

Bevezetés

A múlt század nyolcvanas éveinek közepéig a kémia tudománya befejezettek tekintette a szénkutatást, beleértve a kristályos szén kutatását is. A kémiai közhiedelem úgy tekintette, hogy a kristályos szén allotrópjairól, azaz a grafitról és a gyémántról már nagyjából mindent tudunk és a továbbiakban legfeljebb jelentéktelen adalékokkal egészíthetjük ki ezt a tudást.

1985-ben korszakalkotó meglepetésként érte a világot a grafit lézersugaras [1], majd 1990-ben szikráztatásos [2] plazmásításával előállítható fullerének felfedezése. A szén új, kristályos allotrópjának felfedezése hatalmas kutatási hullámot indított el világszerte, közlemények hosszú sora, könyvek sokasága kezdte vizsgálni és vizsgálja azóta is a fullerének tulajdonságait, szerkezetét, változatait és alkalmazásait [3]. A fullerének felfedezéséért 1996-ban *Harry Krotót*, *Richard Smalleyt* és *Robert Curlt* Nobel-díjjal tüntették ki. Szerény hozzájárulásunkat a világszerte folyó fullerénkutatáshoz két magyar nyelvű és egy angol nyelvű könyvben összegeztük [6–8]. Ezek közül az elsőben megkockáztattuk azt a kijelentést, hogy a fullerének felfedezése forradalmat jelent a tudományban. Úgy véljük, hogy ez bizonyos magyarázatra szorul. Ezért szeretnénk megismételni azt a rendkívül egyszerű és közérthető definíciót, mely szerint a tudományban akkor beszélhetünk forradalomról, amikor egy új felfedezés nyomán át kell írni a tankönyveket [6]. 1985 után erre valóban szükség volt, mert a szén kémiájánál a tankönyvekben már nem írhattuk azt, hogy a kristályos szénnek csak két allotrópjája van.

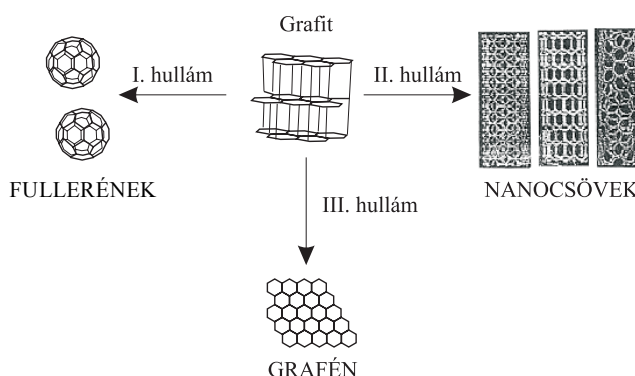
E dolgozatban a címhez is igazodva a fullerének felfedezését és az ezáltal elindított eseményeket tekintjük a fullerénkutatás első hullámának.

1991-ben azonban egy újabb jelentős esemény villanyozta fel a világ szénkémiajának kutatóit. *Sumio Iijima* japán kutató [9], a *Krättschmer–Huffmann-féle* [2] szintetikus fullerénképzés során a grafitelektródon lerakódott korompamacs elektronmikroszkópos vizsgálata során felfedezte a szénnanocsöveket. Ez újabb, szintén mindmáig tartó kutatásáradatot indított el a világban [10].

Ezt tekintjük itt a fullerénkutatás második hullámának (*1. ábra*).

A grafit

Lévén, hogy a fullerénkutatás mindkét hullámának a kristályos grafit volt a kiindulópontja, azaz úgy a zárt kalitkaszerű fullerének, mint az egy- vagy többfalú, cső-szerű szénnanocsövek eredeti előállításának a grafit volt a nyersanyaga, fontosnak tartjuk, hogy itt erről a síklapokból álló szénallotrópról is szót ejtsünk. A szén hatszögek-



1. ábra. A hexagonális grafit szerkezete

ből összeálló termodinamikailag stabilis grafitlapokban minden C-atomot 3 közeli szénatom veszi körül, egymástól 142 pm távolságra. A szén hatszögek elrendeződése olyan, hogy azok fele egy másik C-atom alatt, vagy fölött helyezkedik el, és a másik fele egy alatta vagy felette lévő lap szénhatszöge alá, vagy fölé kerül (*1. ábra*). Ezt ABAB elrendeződésnek nevezzük a hexagonális grafit esetében. Létezik egy ABCABC rétegzés is a romboéderes grafit esetében, de ez sokkal ritkább. A grafit réteges szerkezetében erős sp² kovalens kötések tartják össze a hatszögeket és gyenge van der Waals-erők a síklapokat. Ez képezi a grafit fizikai tulajdonságainak erős anizotrópiáját.

Kutatási feladatokhoz manapság általában a „Nagy Rendezettségű Pirolitikus Grafitot” (NRPG) használják, ez a nemzetközi szakirodalomban általában Highly Oriented Pyrolytic Graphite (HOPG) elnevezéssel szerepel.

Az NRPG szénhidrogének 2 000 K feletti hőmérsékleten való pirolízisével készül, és a keletkezett anyagot képződése után még magasabb hőmérsékleten izzítják. 3 300 K feletti kezelés után az NRPG a grafit egykristályhoz hasonló elektronikus, transzport és termikus tulajdonságokkal rendelkezik. Az NRPG polikristályos jellegű, de válogatott elektrondiffrakciós régiókban éles egykristály foltokat mutat. Nagyobb felületű, kb. 5 μm vastag lapokat eddig röntgen- és neutron-spektrométerekben használtak és ezek a kereskedelemben is hozzáférhetőek. A grafittal, a fullerénektől és a szénnanocsövektől függetlenül is nagy és jelentős szakirodalom foglalkozik. Ezek közül a grafit interkalációs vegyületeit [11] és a grafit szerepét az atomreaktorok építésében érdemes talán megemlíteni [12].

A grafén

Grafénnek nevezzük az egyatomnyi vastagságú, szabályos hatszögekből álló, kétdimenziós szén lapréteget, amit pl. az NRPG (HOPG) lapraszedéséből (exfoliation) állíthatunk elő. Az első próbálkozások grafénlap előállítására már 1859-ben megtörténtek [13], de ezek nem tekinthetők igazán sikereseknek, és ez állítható a további ilyen irányú

* ELTE, Kémiai Intézet, Analitikai Kémiai Tanszék, Budapest, braun@mail.iif.hu

kísérletekről is [14–16]. Ezek nyomán alakult ki az a vélemény, hogy grafénlapot az előállításában fellépő nehézségek miatt nem lehet létrehozni. Pedig azt feltételezték, amennyiben a grafén előállítható lenne, rendkívül érdekes és előnyös fizikai és kémiai tulajdonságokkal rendelkezne.

A továbbiakban ezeket a tulajdonságokat vázoljuk, majd leírjuk, hogyan sikerült a közelmúltban grafént mégis előállítani.

Grafénelektronika

A rendkívül kisméretű elektronikus alkatrészek felé vezető úton számos szakember véleménye szerint új lehetőségek és anyagok használata elkerülhetetlen. Az egyik kínálgató megoldást a szénnanocsövek nyújtották, de ezek igénybevétele, bár számos ígéretet beváltak, mindmáig nem biztosítja az ideális körülményeket. *Thomas Ebbesen*, akkor a NEC Tsukubai (Japán) intézet munkatársa, már 1995-ben úgy vélte, hogy a grafénlapok nanoelektronikai alkalmazása képezhetné az ideális megoldást.

Ez azért is fontos, mert a szilíciumból készült elektronikus alkatrészek méretei tovább nem csökkenthetők. Kvantummechanikai számítások bizonyították, hogy az elektronok képesek lesznek átütni szilíciumalapú tranzistorokat, rövidzárlatot okozva. Ennek következményeként feltételezik, hogy a nanoelektronikai iparnak kb. 2020-ban szüksége lesz a szilícium helyettesítésére. Sajnos, mint említettük, erre a nanocsövek nem tűnnek alkalmasnak, mert egyelőre nem szintetizálhatóak reprodukálhatóan.

A grafénről elméletileg már régebben angol kutatók kimutatták, hogy kitűnően vezetik az áramot. A legtöbb anyagban, amelyek áramot vezetnek, az elektronok kaotikusan, vagyis össze-vissza mozognak. Ez főleg abból adódik, hogy útjuk során az ilyen módon szóródott elektronok szennyezőkkel, vagy hibahelyekkel találkoznak a vezetésre használt szerkezetekben, és ezek útjukat lassítják. A grafénben az elektronok szóródás nélkül képesek „hatalmas” távolságokat megtenni, ezáltal lehetőséget teremtve az ultragyors elektronikának.

Töltésüknek tulajdoníthatóan az elektronok kölcsönhatást gyakorolnak egymásra. A kölcsönhatásban lévő kvantumegyedek mozgása együttesen nézve bizonyos részecskefajtának, azaz kvázirészecskének tekinthető, ami nagyon hasonlóan viselkedik a nagyobb, vagy kisebb tömegű elektronhoz.

A számítások azt mutatták, hogy a grafénben jelenlévő kvázirészecskékkel eddig sohasem találkoztak elektronikusan vezető anyagban.

Említésre méltó, hogy a kvázirészecskék úgy viselkednek, mintha a fénysebességhez közeli sebességgel haladnának.

Ennyire gyorsan haladó elektronok csak extrém körülmények között vannak jelen, olyanokban, amelyekben a részecskék ekkora sebességre gyorsulnak: pl. neutroncsillagok közelében, vagy a nagy bum (big bang)-ban.

Míndez azt jelenti, hogy a grafént felhasználható lenne olyan fizikai jelenségek tanulmányozására, ame-

lyek experimentális vizsgálata más úton lehetetlennek bizonyulna. Az egyik ilyen jelenség az elektronok ún. „Zitterbewegung”-ja, azaz rezgőmozgása. A *Paul Dirac* által 1928-ban először leírt elmélet, ami a relativitással kombinált kvantummechanikai úton értelmezi a gyorsan mozgó elektronok mozgását, azt feltételezi, hogy egy ilyen részecske egy ponttól a másik pontig való haladása közben nem fog egyenes vonalban mozogni, hanem oldalról oldalra rezegve halad. Ez azért történik így az elmélet szerint, mert a részecske annyi energiával van töltve, hogy létrehozza saját ellenrészecskéjét, egy pozitív töltésű pozitron az elektron esetében. Ez kölcsönhatásba lép az eredeti részecskével, és mozgását rezgésre készíti. Ez azonban annyira gyors, hogy detektálása nem volt lehetséges. Most azt feltételezik, hogy ez a jelenség a grafénben is jelen van, és abban első ízben válhatna lehetővé kimutatása. Pozitronok helyett a gyorsan mozgó kvázirészecskék lyukakat, azaz pozitív töltésű áramhordozókat hoznak létre számos félvezetőben. A lyukak rések (csapdák) a mozgó elektronok tengerében, amelyek pontosan úgy mozognak, mintha valós részecskék lennének. Ezeknek a lyukaknak tulajdoníthatóan a gyorsan mozgó részecskék rezgésének amplitúdója a grafénben 100 nanométer, vagy hasonló lehet. Feltételezik, hogy ezeket a rezgéseket detektálni lehetne egy nagyfelbontású mikroszkóppal, amelyik képes leképezni az anyagokban az elektronok sűrűségét.

Közelmúltbeli elméleti és kísérleti eredmények igazolták a grafén szokatlanul kedvező elektronikus tulajdonságait. Az elektronok valós tömege nulla a grafénben és ezek elemi részecskéként viselkednek *Einstein* relativitás elméletének egy változatát követve *Newton* mozgástörvényei helyett. Ezek az eredmények a relativisztikus fizika egy jelentős új távlatát nyitják meg [16–17]. Ez egyszerű laboratóriumi asztalon végzett kísérletekkel vizsgálható, anélkül, hogy drága részecskegyorsítók lennének hozzá szükségesek.

Grafénkémia

A már fentebb vázolt kezdeti grafén-előállítási nehézségeket követően a 2000-es évek elején e téren is kedvező eredményeket sikerült elérni. A kutatók e cél érdekében két különböző úton indultak el. A fizikusok egy mechatnikai „hámozási” módszert alkalmaztak [18], aminek során a polírozott NRPG-szeletre scotch ragasztószalagot tapasztottak, majd azt hirtelen lerántották a szeletről. Ezáltal a szalagon egy többrétegű képződmény maradt, amire ismétlődően ragasztószalagot tapasztva újfenti lerántásokkal eljutottak a nanoméretű grafén lapocskáig.

A vegyészek általában a grafén előállítását kémiai úton közelítették meg. Ehhez pl. a grafit oxidálását vették igénybe [19–20]. Az így előállított grafit-oxid lemezhez azonban még epoxid- és hidroxil-, sőt karbonil- és karboxilcsoportok kötődnek, főleg a lemez szélein. Ezek a csoportok megváltoztatják a grafit-oxid van der Waals-kötéseit a grafit-oxid-rétegek között, ezáltal megkönnyít-

ve hidratálásukat, valamint lapravalásukat vizes oldatokban. A vizes diszpergátumokból ultrahangos kezeléssel grafényszerű nanolapocskák nyerhetők kémiai dezoxigenálással, pl. az oxigén funkcionalitások redukciós eltávolításával, és az aromás grafénhálózat újraképzésével. A grafén előállítására újabban már szabadalmi igényeket is benyújtottak [21].

Aránylag elfogadható minőségű grafénlapokat állítottak elő kámför vákuum-párolgatásával is [22].

Érdekesnek és hasznosnak ígérkezik az az eljárás is, amely során ún. epitaxiális grafént állítottak elő grafit vákuum-párolgatásával szilícium-karbid egykristályra [23].

Alkalmazások

A bevezetőben említett nanoelektronikai alkalmazásán és az alkalmazási reményeken felül a fulleréneknek eddig két jelentős kémiai alkalmazása lehet említésre érdemes. Az egyik szerint kompozitanyagokba keverésükkel [24] egészen különleges elektromos és szilárdsági tulajdonságok hozhatók létre még úgy is, hogy a kompozitokba csak aránylag kevés grafént adagolnak. Így repülőgépek építéséhez könnyű, rendkívül szilárd és jól vezető alkatrészek állíthatók elő. A másik a molekuláris hidrogén tárolására való felhasználása [25] üzemyanyag-cellákban. Annak ellenére, hogy a tárolhatóság még nem érte el az USA, DOE által ideálisnak vélt 6,5 százaléknyi arányt, ez az alkalmazás mégis sokat ígérőnek látszik. Ehhez feltétlenül meg kell említeni, hogy a grafénkutatás elméleti és gyakorlati vonatkozásai még csak aránylag rövid múltra tekinthetnek vissza.

IRODALOM

- [1] H. W. Kroto – J. R. Heath – S. C. O'Brien – F. F. Curl – R. E. Smalley: *C₆₀: Buckminsterfullerene*, Nature, 318, 162 (1985)
- [2] W. Krätschmer – L. D. Lamb – K. Fostiropoulos – D. R. Huffman: *Solid C₆₀: A New Form of Carbon*, Nature, 347, 354 (1990)
- [3] M. S. Dresselhaus – G. Dresselhaus – P. C. Eklund: *Science of Fullerenes and Carbon Nanotubes*, Academic Press, New York, London, 1996.
- [4] A. Hirsch: *The Chemistry of Fullerenes*, Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 1994.
- [5] H. Ehrenreich – F. Spaepan (Eds): *Solid State Physics, Fullerenes*, Academic Press, New York, London, 1994.

- [6] Braun Tibor: A káprázatos C₆₀ molekula, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1996.
- [7] Braun Tibor: Szénszférik zenéje: Fullerénkémiai kalandozások, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2000.
- [8] T. Braun (Ed.): *Nuclear and Radiochemical Approaches to Fullerene Science*, Kluwer, Dordrecht, 2000.
- [9] S. Iijima: Helical Microtubules of Graphitic Carbon, Nature, 354, 56 (1991)
- [10] T. W. Ebbesen: *Carbon Nanotubes*, CRC Press, Boca Raton, 1997.
- [11] M. S. Dresselhaus – G. Dresselhaus: Interaction Compounds of Graphite, Adv. Phys. 30, 139 (1981)
- [12] J. H. W. Simmons: *Radiation Damage in Graphite*, Pergamon Press, Oxford, 1965
- [13] L. Staudenmaier: Ber. Dtsch. Chem. Ges., 31, 1481 (1898)
- [14] W. Hummers – R. E. Offeman: J. Am. Chem. Soc., 80, 1339 (1958)
- [15] H. P. Boehm – W. Z. Scholtz: Z. anorg. allg. Chem., 335, 74 (1965)
- [16] K. S. Novoselov – A. K. Geim – S. V. Morozov – D. Jiang – M. I. Katselson – I. V. Grigorieva – S. V. Dubonov – A. A. Firsov: Nature, 438, 197 (2005)
- [17] Yuanbo Zhang – Yan. Wen Tan – H. L. Stormer – Ph. Kim: Nature, 428, 197 (2005)
- [18] K. S. Novoselov – A. K. Geim – S. V. Morozov – D. Jiang – Y. Zhang – S. V. Dubonos – I. V. Grigorieva – A. A. Firsov: Science, 306, 666 (2004)
- [19] S. Stankovich – R. D. Piker – Sou Binh T. Nguyen – R. S. Ruoff: Carbon, in press.
- [20] S. Stankovich – R. D. Piker – Xinqiu Chen – Nianqiang Wu – Sou Binh T. Nguyen – R. S. Ruoff: J. Mater. Chem., 16, 155 (2006)
- [21] B. Z. Jang – L. Yang – S. C. Wong – Y. Bai: U.S. Patent Application 00 50271574.
- [22] P. R. Somani – S. P. Somani – M. Umeno: Chem. Phys. Lett., 430, 56 (2006)
- [23] C. Berger – Z. Song – X. Li – X. Wu – N. Brown – C. Naud – D. Mayon – T. Li – Y. Hass – A. N. Marchenkov – E. H. Conrad – Ph. N. First – W. A. de Heer: Science, 312, 1191 (2006)
- [24] S. Stankovich – D. A. Dikin – G. H. B. Dommett – K. H. Kohlhaas – E. J. Zimney – E. A. Sebach – R. D. Piker – Sou Binh T. Nguyen – R. S. Ruoff: Nature, 442, 282 (2006)
- [25] S. Patchovskii – J. S. Tse – S. N. Yurchenko – L. Zhechkov – T. Heine – G. Seifert: Proc. Nat. Acad. Sci. (USA), 102, 10439 (2005)

ÖSSZEFOGLALÁS

Braun Tibor: Grafén: a fullerénkutatás harmadik hulláma

A dolgozat a grafént, azaz az egyatomnyi vastagságú szabályos hatszögekből álló szén laprétegek elektronikai és kémiai tulajdonságait írja le és röviden vázolja felhasználási alkalmazásait is.

[Magy. Kém. Lapja, 62, 109 (2007)]

SUMMARY

T. Braun: Graphene: Third Wave of Fullerene Research

The paper describes the electronic and chemical properties of graphene i.e. the flat single layer of carbon atoms bounded together in the hexagonal pattern of graphites and outlines also its practical applications.

Szemle... Szemle... Szemle

Grafén tranzisztorok a jövő csipjeibe

A grafén koncepcióban új anyagosztály, amely egy atomnyi vastagságával új, meglepetéseket okozó utakat nyit a kisdimenziós fizikában és termékeny talajt ad az alkalmazásokhoz. A. K. Geim és K. S. Novoselov a Manchester-i Egyetem (Manchester Centre for Mesoscience and Nanotechnology, Anglia) kutatói arról számoltak be, hogy a grafént a világ legkisebb, egy atomnyi vastagságú és kevesebb mint ötven atomnyi szélességű tranzisztorának megalkotására használták fel. Reményeik szerint az innováció lehető-

vé teheti az elektronikai miniatürizáció folytatását a szilíciumkorszak után is. Az utóbbi évtizedekben a tranzisztorok száma és ezen áramkörök ereje durván kétévente duplázódott (Moore törvénye). A további miniatürizáció azonban a félvezető ipar egyik legkomolyabb kihívása a következő két évtizedben. A manchesteri team az első tranzisztorokról már a grafének felfedezése időpontjában publikált, ezek azonban nagyon 'átfolyásosak' voltak, lehetetlenné téve csipként történő alkalmazásukat. Most a kutatók arra jöttek rá, hogy a grafén nagyon stabil és vezetőképes marad akkor is, amikor néhány nanométer szélességűre vágják. Minden más egyéb

ismert anyag bomlik és instabillá válik már tízszer nagyobb méretek mellett is. A kutatók szerint a jövő elektronikai áramkörei egy lapos grafénekből készíthetők majd. Beszámolójuk szerint egyelektronos tranzisztoros eszközeik környezeti körülmények mellett jó minőségű tranzisztor-működést mutatnak. Jelenleg még akadályt jelent a megfelelő technológia hiánya az egyedi elemek nanométeres pontosságú kivágására. Geim professzor szerint a grafén alapú áramkörök elterjedésére 2025 előtt nem várható, addig a szilikon technológia fog uralodni [Nature Materials, 6, 183–191 (2007)].

RL

SZERGÉNYI ISTVÁN*

*Or, nous civilisations, nous savons,
maintenant que nous sommes mortelles²*
Paul Valery

Bevezetés

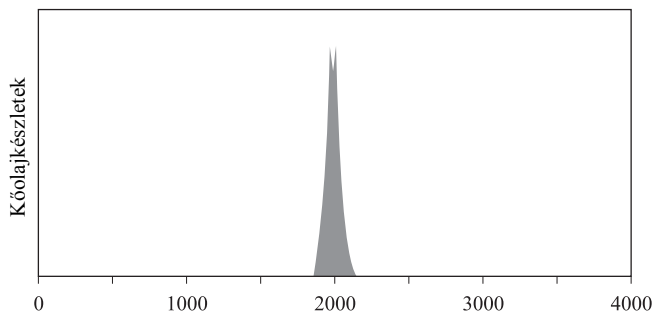
Az emberiség a XVIII. század végétől hasznosítja nagyobb mennyiségben a bolygónkon 100-200 millió év alatt felhalmozódott fosszilis energiahordozó vagyont. A növekvő, immár évi 10 Mrd tonnát meghaladó olajegyenértékű összenergiaigénynek mintegy 85%-át kitevő fosszilis energia igénybevétele nagymértékben hozzájárult ahhoz, hogy elérhesse a világ civilizációja a jelenlegi szintet, aminek áldásait szeretnénk, ha utódaink is élvezhetnék. Nem túlzás azt állítani, hogy a kőolaj biztosítja a modern társadalmak számára a vérkeringést. Felhasználásának sebessége ma már a valamikori átlagos keletkezési sebességéhez viszonyítva 10^5 - 10^6 -szoros. Ezért – az emberiség hosszú történetét tekintve –, a kőolajvagyon véges voltából következően szerepe csak epizód-jellegű (1. ábra). A civilizációk jövőbeni létkérdése, hogy ez az epizód eltartson addig, amíg sikerül a legfontosabb felhasználási területeken a helyettesítőjét megtalálni.

Már a jelenben is problémát okoz, hogy a hagyományosan kitermelhető – tehát olcsó – kőolajvagyon zöme a világpolitika jelenlegi állása szerint stratégiai szempontból bizonytalan területekre összpontosul. A múlt száz év tapasztalata alapján elmondható, hogy a kőolajért folyó küzdelem a technikai és a gazdasági fejlődés mellett politikai, sőt hadviselési szempontok befolyása alatt áll. Több, korábban termelő ország importálóvá válik, új vásárlók jelennek meg, a hagyományos importálók függősége és a nemzetközi szállítások aránya növekedni fog. Többlettermelésre viszont gyakorlatilag csak a közel-keleti és a Kaszpi-tengert körülvevő országoknak van esélye. Ez annyit jelent, hogy a geopolitikai feszültségek fokozódhatnak. Etnikai és egyéb ellentétek, valamint a „fejlett” és a kőolajban gazdag világ életmódjának különbsége bármikor olyan konfliktusokat szülhet, amelyek veszélybe sodorhatják a világ ellátását. Ezt a veszélyt fokozza az abból adódó bizonytalanság, hogy a hagyományos kőolajtermelés tetőzése – tehát a geopolitikai mellett a geológiai problémák megjelenése – után az igények folyamatos növekedésének kielégítésében a nem hagyományos kőolajok és más helyettesítő források milyen ütemben és mértékben tudnak majd szerepet játszani. De problémát jelent az is, hogy a fosszilis energiahordozók (hő- és villamos energia, valamint motorhajtóanyag célú) felhasználásakor a kőolajból származik a világ legnagyobb CO_2 -kibocsátása (2. ábra).

¹ A fenntartható fejlődés a jelenből kiinduló olyan folyamatnak felel meg, amely nem rontja a jövő generációk életminőségét (a Brundtland-jelentés gondolatából).

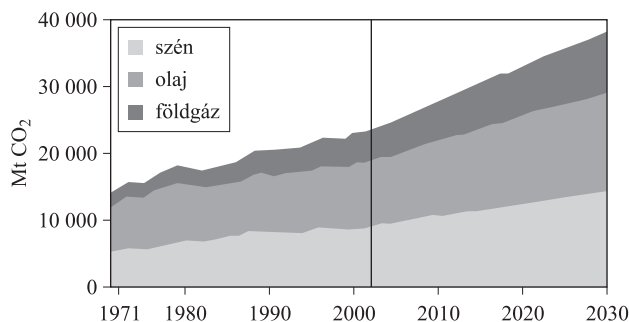
* a BME tiszteletbeli tanára, az ENSZ EGB Energia Bizottságának volt elnöke

² Nos, mi civilizációk mostantól tudjuk, hogy halandók vagyunk.



1. ábra. A kőolaj jelenléte az emberiség történetében

Forrás: Community Solution <http://www.communitysolution.org/ppts/PeakOil.ppt#295,22>, Is this the Energy Curve of History?



2. ábra. A fosszilis energiahordozók eltüzeléséből származó CO_2 -emissziók

Forrás: WEO. 2004.

Tehát időben fel kell készülni a ma nélkülözhetetlen kőolaj helyettesítésére, mindenekelőtt a közúti, a vasúti, a tengeri, a folyami, a légiszállítás/közlekedés, a petrokémiai ipar, továbbá a talajművelés, valamint a védelem terén. A legnehezebb probléma megoldása valószínűleg a légi közlekedés lesz. A kormányok elsődleges felelőssége abban fogalmazódik meg, hogy az – eddigi olajválságokkal szemben nem átmeneti, és feltehetően már generációkat is érintő – hiány ne okozzon majd pánikot, valamint abban, hogy még a viszonylagos kőolajbőség időszakában elejét vegyék a hiányhelyzet által kialakuló általános káoszoknak.

