

A műszaki anyag, a műszaki anyagtudomány és az anyagtechnológia definíciói

Kaptay György

Miskolci Egyetem, FKNI, Nanotechnológiai Tanszék, egyetemi tanár
MTA-ME Anyagtudományi Kutatócsoport, kutatócsoport vezető
Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási KN Kft., BAY-ENG, vezető kutató, gyorgy.kaptay@bayzoltan.hu

1. Bevezetés

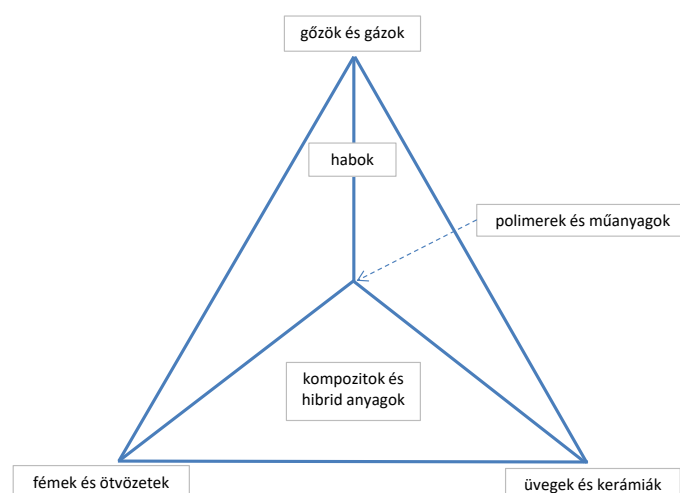
E lap főszerkesztője, Tóth László érdekes vitaindítót tett közzé a közelmúltban [1]. Ez a cikk egy lehetséges válasz a sok válasz-lehetőség közül (lásd Köszönetnyilvánítás is), építve az előzményekre [2-15]. A feladat tehát az „anyag” és az „anyagtudomány” definíció megadása [1], amit én itt a „műszaki anyag”, a „műszaki anyagtudomány” és az „anyagtechnológiák” definíciójára szűkítetek. Elsőként a definíciók közepébe vágok¹, majd következnek a „magyarázkodások” és „elhatárolódások”.

Az itt közölt definíciókat négy szimbolikus tetraéderrel teszem vizuális élménnyé (lásd 1-4. ábrák). A tetraéder az OATK (Országos Anyagtudományi Konferencia) logója [16], amely logó szabadon hagyja a résztvevők fantáziáját, szemben az itteni 1-4. ábrákkal (lásd még [9, 17], mint egyéb lehetséges megoldások ugyanarra a tetraéder témára). Másik különlegessége e magyar nyelvű cikkeknek, hogy Robert Cahn megkerülhetetlen monográfiáját [9] leszámítva csak magyar nyelvű műveket fogok hivatkozni, ezzel is hozzájárulva a magyar műszaki nyelv fejlődéséhez [18].

2. A definíciók

A **műszaki anyag** olyan élettelen és mesterséges (nem a természetben talált, hanem ember által létrehozott) anyag, amely a Föld felszínének közelében fellelhető 81, gyakorlatilag stabil (az életre nem károsan radioaktív [19]) elemből alkotott egyedi fázisok vagy változatos fázisok összességét jelenti, beleértve a fázisokon belüli, illetve a fázisokat elválasztó/összekötő határfelületeket is. Mivel ebből a 81 elemből 61 elem egynél több természetes izotóp keveréke és az izotóp-elválasztás költséges művelet, a műszaki anyagok ezt a 81 elemet általában természetes izotópösszetételükben tartalmazzák. A műszaki anyagok tartalmazhatnak szilárd kristályos, szilárd amorf, folyékony és gáz állapotú fázisokat, tetszőleges kombinációkban.

A műszaki anyagokat szerkezeti és funkcionális anyagokra szokás osztani. A szerkezeti anyagok főleg a mechanikai terhelésekkel kapcsolatos tulajdonságaik miatt hasznosak. A szerkezeti anyagokat gyakran fémes, keramikus, vagy polimer csoportokba sorolják, ideértve a hibrid anyagokat is (lásd 1. ábra).

