temperature
- Reacts with H<sub>2</sub>O to liberate H<sub>2</sub>, slowly when cold/quickly upon heating

### APPLICATIONS



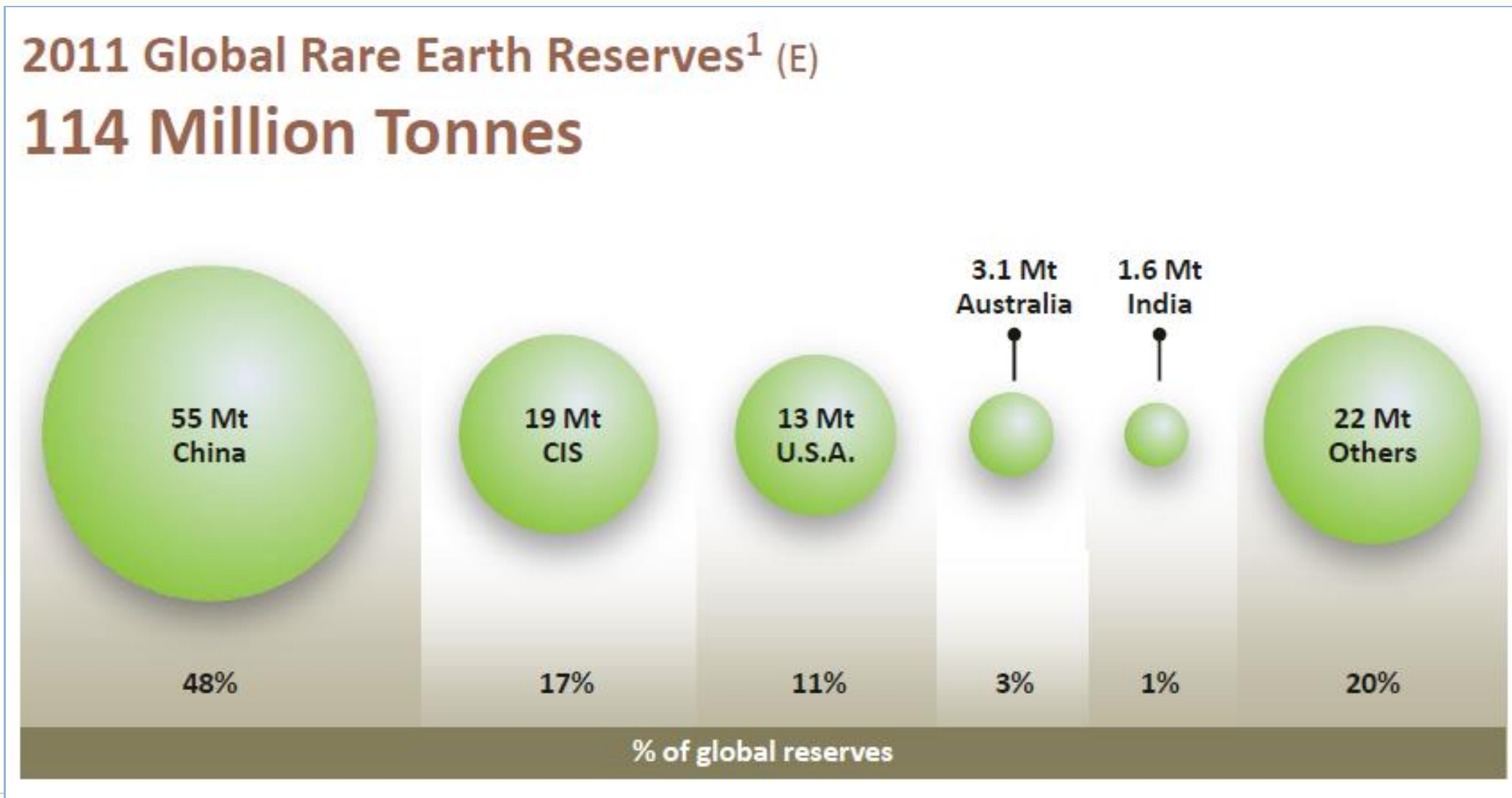
\*Yttrium is lighter than the light rare earths, but included in the heavy rare earth group because of its chemical and physical associations with heavy rare earths in natural deposits