A kőolajjal foglalkozó irodalom könyvtárakat tölthet meg. A szerző célja az, hogy nagy vonalakban ütköztesse az újonnan megjelenő információkat, felhasználva néhány mértékadó geológus, közgazdász és politikus véleményét is. A látszólag periférikusan, valójában azonban érdemben kapcsolódó vonatkozásokat és gondolatokat az összefüggések iránt jobban érdeklődők számára a jegyzetekbe, illetve a bőséges irodalomból történő válogatással a közlemény irodalomjegyzékébe utaltuk. Ezek közül az általános kőolajpolitikai kérdésekkel az [1–7] irodalom foglalkozik. A témának külön aktualitást ad az Európai Bizottság ez év januárjában megjelent „energiacsomagja”.

A kőolajipar néhány fontos ismérése

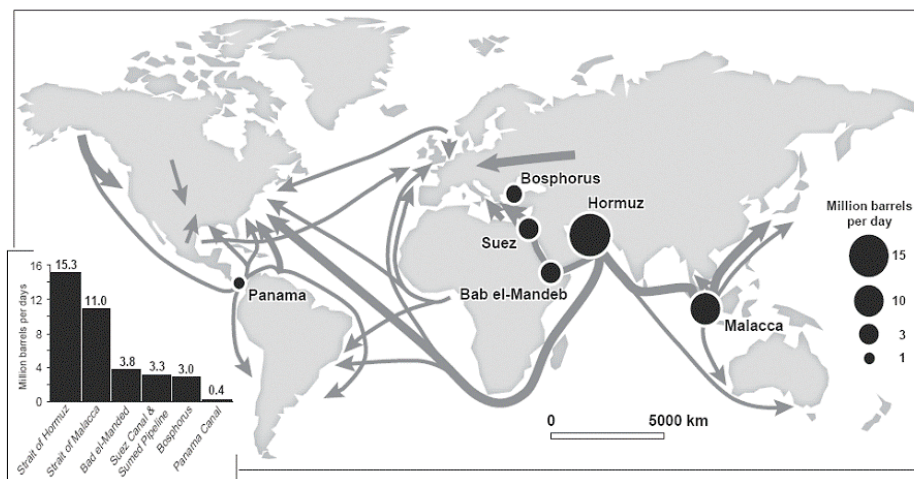
A kőolajipar legfontosabb szereplői a nagy kőolajtársaságok, a nemzeti vállalatok, az OPEC³ szervezete, az önálló szállítási cégek és a különböző „parapetrol” tevékenységek⁴. Az ágazat legfontosabb jellegzetességei a következőkben összegezhetők:

Először: A kőolajipar kockázatos sikeres ágazat. Bár a geológiai tudomány és a technikai feltételek sokat fejlődtek, a kutatófúrások – a mindenkori árakkal összefüggő gazdaságossági okok miatt – általában ma is csak 30%-ban válnak termelővé. Egy-egy lelőhely előre történő gazdaságossági megítélése azonban meglehetősen bizonytalan a kitermelés megkezdése és a szerződéskötés közötti általában meglehetősen hosszú időtartam miatt.

Másfajta kockázatot jelent a terrorizmus veszélye. Az utóbbi tapasztalatok alapján esetleges támadás célpontjai lehetnek a csővezetékek⁵, a tárolók, kőolajfinomítók, és a nemzetközi kőolaj-kereskedelem jelentős hányadát bonyolító tengeri szállítás is. Ezen kívül maguk a tankerek fegyverként is szolgálhatnak a terroristák kezében, ugyanis egy teljes sebességgel haladó szupertanker⁶ irányát valamelyik kikötő vagy tengerszoros közelében rövid idő alatt aligha lehet megváltoztatni. Esetleges terrorista manőver a szállítási útvonalak eltorlaszolását vagy egyéb katasztrófát okozhat, ezzel akár a világ kőolajellátása is zavart szenvedhet. A tengerhajózásnál ma legalább fél tucat olyan kritikus hely (ún. *chokepoint*) van a világon, amely terrorista támadás szempontjából különösen veszélyes lehet. A legnagyobb forgalmat a Hormuzi-szoros bonyolítja le, 15-16 Mbpd⁷ (évi 750-800 Mt) kőolaj átengedésével (3. ábra).

Másodszor: A kőolajipar évről-évre egyre technika- és tőkeigényesebb. Megkezdődött a kőolajlelőhelyek műholdas megkutatása, a tenger alól történő szénhidrogéntermelés eltolódik a nagy mélységek felé, ami a mindenkori csúcstechnológiát igényli.

Harmadszor: A kőolajipar vertikuma nemzetközi keretek között működik. Ennek egyik oka az a sajátos „vé-



3. ábra. A tengeri szállítási útvonalak különösen szűk keresztmetszetei

Forrás: Energy Information Administration (2003)

letlen”, hogy az USA és Oroszország kivételével a nagy kőolajfogyasztó országok nem rendelkeznek számottevő vagyonnal, viszont felett a technológiájuk és tudják biztosítani a tőke rendelkezésre bocsátását. A másik ok az, hogy a kőolaj kereskedelme általában nemzetközi keretek között bonyolódik.

Negyedszer: A termelő és a felhasználó országok közötti együttműködést megfelelő jogi apparátussal kell alátámasztani. A kőolajipari társaságok érdeke azt kívánja, hogy a kockázatok vállalása fejében biztosított legyen a termelés bizonyos hányada feletti rendelkezés és a haszon repatriálása, a fogadó (a fizetőképes kereslettel rendelkező) országok számára pedig lehetővé váljon a szükségletek kielégítése, a tevékenység jogi ellenőrzése, továbbá a technológia-transzferben való részesedés a saját fejlesztések számára.

Ötödször: Több évtizedes tapasztalat mutatja, hogy az olaj háborúk oka, vagy azok kimenetelét befolyásoló tényező lehet.

A világ kőolajvagyon

A világ összes vagyonának megítéléséhez rá kell mutatnunk az egyes országok és intézmények adatszolgáltatásának nem minden esetben egységes, tehát az összesített adatokat nem kellően megalapozó voltára. Hozzá kell tenni azt is, hogy még a legmagasabb geológusi szakmai színvonal esetében is bizonytalan az ismert kőolaj- és földgázkészletek mennyisége [7]. Ismereteink szerint a hagyományos eljárásokkal kitermelhető kőolajvagyon legnagyobb része a Közel-Keleten, Észak- és Nyugat-Afrikában, Oroszországban, a Kaszpi-tenger térségében, valamint Latin-Amerikában található.

Az egyik leggyakrabban használt kategória a *hagyományos módszerekkel* a jövőben kitermelhető kőolajvagyon *bizonyított készleteké*, amit jelenleg kereken 160 Mrd tonnára becsülnék (1. táblázat). Ez alatt általában azt a vagyont értik, amely az adott időszakban a legnagyobb (90-95%-os) valószínűséggel gazdaságosan még kitermelhető (P1 kategória). E mellett létezik az átlagos (50%-os = P2), illetve

³ Az OPEC tagjai: az ún. *öböl mentiek*: Szaúd-Arábia, Egyesült Arab Emírátsok, Irak, Irán, Kuvait, Katar; továbbá az *afrikaiak*: Algéria, Nigéria, Líbia, valamint a *latin-amerikai* Venezuela, és az *ázsiai* Indonézia.

⁴ Az olajkereskedelem számottevő profitot biztosít. Ezzel magyarázható, hogy vannak független olajkereskedő társaságok, amelyeknek csak finánciális szempontjai vannak. A parapetrol tevékenységek közé pedig a geológiai kutatások, a berendezések gyártása stb. tartoznak.

⁵ Nemcsak terrorizmus okoz kockázatot a csővezetékeknél. Tranzitáló ország, vagy akár a szállító is elzárhatja a vezetékét. 1998-ban Kolumbiában egy vezetékrobbantás a gazdasági és környezetvédelmi kár mellett 70 halálos áldozatot is követelt.

⁶ A legnagyobb tankerek 300 000 tonna feletti (Ultra Large Crude Carriers = ULCC), egyébként az ember által készített legnagyobb mozgó létesítmények.

⁷ 1 Mb = 1 millió barrel (hordó). 1 Gb: 1 milliárd hordó. 1 hordó = 159 liter. 1 tonna olaj a sűrűségétől függően 7,0-7,5 hordó olajnak felel meg. 1 Mbpd (barrel per day – naponta egy millió hordó) = évi 50 millió tonna olaj.

A világ gazdaságosan kitermelhető olajvagyon^{*}

Ország	Olajvagyon, milliárd tonna, 2005 végén	Részesedés a világ vagyonából, %
Szaúd-Arábia	36,3	22,2
Irán	18,9	11,6
Irak	15,5	9,5
Egyesült Arab Emírátsok	14,0	8,6
Kuvait	13,3	8,1
Venezuela	11,5	7,0
Oroszország	10,2	6,2
Egyéb	43,9	26,8
Összesen (1 200GB =)	163,6	100,0

* A táblázat a világ hagyományosan kitermelhető 2005. évi olajkészleteit mutatja. 2006-ban a Canadian Association of Petroleum Producers a vagyonadataiban 174 Mrd hordó olajos homokot hagyományos olajnak tüntetett fel. Mivel ez egyelőre nem általánosan elfogadott, a 2005. évi adatokat szerepeltettük. Ehhez annyit teszünk hozzá, hogy az előző évhez viszonyított növekedésben még Irán játszott jelentősebb szerepet. Ezen kívül növelte vagyonát Szaúd-Arábia, Kuvait és Venezuela. Viszont csökkentek a készletek Mexikóban, Norvégiában, az USA-ban és az Egyesült Királyságban.

Forrás: *Oil & Gas Journal*, 103, No. 47 (Dec. 19, 2005)

a legkisebb (5-10%-os = P3) valószínűséggel kinyerhető kategória is.⁸

A nem hagyományos kőolajvagyonba sorolhatók az olajpalák (venezuelai szóhasználat szerint „nehézoajok”) és az olajos homok. Ezek ezer milliárd tonnás nagyságrendben elsősorban Kanadában (Atabasca) és Venezuelában (Orinoco) található. Optimista vélemények szerint hosszú távon ezek a források biztosítják majd az olajellátást. Belőlük Hirsch [8, 9] szerint összesen „csak” 600 Mrd tonna termék termelhető ki. Ennek azonban csupán egy része alkalmas a hagyományos kőolajok minőségét megközelítő (szintetikus) kőolaj (SCO⁹) előállítására, ráadásul új technológiákkal, drágábban¹⁰ és környezet-szennyező módon, számottevő energia felhasználásával. Ez utóbbi mértékét a kinyert energiának a befektetett energiára (kutatás, fűrés, szállítás, finomítás) számított hányadosa fejezi ki. Ennek értéke az idő előrehaladtával a nem hagyományos olajoknál a technológia fejlődésével nő, szemben a hagyományos kőolajoknál tapasztalt értékkel, ami – a geológiai körülmények romlása miatt – folyamatosan csökken. Így a hagyományos kőolaj drágulása teszi fokozatosan rentábilissá a nem hagyományos kőolajokat, valamint a szénből és a földgázból történő előállítást.

Az említett kategóriák között (P2 → P1) különös „átjárást” alkalmaztak az OPEC országok az 1980-as évek második felében. Erre a következőkben találhatunk magyarázatot. Az úgynevezett „politikai tartalékok” ada-

⁸ Az utimer kinyerhető vagyon: „Ultimately Recoverable Reserves” (URR) kategória a már kitermelt és még kitermelhető vagyon összege [8].

⁹ Synthetic Crude Oil (SCO)

¹⁰ Newsweek szerint (April. 8/April. 15, 2002) a szaúd-arábiai olaj hordója 1, a braziliai 4, az orosz 5, a venezuelai 7–10, az északi-tengeri 15 dollár körül nyerhető ki.

¹¹ Éves termelési engedélyeket.

¹² Az óriásmezők 70 millió tonna (0,5 Gb) fölötti vagyonnal rendelkeznek.

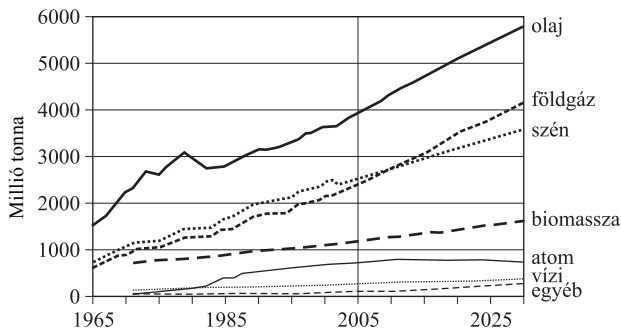
tainak közreadása attól függ, hogy az adott ország milyen képet kíván mutatni magáról. A nagyobb vagyonértékek bemutatásának az egyik oka a kőolajipar fejlesztésének finanszírozhatóságában keresendő. A bankok ugyanis annál nagyobb készséggel bocsátanak rendelkezésre hiteleket új mezők kutatására és termelésbe állítására, minél nagyobb garanciát (ami elsősorban kőolajvagyonra jelent) tud felmutatni a kölcsönt igénylő. A másik ok abban rejlik, hogy nagyobb vagyon demonstrálásával az egyes OPEC országok termelési kvótáikat – és azzal együtt bevételeiket is – növelhetik, hiszen az OPEC értekezleteken „kiosztott” kvótákat¹¹ a vagyon nagyságához kötik. Ennek érdekében 1986 és 1990 között az egyes kategóriák közötti átsorolással jelentősen „magnövelték” bevallott vagyonukat anélkül, hogy jelentős új feltárásaik lettek volna. Jól jellemzi ezt Laherrere 2005. évi nyilatkozata: „Látványos eltérés van a kormányok által közzétett és a technikai adatok között. Ez utóbbiak 1980 óta csökkennek, míg a publikált »politikai« adatok nőnek. (Valójában) az emberiség ezideig 1 000 milliárd hordó kőolajat használt fel, és a jövőben még 1 000 – 1 200 milliárd hordó áll a rendelkezésünkre. Ez nem azt jelenti, hogy vége a kőolajkorszaknak, hanem azt, hogy a termelés csökkenése hamar bekövetkezik. Ha az igények mérséklődnek – akár az árak növekedése, akár valamilyen gazdasági krízis miatt – a termelés csökkenés 2015-ig kitolódhat. De be fog következni” [10].

Külön kell említeni a kőolajmezők nagyságát. A több tízezer termelő mezőnek – Robelius szerint – mindössze körülbelül 1 százaléka tartozik az ún. óriásmező¹² kategóriába, de ezek adják a világ (URR)⁸ kőolajvagyonának nagyobb felét, az éves kőolajtermelésnek pedig közelítően a felét. Felfedezésük az 1920-as évektől a 70-es évek végéig fokozatosan nőtt, azóta azonban csökkenés tapasztalható [11]. A legnagyobb óriásmezők Szaúd-Arábiában (Ghawar, Safaniya), Kuvaitban (Burgan), és Venezuelában (Bolivar Coaster), valamint Irakban, Abu Dabiban, Mexikóban és Iránban található. Újabban Kazahsztánban leltek óriásmezőre.

A kőolajforrások és az igények egyensúlya a jövőben

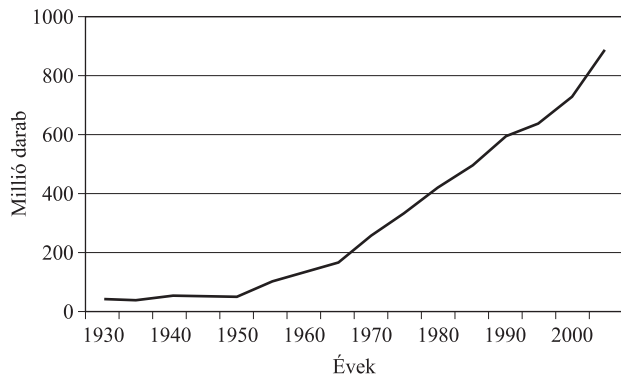
A gyakran hangoztatott „még 40 évre elegendő kőolaj áll rendelkezésre” mondás félrevezető. Nem veszi figyelembe sem az igények folyamatos növekedését, sem pedig az új lelőhelyek felfedezési ütemének lassulását. Ma azt valószínűsíthetjük, hogy a következő 20-25 évben a kőolajigény tovább fog nőni, és a mai – mintegy évi 4,3 Mrd tonnányi – kőolaj-felhasználással szemben az igények 2030-ra elérhetik a 6,0 Mrd tonnát (4. ábra). Ebben az értékben ugyan nagy a bizonytalanság a számtalan befolyásoló tényező miatt, de jól ismerhető jövőkép hiányában igazán megalapozottan mégsem lehet vitatni. A nagy kérdés az, hogy ennek az igénynek a fedezete rendelkezésre fog-e állni. Kjell Aleklett szerint 2020-ban a Közel-keleti háromszög fogja adni a világ kőolajigényének az 54-67%-át.

A kőolaj nagyobb felét a közlekedésben használják fel, és ez az arány még növekedni fog. A világ személygépjé-



4. ábra. A világ várható energiaigénye, Mt

Forrás: Kjell Aleklett, Uppsala University, Sweden/Pisa, July 2006



5. ábra. A világ gépkocsi-állományának növekedése, Mdb

Forrás: Worldwatch – carfree.free.fr

kocsi állománya jelenleg 750-800 millió (5. ábra), ami Heywood szerint [12] 2030-ig összességében a mainak mintegy másfélszeresére nőhet.¹³ Az ebből eredő többlet motorhajtóanyag-igényben különösen Kína játszik kiemelkedő szerepet, hiszen már ma is a második legnagyobb kőolajfogyasztó (8%) a világon az USA (26%) után, és motorizációja csak most kezdődik igazán (6. ábra). Az alternatív motorhajtóanyagok elterjesztésének irányába történő erőfeszítések ellenére az igények túlnyomó részben kőolajtermékekben jelentkeznek a jövőben is, de egyre nyilvánvalóbb, hogy a motorhajtóanyag-igény nem elégíthető ki csak hagyományos forrásokból¹⁴⁻¹⁵.

Az olaj kisebbik felét *nem közlekedési célokra* használják. Ezek közül nehezen helyettesíthető terület a petrokémiai ipar, bár a kőolajnak csak kevesebb, mint tíz százalékát igényli. Ezen ágazat termékei a közszükségleti cikkek jelentős részét teszik ki, nyersanyagul szolgálnak a

¹³ A jelenlegi adatot kiegészítve az autóbuszok, a kamionok, a hajók, a repülőgépek és a katonai eszközök mennyiségével, már most jóval egy milliárd egységről van szó.

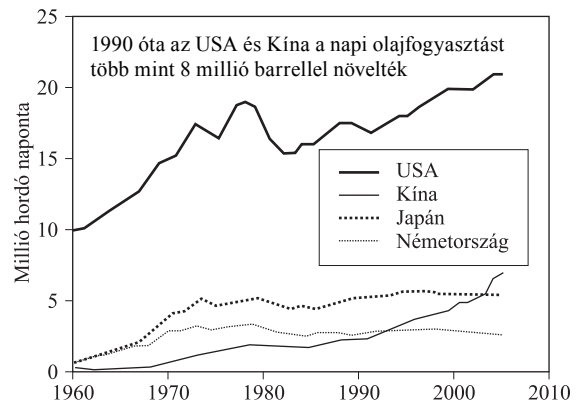
¹⁴ Környezetvédelmi okok miatt is támogatni kell a közúti gépjárműmotorok hatásfokának a növelésével a környezetbarát üzemanyagok elterjesztését, a személygépkocsiknál a kevesebb szennyező járművek használatát (földgáz-, villamos- és hibridmeghajtású gépkocsik, tüzelőelemmel-energiataleppel működő járművek). A bioüzemanyagok 40-80%-kal kevesebb üvegházhatást okozó gázt bocsátanak ki, mint a hagyományos tüzelőanyagok.

¹⁵ Az USA-ban végzett felmérések szerint a teljes amerikai állomány – ami a világnak reprezentatív hányada – valamint a teherautók lecserélésére 10-20 évre lehet szükség, és ennek pénzügyi vonzata több ezer milliárd dollár.

¹⁶ Alkalmazzák még a peak-oil és a peak Hubbert (pic Hubbert) kifejezést is.

¹⁷ Azóta ugyanez a jelenség ért utol további 33 államot a 48 legnagyobb termelő közül. www.willyoujoinus.com

¹⁸ A 2001-ben alapított ASPO egyetemi intézmények hálózata, amely a világ olaj- és gáztermelése tetőzésének meghatározására jött létre.



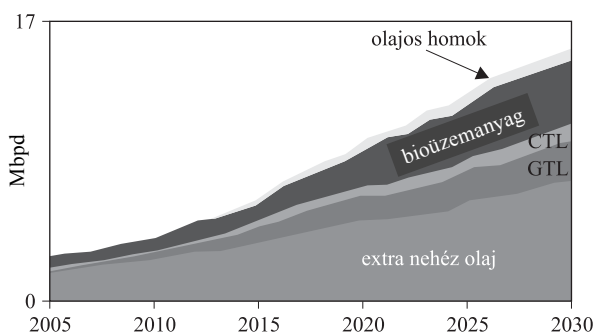
6. ábra. Kína olajigényének felfutása, Mbpd

Forrás: www.chartoftheday.com

műanyag, a gyógyszer-, a műtrágya és a növényvédőszer-gyártásban. Kétségtelen, hogy e téren a szenet és a földgázt is figyelembe lehet venni nyersanyagként, azonban technológiaváltási és – különösen a szénél –, környezetvédelmi problémák is fokozottan felmerülnek. Az ipar egyéb területein – különösen a villamosenergia-iparban – máris megindult a kiváltási folyamat.

A jelen és a következő generációk társadalmi számára kulcskérdés, hogy a kőolajellátási biztonság, azaz az *igény-vagyon-termelés* egyensúlya miként fog alakulni. A válasz körültekintő megfogalmazása érdekében foglalkoznunk kell a „peaking of oil” fogalmával¹⁶. Ez azt írja le, hogy az egyes hagyományos kőolajmezők termelése egy ideig növekszik, majd a maximum után fokozatosan csökken. Ez a megállapítás alkalmazható a világ összes termelésére is. Az egyes szénhidrogénkutaknak, valamint a kutak összességét alkotó világtermelésnek sajátos, a Gauss-eloszláshoz hasonlítható életgörbéje van. A tapasztalat azt mutatja, hogy a tetőzés a vagyon kb. felének kitermelésekor következik be. Az elmélet segítségével King Hubbert geológus 1956-ban megjósolta, hogy az USA 48 államában 1970-től kezd majd csökkenni a kőolajtermelés, ami szinte naptári pontossággal meg is történt¹⁷. A 2001-ben alakult Association for the Study of Peak Oil and Gas (ASPO)¹⁸ az utóbbi idő egyik legnagyobb érdeklődést kiváltó elméletét alkalmazza a majdani kőolajigények kielégítésének problémájára az új források megismerésének és a felhasználásnak a függvényében. Az ASPO Hubbert iskoláját követi, alapítója C. Campbell. Az előbbieken J. Laherreretől (az ASPO tagja) idéztek alapján az ASPO azt állítja, hogy a „peaking of world oil” a küszöbön áll. Ennek bekövetkezése a kőolajigények megállíthatatlannak látszó növekedése miatt súlyos ellátási nehézséggel jár majd együtt, mivel mára már az új vagyon megtalálásának és kitermelésének – a korábban növekvő, majd egyensúlyban levő – aránya 1:4-re csökkent.

Az ASPO megállapításai megosztják a szakértőket. A peaking of oil jelenségét ugyan ma már nem vitatják sem a kormányok, sem a nagy olajtársaságok, de bekövetkeztét eltérő (a 2008 és 2025 közötti, esetenként még távolabbi) időpontra prognosztizálják. Az optimista vélekedé-



7. ábra. A nem hagyományos cseppfolyós termékek várható termelése, Mbpd

Forrás: Institut Français Pétrole

seket figyelembe véve is az az álláspont körvonalazódott, hogy a *peaking of oil* az 1973. évi kőolajembargónál és az iráni forradalomnál nagyobb gazdasági következményekkel jár majd, hiszen nem átmeneti jelenségről lesz szó. De nem csak az ASPO tartja aggályosnak a jövő kőolajellátását. *Manfred Zappka* és *Jon Thompson* (ExxonMobil Exploration Co.) szerint „a világ szénhidrogén-termelésének tetőzése után a meglévő mezők termelése évi átlagban 4-6%-kal fog csökkenni” [13].

A prognosztizált kőolajigények kielégítésére 2030-ig mintegy 120 Mbpd mennyiségre felfutó forrás biztosítására van (lenne) szükség. A már meglévő (lecsengő) és a remélhetően újonnan termelésbe állított hagyományos termeltetésű mezők feltételezett termelésének egyelőre meglévő növekedése (a feltételezések szerint elsősorban a Közel-Keleten), továbbá a termelési-technológia fejlesztések biztosíthatják az igények zömének kielégítését. Súlyos kérdés, hogy a térség ezt ténylegesen ki tudja-e majd elégíteni. E mellett a nem hagyományos kőolajtermékek, illetve cseppfolyós termékek termelése, a szénnek és a földgáznak cseppfolyós termékekké való konverziója, valamint a bioüzemanyagok alkalmazása nyújt lehetőséget a hagyományos kőolajok bizonyos mértékben való helyet-

¹⁹ Az olajpala finomszemcsés üledékes kőzet; szilárd szervesanyag-tartalmából hevítés hatására jelentős mennyiségű olaj válik ki. Az olajpala ásványtani összetétele változatos. Az összes olajpala az figyelhető meg, hogy a kőzetet felépítő ásványok rétegei szervesanyag-rétegekkel váltakoznak. Ez a szerves anyag főleg kerogén, az állati és növényi maradványok bakteriális lebomlásának oldhatatlan terméke (kerogén: nagy molekulájú, főleg hidrogént és karboniumot, ezeken kívül oxigént, nitrogént és kén is tartalmazó vegyületek keveréke). Olajpala csak bizonyos földtani környezetben keletkezik (nagy tavak, sekélytengeri környezetben egykori mocsarak területén). Ipari szempontból az olajpala akkor válik fontossá, ha a benne található kerogén több energiát szolgáltat, mint ami a kinyeréséhez szükséges. Ha egy olajpala kerogéntartalma 2,5 súlyszázalék, akkor a teljes fűtőértékével megegyező energiát kell felhasználni a feldolgozásához. A palaolaj előállítás az olajpala bányászatával kezdődik. Ezután a palát összezuzzák, majd egy lepárló-berendezésben kb. 500 °C-ra hevítik. A magas hőmérséklet hatására a kerogén makromolekuláinak kémiai kötése felbomlanak, és kis molekulaméretű folyékony és gáznemű szénhidrogének, valamint nitrogén-, kén- és oxigénvegyületek szabadulnak fel. Egy másik eljárásban a föld alatt végzik a lepárlást. A palát a mélyben robbantással tördelik össze, majd meggyújtják a kőzetet. Ezután a felszabaduló szénhidrogének a felszínre szivattyúzzák. A jelenleg használt kinyerési és finomítási eljárások hátrányai között kell említeni, hogy nagy a vízigényük. A finomítás során nagy mennyiségű rákkeltő hulladék is keletkezik, s maga a bányászat is károsítja a környezetet.

