



ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA

Az ország vezető szaklapja - www.anyagvizsgaloklapja.hu 2021/II. lapszám

PAKS II. Atomenergia a biztonságos áramellátás záloga



A tiszta energia forrása



A lap kiemelt ipari partnere a
Paks II. Zrt.



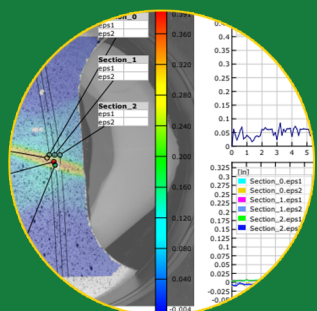
RAKK & AGY Konferencia



Politikai anyagtudomány



Fücsök Ferenc



Doktori Iskolák Közleményei



Kutatóhelyeink nemzetközileg



Dr. Gáti József

Paks II.-ről röviden



Az ellátásbiztonság garanciája

A hazánkban termelt villamos energia felét, a felhasznált áram harmadát a jelenleg működő atomerőmű biztosítja. Ennek üzemideje azonban a 2030-as években lejár. A két új paksi blokk a későbbiekben leállítandó erőmű pótlására hivatott. Az új blokkokkal Magyarország villamosenergia-ellátásának biztonsága nő, hiszen a kellő mennyiségű áram az országhatáron belülről lesz biztosítható, így csökkentve hazánk importfüggőségét.

Fontos eszköz az éghajlatváltozás elleni harcban

A nukleáris energia az éghajlatváltozás elleni küzdelem fontos eszköze is, hiszen az atomerőművek működése nem jár szén-dioxid-kibocsátással. Ha széntüzelésű erőműben termelnénk meg ugyanannyi villamos energiát, amennyit a két új paksi blokk előállít, az évente 17 millió tonna szén-dioxiddal terhelné a légkört.

2020-ban Magyarországon a villamos energia 55 százalékát termelték meg szén-dioxid kibocsátása nélkül, karbonmentesen nukleáris, nap-, szél-, víz- és geotermikus energia felhasználásával. Ennek a tiszta energiának a 87 százalékát a Paksi Atomerőmű adta.

Az energiamix fontos eleme

Az új blokkok létesítése egyáltalán nem zárja ki, hogy a megújuló energiaforrások (nap, szél stb.) is egyre nagyobb arányban járuljanak hozzá a hazai villamosenergia-termeléshez. Nyugat-Európában és a tengerentúlon is számos minta van az atomenergia és a megújulók egymás melletti, egymást kiegészítő üzemeltetésére, de Paks is kitűnő példa, ahol a város határában nemcsak a Paks II. atomerőmű építési munkálatai kezdődtek meg, hanem az ország egyik legnagyobb naperőműve is felépült.

Az évszázad beruházása

A Paks II. projekt építésének időszakában, csúcsidőben mintegy tízezer embernek ad majd munkát, és további 10-15 ezer munkahely létesülhet a kapcsolódó feladatoknak és munkáknak köszönhetően országszerte. A paksi beruházás célja, hogy egy olyan, a kor legszigorúbb elvárásainak megfelelő, kiváló műszaki színvonalú, biztonságosan működő erőmű épüljön fel, amely évtizedekig hozzá tud járulni Magyarország klímabarát villamosenergia-ellátásához, lendületet adva a magyar ipar, kereskedelem és oktatás fejlődésének.



ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA

A Magyar Roncsolásmentes
Vizsgáló Szövetség Lapja
MAROVISZAz ország vezető szaklapja.
Alapítva: 1991-ben.Negyedévente elektronikus megjelenő folyóirat.
Országos, iparágakat átfogó, szakmai folyóirat a
minőségért és biztonságunkért.Az Anyagvizsgálók Lapjának szerkesztősége a
kiadó, a **MAROVISZ**, a Magyar Roncsolásmentes
Vizsgáló Szövetség címén érhető el:

1191 Budapest, Üllői út 206., B. ép. II. lh.

Tel.: (36-1) 278-0632;

fax: (36-1) 278-0633;

e-mail: info@anyagvizsgaloklapja.huweb: www.anyagvizsgaloklapja.hu
www.avilap.hu

Az Anyagvizsgálók Lapjának szerkesztőbizottsága:

Dr. Dívós Ferenc

Dr. Dudra Judit

Kecskés Péter

Lutor Attila

Dr. Mankovits Tamás

Skopál István

Szűcs Pál

Zsoldos Zsuzsanna

Dr. Tóth László, felelős szerkesztő

Dr. Trampus Péter, felelős kiadó

Berki Gábor, főszerkesztő

Erdei Réka, digitális szerkesztő

tripladuplav.hu
webstudio

Az elektronikus folyóirat szerver háttérét a

tripladuplav.hu
webstúdió biztosítja.

ISSN: 1215-8410

JEGYZET

Tisztelt Olvasóim! Megértem Önöket, hogy már unják a Jegyzet írójának változatlan, a pandémiához kötődő mondatait. Sajnos igen, még mindig ezzel harcol a világ. Amikor hozzákezdttem a JEGYZET rovat megírásához hazánkban az elhunytak száma 17.000 fő volt, most a zárásnál meghaladja 25.000 főt¹. Ezzel sajnos a világgranglistát vezetjük. Az okok elemzése biztosan hosszan tarthatna, de egy biztos, a politika szerepe nem kerülhető meg!

A szakmánk irányába tekintve! Örömmel tapasztalom, hogy az „anyag definíciója” témában indított FÓRUM folytatódik és ebben „új húrok” megpendítésére is sor kerül. Ugyancsak érdekes lehet – különösen a fiatalabb és törekvő generáció számára – a HÍREK rovatban közölt eszmefuttatás, ami a magyar tudomány nemzetközi „láthatóságát” elemzi. Hogy miért is nagyon fontos az említett elemzés „a fiatalabb és törekvő generáció számára”? Az ok egyszerű és prózai. Az információs technológia fejlődése egyre kisebbé „gyúrja” földünket, ahol minden területen a piaci viszonyok érvényesülnek. Így van ez a tudományos közleményekkel, a tudomány művelőivel kapcsolatban is. Egyre körültekintőbb adatbázisok jelennek meg szerte a világon mind a közleményekkel, mind pedig azok összeállítóival kapcsolatban. A piaci viszonyok pedig „melyik a legjobb adatbázis”, „ki a legnagyobb tudós” kérdésekben csúcsosodnak ki. Az „óriások harcában” az erők még erősebben lesznek, a gyengék pedig elhalnak. Ezen adatbázisokban a „pozíció-szerzésben” egyértelműen a törekvő, ismereteit bővíteni akaró, fiatalabb generáció pedig hosszú távon érdekelt. Az idősebb generáció újból a „politikuskra gondol”, én pedig fiatalkoromra, a Mechwart András Gépipari Technikumra, 6 napos oktatási hetekre. Minden héten egy napot reggel 7-kor kezdtünk a műhelyben és délután 1/2 3-kor zártunk. Reszeltünk (maig is megvan első munkám, a levélnehezék, majd csöklucs, kalapács), hegesztettünk, kovácsoltunk, hónoltunk, felújítottuk és dolgoztunk a legkülönbözőbb szerszámgépeken (esztergapad, maró, fűrészgép), felügyeltünk az akkori automata gépekre, villamos méréseket végeztünk stb. Ezt volt az akkori technikusképzés, de nem csupán a gépiparban, hanem az ipar sok-sok területén. Szülővárosom két technikumból több szakember rövidebb hosszabb ipari gyakorlatot követően erősítette az egyetemek oktató garnitúráit. Közülük számosan akadémikus, DSc fokozatot is elértek és szakmai területük reprezentáló egyéniségei lettek. És jött a politika! E képzés – átmeneti vegetálást követően (felsőfokú technikum) – megszűnt, az egyetemi struktúrában csupán elvétve találni ipari környezetben kellő tapasztalatokat szerző oktatókat. Engedje meg Tisztelt Olvasóm, hogy egyik hallgatóm előadását záró, Ör Beátától származó – véleményemet is tükröző – idézettel zárjam soraimat: „Nincs az az ipari katasztrófa, amit egy politikus ne tudna felülmúlni”.

Sajnos kénytelenek voltunk most feladni olyan rovatokat is, amelyek szervesen beépültek a korábbi számainkba, de – be kell vallani, hogy mindezt örömmel tettük annak érdekében, hogy a MAROVISZ+RAKK közös szakmai konferenciájáról kellő színvonalú tájékoztatás jelenhessen meg. Az elhangzott előadások szakmai tartalmát áttekintve célunk egy olyan válogatás összeállítása Lapunk következő számában, amely kellően reprezentálja a hazai szakmai közéletet.

Tóth László

¹ Koronavírussal kapcsolatos adatok: <https://koronavirus.gov.hu/>
(Letöltés dátuma: 2021.03.25.)

TARTALOMJEGYZÉK

HÍREK – NEWS

Trampus P., Bíró Gy.: XII. RAKK és 10. AGY online konferencia és kiállítás, Beszámoló P. Trampus, Gy. Bíró: XII. RAKK and 10. AGY online conference and exhibition, Report	5
Gáti J.: MAROVISZ Díj 2021-es kitüntetettje: Fücsök Ferenc J. Gáti: MAROVISZ Award 2021: Ferenc Fücsök	7
Tóth L.: A MAROVISZ Díj Kuratóriumának elnöke: Dr. Gáti József L. Tóth: Chairman of the Board of Trustees of the MAROVISZ award: Dr. József Gáti	9
Tóth L.: A felelős szerkesztő megjegyzései Kaptay György, az MTA levelező tagjának "A hazai kutatók, tudományágat és kutatóhelyek nemzetközi láthatósága (2017-2019)" közleményéhez L. Tóth: Comments of the editor-in-chief on the article by George Kaptay, correspondent member of the Hungarian Academy of Sciences, "The international visibility of scientists, research fields and affiliations of Hungary (2017-2019)"	11
Kaptay Gy.: A hazai kutatók, tudományágak és kutatóhelyek nemzetközi láthatósága (2017 – 2019) G. Kaptay: The international visibility of scientists, research fields and affiliations of Hungary (2017-2019)	13

PORTRÉK - PORTRAIT

Tóth L., Dudra J., Erdei R.: A Magyar Anyagvizsgálók Egyesületének elnökei - Quirin Leó Lipót (1939-1942) L. Tóth, J. Dudra, R. Erdei: Presidents of the Hungarian Association for Material Testing - Leó Lipót Quirin (1939-1942)	36
---	----

SZAKMAI ROVAT

Szalai Sz., Harangozó D., Czinege I.: Az alakíthatósági határgörbe meghatározása és modellezése Sz. Szalai, D. Harangozó, I. Czinege: Experimental study and modelling of the forming limit curve	39
--	----

FÓRUM – FORUM

Dobránszky J.: Terminológiai próbálkozás a politikai anyagtudomány fogalmának meghatározására (azzal a meghatározott céllal, hogy végre képbe kerüljön az SFDORA) J. Dobránszky: Termonological attempt to define the term of political materials science (with the decided aim of finally getting SFDORA into the focus)	54
--	----

XII. RAKK és 10. AGY online konferencia és kiállítás

Beszámoló

A Magyar Roncsolásmentes Vizsgálati Szövetség (MAROVISZ) hagyományos „egri” konferencia sorozata, a Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Konferencia és Kiállítás (RAKK), valamint a Magyar Anyagvizsgálók Egyesülete (MAE) által gondozott Anyagvizsgálat a Gyakorlatban (AGY) soron következő konferenciája az idei évben közös rendezvénné olvadt össze. A két egyesület vezetése úgy döntött, hogy a normális életnek (értsd: személyes találkozás) a világjárvány okozta ellehetetlenülése miatt online módon, a virtuális térben, közösen szervezi meg az eseményt. A közös rendezés nem jelentett különösebb gondot, mert a RAKK és a MAE tagságának jelentős az átfedése, ami abból adódik, hogy sok szakember, illetve anyagvizsgáló laboratórium foglalkozik a vizsgálatok szélesebb palettájával, nem csak egy szűkebb szeletével.

A két és fél napos rendezvény 2021. március 17-től 19-ig került lebonyolításra. Az előkészítést és a lebonyolítást a Diamond Congress konferencia-szervező cég végezte, professzionális módon. A rendezvényre összesen 158 fő regisztrált, köztük 20 fő egyetemi



A rendezvény elnökei a megnyitón: Trampus Péter és Bíró Gyöngyvér

hallgató vagy doktorandusz, akik részére a rendezvény ingyenes volt. Hét virtuális kiállítói standot lehetett meglátogatni és a kiállítók, illetve jogi tagjaink közül hat szponzorálta is a rendezvényt, köszönet érte nekik. A konferencia Tematikai Bizottsága a beérkezett előadásokat hét szekcióba sorolta, amelyekben összesen 43 orális előadás hangzott el. A megnyitó szekciót egy plenáris előadás színesítette. Néhány esetben javasolta a Tematikai Bizottság poszter készítését az orális forma helyett, és így végül 14 poszter lett bemutatva.

A rendezvényen került kihirdetésre a MAROVISZ Díj 2021. évi nyertesének személye. A Díjat a Kuratórium javaslata alapján a MAROVISZ elnöksége Fücsök Ferencnek adományozta. Az online rendezvényt több kötetlen beszélgetést lehetővé tevő



Szekcióelnökök: A. szekció: Skopál István, Dobránszky János; B. szekció: Fodor Olivér, Harnisch József; C. szekció: Szűcs Pál, Lukács János; D. szekció: Trampus Péter; E. szekció: Gémes György, Barkóczi Péter; F. szekció: Vida Ádám, Gyarmati István; G. szekció: Hargitai Hajnalka, Pór Gábor



A bankett résztvevőiről készített pillanatfelvétel. A képen balról jobbra:

Bíró Gyöngyvér, Csizmadia Ágnes, Harnisch József, Skopál István
Verő Balázs, Németh Árpád, Fodor Olivér, Tóth László
Buza Gábor, Hargitai Hajnalka, Czinege Imre, Dévényi László
Harsányi Gábor, Dobránszky János, Rózahegyi Péter, Illyi János

program, baráti találkozók, valamint a technikai lehetőségek keretein belül megrendezett „bankett” tartotta. Volt kvíz játék is: az önkéntes résztvevőknek a kiállítók által bemutatott eszközökkel kapcsolatos szakmai kérdésekre kellett válaszolniuk, ami feltételezte a virtuális standok érdemi meglátogatását és esetleg konzultációt az ott található szakemberekkel. A 18 helyes megfejtő közül kisorsolt személy egy elektromos rollerrel lett gazdagabb.

Az elhangzott előadások ismeretében elmondhatjuk, hogy a közös konferencia a hagyományokat és az előttünk álló fejlődést is figyelembe véve az anyagvizsgálat teljes területét lefedte. Foglalkozott a technológia- és gyártmányfejlesztésben alkalmazott mérnöki modellezésekkel összefüggő, valamint a technológiák ellenőrzésében alkalmazott vizsgálatokkal, továbbá a komplex

létesítmények építése, szerelése és üzemeltetése időszakában végzett roncsolásmentes vizsgálatokkal. A program magában foglalta a járműgyártással összefüggő vizsgálatokat, a minőségügy kérdéseit is, mint például a szabványok, a labor akkreditáció és a körvizsgálatok. Foglalkozott továbbá a műanyagok és a kompozit anyagok vizsgálatával.

Úgy értékeljük, és ebben benne van a résztvevők visszajelzése is, hogy a XII. RAKK és 10. AGY közös online konferencia sikeres volt. Látogatottsága, az előadások száma és minősége, a virtuális kiállítási standok és a közösségi programok együttesen felülmúlták a rendezők előzetes, a rendkívüli helyzetből adódóan talán némileg szkeptikus elvárásait. A közös konferencia eredményének tekintjük azt is, hogy a szakma elismert képviselői mellett jelentős számú fiatal szakember is bemutatkozott.

Dr. Trampus Péter
MAROVISZ, elnök

Dr. Bíró Gyöngyvér
MAE, elnök

MAROVISZ Díj 2021-es kitüntetettje: Fücsök Ferenc

A 2021-es MAROVISZ Díj kitüntetettje Fücsök Ferenc gépészmérnök, aki az elmúlt évek olyan kiemelkedő személyiségeit követően veheti át az elismerést, mint Becker István, Tarnai György, Kecskés Péter, Dr. Rittinger János, Szűcs Pál János, Dr. Somogyi György és Szalay Ferenc.

Fücsök Ferenc 1944. február 3-án Sopronban született, egyetemi tanulmányait a Budapesti Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Karán végezte, ahol 1968-ban okleveles gépészmérnök és mérnök-tanár diplomával fejezte be tanulmányait. Első munkahelye a Bánki Donát Műszaki Főiskola, Mechanikai Technológia Tanszéke volt, ahol az anyagtudományok oktatása mellett részt vett anyagvizsgáló berendezések tervezésében is. Szűkebb szakterülete a roncsolásmentes anyagvizsgálat volt. 1971 novemberében elvégezte a Gépipari Tudományos Egyesület által szervezett ultrahangos anyagvizsgáló tanfolyamot, majd későbbiekben megszerezte az összes roncsolásmentes vizsgálati módszer 3-as, vagy 2-es szintjéhez kapcsolódó tanúsítványt. 1994-ben vette át a FEANI Európai Mérnök oklevelét.

1992-1998 között az ERŐKAR Rt. Anyagvizsgáló és Állapotellenőrző Laboratóriumában roncsolásmentes vizsgálatok fejlesztőmérnökként tevékenykedett. Rövid ideig dolgozott a Műszaki Biztonsági Vizsgáló és Tanúsító Intézet Kft.-ben, ahol, mint anyagvizsgáló mérnök olajipari beruházások roncsolásmentes anyagvizsgálói és műszaki felügyeletével foglalkozott. Aktív munkaviszonya utolsó állomását a Budapesti Erőmű Zrt. jelentette, ahol egyik feladata volt a Társaság felkészítése a minőségbiztosítási tanúsításra, míg a munkájának másik elemét az erőművi beruházások minőségügyi és roncsolásmentes vizsgálati ellenőrzése jelentette.

Fücsök Ferenc 1991-ben a TEMPUS program keretében egy hónapos tanulmányúton vett részt a skóciai Paisley Egyetem Minőségügyi Központjában. 1998 és 2005 között 1-1 hónapos tanulmányi program keretében járt Berlinben, a Szövetségi Anyagtudományi és Vizsgáló Intézet megbízhatósági laboratóriumában, ahol a roncsolásmentes vizsgálatok megbízhatóságával, valamint a digitális roncsolásmentes vizsgálati módszerek fejlesztésével foglalkozott.

Rendszeresen részt vett az anyagvizsgálók oktatásában, az ORSZAK Bt. által szervezett roncsolásmentes



Fücsök Ferenc, a MAROVISZ-Díj 2021-es kitüntetettje, díjat átadta: Trampus Péter

anyagvizsgálók képzésében. Fücsök Ferenc résztvevője hazai és külföldi konferenciáknak, előadásai, és szakmai folyóiratokban megjelent publikációi száma 62.

A Gépipari Tudományos Egyesületbe 1970-ben lépett be, ahol Anyagvizsgáló Szakosztály Roncsolásmentes Szakbizottságban a radiográfiai filmértékelési körvizsgálat szervezésében vett részt. 1994-ben a VI. Európai Roncsolásmentes Vizsgálatok Konferencián a Gépipari Tudományos Egyesület Anyagvizsgáló Szakosztály Roncsolásmentes Anyagvizsgáló Szakbizottság (RASZ) akkori elnökeként beválasztották az Insight Folyóirat Szerkesztő Bizottságába, aminek eredményeként 1996. márciusában megjelenhetett az „NDT in Hungary” szám, mely 24 oldalon 9 cikket közölt. A cikkek többsége magyarul is megjelent a GÉP című lapban.

Fücsök Ferenc alapító tagja a Magyar Roncsolásmentes Vizsgáló Szövetségnek. Aktívan részt vett a Roncsolásmentes Vizsgálatok Európai Szövetsége megalakításában. 1998 májusában Koppenhágában megrendezett alakuló ülésen 27 európai ország egyik képviselőjeként írhatta alá a Szövetség alapító dokumentumát.

Magyar Roncsolásmentes Vizsgáló Szövetség 2008-as döntésének megfelelően kezdődött meg az anyagvizsgáló laboratóriumok részére jártassági vizsgálatok szervezése, melynek koordinációjával az Elnökség akkor Fücsök Ferencet bízta meg. Az első vizsgálat összefoglaló jelentése 2010. március 2-án

jelent meg, azóta évente egy vizsgálatot szerveztek. Jelenleg éppen a 14. kerül meghirdetésre.

Fücsök Ferenc nagy munkabírással és szakértelemmel szervezi a roncsolásmentes vizsgálatok jártassági vizsgálatait. Megismerte a körvizsgálatok szervezésével foglalkozó nemzetközi gyakorlatot, beleásta magát az elméleti részekbe és a matematikai, statisztikai értékelési modellekbe, módszerekbe. Ezen ismereteit folyamatosan fejleszti és igyekszik a hazai roncsolásmentes szakma javára felhasználni. Jelentős részt vállal az egyes jártassági vizsgálatokhoz szükséges próbatestek megtervezésében, legyártatásában, a dokumentumok kidolgozásában, valamint a vizsgálatok kiértékelésében, a jelentések elkészítésében.

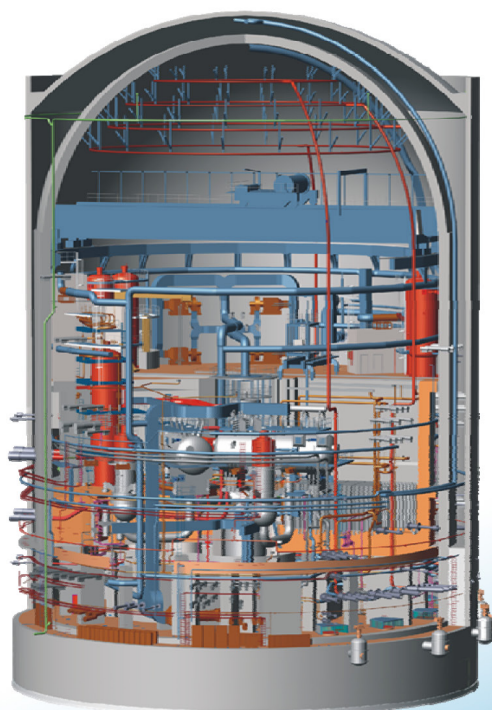
Munkásságával hozzájárul a MAROVISZ tekintélyé-

nek és árbevételének növeléséhez, a laboratóriumi munka minőségének javításához.

Végezetül engedjék meg, hogy elsőként gratuláljak Fücsök Ferenc kitüntetéséhez, olyan kollégaként, aki a több, mint 50 éves pályafutásának személyes követője lehettem. Pályakezdésének harmadik évében ismertem meg tevékenységét, mint az akkori Bánki Főiskola hallgatója, majd a következő 24 évben, 1992-ig oktató kollégaként a Mechanikai Technológia Tanszéken folytattuk a hallgatók képzését. De kapcsolatunk azt követően sem szakadt meg, az utóbbi évtizedben a Nemzeti Akkreditáló Hatóság minősítőjeként számos alkalommal találkoztam a laboratóriumi jártassági vizsgálatok áttekintése során az összefoglaló értékelésekkel, melyet neve fémjelzett!

Dr. Dr. h. c. Gáti József
Kuratórium elnöke

VVER-1200 3+ generációs blokk



A Roszatom által kifejlesztett VVER-1200 blokk egy 3+ generációs, vagyis továbbfejlesztett harmadik generációs blokk típus.

Legfontosabb jellemzők

- **Reaktor típusa:** nyomottvizes
- **Termikus teljesítmény:** kb. 3220 MW
- **Villamos teljesítmény:** kb. 1200 MW
- **Üzemanyag:** U-235
- **Primerköri hurkok száma:** 4
- **Gőzfejlesztők száma:** 4
- **Biztonsági rendszerek:** aktív és passzív biztonsági rendszerek
- **Üzemi élettartam:** legalább 60 év
- **Rendelkezésre állás:** >90%
- **Külső villamos betáplálástól való függetlenség:** 72 óra

A VVER-1200 blokknál alkalmazott új, a biztonság növelését eredményező műszaki megoldások

- **Kettősfalú konténment**
- **Maradványhő elvezetése**
- **Hidrogénkezelés**
- **Olvadékcsapda**



A MAROVISZ Díj Kuratóriumának elnöke: Dr. Gáti József

A kétévenként kiadható MAROVISZ Díj megújult Kuratóriumának elnöke Dr. Gáti József az Óbudai Egyetem c. egyetemi docense. Megtiszteltetés és öröm számomra, hogy Becker István, Tarnai György, Kecskés Péter, Dr. Rittinger János, Szűcs Pál János, Dr. Somogyi György díjazottak előterjesztését a korábbi összetételű Kuratórium első elnökeként megtehettem. Az idő rohan, így a megújulás az élet minden területén szükségszerű. Mindig jó hatású az, ha változások következnek be. Ez történ most is. Külön öröm számomra, hogy én mutathatom be régi barátomat a kuratórium új elnökeként a Tisztelt Olvasóinknak.

Gáti József a Bánki Donát Gépipari Műszaki Főiskolán 1975-ben szerzett gépgyártástechnológus üzemmérnöki diplomát, ezt követően tanulmányait a Nehézipari Műszaki Egyetem, Gépészmérnöki Karán 1980-ban okleveles gépészmérnök diplomával fejezte be. A nemzetközi és európai hegesztőmérnöki okleveleket 2000-ben vette át.

Gáti József 1975 óta dolgozik az Óbudai Egyetem egyik jogelőd intézményénél, a Bánki Donát Gépipari Műszaki Főiskolán. 1975-80 között tanszéki üzemmérnökként, 1980-tól 1984-ig főiskolai tanársegédként, 1984-től főiskolai adjunktusként tevékenykedett. 1996-tól főiskolai docens, majd 2008-tól c. egyetemi docens. 1987-től a Bánki Donát Műszaki Főiskola főtitkára, 2000-től a Budapesti Műszaki Főiskola főtitkára, majd 2007-től kancellárja. 2010 és 2014 között az Óbudai Egyetem kancellári feladatait látta el, majd intézményfejlesztési főigazgatói megbízást követően 2016-tól az Egyetem általános rektorhelyettese volt.

Oktatási munkájában úttörő szerepet vállalt a hegesztés és kötéstechológia tárgyak intézményi bevezetésében, a tantárgyprogramjainak kidolgozásában. Oktatta az Anyagtechnológia; az Ipari anyagok és előgyártmányok; az Előgyártási



technológiák, a Hegesztés, a Kötéstechológia, valamint a Technikatörténet tárgyakat, részt vett a tananyagok részletes kidolgozásában, a jegyzetek megírásában.

Meghívott oktatóként bekapcsolódott a Gödöllői Agrártudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar Mezőgazdasági gépjavító és alkatrészgyártó szakmérnöki-, a Hegesztő Műszaki Szakember képzésbe, előadó az Európai Hegesztőspecialista, a Hegesztőtechnológus, a Hegesztő inspektor, valamint a Nemzetközi Hegesztőmérnöki képzésben. Tárgyfelelős és előadó a metroológus szakmérnök képzésben.

Dr. Gáti József jelentős nemzetközi konferenciák, szimpóziumok szervezője (INES - International Conference on Intelligent Engineering Systems, ICC - International Conference on Computational Cybernetics, Magyar Tudósok Nemzetközi Szimpóziuma, SAMI - World Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics, SISY - International Symposium on Intelligent Systems and Informatics). Több mint 45 éves pályafutása alatt 122, többségében nemzetközi konferencia, szeminárium elnöke, szervezőbizottságának vezetője, tudományos bizottságának tagja, szekcióelnöke.

15 könyv, 10 jegyzet, 202 szakmai publikáció, 173 közéleti publikáció szerzője, illetve társszerzője, 1 szabadalom tulajdonosa. A Budapesti Politechnikum Acta Politechnica Szerkesztőbizottság elnöke volt, a BMF (Budapesti Műszaki Főiskola) Hírlevél, majd az Óbudai Egyetem Hírmondó alapító főszerkesztői feladatait látta el közel két évtizeden keresztül, valamint a Gép című folyóirat Szerkesztőbizottságának tagja.

Tagja a Magyar Mérnökakadémiának, annak Jelölő Bizottságának, az MTA Anyagtudományi és Technológiai Bizottság Hegesztési Albizottságnak, az IEEE (Institute of Electrical and Electronics

Engineers) Hungary Section-nek, a Magyar Fuzzy Társaságnak, a Neumann János Számítógép-tudományi Társaságnak, a Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum Tudományos Tanácsának, az EWF (European Federation for Welding, Joining and Cutting) Magyar Meghatalmazott Nemzeti Testület Vizsgáztató Testületének, az MHTÉ Igazgató Tanácsának.

Tagja a Budapesti Kereskedelmi és Iparkamara Szakmai Vizsgabizottságának, az ÉMI-TÜV SÜD Kft. Pártatlansági Bizottságának, elnöke az TÜV Rheinland InterCert Kft. Irányító Testületének. Korábban képviselőt látott el az European Committee for Standardization szabványosítási szervezetben, képviselője és delegátusa az International Institute of Welding világszervezetnek.

1974 óta vállalt feladatokat a Gépipari Tudományos Egyesületben, a Hegesztési Szakosztály vezetőségi tagja, majd később titkára, ezt követően 2001-2013

között annak elnöke. 2013-tól alapító elnöke a Magyar Hegesztési Egyesületnek, mely funkciót a mai napig ellátja.

Szakmai eredményei elismeréseként megkapta a GTE legmagasabb elismerését, az Egyesületi Érmét, a Bánki Donát Díjat, a Pattantyús Ábrahám Géza Díjat, a Zorkóczy Béla Emlékérmét, a Kassai Műszaki Egyetem Medálját, díszdoktora a Kassai Műszaki Egyetemnek, tiszteletbeli professzora a németországi Wildau-i Alkalmazott Tudományok Egyetemének. Ez évben vette át a Magyar Hegesztési Egyesület Életmű Díját.

A röviden összefoglalt szakmai életrajzából is látható, hogy a roncsolásmentes vizsgálat témakörében tevékenykedő szakembereink eredményeit többnyire a „hegesztési hibák gyártói” oldaláról szemlélve értékeli. Munkájához sok sikert és a tőle megszokott objektivitást kívánok nem csupán a MAROVISZ tagság, hanem a magam nevében is.

Tóth László

ny. egyetemi tanár

Felelős Szerkesztő

Gyászjelentés



Fájdalomtól megtört szívvel tudatjuk, hogy

Dr. Krallics György

egyetemi tanár

2021. március 26-án

tragikus hirtelenséggel elhunyt.

*"Küzdöttél, de már nem lehet,
a csend ölel át és a szeretet.
Csak az hal meg, akit elfelejtenek,
örökké él, akit nagyon szerettek."*

(Tóth Árpád)

Emlékét megőrizzük, nyugodjék békében!



Dr. Krallics György
1951-2021

Felelős szerkesztő megjegyzései

Kaptay György, az MTA levelező tagjának

„A hazai kutatók, tudományágak és kutatóhelyek nemzetközi láthatósága (2017 – 2019)”
közleményéhez

Tisztában vagyok azzal, hogy a Tisztelt Olvasók közül sokan szegeznék – avagy személyes találkozás során szegeznek – nekem a kérdést, hogy miért jelenik meg a címben említett közlemény éppen az Anyagvizsgálók Lapjában. A válaszom meglehetősen sokrétű lehet. Ígérem, nem fogom minden érveimet felsorolni! Néhányat azonban mindenképpen előhozok. Öröömre szolgál azonban az a tény, hogy a lap igen széles olvasói kört ölel fel. Kezdve a TDK dolgozatukat készítő felsőoktatás diákjaitól, a szakdolgozataikat, diplomamunkájukat készítő BSc és MSc diákokon át a gyakorló anyagvizsgálóktól a tudományos pályára készülő szakemberekig. Kaptay György egyik bevezető mondata így szól: „A magyar tudományos közegben fájó hiánycikk az évenkénti személyes tudományos megméréstetés és pláne az abból levont konzekvenciák.” (kiemelés tőlem). E tudományos közeg „felkent képviselői” a doktori iskolákat működtető egyetemek és a Magyar Tudományos Akadémia (MTA). Az előbbieknél PhD (és hasonló), az utóbbi az MTA Doktora (DSc) fokozat adományozásával ismeri el a tudományos tevékenységet. Ez formálisan rendben is van. Az egyetemek egyik feladata a „tudás őrzése és bővítése” mellett, annak „átadása” is. Az MTA-nak pedig egyik feladata a honi tudás képviselője a tudományos élet „nemzetközi színpadán”. A PhD fokozat anomáliáival – különösen annak átmeneti (egyetemi doktori és PhD) periódusának generációs következményeivel – most ne foglalkozzunk. Pedig bizonyára érdekes életpályákkal lehetne illusztrálni az „átminősítés” következményeit az egyes egyetemek, szakterületek „nemzetközi mércével mért” tudományos életében. Vegyük górcső alá az MTA tudományos minősítési rendszerét. A „kandidátusi fokozat” megszűnt, maradt egyedül a DSc fokozat, az „MTA doktora” címmel. A VI. Műszaki Tudományok Osztályának jelenleg 29 rendes, 6 levelező tagja és 222 DSc tagja van. Ahhoz, hogy valaki bekerüljön ebbe a 257 tagot számláló „klubba”, meg kell „ugrania” a selejtező szintet (azaz PhD fokozattal kell rendelkeznie) és értékelhető szerepet kell felmutatni a tudományos szakmai és közéletben egyaránt. A gondok itt jelentkeznek. A „klub tagjai” ugyanis

definiálják az „indulási szintet”. Ebben a szintben megjelennek tudományometriai követelmények és a tudományos közéleti szerepléshez kötődő alapkövetelmények, méghozzá számszerűsítve. Az előbbinél szigorúak az IGEN/NEM határok, az utóbbinál kissé lazábbak a követelmények és az értékelésnél még időnként felmerülhet a személyes szimpátia szerepe is. Aki tehát a „klub tagjai között szeretné látni magát”, annak keményen hajtani kell, hogy meglegyenek azok a „számok” (publikációk, hivatkozások impakt faktorok, ilyen és olyan indexek), amelyeket ahhoz kell felmutatnia, hogy a „lehetséges tagok” listájára felkerüljön.

És itt jön a „magyar virtus”! A szakirodalmat folyamatosan figyelve és több nemzetközi folyóirat rendszeres referálójaként az is kijelenthető, hogy nem csupán a „magyar virtus” érvényesülése figyelhető meg a „sokszerzős” közlemények robbanásszerű elszaporodásával. Ezzel a „technikával” ugyanis viszonylag gyorsan és könnyedén elintézhető mind a szükséges számú publikációs szám, mind az ilyen-olyan mutatók „begyűjtése”. Napjainkban már a 6-10 szerzős közlemények megjelenése – jól felmérhető szakmai körökben – szinte gyakorlattá vált. Félreértés ne essék! Tisztában vagyok azzal, hogy igazi új eredményeket a határterületi kutatások hozhatnak! Sőt ebben teljesen biztos vagyok! Mivel az élettelen természet törvényeinek megismerése (következésképpen manipulálási lehetősége) a nanoskálán megvalósítható, kommunikációs felület nyílt az élő és élettelen világ között. Az itt „lejátszható folyamatok” tárháza még a „sötét szoba” kategóriájába tartozik. Bármilyen csoport elindul e szobában, biztosan tud új eredményekkel szolgálni a társadalom számára, bővítve ezzel az emberiség tudományos ismereteit. Ebből a szempontból a sokszerzős közlemények számának gyarapodása még akár joggal is alátámasztható, indokolható és kívánatos.

A gond (jogos vagy jogtalan) akkor válik nyilvánvalóvá, amikor e közös eredményeket egyéni érdekek érvényesítésére kívánják felhasználni, pl. ösztöndíjak, támogatások, tudományos fokozatok megszerzésére. A dilemma hasonló a „közpénz” és „elveszti közpénz jellegét” kifejezések átmenetében!!

A jogtudományokban jártas szakemberek egymásnak hihetetlenül ellentmondó megnyilatkozásainak sokaságát hallgatva időként felsejlik egy műszaki szakemberben, hogy a megszólalók ennyire „gát-lástalanok” avagy ennyire „buták”. Tény, hogy egyik véglet sem azt támasztja alá, hogy „gránit-szilárdságú” alapja van a jogtudománynak. Azaz olyan alap-törvények léteznek, amelyekből deduktív módon levezethetők létező mindennapi törvényeink, jogi fogalmaink.

