

2. Előadás: Az energiafelhasználás és az emberi civilizáció kapcsolata.

- 2.1. Az emberi civilizáció és az energiafelhasználás kapcsolata.
 2.2. Jelenlegi energiaforrásaink (fosszilis, nukleáris) és az őket felhasználó gépek története.
 2.3. Jelenlegi energiaforrásaink alakulása a közeljövőben a Földön, Magyarországon.

2.1. Az emberi civilizáció és az energiafelhasználás kapcsolata

A társadalmak egy főre és egy napra eső energiafogyasztásának nagyságrendi áttekintése az őskortól napjainkig. Az első négy oszlopban az energiafogyasztás relatív értékei 2500 kcal/fő/nap = 10 MJ/fő/nap (ez a **napi ételmünk energia tartalma**) **egységben** értendő. Az ötödik oszlopban az adott társadalom népességének relatív nagyságát tüntettük fel a vadász társadalmakhoz viszonyítva.

azaz a

2500 kcal/fő/nap = 10 MJ/fő/nap; napi ételmünk energia tartalma	Élelem	Háztartás+ Kereskedelem	Ipar+ mezőgazdaság	Szállítás+ hírközlés	Relatív népesség
vándorlás (1000-ig)	0,7				
földművelés (1400-ig)	1	0,5	1		1
Középkor XV.-XVI. szd	1,5	4	2	0,5	12
(Anglia XIX. szd végén)	1,5	10	10	5	30
(pl. USA 2000)	2,5	30	40	30	120

2.2. Jelenlegi energiaforrásaink (fosszilis, nukleáris) és az őket felhasználó gépek története.

	A felfedezés tárgya	Felfedezője	Ideje	Hatása
	Dugattyús gőzgép	James Watt	1769	Vasúti közlekedés, hajózás, ipar
	Belsőégésű motorok Otto motor	Alphonse Beau de Rochas, Nicolaus Otto	1862, 1876	Személygépkocsi, közúti közlekedés
	Dízel motor	Rudolf Diesel	1893	Tehergépkocsi, hajó, közúti, vízi közlekedés
	Első gázmotoros autó	Carl Benz	1886	Személygépkocsi
	Atomreaktor, Maghasadás	Szilárd L, L. Meitner, O Hahn	1938	Atomerőmű, elektromos energia előállítás
	Gőzturbina	Gustaf de Laval, Charles A Parsosns	1883, 1884	Tejcentrifuga, Első akciós turbina
	Gázturbina		1950	repülés

A gép (motor) munkát végző berendezés.

A **tüzelőanyagokat felhasználó gép (motor)** olyan **munkát végző berendezés**, amely a tüzelőanyagokban tárolt kémiai energiát szakaszosan, vagy folyamatosan használja fel arra, hogy egy hengerben egy dugattyú lineáris mozgást végezzen. A dugattyú lineáris mozgását egy mechanikai erőátviteli rendszer (hajtókar, csuklók segítségével) egy keréken keresztül egy tengely forgó mozgásává alakítja át. Ezután a tengely forgatónyomatékának nagysága és fordulatszáma szabja meg a gép teljesítményét, adott időtartam alatt pedig a munkájának mennyiségét. **Gépek fajtái:** Gőzgépek, belsőégésű motorok, turbinák.

A **gőzgépek kazánjában** a fosszilis tüzelőanyagok (szén, olaj, gáz; mint kémiai energiatárolók) elégetése során keletkezett gőz nyomóereje tolja el a henger közepére helyezett dugattyút oda, és vissza. A dugattyúra szerelt csuklós hajtókar másik végén szintén csuklóval csatlakozik egy kerékhez, amelyre így forgatónyomatékokot fejt ki és **fogást eredményez**.

A **belsőégésű motorokban** a benzin, a gázolaj, a földgáz, vagy a PB gáz intenzív égése (robbanása) nyomja egy irányba a dugattyút. Eredeti helyzetébe történő visszajuttatásáról (több henger ciklikus alkalmazásával) gondoskodni kell.