²⁰ Coal to Liquids = CTL, Gas to Liquids = GTL

²¹ Egy liter benzin megtakarítása egy fizikai munkás 1-2 heti munkájával egyenértékű.

²² IOR :Improved Oil Recovery, EOR : Enhanced Oil Recovery

²³ A nagy SO_x és az NO_x emisszió, valamint a keletkező koks és kén elhelyezési problémájának a megoldása szükséges.

tesítésére. A feltételezett mértékeket a 7. ábra szemlélteti. E szerint az összes nem hagyományos cseppfolyós termék (olajpala¹⁹, bioüzemanyagok, a CTL és GTL²⁰ együtt) termelése 2030-ra fokozatosan 15-16 Mbpd-t érhet el, azaz a prognosztizált összes igény 13-14%-át. Az új források igénybevétele azonban olyan új technológiákat feltételez, amelyeknek sem gazdasági, sem környezetvédelmi következményei kellően nem ismertek. Alkalmazásuk kritériumai közé tartozik, hogy a kész, vagy az üzemelésre alkalmas technológiának elfogadható energetikai határfokkal előállítható, benzinnel és gázolajjal kompatibilis terméket kell eredményeznie.

Az igények kielégítésére szolgáló erőfeszítések fő irányai a következők lehetnek: 1) a kőolajbányászat határfokának növelése, 2) a nehéz kőolajok, az olajos homok, illetve az olajos pala hasznosítása, 3) a motorhajtóanyag előállítása szénből és földgázból, 4) egyéb megoldások (mint például a bioüzemanyag, a hidrogén stb.). A prognosztizált kőolajigények mérséklését pedig takarékossággal kellene elősegíteni²¹.

ad 1) Az EOR és IOR²² technológiákkal el kell érni, hogy 20-40%-ról 30-60%-ra növekedjen a kőolaj kinyerése a rezervoárból. Ezeknél lényegében a kőolaj felszínre juttatását célzó másodlagos és harmadlagos eljárásról van szó, és esetenként (például a mélytengeri kutatásoknál és kitermelésnél) csúcstechnológia alkalmazására van szükség.

ad 2) A kőolajellátás zavartalanságának bizonytalanságát nemcsak a hagyományos kőolajvagyon különböző kategóriáinak, hanem a nem hagyományos kőolaj hasznosíthatóságának különbözősége is okozza. A jelenlegi kanadai elgondolás szerint a nem hagyományos termelés mennyisége összesen 2030-ra éri el az 5 Mbpd-t. Ez utóbbiból 3 Mbpd finomított terméket állíthatnak elő, ami nem több a világ majdani igényének 2-3%-ánál. Hogy ennél miért nem többet, arra az a magyarázat, hogy a nagy vagyon ellenére a nem konvencionális kőolajoknak mind a kitermelése, mind a szállítása bonyolult és drága, valamint nagy a technológia energiaigénye. Jóllehet ez utóbbira nézve hivatalos adatok nincsenek, a becslések szerint a folyamat energetikai határfoka 70% alatt van, de ezt még tovább csökkenti a belőle továbbfeldolgozással kinyerendő magas minőségű motorhajtóanyag előállításának energiafelhasználása. A kitermeléséhez szükséges nagy mennyiségű gőz előállítására földgázt vagy villamosenergiát lehet felhasználni. Az előbbi pazarlásnak tekinthető – hiszen néhány évtizedes eltolódással a 'peaking of oil' a földgázra is érvényes lesz –, az utóbbi pedig több szakértő véleménye szerint csak akkor gazdaságos, ha a gőzt atomreaktorban állítják elő, ami viszont a nukleáris programok függvénye. Ráadásul nagy a technológia vízfelhasználása, valamint az elszennyeződött víz tisztítási igénye, továbbá jelentős a teljes technológiai folyamat környezeti kihatása²³. Ezzel összefüggésben Kanada – mint a kiotói jegyzőkönyv aláírója – szembe találja magát azzal a problémával is, hogy a technológia alkalmazása számottevő mennyiségű CO₂-kibocsátással jár.

ad 3) A szén szintézisgázzá történő alakítása után – a németek által a II. világháborúban, Dél-Afrikában pedig

ma is alkalmazott ún. Fischer–Tropsch-szintézisével – motorhajtóanyaggá alakítható (CTL eljárás)²⁴. Az eljárás alkalmazható földgázra (GTL) is²⁵.

ad 4) A *biomasszából* nyert biodizelt, illetve etanolt máris alkalmazzák. A legnagyobb motorhajtóanyag-célú etanolgyártó országok az USA és Brazília. Biomassza alapú alkoholt keményítő, cukor, cellulóztartalmú nyersanyagból lehet előállítani²⁶.

A *hidrogén* felhasználása a szállításban vagy közvetlen elégetéssel, vagy a tüzelőanyag elemmel valósulhat meg. A hagyományos hidrogéntermelési eljárások közül a víz elektrolízise csak akkor oldja meg az aktuális problémát, ha olcsó a villamosenergia. A másik széleskörűen használt gyakorlat valamilyen szénhidrogén, például földgáz (I.), vagy metanol (II.)^{27–28} vízgőzös reformálása. E mellett amerikai és francia elgondolások szerint valószínűsíthető, hogy a hidrogéntermelést perspektivikusan

²⁴ Gray, D. et al. „Coproduction of Ultra Clean Transportation Fuels, Hydrogen, and Electric Power from Coal”. Mitretek Systems Technical Report MTR 2001-43, July 2001.

²⁵ 1. lépés: $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{H}_2 + \text{CO}$;

2. lépés: $2\text{nCO} + (\text{n} + 1)\text{H}_2 \rightarrow \text{C}_n\text{H}_{2\text{n}+2} + \text{nCO}_2$

²⁶ A benzin (részleges) helyettesítésére a világon sokfelé használják az etanolt. Előállítása cukor-, keményítő- vagy cellulóztartalmú növényi biomasszából történhet fermentáció vagy hidrolízis és fermentáció kombinációja utáni desztillációval. Brazíliában cukornádából, az USA-ban kukoricából állítanak elő nagyobb mennyiségben etanolt. (A keményítő a növények asszimilációjának a terméke. A levelek sejteiben a klorofill közreműködésével a Nap energiájának a hatására szén-dioxidból és vízből keletkezik. Az asszimiláció az egyedüli folyamat, amellyel élő szervezet szerves anyagban jelenlévő karbóniumot szerves vegyületbe képes átvinni). A benzinhoz 5-15%-os arányban kevert etanol üzemanyag a motolco, vagy gasohol, de Brazíliában a 20-22% alkoholtartalmú benzint, vagy esetenként a 100%-os etanolt is használják. A metil-alkohol (metanol) – maximum 15%-ban – szintén hozzáadható a benzinhoz, de elegyedési problémák miatt inkább metanolos-etanolos benzinkeveréket használnak. A repcemagból (vagy más olajos magból) az olajat mechanikusan kinyerik, majd azt metil-alkohollal átészterezve dízelolajat helyettesítő üzemanyag kapható.

²⁷ A reakcióegyenlet a két esetben a következő:

(I) $\text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 4\text{H}_2 + \text{CO}_2$; (II) $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + 3\text{H}_2$

²⁸ Kutatási fázisban van még A) az algák hidrogén (és oxigén) termelőképesége a fotoszintézis elvén, napfény hatására. B) Biomassza alkohollal vagy metánnal erjesztése, majd reformálása.

²⁹ Ennek első lépése kénsav bontása (700-1 000 °C-on) vízzé, kén-dioxidá és oxigénné, a második hidrogén-jodid előállítása érdekében a kén-dioxid reagáltatása a jóddal víz jelenlétében és a kénsav visszanyerése, a harmadik pedig a hidrogén-jodid disszociálása 450 °C-on. A lehetséges reakcióegyenletek a következők:

1. lépés: $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2$

2. lépés: $\text{I}_2 + \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{HI} + \text{H}_2\text{SO}_4$

3. lépés: $2\text{HJ} \rightarrow \text{H}_2 + \text{J}_2$

A bruttóreakció tehát: $\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + \text{O}_2$

³⁰ A világtermelés 70%-át adó dél-afrikai platinatermelés (évi 170 tonna) – a jelenlegi 100 gramm/db-os fájlagos platina igényt harmadára csökkentve – évente 5 millió üzemanyag elemmel működő gépkocsi gyártását tenné lehetővé.

³¹ A tüzelőanyag elem egyik változata [a DMFC- (Direct Methanol Fuel Cell)-eljárás] a metanolt reformálás nélkül magában az elembe alakítja hidrogénné.

³² Máris létezik megoldás a villamosenergia tárolására, ami azonban még nem terjedt el: nem csúcsidőre nukleáris eredetű vagy megújuló alapenergia bázisán a villamosenergiával reverzibilis tüzelőanyag elembe hidrogént lehet termelni, mely tárolható, és csúcsidőben az visszaszolgáltatja a villamosenergiát.

³³ Bővebben: http://en.wikipedia.org/wiki/Hybrid_vehicle

³⁴ Az összeg nagyságát a világ GDP-jéhez való összehasonlítással lehet szemléltetni. Ez 2003-ban 36 ezer Mrd USD volt.

³⁵ A tíz legnagyobb multinacionális olajtársaság a közelmúltban a meglévő lelőhelyek fejlesztésére növekvő, új mezők megtalálására viszont egyre csökkenő összegeket fordított, mivel az utóbbi befektetések nem térültek meg. Ezért vagyunk növekedésre inkább a fűtőanyag és akvizíciókat választottak. [Egyébként a fűtőanyag nem voltak ismeretlenek a kőolajiparban. Azzal, valamint profilbővítéssel petrokémiai tevékenységet – már korábban is – integráltak. Így jöttek létre az ún. petrokémiai finomítók (az ExxonMobil, a BP, a Shell és a Total petrokémiai tevékenysége megközelíti a legnagyobb vegyipari konsernek – a Bayer, a BASF, a DuPont, a Dow stb. – eredményét). Ma már újra tapasztalható a szénhidrogén-kutatásra szolgáló ráfordítások növekedése.

magas hőmérsékletű atomreaktorokban jó katalizátorral valószínűsíthető meg²⁹, de ez szintén a nukleáris energia-programok függvénye. Problematikus továbbá a hidrogén szállítása és tárolása is [14]. Ez utóbbi vagy komprimálással (350-700 atm), vagy kémiai átalakítással (metanollal) valószínűsíthető meg.

A *tüzelőanyag elem* működése: az elektrolízis inverze. Az anódon bevezetett hidrogén platina-katalizátoron protonra és elektronra hasad. A szigetelőanyagból készült membránon keresztül a proton átdiffundál a katód felé, az elektron pedig azt megkerülve, a hajtómotornon munkát végezve jut el a katódhoz, ahol reagál a protonokkal, illetve az oxigénnel (levegővel), melléktermékként vizet eredményezve. Az eljárás főleg a katalizátor miatt költséges, de ez utóbbinak a rendelkezésre állása is korlátozott^{30–31}. A hidrogén azért nem igazán „tisztá” eljárás, mert előállítás, tárolása, szállítása – tehát a teljes felhasználási lánc – CO₂-emissziója a hagyományos motorokétól kevéssé különbözik. Az előny annyiban fogalmazható meg, hogy kibocsátása nem szétszórtan, hanem koncentráltan jelentkezik. Ez – amennyiben sikerrel járnak a CO₂-megkötés és elhelyezés megoldására irányuló erőfeszítések – hosszabb távon remélhetően eltávolítható lesz.

További lehetőség az *elektromos, akkumulátor meghajtású autó* használata. Már létező megoldásról van szó, szélesebb körű elterjedésére a villamosenergia tárolásának a lényeges javításával (megoldásával) lehet számítani³². Ezeknél az autókban az infrastruktúra kiépítése (akkumulátorcserre lehetősége az autópályákon stb.) szintén számításba veendő. A *hibrid motorokban* akkumulátor és hagyományos belsőégésű motor együtt van. Ezekben egy központi egység vezérel mindent: elosztja a feladatokat a villany- és a benzinmotor között. Indításkor az elektromos erőforrást aktiválja, és ameddig az akkumulátor kellő töltöttséggel rendelkezik, nem avatkozik közbe, csak gyorsításkor működteti a benzinmotort. Egyébként a benzinből nyert energia a kerekek hajtása mellett egy generátoron keresztül a villanymotort is táplálja. A rendszer a kerekek mozgási energiáját fékezésnél villamosenergiává alakítja, ez is az akkumulátorba kerül³³.

Az energetikai *beruházások* legnagyobb problémája a szükséges ezermilliárdok előteremtése, valamint annak a megoldása, hogy miként lehet elérni a legjobb együttműködést az országok között. A World Energy Outlook (2006) szerint a világ energetikai beruházásai 2005. és 2030. között, összesen 20 ezer Mrd USD₂₀₀₅-t fognak kitenni, aminek egyötöde jut a kőolajiparra [16]³⁴. A mintegy 4 ezer Mrd USD kőolajipari beruházás háromnegyedét a kutatás és a termelés, 10-15%-át a finomítás igényli. Amennyiben a *kitermelés beruházásai* az elmúlt tíz év színvonalán maradnának, a kőolajtermelés biztosan csökkenne³⁵. A *finomító kapacitások* a fejlett országokban – és Lacour szerint különösen Ázsiában (ahol a finomítói kapacitások kihasználása már meghaladja a 95%-ot) – elmaradnak az igényektől. Egyre jobban nő az igény a krakkoló eljárások és a földgáztermelés során keletkező cseppfolyós párlatok iránt. Csővezetékek fektetésére és tankerek vásárlására 2-300 milliárd dollárt kell fordítani.

Összefoglaló gondolatok

Bizonyossággal senki nem tudja megmondani, hogy a mára kialakult civilizációs szintek fenntartásához, valamint a fejlődő országok ahhoz való közelítéséhez egyelőre nélkülözhetetlen – és legtöbb területen ma nehezen, vagy egyáltalán nem helyettesíthető – hagyományos kőolaj a növekvő igényeket meddig, illetve milyen mértékben tudja kielégíteni. A lényeges véleménykülönbségek abban nyilvánulnak meg, hogy a kőolaj kitermelésének tetőzését a közeli, vagy csak a távolabbi jövőre teszik. A vagyontermelés-ellátás egyensúlyának terén kialakult vitában egyelőre nem tehető igazság az optimista és pesszimista nézet között, azaz nem jelenthető ki felelősen, hogy meddig tart a Föld kőolajvagyon.

Egyre valószínűbb, hogy a hagyományosan termelő ma is működő mezőkből a világviszonylatban 2030-ra prognosztizált kőolajigény csupán részben lesz kielégíthető, és az is csak pótlólagos – csúcstechnológiát is igénybe vevő – beruházásokkal. Lényeges többlettermelésre elsősorban a közel-keleti és a Kaszpi-tengert körülvevő országoknak van esélye, de annak az igények és termelési lehetőség közötti hézagot kitöltő mértéke feltételezésen alapszik. Ezért megnő a jelentősége a nem hagyományos olajoknak és a megújuló energiaforrásoknak, bár ezek bevonása az igények kielégítésére – a jelenlegi szakértői vélemények szerint 2030-ig – nem több a becsült cseppfolyós szénhidrogén igények 10-15%-ánál. Ezek igénybevételére mindenesetre új technológiákat kell elterjeszteni.

A nemzetközi szállítások bővülésével az országok kölcsönös függősége tovább erősödik. Több, korábban termelő ország importálóvá válik, és új nagy vásárlók jelennek meg. Ez annyit jelent, hogy a geopolitikai feszültségek fokozódhatnak. Az 'oil peaking' közeledte, valamint az új energiaforrások igénybevétele valószínűleg egyre magasabb árakat fognak okozni, és jelentős hatással lesz a nemzetgazdaságokra (inflációt, munkanélküliséget stb. eredményezhetnek). Különösképpen érintheti ez a szegény országokat, ahol a lakosság életmódjának javulása többlet energiafelhasználás nélkül reménytelenné válhat, ennek pedig világviszonylatban további kiszámíthatatlan következményei lehetnek. A világméretű feszültségek és konfliktusok esélyének minimalizálása érdekében a *kormányoknak* az energiatakarékosságot, a környezetvédelmet, a technológiafejlesztés feltételeinek megteremtését, a nagy népességű és gyors igénynövekedést felmutató fejlődő országok irányába az energiatechnológia-transzfert, valamint az előrelátó nemzetközi politizálást és a szállítási útvonalak védelmét mind-mind prioritásokként kell kezelniük. Ezek külön-külön is nagy kihívást jelentenek a kutatások számára. A *felhasználói szektorban* mind a lakosság fogyasztási kultúrájának, mind a különböző energia-felhasználó berendezéseknek, – köztük elsősorban a közlekedési eszközöknek – a mielőbbi megújítására van szükség. Belátható, hogy a kutatás-fejlesztés kiemelkedő szerepet játszik a jövő energiaellátásában. Erre a Svéd Királyi Akadémia nyilatkozatban is felhívja a figyelmet [15]. A problémával az Amerikai Tudományos Akadémia szintén foglalkozik.

Az emberiség gazdagabb részénél az energia túlfogyasztása és a természet nyújtotta lehetőségek közötti egyensúly megbomlását – ésszerűen – még a viszonylagos kőolajbőség korában kellene megelőzni, és nem megvárni azt, hogy maga a természet végezze el a „visszaszabályozást” – *Paul Valery* vízióját –, mert az feltehetően igen brutális lenne. Azon, hogy a jövő energiaellátását megalapozzuk, már most teljes erővel dolgozni kell. Csak remélni lehet, hogy a racionális nemzetközi összefogás, a tudomány és a technika gyorsuló fejlődése, a felelős takarékoság – egyéni szinten is – úrrá lesz mindazokon a problémákon, amelyek a szegény társadalmak felemelésében és a fejlettebbek életnívójának hosszú távú fenntartásában ma aggályokat okoznak.

IRODALOM

- [1] *Jean-Luc Wingert*: La vie après le pétrole. De la pénurie aux énergies nouvelles, Editions Autrement, Paris, 2005, 243 pages.
- [2] *Yves Cochet*: Pétrole Apocalypse, Fayard, Paris, 2005, 275 pages.
- [3] *James Howard Kunstler*: La fin du pétrole. Le vrai défi du XXI^e siècle, Plon, Paris, 2005, 371.
- [4] Mémoire de géopolitique du Lcl Hassan Mohamed. Séminaire. Les déterminants de la stratégie des Etats-Unis. Le rôle du Pétrole dans la Politique Étrangère Américaine au Debut du XXI^e Siècle. Mars 2003.
- [5] *Werner Zittel*: Paper presented at the Piu Manzu Center, Rimini in workshop 3: „Mankind on a hot tin roof. Kyoto heretics braving the greenhouse effect”, of the Conference „The soul of the empire”, 2005.
- [6] *Varró László*: Robbanó motor – még néhány évtizedig tart az olaj korszaka. Magyar Energetika. 2006/4
- [7] *Szergényi I.*: Az európai energiapolitika és a kőolaj. Magyar Energetika. 2003. október. p. 34
- [8] *Bárdossy György – Lelkesné Felvári Gyöngyi*: Gondolatok és kételyek Földünk szénhidrogénkészleteivel kapcsolatban. Magyar Tudomány. 2006. I.
- [9] *Robert L. Hirsch – Roger Bezdek – Robert Wendling*: Peaking Of World Oil Production: Impacts, Mitigation, & Risk Management. 2005. http://www.ppp.gov/publications/pics/Oil_Peaking_1205.pdf#search=%22sustained%20increase%20of%20Fbbl%20would%20reduce%20economic%20growth%22
- [10] *Robert L. Hirsch*: The Inevitable Peaking of World Oil Production. The Atlantic Council of the United States Bulletin Vol. XVI, No. 3 October 2005.
- [11] *Jean Laherrère*: Le déclin peut intervenir dès 2007. L'Express 14/02/2005.
- [12] *Frederik Robelius*: Giant Oil Fields of the World. Presentation AIM Industrial Contact Day. 2005. http://peakoil.net/AIMseminar/UU_AIM_Robelius.pdf#search=%22ihs%20oil%22
- [13] *John B. Heywood*: Fueling our Transportation future, Sloan Automotive Laboratory M.I.T. 2006.
- [14] *Manfred Zapka*: Peak Oil and the End of Cheap-and-Easy-Oil. May 23, 2006 Rebuild Hawaii Quarterly Meeting, Honolulu, Hawaii. <http://hawaii.gov/dbedt/ert/rebuild/minutes/May06Presentations/2zapka.pdf#search=%2222a%20revolutionary%20transformation%22%20jon%20thompson%22>
- [15] *B. Hart et al.*: Hydrogen Supply for SPFC Vehicles. ETSUF/02/0017/REP.
- [16] Statements on Oil. Svéd Tudományos Akadémia. Energia Bizottság.
- [17] L'investissement énergétique global. WEO 2006.
- [18] News Release. Monday 27 September 2004.

ÖSSZEFOGLALÁS

Szergényi István: A kőolaj és a civilizáció

A szerző az olajipar bemutatása után elemzi a világ kőolajvagyonát, és részletesebben tárgyalja a kőolajforrások és az igények jövőbeni egyensúlyának elemeit.

[Magy. Kém. Lapja, 62, 112 (2007)]

SUMMARY

I. Szergényi: Crude Oil and Civilization

After a short introduction to the oil industry the author reviews the world crude oil reserves and then analyses the elements of the future balance of crude oil reserves vs demand.

Bevezetés

Kína szinte korlátlan felvevő piaca az energiának és a vegyipari termékeknek. Az igények kielégítésére külföldi és hazai cégek hatalmas kapacitásokat építenek. Négy évvel az építkezés megkezdése után üzembe helyezték a BASF/Sinopec technológiával működő vegyipari komplexumot Nanjingban. A Ludwigshafenben lévő üzem mintájára 220 hektáros területen 1,7 millió tonna/év kapacitású pirolízis üzem, valamint vegyipari alapanyagokat előállító üzemeket, kombinált ciklusú erőművet és új kikötőt építettek a Jance folyón. Két további hasonló méretű projekt megvalósulása várható. Szakértők szerint Kínában a vegyipari termelés évi 10%-kal nő, és 2015-ig eléri a négyszázmilliárd eurót (az USA növekedési üteme 3,5%, Németországé 3% lesz ebben az időszakban). Csak az etilén termelésnövekedése várhatóan hatmillió tonna lesz évente 2005 és 2006 során, míg Németország 2004-ben ötmillió tonna etilént állított elő.

A világméretű kapacitástól a kisebb méretekig

Mindazonáltal a nagy méret nem szükségszerűen a mérnöki munka jövője, ahogy ez a 2006. évi Achema kiállításán is látható volt. *Stefan-Robert Diebel*, a BASF mérnöki irodájának elnöke szerint a világméretű nagy kapacitások építésének napjai meg vannak számlálva: „Paradigmaváltásra van szükség, és már dolgozunk az új stratégián. A probléma, amit a világméretű üzemek építése jelent, már látszik. Ha nem építész új üzem, amikor nagy a piaci kereslet a termék iránt, lényegében már elkésztél. Ha ugyanakkor épít az üzem, amikor a versenytársak is építik, a kapacitásfelesleg lenyomja az árakat.” Ez a vegyipari cégek számára azt jelenti, hogy mérnöki megoldást kell találni a kapacitások gyors konvertálására, amellyel a piaci változásokat a termelés követni tudja. A moduláris technológia és a szigorú szabványosítás az alapja az új tervezési módszernek. A mikrotechnológia (microprocess technology) elemei szintén részei ennek a módszernek, nem csak elvi, filozófiai módon, hanem az üzemméret meghatározásának alapjaiként is.

Aldo Belloni, a Linde AG mérnöki irodájának vezetője egy másik fontos ellenérvet mondott a világméretű üzemek létesítéséről: „Kezdjük elérni a technológiai berendezések tervezésének határait. Ez hatalmas kockázatot jelent, mert szinte minden megaprojekt, amelyet tervezünk, olyan berendezéseket tartalmaz, amilyen addig nem épült (a világ legnagyobb levegőkompresszora, leg-

nagyobb expanziós turbinája). A logisztikai problémákat is egyre nehezebb kezelni. Ráadásul a kolonnákat, készülékeket és egyéb üzemi alrendszereket is a helyszínen kell összehegeszteni, mert egyszerűen meghaladják a szállítható méretet.”

Az IMPULSE program

Milyen lesz a jövő vegyi üzeme? Az IMPULSE programban (Integrated Multiscale Process with Locally Structured Elements, Integrált többlépcsős technológia helyileg előállított elemekkel, www.impulse-project.net) ezt kívánják kidolgozni a résztvevők. Az EU által kezdeményezett projekt kezdetben a mikrotechnológia ipari felhasználását kereste. A cégek és kutatóintézetek, amelyek részt vesznek a fejlesztésben, meggyőződtek arról, hogy ez a technológia már a közeli jövőben megalapozhatja a termelési folyamatok új generációját. A résztvevők listája megtekinthető a honlapon. A cél eléréséhez az IMPULSE javasolja helyben fejlesztett elemek beépítését a technológiákba. Ezeket az elemeket integrálják a technológiai berendezésekbe. A következő felsorolás néhány célt mutat be a fejlesztés irányai közül:

- szakaszos technológiák folyamatossá alakítása,
- moduláris technológiák változtatható kapacitással és anyagválasztékkal,
- új generációs alkatrészek integrálása a meglévő rendszerekbe,
- az alrendszerek miniatürizálása, elosztott gyártás bevezetése, és
- egyedi célok, mint az oldószerfelhasználás minimalizálása, akár oldószermentes technológiáig fejlesztve, a reaktor térfogatra-tartózkodási időre vetített maximális kihozatal (space-time yield), megnövelt szelektivitás, a termék elválasztás/tisztítás költségeinek csökkentése, a minőség-ellenőrzési technológia fejlesztése.

Az egyik ipari résztvevő, a Degussa bemutatta, hogyan is működik ez a gyakorlatban. A kihozatalnövelés érdekében a társaság a folyamathatékonyság vizsgálatára alapozta a fejlesztést, mint amilyen a reaktor térfogatra-tartózkodási időre vetített maximális kihozatal, amit néhány nagyságrenddel lehet növelni, szemben a hagyományos fejlesztések néhány százalékos javulásával. A fejlesztés két irányban keres megoldást, a szelektív nagy hatékonyságú katalizátorok, és a mikroreaktor-technika alkalmazása az adott feladatra. Az utóbbi sokkal hatékonyabb hő- és anyagátvitelt tesz lehetővé, mondta *Henrik Hahn*, folyamatfejlesztési vezető. A konkrét cél kifejleszteni egy olyan új rendszert, amely új technológián alapul, lehetővé téve a kisebb beruházási költséget és a rövidebb reakció-

*1157 Budapest, Kőrakás park 53.

időt. E megközelítés előnye, hogy a kapacitás emelhető a kereskedelmi igényeknek megfelelően. Ezenfelül az új technológia lehetővé teszi új termékek fejlesztését is.