A természettudományos eredmények mérésében azonban lényegesen kedvezőbb helyzetben vagyunk. Amikor ugyanis a „közösség eredményeit” kívánja bárki is „privatizálni”, akkor bizonyítania kell ezek „privát jellegét”! És ebben van meghatározó szerepe annak a testületnek, bírálónak, aki ebben a kérdésben foglal állást! Tény, hogy egy „hígulási folyam” elindult több területen (pályázatok, ösztöndíjak, minősítések). Hogy ez hova konvergál? Nehéz megjósolni. Tény ugyanis, hogy a szakmai folyóiratokat kiadó „világcégek” új irányként létrehozták a „kutatók, kutatói szereplések” adatbázisait. Mint mindennek, ennek is van jó oldala, de rossz is! A jó oldal az, hogy pillanatok alatt megbízhatóan lehet tájékozódni az adott témában a világszínvonal állásáról, látni lehet az e területen dolgozók eredményeit, közvetlen kapcsolat építhető ki, stb. A „rossz oldal” abból adódik, hogy ezen adatbázisokban az „algoritmusokkal gyűjtött” adatok szerepelnek. A „sokszerzős cikkek” a sok szerző saját környezetében megjelentetett változatok, hivatkozások, ilyen-olyan faktorai stb. ezen adatbázisok számszerű adatait bővítik. E módszerrel pedig igencsak „felturbózzhatók” a tényleges teljesítmények, eredmények. Gondoljunk csak vissza egy generációval Gillemot László, Verő József, Zorkóczy Béla, Terplán Zénó, Sályi István, Reuss Endre, Gyulai József, Bay Zoltán, Simonyi Károly, Marx György, Budó Ágoston... nevekre. Hosszan sorolhatnám azokat a neveket, amelyek csak kiegészítésre várnának, és joggal. Az említettek mindegyikét saját szakmája itthon elismerte a nemzetközi szakmai élet pedig ismerte. E nevek pedig nem azért mentek át a köz-tudatba, mert az ilyen-olyan faktorai igen nagy számot mutattak, ilyen-olyan adatbázisokban sokszor szerepeltek, hanem azért, mert szakmájukat kreatívan, eredményesen és szorgalmasan művelték. Úgy is lehetne fogalmazni, hogy idejük nagy részében nem a hivatkozások számszerű adatainak gyűjtésére és dokumentálására koncentráltak, hanem szakmájuk szépségének megértésére, megértetésére fordították azt. Azt is tudomásul kell venni, hogy a

különböző adatbázisok (Web of Science, Research Gate, Scopus, Academia és még sorolható) eltérő adatokat tárolhatnak, következésképpen feldolgozásukkal eltérő, más-más következtetés megfogalmazására alkalmas eredményeket nyújthatnak. Jómagam a különböző folyóiratokban megjelenő közlemények bírálójaként már szinte folyamatosan használhatom a Scopus adatbázisát, ami egy-egy hónapra ingyenesen rendelkezésemre áll véleményem leadása után is. E megjegyzés csupán azt kívánja érzékelteni, hogy a „számok” sohasem fetisizálhatók, hanem a teljesítmény az, ami értékelendő! Joggal veti fel a Tisztelt Olvasó, hogy ha véleményem az, amit megpróbáltam érzékelteni, akkor miért és miért támogatásommal jelenik meg Kaptay György cikke, amely csak áttételesen érinti az „anyagvizsgáló szakmát”. Engedtessek meg, hogy indokaimat pontokba szedjem:

1. Tudomásul kell vennünk, hogy minden kor(szak), igyekszik megfogalmazni az adott kör „klubtagságának” kritériumait.
2. Kaptay György meglehetősen sok és alapos munkát végzett közleményének összeállításában. Ez pedig mindenképpen üdvözlendő és elismerendő. Ráadásul – összhangban a fent részletezett véleményemmel – arra is rámutat, hogy a h-index-szel ellentétben (ami főleg a sok-szerzős kvázi-kiválóságot preferálja) az Ioannidis és munkatársai a pozitív irányba tettek egy lépést, amennyiben mérési metodikájuk legalább részben az egyéni tudományos kiválóságot méri. Ezen túllépve a cikk végén bemutat egy új képletet is, amiben a társszerzőkkel elért mérhető statisztikai eredményt (azaz egy adott cikkre érkezett független hivatkozások számát) osztja a társszerzők számával, majd ezeket a parciális értékeket összegzi a vizsgált kutatóra. Ezt a metodikát még tesztelni kell ugyan, de első ránézésre az irány ígéretesnek tűnik.
3. A feldolgozott adatbázis számszerű adatai egyfajta tükörképe lehet a hazai tudományos életnek. Időnként az így kapott kép lehet reális is és torz is.
4. Úgy hiszem a torzítás egyik-másik lehetőségére és hosszú távú hatásaira rá lehetett (kellett) mutatni ugyanúgy, mint az értékelő erkölcsi felelősségére is.

Tóth László
felelős szerkesztő

A hazai kutatók, tudományágak és kutatóhelyek nemzetközi láthatósága (2017 – 2019)

Kaptay György

MTA levelező tagja, Miskolci Egyetem és Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft. munkatársa, kaptay@hotmail.com

Absztrakt

A magyar tudományos közegben fájó hiánycikk az évenkénti személyes tudományos megmérettetés és pláne az abból levont konzekvenciák. Ezért hasznos tükör Ioannidis és Mtsai nemzetközi táblázatai, melyek hazai vonatkozásait dolgozza fel ez a cikk. Összesen 351 hazai kutatót sorolunk fel, akik az eddig publikussá tett Ioannidis-féle hat táblázatban kiválónak minősülnek független hivatkozásaik alapján (itt nem említjük azokat, akik a Ioannidis-féle „kiváló” közé csak önhivatkozásaikkal kerültek, avagy az önhivatkozás ugyan nem bűn, de elismerés nem jár érte). A legújabb, 2019-es táblázatok a legjobb 100.000 kutatón kívül megadják azokat is, akik „csak” saját tudományáguk legjobb 2 %-ába kerültek (ez azért fontos, mert az első 100.000 kutató 80 %-a az élet- és természettudományokból kerül ki, így a többi tudományág ott erősen alulreprezentált). Ennek ellenére a 174 tudományágból 95 olyan van (54,6 %), aminek nemzetközi legjobb 2 %-ába hazai kutató az 1960-2019-es lista szerint nem került. Ez a szám önmagában még nem feltétlenül tragikus, az ezzel a statisztikai ténnyel kapcsolatos feladatokat (ha vannak ilyenek) tudományáganként kell meghatározni akadémikus társaimnak. Az 1960-2019-es lista szerint a legjobb hazai kutatóhely a BME (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem), innen kerül ki a nemzetközileg is kiválóknak tűnő hazai kutatók 11,3 %-a. Ioannidis és Mtsai számítási metodikáját elemezve megállapítom, hogy az egy kompromisszumos megoldás, részben a sokszerzős, részben a kevés-szerzős publikációkat írókat preferálja, ami az elmúlt 15 évben szinte egyeduralkodó h-index-hez képest (ami csak a sok-szerzős műveket írókat preferálta) egy realisabb értékelés (társzerzőkkel publikálni ugyan nem bűn, de nekem nem jár elismerés a társzerzőim eredményeiért). Megadok egy egyszerű számítási módszert is, amivel a 351 legjobb hazai kutató közé be nem jutottak is könnyen megbecsülhetik saját, Ioannidis és Mtsai által meg nem adott világhelyezésüket. Végül felvillantok egy saját, nemrég publikált egyenletet, amivel talán egyszerűbben lehetne

valami hasonlót kiszámítani ahhoz képest, hogy Ioannidis és Mtsai egyenlete $12 \log(1+F)$ függvényt tartalmaz.

Abstract

A missing feature of Hungarian public scientific life is an annual evaluation of our scientists and the consequences therefrom. That is why the international tables on the “best scientists of the world” by Ioannidis et al. are considered useful by this author for this country and so this paper provides the extract for local Hungarian scientists of the six tables made public so far. Altogether 351 local (= with Hungarian affiliations) scientists are named who appear at least in one of the “best” tables of Ioannidis et al based on their independent citations (those who appear there only due to their self-citations are not listed here; although self-citations are not a crime, but deserve no credit, either). The 2019 Tables provide also the names of those, who are among the best 2 % of their subfields (this is a good innovation of Ioannidis et al, as 80 % among the best 100,000 scientists come from health- and natural sciences, so other scientific fields are strongly under-represented there). Nevertheless, in 95 (54.6 %) out of all 174 sub-fields there are no local scientists even among the best 2 % of the sub-fields based on the 1960-2019 table. This number of “empty” sub-fields is not necessarily too high for this small country. The task (if any) to improve this situation should be defined by the local academicians of the given sub-fields. The best Hungarian affiliation according to the 1960-2019 ranking is BME (Budapest University of Technology and Economics) providing the workplace for 11.3 % of the best local scientists. Analyzing the methodology of Ioannidis et al it is shown to be a reasonable compromise between those publishing in large and in small groups of authors. This is a positive step towards reality compared to the h-index preferring only authors of multi-authored papers (having a co-author is not a crime, but one should get no credit for the results of his/her

co-authors). Further, a simple equation is provided to evaluate the ranking of those whose names are missing from the tables of Ioannidis et al. Finally a simple recently published equation of the author is shortly discussed which could do a similar (probably a better) job instead of the equation by Ioannidis et al. with its not less than twelve $\log(1+F)$ terms.

Kulcsszavak:

tudománymetria, sokszerzőség, önhivatkozás, Magyarország nemzetközi láthatósága, a világ „legjobb” 100.000 kutatója

Kewords:

scientometrics, multi-authorship, self-citations, international visibility of Hungary, the 100,000 „best” scientists of the world

1. Bevezetés

A magyar tudományban, azaz a felsőoktatásban és az akadémiai/ELKH (Eötvös Lóránd Kutatási Hálózat) kutatói szférában van ugyan számos (feltehetőleg túl sok) eseti megmérettetés, de a kutatók évenkénti tudományos értékelése fájóan hiányzik (lásd [1] és az ottani hivatkozások). Úgy tűnik, hogy ezt senki nem meri felvállalni: ha egy tudományos pozíciót valaki egyszer kis hazánkban elfoglalt, akkor onnan a további tudományos teljesítmény hiányában nem szokás Őt meneszteni. Ezért lehet fontos számunkra minden olyan évente megújuló nemzetközi rangsor, ami a világ kutatói között a „hun” jelzővel ellátott (azaz hazai) kutatókra is vonatkozik, így tükröt tart elénk (ha már magunknak nem készítenk tükröt, legalább ebbe belenézhet, aki akar). Ezt a célt szolgálja ez a cikk, ami Ioannidis és Mtsai által az elmúlt években publikussá tett hat táblázatot [2-4] analizálja hazai szemmel. A Ioannidis-féle lista persze nem tökéletes, de olyan valószínűleg nem készíthető (viszont a lista bázisául szolgáló Scopus adatbankban lévő esetleges hibákat egyéni kérésekre készséggel javítják 1-2 hónapon belül, ami relatíve jó hír). Vitatható persze a számítási metodika is, de vitathatatlan tudomány-metria metodika valószínűleg nem készíthető. A Ioannidis-féle metodika relatíve kedvez a kisebb szerzőszámmal publikálóknak (ez érthető, hiszen a világ legjobb kutatóit és nem a világ legjobb kutatócsoportjait keresik), de helyesebb lenne úgy fogalmazni, hogy végre nem csak a nagy szerzőszámmal publikálókat részesíti előnyben (mint pl. a h-index), hanem egy értelmesnek tűnő kompromisszumra törekszik (lásd e cikk végén részletesebben).

Ioannidis és Mtsai 2016 óta három cikket és hat excel táblázatot publikáltak az általuk „legjobb”-nak tartott „100.000” kutatóról [2-4]. Hogy ne legyen olyan egyszerű, valójában egyik táblázatuk sem 100.000 kutatót tartalmaz (lásd 1. táblázat). A 2013-as táblázatukban nem is volt még céljuk 100.000 kutatóra alkalmazni a számításukat, míg a későbbi táblázataik egynél több kiválósági kritériumot tartalmaztak. A 2017-2018-as táblázatokban ugyan a független hivatkozásokból számolt komplex érték alapján állítják sorba a világ első 100.000 kutatóját, de ugyanezeket a táblázatokat kiegészítik azokkal, akik csak az önhivatkozásaikkal kerültek be „egy másik legjobb” 100.000-be. A legújabb 2019-es táblázatok még bonyolultabbak és hosszabbak, mert ezeket a táblázatokat kiegészítették azon kutatókkal is, akik tudományterületük legjobb 2 %-ába tartoznak. Ez utóbbi egy értelmes kiegészítés, hiszen az első 100.000 „legjobb kutató” 80 %-át élettudományokkal és természettudományokkal foglalkozók foglalják el (lásd lent), így a többi tudományterület itt erősen alulreprezentált. A gond csak az, hogy újfent két külön versenyt hirdetnek: az egyiket a független hivatkozások alapján, míg a másikba belekeverik az önhivatkozásokat is.

Az önhivatkozások nem számítanak bűnnek. Különösen egy idősebb kutató számára az önhivatkozások kikerülhetetlenek, ha az illető sokat publikál ugyanazon a tudományterületen, hiszen csak így lehet megmutatni, hogy az aktuális cikk miben több mint az előzőek. Ugyanakkor az önhivatkozások nem szolgálhatnak alapul semmifajta elismeréshez, így ahhoz sem, hogy egy kutatót a „legjobb kutatók” táblázatában tüntessünk fel. Azaz az önhivatkozás nem bűn, de nem is érdem. Ezért ebben az összefoglalóban csak azokat a kutatókat adom meg, akik eredményüket független hivatkozásaikkal érték el. Ezen az alapon összesítve a hat Ioannidis-féle táblázatban a vizsgálat évében (vagy a legutolsó ismert évben) hazai munkahellyel rendelkezők közül összesen 351 kutató számít „kiválónak” (lásd kategóriánként az 1. táblázat utolsó oszlopát). Az 1. táblázatban azért látunk 351 helyett 1.005 főt, mert ugyanaz a kutató több táblázatban is feltűnik (persze nem mindenki és nem mindegyikben).

Ioannidis és Mtsai szerint kutatonak az számít, akinek van legalább 5 Scopus-ban is látszó tudományos műve (elnézést kérünk Ioannidis nevében is ezért a definícióért a hungarikumokkal foglalkozó kutatótársainktól). Ezen az alapon a világon (értsd: a Föld nevű bolygón) 2017-ben 6,88 millió, míg 2019-ben 7,92 millió kutató él vagy élt. Ezek a

számok önmagukban is elgondolkodtatóak és egyben visszafogottságra intenek mindenkit, aki netán saját „tudományos nagyságán” vagy „kiválóságán” merengene.

A Magyar Tudomány hasábjain 2020 elején egy rövid ismertető [5], majd az év végén egy részletes elemzés [6] már foglalkozott ezzel a témával. Az egyik cikkben a legjobb 150, míg a másikban a legjobb 199 hazai kutatóról volt szó. A különbség oka az, hogy Gimesi Júlia a 2017-es táblázatban talált 150 főt csak a független hivatkozásokat figyelembe véve, míg Haller József az 1960-2018-as táblázatban talált 199 főt az önhivatkozásokat is figyelembe véve (azaz mindkét érték korrekt, csak a definíciójuk különböző). Ebben a cikkben a „legjobb” hazai 351 kutatót nevezem meg a 2-4. táblázatokban. Ide azok jutottak be, akik az öt legfrissebb (2017-2019 közötti) loannidis-féle táblázat közül legalább az egyikben az 1. táblázatban definiált „A” vagy „C” kategóriákba kerültek úgy, hogy az adott évben (vagy a legutolsó ismert évben) a táblázat szerint hazai munkahelyük is volt, azaz a táblázatokban a nevük mellett az „ország” oszlopban a „hun” rövidítés látható. Itt megjegyzem, hogy a 2013-as táblázatban még se a munkahely, se az ország neve nem volt megadva, így a 2013-as évről vonatkozó adatot csak arra a 351 főre adok meg, akik a másik öt táblázat valamelyikében feltűntek (ezért nincs olyan személy a 2-4. táblázatokban, akire csak 2013-as adat van megadva).

E cikk természetesen apropója az új, 2019-es táblázatok ismertetése, melyek 2020 őszén jelentek meg. A 2-4. táblázatokban bemutatott hat utolsó oszloppal azonban már időrendi trendek is felfedezhetőek az egyes kutatók helyezéseinek javulásával, vagy romlásával kapcsolatban, így legalább az itt megjelenő 351 hazai kutató (illetve közülük azok, akik még velünk vannak) egy független visszajelzést kap arról, hogy mit ért el eddig és talán extra motivációt is kap a továbblépéshez. Akik már ma is szerepelnek a táblázatokban, azok remélhetőleg feljebb akarnak majd lépni azokban, akik pedig még nem szerepelnek bennük, azok remélhetőleg minél előbb be akarnak kerülni a legjobbak közé, ezzel is növelve a magyar tudomány nemzetközi láthatóságát. Azoknak, akik még nem látják magukat a 2-4. táblázatokban, segít a cikk végén a (2) egyenlet, amivel az egyes kutatók helyezése becsülhető meg a világ legjobb kutatói között, loannidis és mtsai metodikáját alapul véve.

1. táblázat: loannidis és mtsai hat publikus excel táblázatának jellemzése [2-4]

Táblázat	„Legjobb” kutatók száma	Kutatói eredmény típusok	Hazai kutatók a legjobbak között
2013	84.116	A*	A*=99 fő
2017	106.368	A, B	A=150 fő
2019	161.441	A, B, C, D	A=133 fő C=+46 fő
1960-2017	105.026	A, B	A=160 fő
1960-2018	105.000	A, B	A=179 fő
1960-2019	159.683	A, B, C, D	A=171 fő C=+67 fő
Összes	---	---	1.005 fő

A = független hivatkozásai alapján az első 100.000-ben, A*: független hivatkozásai alapján a legjobb 30.000-ben loannidis hat kategóriájának egyike szerint (lásd lent), ami az átlapolódások miatt 84.116 főt jelent, B = nem éri el az A-szintet, az első 100.000-be önhivatkozásainak figyelembe vételével jut be, C = nem éri el az A szintet, de független hivatkozásai alapján tudományága első 2 %-ába került, D = nem éri el az A és C szintet, de tudományága első 2 %-ába került önhivatkozásainak figyelembe vételével.

2. A legjobb 351 hazai kutató

A 2. táblázatban azokat sorolom fel, akik loannidis 1960-2019-es táblázata alapján független hivatkozásaikkal a legjobb 100.000-be kerültek és 2019-ben hazai munkahellyel rendelkeztek, vagy hazai munkahely volt az utolsó ismert munkahelyük (a hazai sorrendet lásd a 2. táblázat első oszlopában, az utolsó oszlop szerinti rendezésben, ami a világhelyezést adja meg). A 2. táblázatban megadom ugyanezekre a kutatókra a többi öt loannidis-táblázat adatait is. A 2. táblázatban ugyan 172 név van, de közülük csak 55 olyan kutató van, aki mind a hat loannidis-féle táblázatban megtalálható. A 2. táblázatban van egy kakukktojás (értsd hibás adat) is, akinek persze nagyon örülünk: első helyen jelenik meg ugyanis Wigner Jenő (vagy ahogy a nagyvilág ismeri: Wigner Eugene P.), akiről 24 évvel ezelőtti halála óta már kutatóintézetet is elneveztünk. Az adatot azért tekintem hibásnak, mert se 2019-ben, se előtte Wigner nem dolgozott hazai intézetben, de különösen nem az ELTE-n (néhány évet a BME-n tanult, mielőtt először Németországba, majd onnan az USA-ba ment és ottani tevékenységéért fizikai Nobel-díjat kapott). Feltűnése ugyanakkor azért örömteli, mert rámutat arra, hogy egy kutató nem feltétlenül hal meg a fizikai elmúlással, hiszen művein és független hivatkozásain keresztül még sokáig velünk marad. Hasonló bravúrt csak Erdős Pálnak, Wolf-díjas matematikusnak sikerült bemutatnia, aki a 2. táblázat 4. helyén áll. A két nemzetközi kiválóság között pedig a 2. táblázat elején látunk másik kettőt: Akadémiánk előző és jelenlegi elnökeit. A 2. táblázatban a nevek felső indexében jeleztem,

¹ Sajnos messze nem él már mindenki azok közül, akik 1960 óta minimum öt, Scopus-ban is látszó művel rendelkeznek. Főleg erre az esetre vonatkozik a szövegben több helyen feltűnő „... vagy utolsó ismert munkahelye ...” kitétel.

ha valaki 2018 előtt írta az utolsó Scopus-ban is látszó tudományos művét loannidis és mtsai 2020. májusi mérése szerint. Innen az következik, hogy a 2. táblázatban megadott 172 főből 30-an (17,4 %) már nem aktívak (sőt vannak közöttük, akik már nincsenek velünk).

A 3. táblázatban azokat sorolom fel, akik ugyan az 1960-2019-es táblázat szerint nem, de a másik négy 2017-2019-es loannidis-táblázat legalább egyike szerint független hivatkozásaikkal a legjobb 100.000 közé kerültek és az adott évben hazai munkahellyel rendelkeztek (vagy hazai az utolsó ismert munkahelyük). Ezekre a kutatókra ugyanitt megadom loannidis többi táblázatából az összes ismert adatot. Végül a 4. táblázatban azokat sorolom fel, akik a 2-3. táblázatokból ugyan kimaradtak, de vagy a 2019-es, vagy az 1960-2019-es (vagy mindkét) táblázat szerint tudományáguk legjobb 2 %-ába kerültek a független hivatkozásaik alapján. A 4. táblázat két csoportból tevődik össze: szerepelnek benne a „nagy öregek”, akik jellemzően az 1960-2019-es életművük miatt jelennek meg itt és szerepelnek benne a „feltörekvő ifjak” is, akik főleg a 2019-es eredményeik miatt jelennek meg. Vannak persze többen olyanok is, akik mindkét kategóriában említésre méltót alkottak.

A 351 kiváló hazai kutató között sok MTA tag is van, dicsérve/visszaigazolv a hazai akadémikus-választás rendszerét. Vannak persze sokan olyanok is, akik még nem tagjai az MTA-nak. A Szerző abban bíz, hogy akadémikustársai sűrűn fogják lapozgatni a 2-4. táblázatokat, amikor olyan fiatalok nevei után

kutatnak, akik e nemzetközi kimutatás szerint megmérettettek és már elegendő nehéznek találtattak ahhoz, hogy a 2022-es akadémikus-választáson nevüket komolyan fontolóra vegyék. Különösen azért írom ezt, mert a jelölési folyamat várhatóan 2021 közepén kezdődik, addig pedig – legalábbis loannidis-tól és mtsai-tól – nem számíthatunk újabb nemzetközi táblázatra, ami segíthet a döntésünkben. Írom ezt persze annak tudatában, hogy a loannidis-féle mérési metodika szerint a világ legjobbjai között lenni természetesen nem jelent automatikus beutalót az MTA tagjai közé.

A 2. táblázatban bemutatott, nemzetközileg a legkiválóbbak közé tartozó kutatók 8,8 %-a hölgy. Ezzel szemben a ma élő 286 MTA rendes tagunk között csak 7,0 % a hölgy. Pozitív elmozdulás volt azonban tapasztalható az utóbbi akadémikus-választás során – köszönhetően akkori elnökünk innovatív megoldásának – ami onnan is látszik, hogy a 63 MTA levelező tagból 10 nő (15,9 %), így összes élő hazai akadémikusaink 8,6 %-a hölgy, ami már közelít a 2. táblázatban látható, nemzetközileg is kiváló nők részarányához. 2022-ben újabb esély nyílik javítani ezeken az arányokon, hiszen a 2. táblázatban tíz olyan kiváló női kutatót is látunk, akik már az MTA doktorai, de még nem akadémikusok (Kovács Krisztina J., Szekeres-Barthó Júlia, Nagy Ágnes, Pikó Bettina F., Molnár-Perl Ibolya, Tombácz Etelka, Fuxreiter Mónika, Hideg Éva, Ovádi Judit és Nagy Erzsébet).

2. táblázat: A 2019-ben (vagy utolsó ismert) magyarországi munkahellyel rendelkező kutatók helyezése a világ legjobb 100.000 kutatója között a független hivatkozásaik alapján számolva [2-4] (az utolsó oszlopban megadott „világhelyezések” sorrendjében)

No	Név	Intéz	téma	2013	2017	2019	60 – 17	60-18	60-19
1	Wigner Jenő ^{P1995}	ELTE ¹	---	---	---	2.004	---	1.337 ⁷	1.530
2	Freund Tamás F	KOKI	neuro	3.712	5.367	12.476	1.761	2.274	2.426
3	Lovász László	ELTE	comput	6.753	5.944	7.738	5.605	5.167	4.605
4	Erdős Pál ²⁰¹⁷	RMK	comput	28.642	19.978	4.468	18.711	4.688	4.635
5	Vicsek Tamás	ELTE	plasma	3.308	3.298	5.309	4.825	4.900	4.833
6	Karger-Kocsis József	BME	polym	7.796	9.064	13.379	5.762	5.952	6.266
7	Palkovits Miklós	SE	neuro	---	37.950	33.813 ¹	10.119	8.042	8.426
8	Czeizel Endre E ²⁰¹⁶	GÁTMA	reprod	6.122	16.969 ²	42.380	6.082 ²	9.062	9.489
9	Szejtli József ^{F2015}	CLK	orgch	8.725	15.925 ²	22.884	10.844 ²	9.404	10.125
10	Vizi E. Szilveszter	KOKI	neuro	17.405	37.084	57.696	8.663	10.238	10.925
11	Benazzi Franco ²⁰¹²	SZTE	psych	27.498	23.275	56.009	9.885	11.284	12.224
12	Ungár Tamás ²⁰¹⁶	ELTE	mater	11.565	6.605	6.448	17.895	16.036 ⁷	15.540
13	Csiszár Imre	RMK	netw	6.380	8.692	10.303	16.286	15.354	16.188
14	Solymosi Frigyes	SZTE	physch	27.547	55.297	45.381	16.304	15.948	16.482
15	Mayer István	TTK	chemph	---	28.891	19.914	22.478	16.377 ³	17.171
16	Csermely Péter	SE	bioch	9.601	25.591	36.267	17.460	18.824	19.529
17	Surai Péter F	SZIE	dairy	---	17.866 ²	12.978	21.668 ²	20.825 ⁷	19.567
18	Pukánszky Béla	BME	polym	28.982	20.950	21.135	29.644	24.857	23.503

19	Varga József ^{F2017}	BME	polym	9.804	47.534	36.511	61.615	22.548	23.938
20	Szolcsányi János	PTE	pharma	38.258	70.554	78.423	23.107	23.498	23.981
21	Nusser Zoltán	KOKI	neuro	17.473	26.190	60.059	16.034	22.669	24.330
22	Szolnoki Attila	ETK	plasma	22.529	12.713	8.815	33.446	28.060	24.450
23	Winkler István	TTK	expsy	8.085	31.143	29.202	25.060	25.595	25.547
24	Kiss Tamás	SzBK	devbio	24.013	119.263 ¹¹	51.552	21.439	87.501	26.136
25	Miklósi Ádám	ELTE	behav	34.062	15.284	23.921	29.862	28.849	27.900
26	Patthy László	TTK	bioch	---	---	---	66.538	26.223	28.302
27	Guttman András	DE	analch	36.388	75.431	136.660 ⁴	26.163	29.080	30.681
28	Lakatos Péter László	SE	gatsro	10.329	15.828	19.664	34.999	30.827	31.015
29	Kovács Krisztina J	KOKI	neuro	29.979	45.547	51.252	29.749	32.136	34.113
30	Császár Attila G	ELTE	chemph	23.830	57.729	52.040	38.060	33.216	34.597
31	Rozvány György ²⁰¹⁵	BME	design	27.402	38.289	28.600	40.000	38.150	35.107
32	Szebeni János	SE	pharma	28.369	18.338	24.415	37.728	36.999 ⁶	35.709
33	Diósi Lajos	WFK	nuclear	44.778	30.520 ²	58.911	39.255 ²	34.191	35.770
34	Rihmer Zoltán	SE	psych	---	28.790	51.429	33.499	34.103 ⁵	35.819
35	Dékány Imre	SZTE	chemph	38.238	79.582	---	55.577	36.706	37.298
36	Cserni Gábor	SZTE	oncol	39.502	---	---	---	34.434	37.369
37	Szabó György	ETK	plasma	14.967	28.456	28.710	40.270	38.184	38.183
38	Schramm Oded	MIC	genmat	39.421	42.308 ⁷	25.179 ⁷	48.380 ⁷	40.222 ⁷	38.264
39	Haller József	KOKI	neuro	30.524	34.112	41.921	39.894	38.293	38.323
40	Vass Imre	SzBK	plant	30.627	51.368	48.585	38.550	37.185	38.408
41	Guczi László ²⁰¹³	ETK	physch	---	73.701	---	32.953	37.479	39.194
42	Koller Ákos	SE	cardio	---	112.475 ^{4,7}	117.415 ⁴	33.343 ⁷	39.530 ⁸	39.742
43	Ötvös László	SE	bioch	60.797	56.064 ²	56.354	35.516 ²	36.933	41.323
44	Fülöp Ferenc	SZTE	orgch	24.318	70.441	117.382 ⁴	39.626	41.477	42.255
45	Molnár Árpád	SZTE	physch	23.973	29.902	35.168	41.393	43.321	42.868
46	Marx Dániel	SZTAKI	comput	29.665	26.774	22.932	56.124	50.830	43.363
47	Inzelt György	ELTE	energy	---	---	123.009 ⁴	41.128	44.074	44.218
48	Sperber Dan	KEE	expsy	---	21.708 ²	30.721	51.304 ⁷	45.748 ⁷	44.401
49	Fésüs László	DE	bioch	---	---	---	37.716 ²	43.240	45.045
50	Kertész János	KEE	plasma	---	61.071 ⁹	65.712	44.835 ⁹	46.583	46.202
51	Frankl Péter	RMK	comput	---	44.654	36.785	62.195	46.362	46.421
52	Héberger Károly	TTK	analch	33.648	39.860	40.399	49.683	46.596	46.756
53	Virág László	DE	bioch	---	41.279 ²	73.813	30.359 ²	42.522 ⁷	47.387
54	Medzihradzsky Katalin	SzBK	bioch	---	87.103	97.961	45.225	46.535	47.397
55	Tóth Géza	WFK	genph	21.655	24.905	21.684	34.295	49.699	47.442
56	Gergely György	KEE	expsy	26.347	26.243 ²	56.471	44.7452	46.509	47.701
57	Roska Tamás ²⁰¹⁴	PPKE	electr	---	---	219.153 ⁴	56.827 ²	46.156	48.833
58	Szekanecz Zoltán	DE	rheuma	29.863	59.160 ²	79.745	48.579 ²	50.000	49.075
59	Brooks Daniel R	SzBK	mycol	---	---	133.545 ⁴	56.287 ⁷	46.972 ⁷	49.327
60	Parratt James R ²⁰⁰⁸	SZTE	pharma	---	---	---	36.414	44.401	49.386
61	Polgár László ²⁰¹³	TTK	bioch	41.325	89.028	---	41.776	44.775	49.438
62	Szekeres-Barthó Júlia	PTE	reprod	---	---	69.769	47.420	49.871	49.646
63	Joó Ferenc	DE	orgch	25.754	57.293	139.179 ¹⁰	19.160	47.444	50.248
64	Ferdinandy Péter	SE	cardio	---	46.125	43.051	52.000	51.657	50.309
65	Füredi Zoltán	RMK	comput	---	64.014	64.754	60.577	50.832	50.673
66	Padisák Judit	PE	marin	---	43.547	36.297	53.275	55.322	51.804
67	Ádám-Vizi Vera	SE	neuro	---	46.953	57.507	49.594	51.237	51.866
68	Radak Zsolt	SE	bioch	22.420	49.337 ²	34.890	58.546 ²	56.693 ⁷	52.087
69	Keserű György M	TTK	medch	---	80.947	88.740	53.717	54.067	52.264
70	Schubert András	KIK	science	30.944	53.150	78.363	48.141	51.208	52.530
71	Zrínyi Miklós	SE	polym	---	58.701	48.913	65.202	54.301 ⁷	52.858
72	Stépan Gábor	BME	indust	---	46.296	39.079	58.219	56.101	52.869
73	Halász Péter	OKITI	neuro	---	42.251 ²	49.958	52.221 ²	55.354	53.178
74	Szalay Péter G	ELTE	chemph	---	---	116.004 ¹¹	58.442	50.512	53.294
75	Szabó Gábor	KOKI	neuro	---	---	---	77.987 ⁷	54.147 ¹²	54.992
76	Pajkossy Tamás	TTK	energy	33.250	40.963	79.258	52.539	53.845	55.277
77	Kéri Szabolcs	NYÍR	neuro	33.290	60.645 ²	78.807 ⁹	54.075 ²	56.059 ⁹	55.540
78	Gránásy László	WFK	mater	---	---	70.111	57.441	57.383	55.632

79	Maródi László	SE	immun	27.526	44.583 ²	102.075 ⁴	54.139 ²	56.362	57.112
80	Molnár J	ATK	nuclear	77.849	70.024	86.872	83.418	59.301	57.171
81	Mócsai Attila	SE	immun	---	32.367	26.792	89.588	63.412	57.574
82	Bartók Mihály	SZTE	physch	49.590	---	---	50.611	55.638	57.957
83	Nagy Ágnes	DE	chemph	---	---	---	72.401	56.282	58.992
84	Gali Ádám	WFK	applph	---	59.981	37.943	71.910	64.953	59.459
85	Obrenovitch Tihomir ²⁰¹⁷	SZTE	neuro	---	---	---	47.853	55.332	59.974
86	Pikó Bettina F	SZTE	psych	38.892	47.621	46.274	59.530	59.505	60.061
87	Fodor János ²⁰¹⁶	OE	artif	49.837	84.611 ²	65.868	65.519 ²	61.394	60.176
88	Molnár-Perl Ibolya	ELTE	analch	---	---	163.589 ⁴	55.899	58.150	60.890
89	Rényi Alfréd ¹⁹⁷⁰	RMK	comput	---	---	31.986	---	57.628	61.050
90	Sarkadi Balázs	TTK	bioch	50.985	77.947	---	50.835	59.122	61.137
91	Varga János	SZTE	micbio	---	61.523	79.571	61.938	62.458	61.384
92	Turányi Tamás	ELTE	energy	57.893	64.249	45.287	72.726	62.823	62.748
93	Podani János	ELTE	ecol	35.254	56.532	42.997	69.551	69.937	63.500
94	Csörgő Tamás	EKE	nuclear	---	---	115.972 ⁴	64.276	64.772 ⁷	63.580
95	Koncz Csaba	SzBK	plant	---	94.252 ⁷	120.263 ⁴	49.070 ⁷	59.674	63.649
96	Tombácz Etelka	SZTE	chemph	---	44.702	38.425	67.278	66.830	64.238
97	Petz Dénes ²⁰¹⁵	BME	matph	55.751	27.108	67.811	70.405	63.135	64.333
98	Tél Tamás	ELTE	plasma	---	94.457 ²	---	76.755 ²	64.522	64.394
99	Sørensen Ole W	DE	bioph	---	---	---	54.556 ⁷	60.097 ⁷	64.607
100	Nyulászai László	BME	orgch	---	170.999 ¹¹	113.317 ⁴	62.336	60.015	64.914
101	Knoll József	SE	pharma	---	---	---	54.853	61.734	65.237
102	Sólyom Jenő ²⁰¹⁷	WFK	mater	---	---	164.736 ⁴	---	61.035	65.357
103	Horváth Frank	ELTE	geoch	---	50.888	55.634	64.305	67.000	66.643
104	Várhegyi Gábor	TTK	energy	29.446	57.891	64.658	61.271	65.347	67.678
105	Baranyi Péter	SZIE	artif	31.587	38.481 ⁹	37.369	84.761 ⁹	69.710	67.864
106	Bagdy György	SE	psych	---	---	---	59.245	66.238	68.255
107	Monostori László	SZTAKI	indust	---	41.278	13.627	---	84.976	68.732
108	Kaptay György	ME	mater	38.060	39.804	25.503	86.607	77.793	69.171
109	Insperger Tamás	BME	indust	37.241	32.959	36.439	78.155	74.965	69.191
110	Vékey Károly	TTK	analch	---	---	138.077 ⁴	62.778	69.420	69.741
111	Tóthmérész Béla	DE	ecol	---	57.456 ³	45.853	84.623 ³	77.830 ³	71.137
112	Csonka Gábor I	BME	chemph	---	69.126	93.505	80.828	68.715	71.168
113	Csabai István	ELTE	astron	53.065	---	---	66.465	68.580	71.457
114	Cserháti Tibor ²⁰¹³	KK	analch	---	---	---	62.027	66.918	71.709
115	Braun Tibor	ELTE	science	---	---	---	66.205	69.469	72.703
116	Molnár Kálmán	AGK	mycol	---	77.013	93.016	79.888	71.341	73.055
117	Gallyas Ferenc	PTE	neuro	69.548	---	---	63.847	74.937	74.902
118	Pach János	RMK	comput	---	78.608	100.208 ⁴	80.462	79.164	75.245
119	Sipiczki Matthias	DE	micbio	54.049	68.985	60.364	74.432	79.406	75.663
120	Bor Zsolt ²⁰¹³	SZTE	optoel	---	---	221.812 ⁴	91.371	73.256	76.061
121	Katona István	KOKI	neuro	---	22.644	54.412	80.156	77.389	76.776
122	Székely Tamás	DE	evolut	---	55.919	73.184	80.976	85.573	76.918
123	Knoblich Günther Klaus	KEE	expsy	38.622	19.078 ²	54.238	51.334 ²	81.622	77.181
124	Szemerédi Endre	RMK	comput	---	81.752	118.478 ⁴	85.194	78.834	78.500
125	Mesterházy Ákos	CER	plant	---	---	77.289	---	80.571	79.270
126	Móricz Ferenc ²⁰¹⁷	SZTE	genmat	56.542	---	66.077	---	82.257	80.535
127	Donkó Zoltán	WFK	applph	---	59.476	95.325	91.423	85.066	81.330
128	Stone Diane	KEE	politic	66.262	47.690 ⁷	30.091	---	99.867 ⁷	81.445
129	Kozur Heinz W ²⁰¹⁵	---	paleo	---	---	69.147	74.270	76.623	81.740
130	Kornai János	COR	econom	---	99.478	54.333	---	93.075	81.987
131	Horányi György ²⁰¹⁷	KK	energy	---	---	---	71.342	76.585	82.829
132	Liposits Zsolt	KOKI	neuro	---	---	---	67.964 ²	82.394	83.060
133	Székely Vladimír ²⁰¹⁶	BME	electr	51.218	94.025	155.867 ⁴	73.812	79.394	83.583
134	Fuxreiter Mónika	DE	bioch	---	40.801	20.150	---	101.769 ¹¹	84.163
135	Seress László ²⁰¹⁷	PTE	neuro	---	---	---	74.351	80.182	84.989
136	Buttyán Levente	BME	netw	---	---	167.245 ⁴	83.669	85.012	85.892
137	Kiss Tamás	SZTE	inorch	---	119.263 ¹¹	141.625 ⁴	86.718	87.051	86.104
138	Bárány Imre	RMK	genmat	---	---	141.938 ⁴	84.251	85.176	86.155