A **belső égésű motor** egy olyan hőerőgép, amelynél a tüzelőanyag a munkaközegben elég és a dugattyúnak adja át energiáját, ott mechanikai munkává alakul. (http://hu.wikipedia.org/wiki/Belsőégésű_motor) A mozgásba hozott rész szerint a belső égésű motor lehet:

- Otto-motor
- Dízelmotor

Az **Otto-motor (vagy négyütemű benzinmotor; <http://hu.wikipedia.org/wiki/Otto-motor>)** koncepcióját egy francia mérnök, **Alphonse Beau de Rochas 1862**-ben, valamint tőle függetlenül egy német mérnök, **Nicolaus Otto 1876**-ban alkotta meg. (A később feltalált Wankel-motor szintén négyütemű Otto-ciklust valósít meg, de a motor mechanizmusa forgódugattyús szemben a hagyományos forgattyús hajtóművel.)

Carl Benz (http://hu.wikipedia.org/wiki/Karl_Benz) 1844-1929) német mérnök, a modern gépkocsitechnika egyik úttörője 1885-ben építette meg kétütemű gázmotorját, 1886-ban pedig bemutatta az egy lóerős, négyütemű motorral hajtott, háromkerékű járművét. **1886. január 29-én** kapott szabadalmat a német Császári Szabadalmi Hivataltól 37435-ös szám alatt, „**gázmotor hajtású járművére**”. Benz járművének, a Patent-Motorwagennek a nyilvános bemutatására 1886. július 3-án került sor. Cége, a világ első autógyára, 1886 és 1893 között 69 autót készített. Sok gépjárművel kapcsolatos szabadalmat jegyzett, köztük a porlasztót, és tökéletesítette a villanygyújtást is.

A **dízelmotor** (<http://hu.wikipedia.org/wiki/Dízelmotor>) egy belsőégésű motor, amelynek működési elvét a német **Rudolf Diesel** szabadalmaztatta **1893**. február 23-án. A dízelmotorokat gyakran alkalmazzák személygépkocsik, teherautók, autóbuszok, hajók, mozdonyok hajtására, de repülőgépek számára is készültek dízelmotorok.

A gőzturbina

(<http://hu.wikipedia.org/wiki/Gőzturbina>) (http://sulifizika.elte.hu/html/sub_p287.html) A **gőzturbina** a hőerőgépek egy fajtája. A túlhevített vízgőz hőenergiáját mechanikai energiává alakítja át. A **gőzturbina a gőzgéppel ellentétben nem igényel bonyolult, az alternáló mozgást forgó mozgássá alakító mechanizmust**. Jó termodinamikai hatásfoka annak köszönhető, hogy a hőenergiát több fokozatban alakítja át mechanikai energiává.

A **gázturbina** (<http://hu.wikipedia.org/wiki/Gázturbina>) egy olyan hőerőgép, amelyben a levegővel kevert üzemanyag égéstermékei egy turbina lapátjain haladnak keresztül. A turbina egy kompresszort működtet, amely a levegőt szolgáltatja az égési folyamathoz. A gázturbinában keletkező égéstermékek mozgási energiája hasznosítható további turbinák hajtására, vagy az égéstermékeket egy fúvócsőben felgyorsítva reaktív hajtóműként működhet.

Atomreaktor: A magreakciók során felszabaduló hő „elvonására”, gőzfejlesztés céljára előállított berendezés. Üzemben vannak az első és a második generációs reaktorok, jelenleg van már harmadik generációs reaktor és biztonsági szempontból a **negyedik generációs reaktorok lesznek azok**, amelyek atomfegyver gyártására alkalmatlan végtermékeket eredményeznek.

2.3. Jelenlegi energiaforrásaink alakulása a közeljövőben a Földön, Magyarországon.

Bárdossy György (MTA tagja) *Lelkesné Felvári Gyöngyi* „Gondolatok és kételyek Földünk szénhidrogénkészleteivel kapcsolatban” (<http://www.matud.iif.hu/06jan/09.html>)

A készletek hagyományos értékelése

A jelenleg működő kisebb, helyi és a nagy multinacionális cégek évente nyilvánosságra hozzák termelésüket és készleteik éves változásait. Ezekből az adatokból különböző intézmények és egyesületek globális összesítéseket készítenek. **Ezek közül az Egyesült Államok Geológiai Szolgálatának (USGS) összesítését tekintik a legautentikusabbnak.** A hazai szakemberek és a kormányzat számára a **Magyar Geológiai Szolgálat (MGSZ)** készít könyv alakú tájékoztatót. Ez a részletes hazai információk mellett a USGS adataira támaszkodva nemzetközi összeállításokat is közöl. **A legutóbbi kiadvány a 2004. január elsejei helyzetre vonatkozik** (kőolaj a 247., a földgáz a 248. oldalon). Ezek szerint a **Föld ismert "ipari" kőolajkészlete ebben az időpontban 143 Mrd tonna volt.** Ezen belül a legnagyobb készletekkel rendelkező országok:

Ország	Készlet (Mrd t)
1. Szaúd-Arábia	36,0
2. Irak	15,2
3. Kuvait	13,3
4. Egyesült Arab Emírségek	13,0
5. Irán	12,3
6. Venezuela	11,2
7. Oroszország	8,2
8. Egyesült Államok	3,8

Magyarország ismert ipari kőolajvagyonja ebben az időpontban **0,02 Mrd tonna** volt.