A jövő új vegyipari üzeme az IMPULSE célkitűzése szerint nemcsak lényegesen kisebb lesz, mint a mai üzemek, hanem sokkal hatékonyabb, és kisebb környezeti terhelést is okoz. Az üzem közelebb kerülhet a termékek felhasználóihoz, és ez új dimenziókat adhat „az igény szerinti termelésnek”. A kisebb üzemek hálózatának stratégiája csökkenteni fogja a szállítási költségeket, és lehetőséget ad a gyártóknak a piaci változások gyors követésére.

Jelenleg hét ország húsz kutatóintézete és termelő vállalata vesz részt az IMPULSE konzorciumban, közöttük két cseh és egy lengyel, magyar nincs a résztvevők között. Négy vezető ipari cég is tagja a konzorciumnak: a GlaxoSmithKline gyógyszeripari, a Degussa vegyipari, a Procter and Gamble fogyasztási cikk gyártó és a Siemens irányítástechnikai társaság. A konzorcium munkáját a francia CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique) koordinálja.

A Német Oktatási és Kutatási Minisztérium tizenötmillió eurós alapítványt hozott létre a mikrofolymatok technológiájának elterjesztésére 2005 januárjában. Az alapítvány célja a mikrofolymatok ipari alkalmazásának fejlesztése. Több projekten dolgoznak: ipari fotokémia, folymatok intenzifikálása, polikondenzáció és vegyipari intermedierek mikroreaktorban való előállítására. A fejlesztés célja a mikrotechnológiai berendezések prototípusainak előállítása és útmutató kidolgozása a mikrotechnológia alkalmazásához.

Amikor a piac megváltoztatja a folyamatot: egy terméket gyártó üzem több terméket gyártó üzem helyett

Néha a mérnöki stratégiát egyszerűen meg kell változtatni. Ha az üzemeltető rugalmas üzemet akar, ami kisebb mennyiséget és/vagy több mint egy terméket állít elő, az optimális a variálható üzem. Később, a gazdaságosság javítása kikényszerítheti az üzem átalakítását egy termék gyártására, mert a gyakorlat azt mutatja, hogy az ilyen üzemek költségei kb. 25%-kal kisebbek. A magyarázat egyszerű: több termék gyártásához több kisegítő berendezés kell, és az anyagmozgatás is bonyolult, nehézkes. Kevesebb tartály kell egy termékhez, könnyebb automatizálni, és kiképezni a személyzetet. A nagyobb kapacitású tárolás és gyártóberendezés csökkenti a fajlagos energiafogyasztást. A tervek szerint az egy termék gyártásának követelményeire optimalizált üzem specifikus berendezései kb. 10%-os költségcsökkentést eredményeznek.

A következő példa a gyakorlati megvalósítást mutatja meg. A Ciba fejlesztői átalakították a szakaszos többcélú Irgafos gyártósort folyamatos üzemmé a Lampertheimben lévő gyárban. Az átalakítás nyomán az üzem kapacitása megkétszereződött 10 000 évi tonna mennyiségre. A gyártósor termelékenysége és gazdasági hatékonysága szintén javult. Az átalakítást követően jelentősen csök-

kent az energia- és nyersanyagfelhasználás, valamint a melléktermékek mennyisége is.

Bioüzemanyag-üzemek építése

A bioetanol- és biodízelüzemek iránti érdeklődés, valamint a biomassza stratégiai nyersanyagbázisként való hasznosításának vizsgálata ma már nemcsak a szakértők feladata. Az átlagos olvasó is érdeklődik a téma iránt. A fokozódó érdeklődés oka egyszerű: az üzemanyagok árának mozgása egyirányúnak látszik (emelkedik), és ezért szükség van alternatív nyersanyagokra, legalább középtávon.

Éppen ezért nem kérdés, hogy a bioüzemanyagok iránti kereslet folyamatosan növekedni fog, ami igen jövedelmező piac a fővállalkozó/tervező társaságoknak. Mind az USA, mind az Európai Közösség adókedvezményekkel és bekeverési arányok előírásával segíti a termelés növekedését. Szakértők szerint Európában száz, az USA-ban hatvan új üzem építésével lehet számolni 2010-ig. A várható beruházási költség hatmilliárd euró.

A megújuló nyersanyagok a vegyipar számára is fontos alapanyagokká válnak. Az eddigi olefinalapú gyártás helyett a jövőben biotermék lesz az etil-alkohol, glicerin, hidroximetilfurfural, tejsav, propilén-glikol és más fontos intermedierek a jelenlegi petrokémiai alapú (olefin és aromások) helyett. A glicerin előállítása zsiradékokból, az alkoholgyártás keményítőtől már realitás, de a glicerin-alapú akrolein, vagy a cukoralapú propilén-glikol és tejsav még csak fejlesztési stádiumban vannak.

A fehér biotechnológia térnyerése

Fehér biotechnológiának a természetes biológiai folyamatok vegyipari célú felhasználását nevezik. Ehhez a természetben található mikroorganizmusok folyamatait géntechnológia segítségével „feljavítják”, hatáskörét növelik (bővebb információ a www.europabio.org honlapon). A növekedés bővülésének alapja, hogy a biotechnológia ma már képes alternatív eljárást adni a hagyományos vegyipari eljárásokhoz. Erre példa a B₂-vitamin előállítása. A D-ribózból kiinduló többlépcsős kémiai eljárásban a kihozatal 60%, míg a biotechnológiai eljárásnak a gyártási költsége csak a fele a kémiai eljárásnak, 36%-kal kevesebb hulladék keletkezik, és az energiafelhasználás is csökken 25%-kal. Sok esetben az átállás hagyományos kémiai szintézisről biotechnológiára jelentősen csökkenti az erőforrások felhasználását és a környezeti terhelést, jelentős munka- és költségigényű tisztítóberendezés nélkül is.

Ez a példa azt bizonyítja, hogy a biotermelésre való áttérés hajtómotorja a kisebb költség és a könnyebb kezelhetőség. A hagyományos többlépcsős szintézis lecserélése a vitaminok és antibiotikumok gyártási folyamatában a gyártási költségek és a környezeti terhelés csökkentésével növeli a biotechnológia elfogadottságát.

A 2005 nyarán tartott DECHEMA fórum megerősítette, hogy a fehér biotechnológia növekszik napjainkban. A fórum azonban kis kétséget hagyott a résztvevőkben,

hogy a fehér biotechnológia valóban rendelkezik-e gazdasági előnyökön alapuló elegendő növekedési lehetőséggel.

A szakértők remélik, hogy a fehér biotechnológia fontos szerepet fog betölteni a nagy tömegű vegyi anyagok gyártásában, és a biokatalizátorok felhasználása is növekedni fog. Az 500 m³-es (vagy nagyobb) bioreaktorokat elterjedten használják olyan nagy mennyiségben gyártott anyagok előállítására, mint az illatfokozók vagy az élelmiszer-adalékok (pl. L-glutamát, L-lizin). Nagy térfogatú reaktorokban gyártják az antibiotikumokat, vitaminokat, citromsavat és tejsavat.

A biotermelés különleges igényeket jelent a folyamat-tervezés számára. A termékek feldolgozása, a nagy térfogatok kezelése, a steril körülmények biztosítása és a különleges biztonsági előírások a biotechnológiai tervezés alapvető tényezői, és ezeket integrálni kell a teljes termelési folyamatba.

Trendek, amiket a szállítók akarnak látni

A VDMA által vezetett kutatás eredményeként elkészült „Trendek a gyártás technológiában 2004–2008” tanulmány rávilágított az újonnan kialakuló mérnöki stratégiákra. Egyetemi kutatók és berendezésgyártók válaszoltak a technológiai berendezésekre vonatkozó kérdésekre.

A tanulmány feltárta, hogy az automatizálás szerepe tovább fog növekedni. A gyártóknak fel kell készülniük, hogy a berendezések és a szerelvények fel legyenek készítve az automatizálásra. A fieldbus rendszerek sokfélesége, amelyeket a gyártók beépítenek a berendezésekbe, inkább növekedni látszik, mintsem csökkenni a közeljövőben.

A szállítóknak figyelniük kell a nanotechnológia, a membránok, az érzékelők és a műszerek fejlesztési eredményeire. Az egyetemek és a gyártó cégek szakértői egyetértenek abban, hogy a technológiai berendezések fejlődése ezeken a területeken fog alapulni.

A szilárd anyagok kezeléséhez szükséges berendezések növekvő piaca kedvező lehetőség a technológiai berendezések gyártóinak. Az olajárak folyamatos emelkedése miatt a megújuló energiaforrások és a másodlagos tüzelőanyagok fejlesztése gyorsan növekszik. Emellett az energiacellák előállítása is kétségkívül jelentős piaci és fejlesztési lehetőséget kínál. A környezetvédelmi szabályok várható szigorodását (pl. zajvédelem, porkibocsátás, légszennyezés), az energiafelhasználás hatékonyságának növelését, a berendezések gyártóinak már a fejlesztés stádiumában szem előtt kell tartania.

A termékekkel kapcsolatos „hagyományos” tevékenységek, mint a pótalkatrész-szállítás, javítás, felújítás és helyszíni szerviz fontossága nem csökken. Ellenben új szolgáltatások terjednek, a távszolgáltatás és a távdiagnosztika, ami segíti a gyártókat a költségek csökkentésében.

A tanulmány arra is rámutatott, hogy a gépeket gyártó vállalatoknál hiány mutatkozik nedvesség-érzékelőkből és bizonyos mechanikai jellemzők (pl. rezgés és nyomás) érzékelőiből. A jelenlegi érzékelők fejlesztése során javítani kell az önellenőrző képességet, csökkenteni a méretet

és növelni a teherbírást; a kifejlesztett új érzékelők alkalmazásának tervezése bővülő mérnöki feladatot jelent.

Előre a digitális üzemek felé

A szimuláció azt jelenti, hogy elkészítjük az alapvető fizikai és kémiai elvek felhasználásával a termelőfolyamat matematikai modelljét. Matematikai modell írja le a reakciókat, a keverést, az anyag- és hőátadást a reaktorokban, valamint a belépő és kilépő áramok előkészítő és feldolgozó lépéseit.

A szimuláció folyamatosan fejlődik. A modern szimulációs szoftverekben a felhasználó közvetlenül beírhatja a reakció egyenletét, mintha papírra írná. A program állítja elő a kinetikai egyenletet, az anyag-, momentum- és hőmérleget. A szoftver számítja ki a reakcióelegyek és termékek termodinamikai és transzport tulajdonságait is. Az eredmények felhasználhatók a tervezés következő fázisaiban. Minden mérnöki tevékenységben az időfaktor rendkívül fontos tényező, mert közvetlenül befolyásolja a beruházás megtérülését. A tervezés egyes részfolyamatait párhuzamosan kell végezni, a különböző szakterületeket összehangolva. A számítógépes rendszerek, mint tervező eszközök, folyamatosan fejlődnek és közel állnak ahhoz, hogy felöleljék a teljes tervezési folyamatot. A szimulációs szoftverek és háromdimenziós tervezőprogramok minősége ösztönzést ad a „digitális üzem” koncepciójának megvalósítására. Az elv az, hogy állítsuk elő az üzem háromdimenziós működő matematikai modelljét. Az előnyök nyilvánvalóak. A mérnökök ezt a modellt felhasználhatják az üzem kipróbálására, optimalizálására, mielőtt az fizikailag is megépülne. Az üzemeket sokkal gyorsabban meg lehetne építeni, mint azelőtt, és a termék hamarabb kerülhetne a piacra, ami hatalmas előnyt jelentene.

A „digitális üzem” több mint koncepció. Napjainkban válik elfogadott megoldássá a gépjárműiparban, ahol a termékfejlesztés, -tervezés és -gyártás folyamatában alkalmazzzák. Néhány kiegészítéssel más iparágak részére is ajánlják ezeket az integrált rendszereket. A számítógépeket a tervezés során gyakran használják a folyamatok, illetve gyártmányok gyenge pontjainak megkeresésére és megszüntetésére. A mérnökök ezeket az eszközöket a folyamatok elemzésére és néha felgyorsítására is használják. A tervezők a szimulátorokkal elkészíthetik a rendszert, az egyes gépeket, a termelési folyamat lépéseinek és a logisztikai műveleteknek a modelljét, majd elvégezhetik a szükséges módosításokat.

Néhány újdonság a kiállításról

A Honeywell (Morristown, NJ 07962, USA, www.honeywell.com) 2004-ben megállapodott az Aspentech-kel, hogy az ismert szimulátor programját, a HYSYS-t integrálhatja a saját fejlesztésű üzemi rendszereibe. Az Achema-n bemutatott UniSim Design Suite R360, a kapott program kiegészítésével és a Honeywell programjaihoz illesztésével kiváló segédeszköz az üzemirányításhoz. Alapvetően szimulátorprogram (időben állandó és változó folyamatok

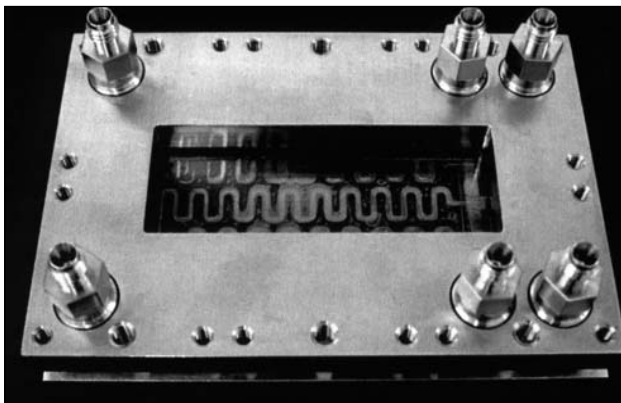
modellezésére), amely üzemtervezésre, az irányított folyamat folyamatos ellenőrzésére, hibaelhárításra, a folyamat fejlesztésére, pénzügyi tervezésre használható. Az Aspen OTS (Operation Training Simulator: Üzemeltetési Oktató Szimulátor) a Honeywell ShadowPlant rendszerrel a folyamatirányító számítógépek kezelőinek valósághű képzését teszi lehetővé. Ezekkel a kiegészítésekkel az Experion Process Knowledge System (PKS Folyamat Megismerési Rendszer) valóban a technológiai folyamatok digitális felügyeletét, optimalizálását, és a gazdasági környezet változásaira való gyors reagálást teszi lehetővé. A rendszer nem csak a Honeywell műszereivel és számítógépeivel tud adatokat cserélni, de integrálható más gyártók folyamatirányító rendszereivel (Invensys, Siemens, Yokogawa, Emerson, ABB) is.

A Honeywell leányvállalata, a UOP (Des Plaines, IL 60017, USA, www.uop.com) különleges távszolgáltatást mutatott be. A Katalizátor Működés Ellenőrzés (Catalyst Performance Monitoring CPM) rendszer a UOP által szállított üzemek katalizátorának vagy adszorbensének hatékonyságát ellenőrzi, és jelzi a csere várható idejét, illetve segít optimalizálni az üzemi költségeket (az alapanyag szennyezettségének növekedése csökkenti a katalizátor élettartamot, de olcsóbb az előállítás). Az üzemirányító számítógép által gyűjtött üzemeltetési adatokat biztonságos internet elérésen keresztül a UOP adatfeldolgozó központjába és szakértőikhez küldik. Az adatgyűjtéshez nincs szükség az üzemi szakemberek munkájára. Az adatok feldolgozása és értékelése a UOP-nál történik. A számítások eredményeként elküldik az üzemnek a katalizátor várható élettartamát, illetve a csere várható időpontját. Az üzemben a számítások eredményét biztonságos internet elérésen keresztül tekinthetik meg. Az üzemi szakemberek ennek ismeretében tervezhetik az üzemi paramétereket, és a UOP szakembereivel egyeztetve módosíthatják azokat. Az első rendszereket UOP technológiával működő Parex és Unicracking üzemekben próbálták ki jó eredménnyel.

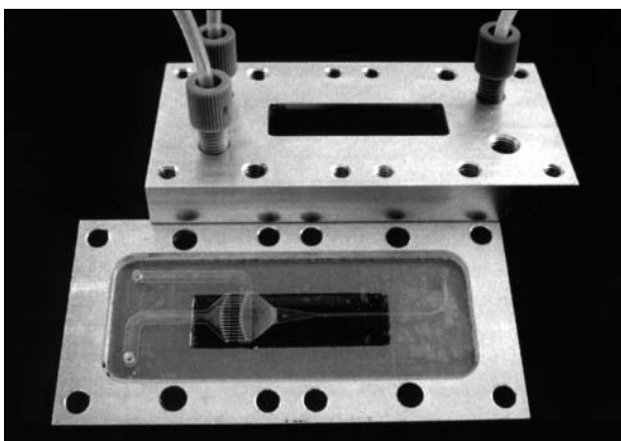
Az Innotec GmbH (D-58332 Schwelm, Németország, www.innotec.de) a COMOS nevű tervezői programrendszerét mutatta be. A piacon háromféle tervezői program található. A dokumentum-orientált rendszerek voltak az elsők. Ilyen például az Autocad, a Microstation, az ElectroCAD. Ezek a programok lényegében elektronikus rajztáblák, melyek a beépített adatbázisok segítségével nagymértékben gyorsítják a munkát. Hátrányuk, hogy csak egyirányú adatmozgás lehetséges a projekt és a rajzi megjelenés között. Ezért a tervezőknek kell gondoskodniuk arról, hogy az egyik dokumentumon végrehajtott módosítás minden terven megjelenjen. A fejlettebbek az adatbázis-orientált rendszerek. Ezekben az egyes modulok egy közös adatbázison keresztül kölcsönös kapcsolatban állnak egymással. Az egyszerűbb csőtervező programok tartoznak ebbe a csoportba. Előnyük, hogy például az elkészült izometria és a csőkapcsolási terv kölcsönös kapcsolatban áll egymással, valamint az anyagjegyzékkel. Hátránya, hogy az adatbázis felépítése nagyon munkaigényes, és nehéz kiépíteni a kapcsolatot a társtervező rendszerekkel (pl., hogy a műszeres applikáció a csőtervben automati-

kus legyen). A tervezés teljes körű átfogására ez a rendszer nem alkalmas. A legfejlettebb program az objektum-orientált rendszer. A kilencvenes évek elején kezdték fejleszteni, de jelenleg is folyik a fejlesztésük. Az alapelve egyszerű: a tervezés alapegysége a fizikai egység, például szivattyú. A szivattyú, mint tervezési „objektum” tartalmazza a kiválasztott típus körvonalrajzát, csomkjainak méretét és elhelyezkedését, az alapkeretet, elektromos csatlakozását és fogyasztását, a beépített érzékelőket és azok csatlakozásait stb. Tartalmazza az objektumhoz tartozó szimbólumokat is (pl. hőmérséklet-érzékelő jelképe a folyamatábrán, a csőkapcsolási terven, a loop diagramokon). A rendszer egységesen kezeli valamennyi tervezési irány adatigényt. Az összes adat az esetleges módosításokkal együtt az összes társtervező részére azonnal elérhető. A COMOS képes kommunikálni a folyamat-szimulátorokkal (pl. AspenONE, HYSYS) és saját moduljai részére átvenni a programok által generált adatlapokat. A FEED (Front End Engineering & Design, magyarul talán előkészítő tervezésnek lehetne nevezni) csomagmoduljai az adatlap alapján megbecsülik a berendezések fizikai méreteit és tömegét, segítségével a tervező előzetes elrendezést készíthet, és ezek alapján a költségbecsléshez fizikai paramétereket számít. Alkalmazásával vállalkozói ajánlat készíthető, amely előzetes folyamatábrát, nagyvonalú térbeli és alaprajzi elrendezést, $\pm 25\%$ -os költségbecslést tartalmaz. A megrendelés elnyerése esetén természetesen valamennyi adat tovább használható, semmit sem kell újra megadni. A COMOS rendszer alkalmas a létesítmények teljes életciklusának menedzselésére is, beleértve a teljes pénzügyi ellenőrzést, további modulok megvásárlásával.

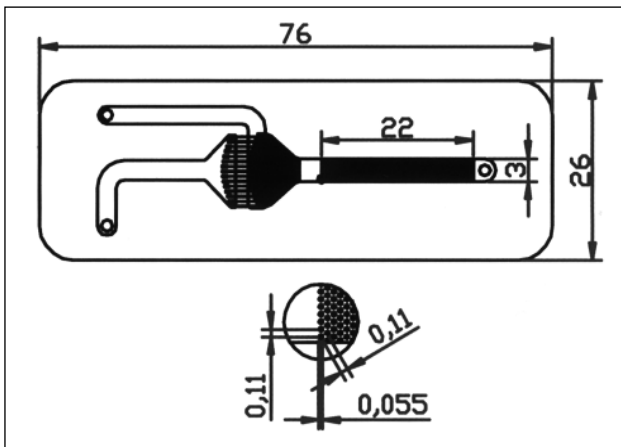
A Microglas Chemtech GmbH (D-55129 Mainz, Németország, www.microglas.com) mikrotechnológiai egységeket mutatott be. Az egységeket Foturan üvegből fotolitográfiai technológiával készítik, de elkezdték a közvetlen 3D lézermegmunkálást is alkalmazni. Természetesen a „durva” megmunkálás hagyományos módon (marás, csiszolás, polírozás, fűrészelés stb.) is történhet. A jelenleg gyártott elemek: T-keverő, multilamináris keverők integrált hőcserélővel vagy hőcserélő nélkül, ellenáramú lemezes mikrohőcserélő, esőfilmes mikroreaktor, ciklon, és az egységekből készre szerelt kísérleti reaktorrendszerek. Az 1. ábrán a multilamináris keverővel egybeépített reaktor fényképe látható. A keret külső mérete 135 mm x 90 mm x 25 mm. A reakciókamra 0,5 mm magas, 2,0 mm széles és 1,0 m hosszú. Két bar nyomásesés mellett kb. 2,6 l/h víz táplálható be, az integrált hőcserélő felülete 1 100 mm². A 2. ábrán az erősen eltérő sűrűségű anyagok keverésére szolgáló statikus mixer látható (2/a ábra: a mixer fényképe, 2/b ábra: méretezett rajz). A keverőrészen 15 000 mikrométerű üvegoszlop található. A reakciócsatorna hossza 25 mm. Ha a tartózkodási idő kevés, hőcserélővel integrált 1,10 m hosszú reaktoregység csatlakozható hozzá. A berendezéseket kiegészíti a betáplálási áramok ellenőrző blokkja, amely a közeg hőmérsékletét és nyomását méri, biztonsági szelepet és visszacsapó szelepet is tartalmaz. A 3. ábrán a működő mikroreaktor (mikroSyn) berendezés látható.



1. ábra. Multilamináris keverővel egybeépített reaktor



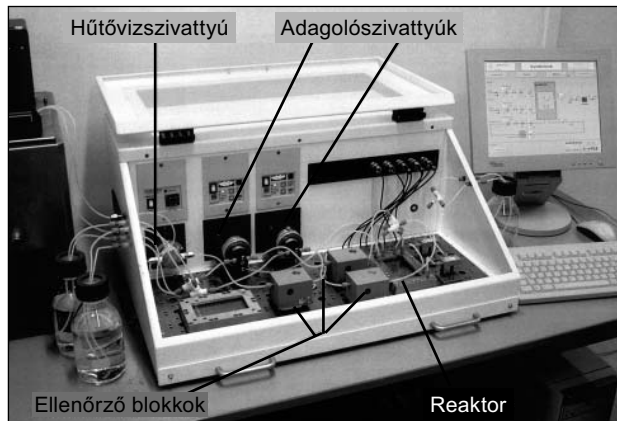
2/a ábra. Statikus mixer



2/b ábra. Statikus mixer vázlata

A temperáló közeg hőmérséklete $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ és $+120\text{ }^{\circ}\text{C}$ között lehet. A belépő áramokat kerámiaszivattyúk adagolják, a folyadékok mennyisége $0,1$ és 560 ml/perc között szabályozható. A rendszert Siemens SIMATIC S7-300 vezérli és gyűjti az adatokat. A reakció ellenőrzésére infravörös spektrométer is integrálható a rendszerbe.

Az NNE A/S (DK-2860 Soeborg, Dánia, www.nne.biz) biotechnológiai üzemek moduláris tervezését mutatta be. Az üzemek újrahasznosítható flexibilis egységekből állnak. A moduláris tervezés a termelési folyamat logikáját alkalmazza a megvalósítás és üzembehelyezés sorrendjére. Az így tervezett üzemek jól kezelhetők, és könnyen



3. ábra. Összeszerelt mikroreaktor elrendezése

módosíthatók az igények változása szerint. Zöldmezős gyógyszer- és biotechnológiai üzemek esetében további előny, hogy a megvalósítás idejét jelentős mértékben lerövidíti a moduláris tervezés. Az NNE egy új üzem megvalósítását $12-18$ hónap alatt vállalja, ami lehetővé teszi, hogy a beruházási programot a vezetés az eddiginél későbbi időpontban véglegesítse.

A CSB-System AG (D-52511, Gelsenkirchen, www.csb-system.com) a veszélyes anyagok előírásoknak megfelelő kezelését segítő programrendszert mutatott be. A vegyipari cégek részére fejlesztett integrált vállalatirányítási rendszer tartalmazza a szokásos elemeken felül a veszélyes anyagokra vonatkozó EC és ADR előírásoknak megfelelő adatlapok, címkék, kezelési utasítások automatikus készítését, valamint a termeléshez kapcsolódó gyártási és minőségbiztosítási irányítási rendszert. A gyártási adagok követhetősége, a termékek minősége és a veszélyes anyagok kezelése, valamint a biztonsági adatlapok készítése minden vegyipari vállalat legfontosabb feladata. A CSB ehhez egy integrált papír nélküli rendszert kínál. A receptúrák és a komponensek biztonsági adatlapjai alapján automatikusan generálja a termék adatlapjának főbb elemeit, lehetővé téve a nem számítható tulajdonságok (pl. elegy lobbanáspont) kézi bevitelét. A biztonsági adatlapok adatai alapján előkészíti az ADR előírásoknak megfelelő okmányokat és jelöléseket. Figyelmezteti a kezelőt, ha az adott anyag csomagolása vagy mennyisége az ADR előírásokkal ellentétes.

ÖSSZEFOGLALÁS

Vigh László: Mérnöki tevékenység

A szerző a szakértői elemzések, a konferencián elhangzottak, valamint a kiállított újdonságok alapján mutatja be, hogy a vegyiparban hogyan változik a teljes életciklust felelő mérnöki tevékenység a közeljövőben.