139	Molnár Dénes	PTE	endocr	---	81.281	---	84.506	88.092	86.301
140	Pál Csaba	SzBK	devbio	---	76.024	83.953	78.713	86.003 ⁷	86.505
141	Falus András	SE	immun	---	---	---	75.376	84.336	86.877
142	Kollár László	PTE	orgch	---	117.968 ¹¹	159.046 ¹⁰	83.407	85.676	87.031
143	Hideg Éva	PTE	plant	---	---	98.272	88.890	89.223	87.387
144	Fogarasi Géza ²⁰¹⁵	ELTE	chemph	---	---	---	74.923	81.874	87.611
145	Gergely László Á	SZTE	nuclear	---	66.989	81.479	133.216 ¹¹	97.212	87.902
146	Csaba György	SE	bioch	---	38.642	71.667	81.408	90.448	87.915
147	Jedlovsky Pál	EKE	chemph	---	---	---	82.938 ²	88.177	88.116
148	Báldi András	ÖK	ecol	---	54.315	62.796	89.318	88.794	88.224
149	Tulassay Zsolt	SE	gastro	---	87.643	---	74.535	88.818	89.078
150	Hunyady László	SE	endocr	---	---	---	78.661	89.987	89.527
151	Kovács Ervin ²⁰⁰⁶	PE	analch	---	---	---	---	86.571	90.130
152	Kőszegi Botond	KEE	econom	---	21.753	25.741	---	95.208	90.727
153	Burgán József	MBK	virol	40.585	58.887	134.788 ⁴	84.649 ²	91.845	91.103
154	Geiszt Miklós	SE	bioch	---	83.907	123.936 ⁴	83.931	88.106	92.081
155	Tímár József	SE	oncol	---	---	159.935 ¹⁰	86.627	92.289	92.269
156	Czigány Tibor	BME	polym	---	71.227	54.965	101.431 ¹¹	97.830	92.461
157	Forgács Eszter ²⁰¹³	KK	analch	---	---	179.862 ⁴	87.088	92.128	94.020
158	Kövecses Zoltán	ELTE	langu	---	98.391	74.024	---	---	95.432
159	Vinkler Péter	TTK	science	43.151	101.197 ¹¹	---	90.397	96.074	95.439
160	Vetter János	ÁOE	food	56.619	99.556	99.367	87.550	93.976 ¹³	95.494
161	Tardos Gábor	RMK	comput	---	---	132.720 ⁴	---	96.258	95.780
162	Ovádi Judit	TTK	bioch	---	---	---	82.795	91.130	96.229
163	Simon Vilmos V	BME	design	64.928	76.981	73.181	---	101.285 ¹¹	96.343
164	Góth László ²⁰¹⁵	DE	gastro	63.366	46.687	59.602	---	100.734 ¹¹	96.615
165	Ódor Géza	ETK	plasma	69.290	---	---	94.718	94.839	96.683
166	Nagy Erzsébet	SZTE	micbio	74.455	69.157	79.099	---	89.794	96.993
167	Tuza Zsolt	RMK	comput	---	---	152.336 ⁴	102.890 ¹¹	97.027	97.055
168	Kállay Mihály	BME	chemph	---	49.414	37.604	---	106.766 ¹¹	97.302
169	Lukovits István ²⁰⁰⁸	KK	medch	---	---	183.818 ⁴	88.162	97.851	98.516
170	Deli Mária A.	KOKI	neuro	---	54.302	70.344	103.286 ¹¹	94.128	98.534
171	Joó Ferenc ¹⁹⁹⁹	DE	neuro	---	---	---	---	91.063	99.647
172	Lendvay György	TTK	chemph	---	---	---	86.784	98.902	99.772
---	a Föld összes kutatója	---	---	---	6,88 M	7,92 M	6,88 M	---	7,92 M

¹Wigner életrajza szerint soha nem tanult és nem is kutatott az ELTE-n, ezen túl az is furcsa, hogy fizikai Nobel-díja ellenére sem tudtak hozzá tudományát rendelni loannidis és mtsai, ²nincs munkahely megjelölve, ³DE, ⁴tudományága legjobb 2 %-ában független hivatkozásokkal, ⁵NYIR, ⁶ME, ⁷külföldön, ⁸PTE, ⁹BME, ¹⁰tudományága legjobb 2 %-ában önhivatkozásokkal, ¹¹az első 100.000-ben önhivatkozásokkal, ¹²SZTE, ¹³SZIE, a tudományágak rövidítésének feloldását lásd az 5-9 táblázatokban, a kutatóhelyek rövidítésének feloldását lásd a 11. táblázatban.

3. táblázat: Azok listája, akik nem kerültek be a 2. táblázatba, de legalább az egyik loannidis-féle táblázat szerint az első 100.000-ben vannak független hivatkozásaik alapján, abban az évben (vagy az utolsó ismert évben) itthoni munkahellyel [2-4]

No	Név	Intéz	téma	2013	2017	2019	60 – 17	60-18	60-19
1	Horváth Tamás L	SZIE	neuro	4.155 ¹	4.062 ¹	7.977 ¹	5.366 ¹	5.807	5.871 ¹
2	Tompai Péter	TTK	bioch	1.845 ¹	2.929 ¹	3.592 ¹	7.166 ¹	6.205	6.244 ¹
3	Schally Andrew W	PTE	oncol	14.823 ¹	54.055 ¹	67.136 ¹	5.285 ¹	7.491	8.239 ¹
4	Gyulassy Miklós	WFK	nuclear	24.314	33.938	38.391 ¹	11.220	13.264 ¹	13.864 ¹
5	Srere Paul A	SzBK	bioch	29.237 ¹	37.160 ¹	46.647 ¹	15.800 ¹	17.316	17.079 ¹
6	Kovács Gyula	PTE	oncol	---	---	---	48.602 ¹	23.154	25.435 ¹
7	Csiszár Anna	SZTE	cardio	8.048 ¹	15.475 ¹	19.465 ¹	33.389 ¹	33.593	30.129 ¹
8	Bodor Nicholas	DE	pharma	---	---	234.863 ²	28.425 ¹	29.607	31.733 ¹
9	Szathmáry Eörs	ELTE	evolut	51.969 ¹	40.866	39.462 ¹	39.165	37.015	35.968 ¹
10	Vitos Levente	WFK	applph	34.165 ¹	25.171	10.968 ¹	54.167	45.878	39.993 ¹
11	Antoni Ferenc A	EGIS	neuro	60.192 ¹	---	---	37.589 ¹	43.516	47.405 ¹
12	Tóth Miklós	SE	endocr	---	64.725	---	59.919	47.971	50.180 ¹
13	Teixeira da Silva JA	DE	plant	33.619 ¹	26.707 ¹	15.436 ¹	81.573 ¹	67.385	54.424 ¹
14	Ungvári Zoltán	SE	cardio	15.698 ¹	36.538 ¹	43.412 ¹	61.570 ¹	69.059	64.305 ¹
15	Nagy László	DE	devbio	42.525	70.403	---	57.487	64.749 ¹	64.452 ¹
16	Zuber Kai	ATK	nuclear	---	104.386 ^{1,2}	170.207 ^{1,2}	60.091 ¹	61.605	64.564 ¹
17	Mezey Pál G	ELTE	chemph	57.906	---	---	73.075	66.491 ¹	67.086 ¹

18	Falloon Ian	SzGy	psych	---	---	---	80.300 ¹	64.649	67.166 ¹
19	Kratochwil Friedrich	KEE	internat	---	---	---	---	83.550	82.556 ¹
20	Mezei F	WFK	genph	---	---	---	87.788	87.708 ¹	85.409 ¹
21	Jull A. Timothy	ATK	paleo	---	71.423	117.066 ²	95.085	103.487 ²	99.520 ¹
22	Frank András	ELTE	comput	---	---	---	96.907 ¹	96.483	100.659 ²
23	Zsila Ferenc	TTK	orgch	---	62.102	78.776	101.300 ³	101.252 ³	100.973 ²
24	Obál Ferenc2009	SZTE	neuro	---	---	---	---	97.127	102.001 ³
25	Kovács Géza	CSFK	astron	---	---	---	99.131	99.575	102.452 ³
26	Holló Gábor	SE	ophth	---	54.218	50.605	---	---	104.516 ²
27	Jakab Emma	TTK	energy	---	85.615	109.533 ²	---	---	105.115 ²
28	Gubicza Jenő	ELTE	mater	---	64.609	40.345	132.693 ³	118.167 ³	105.458 ^{2,3}
29	Hebling János	PTE	optics	---	82.168	58.055	---	107.586 ³	105.593 ³
30	Hernádi Klára	SZTE	physch	---	---	---	97.480	---	108.190 ²
31	Bíró László Péter	ETK	aplph	48.223	---	155.018 ²	---	---	111.402 ²
32	Molnár Lajos	BME	genmat	66.048	111.941 ³	74.707	132.974 ³	123.563 ³	114.892 ²
33	Vécsei László	SZTE	neuro	---	72.985	97.068	115.948 ³	122.749 ³	114.990 ³
34	Szabó Attila	ELTE	sport	---	---	60.253	---	---	124.348 ²
35	Gribov V.N	WFK	nuclear	63.462	---	---	---	92.509	126.103 ²
36	Hangody László	Uzs	orthop	54.069	---	---	---	---	130.452 ²
37	Fehér Attila	SZTE	plant	---	52.557	61.555	---	---	132.249 ²
38	Pritz T	BME	acoust	65.953	---	151.039 ²	---	---	136.968 ²
39	Keglevich György	BME	orgch	49.033	121.014 ³	114.653 ²	155.456 ³	152.757 ³	138.256 ⁴
40	Lévai Péter	WFK	nuclear	63.695	--	--	131.609 ³	140.167 ³	144.822 ⁴
41	Nguyen CT	---	mechtr	---	50.546 ¹	70.369	---	---	145.191 ²
42	Bérdy János	ELTE	medch	51.210	49.806	57.118	---	---	157.072 ²
43	Szenes G	ELTE	applph	68.522	---	---	---	---	157.472 ²
44	Lente Gábor	DE	inorch	---	84.584	152.999 ²	---	---	163.561 ²
45	Schanda János	PE	build	66.940	69.753	111.116 ²	---	---	177.357 ²
46	Bagi Katalin	BME	mechtr	70.258	78.059	87.466	---	---	180.118 ²
47	Székényes András	BME	mechtr	68.539	94.698	105.476 ²	---	---	204.649 ²
48	Szentágothai János	SE	neuro	---	---	---	---	89.550	---
49	Soltész Gyula	PTE	pediat	---	---	---	90.072	98.208	---
50	Nagy Péter I	---	gastro	---	20.916	---	55.510	---	---
51	Buday László	TTK	bioch	---	---	---	88.369	---	---
52	Váró György	SzBK	bioph	---	---	---	88.430	---	---
53	Turi László	ELTE	chemph	---	---	---	97.477	---	---
54	Peixoto Tiago P	KEE	plasma	---	67.026 ¹	30.471	---	---	---
55	Schenider Carsten Q	KEE	politic	---	97.764 ¹	40.219	---	---	---
56	Dosztányi Zsuzsanna	ELTE	bioinf	52.821	81.683 ¹	41.708	---	---	---
57	Botta-Dukát Zoltán	ÖK	ecol	65.039	49.046	41.954	---	---	---
58	Unger János	SZTE	meteor	---	54.027	49.223	---	---	---
59	Bai Péter	DE	bioch	---	62.532 ¹	50.692	---	---	---
60	Buzás Edit	SE	immun	---	80.110	60.099	---	---	---
61	Demetrovics Zsolt	SE	psych	---	74.511	61.581	---	---	---
62	Smith Melanie Kay	MET	sport	---	---	63.169	---	---	---
63	Batáry Péter	ÖK	ecol	---	80.365 ¹	69.642	---	---	---
64	Tabak Adam G	SE	endocr	---	---	71.880	---	---	---
65	Abedinia Oveis	BME	artif	---	---	77.935	---	---	---
66	Magura Tibor	DE	ecol	---	---	78.058	---	---	---
67	Chinopoulos Christos	SE	bioch	---	88.325	80.473	---	---	---
68	Juhász Gábor	ELTE	devbio	---	---	81.162	---	---	---
69	Szabados László	SzBK	plant	---	86.294	89.094	---	---	---
70	Kalapos Miklós Péter	--	bioch	57.000	80.446 ¹	89.112	---	---	---
71	Sebanz Natalie	KEE	expsy	49.811	36.693 ¹	89.779	---	---	---
72	Nagy Zsolt	SE	ophth	---	55.749	105.621 ²	---	---	---
73	Gyárfás András	RMK	comput	---	97.034	114.538 ²	---	---	---
74	Popp József	SZIE	energy	44.568	---	153.413 ²	---	---	---
75	De Bot Kees	PE	langua	---	71.951	---	---	---	---
76	Marton Katalin	RMK	genmat	68.261	77.886	---	---	---	---
77	László Krisztina	BME	chemph	---	86.011	---	---	---	---

78	Czéh Boldizsár	PTE	neuro	55.106	88.158	---	---	---	---
79	Topál József	TTK	behav	---	92.079	---	---	---	---
80	Varga Attila	PTE	urban	61.995	93.480	---	---	---	---
81	Dénes Ádám	KOKI	neuro	---	96.980	---	---	---	---
82	Jordán Ferenc	ÖK	ecol	---	98.070	---	---	---	---

¹külföldön (vagy ismeretlen helyen), ²független hivatkozásokkal tudományága legjobb 2 %-ában, ³önhivatkozásait is figyelembe véve a legjobb 100.000-ben, ⁴önhivatkozásokkal tudományága legjobb 2 %-ában, a tudományágak rövidítésének feloldását lásd az 5-9 táblázatokban, a kutatóhelyek rövidítésének feloldását lásd a 11. táblázatban.

4. táblázat: Azok listája, akik nem kerültek be a 2-3. táblázatokba, de legalább az egyik 2019-es loannidis-féle táblázat szerint tudományáguk legjobb 2 %-ában vannak független hivatkozásaik alapján és 2019-ben (vagy az utolsó ismert évben) hazai munkahelyük volt [4]

No	Név	Intéz	téma	2013	2017	2019	60 – 17	60-18	60-19
1	Bertóti Imre	TTK	applph	---	---	114.617	---	---	105.827
2	Horváth Gábor	DE	optics	---	109.926 ¹	108.813	112.349 ¹	108.858 ¹	109.463
3	Pápai Imre	TTK	orgch	---	---	---	---	---	115.674
4	Fullér Róbert	SZIE	artif	---	---	144.217	---	---	116.856
5	Felinger Attila	PTE	analch	---	---	---	113.837 ¹	118.372 ¹	118.290
6	Paál Zoltán	TTK	physch	--	--	--	107.181 ¹	112.090 ¹	118.425
7	Lévai Albert	DE	orgch	---	---	---	113.720 ¹	117.936 ¹	121.468
8	Groma István	ELTE	mater	---	---	157.422	---	---	123.026
9	Iván Béla	TTK	polym	---	---	---	---	122.347 ¹	123.269
10	Pungor Ernő	BME	analch	---	---	---	---	---	124.120
11	Gyurcsányi Róbert E	BME	analch	---	---	139.767	---	---	124.689
12	Biró Tamás S	WFK	nuclear	---	---	---	---	---	128.656
13	Kiricsi Imre	SZTE	physch	---	---	---	---	--	131.216
14	Mohr Péter	ATK	nucler	---	---	---	133.060 ¹	132.436 ¹	133.824
15	Hargittai István	BME	inorch	---	---	---	121.567 ¹	---	136.165
16	Varró Dániel	BME	artif	---	---	203.890 ²	---	---	136.566
17	Hargittai Magdolna	BME	inorch	---	---	---	116.355 ¹	---	139.753
18	Kovács Gábor L	PTE	genclin	---	---	354.296	---	---	139.902
19	Blázsó Marianne	TTK	energy	---	---	---	---	---	141.117
20	Sárkány Antal	TTK	physch	---	---	---	---	---	141.359
21	Ruzsa Imre	RMK	genmat	---	---	---	---	---	141.769
22	Jenei Sándor	PTE	artif	---	---	---	---	---	143.576
23	Szente Lajos	CYC	analch	---	---	115.279	---	---	145.124
24	Chetverikov D	ELTE	artif	---	---	156.225	---	---	147.337
25	Speier Gábor	PE	inorch	---	---	---	---	---	147.358
26	Görög Sándor	CHI	analch	---	---	---	---	---	154.709
27	Páles Zsolt	DE	genmat	---	---	243.189 ²	---	---	158.787
28	Papp Július Gy	SZTE	pharma	---	---	---	---	---	161.337
29	Ungváry Ferenc	PE	gench	---	---	---	---	---	161.503
30	Sárközy András	ELTE	genmat	---	---	---	---	---	161.829
31	Császár Ákos	ELTE	genmat	---	---	---	---	---	162.252
32	Friedler Ferenc	PPKE	cheng	---	---	157.998 ²	---	---	162.450
33	Koczy László	SZIE	artif	---	---	195.839 ²	---	---	163.185
34	Rózsa Lajos	ÖK	mycol	---	---	304.521 ²	---	---	163.936
35	Bakonyi I.	WFK	applph	---	---	---	---	---	167.242
36	Jelasity Márk	SZTE	artif	---	---	---	---	---	180.565
37	Péter Antal	SZTE	analch	---	---	---	---	---	187.019
38	Mátyus Péter	SE	medch	---	---	---	---	---	187.566
39	Erdő Sándor L	BIOR	pharma	---	---	---	---	---	187.977
40	Kolumbán Géza	PPKE	electr	---	---	334.471	---	---	191.384
41	Kálmán Erika	KK	mater	---	---	---	---	---	192.867
42	Kilár Ferenc	PTE	analch	---	---	---	---	---	193.779
43	Kollár László P	BME	mater	---	---	---	---	---	194.459
44	Ormos Pál	SzBK	optics	---	---	---	---	---	198.790
45	Reiczigel Jenő	ÁOE	veter	---	---	197.718	---	---	202.324
46	Török Ákos	BME	geolo	---	---	---	---	---	205.224
47	Bokor József	SZTAKI	indust	---	---	---	---	---	209.118

48	Kacsuk Péter	SZTAI	dcomp	---	---	429.011 ²	---	---	209.128
49	Lendvai János	ELTE	mater	---	---	---	---	---	212.098
50	Beke Dezső László	DE	mater	---	---	---	---	---	214.438
51	Rencz Márta	BME	electr	---	---	---	---	---	217.045
52	Ferenczy György G	TTK	medch	---	---	---	---	---	222.629
53	Csirik J	SZTE	artif	---	---	---	---	---	222.869
54	Beck Mihály T	DE	gench	---	---	---	---	---	225.873
55	Dombi József	SZTE	artif	---	---	120.413	---	---	234.782
56	Balási Csaba	ETK	mater	---	---	135.162	---	---	238.226
57	Abonyi János	PE	artif	---	---	---	---	---	245.624
58	Tikk Domonkos	GRAV	artif	---	---	---	---	---	251.856
59	Szenci Ottó	ÁOE	veter	---	---	284.460	---	---	254.7812
60	Hohmann Judit	SZTE	medch	---	---	157.104	---	---	257.589
61	Révész Ádám	ELTE	mater	---	---	---	---	---	257.592
62	Kollár István	BME	electr	---	---	---	---	---	296.759
63	Szalmári S	SZTE	optoel	---	---	---	---	---	297.606
64	Ádány Sándor	BME	civil	---	---	132.016	---	---	371.671
65	Zarándy Ákos	PPKE	electr	---	---	---	---	---	378.782
66	Poppe András	BME	electr	---	---	336.272	---	---	385.172
67	Palkovics László	SZIE	auto	---	---	---	---	---	690.771
68	Urge-Vorsatz Diana	KEE	energy	---	---	103.271	---	---	---
69	Orbulov Imre Norbert	BME	mater	---	---	104.933	---	---	---
70	Vásárhelyi Balázs	BME	geolo	---	---	106.957	---	---	---
71	Csizer Kata	ELTE	langua	---	---	109.528	---	---	---
72	Tóth Gergely	AGK	agro	---	---	113.536	---	---	---
73	Székelyhidi László	DE	genmat	---	---	117.575	---	---	---
74	Jeney Viktória	DE	bioch	---	---	117.963	---	---	---
75	Farkas Henriette	SE	allergy	---	---	118.488	---	---	---
76	Amaral Leonard	SZTE	micbio	---	---	126.734	---	---	---
77	Lábár JL	ELTE	applph	---	---	131.745	---	---	---
78	Tóth László	SZTE	artif	---	---	132.522	---	---	---
79	Asbóth János	WFK	genph	---	---	132.760	---	---	---
80	Böröczky KJ	RMK	genmat	---	---	137.033	---	---	---
81	Sipos Pál	SZTE	inorch	---	---	141.817	---	---	---
82	Horváth Ildikó	SE	respir	---	---	144.815	---	---	---
83	Horváth Ildikó	SZIE	artif	---	---	152.034	---	---	---
84	Csanad M	ELTE	nuclear	---	---	152.636	---	---	---
85	Vértesi Tamás	ATK	genph	---	---	155.397	---	---	---
86	Janáky Csaba	SZTE	energy	---	---	155.978	---	---	---
87	Koltay Tibor	EKE	inform	---	---	165.430	---	---	---
88	Hornok Sándor	ÁOE	mycol	---	---	170.942	---	---	---
89	Mátyás Csaba	SoE	forest	---	---	180.633	---	---	---
90	Harrach Balázs	AGK	virol	---	---	183.459	---	---	---
91	Reuter Gábor	PTE	virol	---	---	189.931	---	---	---
92	Kemény Lajos	SZTE	dermat	---	---	197.561	---	---	---
93	Avci Pinar	SE	pharma	---	---	207.788	---	---	---
94	Nagy Zsombor Krist	BME	pharma	---	---	245.913	---	---	---
95	Vasas Andrea	SZTE	bioch	---	---	292.281	---	---	---
96	Varga László	SZIE	dairy	---	---	294.918	---	---	---
97	Mucsi Gábor	ME	minmet	---	---	391.865	---	---	---

¹az első 100.000-ben az önhivatkozásait is figyelembe véve, ²tudományága legjobb 2 %-ában az önhivatkozásokat is figyelembe véve, a tudományágak rövidítésének feloldását lásd az 5-9. táblázatokban, a kutatóhelyek rövidítésének feloldását lásd a 11. táblázatban.

3. A nemzetközileg jól (és a kevésbé jól) látszó hazai tudományágak

Ioannidis és mtsai 5 tudománycsoportra, azon belül 20 tudományterületre, és azon belül 174 tudományágra bontják a tudományt 2020-as cikkük egyik mellékletében [4]. A 351 legjobb hazai kutató első

helyen megjelölt tudományágát a 2-4. táblázatok 4. oszlopában adtuk meg az angol elnevezéseket rövidítve. A rövidítések feloldását és a különböző tudományágak jellemzőit az 5-9. táblázatokban mutatom be, külön-külön az öt tudománycsoportra. Az 5-9. táblázatok lényegét a 10. táblázatban

foglalalom össze. Innen kiderül, hogy az 1960-2019-es legjobb 100.000 kutató több mint 54 %-a az egészségtudományokban, közel 26 %-a pedig a természettudományokban dolgozik. A maradék három nagy területre marad a legjobb 100.000 kutató kevesebb, mint 20 %-a. Valószínűleg ez indokolta, hogy a 2019-es évtől kezdve Ioannidis és Mtsai külön megadják a tudományágak legjobb 2 %-át is. Hogy miért pont 2 %-ot adnak meg, az a 10. táblázat 6. oszlopából szintén kiderül: az itt szereplő értékek fele ugyanis az 1 %-ot sem éri el, de egyik érték sem éri el a 2 %-ot, bár az egészségtudományoké erősen megközelíti azt. Itt érdemes megjegyezni, hogy a 174 tudományág 20,1 %-ában a legjobb 100.000-be kerültek aránya meghaladja a 2 %-ot (az Alkalmazott tudományokban és a Bölcsészettudományokban nincs ilyen tudományág, de az Egészségtudományokban, a Természettudományokban és a Gazdaság- és Társadalomtudományokban ez a tudományágak 31,7 – 30,3 – 22,2 %-ára igaz).

A tudományágak angol nyelvű megnevezéseire elnézést kérek, de a korrekt magyarosítás végett külön osztályközi bizottságot kellett volna alakítani. Ráadásul így is nehéz lett volna úgy magyarosítani, hogy a tudományág valós jelentését is megőrizzük. Például az összes elektrokémikus az „Energy” tudományágba van besúfolva (másokkal együtt), bár sokan közülük az elektrokémia azon ágát művelik, amikor anyagot alakítanak át elektromos áram segítségével és nem fordítva (ennyi erővel az összes „Materials” és „Polymers” tudományágba besorolt kolléga is bekerülhetett volna az „Energy” tudományágba, mint ahogy arra ez ETK-ban van is hazai példa). De említhetném kolloidkémikus barátaimat is, akik vegyész létükre látszólag a fizika tudományterületét erősítik, mivel a „chemical physics” tudományágba lettek besorolva. Az anyagtudományok és anyagtechnológiák hazai művelői pedig azzal szembesülnek, hogy mi ugyan a polimereket az anyagok egyik csoportjának tekintjük, de Ioannidis szerint vannak külön „Materials” az alkalmazott tudományokban és vannak külön „Polymers” a természettudományokban, azon belül a kémiában. A relatíve kis létszámú tudományágak összevonásával pedig születtek olyan öszvér tudományágak is, mint pl. a „Mining/metallurgy”, ami ugyan kellemes emlékeket kelt Selmecbánya okán, de kohómérnökként engedtessek meg nekem a költői kérdés, vajon él-e olyan kutató a Földön, aki a bányászathoz és a kohászathoz is ért? A tudományágak összevonása-szétválasztása örökzöld kérdésével kapcsolatban megjegyzem, hogy a 6. táblázatban

Ioannidis és Mtsai külön kezelik a „History of sciences/technology/medicine” 2.361 kutató által művelt és a „History of social sciences” 1.781 kutató által művelt tudományágakat, bár ezek együtt is kevesebb kutatót tudnak felmutatni, mint a „Mining/metallurgy” tudományág kutatóinak (27.568) hatáda. A fentiek persze csak kiragadott példák szűk ismereteimből és egy jó kifogás az angol nyelvű 5-9. táblázatokhoz. Félő, hogy olvasóim még egy sor furcsaságot látnak a tudományági beosztásban, bár ez a rendszer az én (anyagtudós) szempontomból még mindig jobb, mint pl. az OTKA zsűrik rendszere, ahonnan az „anyagtudomány”, mint olyan (polimerestül, szöröstül-bőröstül) kifelejtődött. Mindez úgy, hogy a „Materials” és a „Polymers” tudományágakban dolgozik a világ kutatóinak 3,26 %-a, míg egy átlagos tudományágon a kutatók 0,57 %-a. Hasonló aszimmetria valószínűleg több is található a különféle hazai tudományos rendszerekben (MTA, MAB, OTKA stb...), ezeket talán érdemes lenne újra gondolni, de minimum egységesíteni.

Az 5-9. táblázatokban megadom, hogy a 174 tudományágban külön-külön hány kutató dolgozik, értsd: hány olyan kutató él/élt a Földön, aki 1960 óta legalább 5, a Scopus-ban is látszó tudományos művet publikált. Ezen túl megadom azt is, hogy közülük hányan kerültek független hivatkozásaik alapján a legjobb 100.000-be az 1960-2019 Ioannidis-táblázat szerint. Ezt követően megadom a hazai kutatók számát a 2-4. táblázatok szerint, majd összesítve, illetve megadom azt is, hogy a 2. táblázatba került hazai kutatók az adott tudományágban a legjobb 100.000 hány %-át adják. A 174 tudományágból 120 olyan van (69 %), ahol a 2. táblázat adatai szerint nem kerültünk a legjobb 100.000-be, bár ebből négyben ez a világon senkinek sem sikerült („Architecture”, „Art practice, history/theory”, „Folklore” és „Music”), azaz ez a négy tudományág a legkevésbé Scopus-orientált. Ez a 69 %-os hiány még akkor is elgondolkodtató, ha a 2-4. táblázatok összevonásával ez 55 %-ra csökken.

Statisztikailag egy hazai tudományág akkor lehet büszke a teljesítményére, ha az 5-9. táblázatok utolsó oszlopaiban 0,13 %-nál nagyobb értéket látunk vele kapcsolatban, ami a hazai népesség részaránya a Föld lakosságában. Ez a feltétel összesen 41 tudományág esetén teljesül, ami 23,5 %. Összességében elmondhatjuk tehát, hogy abban a 170 tudományágban, amelyikből legalább egy kutató bejutott az első 100.000-be, 117-ben (68,8 %) nem kerültünk fel a fő táblára, 41 esetben (24,1 %) az átlagnál jobban teljesítünk, míg a maradék 13 esetben (7,6 %)

teljesítményünk átlag alatti, de legalább a főtáblán vagyunk. Nagy átlagban azonban a 2. táblázatban látható $172-1=171$ hazai kutatónk valamivel a világtárgy felett, 0,171 %-on teljesít. Itt persze meg kell, hogy jegyezzük, hogy ha nem a Föld teljes népességéhez hasonlítjuk magunkat (beleértve az elmaradott földrészeket is), hanem csak a „fejlett” világhoz, aminek népessége kevesebb a világnépesség felénél, akkor a 0,171 %-os átlagteljesítményünk már sajnos átlag alatti.

A 174 tudományágból 95-ben (54,6 %) nem dolgozik/dolgozott senki a hazai legjobb 351 kutató közül (lásd az 5-9. táblázatok utolsó előtti oszlopában a nullákat). Itt már nem arról van szó, hogy egy hazai kutató azért nem került a világ legjobbjainak első 100.000-ébe, mert a nagyobb tudományágak elnyomták az Ő kevésbé hivatkozott tudományágát, hanem arról, hogy az Ő saját tudományágának (bármilyen legyen is az) legjobb 2 %-ába sem került be senki a hazai kutatók közül. Ennek okairól már talán érdemes elgondolkozni, különösen azért, mert ez a legjobb 2 % a fent kiszámolt legjobb 0,13 %-nak (ami a hazai népesség aránya a világ népességében, ideértve az elmaradott régiókat is) 15,4-szerese. Itt felsorolom a tudománycsoportokat a legkevesbé hazai-hiányostól a leginkább hazai-hiányosig, ahol „hazai-hiányos”-nak a hazai kiváló kutatók által üresen hagyott tudományágakat nevezem az 5-9. táblázatok utolsó előtti oszlopa alapján (hazai-hiányos tudományág/összes tudományág=hazai-hiányos %): természet-tudományok (9/33=27,2 %), alkalmazott tudományok (15/38=39,5 %), egészségtudományok (34/60=56,7 %), társadalomtudományok (12/15=80,0 %), gazdaságtudományok (10/12=83,3 %), művészeti és bölcsészettudományok (15/16=93,8 %). A jó hír innen az, hogy csak hazai-hiányos tudományágak vannak, hazai-hiányos tudománycsoportok viszont nincsenek. Adhatunk persze magunknak felmentést néhány hungarikum tudományágban és néhány anti-hungarikum tudományágban is (utóbbiak közül pl. a „Tropical medicine”, vagy az „Oceanography” tudományágakban), de ebben a felmentő listában biztosan nincs 95 tétel a 174-ből. Egy másik megoldás, ha úgy döntünk, hogy bizonyos tudományágakat azért nem művelünk, mert „kicsik” vagyunk minden tudományág műveléséhez. Ha azonban mégis műveljük a „hazai-hiányos” tudományágak egy részét is (ami főleg onnan látszik, hogy vannak, akik ezért kapnak hazai munkahelyeken fizetést), akkor a legjobb megoldás mégiscsak az lenne, ha megpróbálnánk felpörgetni magunkat és előrelépni.

Ez persze nem egyszerű és nem gyors folyamat, és mint szinte minden, ez is főleg fejben dől el (akárm-e és mindent meg is teszek-e érte, vagy inkább csak kifogásokat keresek?). Pozitív példaként megemlítem az alkalmazott tudományokat, melyek a rendszerváltáskor – ha már akkor is lett volna ilyen lista – a mainál minden bizonnyal sokkal rosszabbul álltak volna. Itt azonban voltak olyanok is, akik nehezen és fájdalmasan ugyan, de előreléptek (lásd az 5. táblázat relatíve jó hazai adatait).

Az én feladatom ebben a cikkben a Ioannidis és Mtsai által előállított statisztikai adatok hazai vonatkozásainak felmutatása és értelmezése, az egyes tudományágak teljesítményét értékelni nem az én dolgom. Az adott tudományág kutatói, és különösen akadémikusai ezt az értékelést remélhetőleg a saját tudományágukra elvégzik. Tanácsok a megválaszolandó praktikus kérdésekre: jól van-e ez így az adott tudományágra, ahogy ma a 2-9. táblázatokból látszik, hátradólkéntünk-e, vagy ha esetleg nem teljesen, akkor van-e mit tenni, ha van, akkor mi az, és azt a valamit kinek és milyen határidőre kell megtennie, stb...? A „legegyszerűbb” eljárás egy hazai tudományág nemzetközi értékrendjének megerősítésére az, ha a 2-4. táblázatokban szereplő 351 kollégát (közülük azokat, akik még velünk vannak) támogatjuk (és nem hátráltatjuk) ahivatali/professzori/akadémiai előléptetéseknél/választásoknál, illetve a pályázati pénzek és a kitüntetések odaítélésénél. Ennek pedig az a „legegyszerűbb” módja, ha a bírálati bizottságokat a 2-4. táblázatban felsorolt 351 kollégával töltjük fel (illetve közülük azokkal, akik ma még velünk vannak).

Ha egy fiatal hazai kutató a legjobbak közé akar kerülni, neki nincs más dolga, mint példát venni a 351 kiváló hazai kollégáról, illetve közülük azokról, akik tudományág szempontjából a legközelebb állnak hozzá. Ha a fiatal kutató pechére egy hazai-hiányos tudományágban dolgozik, akkor javasoljuk, hogy első lépésként „irodalmazzon”: keresse ki Ioannidis és Mtsai táblázataiból [2-4] saját tudományágának nemzetközi legjobbjait, töltsse le legjobb cikkeiket/monográfiáikat és tanuljon belőlük. Második lépésként pedig, miután mindent megtanult tőlük, írjon jobbat náluk, de publikálja műveit ugyanott, ahol a legjobbak. Esetleg próbáljon kijutni posztdoktornak a nemzetközi legjobbakhoz, de ha kérhetem, ne felejtse el onnan hazajönni, miután tőlük minden megtanulhatót megtanult.