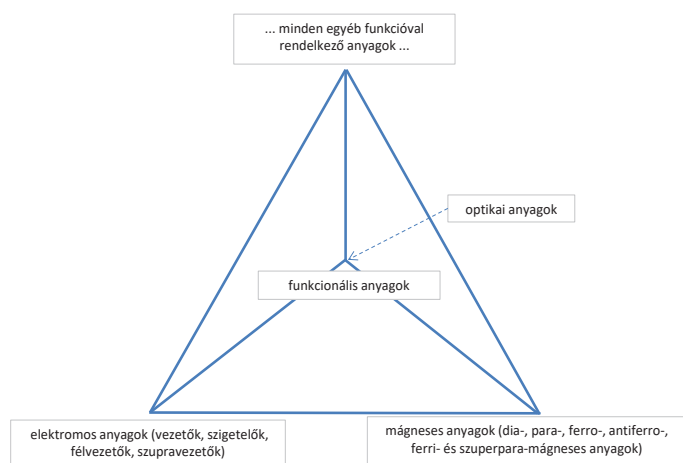


1. ábra. Egy szimbolikus tetraéder a szerkezeti anyagok definíciójához [20]. A tetraéder csúcaiban a különböző anyagcsoportok vannak feltüntetve, míg a tetraéder oldalai mentén ezen alkotók térfogathányadát mérjük. Néhány kiragadott magyar nyelvű hivatkozás a fémek és ötvözetek [21-33], az üvegek és kerámiák [34-41], a polimerek és műanyagok [42-43], a fémmátrixú kompozitok [44-52], a polimermátrixú kompozitok [53-63], a fémhabok [64-71], és a polimerhabok [72-73] témaköréből. Míg a kerámiák és polimerek részben kristályos, részben amorf állapotúra sikerülnek „véletlenül” is, az amorf fémek létrehozása igazi kihívás [74-78].

A funkcionális anyagok egyéb funkciójuknak köszönhetően hasznosak [79]. Példák a funkcionális anyagok lehetséges funkcióira: félvezető [80-81], szupravezető [82], mágneses [83-86], optikai [87-88], érzékelő [89-90], foto-voltaikus [91-92], korrózióálló [93-98], hőtároló [99-100], esztétikai [101-102], stb. (lásd 2. ábra). A funkcionális anyagok többsége (pl. a mágneses anyagok) ugyan az 1. ábra

¹ Az Olvasók többsége a háta közepére sem kívánja ezeket a definíciókat, nekik szeretnék örömet okozni ezzel a lábjegyzettel, amit egy ismeretlen őskori szerző barlangrajzából silabizáltam ki egy Miskolc környéki barlangban, amit azóta sajnos eltemetett egy kőomlás: „Az anyagtudományt legalább olyan jól ismerem, mint a feleségemet, de ez nem jelenti azt, hogy bármelyiket definiálni merném”.

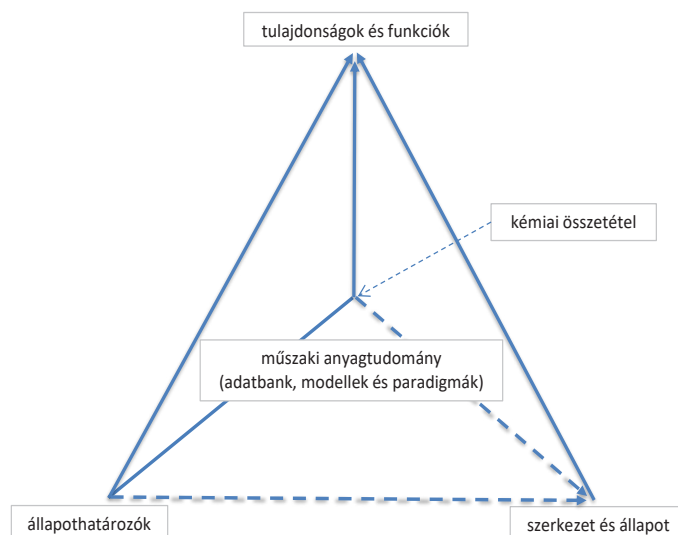
szerint is kategorizálható, de ha így tennénk, akkor pont a lényegüket (értsd: a funkciójukat) veszítanánk el, ráadásul pl. a szilícium, mint félvezető nehezen lenne beilleszthető az 1. ábrába.