Forrás: IAMGOLD Corporation

NKFI ALAPBÓL  
EGVALÓSULÓ  
PROJEKT

# Kulcsfaktorok a jövőre nézve

## Az autóipar alapanyag ellátása – tartalékok világszerte



Forrás: IAMGOLD Corporation

APBÓL  
JLÓ

# Kulcsfaktorok a jövőre nézve

Az autóipar alapanyag ellátása – A „Kína-faktor”, azaz hol szorít a csizma?

**China accounts for 95% of global production**

Bayan Obo deposit (Mongolia) supplies >70% of China's LREE

(ie. 46% China's production and 42% globally)



BÓL  
Ó

ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

PROJEKT

Forrás: IAMGOLD Corporation



# Kulcsfaktorok a jövőre nézve

## Az autóipar alapanyag ellátása – az újrahasznosítás fontossága a jövőben

### Primary mining

- ~ 5 g/t Au in ore
- Similar for PGMs



### Urban mining

- 200 -250 g/t Au in PC circuit boards
- 300 - 350 g/t Au in cell phones
- 2,000 g/t PGM in automotive catalysts



factor 40  
& more



KFI ALAPBÓL  
VALÓSULÓ  
EKT

# Energiaforrások és tárolás a jövő (elektro?)mobilitásában

## Hol tartunk ma?

Norvégiában 2025-től, Németországban 2030-tól, az Egyesült Királyságban és Franciaországban pedig 2040-től már **nem lehet új belsőégésű motorral felszerelt autót értékesíteni**, eközben a nagyobb városokból valószínűleg még korábban **kitiltják** a hagyományos személygépjárműveket.

A kutatási eredmények alapján **az akkumulátorok gyártása során keletkező CO2 aránylag kis részt tesz ki az EV-k egész életciklusa alatti kibocsátásból.**

Eközben hiba lenne az (elektromos) akkumulátorok és így az elektromos gépjárművek környezetterhelése kapcsán csak a CO2 terhelést figyelembe venni (mikor itt van a kitermeléssel, előállítással (sokszor még hiányzó) újrahasznosítással kapcsolatos környezetszennyezés is....).

Az elektromos járművek lítiumion, ólomsavas és nikkel-fém-hidrid akkumulátorokat vagy ultrakapacitást használnak az energia tárolására. Az utóbbi három technológiai megoldás ma kevésbé számít relevánsnak (*US Department of Energy (2017): Batteries for hybrid and plug-in Electric Vehicles*), ugyanis a plug-in hibrid és tisztán elektromos járművek nagy többségében lítiumion akkumulátor található. (Az elektromos buszokban pedig jellemzően lítium-vas-foszfát akkumulátorokat használnak). Ezt a többi típushoz képest nagy tárolókapacitás, jó teljesítmény-súly arány, energiahatékonyság, magas hőmérséklet melletti jó teljesítmény, illetve az alacsony önkisülés indokolja. A lítiumion akkumulátor **rendeltetészerű üzemeltetés mellett környezetbarát megoldásnak** tekinthető, továbbá a felhasználása nem jár különös mértékű károsanyag-kibocsátással (esetleges sérülése esetén kerülhetnek mérgező gázok a légkörbe). **Am az akkumulátorok előállítása és újrahasznosítása valós környezetterhelést eredményez:** az őket alkotó ritkafémek (lítium, réz, nikkel, kobalt) bányászata, tisztítása és az újrahasznosítás során a még hasznos elemek kinyerése a káros kémiai anyagok felszívódásával az ivóvízszennyezéshez és talajerózióhoz járul hozzá.

NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI  
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPJÁN  
MÉGVALÓSÚLO  
PROJEKT

Forrás: Bársony Péter – PwC - [https://www.linkedin.com/pulse/elektromos-gépjárművek-valódi-zöld-út-peter-barsony?articleId=6403137272572706816#comments-](https://www.linkedin.com/pulse/elektromos-gépjárművek-valódi-zöld-út-peter-barsony?articleId=6403137272572706816#comments-6403137272572706816&trk=prof-post)

6403137272572706816&trk=prof-post



# Energiaforrások és tárolás a jövő (elektro?)mobilitásában

## Hol tartunk ma?

Viszont az **akkumulátorok előállítása és újrahasznosítása valós környezetterhelést eredményez**: az őket alkotó ritkafémek (lítium, réz, nikkel, kobalt) bányászata, tisztítása és az újrahasznosítás során a még hasznos elemek kinyerése a káros kémiai anyagok felszívódásával az ivóvízszennyezéshez és talajerózióhoz járul hozzá.

A környezetkárosítás mellett másik probléma a gazdaságosság: a lítium-feldolgozási folyamat annak mérgező, gyúlékony mivolta és komplex szerkezete miatt meglehetősen bonyolult és költséges, ezzel szemben a visszanyert nyersanyagok értéke csupán töredéke ezen feldolgozási költségeknek. Ez pedig nem teszi érdekeltté a vállalatokat a hatékony újrahasznosítási eljárások fejlesztésében, pedig a jövőben nagy szükség lehet erre. Egy kanadai akkumulátor-újrahasznosító vállalat becslése szerint az elektromos autók eddig tapasztalt kitartó terjedésével **2030-ra 11 millió tonna használt lítiumion akkumulátor halmozódhat fel** a Földön, melynek kezelése a kormányzatoknak, az akkumulátor-gyártóknak és magának az autóiiparnak lenne a feladata.

Az elektromos meghajtás- és akkumulátor-technológia értékelésénél a környezetterhelés mellett másik gyakran emlegetett potenciális **probléma a lítium korlátozott elérhetősége**. Európában nem meghatározó a lítiumbányászat, jelentős európai lelőhely egyedül Csehországban található, ahol a világ azonosított lítiumkészletének mintegy 3%-a található, de a legnagyobb készletek Chilében, Bolíviában, Argentínában és Kínában vannak.



NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI  
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL  
MEGVALÓSULÓ  
PROJEKT

# Energiaforrások és tárolás a jövő (elektro?)mobilitásában

## Mi lehet a jövő?

Stanford Egyetem – a jövő energiatárolója a nátrium-ionos akkumulátor lehet, egy svájci kutatócsoport két új akkumulátor típust fejlesztett ki, amelyekben nátriummal és magnéziummal helyettesítették a lítiumot.

A nátrium és a magnézium előnye a lítiummal szemben, hogy nagy mennyiségben és aránylag olcsón állnak rendelkezésre.

A nátriumelektrolit nem gyúlékony, amely megoldást jelent a lítiumalapú akkumulátorok biztonsági problémáira. A magnézium alkalmazásának előnye pedig, hogy azonos tömeg esetén **majdnem kétszer több energiát tárol, mint a lítium**, továbbá a magnézium könnyű anyag, tehát nem áll fenn a robbanás veszélye.

A fentiek mellett az eddigi leghatékonyabb energiatárolási megoldást a **szilárdtest-akkumulátor** jelentheti, amelynek energiasűrűsége 2,5-szerese a lítiumion akkumulátornak. A folyékony elektrolitot tartalmazó lítiumionos akkumulátorral szemben a szilárdtest-akkumulátor szilárd elektrolitokat és elektródákat használ, gyorsabban tölthető és élettartama is jelentősen nagyobb.