5. táblázat: A Ioannidis-féle öt tudománycsoport közül az Alkalmazott Tudományok („Applied Sciences”) tudományterületei (Field) és tudományágai (Subfield), azok rövidítései (rövid), a Földön az adott tudományágban dolgozók létszáma (kutatók), az 1960-2019-es táblázat szerinti legjobb 100.000-ben lévők száma (100k) [4], a hazai kutatók létszáma a 2. táblázat (H-2), a 3. táblázat (H-3) és a 4. táblázat (H-4) alapján, az utóbbi három összege (H) és a $100 \cdot H-2/100k$ hányados értéke (H-2%)

Field	Subfield	rövid	kutatók	100k	H-2	H-3	H-4	H	H-2%
AFF	Agronomy / agriculture	agro	56.850	435	0	0	1	1	0
	Dairy / animal science	dairy	48.043	259	1	0	1	2	0,386
	Fisheries	fish	27.800	259	0	0	0	0	0
	Food science	food	48.453	406	1	0	0	1	0,246
	Forestry	forest	24.091	92	0	0	1	1	0
	Horticulture	horti	5.248	17	0	0	0	0	0
	Veterinary sciences	veter	46.255	242	0	0	2	2	0
össz	7		256.470	1.710	2	0	5	7	0,117
BED	Architecture	archit	1.133	0	0	0	0	0	0
	Building / construction	build	27.014	172	0	1	0	1	0
	Design practice / management	design	8.617	49	2	0	0	2	4,082
	Urban / regional planning	urban	8.522	117	0	1	0	1	0
össz	4		45.286	338	2	2	0	4	0,592
EST	Bioinformatics	bioinf	18.548	302	0	1	0	1	0
	Biotechnology	biotech	50.343	318	0	0	0	0	0
	Energy	energy	186.014	1083	5	2	3	10	0,462
	Materials	mater	177.931	1288	4	1	8	13	0,311
	Nanoscience / nanotechnology	nano	75.210	840	0	0	0	0	0
	Optoelectronics / photonics	optoel	99.488	380	1	0	1	2	0,263
	Strategic / defense / security	strategy	17.157	114	0	0	0	0	0
össz	7		624.691	4.325	10	4	12	26	0,231
ENG	Aerospace / aeronautics	aero	45.833	160	0	0	0	0	0
	Automobile design / engineering	auto	1.915	4	0	0	1	1	0
	Biomedical engineering	bioeng	50.331	457	0	0	0	0	0
	Chemical engineering	cheng	55.697	422	0	0	1	1	0
	Civil engineering	civil	42.054	147	0	0	1	1	0
	Electrical / electronic engineering	electr	87.611	268	2	0	5	7	0,746
	Environmental engineering	enveng	42.482	440	0	0	0	0	0
	Geological / geomatics engineering	geolo	44.176	362	0	0	2	2	0
	Industrial engineering / automation	indust	87.535	707	3	0	1	4	0,424
	Mechanical engineering / transport	mechtr	92.645	568	0	3	0	3	0
	Mining / metallurgy	minmet	27.568	33	0	0	1	1	0
	Operations research	operat	23.455	362	0	0	0	0	0
össz	12		601.302	3.930	5	3	12	20	0,127
ICT	Artificial intell / image processing	artif	215.114	1.627	2	1	12	15	0,123
	Computation theory / mathematics	comput	16.572	264	10	2	0	12	3,788
	Computer hardware / architecture	comhar	17.080	103	0	0	0	0	0
	Distributed computing	dcomp	9.666	46	0	0	1	1	0
	Information systems	Infosys	16.581	233	0	0	0	0	0
	Medical informatics	medinf	13.000	90	0	0	0	0	0
	Networking / telecommunication	netw	161.179	906	2	0	0	0	0
	Software engineering	softw	21.211	239	0	0	0	0	0
össz	8		470.403	3.508	12	3	13	28	0,342
Össz	38		1.998.134	13.811	31	12	42	85	0,224

*Az első oszlop rövidítései: AFF=Agriculture, fisheries/forestry, BED=Built environment/design, EST=Enabling/strategic technologies, ENG=Engineering, ICT=Information/communication technologies.

6. táblázat: A Ioannidis-féle öt tudománycsoport közül a Bölcsészettudományok („Arts / Humanities”) tudományterületei (Field) és tudományágai (Subfield), azok rövidítései (rövid), a Földön az adott tudományágban dolgozók létszáma (kutatók), az 1960-2019-es táblázat szerinti legjobb 100.000-ben lévők száma (100k) [4], a hazai kutatók létszáma a 2. táblázat (H-2), a 3. táblázat (H-3) és a 4. táblázat (H-4) alapján, az utóbbi három összege (H) és a $100 \cdot H-2/100k$ hányados értéke (H-2%)

Field	Subfield	rövid	kutatók	100k	H-2	H-3	H-4	H	H-2%
	Communication / media studies	comm	9.005	110	0	0	0	0	0
CTS	Languages / linguistics	lingua	11.932	105	1	1	1	3	0,952
	Literary studies	liter	10.211	12	0	0	0	0	0
össz	3		31.148	227	1	1	1	3	0,441
	Anthropology	anthro	7.098	126	0	0	0	0	0
	Archaeology	archae	10.479	60	0	0	0	0	0
HS	Classics	classic	2.213	3	0	0	0	0	0
	History	history	9.209	6	0	0	0	0	0
	History of science / technologies / medicine	histsci	2.361	10	0	0	0	0	0
	History of social sciences	histsoc	1.781	11	0	0	0	0	0
össz	6		33.141	216	0	0	0	0	0
	Applied ethics	appeth	4.946	72	0	0	0	0	0
PT	Philosophy	philos	7.775	63	0	0	0	0	0
	Religions / theology	relig	6.320	8	0	0	0	0	0
össz	3		19.041	143	0	0	0	0	0
	Art practice, history / theory	art	1.512	0	0	0	0	0	---
VPA	Drama / theater	drama	789	1	0	0	0	0	0
	Folklore	folk	399	0	0	0	0	0	---
	Music	music	2.057	0	0	0	0	0	---
össz	4		4.757	1	0	0	0	0	0
Össz	16		88.087	587	1	1	1	3	0,190

*Az első oszlop rövidítései: CTS=Communication/textual studies, HS=Historical studies, PT=Philosophy/theology, VPA=Visual/performing arts.

7. táblázat: A Ioannidis-féle öt tudománycsoport közül a Gazdaság- és Társadalomtudományok („Economic / Social Sciences”) tudományterületei (Field) és tudományágai (Subfield), azok rövidítései (rövid), a Földön az adott tudományágban dolgozók létszáma (kutatók), az 1960-2019-es táblázat szerinti legjobb 100.000-ben lévők száma (100k) [4], a hazai kutatók létszáma a 2. táblázat (H-2), a 3. táblázat (H-3) és a 4. táblázat (H-4) alapján, az utóbbi három összege (H) és a $100 \cdot H-2/100k$ hányados értéke (H-2%)

Field	Subfield	rövid	kutatók	100k	H-2	H-3	H-4	H	H-2%
	Accounting	account	4.675	75	0	0	0	0	0
	Agricultural economics / policy	agrecon	4.873	88	0	0	0	0	0
	Business / management	busine	36.319	935	0	0	0	0	0
	Development studies	devel	3.506	63	0	0	0	0	0
	Econometrics	ecomet	1.043	75	0	0	0	0	0
EB	Economy theory	ecotheo	1.516	30	0	0	0	0	0
	Economics	econom	33.447	783	2	0	0	2	0,255
	Finance	finance	9.626	161	0	0	0	0	0
	Industrial relations	indrel	1.900	14	0	0	0	0	0
	Logistics / transportation	logist	21.274	110	0	0	0	0	0
	Marketing	market	10.464	219	0	0	0	0	0
	Sport, leisure / tourism	sport	6.302	100	0	2	0	2	0
össz	12		134.945	2.653	2	2	0	4	0,075
	Criminology	crimi	9.174	180	0	0	0	0	0
	Cultural studies	cult	5.294	7	0	0	0	0	0
	Demography	demog	2.604	45	0	0	0	0	0

	Education	educ	58.316	446	0	0	0	0	0
	Family studies	family	2.997	46	0	0	0	0	0
	Gender studies	gender	1.759	16	0	0	0	0	0
SC	Geography	geogr	12.879	323	0	0	0	0	0
	Information / library sciences	library	10.391	63	0	0	0	0	0
	International relations	intern	6.136	84	0	1	0	1	0
	Law	law	8.100	33	0	0	0	0	0
	Political science/public administration	polit	16.018	341	1	1	0	2	0,293
	Science studies	science	3.964	77	3	0	0	3	3,900
	Social sciences methods	socsci	2.354	86	0	0	0	0	0
	Social work	socwor	6.138	22	0	0	0	0	0
	Sociology	sociol	7.606	219	0	0	0	0	0
össz	15		153.733	1.988	4	2	0	6	0,201
Össz	27		288.678	4.641	6	4	0	10	0,129

*Az első oszlop rövidítései: EB=Economics/business, SC=Social sciences.

8. táblázat: A Ioannidis-féle öt tudománycsoport közül az Egészségtudományok („Health Sciences”) tudományterületei (Field) és tudományágai (Subfield), azok rövidítései (rövid), a Földön az adott tudományágban dolgozók létszáma (kutatók), az 1960-2019-es táblázat szerinti legjobb 100.000-ben lévők száma (100k) [4], a hazai kutatók létszáma a 2. táblázat (H-2), a 3. táblázat (H-3) és a 4. táblázat (H-4) alapján, az utóbbi három összege (H) és a $100 \cdot H-2/100k$ hányados értéke (H-2%)

Field	Subfield	rövid	kutatók	100k	H-2	H-3	H-4	H	H-2%
	Anatomy / morphology	anat	5.832	13	0	0	0	0	0
	Biochemistry / molecular biology	bioch	135.836	3.617	13	6	2	21	0,359
	Biophysics	bioph	18.401	279	1	1	0	2	0,358
	Development biology	devbio	105.600	3.162	2	2	0	4	0,064
	Genetics / heredity	genet	32.641	580	0	0	0	0	0
	Microbiology	micbio	134.369	2.509	3	0	1	4	0,120
BR	Microscopy	micros	3.455	30	0	0	0	0	0
	Mycology / parasitology	mycol	20.926	213	2	0	2	4	0,939
	Nutrition / dietetics	nutr	35.927	741	0	0	0	0	0
	Physiology	physio	19.817	457	4	2	0	6	0,875
	Toxicology	toxico	45.124	534	0	0	0	0	0
	Virology	virol	58.416	967	1	0	2	3	0,103
össz	12		616.344	13.102	26	11	7	44	0,198
	Allergy	allerg	14.689	306	0	0	1	1	0
	Anesthesiology	anesth	34.440	412	0	0	0	0	0
	Arthritis / rheumatology	rheuma	29.160	655	1	0	0	1	0,153
	Cardiovascular system / hematology	cardio	153.312	3.400	2	2	0	4	0,059
	Complement / alternative medicine	altmed	9.518	25	0	0	0	0	0
	Dentistry	dentist	55.471	555	0	0	0	0	0
	Dermatology / venereal diseases	dermat	41.196	650	0	0	1	1	0
	Emergency / critical care medicine	emerg	28.564	353	0	0	0	0	0
	Endocrinology / metabolism	endocr	69.094	2.199	2	2	0	4	0,091
	Environmental / occupant health	envhea	12.252	91	0	0	0	0	0
	Gastroenterology / hepatology	gastro	76.367	1.441	3	1	0	4	0,213
	General internal medicine	genmed	106.795	820	0	0	0	0	0
	General clinical medicine	genclin	16.340	71	0	0	1	1	0
	Geriatrics	geriat	9.241	188	0	0	0	0	0
	Immunology	immun	108.509	2.731	3	1	0	4	0,110
CM	Legal / forensic medicine	forens	10.158	31	0	0	0	0	0
	Neurology / neurosurgery	neuro	227.881	6.582	17	7	0	24	0,258
	Nuclear medicine / medicine image	nucmed	84.246	910	0	0	0	0	0
	Obstetrics / reproductive medicine	reprod	66.536	1.021	2	0	0	2	0,196
	Oncology / carcinogenesis	oncol	230.678	4.113	2	2	0	4	0,049
	Ophthalmology / optometry	ophta	52.338	735	0	2	0	2	0
	Orthopedics	orthop	57.183	746	0	1	0	1	0

	Otorhinolaryngology	otorhin	36.622	272	0	0	0	0	0
	Pathology	pathol	19.713	314	0	0	0	0	0
	Pediatrics	pediat	49.820	520	0	0	0	0	0
	Pharmacology / pharmacy	pharma	94.611	928	4	1	4	9	0,431
	Psychiatry	psych	56.373	1.760	4	2	0	6	0,227
	Respiratory system	respire	52.718	1.027	0	0	1	1	0
	Sport sciences	sporsci	22.602	267	0	0	0	0	0
	Surgery	surger	80.940	901	0	0	0	0	0
	Tropical medicine	tromed	28.529	212	0	0	0	0	0
	Urology / nephrology	urolog	64.516	1.164	0	0	0	0	0
össz	32		1.996.452	35.400	40	21	8	69	0,113
	Behavioral sci / comparat psych	behav	9.767	365	1	1	0	2	0,274
	Clinical psychology	clinpsy	11.919	327	0	0	0	0	0
	Developmental / child psychology	devpsy	15.236	622	0	0	0	0	0
PCS	Experimental psychology	expsy	23.081	1.081	4	1	0	5	0,370
	General psychogy / cognitive res	genpsy	2.802	34	0	0	0	0	0
	Human factors	human	13.251	173	0	0	0	0	0
	Psychoanalysis	psyana	2.712	17	0	0	0	0	0
	Social psychology	socpsy	16.884	679	0	0	0	0	0
össz	8		95.652	3.298	5	2	0	7	0,152
	Epidemiology	epidem	9.540	256	0	0	0	0	0
	Gerontology	geron	8.873	175	0	0	0	0	0
	Health policy / services	health	16.521	272	0	0	0	0	0
PHS	Nursing	nurs	35.893	180	0	0	0	0	0
	Public Health	pubhea	48.533	934	0	0	0	0	0
	Rehabilitation	rehab	21.192	200	0	0	0	0	0
	Speech-language pathol / audiology	speech	8.890	90	0	0	0	0	0
	Substance abuse	abuse	12.500	386	0	0	0	0	0
össz	8		161.942	2.493	0	0	0	0	0
Össz	60		2.870.390	54.293	71	34	15	120	0,131

*Az első oszlop rövidítései: BR=Biomedical research, CM=Clinical medicine, PCS=Psychology/cognitive sciences, PHS=Public health/health services.

9. táblázat: A Ioannidis-féle öt tudománycsoport közül a Természettudományok („Natural Sciences”) tudományterületei (Field) és tudományágai (Subfield), azok rövidítései (rövid), a Földön az adott tudományágban dolgozók létszáma (kutatók), az 1960-2019-es táblázat szerinti legjobb 100.000-ben lévők száma (100k) [4], a hazai kutatók létszáma a 2. táblázat (H-2), a 3. táblázat (H-3) és a 4. táblázat (H-4) alapján, az utóbbi három összege (H) és a $100 \cdot H-2/100k$ hányados értéke (H-2%)

Field	Subfield	rövid	kutatók	100k	H-2	H-3	H-4	H	H-2%
	Ecology	ecol	48.166	1.544	3	4	0	7	0,194
	Entomology	entom	25.735	255	0	0	0	0	0
	Evolutionary biology	evobio	23.541	843	1	1	0	2	0,119
BIO	Marine biology / hydrobiology	marin	37.726	783	1	0	0	1	0,128
	Ornithology	ornith	5.559	60	0	0	0	0	0
	Plant biology / botany	plant	113.961	1.359	4	3	0	7	0,294
	Zoology	zoo	13.250	32	0	0	0	0	0
össz	7		267.938	4.876	9	8	0	17	0,185
	Analytical chemistry	analch	87.137	768	7	0	7	14	0,911
	General chemistry	gench	44.508	289	0	0	2	2	0
	Inorganic / nuclear chemistry	inorch	57.598	678	1	1	4	6	0,147
CHE	Medicinal / biomolecular chemistry	medch	80.622	432	2	1	3	6	0,463
	Organic chemistry	orgch	111.388	1.791	5	2	2	9	0,279
	Physical chemistry	physch	32.198	396	4	1	3	8	1,010
	Polymers	polym	80.670	914	5	0	1	6	0,547
össz	7		494.121	5.268	24	5	22	51	0,456

	Environmental Sciences	envsci	66.925	546	0	0	0	0	0
	Geochemistry / geophysics	geoch	70.197	1.660	1	0	0	1	0,060
EES	Geology	geolo	12.609	165	0	0	2	2	0
	Meteorology / atmospheric science	meteor	54.940	1.485	0	0	0	0	0
	Oceanography	ocean	14.390	232	0	0	0	0	0
	Paleontology	paleo	18.345	452	1	1	0	2	0,221
össz	6		237.406	4.540	2	1	2	5	0,044
	Applied mathematics	appmat	15.805	230	0	0	0	0	0
MS	General mathematics	genmat	48.314	425	3	2	6	11	0,706
	Numerical / computational math	numer	14.329	168	0	0	0	0	0
	Statistics / probability	statist	16.942	388	0	0	0	0	0
össz	4		95.390	1.211	3	2	6	11	0,248
	Acoustics	acoust	27.952	222	0	1	0	1	0
	Applied physics	applph	224.856	2.606	2	3	3	8	0,077
	Astronomy / astrophysics	astron	42.624	1.372	1	1	0	2	0,073
PA	Chemical physics	chemph	73.903	1.977	11	3	0	14	0,556
	Fluids / plasmas	plasma	43.218	982	6	1	0	7	0,611
	General physics	genph	62.527	727	1	1	2	4	0,138
	Mathematical physics	matph	4.956	86	1	0	0	1	1,163
	Nuclear / particle physics	nuclear	110.499	1.634	5	4	3	12	0,306
	Optics	optics	56.325	416	0	1	2	3	0
össz	9		646.860	10.022	27	15	10	52	0,269
Össz	33		1.741.715	25.917	65	31	40	136	0,251

*Az első oszlop rövidítései: BIO=Biology, CHE=Chemistry, EES=Earth/environmental sciences, MS=Mathematics/statistics, PA=Physics/astronomy.

10. táblázat: Az 5-9. táblázatok összesítése, figyelembe véve azt a 937.312 kutatót is, akikhez loannidis és mtsai nem tudtak tudományágat rendelni a fenti 174-ből

Domain of science	Field	Subfield	fő, mill	100k	%	H-2	H-3	H-4	H	H-2 %
Applied Sciences	5	38	1,998	13.811	0,691	31	12	41	84	0,224
Arts / Humanities	4	16	0,0881	587	0,666	1	1	1	3	0,190
Economic / Social Sciences	2	27	0,289	4.641	1,606	6	4	0	10	0,129
Health Sciences	4	60	2,870	54.293	1,892	69	34	15	118	0,131
Natural Sciences	5	33	1,741	25.917	1,489	65	31	40	136	0,251
Unassigned			0,937	751	0,080	0	0	0	0	0
Összes / átlag	20	174	7,923	100.000	1,262	172	82	97	351	0,172

4. A nemzetközileg is jól (és a kevésbé jól) látszó hazai kutatóhelyek

A 2-4. táblázatok adatait kutatóhelyenként a 11. táblázatban összesítem (itt adom meg a kutatóhelyek rövidítéseinek feloldását is). Itt megjegyzem, hogy a kutatóhely azonosítása nem volt problémamentes, loannidis és mtsai általában „nagyvonalúan” bántak ezzel az adattal. Az ezzel kapcsolatos hibákért is elnézést kérek. Megjegyzem, hogy a volt MTA (jelenlegi ELKH) intézeteket nem egy csomagban, hanem külön-külön tüntetem fel. Azokat a kutatóhelyeket, amelyek egy-egy egyetemhez vannak rendelve az MTA (ELKH) finanszírozásában, az egyetemekhez számolom el, mivel a tudományos kiválóságban

nem a költségvetési sor, hanem főleg a tudományos közeg számít. Mivel loannidis és mtsai 2013-as táblázata még nem tartalmazott munkahelyet, így csak a maradék 5 táblázatot dolgoztam fel ebből a szempontból. Ha egy kutató egy adott munkahellyel szerepel az egyik loannidis-féle táblázatban, akkor a munkahelye 0,2 pontot kap, ha mind az öt táblázatban szerepel ugyanazzal a munkahellyel, akkor a munkahely $5 \cdot 0,2 = 1$ pontot kap, de ha ezen túl szerepel a 2013-as táblázatban is, akkor munkahelye 1,2 pontot kap.

A 11. táblázat szerint a hazai kiváló munkahelyek közel kétharmadát az egyetemek, míg közel egyharmadát a volt MTA (jelenlegi ELKH) kutatóintézetek adják. A 351 hazai kiváló kutatónak 43 munkahelye

van/volt, átlagban egy munkahelyre 8,2 kiváló kutató jut/jutott, ami elaprózottnak tűnik (vagy nem tűnik annak, attól függ, hogy honnan nézzük).

Meglepő módon a teljes mezőnyt a BME vezeti, amihez gratulálunk. Ez azért meglepő, mert az egyetemi kiválósági listákon a tudományegyetemek (és az SE) általában a BME előtt végeznek. A BME jó szereplésének oka egyrészt az, hogy a 2-3. táblázat adatai szerint a BME a legkiválóbbak szempontjából tartja a lépést a tudományegyetemekkel (itt csak az SE előzi meg), míg a 4. táblázat szerint jobban szerepel náluk, különösen az SE-vel összehasonlítva. Ez interpretálható a 10. táblázat segítségével is, ahol azt láttuk, hogy az alkalmazott tudományok saját kutatói létszámuknak csak 0,7 %-át tudják bevinni az első százezerbe, szemben az egészségtudományok 1,9 %-os és a természettudományok 1,5 %-os arányával, így az alkalmazott tudományok esetében

sokkal többen kapnak esélyt a kiválósági lista tudományági 2 %-ra való kiegészítésre (lásd 4. táblázat). A volt MTA kutatóhelyek és az egyetemek mellett a többi kutatóhely ugyan relatíve nagy számban (13) jelenik meg, de összességében szerepük mindössze 3,5 %. Érdemes megemlékezni a 2-4. táblázatokban ugyan nem megjelenő, de a háttérben értékes kutató-fejlesztő és HR-munkát végző Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft. szerepéről is, aminek sikerei és sorsa több kiváló hazai kutató sikereivel és sorsával fonódott össze. A 2-4. táblázatokban kap helyet az eredeti Bay Zoltán Közalapítvány alapító főigazgatója (Pungor Ernő), három volt intézetigazgató (Kálmán Erika és Balázs Csaba BAY-ATI, illetve a szerző BAY-NANO), illetve a BAY-NANO három volt osztályvezetője (Szebeni János, Dékány Imre és Kiricsi Imre).

11. táblázat: A 351 kiváló hazai kutató megoszlása a hazai intézményekben (1 fő foglalkoztatása egy loannidis-féle táblázatban 0,2 pontot ér)

No	Rövid	Intézmény neve	2. tábl	3. tábl	4. tábl	összes	%
1	BME	Budapesti Műszaki Gazdaságtudományi Egyetem	16,0	4,4	4,0	24,4	11,3
2	SE	Semmelweis Egyetem	18,2	3,4	0,8	22,4	10,4
3	SZTE	Szegedi Tudományegyetem	15,4	3,4	3,2	22,0	10,2
4	ELTE	Eötvös Loránd Tudományegyetem	14,4	4,0	2,2	20,6	9,6
5	TTK	Természettudományi Kutatóközpont*	12,8	1,8	2,2	16,8	7,8
6	DE	Debreceni Egyetem	11,6	2,0	2,8	16,4	7,6
7	RMK	Rényi Alfréd Matematikai Kutatóintézet*	10,2	0,8	0,4	11,4	5,3
8	PTE	Pécsi Tudományegyetem	6,0	2,0	1,6	9,6	4,5
9	KOKI	Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézet*	9,2	0,2	0	9,4	4,4
10	WFK	Wigner Fizikai Kutatóközpont*	5,8	2,2	0,6	8,6	4,0
11	KEE	Közép-Európai Egyetem	4,8	1,6	0,2	6,6	3,1
12	SzBK	Szegedi Biológiai Kutatóközpont*	5,2	0,8	0,2	6,2	2,9
13	ETK	Energiatudományi Kutatóközpont*	3,8	0,4	0,4	4,6	2,1
14	SZIE	Szent István Egyetem	1,4	0,4	1,4	3,2	1,5
15	KK	Kémiai Kutatóközpont*	2,8	0	0,2	3,0	1,4
16	PE	Pannon Egyetem	1,4	0,8	0,6	2,8	1,3
17	SZTAKI	Számítástechnikai és Automatizálási Kutató Intézet*	2,0	0	0,6	2,6	1,2
18	AKI	Atommagkutató Intézet*	1,2	0,4	0,8	2,4	1,1
19	ÖK	Ökológiai Kutatóközpont*	1,0	0,8	0,4	2,2	1,0
20-21	ÁOE	Állatorvosi Egyetem	0,8	0	1,0	1,8	0,8
20-21	PPKE	Pázmány Péter Katolikus Egyetem	0,8	0	1,0	1,8	0,8
22-23	CLK	CycloLab Kft.	1,6	0	0	1,6	0,7
22-23	ME	Miskolci Egyetem	1,4	0	0,2	1,6	0,7
24-26	AGK	Agrártudományi Kutatóközpont*	1,0	0	0,4	1,4	0,6
24-26	EKE	Eszterházy Károly Egyetem	1,2	0	0,2	1,4	0,6
24-26	NYIR	Nyíró Gyula Országos Pszichiátriai Addiktológiai Intézet	1,4	0	0	1,4	0,6
27-30	GÁTMA	Genetikai Ártalmak Társadalmi Megelőzése Alapítvány	1,2	0	0	1,2	0,6
27-30	KIK	Könyvtár és Információs Központ*	1,2	0	0	1,2	0,6
27-30	MBK	Mezőgazdasági Biotechnológiai Kutatóintézet	1,2	0	0	1,2	0,6
27-30	ÓE	Óbudai Egyetem	1,2	0	0	1,2	0,6
31	OKITI	Országos Klinikai Idegtudományi Intézet	1,0	0	0	1,0	0,5
32	CORV	Budapesti Corvinus Egyetem	0,8	0	0	0,8	0,4
33-34	CER	Cereal Kutatási Nonprofit Kft.	0,6	0	0	0,6	0,3
33-34	CSFK	Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont*	0	0,6	0	0,6	0,3
35-43	BIOR	Biorex Rt.	0,2	0	0	0,2	0,1

35-43	CHI	Chinoi Gyógyszergyár	0,2	0	0	0,2	0,1
35-43	EGIS	EGIS Gyógyszergyár	0,2	0	0	0,2	0,1
35-43	MET	Budapest Metropolitan University	0,2	0	0	0,2	0,1
35-43	MIC	Microsoft Research Kft.	0,2	0	0	0,2	0,1
35-43	SoE	Soproni Egyetem	0,2	0	0	0,2	0,1
35-43	SzGy	Fejér Megyei Szent György Egyetemi Oktató Kórház	0,2	0	0	0,2	0,1
35-43	UZS	Uzsoki Kórház	0,2	0	0	0,2	0,1
35-43	GRAV	Gravity Kft.	0	0	0,2	0,2	0,1
Összesen		43 intézmény	160,4	29,6	25,6	215,6	100

*2019. augusztus 31 előtt az MTA része volt, 2019. szeptember 1-től az ELKH (Eötvös Loránd Kutató Hálózat) része.

5. Ioannidis és mtsai mérési metodikája

Most lássuk röviden Ioannidis és mtsai mérési metodikáját, akik 2016-os cikküket azzal indították, hogy az egyének tudományos kiválóságának értékelése egyre irreálisabbá válik a sokszerzős cikkek túlzott terjedése miatt [2]. A szerzőszám növekedéssel kapcsolatos problémát úgy javasolták megoldani, hogy egy komplex mérőszámot vezettek be (amit C-vel jelölnek), mely egy hat tagból álló összeget jelent [2]:

$$C \equiv \sum_{i=1}^6 \frac{\log(1+F_i)}{\max(\log(1+F_i))}, \quad (1)$$

ahol F_1, F_2 stb. hat különböző mennyiség, melyek a következők: a hivatkozások száma, a h-index [7], a társ-szerzőkkel korrigált h_m index [8], az egyszerűs cikkekre érkezett hivatkozások száma, az egyszerűs és az elsőszerzős cikkekre érkezett hivatkozások számának összege és végül az egyszerűs, az elsőszerzős és az utolsószerzős cikkekre kapott hivatkozások számának összege. Az (1) egyenlet nevezőjében lévő „max” az adott kategória maximális értékét jelenti az összes, a Scopus-ban legalább 5 cikkel rendelkező kutató közül kiválasztva a legjobbat az adott kategóriában. A logaritmuson belül az $(1+F)$ alak arra szolgál, hogy teljesüljön az a peremfeltétel, hogy ha $F=0$, akkor az adott C-tag is zérus legyen (és ne mínusz végtelen, ami a $\log 0$ értéke lenne). Az (1) egyenletből 0 és 6 közötti számok adódnak; $C=0$ akkor adódik, ha a kollégának egyetlen (független) Scopus hivatkozása sincs, $C=6$ pedig akkor adódna, ha a Ioannidis és mtsai szerinti legjobb kutató mind a hat kategóriában a legjobb lenne (de ez nincs így). Ahhoz, hogy a több mint 6 millió kutatóból álló mezőnyt megfelelően széthúzzák, 5 tizedesjegyű számokra van szükség, mint pl. az 5,64426 vagy a 3,42775, amik egyébként az 1960-2019-es táblázat 1. és 100.000. helyezettjeinek C-értékei. Mint látjuk, a legjobbak közé akkor lehet bekerülni, ha a hat összeadandó átlag értéke $3,42775/6=0,57129$ -nél nagyobb. Ha pl. a maximális független hivatkozásszám 316.777, akkor a legjobbak közé való

bekerüléshez minimum 1.387 független Scopus hivatkozásra van szükségünk. Ha pedig a maximális h-index 268, akkor a legjobbak közé való bekerüléshez minimum 24-es h-indexre van szükségünk. Lássuk be, hogy a 24-es h-index kontra a 268-as h-index, illetve az 1.387 hivatkozás kontra a 316.777 hivatkozás között hatalmas különbség van: ez különbözteti meg az első és a százezredik kutató teljesítményét egymástól. Persze még a 100.000. hely megszerzése sem egyszerű feladat, hiszen közéjük csak 171 hazai kutató került be a 2. táblázat szerint. Most nézzük meg, hogyan érték el Ioannidis és mtsai a saját maguk elé kitűzött célt az (1) egyenlettel: egyrészt annak első két tagjával sehogy, hiszen mind a hivatkozási szám, mind a h-index értékei növekednek a szerzőszám duzzasztásával, de az utolsó négy tag kétségtelen jobban kedvez a kevesebb szerzőnek (bár nem mindegyiknek), mint a több szerzőnek. Érdekes (és nem biztos, hogy korrekt) módon az (1) egyenlet utolsó három tagja teljesen zérónak tekint minden nem első és nem utolsó szerzői eredményt. Az egyszerűs műveket írókat azonban az (1) egyenlet preferálja, hiszen hivatkozási eredményeiket a hatból három tagban is figyelembe veszik és hasonló módon preferáltak az első szerzők, hiszen az ő hivatkozásait a hatból két tagban is figyelembe veszik (ezt a hatást azonban erősen tompítja az a matematikai körülmény, hogy egy összegben főleg a legnagyobb értékű összeadandó számít). Végeredményben az (1) egyenlet egy kompromisszumos megoldás, hasonló egyenlet végtelen kombinációkban kreálható, hiszen figyelembe lehetne még venni pl. az egyszerűs-előszörzős-másodszorzős cikkek hivatkozásainak összegét, stb.... Ennek ellenére Ioannidis és mtsai (1) egyenlete határozott előrelépés a realitások világába ahhoz képest, hogy a tudomány-metriát az elmúlt 15 évben uraló h-index főleg azokat a szerzőket preferálja, akik sokszerzős (néha nagyon-nagyon sokszerzős) műveket írnak, és ennek meg is van a negatív eredménye a szerzőszám minden racionális határon túl való növekedésében. Ha ezt a trendet

az (1) egyenletnek sikerül némileg visszafognia, az véleményem szerint jó hír a világtudomány integritása szempontjából.

Ioannidis és Mtsai főleg nem az (1) egyenlettel, hanem azzal lettek híresek, hogy azt alkalmazták a Föld közel 8 millió kutatójának Scopus-ban látszó eredményeire, ahonnan a fenti kivonatos táblázatok is származnak. Tudomásunk szerint hasonló volumenű kutatási eredmény „a világ legjobb kutatóinak” megnevezésével ezt megelőzően nem lett publikálva, ez adja Ioannidis és Mtsai táblázatainak különlegességét. Amennyiben megtisztítjuk azokat az önhivatkozások zavaró hatásától, olyan képet mutatnak e táblázatok, amihez hasonló eddig nem láttunk. Ezért volt értelme belőlük ebben a cikkben a 2-11. táblázatok előállítását és ezzel tükröt tartani a magyar tudományos közvélemény elé.

Az Olvasók többségének azonban nyilván hiányérzete van, hiszen a hazai kutatók többségéről nem derül ki, hogy hányadik helyen állnak a Ioannidis-féle világranglistán. Ezen segít az itt leírt módszer, aminek segítségével minden kutatóra viszonylag gyorsan és egyszerűen megbecsülhető a világranglista helyezés Ioannidis és Mtsai utóbbi öt táblázata szerint. Ehhez először meg kell határozni a vizsgált kutatót jellemző hat paramétert a Scopus adatbázisból az adott periódusra. Konkrétan az egyedi 2017-es és 2019-es évekre először meg kell határozni, hogy a vizsgált kutatónak hány független Scopus hivatkozása van a teljes életművére az adott egyedi évben, majd innen ki kell számolni az (1) egyenlet után definiált hat paraméter értékeit. Az 1960-2017, 1960-2018 és 1960-2019 periódusokra a számítás hasonlóképpen történik, de a független Scopus hivatkozásokat a teljes 1960-2017, stb... periódusokra kell venni, és innen meghatározni az (1) egyenlet után definiált hat paramétert. Ezt követően a vizsgált kutatóra vonatkozó hat paramétert és a 12. táblázatban megadott maximális értékű hat paramétert be kell helyettesíteni az (1) egyenletbe és onnan az adott évre, vagy időperiódusra ki kell számolni a vizsgált kutató C-értékét. Ennek ismeretében a 100.000. feletti helyezések a következő egyenlettel becsülhetőek meg:

$$\text{Helyezés} = \exp(a - b \cdot C - d \cdot C^2) \pm 2\%, \quad (2)$$

ahol a , b és d az adott évre/időperiódusra vonatkozó félempirikus paraméterek (lásd 12. táblázat), melyeket Ioannidis és Mtsai táblázatai segítségével határoztunk meg. Mivel a (2) egyenletben b és d azonos előjelű paraméterek, így a (2) egyenlet szerint a Helyezés folytonos és monoton függvénye

C értékének annak értelmezési tartományában (0 és +6 között). A (2) egyenlet csak a 100.000. helyezés felett használható; a 100.000. helyezés alattiakra ilyen becslésre nincs szükség, hiszen az Ő eredményeik szerepelnek Ioannidis és Mtsai táblázataiban [2-4]:

Egy számítási példa egy konkrét kutatóra, aki Ioannidis és Mtsai 1960-2019-es táblázatának 136.106. sorában szerepel, hivatalos helyezése független hivatkozásaiból számolva: 178.684. A Scopus-ból származó eredményei a független hivatkozások alapján (a jelek magyarázatát lásd a 12. táblázat lábjegyzetében): $n=5.695$, $h=35$, $h_m=14.6521$, $n_1=1$, $n_{11}=949$, $n_{11n}=3.097$. A 12. táblázat utolsó oszlopából vett paraméterek: $n_{\max}=316.777$, $h_{\max}=268$, $h_{m,\max}=109.936$, $n_{1,\max}=152.311$, $n_{11,\max}=191.659$, $n_{11n,\max}=215.116$. Behelyettesítve ezt a 2-6 paramétert az (1) egyenletbe: $C=0,682737+0,640519+0,584122+0,058083+0,5636935+0,654659=3,18381$ adódik. Behelyettesítve ezt az értéket és a 12. táblázat utolsó oszlopából a megfelelő paramétereket ($a=16,3011$, $b=0,418360$, $d=0,285284$) a (2) egyenletbe: $\text{Helyezés}=176.000 \pm 3.500$ értéket kapunk, ami a tűréshatáron belül egyezik a Ioannidis és Mtsai táblázatában megadott helyezéssel [4].

Talán nem érdektelen megjegyezni, hogy a példaként használt kolléga egyetlen paraméter miatt csúszott ki a legjobb 100.000-ból (a másik öt paraméter átlagával az első 100.000-ben lett volna): az egyszerűsített cikkére kapott egyetlen (1 db) független hivatkozás miatt, ami valós értékéhez képest még így is jelentősen túl lett értékelve az (1) egyenletben használt $\log(1+F)$ függvény miatt. Azon persze sokat és parttalanul lehet vitatkozni, hogy az egyszerűsített művek megléte vagy hiánya (helyesebben az azokra kapott független hivatkozások megléte vagy hiánya) tényleg ennyire fontos-e az egyéni tudományos kiválóság megítélésében a különböző tudományágakban? Ha azonban valóban az egyéni kutató és nem egy kutatói csoport kiválóságáról van szó, akkor én azt gondolom, hogy igen, ez is az egyik szignifikáns paraméter lehet. Összefoglaló cikkeket és monográfiákat ugyanis a sokszerzős tudományágakban is lehet írni, bár kétségtelen, hogy a legjobb folyóiratok erre csak a legkiválóbbakat kéri fel és sok független hivatkozást is csak Ők kapnak az ilyen cikkekre: így válik/válhat el a sokszerzős tudományágakban dolgozó kiváló kutató a kevésbé kiválótól. Itt érdemes azt is megjegyezni, hogy a fent említett kolléga 1 helyett már 35 egyszerűsített cikkre kapott hivatkozással is bekerült volna az első 100.000-be. Innen az is következik, hogy a

hat paraméter közül kieső egyiket a másik öt paraméterrel lehet kompenzálni, így fordulhat elő, hogy a 99.500 – 100.000 rangsor-sávban 23 olyan kutató is található az 1960-2019-es táblázatban, aki zero egyszerezős cikkhivatkozással rendelkezik [4].