2. ábra. Egy szimbolikus tetraéder a funkcionális anyagok definíciójához (minden lehetséges funkció bemutatásához egy nagyon sok szögből álló poliéderre lenne szükség, jobb híján erre utalunk a tetraéder felső csúcsában).

A **műszaki anyagtudomány** az a tudományág, aminek feladata a műszaki anyagban időben és térben végbemenő, energiaváltozással kísért folyamatok kísérleti feltárása, értelmezése és modellezése. Célja a különböző összetételű és szerkezetű anyagok kémiai összetétele, szerkezete, tulajdonságai és különböző funkciókra való alkalmassága közötti kapcsolatok kísérleti feltárása, értelmezése és modellezése az egyéb állapothatározók (hőmérséklet, nyomás, elektromos-, mágneses- és gravitációs erők) és szilárd fázisok esetén egyéb paraméterek (az anyagot érő különböző sugárzások fluxusa, a fázis kialakulását kísérő körülmények, mint pl. a hűlési sebesség, illetve a hőkezelési, alakítási és igénybevételi paraméterek) függvényében (lásd 3. ábra). A műszaki anyagtudomány tevékenységei közé tartozik a laboratóriumi eljárások fejlesztése adekvát próbadarabok előállítása céljából, laboratóriumi mérési módszerek kidolgozása és fejlesztése, kísérleti adatokat tartalmazó adatbankok gazdagítása újabb és újabb mért adatokkal, illetve különböző jellegű (atomi felbontású, kontinuummechanikai, termodinamikai, kinetikai, transzport, stb...) szimulációk futtatása és komplex modellek fejlesztése, melyek legmagasabb szintje az új paradigmák megfogalmazása.

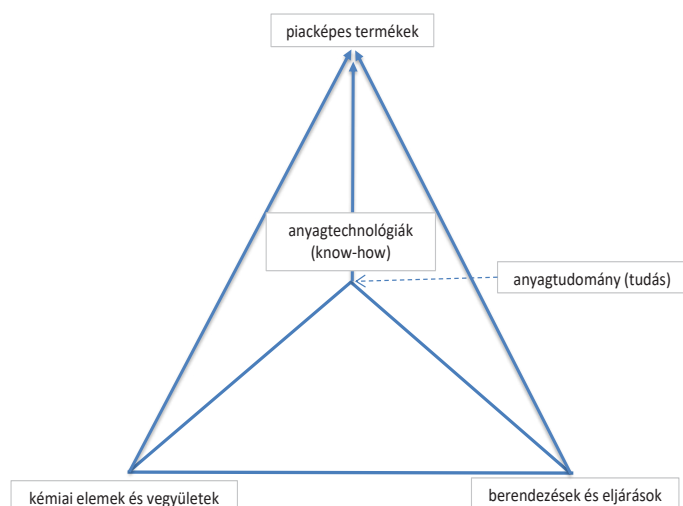
A műszaki anyagtudomány interdiszciplináris tudományág, ami mai integrált formájában az 1950-1960-as években alakult ki a kohászat, a (szilárdtest) fizika és a (fizikai) kémia határterületén [9], ezért



3. ábra. Egy szimbolikus tetraéder a műszaki anyagtudomány definíciójához, aminek célja e tetraéder kitöltése empirikus adatokkal, elméleti modellekkel és paradigmákkal. A tetraéder alsó csúcsaiban a különböző „alkotók” vannak feltüntetve, melyek a felső csúcsban feltüntetett anyagtulajdonságokat és anyagfunkciókat együttesen determinálják. A kémiai összetétel és az egyéb állapothatározók (hőmérséklet, nyomás, illetve a gravitációs-, elektromos- és mágneses erők) ugyan determinálják az egyensúlyi szerkezetet és állapotot, de a valós szilárd műszaki anyag lehet ettől eltérő szerkezetű és állapotú is a különböző sugárzások és a fázis kialakulását kísérő paraméterek, pl. az olvadékaramlások függvényében [103-104], illetve a hőkezelések [105-106], alakítások [107-114] és igénybevételek [115-121] következtében.