[Magy. Kém. Lapja, 62, 119 (2007)]

SUMMARY

L. Vigh: Engineering

On the basis of the revealed trends, presentations of DECHEMA conference and news of the exhibition the author shows the trends of engineering in the near future.

Környezetbarát motorolajok V. Motorolajok korszerű adalékai

BALADINCZ JENŐ***
NEMESNYIK ÁKOS***
BARTHA LÁSZLÓ*
SÁGI RICHÁRD*
HANCSÓK JENŐ*

1. táblázat

Diesel motorolajok teljesítményszint-növelő adalékolásának alakulása

Teljesítményszint	Bevezetés éve	Adalék, %
API CB	1948	2
API CC/(SC-SF)	1960	3–3,8
API CD	1955	4,5
ACEA E2	1996	7,5–9
ACEA E3	1996	10–12
ACEA E5	1999	12–15
ACEA E7	2004	14–16
ACEA E4/E7, MB 228.5	2004	19–20
ACEA E4/E6 low SAPS	2004	>20

Előző négy közleményünkben összefoglaltuk a környezetbarát motorolajok gyártásához szükséges kőolajeredetű és más nyersanyagforrásokból (pl. földgáz, biomassza) származó alapolajok előállításának lehetőségeit, a nyert termékek főbb analitikai és alkalmazástechnikai jellemzőit, és megadtuk azok kritikai értékelő összehasonlítását [1–4]. Jelen összeállításunkban a korszerű motorolajok gyártásához szükséges adalékok alkalmazásának jelentőségét, szükségességét, csoportosítási lehetőségeit és főbb képviselőik közül a folyásjavítókat, továbbá a teljesítményszint-növelők közül a diszpergensek nagy családját mutatjuk be. A többi adalék hatásmechanizmusát, főbb képviselőiket és az adalékcsoomagokat („package”-eket) külön közleményben tárgyaljuk.

A motorolaj adalékok felhasználása ellentétes hatások, mint pl. a gépjármű-állomány, az adalékolási szint (1. táblázat), vagy az olajcsere periódus állandó növekedése és az olajtöltet térfogatcsökkenése eredőjeként alakult ki.

A korszerű motorolajok szükségessége, jelentősége

A korszerű, nagy teljesítményszintű és környezetbarát motorolajokkal, mint a motor „folyékony szerkezeti elemeivel” szemben számos követelményt támasztanak, illetőleg ezeknek nagyszámú feladatot kell ellátniuk. Ezek a következők [5]:

- a súrlódás jelentős mértékű csökkentése az egymáson elmozduló alkatrészek között (hozzájárulás a kisebb motorhajtóanyag-fogyasztáshoz, így a kisebb általános emisszióhoz, energiaforrásokkal való takarékosághoz, kisebb felhasználási költségekhez),
- a felületek kopásának minimalizálása (hosszú motorélettartam),
- a berágódás megakadályozása,
- terheléssel járó kenőfilm biztosítása,
- a korrózió elleni védelem biztosítása,
- a keletkező hő (égés, súrlódás) meghatározott részének elvezetése a súrlódó rendszerből,

- tömítő hatás biztosítása (pl. hengerfal és dugattyú között),
- savas jellegű vegyületek semlegesítése,
- széles hőmérséklet-tartományban való alkalmazhatóság (nagy viszkozitásiindex, alacsony folyáspont),
- a motor belső részének tisztítása és tisztántartása,
- hosszú idejű, állandó szintű kenőhatás (pl. nagy hő- és oxidációs stabilitás),
- összeférhetőség szerkezeti anyagokkal (pl. tömítésekkel),
- kedvező bekerülési költség,
- a lehető legkisebb mértékű hozzájárulás a kipufogógáz károsanyag-tartalmához,
- minél nagyobb mértékű biolebbonthatóság,
- újrafeldolgozhatóság stb.

A motorolajokkal szembeni főbb követelmények közül kb. öt éve fogalmazódott meg először a kipufogógázok károsanyag-tartalmához való egyre kisebb mértékű hozzájárulás igénye. A dugattyú és a hengerfal között, a legkorszerűbb motorok esetén is, nagyon kis mennyiségű motorolaj kerülhet az égéstérbe. Ennek elégekor káros anyagok, pl. kén-oxidok, fém- és foszforszármazékok keletkeznek, amelyek a kipufogógázokkal a szabadba távoznak. Ennek szabályozására a motorolajok szulfát-

* Pannon Egyetem, Ásványolaj- és Széntechnológiai Tanszék, Veszprém
** Mol Rt., Százhalombatta
*** Mol-Lub Kft., Komárom

Személygépjárművek motorolajainak újabb követelményei

Motorolajok osztályozása (szulfáthamu, foszfor- és kéntartalom alapján, SAPS)	Szulfáthamu legfeljebb, %	Foszfortartalom legfeljebb, %	Kéntartalom legfeljebb, %
Kis (Ford)	0,5	0,05	0,2
Közepes (Mercedes Benz)	0,8	0,07–0,08	0,2
Általános	kb.1,2	kb. 0,1	kb. 0,5

Nehéz Diesel-motorok kenőolajainak szulfáthamu-, foszfor- és kéntartalom-előírásai néhány aktuális motorolaj minőségi kategória esetében

Jellemzők	Követelmények			
	API CI-4	ACEA E6	JASO DH-2	ILSAC GF-4
Szulfáthamu legfeljebb, %	1,00	1,00	1,00	–
Foszfortartalom legfeljebb, %	0,12	0,08	0,12	0,08
Kéntartalom legfeljebb, %	0,40	0,30	0,50	0,70
Noack-illékonyosság legfeljebb, %	13,00	13,00	18,00	–

Személygépjárművek ACEA C (katalizátorbarát) teljesítményszintjeinek előírásai

Jellemzők	Kis SAPS	Közepes SAPS	
	C1 (A5/B5 alapján)	C2 (A5/B5 alapján)	C3 (MB229.31 alapján)
Szulfáthamu legfeljebb, %	0,50	0,80	0,80
Foszfortartalom legfeljebb, %	0,05	0,07–0,09	0,07–0,09
Kéntartalom legfeljebb, %	0,20	0,30	0,30
Noack-illékonyosság legfeljebb, %	13,00	13,00	13,00
HTHSV legalább, mPas	2,90	2,90	3,50

SAPS: szulfáthamu-, foszfor- és kéntartalom

HTHSV: nagy hőmérsékleten és nagy nyírási gradiensnél mért viszkozitás

Motorolaj-adalékok felhasználása Európában (1997)

Adalék	Motorolajban, 10 ³ t/év		Összesen
	személygépjármű	hasznongépjármű	
Detergens-diszpergens			
hamumentesek	60	60	120
fémmentesek	30	50	80
Súrlódás- és kopáscsökkentők	15	20	35
Oxidációgátlók	10	25	35
Viszkozitásiindex-növelők	70	60	130
Összesen, 10 ³ t/év	185	215	400
Érték, 10 ⁶ £			400

hamu (fém-tartalom)-, kén- és foszfortartalmát igyekeznek korlátozni mind a könnyű-, mind a nehézgépjárművek esetén (2., 3. és 4. táblázat) [6–8]. Erre nemcsak a közvetlen emisszió csökkentése miatt van szükség, hanem a kipufogógáz utóátalakító katalizátor-rendszerek aktivitásának és a részecskeszűrők hatékonyságának megőrzése miatt is. Ugyanis a foszforvegyületek mérgezik a háromfunkciós, az oxidáló és szelektív katalitikus redukcióval működő katalizátorokat, a kénvegyületek a különböző katalizátorok oxidáló komponenseit (pl. Pt, Pd), az NO_x csapdákat (pl. BaSO₄ keletkezése), továbbá csökkentik a háromfunkciós katalizátorok élettartamát és hozzájárulnak idő előtti bomlásukhoz, míg a fémvegyületek eltömik a részecskeszűrőket.

Az említett motorolaj-összetevők részben az alapolajokból (pl. kénvegyületek), részben pedig a motorolaj adalékokból (fém-, foszfor- és kéntartalmú vegyületek) származnak.

Motorolaj-adalékok

Az előzőekben már említettük, hogy a korszerű motorolajok kiváló minőségű alapolaj(ok) és nagy hatékonyságú adalékok elegyei. A motorolaj-adalékokra azért van szükség, mert az alapolajok az alkalmazás körülményei között nem tudják kielégíteni a kenési helyek által támasztott követelményeket. Az adalékok olyan anyagok (vegyületek), amelyeket az alapolaj(ok)ban általában kis mennyiségben feloldva a kenőolaj-felhasználás szempontjából lényeges tulajdonságait javítják, és/vagy új tulajdonságok kialakulását teszik lehetővé (új tulajdonságokat kölcsönöznek a végterméknek), továbbá megakadályozzák, illetőleg csökkentik a motorolajok különböző bomlási folyamatait. A mobilitás (szállítás), gyors fejlődése miatt egyre szigorúbb követelményeknek megfelelő motorolajokat igényel. Az ilyen termékeket gazdaságosan csak hatékony adalékok alkalmazásával lehet előállítani. Ezért a motorolaj-adalékok jelentősége egyre nagyobb lett. Felhasznált mennyiségük alakulását az 5. táblázatban adtuk meg [5].

A motorolajokat felhasználás alatt sokféle belső és külső hatás éri, a közel állandó minőségének biztosításához

– többek között – ezért van szükség adalékok alkalmazására is. Ezek – a teljesség igénye nélkül – a következők: szélsőséges hőmérsékletek (pl. $-30...+300^{\circ}\text{C}$), nyomás, mechanikai nyíróhatás, korom, oxidációs és bomlástermékek, motorhajtóanyag komponensek, égéstermékek (SO_2 , SO_3 , NO_x , savak stb.), víz, kopadékok, egyéb kémiai anyagok (pl. klór, savak, lúgok).

A motorolajok fizikai-kémiai és alkalmazástechnikai tulajdonságai a felhasználás során a felsorolt hatások következtében folyamatosan kedvezőtlen irányba változnak meg. Ezeket a folyamatokat kell az adalékoknak lassítani, illetőleg megakadályozniuk.

A motorolaj-adalékok előzőekben általánosan megfogalmazott alkalmazási szükségességét részletesen kifejtve, a főbb konkrét okok, és így az adalékok fontosabb funkciói a következők [5]:

- sűrűlőcsökkentés (statikus és dinamikus sűrűlőcsökkenés),
- kopáscsökkentés,
- kenőfilm-állandóság biztosítása,
- közel állandó viszkozitás biztosítása (hőmérséklet, viszkozitásiindex, nyomás, oxidáció, szennyeződés hatásának csökkentése),
- kishőmérsékleti tulajdonságok javítása,
- nagy hőmérsékleti tulajdonságok (hőstabilitás) javítása,
- oxidációs stabilitás növelése,
- korrózió elleni védelem (rozsdagátló és fémdezektiváló hatás),
- tisztaság fenntartása (tisztító- és tisztántartó hatás),
- hűtőhatás növelése,
- habzás csökkentése (habzási hajlam és habstabilitás csökkentése),
- összeférhetőség növelése
 - szerkezeti anyagokkal (pl. tömítésekkel),
 - más adalékokkal,
 - más kenőanyagokkal,
- szagcsökkentés,
- hozzájárulás a környezetvédelmi és humánbiológiai megfeleléshez (pl. kis fém-, foszfor- és kén tartalom, illetve az ezektől való mentesség).

Az előzők alapján egyértelműen megfogalmazhatóak a motorolaj-adalékokkal szemben támasztott főbb követelmények is:

- a kenőanyag alkalmazástechnikai jellemzőinek javítása anélkül, hogy hasznos tulajdonságait rontaná,
- jó oldhatóság az alapolajban,
- jó összeférhetőség más adalékokkal (például két adalék kölcsönhatásakor esetlegesen képződő reakciótermékeknek oldva kell maradniuk),
- megfelelő anyagi tulajdonságok (fizikai és kémiai stabilitás, kis illékonyosság, kedvező szín és szag stb.) a felhasználás igénybevételi (akár szélsőséges) körülményei között,
- nem lehet mérgező.

A kenőanyag adalékok általános közös jellemzői a következők [9]:

- túlnyomórészt szerves vegyületek, illetőleg azok származékai,
- olajoldható vegyületek,
- kevés a jól definiált szerkezetű egyedi vegyület,
- elsősorban egyedi vegyületek elegyei
 - a főkomponenseken kívül kevésbé hatékony kísérőtermékeket, nem káros hatású átalakulatlan alapanyagokat stb. tartalmaznak,
 - a polimer típusúak, vagy polimer csoportokat tartalmazók nem egységes vegyületek, konkrét szerkezeti- és összegképlettel nem jellemezhető molekulákból állnak, amelyek sajátos molekulatömeg-eloszlással és átlagos molekulatömeggel rendelkeznek,
- a fő hatáson kívül az egyes adalékok más kiegészítő hatással is rendelkezhetnek,
- széles alkalmazási koncentrációtartomány (jellemzően 0,01%-tól 15-20%-ig),
- nagyon értékes drága termékek (a motorolaj más komponenseihez képest),
- fejlesztésük és alkalmazástechnikai hatékonyságuk igazolása rendkívül költségigényes (néhány nagy adalékgyártó uralja a világpiacot: LUBRIZOL, INFINEUM, CHEVRON ORONITE, AFTON).

A motorolaj-adalékok osztályozása a hatások milyensége, azok száma (egy- és többfunkciós adalékok), fém-tartalmuk (hamutartalmúak vagy hamumentesek) stb. szerint lehetséges.

A motorolajok fontosabb adalékai – hatásai alapján – a következők [9]:

- folyásjavító adalékok: viszkozitás- és viszkozitásiindex-növelők és dermedéspont- (folyáspont)-csökkentők;
- teljesítményszint-növelők: detergens (beleértve a savsemelegesítőket), diszpergens, sűrűlőcsökkentők, kopáscsökkentők, oxidációgátlók, fémdezektivátorok, korróziógátlók, és habzásgátlók.

A motorolajok adalékainak ezen két fő csoportra való osztását az indokolja, hogy a folyásjavítókat és a teljesítményszint-növelőket külön-külön adják az alapolajhoz, továbbá az is, hogy a motorolajokat folyási tulajdonságaik (viszkozitásuk és (motorikus) hatásvizsgálataik eredményei szerint sorolják viszkozitási fokozatokba, illetve teljesítményszintekbe.

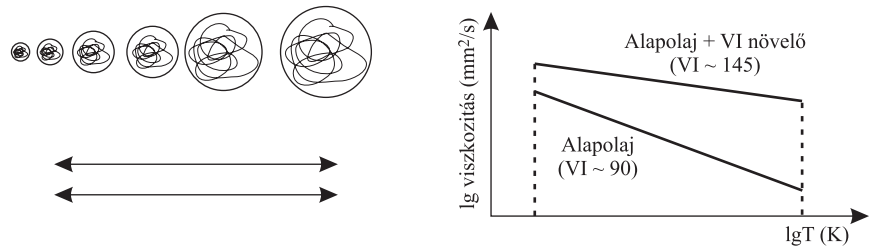
Folyásjavító adalékok

Viszkozitás- és viszkozitásiindex-növelő adalékok

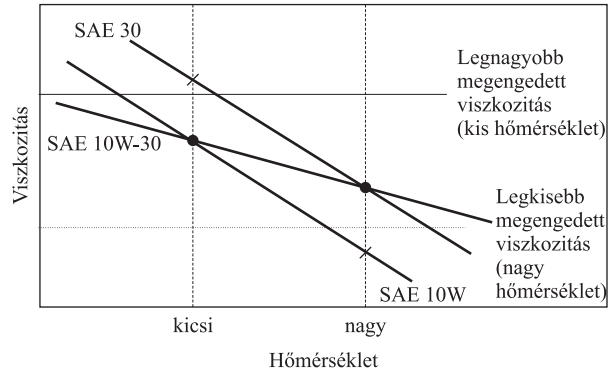
Ezek az adalékok alacsony hőmérsékleten csak kis-, míg magas hőmérsékleten nagymértékben növelik az alapolajok viszkozitását (*1. ábra*). Viszonylag kicsi a viszkozitás alacsony hőmérsékleten (hidegindíthatóság és szivattyúz-

hatóság -30°C -on) és megfelelően nagy magas hőmérsékleten (motorvédelem).

Kis hőmérsékleten a hosszú láncú polimermolekulák gombolyagokat képeznek, amelyek a folyást nem, vagy alig akadályozzák. Nagyobb hőmérsékleten a gombolyag kötegekké (szálakká) alakul a felgyorsuló molekulamazógás következtében, amelyek a folyékonyság ellen hatnak. Tehát a polimer oldhatósága („duzzadása”, gombolyagának fellazulása és felbomlása) nagyobb hőmérsékleten nagyobb, és ez akadályozza az alapolaj viszkozitás-csökkenését a hőmérséklet-emelkedés hatására. A fonalszerű molekulák a különböző lazaságú gombolyag, vagy spirális alakú molekulákhoz képest nagyobb viszkozitás-növekedést okoznak. E hatások (jelentős viszkozitásnövelés – „vastagító hatás” – nagy hőmérsékleten és minimális mértékű kis hőmérsékleten) kihasználása teszi lehetővé a többfokozatú (több viszkozitás tartományban alkalmazható) motorolajok előállítását (2. ábra) [10]. Az ilyen kenőolajok biztosítják a könnyű indíthatóságot (és kopásvédelmet) kis hőmérsékleten, és a megfelelő mértékű kenést (megfelelően nagy viszkozitást nagy hőmérsékleten).



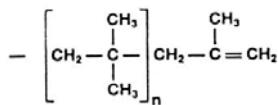
1. ábra. A viszkozitási indexet (VI) növelő adalékok hatásmechanizmusa és hatásuk az alapolaj viszkozitására



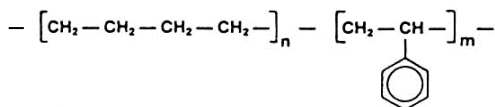
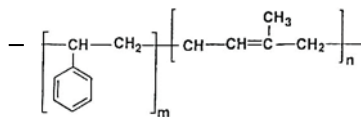
2. ábra. Egy- és többfokozatú motorolajok

Fontosabb képviselőik:

– poliizobutilének (PIB):

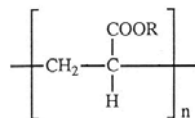


– sztírol-dién (butadién, izoprén) kopolimerek

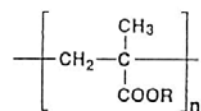


Például: sztírol-izoprén-blokk-polimer és hidrogénezett sztírol-butadién-blokk-polimer

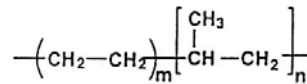
– poliakrilátok



– poli(alkilmetakrilátok)

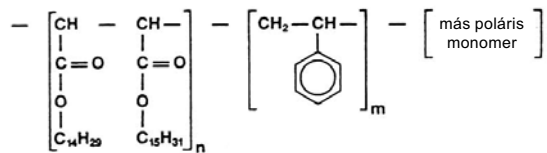


– olefin-kopolimerek



Például: etilén-propilén-kopolimer

– sztírol-észter-kopolimerek



k ca. 10 – 100
n + m ca. 100 – 1000

Ezek alkalmazási koncentrációja kb. 5-15%.

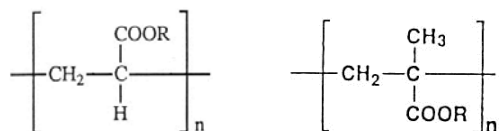
Dermedéspontot csökkentő és folyékonyságot növelő adalékok

A dermedéspontot (folyáspontot) csökkentő adalékok a kenőolajok felhasználhatósági hőmérsékletét csökkentik. Ezek az adalékok hamumentes szerves vegyületek, amelyek a paraffinos alapolajokban levő paraffinkristályokat körülveszik, és így megakadályozzák azok növekedését; ezáltal gátolják a paraffinkristályok kölcsönhatásának kialakulását, olajadszorbeáló és gélképző hajlamát, és így a viszkozitás túlzott növekedését. A hatásmechanizmus lehet egyszerű adszorpció a felületre (monomolekuláris réteg képzése a kezdetben kisméretű kristályokon) és/vagy a kristályszerkezetbe való beépülés. Mind a két esetben a teljes méretű kristályok képződését akadályozzák meg,

azaz megváltoztatják a kristályok morfológiáját, alakját és méretét. Olyan alakú (például gömb, szabálytalan mozgékony formák) és méretű kristályok keletkeznek, amelyek kedveznek az olaj viszonylagosan szabad áramlásának [9]. (A folyáspontjavítók nem akadályozzák meg a paraffinok kiválásának kezdetét, azaz a zavarosodáspontot és azok mennyiségét.)

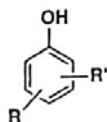
A folyásjavító adalékok fontosabb képviselői a következők:

- poliakrilátok, poli(alkilmetakrilát)ok (számátlagos molekulatömeg: 7 000-10 000)

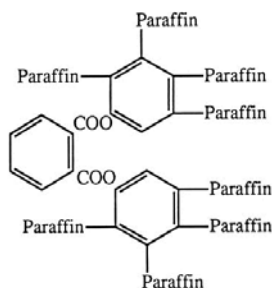


R: legalább 12 szénatomos alkilcsoport
Számátlagos molekulatömeg: 7 000–10 000

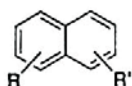
- Alkilfenolok



- Di(tetraalkilfenol)ftalát



- Alkilnaftalinok



Ezek általános alkalmazási koncentrációja kb. 0,1-1%.

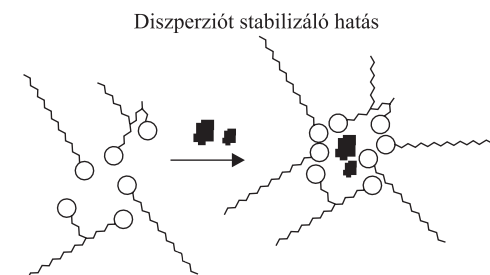
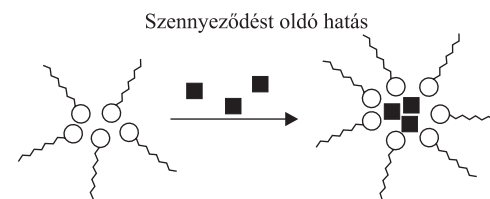
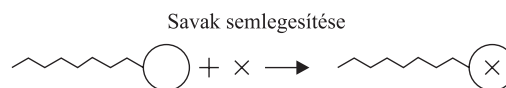
Teljesítményszint-növelő adalékok

A teljesítményszintet biztosító adalékokat általában egy „adaléckpackage” formájában adják az alapolajokhoz. Ezen adaléckcsomag jellemző összetétele a következő [9–11]: diszpergens: 40-50%, detergens: 15-28%, kopásgátló: 8-12%, sűrűlődmódosító: 1-2%, oxidációgátló: 5-15%, korróziógátló: 1-2%, tömítéseket duzzasztó adalékok: 0-0,5%, és hígítóolaj: 10-20%.

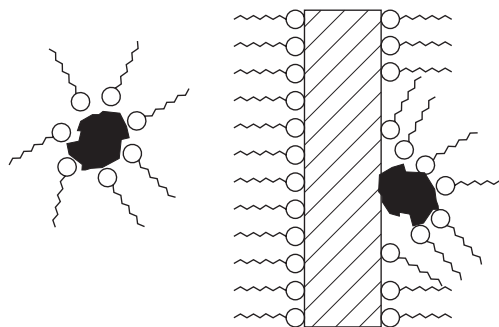
Ezek az adaléckcsomagok hatékonyság szempontjából kiegyensúlyozottak, így az utóadalékolás nem ajánlott.

Diszpergens adalékok

A hamumentes detergens-diszpergens (DD – tisztító és tisztántartó) adalékokat gyakran egyszerűen csak disz-



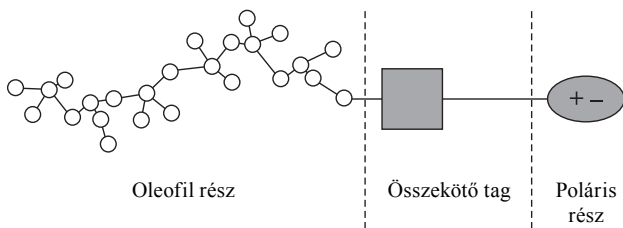
Lerakódást gátló hatás Szennyeződést lemosó hatás



3. ábra. A diszpergens adalékok fő hatásai

pergenseknek nevezik. Ezek az adalékok a motor üzemelése közben a motorolajba kerülő hajtóanyaggal és égéstermékével, valamint a motorolaj egyes komponenseiből összetett és bonyolult kémiai, mechanikai folyamatokban keletkező káros és részben olajoldhatatlan szennyeződésekkel (iszap, lakk stb.), illetőleg ezek kialakulásával szemben fejtik ki előnyös hatásukat [9–11].

A hamumentes DD-adalékok feladata a – semlegesítő (rozsdagátló) hatáson kívül – a korom (szénszerű részecskék) szuszpendálása (diszpergálása), a kolloid diszperzió stabilizálása, az agglomerálódás és kiülepedés megakadályozása, módosítása (a viszkozitásnövelés csökkentése), az iszapképződés (különösen a hidegiszap-képződés) megakadályozása, illetőleg annak diszpergálása, lerakódások képződésének csökkentése, iszap elővegyületek (prekursorok) oldása (oldóhatás), a vele kapcsolatba (érintkezésbe) kerülő motoralkatrészek tisztítása és tisztántartása (lerakódásgátló hatás) (3. ábra). (Hidegiszap: motorok forgattyúházában kis hőmérsékleten és kis terhelésnél keletkező lerakódások; pl. „stop and go” üzemben: főleg égéstermékéből és vízből állnak; idő előtti motorkopást és meghibásodást okoznak [5].)

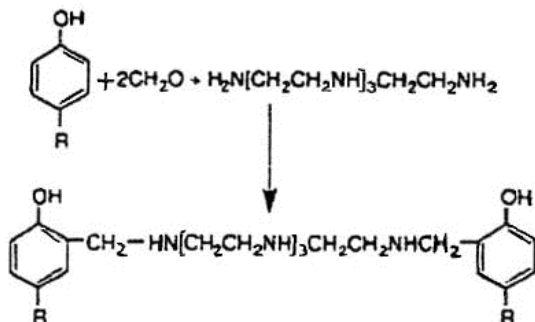


4. ábra. A diszpergens általános molekula-felépítése

A diszpergens hosszú olajoldható szénhidrogénláncból és poláris csoportból állnak, amelyeket egy összekötő egység kapcsol össze (4. ábra).