A teljes ismert ipari **földgázvagyon a Földön 156 Tm³**, vezető országok a következők:

Ország	Készlet (Tm ³)
1. Oroszország	47,6
2. Irán	23,0
3. Szaúd-Arábia	6,4
4. Egyesült Arab Emírségek	6,0
5. Egyesült Államok	5,2
6. Algéria	4,5
7. Venezuela	4,2
8. Indonézia	2,6

Magyarország ismert ipari földgázvagyonja ekkor **0,07 Tm³** volt.

Az interneten is elérhető hasonló összeállítások, elemzések a következő helyeken találhatóak:

1	http://www.worldenergy.org;
2	http://www.eia.doe.gov;
3	http://energy.er.usgs.gov;
4	http://www.energybulletin.net;
5	http://www.opec.org

Az országokénti eloszlásnál is többet mond, ha **az ismert kőolajkészleteket régiókká** vonjuk össze: Az első oszlop adatai a British Petroleum Statistical Reviewből (2005. szept.), a második oszlopé Matthew R. Simmons független amerikai szakértőtől (2005. július 25.) származnak. Feltűnő, hogy milyen nagy különbség van a közel-keleti és az észak-amerikai készletek megítélésében. Véleményünk szerint Simmons értékelése áll a valósághoz közelebb.

Ismert kőolajkészletek	British Petroleum Statistical Review (2005. szeptember)	Matthew R. Simmons független amerikai szakértő (2005. július)
	%	%
Közel-Kelet	57,0	66
USA és Kanada	14,5	5
Dél-Amerika	9,0	9
Afrika	8,0	7
Oroszo., Közép-Ázsia	6,0	5
Kelet-Ázsia, Óceánia	3,0	4
Európa	1,5	2
Egyéb	1,0	2

A **reménybeli kőolajkészleteket** a készítő szakértő vagy intézmény ismereteitől, illetve véleményétől függően 300 és 1500 milliárd barrelre (**50-250 Mrd tonna**) becsülik. Nagyobb arányú kitermelésre csak az olajárak drasztikus megemelkedése esetén van lehetőség a fenti nehézségek sikeres leküzdését feltételezve.

A felmerült kételyek ismertetése

M. King Hubbert amerikai geofizikus volt az első, aki az ötvenes években komolyan foglalkozott a kőolaj- és földgázmezők termeléstől függő élettartamával. Megállapította, hogy a mezők optimális kitermelése egy Gauss-görbével modellezhető, és a készletek ismeretében előre jelezhető a termelés alakulása a mező teljes kimerüléséig (Hubbert, 1962). Módosításokkal és kiegészítésekkel ez képezi a későbbi élettartam és peak-oil időpont becslések elméleti alapját. (**Peak-oil, azaz kőolaj-csúcs**, az a maximális termelési szint, amit az adott készletek, geológiai adottságok és a kitermelési technológia megengednek.) Ez függetlenül attól, hogy az igények tovább növekedhetnek, a kitermelés fokozatos csökkenésével jár.

A peak-oil időpontjára vonatkozóan egyre több előrejelzés lát napvilágot, közülük itt csak a legfontosabbakat ismertetjük. A **US Energy Information Administration (EIA)** véleménye szerint (2004) "megfelelő" beruházások elvégzése esetén az ún. **peak-oil 2030 előtt nem következhet be**. Az EIA szerint 2030-ig 1020 Gbarrel kitermelésével lehet számolni, ami több mint a 2004-ig kitermelt összes kőolaj! **A USGS 2037 környékére teszi a peak-oil elérését**. Feltételezésüket a kitermelési technológiák nagyarányú fejlődésével indokolják. Robert L. Hirsch, neves amerikai szakértő szerint viszont a technológiai fejlesztések inkább költségcsökkentő hatásúak, a kitermelhető készletek mennyiségét érdemben nem növelik (2005).