A 12. táblázat 1960-2017...1960-2019 adatsorai-ból azt látjuk, hogy ugyanazt a C értéket elérni az idő múlásával egyre nehezebb, hiszen a maximális értékek minden kategóriában folyamatosan növekednek. Ugyanez hatványozottan igaz az egyedi években elért maximális értékekre. Vegyük észre például, hogy az egyedi 2019-es évben elért maximális hivatkozási szám több mint a 20 %-a a teljes 1960-2019-es periódusban elért maximális hivatkozási számnak. Tehát a tudományos kiválóságra is ugyanaz igaz, mint általában az élet egyéb területein: azért is dolgozni kell, hogy valaki „csak” tartsa a már elért szintet, de az előrelépéshez még többet kell dolgozni (bár ha valaki valóban időtálló cikket írt, akkor Őt az azokra kapott hivatkozásai még a halála után is repítik tovább). Megjegyezzük még, hogy a 12. táblázat utolsó sorában található értékek a (2) egyenlet $C=0$ értékre való extrapolációjához tartoznak; ezek szerint 10 ± 2 millió olyan kutató van világszerte, akiknek legalább egy független Scopus hivatkozása van.

Térjünk még vissza egy gondolat erejéig a loannidis-féle táblázatokban az önhivatkozások figyelembe vételének a tudományos közösség értékrendjét

romboló hatására. Mint az 1. táblázatból láttuk, az 1960-2019-es loannidis-féle táblázat 159.683 „legjobb” nevet tartalmaz. Közöttük az utolsónak 43 független hivatkozása és innen számítva 3-as h-indexe van, a független hivatkozásokból számolt C-értéke 1,61601, független hivatkozásokból számolt helyezése pedig 2.904.403. Ezekkel az eredményekkel nem kellene a „legjobb kutatók” táblázatában szerepelnie. Amivel azonban a kolléga valóban kitűnik a mezőnyből, az a 94,09 %-os önhivatkozási aránya; ennek köszönheti, hogy a loannidis-féle „legjobbak” közé került. Vele szemben a 100.001–100.002. helyeken álló kollégáknak $C=3,4277$ körüliek ugyan az eredményeik, neveik még sincsenek feltüntetve, minden bizonnyal azért, mert nem kirívóan magas az önhivatkozási arányuk. Nehéz elhinni, hogy loannidis és mtsai valóban a 94 %-os önhivatkozást állítják példaként a világ kutatói közössége elé.

6. Egy alternatív számítási módszer

loannidis és mtsai metodikáján a fentiek szerint van mit javítani. Az (1) egyenlet mögött (dacára a benne szereplő 12 db $\log(1+F)$ függvénynek) mindössze két információ van: a vizsgált kutató műveinek szerzőszáma és az azokra érkezett független Scopus hivatkozások száma, bár mindkettő ennél kicsit részletesebben. Ugyan 2016-os cikkükben loannidis és mtsai azt állítják, hogy az (1) egyenlet a lehető legjobban írja le az egyéni kutatói kiválóságot, erre

12. táblázat: loannidis és mtsai utóbbi 5 táblázatának legfontosabb adatai (lásd szöveg) [2-4]

Évek/ Paraméterek*	2017	2019	1960-2017	1960-2018	1960-2019
$n_{\max}$	26.695	65.724	241.071	280.285	316.777
$h_{\max}$	78	98	213	260	268
$h_{m,\max}$	31,1609	41,8752	99,3009	106,111	109,936
$n_{1,\max}$	7.737	13.433	135.334	145.110	152.311
$n_{11,\max}$	15.550	28.237	147.568	172.163	191.659
$n_{11n,\max}$	23.012	46.273	154.733	180.672	215.116
C_1	5,5495	5,39874	5,6506	5,4183	5,64426
C_{10}	5,1760	5,1766	5,4419	5,2227	5,43320
C_{100}	4,7147	4,7965	5,0903	4,8767	5,06622
C_{1k}	4,1252	4,1713	4,6590	4,4671	4,64976
C_{10k}	3,4877	3,5482	4,1502	3,9892	4,15634
C_{100k}	2,6613	2,76539	3,3940	3,2791	3,42755
a	16,1482	15,9183	16,0544	16,1808	16,3011
b	0,957930	0,430002	0,363697	0,420022	0,418360
d	0,294904	0,423765	0,286467	0,305099	0,285284
$\exp(a)$	10.31 M	8,19 M	9,38 M	10,65 M	12,01 M

*a paraméterek jelentése felülől lefelé: a független hivatkozások maximális értéke ($n_{\max}$), az azokból számolt maximális h-index ($h_{\max}$), az innen számolt maximális korrigált h-index ($h_{m,\max}$), az egyszerezős cikkekre kapott maximális független hivatkozások száma ($n_{1,\max}$), az egyszerezős és elsőszerezős cikkekre kapott független hivatkozások összegének maximuma ($n_{11,\max}$), az egyszerezős, elsőszerezős és utolsó szerzős cikkekre kapott független hivatkozások összegének maximuma ($n_{11n,\max}$), az 1. helyezett C értéke (C_1), a 10. helyezett C értéke (C_{10}), a 100. helyezett C értéke (C_{100}), az 1.000. helyezett C értéke (C_{1k}), a 10.000. helyezett C értéke (C_{10k}), a 100.000. helyezett C értéke (C_{100k}), míg az a – b – d paraméterek a (2) egyenlet félempirikus paraméterei.

objektív bizonyítékuk nincs és nem is lehet. Ilyen esetekben a modellt készítő akkor jár el helyesen, ha a szignifikánsnak tekintett paraméterekből (hivatkozások és szerzők száma) egy minél egyszerűbb képletet hoz létre, ami persze megfelel a kutatói kiválósággal kapcsolatos közmegállapodásnak, miszerint annál kiválóbb egy kutató, minél több független hivatkozást kap minél kevesebb társ-szerzővel írt cikkeire. Ezt a gondolatmenetet követve szerző a közelmúltban a következő hh_i indexet javasolta az i kutató tudományos kiválóságának mérésére² [9]:

$$hh_i = \sqrt{\sum_j \frac{C_{ij}}{N_{ij}}}, \quad (3)$$

ahol C_{ij} az i kutató j művére kapott független hivatkozások száma a Scopus szerint, N_{ij} ugyanezen cikk szerzőinek száma, míg az összegzést az i kutató összes j cikke szerint végezzük. A (3) egyenlet tehát a $12 \log(1+F)$ függvény (és az azok mögötti összeadások) helyett csak művenként egy-egy osztást és az eredmények összeadását tartalmazza, ennek ellenére egyszerre oldja meg a sokszerzőség és a független hivatkozások problémáját, ráadásul úgy, hogy nem ignorálja az első és az utolsó szerzők közötti szerzők eredményét (bár az is igaz, hogy nem preferálja feltűnően az első, az egyszerűs és utolsó szerzős művek szerzőit sem). Egy kutató kiválósági rangsorban elfoglalt helyezése annál előkelőbb, minél nagyobb az adott kutató hh -indexe. A rangsorra a (3) egyenletben szereplő négyzetgyöknek nincs hatása, az csak arra szolgál, hogy a hh -index nagy átlagban hasonló eredményt adjon, mint a már közzismert h -index (ez főleg akkor van így, ha egy kutató átlag 4-szerzős műveket ír). A hh -index kiküszöböli az eredeti h -index több rejtett hibáját is (részletesebben lásd [9]).

Most már csak egy kérdés maradt: vajon van-e valaki az olvasók között, aki rendelkezik olyan számítógépes tudással, számítási kapacitással és motivációval, hogy a (3) egyenlet alapján előállítson egy alternatív táblázatot a világ kb. 10 millió kutatójára? Ez a táblázat nem lesz azonos a Ioannidis-féle táblázatokkal, de a valós (és objektíven nem megismerhető) kutatói sorrendet valószínűleg nem fogja kevésbé jól eltalálni annál. Egy dolog biztos: a (3) egyenlet alapján önhivatkozásokkal nem lehet majd bekerülni a világ legjobb kutatói közé, és az is valószínű, hogy kizárólag a társszerzők érdemeinek köszönhetően se nagyon.

Utószó

A 2-11. táblázatokból fájoan hiányoznak a külföldi magyar kutatók adatai. Ezek összegyűjtése és publikálása fontos feladat, de csak úgy végezhető el, ha pl. az MTA Magyar Tudományosság Külföldön Elnöki Bizottság összegyűjti legalább a kutatók adatait. A magyarnak hangzó családnév ugyanis nem feltétlenül jelent magyarság tudatot és fordítva: több kiváló magyar kutató rendelkezik idegen hangzású családnévvel.

Felhasznált irodalom

- [1] Polónyi István. A párhuzamosok csak a végtelenben találkoznak. Magyar Tudomány 182 (2021) 97–107.
- [2] Ioannidis JPA, Klavans R, Boyack KW. Multiple Citation Indicators and Their Composite across Scientific Disciplines. PLoS Biol 14 (2016) e1002501.
- [3] Ioannidis JPA, Baas J, Klavans R, Boyack KW. A standardized citation metrics author database annotated for scientific field. PLoS Biol 17 (2019) e3000384.
- [4] Ioannidis JPA, Boyack KW, Baas J. Updated science-wide author databases of standardized citation indicators. PLoS Biol 18 (2020) e3000918.
- [5] Gimesi Júlia. 150 magyar az első százezerben. Magyar Tudomány 181 (2020) 282–283.
- [6] Haller József. Kutatói rangsorok – a világ és Magyarország. Magyar Tudomány 181 (2020) 1541–1566.
- [7] Hirsch JE. An index to quantify an individual's scientific research output. Proc Natl Acad Sci USA 102 (2005) 16569–16572.
- [8] Schreiber M. A modification of the h -index: The hm -index accounts for multi-authored manuscripts. J Informatics 2 (2008) 211–216.
- [9] G. Kaptay. The k -index is introduced to replace the h -index to evaluate better the scientific excellence of individuals. Heliyon 6 (2020) e04415

² Eredetileg szerző ezt az indexet k -indexnek nevezte [9], de miután kiderült, hogy van már egy brazil és egy egyesült-arab-emírségi k -index is, annak nevét hh -indexre módosította, remélve, hogy ilyen elnevezés még talán nincs (az első h a szerző nemzetiségére, a második pedig a Hirsch-index-szel való hasonlóságra utal).

Felhívás

A nyomástartó rendszerek biztonságával kapcsolatban 1981-ben indult, évenként megszervezett „Csopaki-rendezvény”, később **Balatoni Ankét** értékeinek megőrzéséhez kötődően a Gépipari Tudományos Egyesület (GTE) és Magyar Olaj- és Gázipari Múzeum (MOGIM) **„NYOMÁSTARTÓ RENDSZEREK BIZTONSÁGÁÉRT DÍJ”** elismerést alapított a következő célkitűzéssel:

- A díjat azok a nyomástartó-rendszer tervezők, fejlesztők, gyártók, üzemeltetők, vizsgálók, oktatók, hatósági szakemberek kaphatják, akik munkájuk során huzamosabb időn keresztül az alapítói célban megfogalmazott tevékenységet végezték.
- A bronz plakett és oklevél mellet a díjazott pénzjutalomban is részesül, amelynek összegében a Károly Róbert verette „arany forint” mindenkori értéke az irányadó.
- Az évenkénti egy díjazott személy kiválasztásában a hazai szakembergárda javaslata alapján a díj Kuratóriuma dönt.
- A díj átadására a Balatoni Ankéton ünnepélyes keretek között kerül sor, első alkalommal 2017-ben.
- A díj Alapító Okirata a GTE honlapján megtekinthető.

Tisztelettel kérjük szakembereinket, hogy javaslataikat néhány soros indoklással **2021. augusztus 1-ig** küldjék meg a következő címekre:

Funk Orsolya: penzuggy@gteportal.eu és

Tóth László: laszlo.toth@bayzoltan.hu

Amennyiben a díj összegének fedezésében és az ebben rejlő reklámértékben kíván tájékozódni, úgy az előbbieken megadott címeznél érdeklődjön, ahonnan kimerítő tájékoztatást kaphat.

Az alapítók meggyőződéssel vallják, hogy a műszaki szakmai közösség erősödését, társadalmi szerepének tudatosítását szolgálják azzal, hogy az arra érdemes, és szakmánk közösségének tiszteletére érdemes kollégánk munkáját ezúton éves rendszerességgel elismeri.

Eddigi díjazottak:

2017 Kurucz István

2018 Fehérvári Attila

2019 BacsKay Antal

2020 a COVID-19 miatt
a rendezvény elmaradt

A Magyar Anyagvizsgálók Egyesülete (MAE) elnökeinek portréja

Tetmajer Lajos (vagy ahogyan a mérnöki tanulmányok során megismertük, Ludwig von Tetmajer) 126 éve, 1895. szeptember 9-11. között Zürichben életre hívta az Anyagvizsgálók Nemzetközi Szervezetét. A MAGYAR ANYAGVIZSGÁLÓK EGYESÜLETE másodikként, 1897. június 16-án alakult meg azzal az alapvető céllal, hogy hazánkat a nemzetközi rendezvényeken ez, és ne az osztrák-magyar egyesület képviselje. A II. Világháború végéig szervezetünk folyamatosan működött, majd az alapítás 100. évfordulóján, a Miskolctapolcán elindult kezdeményezés hosszas vajúrást követően (Anyagvizsgálók Lapja, 2013/3-4) végül 2012-ben beérett. Az eltelt – immáron történelmi – kor nem csupán lehetőséget biztosít a Felelős Szerkesztőnek a visszatekintésre, hanem fel is szólítja arra, hogy megemlékezzünk dicső elődeinkről. Az alapvető kérdés ebben a helyzetben: hogyan, milyen módon, miképpen? A történelem megismételhetetlen. Ami elmúlt, visszahozni nem lehet, még törekedni sem szabad erre, hiszen a kudarc eleve adott. Mégis kapaszkodóként szolgálhat az a tény, hogy mindig és mindenkor voltak olyan emblemikus személyek, akik többet vállaltak a szakmáért, annak fennmaradásáért, a szakemberek összefogásáért, a tudás népszerűsítéséért.

Ezek voltak az Egyesület elnökei. Álljon itt a névsoruk:

1897-1904	Czigler Győző (műeg. tanár)
1904-1910	Nagy Dezső (műeg. tanár)
1910-1914	Czékus Aurél (min. tanácsos)
1914-1917	Rejtő Sándor (műeg. tanár)
1917-1924	Zielinski Szilárd (műeg. tanár)
1924-1927	Gállik István (alelnök, államtitkár)
1927-1930	Czakó Adolf (műeg. tanár)
1930-1934	Zorkóczy Samu (műsz. vezérig.)
1934-1939	Mihailich Győző (műeg. tanár)
1939-1942	Quirin Leo (műeg. tanár)
1942-1944	Misángyi Vilmos (műeg. tanár)
2012-2014	Gillemot László, Dr.
2014-2019	Czinege Imre (professzor emeritus)
2019 -	Bíró Gyöngyvér, Dr. habil

A 14 nevet felsorakoztató névsorból Dr. Bíró Gyöngyvér, Dr. Czinege Imre, ifj. Dr. Gillemot László és Misángyi Vilmos tevékenységének rövid ismertetését olvashattuk lapunk korábbi számaiban. Jelen részben a MAE elnökséget 1939-42 között betöltő Quirin Leó életével és szakmai pályának főbb állomásaival ismerkedhet meg a Tisztelt Olvasó. Quirin Leót „Szakmájának nemcsak gyakorlati vonatkozásai érdekelték, sokat és behatóan foglalkozott tudományos kérdésekkel is. Fáradhatatlan tevékenységét nemcsak kartársainak összessége, hanem az egész magyar műszaki világ is nagyra értékelte, ...” – olvashatjuk róla az 1943 novemberében megjelent Erdészeti Lapok 82. évf. 11. számában [1].



MTA Tisztújító Közgyűlés, Budapest, 1937. október 24. Dr. Quirin Leo alelnök, Tóth Flóris elnök, dr. Kiss László jegyző, dr. Alliquander Ödön alelnök [2]

Tóth László
Felelős szerkesztő

Quirin Leó Lipót (1939-1942)



Quirin Leó Lipót, A Magyar Anyagvizsgálók Egyesületének elnöke 1939-1942 között [3]

Quirin Leó Lipót (Leopold Quirin) családja a Saarvidékről származott, ott született Dillingenben 1878. március 25-én. Édesapja, Quirin Lajos 1893-ban a Rimamurány-Salgótarjáni Vasmű borsodnádasdi lemezgyárának lett az igazgatója, ami miatt a család Magyarországra költözött. Középiskolai tanulmányait az Egri Cisztercita Gimnáziumban és az Iglói Ágostai Hitvallású Evangélikus Főgimnáziumában végezte, majd ezt követően Selmezbányán vaskohómérnöki, Budapesten pedig vegyész-mérnöki oklevelet szerzett, ahol később doktorrá is avatták.

1900-ban a Rimamurány-Salgótarjáni Vasműnél helyezkedett el, először a likéri vasolvasztótelepen dolgozott műszaki gyakornokként, majd 1907-ben az ózdi vaskohók építési és üzembehelyezési főmérnöke lett. Nagy tudása, kiváló gyakorlati érzéke és az emberekkel bántó tudása gyorsan vitték előre pályáján, így 1920-ban kohóigazgató lett. Az első világháborúban főhadnagyi rangban a 10. népfelkelő ezred kötelékében harcolt, és részt vett a

lemergi ütközetben is, majd szolgálataiért Signum Laudis kitüntetést kapott. 1926-1934 között a Vasmű budapesti központi igazgatóságán dolgozott, majd utána a társaság valamennyi bánya-, kohó- és gyári üzemének műszaki vezetője lett, műszaki igazgatói tisztségben. 1938-ban műszaki vezérigazgatóvá nevezték ki, amit haláláig megtartott.

Tisztségeit tekintve élete során a Magyar Anyagvizsgálók elnöki, a Budapesti Mérnöki Kamarának, a Magyar Szabványügyi Bizottságának és az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesületének (OMBKE) (1940-43) alelnöki posztjait töltötte be, valamint a Szent Sír Rend lovagjává avatták. A bányászat és kohászat terén kifejtett értékes munkásságáért 1935-ben a magyar királyi bányügyi főtanácsosi címmel tüntették ki.

A politikába az 1939-es választások alkalmával kapcsolódott be, ahol az ózdi választókerületben a Magyar Élet Pártja (MÉP) színeiben indult, s amit meg is nyert. Mandátuma kitöltésében (1939–1944) csak halála akadályozta meg. 1943. október 16-án halt meg Budapesten, holttestét a Farkasréti temetőben helyezték örök nyugalomra [1][4][5].

Irodalom

- [1] Erdészeti Lapok 82. évf. 11. sz. (1943. november), Különfélék rovat, 531. o.: http://erdeszetilapok.oszk.hu/01450/pdf/EL_1943_11_0531-0535.pdf (Letöltés dátuma: 2021.04.21.)
- [2] Bányászati és Kohászati Lapok 2002, 27. o.: Közgyűlések, küldöttgyűlések (1892-2002) https://www.ombkenet.hu/bkl/koolaj/2002/bklkoolaj2002_ksz.pdf (Letöltés dátuma: 2021.04.21.)
- [3] Híres magyarok ABC sorrendben: https://forum.index.hu/Article/showArticle?na_order=&na_start=240&na_step=30&t=9215288 (Letöltés dátuma: 2021.04.21.)
- [4] Quirin Leó élete Wikipedia: https://hu.wikipedia.org/wiki/Quirin_Le%C3%B3 (Letöltés dátuma: 2021.04.21.)
- [5] MAGYAR ELEKTRONIKUS KÖNYVTÁR: <https://mek.oszk.hu/00300/00355/html/ABC12523/12525.htm> (Letöltés dátuma: 2021.04.21.)

*Dudra Judit, Erdei Réka
Szerkesztőbizottsági tagok*



ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA

Az ország vezető szaklapja - www.anyagvizsgaloklapja.hu

Publikálási lehetőség egyetemi hallgatók részére

A Magyar Roncsolásmentes Vizsgálati Szövetség nyomdai formátumra szerkesztett kiadványa, az Anyagvizsgálók Lapja, amely negyedévente jelenik meg online. Célja elsősorban a nagyobb horderejű cikkek, publikációk, összetett műszaki információk megjelentetése, ezenfelül lehetőséget kínál a magyar anyanyelvű, kutatással foglalkozó egyetemi BSc, MSc hallgatók, valamint fiatal kutatók és PhD hallgatók kutatási témájuk, eredményeik és tervezett disszertációjuk irodalmi összefoglalásának szerkesztett, cikkszerű bemutatására.

A hallgatók dolgozatai az erre a célra létrehozott rovatban (Szakmai rovat hallgatóknak) jelenik meg. A lap az alábbi főbb témakörökhöz kapcsolódó cikkeket várja: állapotellenőrzés, élettartam gazdálkodás, minőségbiztosítás (minőség, megbízhatóság), roncsolásmentes anyagvizsgálatok, roncsolásos anyagvizsgálatok, anyag, anyagszerkezet.

A fenti témákban született, a formai és minőségi követelményeknek megfelelő kéziratok az év során folyamatosan beküldhetők. A közlésre szánt kéziratokat .docx formátumban a szerkesztőségnek szükséges megküldeni a csatolt képekkel együtt. Az egyetemi hallgatók esetén kérjük konzulenseik jóváhagyását a közlésre. A cikk bejelentő űrlap, valamint formai követelmények az Anyagvizsgálók Lapjának honlapján található. A beküldést követően a szerzők értesítést kapnak arról, hogy minden szükséges dokumentum elküldésre került-e. Hazánk elismert szakembereinek bírálatát követően a szerkesztők beszerkesztik a lap formátumának megfelelően (kétoszlopos formátum) a cikket és az esetleges javítási javaslatokat megküldik a szerzők felé.

A publikációs költségről a MAROVISZ állít ki számlát.

Részletesebb információk a folyóirat weboldalán olvashatók.

*Tóth László
felelős szerkesztő*

Az Anyagvizsgálók Lapjának weboldala: www.anyagvizsgaloklapja.hu

A Szerkesztőbizottság elektronikus elérhetősége: avilap.szerk@gmail.com

Az alakíthatósági határgörbe meghatározása és modellezése

Szalai Szabolcs¹, Harangozó Dóra², Czinege Imre³

¹PhD hallgató, egyetemi tanársegéd, Multidiszciplináris Műszaki Tudományi Doktori Iskola, szalaisz@sze.hu

²PhD hallgató, egyetemi tanársegéd, Multidiszciplináris Műszaki Tudományi Doktori Iskola, harangozo.dora@sze.hu

³Professor Emeritus, Széchenyi István Egyetem, Anyagtudományi és Technológiai Tanszék, czinege@sze.hu

Absztrakt

A lemezminősítés legfontosabb vizsgálati eljárásai a szakítóvizsgálat és az alakíthatósági határgörbe meghatározása. A mért alakíthatósági határgörbék modellezésére a szakítóvizsgálattal meghatározott jellemzőkre alapozva többféle anyagtörvényt és folyási feltétel kombinációt alkalmaznak. A cikk a határgörbe felvétel mérés technikai kérdéseivel és a közelítő függvények elemzésével foglalkozik.

Abstract

Key testing processes of sheet metal qualification are the tensile test and the determination of Forming Limit Curve. Several combinations of material models and yield criteria are applied for modelling of measured FLC based on characteristics measured by tensile test. Questions concerning the measuring technique of the FLC and the analysis of the model functions are included in this paper.

Kulcsszavak

Alakíthatósági határgörbe, Nakajima teszt, anyagtörvény, folyási feltétel, FLC modellek

Keywords

Forming limit curve, Nakajima test, flow rule, yield criterion, FLC model

1. Bevezetés

A lemezalkatrészek egyre nagyobb részarányt képviselnek a modern gyártásban. A legfőbb alkalmazási területük a járműipar, a háztartási eszközök és a mezőgazdasági gépek előállítás, de emellett egyéb tömegcikkekben is jelentős az előfordulásuk. Ez elsősorban annak köszönhető, hogy a korábban forgácsolással vagy kovácsolással készült alkatrészekhez képest komoly tömegcsökkentés érhető el változatlan szilárdsági és merevségi követelmények teljesítése mellett. Ezért kiemelt jelentőségű az egyes lemezanyagok szilárdságának és

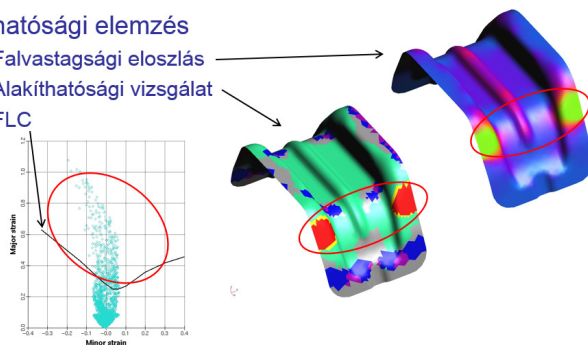
alakíthatóságának minél pontosabb ismerete, mert ezen tudás birtokában tervezhetők a felhasználási tulajdonságok és valósítható meg biztonságosan a gyártás.

A korszerű lemeztechnológiai tervezés a véges elem számításra alapozott, magasszintű anyagtudományi ismereteket alkalmazó műveletsor, melyben az anyagtulajdonságokat az anyagtörvény, a folyási feltétel és az alakíthatósági határgörbe együttesen írja le. E három tényező kölcsönös kapcsolatban van egymással és meghatározásuk során döntő szerepe van a korszerű anyagvizsgálati eljárásoknak. Ugyanis ezek a vizsgálatok szolgáltatják a legfontosabb anyagjellemzőket, melyek segítségével az említett tényezők matematikai formába önthetők. Például az anyagtörvényt a szakítóvizsgálattal meghatározott valódi feszültség-valódi alakváltozás függvénykapcsolat, a folyási görbe adja meg. Hasonlóan a korszerű folyási feltételek alkalmazásához a különböző irányokban mért folyáshatár és anizotrópia tényező, valamint a kéttengelyű (biaxiális) húzásból kapott folyáshatár ismerete szükséges. Ugyanígy magas szintű anyagvizsgálati felkészültséget igényel az alakíthatósági határgörbe kísérleti meghatározása is.

Ezen ismeretek komplex alkalmazását mutatja az 1. ábra, ahol egy véges elem számítással kapott gyárthatósági elemzés látható. A számításokhoz használt AutoForm szoftver ki tudja mutatni az alkatrész alakítása során várható falvastagság változásokat, szemlélteti a veszélyes elvékonyodást és ráncosodási hajlamot, valamint az alkatrész egyes

Gyárthatósági elemzés

- Falvastagsági eloszlás
- Alakíthatósági vizsgálat
- FLC



1. ábra: Lemezalakítás modellezése

pontjainak alakváltozását átvetíti a bal oldalon látható alakíthatósági határgörbébe (FLC). Ez jól mutatja, hogy a munkadarab egyes pontjaiban számított alakváltozás már a görbe feletti kritikus zónába esik, tehát a gyártás ezzel az alakkal és paraméterekkel nem valósítható meg. A szoftver segítségével a technológiai paraméterek változása is elemezhető, például a bemutatott ábra 0,15-ös súrlódási tényező feltételezésével készült, de ha a súrlódási tényező csak 0,1 lenne, akkor az alakítás szimulációja már nem jelezne veszélyt.

A vázlatosan ismertetett gondolatmenet igazolja, hogy a modern technológiai tervező programok alkalmazásához komoly anyagvizsgálati háttérre van szükség. Jelen publikáció az alakíthatósági határgörbe meghatározásának kísérleti vizsgálatával és a görbe jellemzésére alkalmas elméleti modellek összehasonlító elemzésével foglalkozik, különös tekintettel az autóiparban használatos alumínium lemezekre.

2. Irodalmi áttekintés

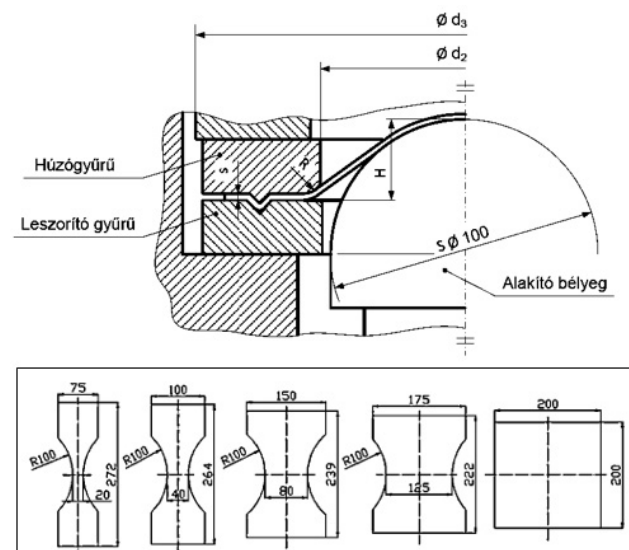
2.1 Kísérleti technikák

Ahogy az 1. ábra bal oldali diagramjáról látható, az alakíthatósági határgörbe a kisebb és nagyobb főalakváltozás (ε_2 - ε_1) koordináta-rendszerében mutatja azt a határalakváltozást, amelynél a lemez diffúz alakváltozása lokális alakváltozásba megy át, tehát megkezdődik a lemez helyi elvékonyodása, kontrakciója. Nyilvánvaló, hogy egy lemezalkatrészen ilyen helyi elvékonyodás nem engedhető meg az alakítás során, tehát az alakíthatóság határának a görbe által jellemzett alakváltozási állapot tekinthető. Ebből következik, hogy elvileg azok az összetartozó ε_2 - ε_1 alakváltozási pontok, amelyek a munkadarab alakítása során a görbe alatti területre esnek, biztonságosnak tekinthetők, a görbe feletti pontok pedig veszélyt jeleznek, ahol bekövetkezik a helyi elvékonyodás. Meg kell jegyezni, hogy az $\varepsilon_1 = -\varepsilon_2$ egyenes alatti területen fennáll a ráncosodás veszélye is, de ennek a görbe meghatározása szempontjából nincs jelentősége.

Az elmondottakból következik, hogy a görbe felvételéhez olyan $\beta = \varepsilon_2 / \varepsilon_1$ alakváltozási irányokat kell megfelelő próbatest alakokkal vagy irányított deformációval létrehozni, amelyek a tiszta húzáshoz tartozó $\beta = -0,5$ értéktől az egyenlő mértékű kéttengelyű húzás $\beta = 1$ értékéig lefedik a koordináta-rendszert, és a megfelelő sűrűséggel felvett kísérleti eredményekből meghatározzák az alakíthatósági határgörbét. A különböző β alakítási útvonalak

mentén azt a pontot kell kijelölni, amelynél a lokális elvékonyodás megindul, mert ez lesz a határgörbe jellemző értéke. Természetesen a mérési szórás miatt a gyakorlati számításokhoz használatos határgörbéket 8-10% biztonsággal a mért értékek alatt adják meg, de ez már technikai kérdés, amely nem érinti a meghatározás elvi alapjait.

Az alakíthatósági határgörbe megalkotásának történetét számos publikáció mutatja be, részletes áttekintést például Marciniak [1] és Banabic [2] összefoglaló munkái adnak. A Keeler és Goodwin nevéhez kapcsolt diagram az 1960-as évek második harmadában nyerte el végleges formáját, elsősorban az autóiparban használatos acéllemezek viselkedésének leírására. Azóta számos szerző foglalkozott a vizsgálótechnika és az értékelés pontosításával, jelenlegi aktuális dokumentációját a legelterjedtebben használt Nakajima-vizsgálatra az MSZ EN ISO 12004-2:2009 szabvány tartalmazza. Ennek vizsgálati elrendezését a 2. ábra mutatja.



2. ábra: Nakajima-vizsgálat szerszáma és a próbatestek

A felső ábra szemlélteti a lemezdomborító szerző geometriai kialakítását, az alsó kép pedig a vizsgálathoz használt próbatestek alakját mutatja. A próbatest sorozat nem teljes, általában egy görbe felvételéhez 7 próbatest alak vizsgálata javasolt 3 párhuzamos próbával. A bal oldali első próbatest közelítően az egytengelyű húzás állapotának felel meg, a jobb oldali négyzet alakú lemez pedig a kéttengelyű, 1:1 arányú ekvi-biaxiális nyújtás alakváltozását valósítja meg. Az alakváltozási folyamat időbeli változását 5-10 Hz frekvenciával mintavételezett digitális képek rögzítik a repedés megjelenéséig. A képeket digitális képkorrelációs technikával (DIC) értékelik, így kapják meg a próbatestek

felületi pontjainak ε_1 - ε_2 összetartozó nyúlásértékeit. A mérési eredmények feldolgozására kétféle technikát alkalmaznak. Az MSZ EN ISO 12004-2:2009 szabvány szerinti eljárás a repedés előtti utolsó kép ε_1 - ε_2 értékeiből következtet vissza a helyi elvékonyodás megindulására, erre példát a [3] irodalom mutat. A nyúlások időbeli változásának értékelésén alapuló eljárások az ε_1 főnyúlás vagy az ε_3 lemezvastagság csökkenés idő szerinti első vagy második deriváltjából következtetnek az alakváltozási határgörbe megfelelő pontjaira [4]. Természetesen ettől eltérő logikán alapuló értékelések is léteznek [5]. A kísérleti eredmények ismertetéséről szóló pontban lesznek erre vonatkozó példák.

A bemutatott Nakajima-teszt előnye az, hogy egyetlen kísérleti elrendezésben a teljes görbét fel lehet venni. Problémát okoz viszont a súrlódás minimalizálása, valamint az, hogy a lemez alakváltozása során hajlító igénybevétel is keletkezik. Ennek hatását a szabvány úgy próbálja csökkenteni, hogy 3 mm-ben korlátozza a vizsgálható lemezvastagságot a 100 mm-es bélyeg esetében. Ugyanakkor reális igény mutatkozott a görbe felvételére sík lemezen végzett alakítások modellezésével is, amelyet a Marciniak-teszt valósít meg. Ennél az alakító bélyeg hengeres alakú megfelelő lekerekítésekkel, és az alakítandó lemez, valamint a szerszám közötti súrlódás kiküszöbölésére egy alátét lemezt használnak, amely közvetíti az alakváltozást a vizsgálandó lemezre. A próbatest geometria megfelelő kialakításával itt is létrehozhatók különböző alakítási utak [6].

Az alakíthatósági határgörbe bal oldali ágának felvétele bemetszett szakító próbatestekkel is lehetséges. Ekkor az egyenletes keresztmetszettől a legélesebb bemetszésig kialakított próbatestek megvalósítják az egytengelyű húzástól az $\varepsilon_2=0$ értékig terjedő $\beta=-0,5...0$ tartományba eső alakítási utakat. A görbe jobb oldali ága elvileg különböző arányú kéttengelyű húzással lenne felvehető, ezt azonban ritkán alkalmazzák.

2.2 Az alakíthatósági határgörbe elméleti modelljei

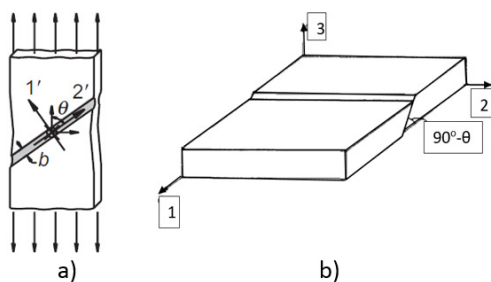
Az 1950-es évektől kezdődően számos elméletet dolgoztak ki a kutatók a képlékeny instabilitás megfogalmazására, melyek az FLC modellezés alapjául szolgálnak. Ezek szinte mindegyikét, a témával foglalkozó irodalom ismerteti, de különös figyelmet érdemelnek azok, amelyek valamilyen logikus csoportosítást is adnak, mint például Banabic [2] vagy

Zhang [7]. Ezek alapján egy lehetséges – nem teljesértékű – besorolás a következő:

- Bifurkációs (szétválási) elméleten alapuló modellek
 - Hill elvékonyodás a lemez síkjában (zero extension) maximális erő kritérium (maximum force criterion, MFC)
 - Swift (MFC alkalmazása biaxiális alakításra)
 - Sing-Rao (Hill-modell Voce-folyásgörbe közelítéssel)
 - Bressan-Williams (lemezvastagság irányú nyírás modellezése)
 - Stören és Rice (Vertex modell)
 - Hora (módosított maximális erő kritérium, MMFC és ennek továbbfejlesztése: e-MMFC)
- Geometriai hibákat feltételező modellek (geometrical imperfections)
 - Marciniak-Kuczynski-modell (MK)
 - Továbbfejlesztett MK-modellek (orientáció módosítása)
- Anyag károsodási modellek
 - Üregképződésen és növekedésen alapuló modellek (Gurson-Tvergaard-Needleman, GTN)
 - Vizioplasztikus modellek
- Empirikus modellek
 - FLC formális közelítése (Keeler-Brazier, Cayssials)
 - FLC becslése szakítóvizsgálati eredményekből (Surajit, Abspoel)

A további ismertetés célja nem az egyes elméletek kialakulása és a történelmi fejlődés bemutatása, hanem azoknak az irodalmaknak az áttekintése, amelyek elsősorban az egyes modellek alkalmazhatóságával foglalkoznak. A felsorolt első modellcsoport a szétválási (bifurkációs) elméleten alapul. Ennek lényege, hogy a növekvő alakváltozás egy bizonyos szakaszában az egyenletes és a lokális alakváltozás tartománya szétválik, megjelenik egy erőteljes vékonyodás, ahol a többi lemezrészhez képest sokkal erőteljesebb az alakváltozás. Ezt az intenzív alakváltozási sávot tekintik a tönkremenetel kezdeti fázisának. A lokalizációt mindig valamilyen, az anyagban meglévő destabilizáló hatás eredményezi, ezek lehetnek fémszerkezeti okok vagy felületi hibák is. A 3. ábra azt mutatja, hogy az 1 főirányban végzett húzás következtében a lemezen vagy a) a saját síkjában (in-plane) alakul ki intenzív alakváltozási zóna, vagy b) a lemezvastagság irányában lép fel nyírás (out-of-plane).