Az olajoldható apoláris rész valamilyen alkil-, polialkil-, polialkilén-csoport (főleg poliizobutilén (PIB), esetleg etilén-propilén-kopolimer); a poláris végcsoportot elsősorban poli(alkilén-amin)ok, poliokok, alkil-aminok stb. alkotják, míg az ezeket összekapcsoló egység elsősorban a maleinsav-anhidrid és a fenol. (Természetesen az említett vegyületek szerkezete a végtermékben kicsit módosul, például a maleinsav-anhidrid a poliolefinokkal reagálva már borostyánkősav-anhidridként funkcionál.)

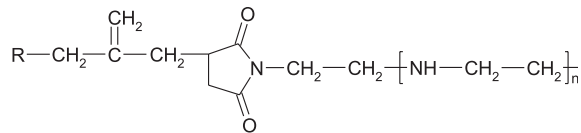
A hamumentes DD-adalékok legfontosabb típusai a poliizobutilén-borostyánkősav-anhidrid-imid és/vagy amid és/vagy észter származékai. Ezek átlagos molekulatömegükben, továbbá molekulaszerkezetükben lévő poliizobutilén (PIB)-láncok átlagos molekulatömegében, az egy molekulában lévő PIB-láncok és borostyánkősav-anhidrid-származék(ok) számában különböznek egymástól. Fontosabb képviselőik a kis átlagos molekulatömegű ($\bar{M}_n = 1\,300 - 6\,000$) poliizobutilén-borostyánkősav-imidek és/vagy amidok és/vagy észterek, és a nagy átlagos molekulatömegű ($\bar{M}_n = 6\,000 - 500\,000$) ún. poliszukcin-imidek (5. ábra) [12]. Ez utóbbiak viszkozitásindex-növelő kiegészítő hatással is rendelkeznek. Az említett valamennyi típus gyártására alkalmas üzemekkel rendelkezik a Mol-Lub Kft., amely a Pannon Egyetem Ásványolaj- és Széntechnológiai Intézeti Tanszékkal közösen kidolgozott szabadalmak alapján [12] előállított termékek döntő hányadát a nagy adalékgyártóknak exportálja.



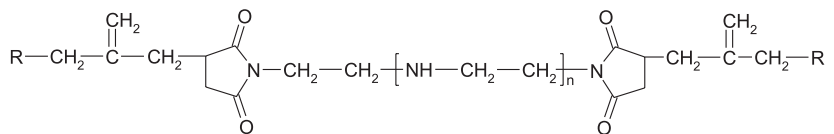
6. ábra. A Mannich-bázisok előállítása

A nagy molekulatömegű poliizobutilén – borostyánkősav-anhidrid-származékok módosításával (pl. molibdén, bór beépítésével) nagy polaritású, az acél/acél súrlódási határfelületeken kopás- és súrlódásgátló hatású, kemisorbeált felületi védőfilm képzésére alkalmas adalékokat lehet előállítani [13, 14].

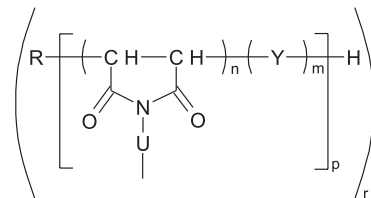
A hamumentes diszpergensnek második nagy csoportját a Mannich-bázisok alkotják. Ezeket nagy molekulatö-



Monoszukcin-imid szerkezete



Bisz(szukcin-imid) szerkezete

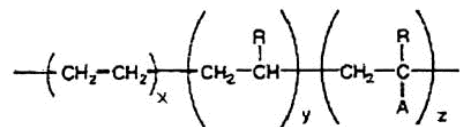


ahol: U = $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-(\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2)_x-\text{NH}_2$,
Y: alkilén lánc, m, n, p, r = > 1

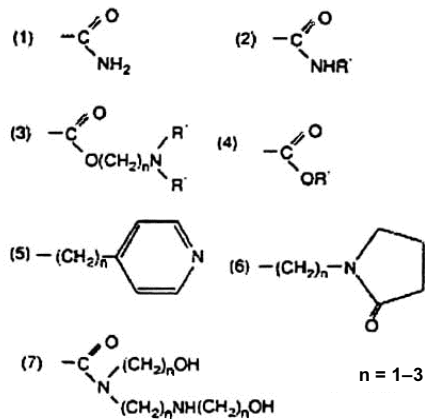
Lehetséges poli(szukcin-imid) szerkezet

5. ábra. Különböző PIB-szukcin-imidek és szerkezetük

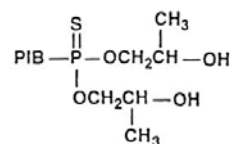
Módosított olefin-kopolimerek:



ahol R: H, 1-6 szénatomszámú alkil-, 4-6 szénatomszámú alkenil- vagy arilcsoport



Alkenil-foszonsav-származékok:



7. ábra. A polimer típusú diszpergens szerkezete

megű (600-2 000) alkilancot tartalmazó fenol, formaldehid és polialkilén-poliamid(ok) kondenzációs reakciójával állítják elő (6. ábra).

A polimer típusú diszpergens képezik a hamumentes DD-adalékok harmadik nagy csoportját. Ezek első sorban viszkozitásnövelők, de jelentős DD-hatással is rendelkeznek. Ilyenek például a nitrogéntartalmú poli(alkilmetakrilátok), a módosított olefin-kopolimerek, alkenil-foszfonsav-származékok (7. ábra). Bizonyos értelemben ide sorolhatóak a már említett poliszukcin-imidek is. A többfunkciós adalékok alkalmazásával csökkenteni lehet a motorolajok szükséges adaléktartalmát, ami jelentős költségmegtakarítást eredményezhet.

A hamumentes detergens-diszpergens adalékok az előzőekben tárgyalt hatásaikkal jelentős mértékben hozzájárulnak a motorolajok csereperiódusának növeléséhez. Ez nemcsak felhasználói költségmegtakarítást, hanem környezetvédelmi előnyt (pl. csökkenti a használtolaj mennyiségét és megsemmisítésének, újrafelhasználásának problémáját) és az energiaforrásokkal való takarékos-ságot is jelent.

IRODALOM

- [1] Baladincz J. – Hancsók J. – Magyar Sz. – Pölcsmann Gy.: Magy. Kém. Lapja, 61, 391–398 (2006).
- [2] Hancsók J. – Baladincz J. – Magyar Sz. – Pölcsmann Gy.: Magy. Kém. Lapja, 62, 9–14 (2007).
- [3] Baladincz J. – Nemesnyik Á. – Nagy G. – Hancsók J.: Magy. Kém. Lapja, 62, 56–61 (2007).
- [4] Pölcsmann Gy. – Baladincz J. – Nemesnyik Á. – Hancsók J.: Magy. Kém. Lapja, 62, 86–91 (2007).
- [5] Auer J. – Borsi Z. – Hancsók J. – Lakics L-né – Lenti M. – Nemesnyik Á. – Valasek I.: Tribológia 2., Kenőanyagok és vizsgálataik, Tribotechnik Kft., Budapest, (2003).
- [6] Canter, N.: Tribology and Lubrication Technology, 62 (9), 10–19 (2006).
- [7] INFINEUM Trends 2006, Szeminárium, Tihany, 2006. szeptember 21.
- [8] J. Hancsók – J. Auer – J. Baladincz – Z. Kocsis – L. Bartha – M. Bubálik – I. Molnár: Petroleum & Coal, 47 (2), 55–64 (2005).
- [9] L. R. Rudnick: Lubricant Additives, Chemistry and Applications, Marcel Dekker Inc., New York, (2003).
- [10] Bartz, W. J.: 14th & 15th International Colloquium Tribology, Proceedings (2004) és (2006).
- [11] Eachus, A.C.: Tribology and Lubrication Technology, 62(6), 38–44 (2006).
- [12] Mol Nyrt. (Mol-LUB Kft.) és Pannon Egyetem megvalósított szabadalmi (elmúlt 16 év): HU 206.390 (1991), HU 205.778 (1991), HU 211.439

(1993), EP 0658.572 A1 (Cl. C08F8/00) (1995), EP 0677.572 A1(1995), WO 95 28.460 (1995), HU 213.255 (1995), EP 0789.069 (1995).

- [13] Z. Kocsis – J. Baladincz – L. Bartha – J. Hancsók – R. Sági: Mo-containing Dispersant Additives for the Formulation of Low SAPS Engine Oils; 14th International Colloquium Tribology, Technische Akademie Esslingen, Esslingen, January 13–15, 2004, Proceedings Vol. III. 1555–1560 (2004).
- [14] R. Sági – L. Bartha – J. Baladincz – Á. Beck: Journal of Applied Mechanics and Engineering, 11(3), 507–513 (2006).

ÖSSZEFOGLALÁS

Baladincz Jenő – Nemesnyik Ákos – Bartha László – Sági Richárd – Hancsók Jenő: **Környezetbarát motorolajok V. Motorolajok korszerű adalékai**

A közleményben összefoglalják a korszerű motorolajgyártáshoz (energiatakarékos, hosszú csereperiódus, katalizátorbarát) elengedhetetlenül szükséges nagy hatékonyságú adalékokat, a velük szemben támasztott főbb minőségi követelményeket és fejlesztési tendenciákat. Részletesen tárgyalják a kipufogógáz utóátalakító rendszerek védelme miatt a motorolajoknál bevezetett kémiai korlátokat (kis szulfáthamu/fém-, foszfor- és kéntartalom). Ismertetik az alkalmazott motorolaj adalékok csoportosítási lehetőségeit, valamint részletesen tárgyalják a folyásjavítókat és a teljesítményszint-növelő adalékok közül a motorolajokban legnagyobb mennyiségben jelenlévő hamumentes diszpergens hatásmechanismusát és főbb típusait.

[Magy. Kém. Lapja, 62, 124 (2007)]

SUMMARY

J. Baladincz – Á. Nemesnyik – L. Bartha – R. Sági – J. Hancsók: **Environmentally-friendly Engine Oils V. Modern Engine Oil Additives**

The paper reviews the main requirements and development tendencies of high performance engine oil additives which are essential for the production of modern engine oils (fuel economy, long drain intervals and catalyst compatibility). Chemical limits for the exhaust gas after-treatment system compatibility (low sulphated ash, phosphorus and sulphur content) are particularly detailed. The possibilities of the categorization of the engine oil additives are discussed. The main types and action mechanisms of flow improvers and the ashless dispersants of performance packages, used in the highest amount in the engine oils, are discussed in depth.

Anekdoták, ipartörténeti szilánkok, érdekes vagy elfelejtett történetek a magyar vegyipar két évszázados történetéből

„Gyakorlati” vizsga Csűrös akadémikusnál

Az ötvenes évek elején egy reggel izgulva menten vizsgáznai Csűrös Zoltán professzor úrhoz. Az izgalmamnak két oka is volt, egyrészt szükségem volt arra, hogy jó érdemjegyet szerezzek, másrészt egy kiválóan felkészült évfolyamtársam volt az előttem vizsgázó, aki vegyipari technikumban érettségizett, én pedig csak gimnáziumi kémiát hoztam alapként magammal. Már a vizsgázó asztalánál ültem, amikor a professzor úrnak behozták (a ráncosdó homlokáról ítélve) egy kicsit megkésve a reggeli kávéját. A konfliktuskezeléshez kiválóan értő Csűrös homlokáról

eltűntek a ráncok és mosolyogva hozzánk fordult: „Kérnek maguk is? „i...i...igen, köszönjük” feleltünk egyszerre.

Kisvártatva megkapván a kávékat, az éltanuló a kávéjába betöltött egy kis tejet, majd cukrot tett bele, és kavargatni kezdte. A professzor egy ideig nézte, majd felhúzott szemöldökkel így szólt: „...ha megitta a kávéját maga is mehet, és akkor jöjjön vissza erre a tanszékre, ha megtanulta, hogy a cukor vizes oldatban jobban oldódik, mint emulzióban”. Majd rám nézett, aki éppen a tejet töltötte a kávéjába, „...maga is elmehet.” Mire én „...professzor úr, kérem, én mindig cukor nélkül iszom a kávé.” Ezzel a füllentéssel nyertem.

Beküldte: Pásztó Péter

Fekete Jenő György – Varga Tamás:
Környezetvédelem mérnököknek
Pécsi Tudományegyetem Pollack
Mihály Műszaki Kar. Pécs, 2006.

A szerzők célja a fenntartható fejlődés törekvéseinek és az Európai Unió elvárásai alapján a műszaki és környezetvédelmi, mellettük a gazdasági és társadalmi szempontok figyelembevételével a környezetvédelem területeinek ismertetése. Bemutatják a szennyezőket, ezek káros hatásainak veszélyeit, azok megelőzését, a feladatok megoldásának eljárásait, technológiáit. Hangsúlyozzák, hogy a környezetvédelem nem tekinthető kizárólag műszaki kategóriának, hanem sokkal szélesebb és átfogóbb értelemben társadalmi, politikai, gazdasági, sőt erkölcsi, etikai kategóriának is.

Az egyes fejezetek tárgyalják a környezetvédelem történetét, a környezetvédelmi és az ökológiai alapfogalmakat, a levegőtisztaságot, talaj-, vízminőségvédelmet, a csatornázást, a szennyvíztisztítást, a hulladékgazdálkodást, a zaj- és rezgésártalmak elleni védekezést. Ismertetik az egyes iparágak környezetszennyezését és védelmét, az élővilág (természet, táj) védelmét, a környezeti hatásvizsgálatot, a környezetvédelmi felülvizsgálatot, a hatásvizsgálat eljárásait és módszertanát, az egészséges környezethasználati engedélyezési eljárásokat.

A szerzők áttekintést adnak és értékelik a környezetvédelem hazai, egyes esetekben területi, helyi helyzetét is. Betekintést nyújtanak a környezetstratégiába, kellő figyelmet szentelnek az energiapolitika, energiaellátás kérdéseire, az energiatermelés környezeti hatásaira, az üvegházhatással összefüggő globális éghajlatváltozásra. Reálisan ítélik meg a megújuló energiaforrások szerepét.

Értekes, széleskörű, gondosan összeállított a könyv irodalomjegyzéke.

Szebényi Imre

*Horváth Imre – Ligetvári Ferenc –
Urbán László:*

A magyar környezetgazdálkodás története

Szerkesztette: *Ligetvári Ferenc*
Szent István Egyetem Kiadó,
Gödöllő, 2006.

A könyv nem ökológiai kérdések megválaszolására törekszik, hanem a történeti források és módszerek hasznosítására, az

emberi tevékenység környezeti hatásainak feltárását mutatja be. Megírásának közvetlen célja a „Magyar környezetgazdálkodástörténet” című tantárgy oktatásához írásos tananyag biztosítása. Olvasása érdeklődésre tarthat számot egyrészt az oktatók, egyetemi és főiskolai hallgatók, másrészt a kutatásfejlesztés területén dolgozók számára. A kiadvány elősegítheti a színvonalas, reális gondolkodás kialakulását és erősítését a környezetszennyezés és környezetvédelem területén. Érdeme, hogy jelentős, 646 hivatkozást tartalmazó szakirodalom ismertetésével mutatja be a magyar környezetgazdálkodás történetét, a múlt anyagi és szellemi örökségét a Kárpát-medencében a honfoglalástól napjainkig. Nemcsak a múlt történetét tárgyalja, hanem a fenntartható fejlődés napirendre kerülését és a harmadik évezredre szóló programokat is.

A kiadvány tárgyyszerűen, reálisan mutatja be a környezetvédelem jelenlegi hazai helyzetét. Ezt jelentősnek tartom lakosságunk helyes környezettudatának fejlesztésére, a sajnálatos módon, nem ritkán a közvéleményünk egy részében jelentkező téves, sokszor képtelen megnyilvánulások, vélemények kiigazításának elősegítésére. A szakterület széleskörű munkával összeállított, jelentős bibliográfiája segítheti az olvasó tájékozódását.

Remélhető, hogy mindkét könyv szakzerű információival hasznos olvasmány a kémikus társadalom számára.

Szebényi Imre

Kalász Huba – Lengyel József
(szerkesztők):

A gyógyszerek szervezetbeni sorsa és vizsgáló módszerei Semmelweis Kiadó, Budapest, 2006.

A könyv vegyész-mérnök, vegyész, gyógyszerész és orvos szemszögéből részletezi mindazokat a módszereket (és a hozzájuk tartozó irodalmat), melyeket a gyógyszerek szervezeten belüli sorsát vizsgálónak figyelembe kell vennie: mit tesz a szervezet a beadott gyógyszerekkel, és milyen vizsgálati (főleg elválasztástechnikai) módszereket alkalmaznak a gyógyszerek és metabolitjaik azonosításánál, és mennyiségi meghatározásánál.

A könyvet szerzői *Horváth Csaba* professzor emlékének ajánlják, és *Ettre Lászlónak Horváth Csaba* életéről írt megemlékezésével kezdik. *Ettre dr.* a kromatográfia történetének legavatottabb ismerője

– és nemcsak kortársa, hanem hosszú időn keresztül közvetlen munkatársa *Horváth Csabának*. A könyvnek ez a 4 oldala részletes, méltó és reális megemlékezés a kiváló magyar származású tudósról.

Török Ilona egy anyag gyógyszerre válásának folyamatát mutatja be igen tömören.

A gyógyszerek szervezetbeni sorsának egyes lépéseit („A gyógyszerek felszívódása”, „Gyógyszerek metabolizmusa” és „A gyógyszerek kiürülése a szervezetből”) *Kerecsen László* írja le, számos képlettel és folyamatábrával illusztrálva. Ezeket a részeket egészítik ki a „A gyógyszerek plazmafehérje kötődése” (*Szökő Éva*) illetve a „Farmakokinetika” (*Kalász Huba*) fejezetek.

A generikus gyógyszerek bevezetésének alapvető feltételét *Szentpéteri Imre* részletezi a „Bioekvivalencia” fejezetben.

Az állatkísérleteket és a humán vizsgálatokat megelőző módszereket mutat be *Tihanyi Károly* „In vitro modellek a farmakokinetikában” címmel.

Klinikai gyógyszerész szemszögéből vizsgálja a metabolizmust és a gyógyszerek kölcsönhatásait *Soós Gyöngyvér* „A metabolizmus klinikai jelentősége és problémái” című fejezetében.

Róna Kálmán és *Boór Krisztina* „Farmakogenomika” fejezetükben foglalják össze a gyógyszerekkel kapcsolatos farmakogenetikai vizsgálatok eredményeit, ideértve annak genomikai alapjait, illetve a farmakogenetika összefüggését a gyógyszerek metabolizmusával és a hatásával.

A „Farmakokinetikai jellegzetességek és gyógyszeradagolás gyermek- és időskorban” fejezet az életkor alapján a gyógyszerek adagolásában felmerülő különbségeket tárgyalja.

Az elválasztástechnikai rész *Balla József* „Gázkromatográfia” és *Lemberkovic Éva* „Gázkromatográfia alkalmazása” fejezeteivel kezdődik. Külön megemlítendő az a számos ábra, képlet és egyéb illusztráció, mely ezeket a részeket tömörségük mellett is könnyen érthetővé teszi.

Egy-egy fejezet foglalkozik a nagyhatékonyságú folyadékfázisú oszlopkromatográfia elméleti és gyakorlati alapjaival, alkalmazásával, tömegspektrométerrel való összekapcsolásával és számításaival: „Fordított-fázisú HPLC” (*Kalász Huba*), a „Fordított-fázisú HPLC alkalmazása gyógyszerek és metabolitok vizsgálatára” (*Kalász Huba*) és az „LC-MS”-sel (*Kalász*

Huba) és „A folyadékromatográfia alapfogalmai” (Kalász Huba).

A „Rétegekromatográfia” (Báthori Mária), valamint a „Kapilláris elektroforézis” fejezetek (Szökő Éva) a módszerek alapos bemutatása mellett részletezik azok alapjait, a minta adagolását, az alkalmazott készülékeket, és felhasználásukat is.

A szűkebb értelemben vett elválasztástudomány módszereinek alkalmazását egészítik ki a „Radiojelzett vegyületek vizsgálata” (Lengyel József), „A radioimmúnassay (RIA) alapjai” (Tekes Kornélia), a „Validálás” (Török Ilona) fejezetek.

A könyv egyértelműen hiánypótló, az egyes szakembereknek bemutatja azt, amit a gyógyszerekkel, a gyógyszerkutatással foglalkozó „többi szakember” tud és művel.

A kötet egyik alapvető előnye, hogy gyakorló szakemberek írták, és a könyv valamennyi szerzője arról ír, arról számol be, amivel évek óta eredményesen foglalkozik. A szerkesztők igyekeztek a témakör jelentős aspektusait bemutatni, és ez jelentős mértékben sikerült is. Egyes tématerületek megtárgyalása talán rövidre sikerült, például a királis elválasztás, a preparatív

kromatográfia és az egyes spektroszkópai azonosító módszerek bemutató részletezése, a szerkesztőknek és a szerzőknek azonban a terjedelmi korlátokat is figyelembe kellett venni.

A könyvet a Semmelweis Kiadó adta ki (2006-ban), a gyors megjelenítés és az érdekes címlap a Semmelweis Kiadó igazgatójának, Dr. Táncos Lászlónak köszönhető. A kötet elektronikusan (www.semmelweiskiado.hu) és postai úton is megrendelhető a Semmelweis Kiadótól (1089 Budapest, Nagyvárad tér 4).

Petró József 80 éves

Petró József 1951-ben szerzett vegyész-mérnöki oklevelet a BME Vegyész-mérnöki Karán. Ezután a Szerves Kémiai Technológia Tanszéken gyakornok, tanársegéd, tudományos munkatárs, adjunktus, 1961-től docens, majd 1980-tól egyetemi tanár. Közel 3 évtizeden át Csűrös Zoltán professzor legközvetlenebb munkatársa, hosszú időn át a tanszékvezető helyettese volt.

Létrehozta az Ipari Katalízis, a Szerves Kémiai Technológia és a Szerves Vegyipari Technológiák fejlesztése tárgyat, melyeket hosszú időn át elő is adott. Szervezte és részlegvezetőként irányította a szerves szintetikus ágazat oktatását.

Kutatómunkájának súlypontja a heterogén katalízis, ezen belül a hidrogéző fémkatalizátorok. 1964-től egy évet Nottingham-ben (UK) töltött. 1960-ban „kandidátusi”, míg 1978-ban „tudomány doktora” fokozatot szerzett. 110 folyóiratcikk szerzője ill. társszerzője, 1 könyvet, valamint 3 könyvrészletet írt. Több mint 50 szabadalom fűződik a nevéhez.



Iskolájában 2 DSc és 6 kandidátusi fokozat született.

A kiváló feltaláló arany fokozatát hat-szor nyerte el. Pár éve a Murray-Raney-Award 2000 kitüntetésben részesült.

Több tudományos bizottságban tevékenykedett, a Kinetikai és Katalízis Mun-

kabizottságnak jelenleg is tagja. Szerkesztőbizottságok tagja is volt.

Munkatársai szerény és kiegyensúlyozott, ugyanakkor céltudatos kollégának ismerik. A problémákat mindig az intelligencia oldaláról közelíti és oldja meg. Jó értelemben alkalmazkodó természetű. Hihetetlen önfegyelme és akaratereje tette lehetővé, hogy egy közel 25 éve bekövetkezett munkahelyi balesete után teljesen felépüljön, sőt jobb fizikai állóképességre tegyen szert, mint valaha. Mindig élt benne a közösség összefogásának igénye és a maga egyszerű lehetőségeit ma is megpróbálja kihasználni egy jobb jövő érdekében.

Bizonyos mértékig ma is részt vesz a Tanszék oktatómunkájában és időnként megjelenik a hidrogéző laboratóriumban, hogy ötleteit megvalósítsa.

Az immáron Szerves Kémia és Technológia Tanszék kollektívájá jó egészséget és további sikereket kíván Petró József professzornak, aki jelenleg a Szerves Kémiai Technológia Tanszéken leghosszabb időt (56 évet) eltöltött kolléga.

Keglevich György

Bogsch Erik vezérigazgató Gábor Dénes-díjas

Gábor Dénes-díjjal jutalmazták a tudományos élet kiválóságait december 21-én az Országház Főrendházi Termében. A 2006-ban tizennyolcadik alkalommal megrendezett átadón a Magyar Tudományos Akadémia elnöke, valamint a műszaki-szellemi élet reprezentáns képviselői és meghívott miniszterek jelentek meg. Bogsch Erik vegyész-mérnök, gazdasági mérnök, a Richter Gedeon Vegyészeti Gyár Nyrt. vezérigazgatója elsőként vehette át a kitüntetést Kóka János gazdasági és közlekedési minisztertől és Garay Tóth Jánostól, a díjat odaitéltő NOVOFER Alapítvány Kuratóriumának elnökétől (a fotón balról jobbra Garay Tóth János, Bogsch Erik és Kóka János). A minisz-



ter méltatása szerint Bogsch Erik a hazai gyógyszergyártás nemzetközi tekintélyének megőrzéséért, a Richter kiemelkedően

sikeres stratégiájának kidolgozásáért, kutatás-fejlesztési tevékenységének ösztönzéséért, az ehhez szükséges infrastruktúra megteremtéséért és fenntartásáért, a társaság szellemi termékeinek védelméért, és a környezetbarát technológiák bevezetése terén elért eredményeiért részesült a megtiszteltetésben.

A Gábor Dénes-díj alapvető célja a névadó életműjével szimbolizált innovatív magatartás elismerése. Az évente adományozott hazai Gábor Dénes-díjat 2006 végéig 121 fő, a háromévente meghirdetett nemzetközi Gábor Dénes-díjat öt magyar, két amerikai, egy osztrák, egy orosz és egy belga állampolgárságú tudós, alkotó, kutató, fejlesztő szakember vehette át.

Tisztelettel gratulálunk.

budai

Vegyipar és kémia tudomány

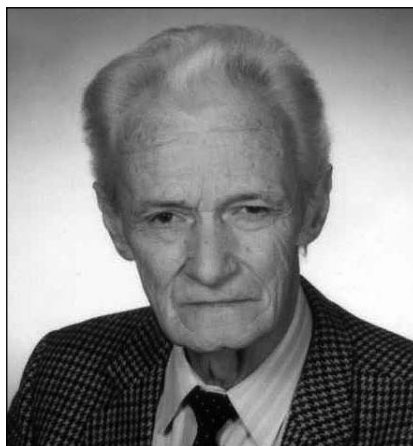
Bartha Béla
(1927–2006)

Az elmúlt évben vettünk végső búcsút a magyar vegyipar egyik kiemelkedő szakteknélyétől, *Bartha Bélától*.

1949-ben szerzett vegyész diplomát a Pázmány Péter Tudomány Egyetemen. Már az egyetemi gyakorlatot is a Magyar Vegyiműveknél, a későbbi Egyesült Vegyiművek egyik jogelődjénél töltötte. Ez volt első és egyetlen munkahelye.