Az ún. "**mérsékelt optimisták**" arra hívják fel a figyelmet, hogy évről évre csökken az újonnan talált kőolajmezők száma és készlete. Szerintük a globálisan publikált készletnövekedés jelentős része ismert mezők felértékeléséből származik. Ezek a szakemberek **2020-2025 közé teszik a "peak-oil" elérését**. Ettől kezdve fokozatos termelés-csökkenéssel számolnak.

A német **Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)** a kérdésnek 2004 decemberében külön tanulmányt szentelt. Számításaik szerint az energiahordozó ásványi

nyersanyagok "statikus élettartama" (az ismert készletek elosztva az éves termeléssel) **2004 végén a következő:**

Energiahordozó ásványi nyersanyagok "statikus élettartama": az ismert készletek elosztva az éves termeléssel (BGR 2004)	
Kőolaj	43 év
Földgáz	64 év
Kőszén és lignit	>200 év
Uránium	> 40 év

Ha **ehhez hozzászámoljuk** a ma még gazdaságtalan előfordulásokat, a **feltételezett "reménybeli" készleteket** és a kitermelés feltételezhető technológiai fejlesztéseit, akkor ez az élettartam a következőkre növekszik:

Energiahordozó ásványi nyersanyagok "statikus élettartama" a feltételezett „reménybeli” készletekkel	
Kőolaj	67 év
Földgáz	150 év
Kőszén és lignit	1500 év
Uránium	500 év

Mindkét fenti összeállítás állandó, tehát nem növekvő kitermeléssel számol.

A **BRG számításai szerint tizenöt-húsz éven belül elérjük a peak-oil időpontot.** A földgáz esetében ez néhány évvel később következhet be. A Deutsche Bank szakemberei ezért fokozatosan növekvő kőolajárakkal számolnak. Tovább bonyolítja a helyzetet, hogy a kőolajkészletek kétharmada a politikailag instabilis Közel-Kelet térségében található (Auer, 2004). A **francia kormány egy 2005-ben kiadott jelentése 2013-ra teszi a peak-oil várható elérését.**

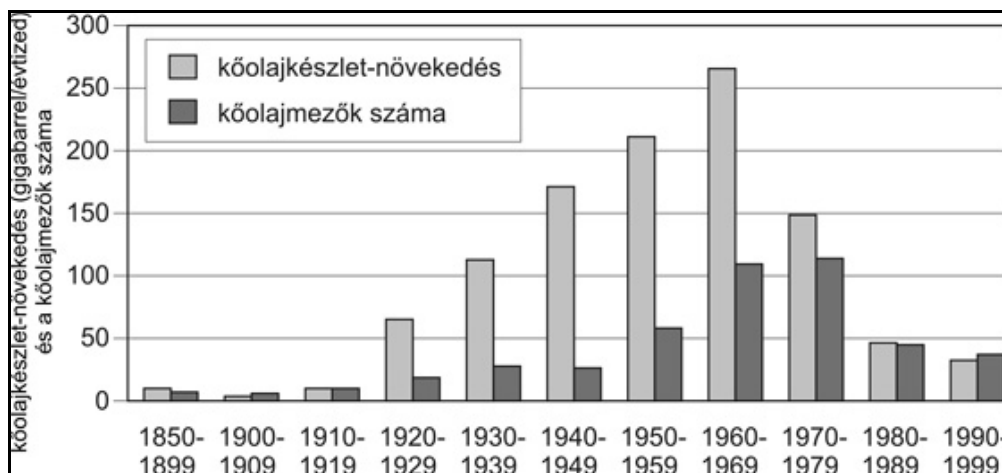
Eleinte a kutatások a szárazföldek területére korlátozódtak, és a növekedést az tette lehetővé, hogy egyre újabb területeket kutattak meg.

Jelentős készletnövekedéssel járt ezután a **sekély tengereken,** az ún. kontinentális talapzaton végzett kutatás, például az északi-tengeri olajmezők. Így került sor 1993-ban a Mexikói-öböl ún. mélyebb vízi (deepwater) olajmezőinek (Merlin, Thunder Horse) felkutatására. A tenger itt 500-800 méter mély, a fúrások úszó szigetekről történnek. A gyorsan növekvő kőolajtermelés 2005 augusztusára napi 1,5 millió barrelt ért el. Ugyanebben az időpontban a becsült világtermelés napi 84 millió barrel volt. A szakértők a Mexikói-öböl mélyebb vízi készleteit mintegy 25 milliárd barrelre becsülik. Ez ma az Egyesült Államok legnagyobb kőolajtartaléka.