Hill a 3.a ábra szerinti jelenségből vezette le az



3. ábra: Nyírási zónák kialakulása

úgynevezett „zero-extension” elméletét a lokális kontrakció megjelenésére. E gondolatmenet szerint a lokális elvékonyodási zóna egytengelyű húzás hatására olyan, az (1a) egyenlet szerinti θ szög alatt alakul ki, amely irányban az $\varepsilon_2=0$. Az egyenletben $\beta=d\varepsilon_2/d\varepsilon_1$ a nyúlásarány, amely szakítóvizsgálatra -0,5; ezt az (1a) egyenletbe helyettesítve kiadódik a közismert 35,26 fokos szög az intenzív alakváltozási zóna és a próbatest hossz tengelye között (gyakran ennek kiegészítő szöge, az 54,74 fok szerepel az irodalomban). Az elmélet ismert végeredményét az FLC nyúlások számítására az (1b) szerinti parciális differenciálegyenletek mutatják. Az egyenletekben ε^* arra utal, hogy az alakváltozás az alakíthatósági határgörbe pontját jelenti, n pedig a keményedési kitevőt. Ha síkbeli feszültségi állapotra az $f=f(\sigma_1, \sigma_2)$ függvény a Mises-féle folyási feltétel szerinti, akkor egyszerűen igazolható, hogy az alakíthatósági diagram pontjaira az (1c) szerinti összefüggések érvényesek. A levezetéskor az (1b) egyenletből származtatott parciális deriváltakban és az ezekből származtatott nyúlás összefüggésekben az $\alpha=\sigma_2/\sigma_1$ feszültségarány szerepel, melyből az $\alpha=(2\beta+1)/(2+\beta)$ helyettesítéssel lehet az (1c) egyenleteket megkapni. Ha viszont az (1b) egyenletekben az egyszerűsített Hill-féle $f=f(\sigma_1, \sigma_2, r)$ folyási függvény szerepel, akkor az (1d) alakú egyenletek adódnak, amelyekben változóként már az átlagos anizotropia tényező is szerepel.

$$\theta = \arctg \sqrt{-\beta}, \quad (1a)$$

$$\varepsilon_1^* = \frac{\frac{\partial f}{\partial \sigma_1}}{\frac{\partial f}{\partial \sigma_1} + \frac{\partial f}{\partial \sigma_2}} n \quad \text{és} \quad \varepsilon_2^* = \frac{\frac{\partial f}{\partial \sigma_2}}{\frac{\partial f}{\partial \sigma_1} + \frac{\partial f}{\partial \sigma_2}} n, \quad (1b)$$

$$\varepsilon_1^* = \frac{n}{1+\beta} \quad \text{és} \quad \varepsilon_2^* = \beta \cdot \varepsilon_1^*, \quad (1c)$$

$$\varepsilon_1^* = \frac{1+(1-\alpha)r}{1+\alpha} n \quad \text{és} \quad \varepsilon_2^* = \frac{\alpha+(1-\alpha)r}{1+\alpha} n. \quad (1d)$$

Egy másik gondolatmenet szerint is megfogalmazta Hill a képlékeny instabilitás feltételét, e szerint ez a maximális erőnél következik be, azaz teljesül a $dF=0$ feltétel. Ebből vezethető le a (2) egyenlet:

$$\frac{d\sigma_1}{d\varepsilon_1} = \sigma_1(1+\beta). \quad (2)$$

Feltételezve, hogy az anyagtörvény a Hollomon-féle $\sigma_e=K\varepsilon^n$ alakú hatványfüggvény, e szerint a feltétel szerint is az (1c) egyenlet adódik az alakíthatósági határgörbe pontjaira. Az így kidolgozott maximális erő kritérium (MFC) további elméletek kiindulópontja lett.

Viszonylag hamar egyértelművé vált, hogy a Hill-féle elmélet csak a $\beta < 0$ tartományban írja le helyesen a lemezek viselkedését, ezért **Swift** a biaxiális húzás $\beta > 0$ tartományára a $d\sigma_1=\sigma_1 d\varepsilon_1$ illetve a $d\sigma_2=\sigma_2 d\varepsilon_2$ feltételekből vezetett le új összefüggést a határalakváltozásokra, melyet Banabic a [2] irodalomban mutat be. A (3) képletekben az anyagtörvény az említett Hollomon-féle alakkal szerepel itt is, ezért jelenik meg az n mint anyagjellemző.

$$\varepsilon_1^* = \frac{\sigma_1 \left(\frac{\partial f}{\partial \sigma_1} \right)^2 + \sigma_2 \left(\frac{\partial f}{\partial \sigma_2} \right) \left(\frac{\partial f}{\partial \sigma_1} \right)}{\sigma_1 \left(\frac{\partial f}{\partial \sigma_1} \right)^2 + \sigma_2 \left(\frac{\partial f}{\partial \sigma_2} \right)^2} n, \quad (3a)$$

$$\varepsilon_2^* = \frac{\sigma_2 \left(\frac{\partial f}{\partial \sigma_1} \right)^2 + \sigma_1 \left(\frac{\partial f}{\partial \sigma_1} \right) \left(\frac{\partial f}{\partial \sigma_2} \right)}{\sigma_1 \left(\frac{\partial f}{\partial \sigma_1} \right)^2 + \sigma_2 \left(\frac{\partial f}{\partial \sigma_2} \right)^2} n. \quad (3b)$$

A képletekbe egy tetszőleges $f=f(\sigma_1, \sigma_2)$ folyási függvény parciális deriváltjait helyettesítve az alakíthatósági határgörbe pontjai számíthatók. Homogén izotróp lemez esetében az alakíthatósági határgörbe csak a keményedési kitevőtől (n) és a β nyúlás aránytól függ, ahogy a (4) egyenlet mutatja. Alapesetben ezt tekintik a legegyszerűbb Hill-Swift modellnek, amikor a görbe bal oldali ágát az (1c) vagy (1d) egyenletből, a jobb oldali ágát pedig a (4) egyenletből határozzák meg.

$$\varepsilon_1^* = \frac{2n(1+\beta+\beta^2)}{(1+\beta)(2\beta^2-\beta+2)}; \quad \varepsilon_2^* = \beta \varepsilon_1^*, \quad \text{ha} \quad \varepsilon_2 > 0. \quad (4)$$

Swift eredeti modelljéből számos kutató vezetett le

használó összefüggéseket, például Banabic [2] a (3a) és (3b) egyenleteket az egyszerűsített Hill'48 folyási feltétellel kombinálva az átlagos anizotrópia tényezőt (r) is figyelembe vevő képleteket adott meg az (5a) és (5b) egyenlet szerint. A Hill'48 teljes alakját használva az r_0 és r_{90} anizotrópia mérőszámok is megjelennek a képletekben, ahogy ezt az (5c) és (5d) egyenletek mutatják [8]. Ezekben az összefüggésekben az α szintén a második és első főfeszültség arányát jelenti.

$$\varepsilon_1^* = \frac{[1+r(1-\alpha)] \left(1 - \frac{2r\alpha}{1+r} + \alpha^2\right)}{(1+r)(1+\alpha) \left[1 - \frac{1+4r+2r^2}{(1+r)^2} \alpha + \alpha^2\right]} n, \quad (5a)$$

$$\varepsilon_2^* = \frac{[(1+r)\alpha - r] \left(1 - \frac{2r\alpha}{1+r} + \alpha^2\right)}{(1+r)(1+\alpha) \left[1 - \frac{1+4r+2r^2}{(1+r)^2} \alpha + \alpha^2\right]} n, \quad (5b)$$

$$\varepsilon_1^* = \frac{(1+r_0-r_0\alpha) \left[1+r_0+\alpha^2 \left(\frac{r_0}{r_{90}}\right) (1+r_{90}) - 2\alpha r_0\right] n}{(1+r_0-r_0\alpha)^2 + \alpha \left(\alpha \frac{r_0(1+r_{90})}{r_{90}} - r_0\right)^2}, \quad (5c)$$

$$\varepsilon_2^* = \frac{(1+r_0-r_0\alpha) \left[\alpha + \alpha r_0 + \alpha^2 r_0 + \alpha \left(\frac{r_0}{r_{90}}\right) (1+r_{90}) - r_0\right] n}{(1+r_0-r_0\alpha)^2 + \alpha \left(\alpha \frac{r_0(1+r_{90})}{r_{90}} - r_0\right)^2}. \quad (5d)$$

Ha felmerül az α és β közötti kapcsolat ismeretének igénye, ez a Hill'48 folyási feltétel szerint a (6a) és (6b) egyenletekkel adható meg az alkalmazott modelltől függően.

$$\alpha = \frac{(1+r)\beta + r}{1+r+r\beta}, \quad (6a)$$

$$\alpha = \frac{r_{90}}{r_0} \frac{\beta + r_0 + r_{90}\beta}{1+r_{90}+r_{90}\beta}. \quad (6b)$$

Megjegyzendő, hogy a [9] irodalomban Banabic közöl olyan összefüggéseket, amelyekkel a Hill'93 folyási feltételből lehet számítani az FLC-t, ehhez azonban ismerni kell az ekvi-biaxiális folyáshatár (σ_b) mért értékét, valamint feltételezni a σ_1/σ_b és a σ_2/σ_b arányokat. Az arányok beállítására vonatkozó javaslatok a hivatkozott irodalomban találhatók.

Az eddigi elméletek a folyási görbe megadására a Hollomon-féle hatványfüggvényt alkalmazták, ezért a képletekben anyagparaméterként mindenütt a keményedési kitevő (n) szerepelt. Több anyagra azonban ez a közelítés nem megfelelő, ezért **Sing és Rao** a 3 paraméteres Voce függvény alkalmazásával vezette le a diffúz és lokális kontrakció feltételét [10]. Ez a közlemény azonban a későbbiekben nem kapott jelentős figyelmet az összehasonlító elemzésekben.

A **Bressan-Williams** kritérium kidolgozása szintén a „zero extension” feltételből indul ki [11], de a 3.b ábra szerint ennél a hipotézisnél a nyírási zóna a lemezvastagság irányába mutat. Az instabilitás akkor kezdődik, amikor a helyi nyírófeszültség elér egy kritikus értéket. A [12] irodalom szerinti összefüggéseket a (7) egyenletek mutatják, ahol θ a nyírási sík orientációja. Megjegyzendő, hogy a (7b) képlet használata csak a $\beta > 0$ tartományra javasolt, a bal oldali ágat a Hill-féle (1c) egyenlettel kell számolni, ezért ezt a kombinációt Hill-Bressan-Williams (HBW) modellnek is nevezi az irodalom.

$$\cos 2\theta = -\frac{\beta}{2+\beta}, \quad (7a)$$

$$\varepsilon_1^* = \frac{n}{\sqrt{1+\beta+\beta^2}} \left[\frac{\sqrt{1+\beta+\beta^2}}{\sqrt{1+\beta}} \right]^{1/n} \text{ és } \varepsilon_2^* = \beta \varepsilon_1^*, \text{ ahol } \varepsilon_2 > 0 \quad (7b)$$

Stören és Rice szintén a bifurkációs modellből indult ki az FLC leírásánál. Feltételezték, hogy a feszültségek folyamatos átmenetet képeznek a kontrakciós zónán kívül és belül, de a nyúlássebesség és a feszültségváltozás sebessége diszkontinuitást szenved, emiatt a folyási felületen egy csúcspont keletkezik (*vertex model*). Az eredeti modellt sokan elemezték és más feltételekkel is levezették [13][14], az itt közölt egyenletek Zhang [7] publikációjából származnak:

$$\varepsilon_1^* = \frac{n}{1+\beta} + \left\{ \frac{1-n}{2} + \left[\frac{(1+n)^2}{4} - \frac{\beta n}{(1+\beta)^2} \right]^{1/2} \right\}^{-1} \quad \beta < 0, \quad (8a)$$

$$\varepsilon_1^* = \frac{3\beta^2 + n(2+\beta)^2}{2(2+\beta)(1+\beta+\beta^2)}; \quad \varepsilon_2^* = \beta \varepsilon_1^* \quad \beta \geq 0. \quad (8b)$$

Látható, hogy a továbbfejlesztés során az alakíthatósági diagram negatív és pozitív tartományára más összefüggést dolgoztak ki, ezzel vették figyelembe, hogy a negatív tartományban síkban ható (in-plane) nyírás játszódik le, a kéttengelyű nyújtásra

pedig vastagság irányú (out-of-plane) nyírás jellemző. Konkrét számpéldákkal ugyanakkor igazolható, hogy az FLC teljes menete jó közelítéssel leírható a (8b) képlettel, és ugyanez vonatkozik a (7b) szerinti HBW modellre is.

A bifurkációs (szétválási) elméleten alapuló modellek közül egyik legtöbbet elemzett témakör a **Hora** felismerésén alapuló *módosított maximális erő (MMFC) kritérium* [15][16]. Lényegében ez is a Hill-féle maximális erő kritérium logikáját követi, kiegészítve azzal, hogy az anyagtörvény szerinti felkeményedés hatását a feszültségi állapot változásából adódó extra keményedést okozó tényezővel növeli, amely a β alakváltozási hányad változását is figyelembe veszi. Ezt követte az elmélet kiterjesztése további tényezőkkel, nevezetesen a lemezvastagság, görbületi sugár és a lemezvastagság változást leíró paraméterek bevonása. Az eredeti MMFC összefüggést a (9) egyenlet mutatja.

$$\frac{\partial \sigma_1}{\partial \varepsilon_1} + \frac{\partial \sigma_1}{\partial \beta} \frac{\partial \beta}{\partial \varepsilon_1} = \sigma_1. \quad (9)$$

Az egyenletbe a megfelelő anyagtörvényt és folyási feltételt beillesztve a konkrét számítások elvégezhetők az FLC modellezésére. Viszont a parciális differenciálegyenletből zárt alakú képlet nem fejezhető ki, ezért iterációs számítással lehet megkapni az alakíthatósági határgörbe pontjait. A bonyolult számítások elkerülésére a [16] irodalomban a szerzők különféle egyszerűsítő feltételeket fogalmaztak meg, melyekkel zárt alakú formulák voltak levezethetők. Ezt felhasználva a [17] irodalom szerzői a gyakorlati számításokhoz jól alkalmazható formulákat származtattak a Mises és Hill'48 folyási feltételeket, valamint a Swift-féle anyagtörvényt alkalmazva. A továbbiakban ezek ismertetésére kerül sor. A hivatkozott irodalom jelölései szerinti segédfüggvények:

$$\alpha = \frac{\sigma_2}{\sigma_1}; \quad \beta = \frac{d\varepsilon_2}{d\varepsilon_1}; \quad f(\alpha) = \frac{\sigma_e}{\sigma_x}; \quad g(\beta) = \frac{d\varepsilon_e}{d\varepsilon_x}. \quad (10)$$

Legyen az anyagtörvény $H=H(\varepsilon_e)$ alakban adott, deriváltját jelölje H' , $f(\alpha)$ és $g(\beta)$ függvények pedig a választott folyási feltételből vezethetők le. Ekkor az egyszerűsítő feltételezések bevezetése után az MMFC kritérium az alábbi formára módosul:

$$\frac{H'}{H} = \frac{1}{g(\alpha)} \left(1 - \frac{f'(\alpha)}{f(\alpha)} \frac{\beta}{\beta'(\alpha)} \frac{1}{\varepsilon_e} \right). \quad (11)$$

Az anyagtörvény, valamint a (10) egyenlet szerinti további függvények ismeretében a szükséges deriváltak kifejezhetők és a (11) egyenletbe

helyettesíthetők. Ekkor már csak az ε^* lesz ismeretlen, melyet az implicit egyenletből közelítő számítással lehet meghatározni, ezzel az alakíthatósági határgörbe egy pontja számítható. Bevezetve az

$$A = \frac{1}{g(\alpha)} \quad \text{és} \quad B = \left(\frac{f'(\alpha)}{f(\alpha)} \frac{\beta}{\beta'(\alpha)} \right) \quad (12)$$

jelöléseket, a számításra alkalmas egyenlet:

$$\frac{H'}{H} = A - \frac{B}{\varepsilon_e^*}. \quad (13)$$

A Mises-féle folyási feltétel szerint A és B függvényei a következők:

$$A^M = \frac{2-\alpha}{2\sqrt{1-\alpha+\alpha^2}} \quad \text{és} \quad B^M = \frac{(2-\alpha)(2\alpha-1)^2}{6(1-\alpha+\alpha^2)}. \quad (14)$$

Ha a Hill'48 folyási feltétel

$$\sigma_e^2 = G\sigma_1^2 + F\sigma_2^2 + H(\sigma_1 - \sigma_2)^2 \quad (15)$$

alakban adott (síkbeli feszültségi állapot), a hengerlési irányban és arra merőlegesen mért anizotropia tényezőkből (r_0 és r_{90}) az F , G , H együtthatók az ismert képletekkel számíthatók (itt H nem tévesztendő össze az anyagtörvény H függvényével). Ezek ismeretében $g(\alpha)$ és az A és B együtthatók:

$$g(\alpha) = \frac{\sqrt{G+H-2H\alpha+(F+H)\alpha^2}}{G+H-H\alpha}, \quad (16a)$$

$$A^{\text{Hill}} = \frac{1}{g(\alpha)}, \quad (16b)$$

$$B^{\text{Hill}} = \frac{-H+(F+H)\alpha}{G+H-2H\alpha+(F+H)\alpha^2} \frac{[(F+H)\alpha-H][G+H-H\alpha]}{(F+H)(G+H)-H^2}. \quad (16c)$$

Ha a Swift-féle anyagtörvény a $H=c(\varepsilon_e+\varepsilon_0)n$ alakban adott, akkor a $H'/H=n/(\varepsilon_e+\varepsilon_0)$ lesz, így ezt, valamint A és B értékeit a (13) egyenletbe helyettesítve az egyenértékű alakváltozás (ε_e) számítható, amelyet a $g(\alpha)$ függvénnyel osztva ε_1^* kiadódik. Különböző $-0,5 < \beta < 1$ értékeket felvételével az alakíthatósági határgörbe pontonként számítható.

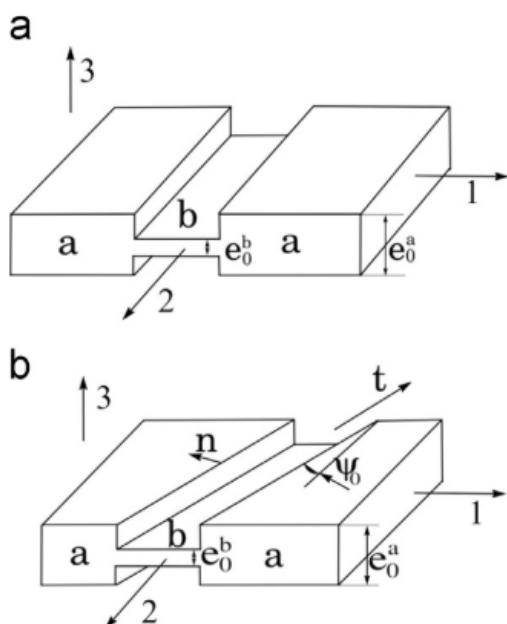
Amennyiben a 3 paraméteres Voce-függvény közelíti jobban az anyag viselkedését, akkor

$$H = a + b \cdot \exp(-c\varepsilon_e) \quad \text{és} \quad H' = b \cdot c \cdot \exp(-c\varepsilon_e), \quad (17)$$

tehát ezek hányadosát kell a (13) egyenletbe helyettesíteni. Az egyes anyagtörvények és folyási feltételek hatását a becslés jóságára a 3. pont elemzi.

Az eddigiektől eltérő logikára épül a **Marciniak-Kuczynski**-modell (MK), melynek alapgondolata Marciniak azon feltevésén alapul, hogy a próbatest

inhomogén alakváltozása mindig valamilyen meglévő geometriai hibára vezethető vissza [1]. Ugyanis a szakítóvizsgálat során a teljes hossz azonos erő működik, de ha valahol helyi keresztmetszet csökkenés van, akkor ott a feszültség, és ebből adódóan az alakváltozás is nagyobb lesz. Ezt mutatja a 4.a ábra [18], amelyen „a” az egyenletesen alakváltozó zóna, „b” pedig a lemez geometriai hibából adódó kisebb vastagságú része. A vastagságcsökkenést az $f_0 = e_0^b / e_0^a$ hányados fejezi ki, az erők egyensúlyát pedig a $\sigma^a e^a = \sigma^b e^b$ egyenlet (egységnyi lemezszélességet feltételezve). Az egyensúlyi egyenletbe a megfelelő anyagtörvényt és folyási feltételt bevezetve iterációs számítással meghatározható az „a” és „b” zóna nyúlása. Ha a „b” zóna nyúlása jelentősen meghaladja az „a” zónáét, azaz teljesül az $\epsilon_1^b > 10\epsilon_1^a$ feltétel, akkor definíció szerint $\epsilon_1^a = \epsilon_1^*$ az alakíthatósági határgörbe egy pontja.



4. ábra: Az MK-modell geometriai interpretációja

A tapasztalatok azt mutatták, hogy az erő irányára merőleges elvékonyodás nem írja le kielégítően az alakváltozás folyamatát a teljes alakváltozási síkon, ezért feltételezni kellett a hossz tengellyel szöget bezáró hiba létét is, ahogy a 4.b ábra mutatja. Erre az esetre az erők egyensúlyát a hibára merőleges n és azzal párhuzamos t irányra is fel kell írni, feltételezve, hogy a nyúlás növekedésével a hiba irányszöge (Ψ) is változni fog. Kritikus szögnek tekinthető az az állapot, amikor a számított határalakváltozás a legkisebb. A Ψ értékek elemzésével foglalkozó [19] és [20] publikációk azt mutatják, hogy $\beta = -0,5$ esetében a szög $20 \dots 24$ fok, amely $\beta = 0$ értékig lecsökken 0-ra, majd $\beta = 0,4 \dots 0,6$ körül kezd újra emelkedni az

ekvi-biaxiális állapotot jelző $\beta = 1$ határig, itt a különböző modellszámítások $40 \dots 60$ fokos szögeket is mutatnak. Megjegyzendő, hogy az eredeti MK modell szerint az alakíthatósági határgörbe jobb oldali ágának számításakor végig a $\Psi = 0$ feltétel van érvényben. Az elmondottakból látható, hogy rendkívül bonyolult számítások szükségesek az alakíthatósági határgörbe modellezésére, és ennek ellenére az f_0 hiba előzetes mértékének megválasztása, valamint az alkalmazott folyási feltétel és anyagtörvény függvényében a számított eredmények között jelentős eltérések mutatkoznak [21] [22].

Az előző elméletektől teljesen eltérő megközelítést alkalmaznak az **anyag károsodási modellek**, melyek lényege az, hogy az ötvözetekben meglévő vagy a képlékeny alakítás során keletkező üregképződésen, növekedésen és az üregek egybekapcsolódásán alapulnak és ezeket a jelenségeket analitikusan is megfogalmazták. Legismertebb a Gurson-Tvergaard-Needleman (GTN) modell, amelyet a megalkotása óta többen használtak, és a korszerű végelemes technikákkal tovább pontosították a paraméterezést [23]. A modell sokoldalúan alkalmazható a lemezalakításban, többek között az alakíthatósági diagramok meghatározására is [24].

2.3 Empirikus modellek az alakíthatósági határgörbe számítására

A korábban bemutatott elméleti modellek alkalmazása mellett számos empirikus közelítést is kidolgoztak a kutatók, melyek egy része az elméleti összefüggésekre alapoz, más közelítések pedig nagyszámú mérési eredményből statisztikai számításokkal állapítanak meg kapcsolatot a szakítóvizsgálatból meghatározott jellemzők és az alakíthatósági határgörbe között. E témakörben első kérdés a határgörbe minimum pontjának (FLC_0) megadása. A Hill-modellből az (1c) egyenlet szerint adódik az evidens összefüggés, hogy $FLC_0 = n$. Mivel ez nem minden lemezre adott megfelelő közelítést, Keeler és Goodwin az n -től való függést kiegészítette a lemezvastagsággal, így alakult ki a (18) egyenlet szerinti közismert tapasztalati képlet [2]. Ez azonban csak acélokra érvényes $n < 0,21$ esetében. Az alakíthatósági határgörbe két ágát általában egyenesekkel közelítik az FLC_0 pontból kiindulva, balra 45° , jobbra pedig 20° fokos iránnyal.

$$FLC_0 = (23,3 + 14,13 \cdot t) \cdot n / 0,21 \quad (18)$$

Cayssials az egész görbére harmadfokú polinom közelítést adott, melyen belül az $FLC_0 = n + mt$

képletet alkalmazta a minimum pont számítására, ahol m a sebességtényező, t pedig a lemezvastagság [2]. Az FLC_0 ismeretében az egész határgörbére felírható közelítő függvény. Eltérő logikára épít a [25] irodalom, amely nagyszámú – elsősorban acéllemezre vonatkozó – mérés eredményéből az FLC_0 -t a szakítószilárdság (σ_{UTS}), anizotrópia tényező r , szakadási nyúlás (ϵ_t), keményedési kitevő (n) és a lemezvastagság (t) függvényében adja meg közelítő számítással, majd az alakíthatósági határgörbe egyenletét a Keeler-Brazier összefüggés módosításával pontosítja, ahogy a (19) egyenletcsoport mutatja.

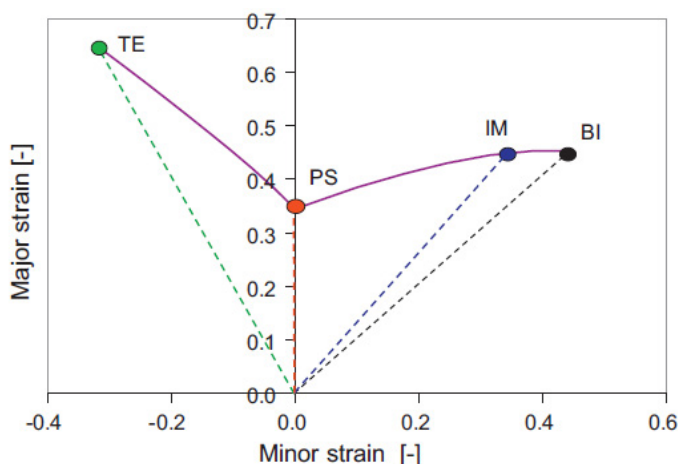
$$FLC_0 = 7,702 \exp(-0,0122\sigma_{UTS}) - 0,1124r - 0,6908 \exp(12,4187\epsilon_t) + 0,1149n + 0,0823t + 0,3011, \quad (19a)$$

$$\epsilon_1^* = FLC_0 - \epsilon_2, \text{ ha } \epsilon_2 < 0, \quad (19b)$$

$$\epsilon_1^* = (1 + FLC_0)(1 + \epsilon_2)^p, \text{ ha } \epsilon_2 > 0, \quad (19c)$$

$$p = 1,0834 \exp(-1,411 \cdot FLC_0) \cdot 0,361. \quad (19d)$$

Az utóbbi közlemény már átvezet az alakíthatósági határgörbe és a szakítóvizsgálati jellemzők közötti kapcsolat statisztikai feldolgozásából nyerhető közelítések területére. Jelentős adatbázisra támaszkodva Abspoel és szerzőtársai dolgoztak ki összefüggéseket acéllemezre az 5. ábrára épülő gondolatmenet alapján [26]. Az egyes pontok számításához a szakadási nyúlás ($A_{80\%}$), a Lankford-szám (r) és a lemezvastagság (t) ismerete szükséges.



5. ábra: Az alakíthatósági határgörbe jellegzetes pontjainak értelmezése

Az 5. ábra jelöléseinek magyarázata:

- TE: az egytengelyű húzással meghatározott pont
- PS: a síkbeli alakváltozás jellemző pontja (FLC_0)

- IM: közbenső pont, a $\beta=0,75$ -ös meredekségű egyenessel jellemezve
- BI: equi-biaxiális pont, ahol a két húzó főnyúlás értéke azonos

A közelítő számításokhoz használt összefüggések:

$$\epsilon_3^{TE} = - \frac{(0,0626 A_{90}^{0,567} + (t-1)(0,12 - 0,0024 A_{90}))}{\sqrt{1 + (0,797 r^{0,701})^2}}, \quad (20a)$$

$$\epsilon_1^{TE} = (1 + 0,797 r^{0,701}) \epsilon_3^{TE} \text{ és } \epsilon_2^{TE} = 0,797 r^{0,701} \epsilon_3^{TE}, \quad (20b)$$

$$\epsilon_1^{PS} = 0,0084 A_{80} + 0,0017 A_{80}(t-1), \quad (20c)$$

$$\epsilon_1^{BI} = 0,00215 A_{80}^{min} + 0,25 + 0,00285 A_{80}^{min} t, \quad (20d)$$

$$\epsilon_1^{IM} = 0,0062 A_{80} + 0,18 + 0,0027 A_{80}(t-1), \quad (20e)$$

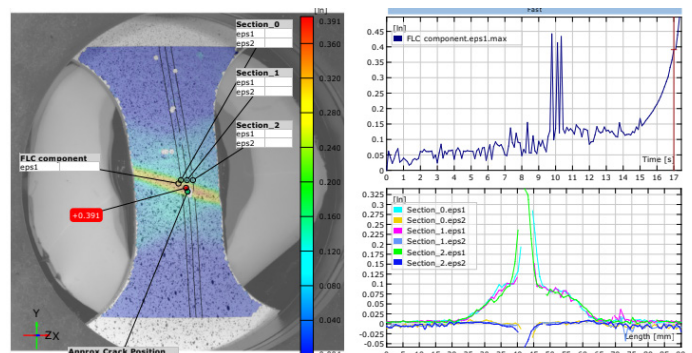
$$\epsilon_2^{IM} = 0,75 \epsilon_1^{IM}. \quad (20f)$$

További hasonló modellek találhatók még az irodalomban, ezek azonban a módszer szempontjából nem mutatnak különbséget a bemutatotthoz képest, csupán az alkalmazott képletek számértékeiben térnek el.

3. Vizsgálati eredmények

3.1 Mérés és értékelési eljárás

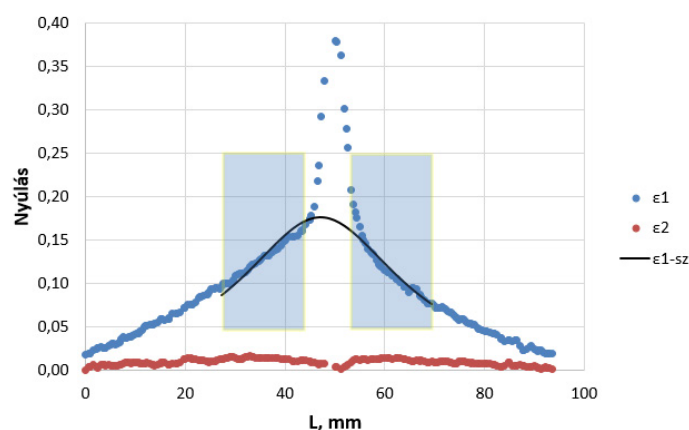
A saját vizsgálatok Nakajima-teszt szerint a 2. ábrán bemutatott elrendezésben készültek GOM ARAMIS® hardver-szoftver rendszer alkalmazásával. Ez az eljárás az alakítandó lemezre festékszóróval felvitt véletlenszerű mintázat digitális optikai rögzítésével és annak értékelésével adja meg a nyúlások időbeli változását a repedés megjelenéséig. A folyamatot a 6. ábra szemlélteti.



6. ábra: Próbatesszt és alakváltozási jellemzők

A bal oldali kép a deformálódott próbatessztet mutatja a törés megjelenése előtti időpillanatban, pirossal jelezve a törés feltételezett kezdetét, valamint a nyúlásméréshez felvett metszővonalakat. A jobb

felső diagram az első főnyúlás változását ábrázolja az idő (t) függvényében, a jobb alsó kép pedig mindhárom metszövonalon mért hossz- és keresztirányú nyúlást szemlélteti a metszövonal helykoordinátájának (L) függvényében. Az MSZ EN ISO 12004-2:2009 szabvány szerinti értékelés az alsó diagramból indul ki, és a szakadás előtti nyúlásképből következtet vissza a lokális kontrakció megindulásakor észlelhető nyúlásokra. Ennek elvét a 7. ábra mutatja.



7. ábra: MSZ EN ISO 12004-2:2009 szabvány szerinti értékelés

Az értékelés menete:

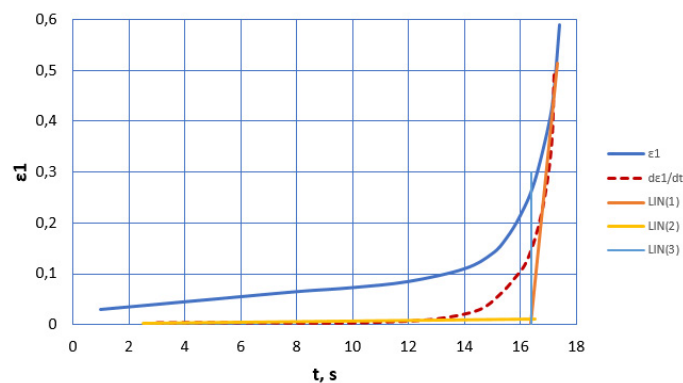
- A felvett ε_1 -L nyúlás függvény második deriváltjainak meghatározása pontonként, a derivált maximumok kijelölése a szakadás környezetének jobb és bal oldalán. Ezek az L értékek lesznek az illesztő ablakok belső koordinátái.
- A kékkel jelölt illesztő ablakok szélességének meghatározása a $w=(10+\varepsilon_2/\varepsilon_1)$ képlettel, az illesztő ablakok felvétele, az ablakba tartozó L - ε_1 értékek kiválasztása.
- Egy $y=1/(ax^2+bx+c)$ alakú inverz parabola illesztése a pontokra (ε_1 -sz), a parabola maximális pontja adja az alakíthatósági határgörbe ε_1^* pontját.
- Hasonló eljárással az illesztő ablakokba eső ε_2 pontokból az ε_2^* meghatározása.

Megjegyzés: a nyúlás függvény második deriváltjának meghatározására a szabvány azt javasolja, hogy a szakadás környezetében a nyúlás mért pontjaira parabolát kell illeszteni, és annak második deriváltját kiszámítani. Ezek maximumának L koordinátája adja az illesztő ablak belső pontjait.

Korábbi saját kutatások azt mutatták, hogy az L - ε_1 értékek 4 paraméteres Gauss függvénnyel jól közelíthetők, és ennek ismeretében az illesztő ablakok belső pontjai a Gauss függvény kétszeres deriválásával meghatározhatók. Ez lényegesen egyszerűsíti a kiértékelést. Ugyanakkor az elemzések arra is

rámutattak, hogy az illesztő ablak belső pontjainak meghatározási bizonytalansága nem befolyásolja jelentősen az ε_1^* számítását. Továbbá stabilabbá teszi annak kiértékelését, ha nem csupán az ablakba eső pontok alapján történik az inverz parabola együtthatóinak számítása, hanem a belső pontoktól jobbra-balra a teljes hosszra kiterjesztve.

Az időtől függő értékelés [4] a 6. ábra jobb felső diagramjából indul ki, elvi menetét a 8. ábra mutatja. A simított ε_1 - t függvényt meghatározva annak idő szerinti deriváltját kell képezni, majd a görbe induló szakaszára a LIN(1) egyenest, a felső szakaszra a LIN(2) egyenest illesztve előállítható a két egyenes metszéspontjának idő koordinátája. Az ehhez tartozó nyúlást a LIN(3) egyenes metszi ki, amely az alakíthatósági határgörbe ε_1^* pontja. Ehhez lehet rendelni az időtengelyen az ε_2^* pontot. Egyes szerzők a második deriváltból kiindulva végzik el ugyanezt a számítást, cél mindegyik esetben a lokális alakváltozás kezdetét jelentő időpillanat meghatározása. Az értékeléskor problémát jelent, hogy a nyúlás-idő mért pontok erősen szórnak, ezért az első és második derivált is nagyon ingadozik. Emiatt történt a kiértékelés a simított nyúlás-idő függvény alkalmazásával. Saját kutatások azt mutatták, hogy önmagában az ε_1 - t függvény is elegendő támpontot ad a kiértékeléshez, tehát nem feltétlenül kell a szakirodalom szerinti deriválásokat elvégezni [27].



8. ábra: A határgörbe időfüggvény szerinti értékelése

Bármelyik értékelési mód esetében problémát okoz, ha a súrlódási tényező a gömb alakú bélyeg és a lemez között 0,1-nél nagyobb, mert ekkor a lemez a gömb tetején letapad, és alatta gyűrű alakban jelentkezik a maximális nyúlási zóna, amely az L - ε_1 függvényen két maximumot okoz, az egyikhez tartozik a szakadás, a másik nem szakad el. Ha a két maximum közötti távolság nagyobb, mint 15 mm, akkor a mérés nem tekinthető érvényesnek. Irodalmi utalások és a saját elemzés szerint

ilyen esetben lehet két Gauss-függvényt illeszteni a mérési pontokra, és a szakadáshoz tartozó függvény alapján végezni az értékelést.