40 munkásévet töltött el itt, önálló kutató mérnökként kezdve, majd vezetői beosztásban a Műszaki Fejlesztési Osztályon, illetve a Kémia II. üzemsoportot irányítva. Már 29 évesen főmérnöknek nevezte ki a minisztérium és mindvégig a dinamikusan fejlődő vállalat első számú műszaki vezetője volt.

Négy évtizedes munkássága idején új üzemek épültek, pl. szintetikus ecetsav előállítására acetaldehid katalitikus oxidációjával; ecetsav pirolízisén alapuló ecetsavanhidrid gyártásra, melyek a későbbiekben meg is szüntek. Tartósan és sikeresen bővült azonban az ecetsav- és ftálsavészterek választéka és kapacitása.



Már az 50-es évek második felében elkezdődött a felületaktív anyagok gyártása épített szintetikus mosószerek előállítása céljából. Az alapanyaggyártás kiépítése vágyalom maradt, az ULTRA mosogatóporral beindított késztermék család azonban egy máig tartó sikertörténet.

A vállalat amúgy is széles profilja először az Ipari Segédanyaggyár, majd a Kőbányai Műanyaggyár beolvasztásával tovább nőtt, így a fejlesztési és műszaki irányítói munka egyre nagyobb kihívást jelentett.

Szabadalmaival és higgadt, bölcs döntéseivel hozzájárult az Egyesült Vegyiművek felvirágoztatásához illetve tevékeny részese volt fénykorának.

Munkája hivatás, szolgálat volt, gyári munkáján felül tanult (1971 kandidátusi értekezés: Etilénoxid adduktumok ipari előállításának vizsgálata) és tanított (1976 – BME egyetemi tanársegéd, 1977 – VNE címzetes egyetemi docens), diplomázó egyetemisták konzulense, opponense volt. Jelentős volt tudományos munkássága, cikkeket írt, előadásokat tartott, szakmai testületek munkájában vett részt.

Számtalan szakmai kitüntetéssel ismerték el tevékenységét, ezek között a vegyipar, a Nehézipar Kiváló Dolgozója, a Munka Érdemrend arany fokozata.

1988-ban műszaki igazgatói beosztásból vonult nyugdíjba.

Halálának első évfordulóján emlékezünk meg róla egykori munkatársainak szavaival: „nem hivalkodott nagy tudásával, magas beosztásával, mégis vagy éppen ezért felnéztünk rá, példakép volt, igazi, korrekt úriember”.

Sallai Istvánné

Érszegi Andor
(1925–2007)

Érszegi Andort, a százhalmobattai Dunai Kőolajipari Vállalat (ma Mol Dunai Finomító) egykori termelési főmérnökét január végén családtagjai és ismerősei mellett nagyszámú korábbi munkatársa búcsúztatta a budapesti Farkasréti temetőben.

Eredményekben bővelkedő szakmai pályája mérnöki diplomával a zsebében 1955-ben kezdődött. Először a Csepeli Kőolajipari Vállalatnál üzemvezető, majd az Országos Kőolajipari és Gázipari Trösztnél osztályvezető volt. Kiemelkedő jelentőséggel bírt az a 25 esztendő, melyet a Dunai Kőolajipari Vállalatnál, Százhalmobattán töltött alapításától – hiszen övé volt a 2-es törzsszám – egészen nyugdíjazásáig. Itt a vállalat egyik meghatározó területének, a termelésnek volt osztály-, majd főosztályvezetője, 1973-tól pedig főmérnöke. Az ezzel járó felelőség és a feladat, amit felvállalt, nem kevesebb volt, mint: új üzemek termelésbe állítása, és az ország folyamatos ellátása olajipari termékekkel.

Elévülhetetlen érdemeket szerzett a termelési-termékforgalmazási szervezetek lét-



rehozásában, felépítésében, avolumen felfuttatásában, új, világszínvonalú, exportképes termékek előállításában és értékesítésében. Ilyen eredményeket csak magas színvonalú irányítással, jól szervezett és fegyelmezett munkával lehetett elérni. A főmérnökség vezetőjeként, fegyelmet, rendet követelt meg a területén, mint ahogy ez volt jellemző a vállalat egészére is. A célokat világosan kijelölte, határozottan megfogalmazta az elvárásokat. A teljesítéseket rendre számon is kérte, a beosztottak motiválásában

pedig nem az elmarasztalás, hanem inkább a dicséret és jutalmazás módszerét alkalmazta. A feladatok végrehajtásában szabad kezet adott, így munkatársai élvezhették az önálló gondolkodás, az alkotó munka szabadságát és örömét. A konfliktusokat kellő nyugalommal, kulturáltan, a logika és a racionalitás szabályai szerint, néha szinte diplomataként rendezte. Karakteres vezető volt, akit nagyon sokan tiszteltek és becsültek, mert nagyfokú intelligenciája egyenes jellemmel és közvetlenséggel párosult.

Jó főnök, jó kolléga volt. A beosztottakat egyenrangú partnernek tekintette a kölcsönös tisztelet és megbecsülés, a feltétel nélküli bizalom alapján. Figyelme kiterjedt arra is, hogy a jó mérnökből még jobb, a jó technikusból még kiválóbb szakember váljék, ezért segítette, támogatta a továbbképzést, a tanulást. Vezetése alatt pezsgő, újító-fejlesztő élet zajlott.

30 éven keresztül kellő alázattal szolgálta a magyar kőolajipart és számos magas kitüntetésben részesült. Munkatársai számára az volt a kitüntetés, hogy ismerhették őt és vele dolgozhattak.

Emlékét kollégái, munkatársai szívükben megőrzik.

Katona János

Hírek az iparból

Magyar Olaj- és Gázipari Nyrt.

A Mol Nyrt. tovább terjeszkedne, növelné készleteit, befolyását külföldön. Oroszországban már három helyen vannak olajtartalékai, most Kazahsztánra, Pakisztánra és Ománra is összpontosít – értékelt *Alács Lajos* stratégiai és üzletfejlesztési ügyvezető igazgató. Kelet-Közép-Európában számos benzinkúthálózata van, jelentős finomítói érdekeltségeket szerzett a szlovákiai Sloznaft-ban, a horvátországi INA-ban, majd utóbbival együtt a boszniai Energopetrol-ban, de érdeklődik a NIS belgrádi finomító iránt is. Stabil hazai olajtermék-ellátásról gondoskodik, amit az év eleji olajimport zavarkor bizonyított.

A Mol Nyrt. vezérigazgatóját, *Mosonyi Györgyöt* választották a 2006. év legjobb menedzserének a Menedzserek Országos Szövetségének 12. alkalommal kiírt pályázatán, mert szerepe meghatározó volt abban, hogy a Mol 2006 júniusában létrehozta a vállalaton belül a fenntartható fejlődés menedzsmentet.

A Mol Nyrt. bejelentette, hogy 2007. január 19-én a Cégbíróság jóváhagyását követően a következő új tevékenységek kerültek be a Mol alapszabályába: egyebek mellett 52.31'03 Gyógyszer-kiskereskedelem. A Mol négy fővárosi és egy veszprémi benzinkútnál árusít vény nélkül kapható gyógyszert, elsősorban fájdalomcsillapítókat, gyulladáscsökkentőket és vitaminokat kapni. Az olajipari cég listaáron adja a gyógyszereket és azt ígéri, ehhez a jövőben is tartják magukat. A szolgáltatási üzletág vezetője nem vár nagy forgalmat, azt mondja, nem akarnak árversenyt generálni, mindössze a megváltozott üzleti körülményekhez alkalmazkodtak. Arról, hogy az ország többi, közel 360 Mol kútjánál fognak-e gyógyszereket árusítani a cég a tapasztalatok alapján dönt majd. Az Állami Népegészségügyi és Tisztiorvosi Szolgálathoz más cégektől eddig 40 gyógyszerárúsítási kérelem érkezett. A gyógyszer-gazdaságossági törvény értelmében összesen 289 gyógyszer kerülhet patikán kívüli forgalomba. A Mol után a Drogerie Markt hálózat lehet a következő, aki árusít.

Új, nemzetközi vállalatai kommunikációs vezetői státust hozott létre a Mol márka-kommunikációjának összehangolására és a vállalatcsoport belső megújításához kapcsolódó PR-munkájának irányítására. A pozíciót január 8-tól *Somlyai Dóra* (34) tölti be. Ő korábban a Pannon

vállalati kommunikációs igazgatójaként dolgozott.

A Mol Rt. 10 millió forintot osztott szét magyar civil szervezetek környezetvédelmi programjainak támogatására – közölte a cég Budapesten sajtótájékoztatón. A Szlovákiában, Romániában és Magyarországon meghirdetett pályázat országoként 10 millió forint támogatást nyújt környezetvédelmi célokra.

Üzemi szinten 17, nettó szinten pedig 45 százalékkal a várakozások alatti profitot tett közzé negyedik negyedéves gyorsjelentésében a Mol, melyre a negatív iparági folyamatok mellett a kitermelési volumen csökkenése, illetve a finomítói nagyleállítások is kedvezőtlenül hatottak. A várt alatti üzemi eredmény döntő részben a kutatás-termelési divízióknak volt tulajdonítható, de gyengén szerepelt a finomítás-kereskedelem is, a várt feletti gáz, illetve vegyipari üzletági profit – alacsony részaránya miatt – pedig kevésnek bizonyult ezek ellensúlyozásához. A Mol pénzügyi vesztesége 16 százalékkal emelkedett elsősorban a Magnolia opció átértékelésén keletkezett 15 milliárd Ft-os veszteség miatt, mivel az azt meghatározó tényezők mind kedvezőtlen irányba mozdultak el, s ezt csak részben tudta kompenzálni a határidős termékekre kötött ügyleteken elért 900 millió Ft-os nyereség. Az INA profithoz való hozzájárulása a harmadik negyedéves veszteséggel szemben a negyedik negyedévben 1 milliárd Ft feletti nyereség volt, a társult vállalkozások profit hozzájárulásában azonban szerepel az októberben értékesített Panrusgáz eredménye is. A Mol üzemi profitja 30, míg a mérséklődő értékesítési leírás következtében EBITDA-ja 21 százalékkal csökkent az egy évvel korábbihoz képest. A kutatási-termelési divízió profit csökkenésében több tényező is, ezek közül az olajár- és a dollárgyengülés, illetve a (külföldi) kitermelés csökkenése játszott szerepet. A kőolaj-feldolgozási és kereskedelmi divízió csaknem 50 százalékos profitcsökkenéséért a leállások, a termékárak további szűkülése és a finomítói marginok csökkenése mellett a Brent-Ural olajárak különbözetének további romlása is szerepet játszott. A vegyipari üzletág profitja 80 százalékkal emelkedett, a gázüzletág profitja az egy évvel korábbi értékkel a tárolás és kereskedelem értékesítése miatt nem hasonlítható össze, a fő tevékenységnek számító szállítási üzletág azonban 13 százalékos profit növekedést okozott. *Mosonyi György*, a Mol vezérigazgatója

SZEMÉLYI HÍREK

Dékány Imrét Szent-Györgyi Albert-díjjal tüntették ki. *Lipták András* elnyerte a Pro Renovanda Cultura Hungariae Alapítvány díját. Tisztelettel gratulálunk.

negatívan értékelt a társaság negyedik negyedéves teljesítményét, a szakember azonban felhívta a figyelmet arra, hogy a készletértékelés hatását kiszűrve a profit már kedvezően értékelhető. *Molnár József*, a Mol pénzügyi igazgatója elmondta, hogy a részvények euróban kifejezett volatilitása 3 százalékponttal növekedett a negyedik negyedévben, ami jelentős mértékű negatív hatást jelentett a profitra a Magnolia opciók kapcsán. *Mosonyi* elmondta, hogy az elkövetkező hónapokban-években az akvizíciók kiemelkedően fontosak lesznek a Mol számára, hiszen a társaság növekedése csak ezen az úton biztosítható. Itt került megemlítésre a NIS privatizáció, mely iránt továbbra is érdeklődik a Mol, s konkrét lépések az első negyedév végén várhatóak. Komoly tárgyalások folynak Oroszországban kitermelő cégek megvásárlásáról, mely jelentősen növelheti a kitermelési volument, a pakisztáni privatizációs folyamat azonban kissé lelassult, így a PPL esetleges megvételének időpontja egyelőre kérdéses. A Mol menedzsmentje stabil és jó évre számít 2007-ben, a benzin- és gázolaj iránti igény továbbra is erős és növekvő lesz az idei évben a Mol várakozásai szerint. A finomítói leállások 3 éves periódusát 5 évre kívánja kitolni a Mol, 2007-ben azonban biztosan nem kell ilyen egyszerű tényezővel számolni.

Tiszai Vegyi Kombinát Rt.

Soha nem látott profitszámokat tett közzé negyedik negyedéves gyorsjelentésében a TVK. A vegyipari cég számára a tavalyi negyedik negyedévben minden összejött: az iparági környezet jelentősen javult, a dollár gyengült az euróval szemben, s az elmúlt évek kapacitásnövelő beruházásainak hatására a kibocsátás és a hatékonyság is növekedett. Mindezek eredménye 14,4 milliárd Ft-os EBITDA (earnings before interest and tax depreciation added – amortizációval növelt kamat- és adófizetés előtti bevétel) lett, melyre korábban soha nem volt példa. A TVK részvények árfolyama az idei év eleje óta 39 százalékos emelkedést mutatott, melyet a honlap szerint a társaság fundamentumai teljes mértékben indokoltak. A külső környezet

a szektor elmúlt hónapokban jelentős mértékben emelkedő árazási szintjeit is tovább növelheti, ami természetesen szintén pozitív hatással lehet a TVK árfolyamára.

A TVK Nyrt. 308 milliárdos árbevétele ugyanúgy a rekordok közé sorolható, mint a 21 milliárd forintos üzemi és 17 milliárdos adózott nyeresége.

Magyar Bioetanol Energiatermelő Zrt.

20 milliárd forintos beruházást végez a Békés megyei Csabacsúdnán a Magyar Bioetanol Energiatermelő Zrt. A bioetanol-üzem építésének kezdetét *Frankó János* polgármester 2007 második felére ígéri. Ennek keretében az üzemsarnokok, az úthálózat és a legszükségesebb tároló épülnek fel. A gyár idén 50, a teljes üzembe helyezés után pedig 120 főnek biztosít majd munkát. Az üzemnek egyébként évente átlagosan 55 ezer hektáron termelt kukoricára lesz szüksége.

Biodízel

Ünnepélyes keretek között 2007. január 25-én írta alá Hódmezővásárhely önkormányzata, valamint egy ausztrál tulajdonú cég azt a megállapodást, amelynek értelmében egy évi 400 ezer tonna alapanyag feldolgozását végző biodízelolaj előállítására alkalmas üzem épül a város ipari parkjában. A beruházás megközelítőleg 125 millió euróból valósul meg. A több mint 10 hektáron megvalósuló beruházást mintegy 500 millió forintos infrastruktúra-fejlesztéssel támogatja az önkormányzat. Az üzem éves szinten csaknem 180 ezer tonna növényi nyersanyagot és 220 ezer tonna présfogácsát állít majd elő, az országban egyedülálló technológiával.

Öko-Line Hungary Kft.

Az ország eddigi legnagyobb kapacitású biodízelüzeme kezd meg a termelést Bábolnán májusban – közölte *Novák Gergely*, az Öko-Line Hungary Kft. üzletfejlesztési igazgatója az MTI-vel. Az üzemben évi 25 ezer tonna, 2008-tól pedig 50 ezer tonna zöld üzemanyagot állítanak elő. A biodízel nagy részét a Mol vásárolja meg, de jut belőle osztrák és német piacra is. Az üzemekben idén 35, jövőre pedig már 75 embert foglalkoztatnak.

Bioetanol

Nyár óta nálunk is fut a Saab 9-5 BioPower gyárilag bioüzemű modellje, mely etanol és benzin 85:15 arányú keverékét, azaz

E85-öt használ. Tavaly ősszel megszületett a kormányzati döntés a 85 százalékos etanoltartalmú üzemanyag etanolhányadának jövedékiadó-mentességéről. A forgalmazást még 2006-ra ígérték, a jogszabály azonban csak az idén januárban lépett hatályba. Ekkor jövedéki engedély megszerzése vált nehézkessé a multik ellenállása miatt, így csak a már meglévő kutakon „bioszigeteken” kezdenek etanol-tartalmú üzemanyagot árusítani. A Mol pedig eleve nem érdeklődik az E85-forgalmazás iránt, a többi multi sem. A kiskereskedelmi ár literenként 175-180 forint körül lesz, ami igen kedvezőnek mondható. A Győri Szeszgyárban és a pápai Készenlét Rt.-nél ma is folyik etanolgyártás, a BKZ Zrt. és az Európai Bioenergia Zrt. pedig most készít elő hasonló célú megaprojektet: négy gyárban összesen évi 1,5 millió tonna gabonából állítanának elő etanolt. Magyarországon előnyt jelent, hogy egyelőre van elég búza, kukorica, cukorrépa, napraforgó és repce, melynek így biztos piaca lenne, főként ha ez a munkafolyamat is élvezne némi állami támogatást, például adókedvezmény formájában.

A kabai cukorgyár területén szeretne bioetanolüzemet építeni az EN Bioetanol Kft. és a Duna Fejlesztési Kft. A húszmilliárd forintos beruházás húsz százalékban a cégek saját pénzből, nyolcvan százalékban hitelből valósulna meg. Az európai cukorkvóta csökkentése miatt húszmilliárd forintos kártérítés mellett bezárt kabai cukorgyárban a Debreceni Egyetem részvételével agrár-iparipark is létesülne, amelynek működtetésére a bioetanol üzemet létesítő konzorcium vállalkozna. *Juhász Lajos*, az EN Bioetanol Kft. ügyvezetője szerint ilyen célra pályázati forrás nem áll rendelkezésre.

Bizonytalan a hazai bioetanol-piac. Ugyan hallani híreket üzemek telepítéséről, azonban a több százmilliárd forintos programok döntő többsége még csak papíron létezik. Nyugat-Magyarországon már olyan termelői csoportok alakulnak, melyek összefogva kínálnák kukoricájukat és repcéjüket a feldolgozóknak. Az FVM 35-40 kisebb és néhány nagyobb bioetanolüzem felépítését tartja reálisnak, azt is Kelet-Magyarországon tartanák szerencsésnek. Tavaly egy 20 milliárd forintos kapacitásbővítő beruházási programba kezdett az osztrák Agrana és az angol Tate&Lyle tulajdonában lévő Hungrana Kft., mely már 2005 júniusától szállít bioetanolt a Molnak.

A környezetvédelmi tárca bejelentette, hogy zöld közbeszerzési programjával párhuzamosan tárgyalásokat folytat a BKV-val, hogy 5-8 éven belül a fővárosi tömegközlekedésben bioüzemanyagokkal hajtott vagy hibrid üzemű járművek váltsák le a

jelenlegieket. Nem kizárható, hogy néhány éven belül az ilyen személygépjárművek vásárlását adókedvezményrel könnyíti meg az állam. Bioüzemanyag-gyártás jelenleg is van Magyarországon. A Mol 2005 óta gyártja és keveri a benzinekhez a bioetanolból készült etil-tercier-butil-étert, és ez év végén indítják el a komáromi biodízelüzemet, de folyamatosan épültek és épülnek a jelenleg évi félmillió tonnányi alkohol alapú üzemanyagot termelő üzemek. Ennek azonban jelenleg töredékét használjuk fel.

BorsodChem Nyrt.

A First Chemical Holding Kft. és a VCP-cégcsoport 90 százalék fölé került a BorsodChemben, miután a Cégbíróság bejegyezte a 202 forint névértékű dematerializált dolgozói részvények 50 százalékának, azaz 3 millió 173 ezer 25 részvénynek a bevonását. Ennek következtében a cég jegyzett tőkéje 16 milliárd 670 millió 221 ezer 700 forintról 16 milliárd 29 millió 270 ezer 650-re csökkent.

A Permira alapok által létrehozott First Chemical Holding Kft. és a VCP-cégcsoport februárban bejelentette, hogy 93,842 százalékra emelkedett közös befolyásuk a BorsodChemben.

A kazincbarcikai vegyipari társaság az elmúlt évben 40,5 százalékkal 242,999 milliárd forintra növelte árbevételét, míg a nettó eredmény 6,5 százalékkal 14,648 milliárd forintra nőtt a nemzetközi számviteli szabványok (IFRS) alapján készült 2006. évi konszolidált gyorsjelentés szerint – jelentette a cég a BÉT honlapján. Az árbevételből az export 85,5 százalékot, 207,702 milliárd forintot tett ki, 43,2 százalékkal többet a bázisnál. A belföldi eladások értéke 26,5 százalékkal nőtt tavaly. Az egy részvényre jutó nyereség (EPS) a 2005. évi 179 forintról 188 forintra emelkedett.

Kémiai Wolf-díj

A napvilágot *Fehér György* néven meglátó *George Feher* 82 éves professzornak adta a kémiai Wolf-díjat, amit az odaítélő izraeli alapítvány zsűrije adott át. A San Diegóban a mai napig aktívan dolgozó biofizikust a szakmai közvélemény ugyanis – fotoszintézis-kutatásai okán – már kétszer is biztos Nobel-díj-befutónak tippelte.

Forte Fotokémiai Rt.

Újabb egykor nagynevű magyar cég tűnik el. Az egyik tulajdonos megerősítette az Index értesülését: februárban becsukta kapuit az egykori Forte Fotokémiai Rész-

vénytársaság. A fekete-fehér (ff) fotópiacra termelő, filmeket, fotópapírokat és egyéb eszközöket gyártó céget 2005-ben vették meg csurgói befektetők: két magán-személy, egy erdőbirtokossági társulat és egy tőkebefektető cég. Akkor átnevezték Forteinvest Tőkebefektető Kft.-re, és Csurgóra telepítették a székhelyét, bár a gyár Vácott maradt, és megtartották a fővárosban bérelt ingatlanokat is. A Forte bezárásáról *Máté János* – aki társtulajdonosként egyben a cég ügyvezetője is – úgy fogalmazott: a termelést hamarosan, legkésőbb február végéig megszüntetik. Ennek „egyszerű oka van” *Máté* szerint: az egymilliárd forintos árbevételű társaság tavaly 150-200 milliós mínuszt termelt. A cégbírósági adatok szerint 405 milliós jegyzett tőkével rendelkező cég ekkora veszteséget nem tudott elviselni. A ff-piac két komoly európai szereplője, egy német és egy francia cég is lehúzta a rolót. A Forte-nél arra számítottak, hogy azok megszűnésével komoly piaci lehetőségek nyílnak a magyar cég számára. Azonban nem ez történt, hanem az, hogy a két vállalat megszűnése miatt nagy mennyiségű késztermék került a piacra, amivel a korábban német, francia, észak-amerikai

és távol-keleti vevőknek is szállító Forte nem tudott versenyezni. Ahogyan *Máté* fogalmazott, „tavaly beütött a krach”. A mostani túlkínálat lecsengésének kivárásához 300 millió forintos beruházásra lett volna szükség.

Dél-Alföldi Neurobiológiai Tudásközpont

A létezőktől eltérő hatásmechanizmusú lázcsillapító fejlesztésén dolgoznak a Dél-Alföldi Neurobiológiai Tudásközpont (DNT) kutatói. A vegyület magyar szabadalmaztatása már folyamatban van – mondta *Telegdy Gyula* akadémikus januárban az MTI-nek. A láz kialakulása láncreakciószerű folyamat. A végén prosztaglandin termelődik, amely közrejátszik a testhőmérséklet emelkedésében – mondta a professzor. A hagyományos lázcsillapítók mind a prosztaglandin szintézisét gátolják. A Szegeden felfedezett vegyület viszont az eddig ismertől lényegesen eltérő módon működik, és akkor is hatásos lehet, ha a prosztaglandin termelődése már elkezdődött. Így talán a hagyományos gyógyszerek mellékhatásai nélkül tud

majd lázat csillapítani – mondta az egyetemi tanár. A DNT kutatói brit tudósokkal együttműködve az izatin nevű, már régebben ismert vegyület tanulási folyamatokra gyakorolt hatását vizsgálták. Ezzel párhuzamosan más vegyületek lázcsillapító hatásának mérése is folyt Szegeden, s pusztán kíváncsiságból megnézték, hogy az izatinnak van-e ilyen tulajdonsága – ismertette a felfedezés előzményeit a professzor. Kiderült, hogy a legkülönbözőbb típusú lázakat lehet izatinnal csillapítani. A további vizsgálatok arra irányultak, hogy az izatin anyavegyületével rokon molekuláknak létezik-e, és ha igen, milyen mértékű a lázcsillapító hatása.

Szén-dioxid kereskedelem

Tátrai Miklós államtitkár bejelentette: március elején újabb szén-dioxid-aukiót tart a Pénzügyminisztérium. A rendelkezésre álló kvótavagyon 80 százalékára, 900 ezer kibocsátási egységre lehet majd licitálni. A szén-dioxid árfolyama az utóbbi időben zuhant, ezért most sokkal alacsonyabb árfolyamra lehet számítani.

K. Gy.

KÉMIAI ÉS VEGYIPARI TÁRGYÚ LAPOK TARTALMÁBÓL

Műanyag és Gumi

(44. évfolyam, 2. szám, 2007. február)

Ronkay Ferenc György – Czigány Tibor: A BME Polimertechnika Tanszék bemutatása

Mezey Zoltán – Szabó Jenő Sándor – Czigány Tibor: Biológiailag lebomló, keményítő alapú polimer mechanikai tulajdonságainak javítása kender- és bazaltszál hozzáadásával

Móczó János – Menyhárd Alfréd – Pukánszky Béla: A BME Műanyag- és Gumiipari Laboratóriumának szakmai tevékenysége

Klébert Szilvia – Pukánszky Béla: Cellulóz-acetát külső és belső lágyítása e-kaprolaktonnal – szerkezet és tulajdonság összefüggések

Belina Károly: Polimertechnika oktatása a Kecskeméti Főiskolán

Szűcs András – Belina Károly: Folyásgörbe meghatározása üregnyomás mérésből

Zsuga Miklós – Török János: Oktatás és kutatás a Debreceni Egyetem Alkalmazott Kémiai Tanszékén

Borda Jenő – Bodnár Ildikó – Kéki

Sándor – Zsuga Miklós: Politejsav alapú, biológiailag lebontható poliuretán kopolimer előállítás

Macskási Levente: POWTECH/TechnoPharm kiállítások Nürnbergben

Középiskolai Kémiai Lapok

(34. évfolyam, 1. szám, 2007.)