Az EV-ben használt akkumulátor-technológia egyik legnagyobb vetélytársa az **üzemanyagcella** (vagy hidrogéncella). Az üzemanyagcella kémiai reakció hasznosításával hidrogénből termel villamos energiát, amely **megoldás lokálisan nem termel semmilyen károsanyagot**. Az üzemanyagcellás hajtás széleskörű **elterjedését jelenleg a hidrogén nem környezetkímélő előállítási módja és ennek költségessége akadályozza**, valamint technológiai kihívást jelent a hidrogén sűrítése és biztonságos tárolhatósága, melynek megoldásával az EV-khez képest sokkal nagyobb hatótáv érhető el, mindössze 3-10 perces töltes idővel.



NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI  
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFIH ALAPBÓL

MEGVALÓSULÓ

PROJEKT

# Energiaforrások és tárolás a jövő (elektro?)mobilitásában

## Mit tehet ehhez hozzá Magyarország?

Nyersanyagok és ásványkincsek hazai primer és szekunder előfordulásainak nemzetgazdasági szolgálatba állítása – Miskolci Egyetem Criticel – Kritikus Elemek – alapkutatói program egy biztos és biztonságos jövőért – 2013-2014 - <http://kritikuselemek.uni-miskolc.hu/>

Hazai innovációk a karbonmentes energiaforrás előállítás elősegítésére:

Pannon Egyetem – KGFKK - <https://korforgas.uni-pannon.hu/>

BME – Zéró Karbon Központ - <https://fiek.bme.hu/zero-karbon-kozpont/>

PTE – Megújuló Energiák Nemzeti Laboratórium

Bay Zoltán Alapítvány-Neumann János Egyetem-AVL – Járműipari KF központ létrehozása Mo.-n - <https://www.uni-neumann.hu/ginop-2-3-4-15-2016-00001>

Hazai karbonkészletek (szén, biomassa, hulladék, levegő, ....) tisztaszénalapú feldolgozására irányuló innovációk, kutatások

Hazai hidrogénfelhasználás, kutatások elősegítése

- Nemzeti Hidrogéntechnológiai Platform - <https://www.hfc-hungary.org/platform/>

- Magyar Hidrogénszövetség

A „Power-to-Gas” mellett a „Power-to-Liquid” hidrogéntárolás fejlesztése  
(metanol (?), NH<sub>3</sub> (?), LOHC (?))



AZ NKFI ALAPBÓL  
MEGVALÓSULÓ  
PROJEKT

# Magyarországi jó példa a jövő biztosítására

## A Pannon Egyetem Körforgásos Gazdaság Kompetencia Központja

### Alapadatok

Azonosító szám:

**2019-1.3.1-KK-2019-00015**

Projekt címe:

**Körforgásos gazdasági alapokon nyugvó  
fenntarthatósági kompetencia központ  
létrehozása a Pannon Egyetemen**

Projekt futamideje:

**2020.03.01. – 2023.02.28.**

Hatályba lépés dátuma:

2019.12.30.

Konzorciumi tagok száma:

6

Támogatás összege:

**4.775.000.000 Ft**

(Projekt összköltsége: 5.044.017.010 Ft)

~700 oldalnyi  
dokumentáció

<https://korforgas.uni-pannon.hu/>



NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI  
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL  
MEGVALÓSULÓ  
PROJEKT



# A „BIG PICTURE”

## INNOVÁCIÓS ÖKOSZISZTÉMA

52 alprojekt, 5 mlrd Ft támogatás, 6 konzorciumi partner

Kifejlesztett prototípus - TRL – 7 - Energia  
Kifejlesztett új technológia - TRL – 8 - Hulladék  
Kifejlesztett új termék - TRL – 9 - Víz