A bemutatott mérési és ISO szerinti értékelési eljárással a Széchenyi István Egyetem Anyagtudományi és Technológiai Tanszékén számos autóiipari lemez komplex vizsgálatára került sor különböző kutatási projekteken. A lemezek választéka kiterjedt a legfontosabb jól alakítható acéllemezekre (DC, DX), a nagyszilárdságú (DP, TRIP) lemezekre, valamint alumínium-magnézium ötvözetekre (AlMg3, AlMg4,5). Természetesen ezen vizsgálatok mennyisége nem elegendő olyan átfogó statisztikai elemzésre, mint például a [23] és [24] irodalmakban közöltek, de az egyes modellek alkalmazhatóságának szemléltetéséhez támpontot adnak.

3.2 Modellszámítások

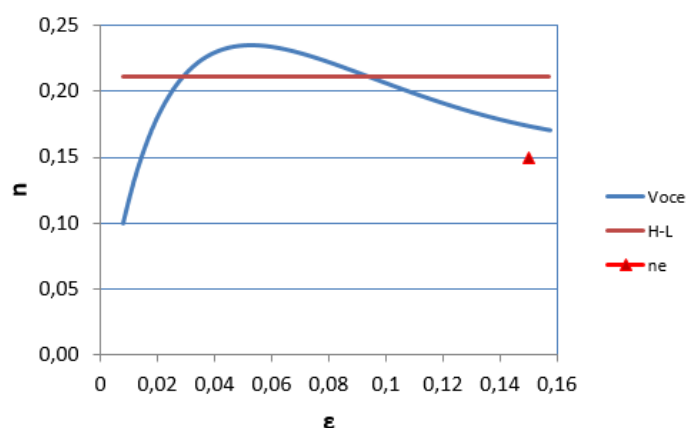
A bemutatott irodalmak többsége nem csupán az egyes modelleket ismerteti, hanem azok kísérleti eredményekkel való összehasonlítását is tartalmazza. Kiegészítésképpen a nagyszilárdságú lemezekre vonatkozó két közlemény [28][29] érdemel figyelmet ebben a témakörben. A publikációkból levonható az az általános következtetés, hogy egyetlen „jó” modellt sem lehet kiválasztani, a különböző anyagokra és előzetes alakítási mértékekre más-más összefüggések adnak kedvezőbb eredményt. A jobb áttekinthetőség érdekében az ismertett modellek összefoglalását az 1. táblázat tartalmazza. A változók felsorolása mellett a bal és jobb oldalhoz tartozó képletek száma jelzi a felhasználható összefüggéseket.

1. táblázat: Modell összefoglaló

Jel	Változók	$\varepsilon_2 < 0$	$\varepsilon_2 > 0$
H-Sw1	n, β	(1c)	(4)
H-Sw2	n, r, α	(1d)	(5a)
H-Sw3	n, r_0, r_{90}, α	(5c), (5d)	
H-Sw4	$n, r_0, r_{90}, \alpha, \sigma_0, \sigma_{90}, \sigma_{br}$	[9] irodalom (11)-(23)	
HBW	n, β	(1c)	(7b)
St-R	n, β	(8a)	(8b)
MMFC-S	$\alpha, H=H(Sw)$	(13), (14)	
MMFC-V	$\alpha, H=H(Vo)$	(15)-(17)	
ABS	A80, r, t	(20a)-(20f)	

A négy Hill-Swift hipotézisből származtatott modell (H-Sw1,2,3,4), valamint a Hill-Bressan-Williams (HBW) és a Stören-Rice (St-R) képletek közös vonása, hogy mindegyik a keményedési kitevőt használja anyagparaméterként az anizotrópia tényező mellett az FLC becslésére. Ezért célszerű megvizsgálni, hogy ennek a szakítóvizsgálatból való meghatározása milyen kérdéseket vet fel?

A bemutatott elméletek többsége a folyási görbe megadására a Hollomon-féle hatványfüggvényt alkalmazza ($\sigma_e = K\varepsilon^n$), ebből adódik az n definíciója. Első kérdés, hogy a folyási görbéből származtatható keményedési kitevő milyen értékét kell figyelembe venni az egyenletben? A vonatkozó előírások a 4-6%, 10-15% és a 2-(Ag-1)% nyúláshatárok közötti értékeket tekintik meghatározónak. Ugyanakkor számos irodalom hivatkozik arra, hogy a keményedési kitevő az alakváltozás függvényében változik, ahogy ezt a 9. ábra is mutatja egy AlMg3 ötvözetre.



9. ábra: A keményedési kitevő változása a nyúlás függvényében

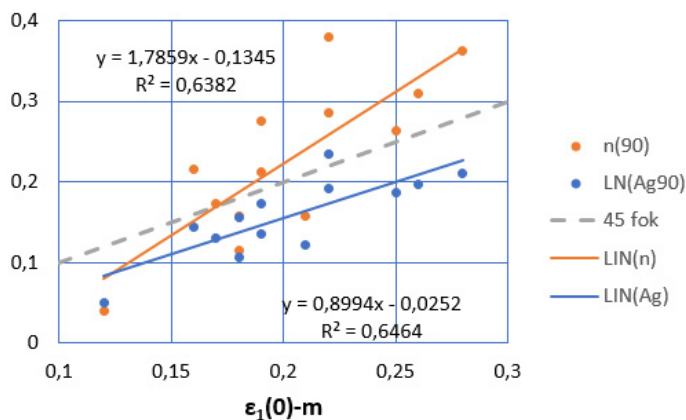
Az ábrán a vízszintes vonal a Hollomon-Ludwik-féle közelítés $n=0,211$ értékét mutatja, a kék vonal a folyási görbe Voce-féle közelítéséből számított n értékeket, a piros háromszög pedig az egyenletes nyúlás határán mért pontot jelzi ($n_e = \ln(A_g)$). Látható, hogy ennél az alumíniumötvözetnél az n változása miatt a Hollomon-féle közelítés nem fogadható el, és az egyes nyúlás-intervallumokra számított n érték is ingadozik. Ezért több szerző is az egyenletes alakváltozás határán mért logaritmikus nyúlással számol, azt fogadja el a képletekben szereplő keményedési kitevő értékének. További kérdésként merül fel, hogy anizotróp lemez esetén melyik irányú vizsgálat adhatja a legjobb közelítést. Ezekre a felvetésekre próbál választ adni a 13 vizsgált alumíniumötvözet statisztikai elemzése, melynek lényegét a 2. táblázat mutatja. Ezen látható, hogy az $\varepsilon_2=0$ értékhez tartozó $\varepsilon_1(0)$ főnyúlás (FLC_0)

és a szakítóvizsgálati jellemzők közötti regressziós együttható legmagasabb az A_g esetében, ehhez közelebb az A_{80} és az n kapcsolat is. Viszont az r anizotrópia tényező ennél kisebb korrelációt mutat, mint ahogy a szilárdsági jellemzők is. Még az R_p/R_m hányados mutat magasabb értéket, de ez természetes, mert a folyáshatár/szakítószilárdság hányados közismerten jól korrelál a keményedési kitevővel.

2. táblázat: Az $FLC(0)$ és a szakítóvizsgálati jellemzők közötti regressziós együtthatók

Jellemző	$R_{p,0.2}$	R_m	A_g
$R=$	-0,556	0,104	0,802
A_{80}	n	r	R_p/R_m
0,797	0,799	0,623	-0,731

A bemutatott értékek a hengerlési irányhoz képest 90 fokos elhelyezkedésű próbatestekre vonatkoznak, a 0 és 45 fokos irányok, valamint a három irány átlaga kisebb korrelációs együtthatókat mutatott. Természetesen a korrelációs együttható önmagában nem jellemzi az $\varepsilon_1(0)$ meghatározásának helyességét, ehhez a közelítő egyenesek számítása szükséges, ahogy a 10. ábra mutatja.

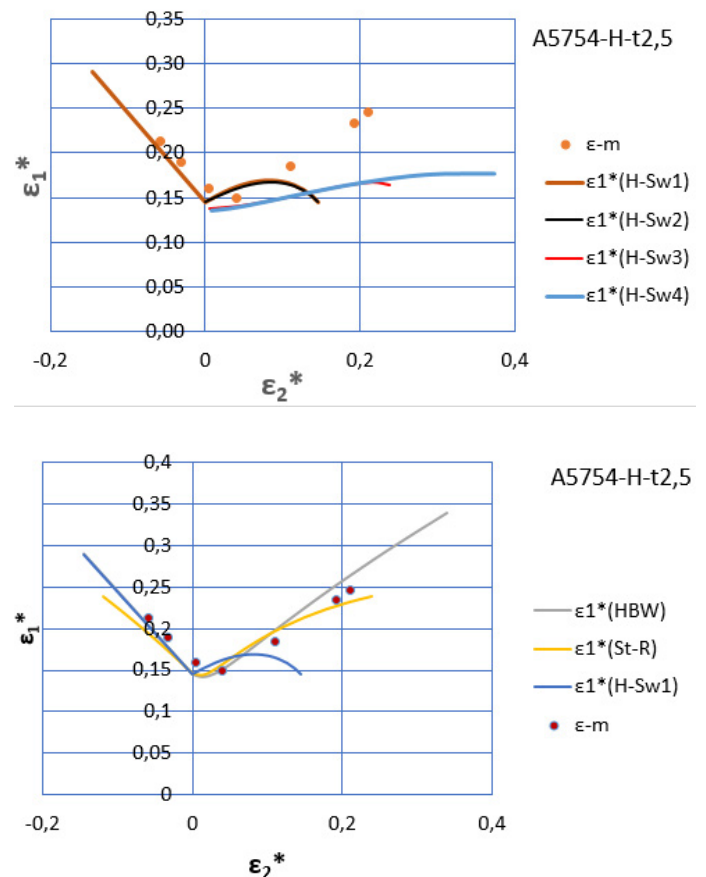


10. ábra: Az $\varepsilon_1(0)$ kapcsolata a keményedési kitevővel és az egyenletes nyúlással

A 10. ábrán szaggatott vonal jelzi az $\varepsilon_1(0)$ értékek 45 fokos egyenesét, ahol a vizsgált n és $\ln(A_g)$ pontoknak el kellene helyezkedni. Ehelyett látható, hogy az $n(90)$ pontok jelentősen meghaladják az $\varepsilon_1(0)$ értéket, az $\ln(A_g)$ pontok pedig alul becsülik közelítően 10%-kal. A kettő összehasonlítása viszont egyértelműen mutatja, hogy az $\varepsilon_1(0)=\ln(A_g)$ közelítés ad jobb eredményt.

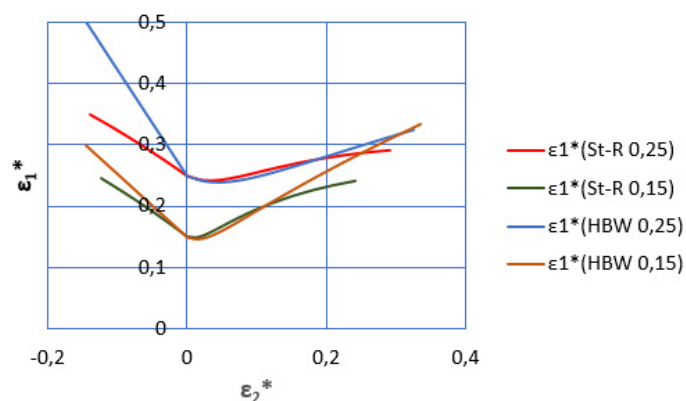
Ezzel a becsült n értékkel készült a 11.a ábra, ahol a négy Hill-Swift modell összehasonlítása látható a mérési eredményekkel. Az ábrán az ε -m jelű mérési pontok szemléltetik a tényleges FLC-t. A görbe bal

oldalára az (1c) képlet szerinti Hill-modell tekinthető érvényesnek, amely elég jó közelítést ad. A jobb oldali ágak a Swift lokalizációs elmélet szerinti (3a) és (3b) egyenletek alkalmazásával a Hill-féle folyási feltétel különböző alakjaiból számított görbéket tartalmazzák. Látható, hogy mindegyik modell alábecsüli a görbe helyzetét a mért értékekhez képest, közülük leginkább a hagyományos H-Sw1 és H-Sw2 közelítés ad kielégítő eredményt. Érdekes megjegyezni, hogy a képlékenységi anizotrópia tényező beemelése az összefüggésekbe nem javította, hanem inkább rontotta a modellek hatékonyságát, és a Hill'93-ból számított görbe (H-Sw4) lényegében együtt halad a klasszikus Hill'48 alapján számított görbével (H-Sw3). A 11.b ábrán látható Hill-Bressan-Williams (HBW) és a Stören-Rice (St-R) modellek sokkal jobb közelítést adnak a vizsgált alumínium ötvözetre, összehasonlítva a H-Sw1-el.

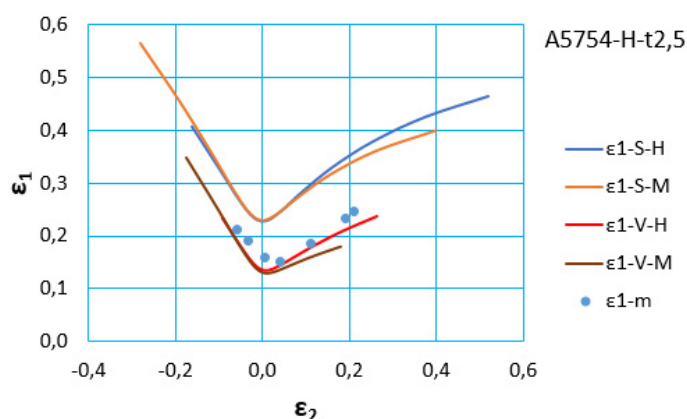


11. ábra: Alakíthatósági határgörbe modellek

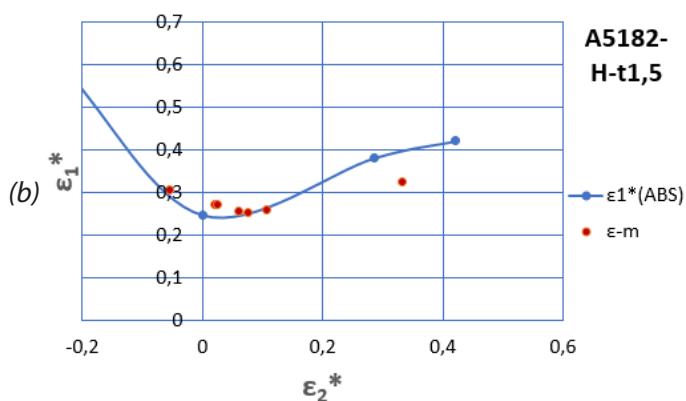
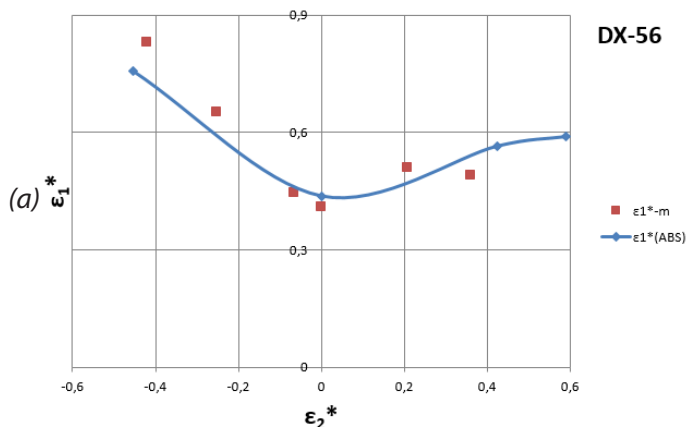
Ahogy a korábbi elemzések is mutatták, a vizsgált modellek erősen függenek az n értékétől, ezt szemlélteti a 12. ábra a St-R és HBW modellekre $n=0,15$ és $0,25$ paraméter értékek esetében. Látható, hogy mind a görbék függőleges elhelyezkedése, mind pedig azok meredeksége erőteljesen változik, növekvő n érték esetében emelkednek.



12. ábra: Az n paraméter hatása az FLC modellekre



13. ábra: Az MMFC modellt befolyásoló tényezők

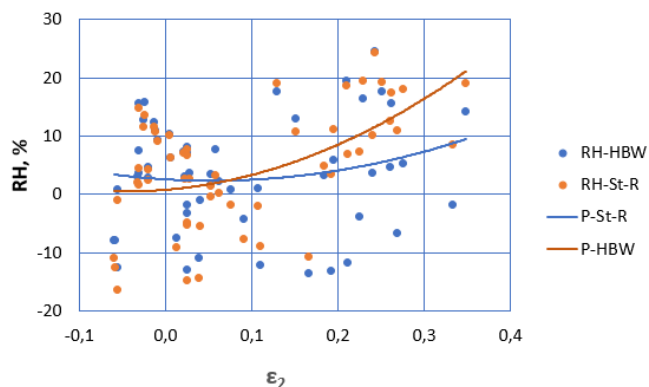


14. ábra: Mélyhúzóható acél
(a) és A5182 alumínium (b) lemez Abspoel-modellje

A Hora által javasolt MMFC-modell egyszerűsített számításokon alapuló ábrázolását [15] a 13. ábra mutatja. A (11)-(17) egyenletek szerinti összefüggésekkel számított görbék két anyagtörvény, a Swift (S) és Voce (V) függvénnyel leírt folyási függvény és a Mises (M), valamint a Hill'48 (H) folyási feltételek kombinációit szemléltetik a mérési pontokkal összehasonlítva. Látható, hogy a modellre döntő befolyása van az anyagtörvénynek, és ezen belül csak másodlagos a folyási feltétel választása. A két anyagtörvény közül egyértelműen a Voce-féle egyenlet adja a jobb közelítést. Hasonló összefüggést mutat a [15] publikáció DP600 acéllemezre is. Az empirikus modellek közül a (20) egyenletcsoporttal definiált Abspoel-modell elemzésére kerül sor. Mivel ez a statisztikai modell közelítően 120 acéllemez mérési eredményein alapul, természetesen erre az anyagcsoportra ad jó közelítést, ahogy a példaként bemutatott DX-56 lemezre igazolja ezt a 14.a ábra. Hasonlóan megfelelő egyezést mutat a képlet a kiválasztott alumínium lemezre is, de itt az eltérés már jelentősebb, és a többi alumíniumötvözet esetén a közelítés még ennél is rosszabb. Ezért megállapítható, hogy a képletek pontosítása alumínium lemezre feltétlenül szükséges egy nagyobb mintán.

A további AlMg ötvözeteken elvégzett vizsgálat eredményét a 15. ábra mutatja. Ezen a mért és számított értékek közötti eltérés relatív hibája szerepel %-ban a második főnyúlás függvényében nyolc FLC-re a Hill-Bressan-Williams és a Stören-Rice modellek alkalmazásával.

A hiba méretét jelző pontok elemzése azt mutatja, hogy a 30 mm szélességű Nakazima próbatest mért értékei (bal szélső pontok) relatíve kisebbek a 60 mm-es próbatestnél, emiatt az eltérések inkább negatív irányúak. Az FLC₀ környezetében a hibák nagyjából 0 átlag körül szórnak, ez az n és FLC₀ közötti bizonytalanságból adódik, majd ahogy a



15. ábra: Két modell közelítési hibája

trendvonalak mutatják, a biaxiális tartományban a hiba pozitívvá válik, tehát itt mindkét modell kissé alábecsüli a mért adatokat, inkább a biztonság irányába térnek el. Az átlagos abszolút hiba a HBW-modellnél 8,32%, ugyanez a Stören-Rice közelítésre 9,12% ami nem jelentős különbség a kettő között. Az Abspoel-modell alumínium lemezek esetében többnyire magasabb értékeket ad a határgörbe menetére. Az MMFC modell szerinti számítások a Voce-féle közelítést mutatták kedvezőbbnek.

4. Összefoglalás

A publikáció az alakíthatósági határgörbe kísérleti vizsgálatával és annak matematikai leírási lehetőségeivel foglalkozik. Bemutatja a Nakajima-teszt kísérleti feltételeit és a kétféle elven alapuló kiértékelési módszert. Ismerteti az alakíthatósági határgörbe jellemzésére alkalmas elméleti és empirikus modelleket, valamint néhány példán illusztrálja azok alkalmazhatóságát. A legfontosabb következtetések az alábbiak:

- A Nakajima-teszt során a helyi nyúlások meghatározásában kulcsszerepe van a digitális optikai mérés technikának és azon alapuló kiértékelésnek.
- Az MSZ EN ISO 12004-2:2009 szabvány szerinti és a nyúlás-idő függvény elemzésén alapuló kiértékelés egyaránt megbízható eredményt ad az alakíthatósági határgörbe számszerű meghatározására, de további pontosításra van szükség az értékelésben.
- Az alakíthatósági határgörbe modell számításaihoz leggyakrabban használt anyag paraméter a keményedési kitevő, melynek célszerű meghatározását az egyenletes alakváltozás határán mért valódi nyúlás adja.
- A vizsgált alumíniumötvözetek esetében a Stören-Rice és a Hill-Bressan-Williams-modell adta a legjobb közelítést, kissé alábecsülve a mérési eredményeket. A vizsgált Hill-Swift modellek közül a több anyagparamétert tartalmazó Hill folyási feltételből számított modellek kedvezőtlenebb eredményeket adtak, mint az egyszerűsített képletek.
- Az MMFC-modell esetében a Voce-féle folyási görbe közelítés adja a kedvezőbb eredményt a Swift formulához képest, a folyási feltétel vonatkozásában a Mises és Hill'48 közel azonos értékű.
- A tapasztalati összefüggések közül a vizsgált Abspoel-modell acéllemez esetében jó közelítést ad, alumíniumötvözetekre kissé felülbecsüli a mérési eredményeket.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást a 20523-3/2018/FEKUTSTRAT jelű, Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Program – Digitális ipari technológiák kutatása a Széchenyi István Egyetemen című program támogatta.

5. Irodalomjegyzék

- [1] Z. Marciniak, J. L. Duncan, and S. J. Hu, "Mechanics of Sheet Metal Forming. Butterworth-Heinemann 2002," 2002.
- [2] D. Banabic, Sheet Metal Forming Processes. Metal Forming. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. doi:10.1007/978-3-540-88113-1. 2010.
- [3] J. Ha, J. Fones, B. L. Kinsey, and Y. P. Korkolis, "Plasticity and formability of annealed, commercially-pure aluminum: Experiments and modeling," Materials (Basel), vol. 13, no. 19, pp. 1–29, 2020, doi: 10.3390/ma13194285.
- [4] M. Merklein, A. Kuppert, and M. Geiger, "Time dependent determination of forming limit diagrams," CIRP Ann. - Manuf. Technol., vol. 59, no. 1, pp. 295–298, 2010, doi: 10.1016/j.cirp.2010.03.001.
- [5] K. Wang, J. E. Carsley, B. He, J. Li, and L. Zhang, "Measuring forming limit strains with digital image correlation analysis," J. Mater. Process. Technol., vol. 214, no. 5, pp. 1120–1130, 2014, doi: 10.1016/j.jmatprotec.2014.01.001.
- [6] O. G. Lademo, K. O. Pedersen, T. Berstad, T. Furu, and O. S. Hopperstad, "An experimental and numerical study on the formability of textured AlZnMg alloys," Eur. J. Mech. A/ Solids, vol. 27, no. 2, pp. 116–140, 2008, doi: 10.1016/j.euromechsol.2007.06.003.
- [7] R. Zhang, Z. Shao, and J. Lin, "A review on modelling techniques for formability prediction of sheet metal forming," Int. J. Light. Mater. Manuf., vol. 1, no. 3, pp. 115–125, 2018, doi: 10.1016/j.ijlmm.2018.06.003.
- [8] M. Janbakhsh, S. M. R. Lohmanian, and F. Djavanroodi, "Application of Different Hill's Yield Criteria to Predict Limit Strains for Aerospace Titanium and Aluminum Sheet Alloys," Int. J. Adv. Des. Manuf. Technol., vol. 7, no. 1, pp. 35–44, 2014.
- [9] D. Banabic, "Limit strains in the sheet metals by using the new Hill's yield criterion (1993)," J. Mater. Process. Technol., vol. 92–93, no. August 1999, pp. 429–432, 1999, doi: 10.1016/S0924-0136(99)00179-X.
- [10] W. M. Sing and K. P. Rao, "Role of strain-hardening laws in the prediction of forming limit curves," J. Mater. Process. Technol., vol. 63, no. 1–3, pp. 105–110, 1997, doi: 10.1016/S0924-0136(96)02608-8.
- [11] J. D. Bressan and J. A. Williams, "The use of a shear instability criterion to predict local necking in sheet metal deformation," Int. J. Mech. Sci., vol. 25, no. 3, pp. 155–168, 1983, doi: 10.1016/0020-7403(83)90089-9.

- [12] Y. Li, M. Luo, J. Gerlach, and T. Wierzbicki, "Prediction of shear-induced fracture in sheet metal forming," *J. Mater. Process. Technol.*, vol. 210, no. 14, pp. 1858–1869, 2010, doi: 10.1016/j.jmatprotec.2010.06.021.
- [13] X. Zhu, K. Weinmann, and A. Chandra, "A unified bifurcation analysis of sheet metal forming limits," *J. Eng. Mater. Technol. Trans. ASME*, vol. 123, no. 3, pp. 329–333, 2001, doi: 10.1115/1.1370397.
- [14] K. P. Surajit, "Theoretical analysis of strain- and stress-based forming limit diagrams," *J. Strain Anal. Eng. Des.*, vol. 48, no. 3, pp. 177–188, 2013, doi: 10.1177/0309324712468524.
- [15] P. Hora, L. Tong, and B. Berisha, "Modified maximum force criterion, a model for the theoretical prediction of forming limit curves," *Int. J. Mater. Form.*, vol. 6, no. 2, pp. 267–279, 2013, doi: 10.1007/s12289-011-1084-1.
- [16] L. Tong; P. Hora; B. Berisha, *Advanced Failure Prediction Methods in Sheet Metal Forming*, vol. 49, no. 0. 2012.
- [17] T. T. Luyen, Q. T. Pham, Y. S. Kim, and D. T. Nguyen, "Application/comparison study of a graphical method of forming limit curve estimation for DP590 steel sheets," *J. Korean Soc. Precis. Eng.*, vol. 36, no. 9, pp. 883–890, 2019, doi: 10.7736/KSPE.2019.36.9.883.
- [18] J. Ding, C. Zhang, X. Chu, G. Zhao, L. Leotoing, and D. Guines, "Investigation of the influence of the initial groove angle in the M-K model on limit strains and forming limit curves," *Int. J. Mech. Sci.*, vol. 98, pp. 59–69, 2015, doi: 10.1016/j.ijmecsci.2015.04.011.
- [19] M. Mohammadi, A. P. Brahme, R. K. Mishra, and K. Inal, "Effects of post-necking hardening behavior and equivalent stress-strain curves on the accuracy of M-K based forming limit diagrams," *Comput. Mater. Sci.*, vol. 85, pp. 316–323, 2014, doi: 10.1016/j.commatsci.2014.01.017.
- [20] P. Dasappa, K. Inal, and R. Mishra, "The effects of anisotropic yield functions and their material parameters on prediction of forming limit diagrams," *Int. J. Solids Struct.*, vol. 49, no. 25, pp. 3528–3550, 2012, doi: 10.1016/j.ijsolstr.2012.04.021.
- [21] X. Chu, L. Leotoing, D. Guines, and E. Ragneau, "Temperature and strain rate influence on AA5086 Forming Limit Curves: Experimental results and discussion on the validity of the M-K model," *Int. J. Mech. Sci.*, vol. 78, pp. 27–34, 2014, doi: 10.1016/j.ijmecsci.2013.11.002.
- [22] H. H. Nguyen, T. N. Nguyen, T. N. Nguyen, and H. C. Vu, "Forming limit curve determination of AA6061-T6 aluminum alloy sheet," *Sci. Technol. Dev. J.*, vol. 20, no. K2, pp. 51–60, 2017, doi: 10.32508/stdj.v20i2.448.
- [23] F. Rahimidehgolan, G. Majzoubi, F. Alinejad, and J. F. Sola, "Determination of the constants of GTN damage model using experiment, polynomial regression and kriging methods," *Appl. Sci.*, vol. 7, no. 11, 2017, doi: 10.3390/app7111179.
- [24] D. Banabic and A. Kami, "Applications of the Gurson's model in sheet metal forming," *MATEC Web Conf.*, vol. 190, pp. 1–7, 2018, doi: 10.1051/mateconf/201819001002.
- [25] K. P. Surajit, "Prediction of complete forming limit diagram from tensile properties of various steel sheets by a nonlinear regression based approach," *J. Manuf. Process.*, vol. 23, pp. 192–200, 2016, doi: 10.1016/j.jmapro.2016.06.005.
- [26] M. Abspoel, M. E. Scholting, and J. M. M. Droog, "A new method for predicting Forming Limit Curves from mechanical properties," *J. Mater. Process. Technol.*, vol. 213, no. 5, pp. 759–769, 2013, doi: 10.1016/j.jmatprotec.2012.11.022.
- [27] S. Szalai, D. Harangozó, and I. Cziné, "Characterisation of Diffuse and Local Necking of Aluminium Alloy Sheets using DIC Technique," *Acta Tech. Jaurinensis*, vol. 12, no. 3, pp. 191–204, 2019, doi: 10.14513/actatechaur.v12.n3.503.
- [28] G. Béres, Z. Weltsch, Z. Lukács, and M. Tisza, "Prediction of stress- and strain-based forming limits of automotive thin sheets by numerical, theoretical and experimental methods," *AIP Conf. Proc.*, vol. 1960, no. May, 2018, doi: 10.1063/1.5035028.
- [29] G. Béres, Z. Weltsch, and M. Tisza, "Comparative study on theoretical and experimental evaluation of forming limit diagrams," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 426, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1757-899X/426/1/012005.



Triplán megbízható társ a webes világban



tripladuplav.hu

VELÜNK HÁROMSZOR JOBBAN JÁR

www.tripladuplav.hu webstúdió



ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA

Az ország vezető szaklapja - www.anyagvizsgaloklapja.hu 2021/III. lapszám

Szakmai konferenciák RAKK - AGY'21 (online)

Az Anyagvizsgálat a Gyakorlatban
(AGY) szakmai konferencia szervezője

M-A-E

A lap kiemelt partnere a
Magyar Anyagvizsgálók Egyesülete



Szakmai
konferenciák

Terminológiai próbálkozás a politikai anyagtudomány fogalmának meghatározására (azzal a határozott céllal, hogy végre képbe kerüljön az SFDORA)

Dobránszky János

tudományos tanácsadó, MTA–BME Kompozittechnológiai Kutatócsoport, Dobranszky.Janos@eik.bme.hu

Absztrakt

A cikk azon értékelési elvek kifejlődését elemzi, melyek az anyagtudományi kutatások legfontosabb színterein – egyetemek, akadémia – mára kialakultak. A tudományos eredmények mérését mindenek fölé emelő értékelési elv elhatalmasodásának négy szakaszát mutatja be a dolgozat, kitérve az akadémikusi tiszteletdíj romboló hatására is, végül felhívja a figyelmet a 2012-ben kiadott San Francisco Declaration of Research Assessment című dokumentumra.

Kulcsszavak

anyagtudomány, kutatásértékelés, SFDORA

1. Az alapfogalmak tisztázása

terminológia

Egy területhez vagy témához tartozó megnevezések és fogalmak halmaza.

politika

A politika olyan tevékenységek és az ezekben rejlő elvek összessége, amelyek célja valaki státuszának javítása vagy az adott szervezeten belüli hatalmának növelése.

Leegyszerűsítve: tüsténkedés a hatalom megszerzéséért és megőrzéséért.

hatalom

A politika lényegéből fakadó olyan eszköz, amely a megnyilvánulási formái – a befolyás, a pénz és a kényszer – által változásokat idéz elő az egyének vagy/és a közösségek cselekvésében.

Leegyszerűsítve: a pénzről szóló döntések tényleges birtoklása.

tudomány (főleg a Larousse lexikon alapján)

1. Összefüggő ismeretek a bizonyos osztályokba tartozó tényekről, tárgyokról vagy jelenségekről, amelyek törvényeknek engedelmeskednek és/vagy kísérleti módszerekkel igazolhatók.
2. Az ismeretek és a tudás minden ága (gyakran többes számban); pl. matematikai tudományok, terminológiai tudomány (ISO 1087:2019).

3. Bármely terület mélyreható ismerete, mérlegelés vagy tapasztalatszerzés útján; pl. az emberi szív tudománya.

4. Egy szakmában megszerzett ismeretek alkalmazásának ügyes módja; pl. a színek tudománya.

anyagtudomány

Az „anyagtudomány” fogalmát annak ellenére is a patinás nagylexikonok – pl. Britannica, Merriam-Webster, Larousse stb. – definíciója szerint tekintem (és nem is idézem, ámde a címük megtalálható a www.anyagtudomany.eu blogon), hogy a közelmúltban sok kiváló tudós azzal töltött hosszú hónapokat, hogy újradefiniálja a fogalmat. A diskurzusba azzal beszéltem bele, hogy nincs értelme semmiféle jelzőt (pl. műszaki, fizikai, kémiai, nano- stb.) aggatni az anyagtudomány elé, kivéve egyet: ez pedig a „politikai” jelző.

politikai anyagtudomány

... ha itt adnám meg a definíciót, akkor senki sem olvasná el a további okoskodást, hanem alighanem (képletesen) miszlikre szaggatná a papírt ...

2. A politikai anyagtudomány kifejlődésének első szakasza

Az 1977-ben elhunyt Gillemot László éppen egy fél évszázada mondta ámulatba ejtően szarkasztikus mimikával és hangsúlyozással a róla készített portréfilmben: *az, hogy én el szoktam tréfálkozni úgy, hogy magamról azt mondom, hogy én egy közönséges lakatosmester vagyok, aki időként alkalmazza az alaptudomány ismereteit is a szakmájában, az őszintén szólva onnan ered, hogy a „tudós” szót nem nagyon szeretem használni, még akkor sem, ha megtisztelő módon rám alkalmazzák. Azt a szójátékot szoktam elkövetni, hogy a tudós szó az én fiatal koromban jelző volt, most pedig foglalkozásá kezd fajulni.* Nos, ha a Prof letekintene a közönséges lakatosmesterek égi gyülekezetéből, láthatná, hogy ez az elfajulás mily sikeresen végbement a hazai anyagtudományban. Éles szeme előtt még

A Felelős Kiadó megjegyzése: A közlemény egy rendszerhibára hívja fel a figyelmet, aminek lényeges eleme, hogy a mérnöki (műszaki tudományos) teljesítmény mérése folyamatindikátorok alapján és nem tényleges teljesítményindikátorok alapján történik.

az sem maradna rejtve, hogy ez az átalakulási folyamat kísérteties módon hasonlít a rozsdamentes acélok hőfáradása során végbemenő karbidelfajuláshoz, de éppen úgy az ő szívét is végül megállító arterioszklerózishoz.

Maradva a kardiometallurgiai példálózásnál, az addig szinte észlelhetetlen szívzörejek a politikai rendszerváltás után már állandósultak és erősödni kezdtek. A PhD hazai bevezetése után elkezdett rohamosan felerősödni az új értékrendet előtérbe helyező gondolkozásmód a hazai anyagtudomány legfontosabb döntési színterein: az egyetemeken, az akadémián és a pályázati döntéshozatali fórumokon. Az új szemlélet brutális erővel és gyorsasággal szervezte át az anyagtudomány működési feltételrendszerét (is). Ennek kulcsa egy zseniális hatalmi technika volt. A végétől visszafelé kezdték az átalakítást; ez a kutatás és a kutató értékelésének és minősítésének szempontrendszere volt. A mérnöki gondolkozásmód elvrendszerét felváltották az alaptudományban ténykedő kutatókéval. Ennek jellegzetes ismérve: a kutatómunkád eredményének nem az számít, hogy mennyire hasznos az már most a közösségnek, pl. a magyar iparnak, hanem az, hogy hány pontot gyűjtesz össze a különféle listákon.

Jól szemlélteti ezt a paradigmaváltást az a tény, hogy míg Gillemot professzor élete végén, a Magyar Tudományos Akadémia Találmányi Bizottsága kiadásában, évente jelentek meg vaskos kiadványok az akadémia hasznosításra ajánlott szolgáltatási találmányairól (pl. 1976-ban 181 db-ról), addig 2010-ben az MTA-intézetek összesen már csak 3 db, az egyetemek pedig 2 db (kettő darab) szabadalmat jelentettek be.