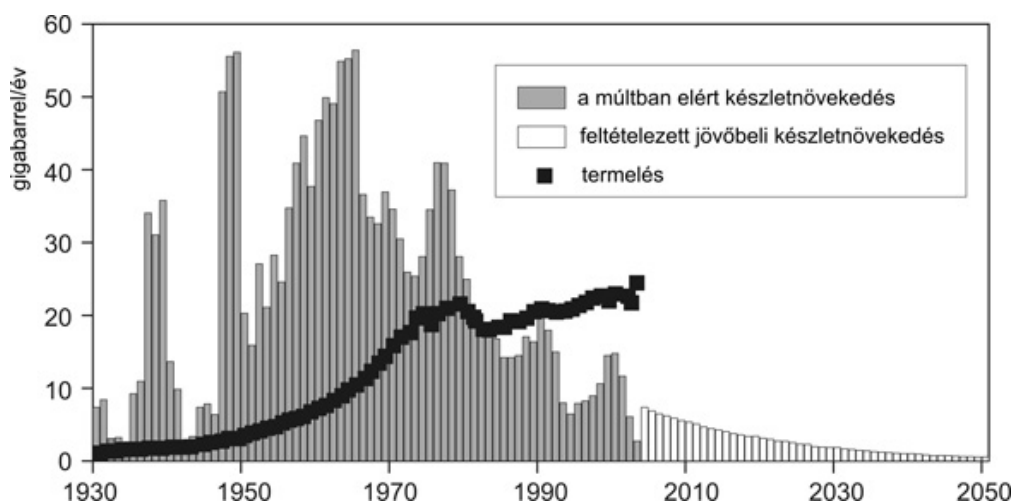
A **2005. augusztus végi, Katrinae nevé hurrikán** sajnos **kérdőjelessé tette a túlzott reményeket.** Az úszó szigetek nagy része felborult, súlyosan megrongálódott, vagy a partra vetette őket a szélvihar. Számos fúrás műszakilag megsemmisült, olajvezetékek váltak használhatatlannak. Az ismétlődő hurrikánok lehetősége megkérdőjelezi a gazdaságos kitermelés folytatását. Megerősíti ezt a baljós feltevést, hogy a szeptemberi Rita hurrikán még a Katrinae-nél is nagyobb károkat okozott a Mexikói-öböl kőolajkutató és -termelő létesítményeiben a Katrinae-től eltérő útvonala miatt.

Nyitott kérdést jelent Antarktisz, ahol a kedvezőtlen klíma, valamint környezetvédelmi megfontolások miatt eddig nem folytak kutatások.

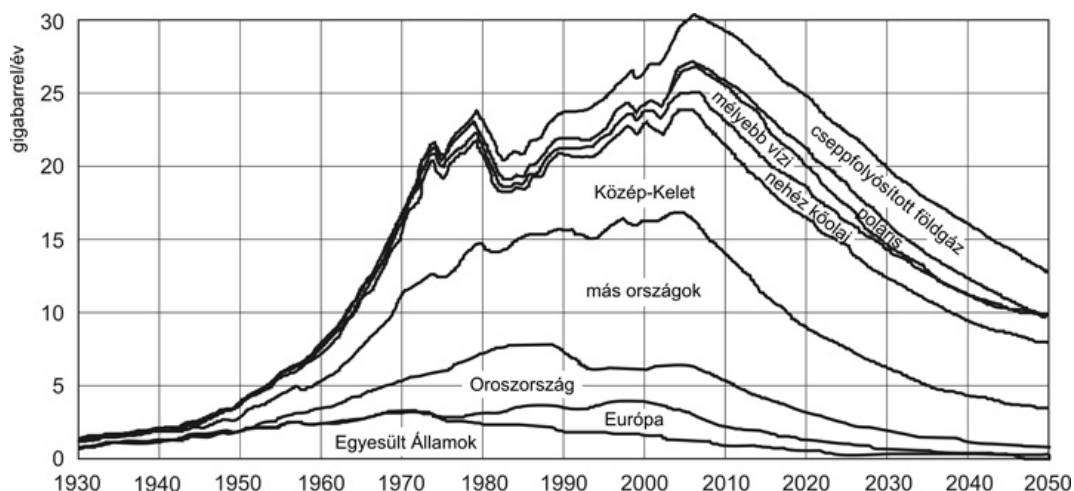
Hazánkra szűkítve a kérdést, azt tartjuk fontosnak, hogy **az ország gazdasági és politikai vezetői ezentúl** számoljanak ezzel a helyzettel, és amennyire lehetséges, **készüljenek fel a várható következményekre**.