MOLGROUP bay

Fenntarthatósági Kompetencia Központ

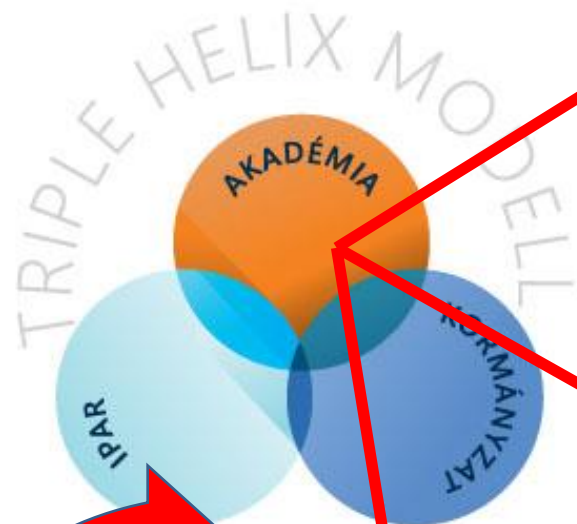
- I. Megújuló energiák
- II. Hulladékgazdálkodás
- III. Víztechnológiák
- IV. Fenntartható turizmus
- V. Fenntartható városfejlesztés

Keywords:

Fenntarthatóság  
Tiszta, okos,  
megfizethető energia  
Egészséges, tiszta  
levegő és víz  
Környezetvédelem  
Klímasemlegesség  
Erős, egészséges,  
önálló Magyarország!

Jogszabályi/törvényi keretek:

Éghajlatváltozási Cselekvési Terv  
Nemzeti Energiastratégia 2030, kitekintéssel 2040-ig  
Nemzeti Energia és Klímaterv  
Nemzeti Tiszta Fejlődési Stratégia  
Tágabb keret: EU Green Deal, Circular Economy  
Action Plan



PANNON  
EGYETEM

VESZPRÉM  
25 ÚJ KUTATÓ

HIDR FILT

NAGYKANIZSA

25 ÚJ KUTATÓ

PANNON  
EGYETEM

MOLGROUP

M F V  
Pannonia

# NEMZETGAZDASÁG

<https://korforgas.uni-pannon.hu/>



# KUTATÁS – FEJLESZTÉS ÉS INNOVÁCIÓ

## MEGÚJULÓ ENERGIÁK

- Megújuló forrásból származó komponenseket is tartalmazó EOR adalékok/tenzidek előállítása
- Szintézisgáz-előállítás hulladék alapon
- Szintézisgáz átalakítása értékesebb termékeké

## FENNTARTHATÓ TURIZMUS

- Turizmus egész évben – Marketing innováció a balatoni szezon meghosszabbításáért
- Fenntartható fesztiválok
- Szemléletformáló programok

## FENNTARTHATÓ VÁROSFEJLESZTÉS

- Közösségi városi applikáció
- Fenntartható város koncepció
- MBA executive fenntarthatósági mesterképzés
- Szemléletformáló programok

## HULLADÉKGAZDÁLKODÁS

- Hulladékvagyon felmérése
- Elválasztási technológiák fejlesztése
- Értéknövelt termékek fejlesztése
- Szemléletformálás, tananyagok fejlesztése
- Waste recycling - hulladéklerakás csökkentése

## VÍZTECHNOLÓGIÁK

- Ipari downstream technológiából származó fáradt olajos szennyvíz kezelés
- EOR upstream víz kezelés
- Kútvizek és ivóvizek mikroműanyag-mentesítése



  
NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI  
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL  
MEGVALÓSULÓ  
PROJEKT

# KÖSZÖNJÜK MEGTISZTELŐ FIGYELMÜKET!

Dr. Lukács Pál – Pannon Egyetem, tudományos főmunkatárs,  
főiskolai tanár, címzetes egyetemi docens  
Körforgásos Gazdaság Kompetencia Központ (2019-1.3.1-KK-2019-00015) Szakmai vezető  
ITM miniszteri tanácsadó  
Email: [lukacs.pal.zoltan@mk.uni-pannon.hu](mailto:lukacs.pal.zoltan@mk.uni-pannon.hu)  
Mobil: 30/6259059



NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI  
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL  
MEGVALÓSULÓ  
PROJEKT