3. A politikai anyagtudomány kifejlődésének második szakasza

Az új értékrend képviselői – akik ma már szinte teljes mértékben (na jó, a szinte talán túlzás) birto-
kolják ténylegesen az anyagtudományi kutatások minősítési, pályázati, díjazási stb. döntéseit, vagyis ők alkotják a politikai anyagtudomány hatalmi elitjét – odáig tökéletesítették a tudományos teljesítmény értékelési módszereit, hogy az egyre kifinomultabb számítási algoritmusoknak köszönhetően már-már megvalósult egy új, modern predesztináció. Egy igen tisztelt, nagy anyagtudós már azt is kikalkulálta és közzétette, hogy a következő akadémikusválasztáson mekkora H-indexe kell, hogy legyen az esélyes jelöltnek (igaz, a jóslás idejében még nem ismerte a Minotaurusz-listát [erről egy

picit később]). Az ezt a rakétasebességgel bejárható karrierpályát éles szemmel felismerő új generáció ifjú tudósai pedig bőszén osztanak, szoroznak, kalkulálnak. A kutatómódszertan új – politikai innovációs – technikáihoz nyúlva biztos kézzel optimumkövetelményekhez tartozó küszöbértékek elérésének sebességét. A legügyesebbek, alig túl a harmincon, már naponta (tehát naponta!!!) kettő darab wosos hivatkozást kapnak, és náluk, bár egyetemi emberek, még azt sem reklamálják a mentoraik, amit egy közel hetvenes, az egyemen utoljára diák korában járt nagydoktoraspiránstól nagyon is: miért nem volt még egy tédékázó diákja sem.

Nagyon érdekes és izgalmas, hogy ez a hazai anyagtudományban végbement értékrendváltási folyamat, dinamikájában mennyire hasonlatos a termikusan aktivált fázisátalakulási folyamatokat (pl. a karbidelfajulást) kitűnően leíró, Arrhenius-típusú kinetikához. Tehát kezdődött a már jól észlelhető szívzörejekkel, kb. az 1990-es évek közepén, amikor elkezdtek komolyabban számolgatni a mérnökök cikkeit és kóstolgatni azok tudományos minőségét. Mondván, hogy a péhádé fokozathoz (tudósi nyelven: pídzsdi) ne lehessen már csak egy közönséges doktori értekezéssel (tudósi nyelven: dolgozattal), meg akármilyen, gyatra és főleg magyar nyelvű cikkel hozzájutni.

4. A politikai anyagtudomány kifejlődésének harmadik szakasza

Majd jött a szigmoid görbe meredek szakasza. Az alaptudományokat művelő szakmáktól ellesve a technikákat, elindult szédületes karrierjére a hatás-tényező (tudósi nyelven: impaktfaktor), a Q-szám, az I-szám, a H-szám, a WOS-szám, a Scopus-szám, GoogleScholar-szám, a Q/D-szám. Ennek a „miből mennyi van neki?”-nek zseniális a titka: kijelenthető róla, hogy teljesen (tehát teljesen!!!) objektív. Na jó, tudjuk, hogy jó pénzért bármilyen jó (de tényleg, még egészen jó) cikket is meg lehet jelentetni. Azt is sejtjük, hogy a teljesen (tehát teljesen!!!) független hivatkozásokat milyen szépen lehet szaporítani a baráti hálózatokban, no meg, pl. a névtelen bíráló saját cikkének hivatkozására a szerzőnek adott utasításban. Az accepted with revision (tök mindegy, hogy minor vagy major) fejében ki ne engedelmeskedne egy ilyen utasításnak a cikk megjelenése érdekében?

Ezeket az aprócska hajszálrepedéseket szinte lehetetlen kimutatni a teljes objektivitás mára kialakult,

rendkívül szívós mikroszerkezetében. Olyannyira nem, hogy még beszélni sem illik róla. Mivel azonban még talán nem tilos, a magam részéről javaslatot tettem az akadémia Tudományetikai Bizottságának, az etikai kódex vétségek témájú fejezetének az imént említett logikára járó műveletekkel való kibővítésére. A zseniális titokhoz még az is hozzátartozik, hogy jelentősen lehet csökkenteni általa az összesített-tudósidő-ráfordítást (az angol mozaikszók kedvelőinek: FSTE), ugyanis így csak a bírálóknak kell bíbelődniük az értekezések (tudósi nyelven: dolgozatok) elolvasásával, a bírálóbizottsági tagoknak elég szavazni. Ha pedig, esetleg, valamelyik stupid, tévesen kiválasztott bírálóbizottsági tag szóvá teszi a bíráló tévedéseit is, akkor a doktori iskola vezetője felszólítja a bizottságot, hogy a bírálóról szóló bírálatot tekintsék semmisnek, és a bírálók írásos véleményének kell nagyon-nagyon befolyásolnia a bírálóbizottság állásfoglalását.

5. A politikai anyagtudomány kifejlődésének végső szakasza

Most pedig, mintegy a szigmoid görbe végpontjaként, már hozzánk is megérkeztek, és menthetetlenül itt vannak a nyakunkon, a Ioannidis–Klavans–Boyack-féle algoritmusok, és az ez alapján előállított listák. Hátborzongató, hogy a GDPR listázástiltó nyomására fittyet hányva fal fel (mert felfal!) mindent és mindenkit. Ez egy százezres listának indult, de igény szerint bármilyen hosszúvá tehető. Igény pedig máris van rá, és még inkább lesz. Mert ez egy kész csoda! Ezt az új csodát – amelyet a vezető szerző laza ógörög rokonságából kiindulva, röviden csak Minotaurusz-listának nevezek – úgy tekintem, mint a pontot az i betűn, avagy Arrhenius-hoz viszszatérve, a szigmoid görbe végpontját.

Nemrégiben, egy igen tisztelt, nagy tudós már szinte új megváltásként tolt be ezt a Minotaurusz-listát a hazai anyagtudományi közélet több fontos fórumára is, mondván, hogy ez listázza a világ legjobb (tehát a L E G J O B B !!!) tudósait. Rögtön ki is gyűjtötte belőle a legjobb (tehát a L E G J O B B !!!) magyar „anyagtudósokat”. A legjobb magyar anyagtudósok Minotaurusz-listájával, járulékos haszonként, megalkotott egy új tudósfajtát is: az anyagtudóst. Az alkotómunka sikerének bizonyítékeként, egy másik, igen tisztelt tudós rögtön lelkenedezni kezdett azon, hogy milyen nagyszerű, hogy ő ezekkel a legjobb magyar anyagtudósokkal együtt dolgozhatott, és még néhányat hozzá is csapott a legjobb magyar anyagtudósok eredeti Minotaurusz-listájához. Csak

az volt kissé lehangoló, hogy megfelelkezni látszott néhány, a tudóssá válásában kulcsszerepet játszó mesteréről.

Mára, a tudósi munka iránytűjének szerepét betöltő segédinasként bemutatott tudománymetria tehát megszerezte a hatalmi jogar szerepét: ha kell simogat, ám ha kell lesújt. Ma már komoly hatalmi tényező, s ekként első vonalbeli hatalmi eszköz. Illendő lenne az ezt a meghatározó szerepét is kifejező elnevezést adni neki, mert már bőven kielégíti, pl. a kvantitatív szcientoontológia ismérveit.

Nagy vonalakban és bizonyára durva vagy/és túlzó leegyszerűsítésekkel, de valahogy imigyen vált huszonegyedik századivá az anyagtudományi teljesítmény értékelése. Az értékrend eme fázisátalakulása feletti szomorkodáson az a nagyon is jól érzékelhető tapasztalat sem sokat enyhít, hogy ebben az új paradigmában azért továbbra is megmaradt, amolyan biztonsági övként, az évezredek óta jól bevált vezérelv leglényegesebb eleme: a vezér szava minden számot felülír.

6. A politikai anyagtudomány hajtóereje (avagy paradigmaváltás a tudomány termelőerővé válásától az egyénijövedelem-termelő erők csúcsra járatásáig)

Prohászka János professzor sokszor elmesélt egy történetet: „az uralkodó látogatásakor a greenwich-i csillagvizsgáló igazgatója könyörgött a felségnek, hogy az ne emeltesse meg az asztronómusok fizetését, mert akkor már nem az új égitestek felfedezésének vágya fogja hajtani őket, hanem a jó s a még jobb fizetés megszerzésének óhaja.” Lehet, hogy az egész csak legenda. Ezzel szemben a valóság az, hogy természetesen a kutatóknak is meg kell élniük valamiből, és még inkább meg kell élni a tudósoknak, köztük pedig még-még inkább a legjobb magyar anyagtudósoknak. Ez a vágy a legkevésbé sem kifogásolható! Ám ha alaposan megvizsgáljuk a dolgot „öt magát”, akkor bizony kénytelenek vagyunk megállapítani, hogy színre lépett és hegemónikus helyzetbe került az anyagtudósoknak egy olyan csoportja, amelynek a tudományos kutatási éthoszában a közösségiérdek-központúságot felváltotta az egyéniérdek-központúság. Ebből kiindulva, talán még a politikai anyagtudomány fogalmának definíciója is viszonylag könnyen megadható lenne (ha egyáltalán szükséges a fenti sok okoskodás után).

Mint minden fázisátalakulásnak, természetesen a tudományos teljesítmény értékelési elveiben

végbement (és a fentiekben jó bő lére eresztve leírt) paradigmaváltásnak is kellett, hogy legyen hajtóereje! Ez pedig – „szörprájz, szörprájz”, ahogyan mondogatni szokta huncutul egy bogaras blogger –, nem is lehetett más, mint a pénz.

A magyarországi tudományos kutatásban ennek a hajtóerőnek a rendszerét a kommunizmusban hozták létre, és azt zseniálisan adaptálták a demokráciába. Ma, alighanem, globálisan is unikális. A rendszer ugyanis a tudósok számára – köztük a máris legjobb és az öközójuk kerülni akaró legjobbjelölt anyag-tudósok számára is – odalebegteti az igazi nagy végcél: az akadémiakusságot. A rendszer unikális jellegét az adja, hogy az akadémikus nem tagdíjat fizet, hanem (egészen tisztességes) örökjáradékot élvez. Ez az örökjáradék mint hajtóerő egy tudósra vetítve, átlagosan és lájflong, olyan hatalmas mennyiségű forint, hogy egyáltalán nem lehet csodálkozni azokon a csak a tudatmódosító szerekhez hasonlítható hatásain, amelyek nyomán ily erősen befészkelte magát a magyar anyagtudósoknak – s bizonyára sok másféle tudósoknak is – a motivációs rendszerébe.

A politikai anyagtudomány kiteljesedésének, a gyorsaság és a brutális térfoglalás mellett, vannak további, figyelemreméltó sajátosságai is. Az egyik az, hogy a politikai anyagtudományban érintett szakmák erőcsoportjai között, az egymás elleni folyamatos hatalomtechnikai küzdelmek mellett is, kialakult az a modus vivendi, amelyet az Újvilágban az „én vakarom a te hátadat, te pedig vakarod az én hátamat” törvénye fejez ki. A másik érdekesség az alaptudományoktól kölcsönzött összetevők innovatív, ámde szigorú optimalizálása. Ennek esettáldozatul, pl. az a matematikusokra jellemző és igen tiszteletre méltó elv, hogy a publikációk szerzői betűrendben vannak felsorolva. Ugyancsak nyoma sincs a vegyészek és a vegyészmérnökök azon elvárásának a fiatal tudóssal szemben, hogy a doktori fokozat megszerzése után egy új, saját tudományos kutatási témát keressen, és ne a témavezetőjétől kapott húsos comb csontját rágja tovább. A független hivatkozások már-már fétisként való imádatát viszont nagyon is átvette a politikai anyagtudomány, noha intő jel lehetett volna annak a fizikus barátomnak a példája, akinek halálában igencsak közrejátszott az az éveken át tartó hercehurca, amit azért szenvedett végig, mert egy nagy hatalmú tudósfőnök gyanúsán soknak találta (és ezt kéjes őszinteséggel a szemébe is mondta) a nagydoktori pályázatának (hivatalos akadémiai nyelven: MTA nagydoktori thesis) eme mutatószámát.

7. Epilógus, avagy létezhet-e bármi is, ha soha és senki nem beszél róla?

Ezeknél a sajátos és tragikus fejleményeknél azonban akadnak a jövő szempontjából súlyosabb kérdések is, amelyek közül csak kettőt említek.

Ad 1: Miért tabu – kicsivel jobb esetben: miért nem tudnak róla? – a politikai anyagtudomány hatalomgyakorlási fórumain – vagyis a pénzről szóló érdemi kérdésekben a tényleges döntéseket meghozó fórumokon és vezetői pozíciókban (pl. akadémia, egyetemek, doktori iskolák, pályázati döntéshozatali rendszerek stb.) a 2012-ben kiadott San Francisco Declaration of Research Assessment, vagyis az SFDORA, rövidebben a DORA?

Ad 2: Miként lehetséges az, hogy teljesen hatástalan maradt a politikai anyagtudomány hatalmi szintjeire az a felhívás, amelyet az akadémia akkori elnöke által 2014-ben már másodjára megszervezett nagy, dísztermi konferencián a globálisan is legsikeresebb (és igen kis számú) magyar vállalkozások egyikének a Graphisoftnak az első embere fogalmazott meg úgy, hogy „a tudománynak az ipart kell szolgálni”? Bár mindkét kérdés költői, jelentőségüket igyekszek azzal alátámasztani, hogy a bennük felvetett ügyek alaposabb megismerését igyekszek elősegíteni. A DORA-hoz mára ugyanis közel húszezer kutató és százötven tudományos kutatási szervezet csatlakozott a világ csaknem összes országából (van köztük néhány kósza magyar is). A nyilatkozat eredetije itt található: <https://sfdora.org/>, a szöveg nyersfordítása pedig a mellékletben.

A DORA 18 ajánlása közül az elsőt és az utolsót külön is ki kell emelni:

Ne használja a folyóirat alapú mérőszámokat, például a Journal Impact Factort, az egyes tudományos kutatási cikkek minőségének helyettesítő mércéjeként az egyes tudósok hozzájárulásának értékeléséhez, illetve a felvételi, előléptetési vagy finanszírozási döntésekhez!

Tiltakozzon azon kutatásértékelési gyakorlatok ellen, amelyek nem megfelelően támaszkodnak a Journal Impact Factorra, s egyben mozdítsa elő és tanítsa azt a helyes gyakorlatot, amely a konkrét kutatási eredmények értékére és hatására összpontosít!

Ami pedig az ipar szolgálatának követelményét illeti, azt – búcsúzásként – ideidézem.

Mikor büszke egy kutató az eredményére? Akkor, hogyha a másik kutató elismerte. Ami rendben is van az alaptudományokban, a felfedező és az alapkutatásokban. De ez szigorúan a szakma elismerése.

Hogyha kikerülünk az iparba, akkor már nem a szakma elismerésére kell vágyani! Tehát egy értékrendet, amit a kutatók örökölnék az alapkutatásokról, azt kell átalakítani egy másik értékrenddé! Az iparban nem a szakma, hanem a vevő elismerése kell, hogy a mérték legyen, akkor is, ha a vevő laikus!

A szakma elismerése az alapkutatásokban tehát egy korrekt indikátor, de az alkalmazott kutatásokban bizony nagyon sokszor vezet olyasmihez, ami „szakmailag nagyon érdekes”, „óriási dolog”, „ilyet a világon még sehol nem csináltak”. Ám hogy mi a haszna, azt nem biztos, hogy érzi az a kutató, aki nincs kitéve a felhasználó bajainak, annak a sok kis apró problémának, amivel a termék szembekerül, amikor, a felhasználó kezébe kerül. A szabadság sincs eléggé közel az iparhoz! Mert azt is ki adja? A szakma! Tehát a szabadság se egy igazán jó mérőszám.

A 19–20. században az egyetemnek az volt a feladata, hogy a jövővel foglalkozzon, míg az ipar a jelenel. A 21. században, a tudásalapú gazdaságban, ez megváltozik. Az az ipar, amely csak a jellel foglalkozik, nagyon hamar kiesik a versenyből. Ugyanúgy a jövővel kell foglalkoznia, mint a kutatásnak, a tudománynak és az oktatásnak. Ezért meg is változott az oktatásnak és a tudománynak az iparhoz való szerepe. Ahelyett, hogy a jövőt mutatni kellene az ipar számára, az ipart szolgálni kell!

És ezt meg kell értenünk, hogy kiszolgálni kell az ipart! Tehát nem úgy fogalmazni, hogy itt vannak a mi fantasztikus tudományos eredményeink, és az a hülye ipar miért nem érti, miért nem használja, hanem meg kell értenünk, hogy mit akar használni, mert amit használni akar az ipar, az a jövő, nem pedig a jelen!

Azt érzem a megoldásnak, hogy ezt az indikátort az alkalmazott kutatásban alapvetően meg kell változtatni, tehát az örömforrás és az elismerés forrása ne a tudományos érdekesség legyen a kutatók számára, hanem az, hogy használták azt, amit csináltak. És ehhez a finanszírozás az ipartól kell, hogy jöjjön! Hogyha pályázatokból és állami támogatásokból jön a finanszírozás, akkor nincs meg az a kényszer, hogy megfeleljen az iparnak. Az a zsűri, aki ezt szétosztja, az nem tud irányt mutatni.

A felhasznált források főbb adatai

- [1] Talcott Parsons: On the concept of political power.
- [2] ISO 1087:2019 Terminology work and terminology science – Vocabulary
- [3] Magyar Katolikus Lexikon
- [4] Bojár Gábor: Egy szakadék áthidalása. Előadás az MTA dísztermében, A tudomány megrendelői című rendezvényen, 2014. november 7-én.

Melléklet: az SFDORA-nyilatkozat eredeti angol szövege és annak (nagyon) nyers fordítása magyar nyelvre

San Francisco Declaration on Research Assessment
Putting science into the assessment of research
Signed by 155 individuals and 78 organizations

A kutatás értékeléséről szóló San Francisco-i nyilatkozat;
A tudomány bevonása a kutatás értékelésébe
Aláírta 155 magánszemély és 78 szervezet [2012-ben]

2021 februárjára a nyilatkozatot aláírók száma:
16 874 magánszemély és 2141 szervezet a világ 144 országából

There is a pressing need to improve the ways in which the output of scientific research is evaluated by funding agencies, academic institutions, and other parties.

To address this issue, a group of editors and publishers of scholarly journals met during the Annual Meeting of The American Society for Cell Biology (ASCB) in San Francisco, CA, on December 16, 2012. The group developed a set of recommendations, referred to as the San Francisco Declaration on Research Assessment. We invite

Sürgősen javítani kell a finanszírozási ügynökségek, tudományos intézmények és más felek által a tudományos kutatás eredményeinek értékelésének módjait.

A probléma megoldása érdekében a tudományos folyóiratok szerkesztőinek és kiadóinak egy csoportja találkozott az Amerikai Sejtbiológiai Társaság (ASCB) éves találkozóján, San Francisco-ban, Kalifornia államban, 2012. december 16-án. A csoport kidolgozott egy sor ajánlást; ez a kutatás értékeléséről szóló San Francisco-i nyilatkozat. Felkérjük

interested parties across all scientific disciplines to indicate their support by adding their names to this Declaration.

The outputs from scientific research are many and varied, including: research articles reporting new knowledge, data, reagents, and software; intellectual property; and highly trained young scientists. Funding agencies, institutions that employ scientists, and scientists themselves, all have a desire, and need, to assess the quality and impact of scientific outputs. It is thus imperative that scientific output is measured accurately and evaluated wisely.

The Journal Impact Factor is frequently used as the primary parameter with which to compare the scientific output of individuals and institutions. The Journal Impact Factor, as calculated by Thomson Reuters, was originally created as a tool to help librarians identify journals to purchase, not as a measure of the scientific quality of research in an article. With that in mind, it is critical to understand that the Journal Impact Factor has a number of well-documented deficiencies as a tool for research assessment. These limitations include: A) citation distributions within journals are highly skewed [1–3]; B) the properties of the Journal Impact Factor are field-specific: it is a composite of multiple, highly diverse article types, including primary research papers and reviews [1, 4]; C) Journal Impact Factors can be manipulated (or “gamed”) by editorial policy [5]; and D) data used to calculate the Journal Impact Factors are neither transparent nor openly available to the public [4, 6, 7].

Below we make a number of recommendations for improving the way in which the quality of research output is evaluated. Outputs other than research articles will grow in importance in assessing research effectiveness in the future, but the peer-reviewed research paper will remain a central research output that informs research assessment.

Our recommendations therefore focus primarily on practices relating to research articles published in peer-reviewed journals but can and should be extended by recognizing additional products, such as datasets, as important research outputs. These recommendations are aimed at funding agencies, academic institutions, journals, organizations that supply metrics, and individual researchers.

az érdekelt feleket valamennyi tudományterületről, hogy jelezzék támogatásukat azzal, hogy nevüket hozzáadják ehhez a nyilatkozathoz.

A tudományos kutatás eredményei sokfélék, többek között: új ismeretekről, adatokról, reagensekről és szoftverekről beszámoló kutatási cikkek; szellemi tulajdon; és magasan képzett fiatal tudósok. A finanszírozó ügynökségeknek, a tudósokat alkalmazó intézményeknek és maguknak a tudósoknak is vágyuk és szükségük van a tudományos eredmények minőségének és hatásának felmérésére. Ezért elengedhetetlen, hogy a tudományos eredményeket pontosan mérjük és okosan értékeljük.

A Journal Impact Factor gyakran használatos elsődleges paraméterként, amellyel összehasonlíthatják az egyének és intézmények tudományos eredményeit. A Thomson Reuters által kiszámított Journal Impact Factor-t eredetileg olyan eszközként hozták létre, hogy segítsen a könyvtárosoknak a megvásárolható folyóiratok azonosításában, nem pedig egy cikk tudományos kutatásának mércéjeként. Ezt szem előtt tartva kritikusan fontos megérteni, hogy a Journal Impact Factor-nak számos, jól dokumentált hiányossága van a kutatás értékelésének eszközeként. Ezek a korlátozások magukban foglalják a következőket: A) a folyóiratokon belüli idézetek eloszlása nagyon torz [1–3]; B) a Journal Impact Factor tulajdonságai területspecifikusak: több, nagyon sokféle cikktípus együttese, beleértve az elsődleges kutatási cikkeket és áttekintéseket [1, 4]; C) A naplóhatás-tényezőket szerkesztési irányelvek manipulálhatják (vagy „játszhatják”) [5]; és D) a Journal Impact Factor kiszámításához felhasznált adatok nem átláthatóak és nem is nyíltan hozzáférhetők a nyilvánosság számára [4, 6, 7].

Az alábbiakban számos ajánlást adunk a kutatási eredmények minőségének értékelésének javítására. A jövőben a kutatási cikkektől eltérő kimenetek jelentősége növekszik a kutatás hatékonyságának értékelése során, de a lektorált kutatási cikk továbbra is központi kutatási eredmény marad, amely tájékoztatja a kutatás értékelését.

Ajánlásaink ezért elsősorban a szakértők által áttekintett folyóiratokban megjelent kutatási cikkekre kapcsolatos gyakorlatokra összpontosítanak, de ki lehet bővíteni és ki kell terjeszteni további termékek, például adatkészletek, fontos kutatási eredményként való elismerésével. Ezek az ajánlások a finanszírozó ügynökségeket, tudományos intézményeket, folyóiratokat, a mutatókat szolgáltató szervezeteket és az egyes kutatókat célozzák meg.

A number of themes run through these recommendations:

- the need to eliminate the use of journal-based metrics, such as Journal Impact Factors, in funding, appointment, and promotion considerations;
- the need to assess research on its own merits rather than on the basis of the journal in which the research is published; and
- the need to capitalize on the opportunities provided by online publication (such as relaxing unnecessary limits on the number of words, figures, and references in articles, and exploring new indicators of significance and impact).

We recognize that many funding agencies, institutions, publishers, and researchers are already encouraging improved practices in research assessment. Such steps are beginning to increase the momentum toward more sophisticated and meaningful approaches to research evaluation that can now be built upon and adopted by all of the key constituencies involved.

The signatories of the San Francisco Declaration on Research Assessment support the adoption of the following practices in research assessment.

General Recommendation

1. Do not use journal-based metrics, such as Journal Impact Factors, as a surrogate measure of the quality of individual research articles, to assess an individual scientist's contributions, or in hiring, promotion, or funding decisions.

For funding agencies

2. Be explicit about the criteria used in evaluating the scientific productivity of grant applicants and clearly highlight, especially for early-stage investigators, that the scientific content of a paper is much more important than publication metrics or the identity of the journal in which it was published.
3. For the purposes of research assessment, consider the value and impact of all research outputs (including datasets and software) in addition to research publications, and consider a broad range of impact measures including qualitative indicators of research impact, such as influence on policy and practice.

Számos téma fut át ezeken az ajánlásokon:

- a folyóirat-alapú mérőszámok, például a Journal Impact Factor használatának kiküszöbölése a finanszírozás, a kinevezés és az előléptetés szempontjaiban;
- annak szükségessége, hogy a kutatásokat érdemben értékeljék, nem pedig a folyóirat alapján, amelyben a kutatást közzétették; és
- az online publikációk nyújtotta lehetőségek kiaknázásának szükségessége (például a szavak, ábrák és hivatkozások számának szükségtelen korlátozásainak enyhítése a cikkekben, valamint a jelentőség és a hatás új mutatóinak feltárása).

Elismerjük, hogy sok finanszírozó ügynökség, intézmény, kiadó és kutató már most is ösztönzi a kutatás értékelésének jobb gyakorlatait. Az ilyen lépések kezdik fokozni a lendületet a kutatás értékelésének kifinomultabb és értelmesebb megközelítései felé, amelyekre most az összes érintett kulcsfontosságú körzet építhet és elfogad.

A kutatási értékelésről szóló San Francisco-i nyilatkozat aláírói támogatják az alábbi gyakorlatok alkalmazását a kutatás értékelésében.

Általános ajánlás

1. Ne használja a folyóirat alapú mérőszámokat, például a Journal Impact Factort, az egyes tudományos kutatási cikkek minőségének helyettesítő mércéjeként az egyes tudósok hozzájárulásának értékeléséhez, illetve a felvételi, előléptetési vagy finanszírozási döntésekhez.

Ajánlás a finanszírozó ügynökségeknek

2. Legyen egyértelmű a pályázók tudományos termelékenységének értékelése során alkalmazott kritériumokról, és világosan emelje ki, különösen a korai stádiumú kutatók számára, hogy egy cikk tudományos tartalma sokkal fontosabb, mint a publikációs mérőszámok vagy a folyóirat azonossága, amelyben megjelent nyilvánosságra hozták.
3. A kutatás értékelése céljából vegye figyelembe a kutatási kiadványok mellett az összes kutatási eredmény (beleértve az adatkészleteket és a szoftvereket) értékét és hatását, és vegye figyelembe a hatásmérések széles skáláját, beleértve a kutatás hatásának kvalitatív mutatóit, például a politikára gyakorolt hatást és gyakorolni.

For institutions

4. Be explicit about the criteria used to reach hiring, tenure, and promotion decisions, clearly highlighting, especially for early-stage investigators, that the scientific content of a paper is much more important than publication metrics or the identity of the journal in which it was published.
5. For the purposes of research assessment, consider the value and impact of all research outputs (including datasets and software) in addition to research publications, and consider a broad range of impact measures including qualitative indicators of research impact, such as influence on policy and practice.

For publishers

6. Greatly reduce emphasis on the journal impact factor as a promotional tool, ideally by ceasing to promote the impact factor or by presenting the metric in the context of a variety of journal-based metrics (e.g., 5-year impact factor, EigenFactor [8], SCImago [9], h-index, editorial and publication times, etc.) that provide a richer view of journal performance.
7. Make available a range of article-level metrics to encourage a shift toward assessment based on the scientific content of an article rather than publication metrics of the journal in which it was published.
8. Encourage responsible authorship practices and the provision of information about the specific contributions of each author.
9. Whether a journal is open-access or subscription-based, remove all reuse limitations on reference lists in research articles and make them available under the Creative Commons Public Domain Dedication [10].
10. Remove or reduce the constraints on the number of references in research articles, and, where appropriate, mandate the citation of primary literature in favor of reviews in order to give credit to the group(s) who first reported a finding.

For organizations that supply metrics

11. Be open and transparent by providing data and methods used to calculate all metrics.

Ajánlás az intézmények számára

4. Legyen egyértelmű a felvételi, megbízási és előléptetési döntések meghozatalakor alkalmazott kritériumokról, világosan kiemelve, különösen a korai stádiumú kutatók számára, hogy egy cikk tudományos tartalma sokkal fontosabb, mint a publikációs mérőszámok vagy a folyóirat azonossága, amelyben publikálják megjelent.
5. A kutatás értékelése céljából vegye figyelembe a kutatási publikációk mellett az összes kutatási eredmény (beleértve az adatkészleteket és a szoftvereket) értékét és hatását, és vegye figyelembe a hatásmérők széles skáláját, beleértve a kutatási hatás kvalitatív mutatóit, például a politikára gyakorolt hatást. és gyakorolni.

Ajánlás a kiadóknak

6. Jelentősen csökkentse a folyóirat hatástényezőjének mint promóciós eszköznek a hangsúlyát, ideális esetben azáltal, hogy abbahagyja a hatástényező népszerűsítését, illetve a metrika bemutatásával különféle naplóalapú mérőszámok összefüggésében (pl. 5 éves IF, EigenFactor [8], SCImago [9], h-index, szerkesztési és publikációs idők stb.), amelyek gazdagabb képet nyújtanak a folyóirat teljesítményéről.
7. Tegyen elérhetővé egy sor cikkszintű mutatót, hogy ösztönözze a cikk tudományos tartalmán alapuló értékelés felé történő elmozdulást, nem pedig a folyóirat publikációs mutatóit.
8. Ösztönözze a felelősségteljes szerzői gyakorlatot és az egyes szerzők konkrét hozzájárulásával kapcsolatos információk nyújtását.
9. Akár egy folyóirat nyílt hozzáférésű, akár előfizetés-alapú, távolítsa el a referencia listák összes újrafelhasználási korlátozását a kutatási cikkekben, és tegye elérhetővé őket a Creative Commons Public Domain Dedication alatt [10].
10. Távolítsa el vagy csökkentse a kutatási cikkekben szereplő hivatkozások számára vonatkozó korlátozásokat, és adott esetben biztasson az elsődleges szakirodalom idézésére a kritikák mellett, annak érdekében, hogy hitelt adjon ama csoport(ok)nak, amely(ek) először számoltak be valamiről.

Ajánlás a mutatókat szolgáltató szervezeteknek

11. Legyen nyitott és átlátható az összes mutató kiszámításához használt adatok és módszerek megadásával.

12. Provide the data under a licence that allows unrestricted reuse, and provide computational access to data, where possible.
13. Be clear that inappropriate manipulation of metrics will not be tolerated; be explicit about what constitutes inappropriate manipulation and what measures will be taken to combat this.
14. Account for the variation in article types (e.g., reviews versus research articles), and in different subject areas when metrics are used, aggregated, or compared.
12. Adja meg az adatokat olyan licenc alapján, amely korlátlan újrafelhasználást tesz lehetővé, és ahol lehetséges, számítási hozzáférést biztosít az adatokhoz.
13. Legyen egyértelmű, hogy a mutatók nem megfelelő manipulálását nem fogják tolerálni; világosan szóljon arról, hogy mi minősül helytelen manipulációnak, és milyen intézkedéseket fognak tenni ennek leküzdésére.
14. Vegye figyelembe a cikktípusok (pl. összefoglaló cikkek versus kutatási cikkek) eltéréseit, és a különböző tantárgyi területeken, ha mutatókat használnak, összesítenek vagy összehasonlítanak.

For researchers

15. When involved in committees making decisions about funding, hiring, tenure, or promotion, make assessments based on scientific content rather than publication metrics.
16. Wherever appropriate, cite primary literature in which observations are first reported rather than reviews in order to give credit where credit is due.
17. Use a range of article metrics and indicators on personal/supporting statements, as evidence of the impact of individual published articles and other research outputs [11].
18. Challenge research assessment practices that rely inappropriately on Journal Impact Factors and promote and teach best practice that focuses on the value and influence of specific research outputs.

Ajánlás a kutatóknak

15. Ha részt vesz a bizottságokban a finanszírozással, az alkalmazással, a megbízással vagy az előléptetéssel kapcsolatos döntések meghozatalában, akkor a tudományos tartalom, és nem a publikációs mutatók alapján végezzen értékeléseket.
16. Adott esetben idézze az elsődleges szakirodalmat, amelyben először a megfigyelésekről számolnak be, nem pedig a felülvizsgálatokról, hogy hitelt adjanak ott, ahol a hitel esedékes.
17. Használjon különféle cikkmutatókat és mutatókat a személyes / alátámasztó állításokra, az egyes megjelent cikkek és más kutatási eredmények hatásának bizonyítékeként [11].
18. Tiltakozzon azon kutatásértékelési gyakorlatok ellen, amelyek nem megfelelően támaszkodnak a Journal Impact Factorra, s egyben mozdítsa elő és tanítsa azt a helyes gyakorlatot, amely a konkrét kutatási eredmények értékére és hatására összpontosít.

References [Az SFDORA eredeti hivatkozásjegyzéke]

- [1] Adler, R., Ewing, J., and Taylor, P. (2008) Citation statistics. A report from the International Mathematical Union. www.mathunion.org/publications/report/citationstatistics
- [2] Seglen, P.O. (1997) Why the impact factor of journals should not be used for evaluating research. *BMJ* 314, 498–502.
- [3] Editorial (2005). Not so deep impact. *Nature* 435, 1003–1004.
- [4] Vancly, J.K. (2012) Impact Factor: Outdated artefact or stepping-stone to journal certification. *Scientometric* 92, 211–238.
- [5] The PLoS Medicine Editors (2006). The impact factor game. *PLoS Med* 3(6): e291 doi:10.1371/journal.pmed.0030291.
- [6] Rossner, M., Van Epps, H., Hill, E. (2007). Show me the data. *J. Cell Biol.* 179, 1091–1092.
- [7] Rossner M., Van Epps H., and Hill E. (2008). Irreproducible results: A response to Thomson Scientific. *J. Cell Biol.* 180, 254–255.
- [8] <http://www.eigenfactor.org/>
- [9] <http://www.scimagojr.com/>
- [10] <http://opencitations.wordpress.com/2013/01/03/open-letter-to-publishers>
- [11] <http://altmetrics.org/tools/>

Jó ütemben halad a munka a Paks II. projektben

Továbbra is a nukleáris energia a hazai villamosenergia-termelés bástyája: az atomerőmű tízszer annyi áramot termelt, mint az immár hasonló beépített kapacitással rendelkező naperőművek. A Paks II. projektcélja, hogy ez a kiszámíthatóság és biztonság, az olcsó áram hosszú távon biztosított legyen a magyar lakosság és ipar számára. A jelenleg üzemelőket kiváltó két új paksi blokk létesítésével kapcsolatos munka jó ütemben halad.

Az elmúlt év is igazolta, hogy Magyarország adottságai mellett az atomenergia garantálhatja hosszú távon a folyamatosan rendelkezésre álló, klímabarát, megfizethető árú áramot. –Ha olcsón, biztonságosan, időjárástól függetlenül akarunk villamos energiát biztosítani a magyar fogyasztóknak, akkor hosszú távon támaszkodnunk kell az atomenergiára (is) – fogalmazott Süli János miniszter.

–A járvány ellenére végre tudtuk hajtani a feladatainkat. A létesítési engedély iránti kérelemhez szükséges dokumentációval elkészültünk, megkaptuk a Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal villamosipari létesítési engedélyét. Ez leegyszerűsítve azt jelenti, hogy, ha felépülnek az új blokkok, 2400 megawattal „felcsatlakozhatunk” a hálózatra, mert a megtermelt áram a magyar rendszerbe beilleszthető. A telephely-, illetve környezetvédelmi engedélyt már korábban megszerezte a projekt – foglalta össze a miniszter.

Elmondta, hogy a létesítési engedélyt ősze várják, rövidesen tehát elkezdődik a kiviteli tervezés fázisa, amikor minden csavarnak, szerelvénynek és vezetéknek meghatározzák a helyét, készül a hosszú gyártási idejű berendezések, így a reaktortartály, a főkeringtető szivattyú, valamint az új blokkok egyes építményeinek engedélyezési dokumentációja, és ezzel párhuzamosan zajlik az építési-szerelési bázis felépítése. – Előrehaladott állapotban vannak az Erőmű-beruházási Központ kivitelezési munkálatai és több, a blokkok építéséhez, szereléséhez szükséges épület megkapta az Országos Atomenergia Hivatal építési engedélyét, számos közülük már a kivitelezés különböző fázisában van. A talajelőkészítés, azaz a munkagödör mélyítése, talajmegerősítés és résfalazás is rövidesen kezdődik, azaz munka van bőven. Biztatok mindenkit, hogy keresse a bekapcsolódási lehetőségeit a projektbe – húzta alá Süli János.



Minden okunk megvan arra, hogy elégedettek legyünk, jó ütemben halad a munka.





CSATLAKOZZ TE IS A PAKS II. ZRT. CSAPATÁHOZ!

AMT KÍNÁLUNK:

- Magyarország legnagyobb energetikai beruházásában való aktív részvétel
- Versenyképes jövedelem és széles körű juttatási csomag
- Folyamatos szakmai fejlődés és kihívásokkal teli, felelősségteljes feladatok

JUTTATÁSOK:

- Egészségbiztosítás
- Önkéntes egészségpénztári hozzájárulás
- Cafeteria
- Önkéntes nyugdíjpénztári hozzájárulás
- Mobiltelefon
- Villamosenergia-vásárlási kedvezmény kompenzációja
- Albérlet támogatása
- Szolgálati lakás igény esetén

JELENTKEZÉS:

karrier.paks2.hu