Körtvélyessy Gyula: A vegyi anyagok új kezelési előírása: a REACH

Gondolkodó

Róka András: Miért

Igaz Sarolta: Feladatok kezdőknek

Magyarfalvi Gábor: Feladatok haladóknak

Kémia idegen nyelven

Horváth Judit: Kémia németül

Sztáray Judit: Kémia angolul

Műhely

Iványiné Batta Beáta: Egykristályok fejlesztése

Ludányi Lajos: Az atomfogalom tanításának lehetőségei és problémái II. Hazai tapasztalatok

Naprakész

Kitűntetések

Róka András: Könyvismertető

Beszámoló a Hlavay József Országos Környezettudományi Diákkonferenciáról

A Fővárosi Pedagógiai Napok kémiai programja

Membrántechnika

(11. évfolyam, 1. szám, 2007. január)

Kiss K. – Nemestóthy, N. – Bélafiné Bakó K.: Pektin enzim hidrolízise membrán bioreaktorban

Hírek, tallózó

Műszaki Kémiai Napok. Felhívás és jelentkezési lap

Pályázati felhívás

A membrántudomány úttörői

Közlegő membrános konferenciák, kurzusok

Plast-Inform

A Műanyagipari Mérnökök Egyesületének honlapján (www.spe.hu) a Plast-Inform újságban olvashatók a műanyagipar hírei, pályázatok, cégbemutató riportok, rendezvények és szakkikkek.

S. E.

Jegyzőkönyv az MKE IB 2007. január 15-i üléséről

Jelen vannak: *Androsits Beáta, Banai Endre, Hermeicz István, Kalas György, Kálmán Alajos, Körtvélyessy Gyula, Liptay György, Tömpe Péter, Velkey László* IB-tagok, *Bíró Géza* FB-elnök.

Meghívott vendég: *Nagy Tibor*, a Magyar Biztonságtudományi Társaság Elnöke.

Kimentette magát: *Bakos József, Greiner István, Kiss Tamás, Kovács Attila, Záray Gyula*.

Napirend:

1. *A Magyar Biztonságtudományi Társaság meghallgatása*

Nagy Tibor, régi egyesületi tagunk vezeti a mintegy 100 tagból álló társaságot (www.biztonsagtudomany.fw.hu). Az MKE-vel közösen szeretnék megszervezni a 2. Magyar Biztonságtudományi Konferenciát a Fő utcában, mintegy 30 résztvevővel.

1/2007. határozat: Az IB lehetőséget nyújt a konferencia meghirdetésére a havi

közleményekben. Felkéri *Tömpe Pétert*, hogy vizsgálja meg a további együttműködés lehetőségeit.

2. *A 2007. évi IB-program elfogadása*

Az előzetesen szétküldött programot az IB elfogadta, azt lapunk márciusi számában már közreadtuk.

3. *A decemberi IB-ülés határozatainak áttekintése*

Az előzetesen szétküldött jegyzőkönyvet az IB elfogadta. Fontosságára való tekintettel úgy határozott, hogy negyedévenként a határozatok végrehajtásáról a főtítkárnak be kell számolnia az IB-nek.

4. *A jubileumi rendezvények előkészítésének a helyzete*

Az ülésen szétosztott, *Liptay György* által készített programot az IB kis módosítással elfogadta. Két sajtótájékoztatót tartunk: április 25-én, pénteken, Budapesten, és 29-én kedden, Sopronban.

Tömpe Péter bemutatta egy példányban az Emlékkönyvnek a már beérkezett anyagokból készült nyers, 100 oldalas példányát. Felkérte *Kálmán Alajost* az előszó megírására.

A jubileumi rendezvények részeként május 15-23-án, a Budapesti Műszaki Egyetemen *Pfeiffer Ignác* emlékkiállítás lesz.

Liptay György beszámolt arról, hogy a Természet Világa kémiai különszámához a cikkek nagy része (28 db) már beérkezett. Ezek igen színesen és széles spektrumban tárgyalják a kémia és a világ kapcsolatait.

5. *A Küldöttközgyűlés előkészítése*

A tisztújító Küldöttközgyűlés 2007. június 15-én lesz az ELTE-n. A szakmai előadást a *Wartha Vince*-emlékérmet elnyertek tartják.

A legközelebbi IB-ülés 2007. február 12-én lesz.

A jegyzőkönyvet készítette:
Körtvélyessy Gyula főtítkár

Jegyzőkönyv az MKE IB 2007. február 12-i üléséről

Jelen vannak: *Androsits Beáta, Bakos József, Greiner István, Kalas György, Kálmán Alajos, Kiss Tamás, Kovács Attila, Körtvélyessy Gyula, Liptay György, Tömpe Péter, Velkey László, Záray Gyula*, IB-tagok, *Bíró Géza* FB-elnök.

Kimentette magát: *Banai Endre, Hermeicz István*.

Napirend:

1. *A Hevesi előadássorozat a Német Kémikusok Egyesületével együttműködve* *Kálmán Alajos* előterjesztésében az IB megtárgyalta a több európai egyesülettel már működő előadócsere intézményét.

2/2007. határozat: Az IB felkéri az elnököt, hogy tárgyalja meg *Wolfram Koch*-hal a megállapodás részleteit. Várhatóan két előadócsere a küldő országnak évente 1 000 EUR költségébe kerül. Fontos szempont, hogy az MKE szerepét az egész folyamatban hangsúlyozni kell.

2. *Az alapszabály-módosítás első olvasata*

Az előzetesen szétküldött javaslat tárgyalásakor az IB a következő határozatot hozta:

3/2007. határozat: Az egyesületi jogtanácsos készítsen teljesen új alapszabályt, mely alapvetően nem változtat a jelenlegi elvein, de nagyobb hangsúlyt helyez az egyéni és a jogi tagság előnyeire, ösztönzi a tagság aktivitását, még egyértelműbbé teszi az újrávalasztás követelményeit és a konferencia-szervezéssel kapcsolatosan az IB által hozott határozatot megfelelő módon beemeli az alapszabályba. A gyakran változó részeket az ügyrendbe utalja, mely a jelenleg többféleképpen hivatkozott szabályozásokat összefoglalóan tartalmazza. A tisztújító Közgyűlésre kell az IB-nek beterjeszteni az új alapszabályt. Előtte ezt széles körű véleményezésre kell bocsátani.

3. *A Titkárság helyzete*

A Titkárságról *Körspataky Panna* születésre, *Konrád Eszter* pedig más munkahelyre ment. Az ügyvezető igazgató három új dolgozót vett fel, és bemutatott őket.

4. *Egyéb*

Mivel több irányból felmerült a kérés a jubileumi konferenciával kapcsolatban,

hogy azon mindenki megszólalási lehetőséget kapjon, a szervezőkkel egyetértve „További tudományterületek” szekciót indítottak. Másfelől felmerült, hogy a jövőben a vegyészkonferencia ne az eddigi váltórendszerben működjék, hanem minden évben mindenféle előadással lehessen részt venni.

4/2007. határozat: Az IB felkéri *Bakos Józsefet*, hogy az áprilisi ülésre terjesszen elő javaslatot egy mindenféle tudományágot bemutató évenkénti vegyészkonferencia megtartására, annak szakmai és gazdasági lehetőségeit is bemutattva.

A Kristálynövesztési Szakcsoport kérelmével kapcsolatban az IB felkérte *Bakos Józsefet*, hogy egyeztesse a Veszprémi Kémiai Napok rendezőivel annak lehetőségét, hogy az esemény az MKE szervezésébe kerüljön.

A legközelebbi IB-ülés 2007. március 26-án lesz.

A jegyzőkönyvet készítette:
Körtvélyessy Gyula főtítkár

A Kémiai Diákolimpia érmeseinek kitüntetése

A Magyar Természettudományi Társulat Kémiai Szakosztálya és a Magyar Kémikusok Egyesülete Szent-Györgyi Albert Emlékéremet hozott létre 1987-ben, mellyel minden évben a Nemzetközi Kémiai Diákolimpián kiemelkedő eredményt elért diákokat kívánja kitüntetni. Az Egyesületek a diákokat Szent-Györgyi Albert Emlékéremben, oklevélben és jutalomban részesítik.

2005-ben Tajvanon rendezték meg a XXXVII. Nemzetközi Kémiai Diákolimpiát, amelyen a magyar diákok 1 aranyéremet, 3 bronzéremet nyertek, valamint a 2006-ban Gyeongsan-ban megrendezett XXXVIII. Nemzetközi Kémiai Diákolimpián 2 ezüst és 2 bronzéremet nyertek el.

Aranyérem (2005):

Kiss Péter (ELTE Apáczai Csere János Gimnázium, Budapest), felkészítő tanára: *Villányi Attila*

Bronzérem (2005):

Bazsó Gábor (Verseghy Ferenc Gimnázium, Szolnok), felkészítő tanára: *Pogányné Balázs Zsuzsanna*

Halász Gábor (ELTE Radnóti Miklós Gimnázium, Budapest), felkészítő tanára: *Albert Viktor*

Pálfy Gyula (Fazekas Mihály Fővárosi Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, Budapest), felkészítő tanára: *Albert Attila*.

A felkészítő tanárok közül jutalomban részesült: *Tarcsay György* (ELTE TTK, Budapest).

2005-ben könyvjutalomban részesült a 8. Grand Prix Chimique Nemzetközi Vegyésztetchnikai Diákolimpián sikeres *Pápa János* (Petrik Lajos Vegyipari Szakközépiskola, Budapest), felkészítő tanára: *Fogarasi József*.

A 2006. évben Gyeongsan-ban rendezték meg a XXXVIII. Nemzetközi Kémiai

Diákolimpiát, amelyen 2 ezüstéremet és 2 bronzéremet nyertek el.

Ezüstérem (2006):

Pálfy Gyula (Fazekas Mihály Fővárosi Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium, Budapest), felkészítő tanára: *Albert Attila*

Vass Márton (Eötvös József Gimnázium, Budapest), felkészítő tanára: *Dankó Éva*

Bronzérem (2006):

Nagy Péter (Verseghy Ferenc Gimnázium, Szolnok), felkészítő tanára: *Pogányné Balázs Zsuzsanna*

Sárkány Lőrinc (Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium, Szeged), felkészítő tanára: *Bán Sándor*

A felkészítő tanárok közül jutalomban részesült *Pogányné Balázs Zsuzsanna* (Verseghy Ferenc Gimnázium, Szolnok).

Gratulálunk.

A Magyar Kémikusok Egyesületének Hajdú-Bihar megyei Szervezete és Debrecen Megyei Jogú Város Polgármesteri Hivatal Kulturális és Oktatási Irodája által a 2005/2006 tanévre meghirdetett pályázat eredménye

Díjazásban részesültek

Általános iskolások kategóriájában

- I. díj: *Rantal Lilla Ibolya* (7.a) (Árpád Vezér Általános Iskola): Színvázis a kémiában
Kovács Bettina (7.a) (Bocskai István Általános Iskola): Vitaminok: szükséges és egészséges?
- II. díj: *Kerti Rita* és *Kovács Judit* (7) (Benedek Elek Általános Iskola): 180 éves a debreceni fürdőkultúra
Gimes Balázs (7) (Bocskai István Általános Iskola): A gazdaság üzemanyaga
- III. díj: *Kerek Judit* (7) (Bocskai István Általános Iskola): Életünk kémiai támaszai
Rácz Réka (7) (Bocskai István Általános Iskola): Gyógyszerek régen és ma

Középszkolások kategóriájában

- I. díj: *Gönczi Ildikó* (11), (Hőgyes Endre Gimnázium): Testünk építőkövei – a vitaminok
- II. díj: *Szőke Kitti* (10) (Ady Endre Gimnázium): Vitaminok: Szükséges és elégséges
Győri Zsuzsa (10) (Ady Endre Gimnázium): A nukleáris energia veszélyessége, radioaktivitás, Csernobil
- III. díj: *Kerti Levente* (9) (DE Kossuth Lajos Gyakorló Gimnáziuma): Dr. Kenézy Gyula
Holb Kinga (10) (Ady Endre Gimnázium): A balmazújvárosi HERBÁRIA Rt.

A Magyar Kémikusok Egyesülete különdíjaként a diákok egy éves KÖKÉL-előfizetést nyertek.

A díjazásban részesült diákok felkészítő tanárai

- Marchis Valér* (Bocskai István Általános Iskola): egy első, kettő második és kettő harmadik helyezés,
Maluska Lajos (Árpád Vezér Általános Iskola): egy első helyezés,
Pálfi Andrásné (Benedek Elek Általános Iskola): egy második helyezés,
Tóth Magdolna (Hőgyes Endre Gimnázium): egy első helyezés,
Juhászné Vígh Irén (Ady Endre Gimnázium): kettő második és egy harmadik helyezés,
Dr. Bohdaneczky Lászlóné (DE Kossuth Gyakorló Gimnázium): egy harmadik helyezés.

Zékány András
Hajdú-Bihar megyei MKE elnök

BESZÁMOLÓ RENDEZVÉNYEKRŐL

Hlavay József Országos Környezettudományi Diákkonferencia

(Veszprém, 2006. december 1–2.)

A Diákkonferenciára 41 hallgató 34 előadást jelentett be 4 szekcióban. A hallgatókat 24 oktató készítette fel 19 gimnázium képviselőjében.

A Konferencián minden szekcióban I., II. és III. helyezéseket, egy különdíjat adtunk a kiemelkedő előadást tartó hallgatóknak, valamint az első helyezést elért

hallgatók felkészítő tanárait is jutalmaztuk.

Nagy örömmel tapasztaltuk, hogy a diákkonferencián rendkívül színvonalas előadásokat hallhattunk a középiskolásoktól. Az előadók jól felkészültek a választott témából, előadó- és vitakészségük kiemel-

kedő. Külön öröm számunkra, hogy az előadások témái igen változatosak voltak, a környezettudomány szinte valamennyi fontosabb területét érintették, a természetvédelemtől a környezetvédelmi technológiáig. Az előadások értékelése során elsősorban a saját, önálló kutatómunkát díjaztuk, de fontos szempont volt még a témaválasztáson kívül az előadás szakmailag megalapozott, logikus felépítése, valamint az előadó- és vitakészség.

Bízunk benne, hogy a konferencia elérte célját, a résztvevő diákok izelítőt kaptak az ember és környezet kapcsolatát feltáró környezettudomány sokszínűségéről, és kedvet kaptak e területen a további kutatásokhoz, illetve ahhoz, hogy felsőfokú tanulmányaikat majdan egy ehhez kapcsolódó egyetemi szakon folytassák.

A konferencia eredménye:

Ember és környezete szekció

1. díj *Kálmán Botond*, IX. évf. (Türr István Gimnázium): A sztratoszférikus ózonréteg vékonyodása és a budapesti melanomalázások számának növekedése közötti összefüggés vizsgálata. Felkészítő tanár: *Pénzes Ferenc*
2. díj –
3. díj *Ott Máté Boldizsár*, VIII. évf. (ELTE Radnóti Miklós Gyakorlóiskola): Mumifikáció a természetben. Felkészítő tanár: *Balázs Katalin*
3. díj *Vida Csongor*, X. évf. (Öveges József Gyakorló Középiskola): „Super size me”-nekünk is?! Középkorok táplálkozási szokásai. Felkészítő tanár: *Tomsitsné Borik Irén*

Különdíj: *Csontos Júlia Diána*, XII. évf. (NYME Roth Gyula Gyakorló Szakközépiskola): Már az ember is lombik. Felkészítő tanár: *Horváth Lucia*

Különdíj: *Vass Máté*, X. évf. (Ipari Szakközépiskola és Gimnázium): Mindennapi mérgeink. Felkészítő tanár: *Németh Péter*

Vízvédelem szekció

1. díj *Molnár Borbála*, XII. évf. (Berzsenyi Dániel Evangélikus Gimnázium (Líceum) és Kollégium): Környezeti kölcsönhatások Sopron és környéke forrásvízeinek összetételére. Felkészítő tanár: *Ragats Zsófia*
2. díj *Sik Gergely Attila*, XI. évf., *Szabó Péter*, XI. évf. (Padányi Bíró Márton Római Katolikus Gimnázium): A Séd-patak vízminőségének vizsgálata. Felkészítő tanár: *Bischofné Szabó Klára*
3. díj *Sándor Csobán*, IX. évf. (Ipari Szakközépiskola és Gimnázium): Cianid- és nehézfém-szennyezés a Szamoson és a Tiszán, 2000 tavaszán. Felkészítő tanár: *Németh Péter*

Különdíj: *Bódis Gábor*, XII. évf. (Padányi Bíró Márton Katolikus Gimnázium): A veszprémi Séd vízkémiai paramétereinek meghatározása. Felkészítő tanár: *Királykúti Ildikó*

Természetvédelem szekció

1. díj *Horváth Ádám*, XI. évf. (Öveges József Gyakorló Középiskola): Fehérgolya védelem Magyarországon. Felkészítő tanár: *Szabó Mária*

2. díj *Diczig Brigitte*, XI. évf. (Lovassy László Gimnázium): Vidrakalandok. Felkészítő tanár: *Dr. Szalainé Tóth Tünde*

3. díj *Zempléni Réka*, VIII. évf. (ELTE Radnóti Miklós Gyakorlóiskola): A Wilma hurrikán. Felkészítő tanár: *Balázs Katalin*

Környezeti kémia és technológia

1. díj *Lovas Katalin, Tóth Eszter*, X. évf. (Szentendrei Református Gimnázium): A mosás régen és most. Felkészítő tanár: *Szakács Erzsébet*
2. díj *Szilágyi Tibor István*, XII. évf. (Thury György Gimnázium és Szakközépiskola): A péti volt szovjet üzemanyag-tárolóbázis kármentesítési munkái. Felkészítő tanár: *Szondáné Kovács-Molnár Mária*
3. díj *Gilinger Tamás*, XI. évf. (Szent István Gimnázium): A termálvíz hasznosításának környezetvédelmi vonatkozásai zöldség-hajtásban. Felkészítő tanár: *Gilinger dr. Pankotai Mária, Hermesz Zoltán*

MKE tagságot és Középiskolai Kémiai Lapok előfizetést nyertek:

Pénzes Ferenc (Türr István Gimnázium és Óvónői Szakközépiskola, Pápa)
Szakács Erzsébet (Szentendrei Református Gimnázium, Szentendre)
Szabó Mária (Öveges József Gyakorló Középiskola, Budapest)
Ragats Zsófia (Berzsenyi Dániel Evangélikus Gimnázium (Líceum) és Kollégium, Sopron)

Kerekasztal-beszélgetés a kémiatanítás helyzetéről

(Budapest, 2007. február 5.)

A Fővárosi Pedagógiai Napok kémia programja keretében a patinás Eötvös József Gimnázium díszes tanácstermében *Kálmán Alajos* akadémikus, az MKE elnöke, *Körtvélyessy Gyula*, az MKE főtitkára, *Nahalka István*, az ELTE BTK egyetemi tanára, *Náray-Szabó Gábor* akadémikus, az ELTE egyetemi tanára és *Pokol György*, a BME VBK dékánja osztozták meg gondolataikat a kémiatanításhoz és diákokból álló hallgatósággal. *Fényképünkön* (I. 140. old.) balról jobbra *Liptay György*, az MKE alelnöke (háttal), *Doba László* gimnáziumi igazgató (álló),

Nahalka István, *Pokol György* (takarva), *Kálmán Alajos*, *Náray-Szabó Gábor* és *Sándor István*, a falon *báró Eötvös* képe mellett a poszterkiállítás két darabja látható (a felvételt *Körtvélyessy Gyula* készítette). A beszélgetést *Doba László* köszöntője után *Sándor István* gimnáziumi igazgató-helyettes bevezetővel indította, és azután vezette.

Kálmán Alajos személyes emlékeire hivatkozva megállapította, hogy a kémia empirikus tudomány, megítélésében a gyermekkori emlékek meghatározóak. *Nahalka István* felidézte, hogy a nemzet-

közi felmérések a hazai kémiaoktatás színvonalának csökkenését jelzik. A jobban szereplő országokban más a tanulási folyamat, mi elmaradtunk és a természettudományos nevelést bezárkózva végeztük. A hétköznapi természettudományt kellene oktatni. *Náray-Szabó Gábor* szerint gondot jelent, hogy a tanárok „keresztünyomják” és nem szeretik meg a kémiát a diákokkal. Szükségesnek tartaná a tananyag szűkítését is. *Pokol György* hangsúlyozta, hogy ma is vannak jó kémiatanárok, a kémiaoktatáshoz való hozzáállás tekintetében a mezőny sokkal szélesebb. Gondot jelent a kémia imázsának romlása, a kémiát sokan a környezetkárosítással társítják. Szükség lenne hétköznapi kémiai példák



közreadására. *Körtvélyessy Gyula* azon véleményének adott hangot, hogy a kémiai gyerekkortól kellene megszerettetni a diákokkal, azzal hogy a világra vonatkozó kérdéseikre válaszolunk.

Ezután a jelenlevők *Sándor István* felvetésére az egyetemre történő felkészülés témakörével foglalkoztak. *Nahalka István* felidézte, hogy az utóbbi tíz évben a felsőoktatásban tanulók aránya háromszorosára nőtt, ami felhígulást okozott. Ezzel együtt más karok vonzóbbak és a pedagógusi kezdőszint emiatt is gyengébb lett. A fejlettebb világ oktatási rendszereiben már 30-40 éve az addigi tudásközvetítés helyett azt az elvet érvényesítik, hogy a tudást a gyerekeknek kell létrehozniuk, tehát hagyni kell a gyerekeket dolgozni és nem csak az ismereteket átadni. Magyarországon az új elvet nem alkalmazzuk. *Kálmán Alajos* fontosnak tartotta a gyerekek érdeklődésének felkeltését, az oktatás Gauss-görbéjének lenyomását. Véleménye szerint a tanárnak karizmatikus, meghatározó, a diákkal azonosulni

tudó egyéniségnek kell lennie, mint amilyen például *Cornides* professzor volt. Az oktatás színvonalát emelni kell. Fontosak a kémiai versenyek. *Náray-Szabó Gábor* hangsúlyozta, hogy molekula nélkül nincs modern tudomány, ezért ezt a kémia oktatásában is figyelembe kell venni. *Nahalka István* visszatérve az „elitképzés elitiskolákban” problémakörre elmondta, hogy egy 2003. évi felmérés szerint a felső 10%-ba tartozó magyar diákok nemzetközi eredménye gyengébb volt, mint a magyar átlag, vagyis a magyar oktatási rendszer sújtja az elitképzést. *Pokol György* szerint nem az a jó tanár, aki tanít, hanem az, aki tanítat. Nem helyes tehát az a szereposztás, hogy az oktató oktat, a hallgató pedig hallgat. *Körtvélyessy Gyula* úgy emlékezett, hogy korábban is voltak gondolkodásra készítő oktatók.

Sándor István komoly gondként említette az óraszám csökkentését a kémia-oktatásban. *Kálmán Alajos* szerint nem szabad szakbarbárokat nevelni. Kérte a középiskolai kémia tanárokat, hogy fogal-

mazzák meg és juttassák el gondolataikat az MTA Kémia Osztálynak, amit az Osztály továbbít az illetékeseknek. *Nahalka István* megállapítása szerint nem voltak pedagógiai reformok, és az anyagszerkezet tanítás kivétele a tananyagból a fizika szintjére történő sülyledést jelentené. *Körtvélyessy Gyula* hangsúlyozta a kémia tanárok megbecsülésének fontosságát.

Ezután a hallgatóság soraiból hangzottak el kérdések. *Varga Márta* (Budapest Szinyei Gimnázium) felvetette, hogy unalmas a gyerekek számára a kémia, mert a számítógép előtt ülve gyorsan változó információkhoz szoktak. *Nahalka István* szerint meg kell tanítani a gyerekeknek, hogy jó elmélyülten gondolkodni, „elmélázni a dolgokon”. *Kálmán Alajos* rámutatott, hogy vegyészmérnökökre van szükség, mert a kémiai technológiában 5-10 év múlva szakemberhiány lehet. A gyerekeket meg kell tanítani pontosan kérdezni. Fontos lenne, hogy a média (TV) bemutassa a kémia szerepét a „szép, új világban”. *Nagy Mária* (Pécs) jelezte, hogy ő is csak hallott az új tanítási módszerekről. *Pokol György* rávilágított az alaposág és a logika fontosságára a kémia oktatásában. *Nahalka István* felidézte, hogy súlyos szakmai hibákat fedezett fel fizika tankönyvben. Ez nemcsak a fizikára, mint szakmára vonatkozott, hanem oktatási-módszertani hibák is voltak: olyan új fogalmakat használtak, melyeket előzetesen nem határoztak meg. De elmondta, hogy mint módszertan oktató azt tapasztalta, hogy gyakran nem az új módszerek – pl. csoportfoglalkozásban tanulni – ismerete hiányzik, hanem azok elfogadása és alkalmazási készsége.

A rendezvényt a Magyar Kémikusok Egyesülete 100. évfordulójának tiszteletére készült kémia történeti diákmunkából válogatott poszterkiállítás bemutatója zárta, amit *Doba László* igazgató és *Majoros Anna* igazgatóhelyettes (Fővárosi Pedagógiai Intézet) vezettek.

K. Gy. – RL

Szemle... Szemle... Szemle

Lassabban bővül az európai vegyipar 2007-ben

Az Európai Vegyipari Tanács (CEFIC) szerint az európai vegyipar (amibe a gyógyszeripar nem számít bele) 2006. évi 2,5%-os volumenbővülése meghaladja a 2005. évi 1,5%-ot és az utóbbi öt év átlagát is. A 2,5%-os átlagon belül kiemelkedően, 3,8%-kal bővült a fogyasztási célú kemikáliák, 3,5%-kal a szerves alapanyagok, és 2,8%-kal a specialitások és finomkemikáliák forgalma. Átlagon alul teljesített a petrolkémia (2,3%)

és a polimergyártás (1,1%). Említésre méltó az európai gyógyszeripar kiugró, 6,5%-os növekedése. A 2006. évi eladásokat főleg a belföldi igények 4,6%-os bővülése húzta magával.

2007-ben a világgazdaság és ezen belül az Európai Unió növekedésének lassulására számítanak; az EU GDP-növekedését a 2006. évi 2,7% után 2007-ben 2,3%-osnak jósolják. Ezzel együtt a gyógyszeriparon kívüli vegyipar volumen-növekedését is kisebbre, 2,2% körülire várják. Átlagon felüli növekedést prognosztizálnak a petrolkémiai termékek-

nél (3,6%) és a fogyasztói vegyiparoknál (2,7%), gyengébbet a szerves alapanyagoknál (1,8%), a specialitásoknál és a finomkemikáliáknál (1,7%), valamint a polimerknél (1,5%). Mindemellett figyelemre méltó a petrolkémiai termelés harmadik éve töretlen bővülése. A felsoroltakhoz nem tartozó gyógyszeripar termelés-növekedése is csökkenni fog 5%-ra, de még így is kiugró marad, több mint kétszerese lesz az előzőekben említett ágazatok átlagos bővülésének [<http://www.hydrocarbonprocessing.com/>].

RL