A nagy kőolajmezők számának és készleteinek növekedése az elmúlt 150 évben (Alektett, 2004)



A felfedezés évére számított kőolajkészlet-növekedés és a termelés időbeli alakulása (ASPO Newsletter, June 2005, Exxon-Mobil 2002 alapján)



A folyékony szénhidrogén termelésének tényleges és jövőbeli feltételezett alakulása 1930 és 2050 között (ASPO Newsletter, 2005. június, Alektett nyomán)

Hivatkozások:

KF-I-2.1.	Bárdossy Gy., Lelkesné: Földünk szénhidrogén készletei; Magyar Tud., 2006. jan. http://www.matud.iif.hu/06jan/09.html
KF-I-2.2.	Peak-Oil news and message boards http://www.peakoil.com/
KF-I-2.3.	Peak Oil News & Message Boards: Consumption; Demand; Prices http://www.peakoil.com/topic6.html
KF-I-2.4.	Papp Sándor: Környezet és jövőkép; Természet világa; 131. évf. 5. sz. 2000. május. http://www.kfki.hu/chemonet/TermVil/
KF-I-2.5.	Nagy Árpád: Áttekintés a világ energiahelyzetéről 2002, Term Vil. 133/11. 2002 http://www.kfki.hu/~cheminfo/TermVil/
KF-I-2.6.	Farkas Ottóné: A XXI. század energetikai kihívásai; <i>Energiagazdálkodás 2004/1</i> http://www.energiamedia.hu/upmenu/tud/tud016.html

Kérdések:

- K-I-2.1. Milyen az emberi civilizáció és az energiafelhasználás kapcsolata (számokban)?
- K-I-2.2. Mikor és ki fedezte fel a dugattyús gőzgépet? Milyen hatást gyakorolt az emberiségre?
- K-I-2.3. Mikor és kik fedezték fel a „benzin” motort? Milyen hatást gyakorolt az emberiségre?
- K-I-2.4. Mikor és ki fedezte fel a diesel motort? Milyen területeken indított el ez fejlődést?
- K-I-2.5. Mikor és kik fejlesztették ki a gőzturbinát? Milyen területeken alkalmazzák?
- K-I-2.6. Mikor fejlesztették ki a gázturbinát? Milyen területeken alkalmazzák?
- K-I-2.7. Mekkora a Földünk jelenleg ismert kőolaj vagyona a világ nyolc legnagyobb kitermelő országában?
- K-I-2.8. Mekkora a Földünk jelenleg ismert földgáz vagyona a világ nyolc legnagyobb kitermelő országában?
- K-I-2.9. Mit jelent ez a kifejezés: Energiahordozó ásványi nyersanyagok "statikus élettartama"?
- K-I-2.10. Mikorra prognosztizálja az Egyesült Államok Geológiai Szolgálat (USGS) a peak-oil elérését?
- K-I-2.11. Mennyi a német Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) szerint az egyes energiahordozó ásványi nyersanyagok "statikus élettartama"? Mennyi idő múlva érjük el szerintük a peak-oilt?
- K-I-2.12. Milyen arányokat állapít meg Matthew R. Simmons (független amerikai szakértő) az ismert kőolajkészletekre régióként?
- K-I-2.13. A francia kormány 2005-ben mikorra prognosztizálja a peak-oil elérését?
- K-I-2.14. Milyen következtetéseket lenne célszerű mindezekből Magyarország számára levonni?
- K-I-2.15. Hogyan változott évtizedenként a nagy kőolajmezők száma és készleteinek növekedése az elmúlt 90 évben?
- K-I-2.16. Hogyan változott az elmúlt 50 évben a kőolaj esetében az elért készlet növekedése, a termelés és hogyan prognosztizáljuk a jövőbeli 40 évre a készletnövekedést?
- K-I-2.17. Hogyan alakult 1930-tól napjainkig és hogyan feltételezi jövőbeli alakulását a folyékony szénhidrogén termelésnek 2050-ig az ASPO Newsletter, 2005. júniusi száma?
- K-I-2.18. Mi az uránkészletek elérhetősége a jövőben a fosszilis forrásokhoz képest?

Pécs, 2012. február 20.

Dr. Német Béla