általában az ezekben a tudományágakban feltárt törvényszerűségeket és módszereket használja fel, de maga is hozzájárul új törvényszerűségek felismeréséhez és új módszerek megalkotásához. A műszaki anyagtudomány interdiszciplináris jellege abból a felismerésből fakad, hogy önmagában se a fizika, se a vegyészet, se a kohászat, se a kerámiatan, se a polimertan (se semmi más) nem képes megfelelő hatékonysággal sem értelmezni, sem modellezni a komplex műszaki anyagokat, nem beszélve azok optimális előállítási technológiáinak kidolgozásáról legalább laboratóriumi körülmények között. Ennek az új tudományágnak a létrejöttét a társadalmi igények is kikényszerítették, hiszen az emberiség minden, a való-világban megjelenő alkotásának színvonalát és teljesítőkéességét az adott korban rendelkezésre álló (vagy hiányzó) műszaki anyagok határozzák meg az orvostudománytól az energetikán és az elektronikán át az űriparig, és ez nem csak most van így, így volt ez az emberi civilizációk kezdete óta (lásd kőkor – rézkor - bronzkor – vaskor).

Az anyagtechnológiák olyan eljárások összessége, melyekkel reprodukálható módon, különböző léptékű ipari berendezésekben (optimális esetben gazdaságosan és fenntartható módon [122]) hozhatóak létre olyan kémiai összetételű, szerkezetű, állapotú és geometriájú műszaki anyagok, melyek önállóan, vagy más műszaki anyagokkal összeépítve a felhasználók adott igényeit kielégítő tulajdonságokkal és funkciókkal rendelkeznek és így piacképes terméké válnak (lásd 4. ábra). Míg az anyagtudomány a „miért”-ek tudománya, az anyagtechnológiák a „hogyan”-okra keresik a választ [2]. Az anyagtechnológus-fejlesztőmérnök a mindenkori műszaki anyagtudomány eredményeire alapozva hozza létre a lehető legfenntarthatóbb eljárások összességét egy adott felhasználói igény kielégítésére [123-141].



4. ábra. Egy szimbolikus tetraéder az anyagtechnológiák definíciójához. A tetraéder alsó háromszögének csúcsaiban vannak feltüntetve azok az összetevők (a hozzávaló kémiai elemek és vegyületek, a gyártó berendezések és eljárások, illetve a fent tárgyalt anyagtudományi tudás), melyekből az anyagtechnológiák (know-how) piacképes termékeket képesek létrehozni (avagy a nem-piacképes termék nem igazi termék [142-147]).

Az anyagtechnológiák napjainkban a szerkezeti anyagokból relatíve nagy tömeget gyártanak viszonylag kis fajlagos értékkel, míg a funkcionális anyagokból relatíve kis tömeget gyártanak viszonylag nagy fajlagos értékkel. A szerkezeti anyagok gyártása napjainkban tehát relatíve kis hozzáadott értéket képvisel, mivel nagytömegű szerkezeti anyagokat már évezredek – évszázadok óta sikeresen tudunk létrehozni (lásd piramisok, függőkertek,

viaduktok, hidak, templomok, várak és kastélyok, nem is beszélve pajzsokról, dárdákról és kardokról stb.). Ezzel szemben napjainkban a funkcionális anyagok gyártása viszonylag nagy hozzáadott értéket képvisel, aminek fő oka az, hogy az elektronikai és egyéb funkciókkal bíró eszközök tömeggyártása csak az elmúlt évtizedekben kezdődött el. E történelmi tények mögött tudományos okok is vannak. Addig, amíg a szerkezeti anyagok (tégla, bronz, vas stb.) 2N-es tisztasági fokkal² is elfogadhatóan működnek, addig a szilícium 2N-es tisztasági fokkal még csak ötvözőnek jó, félvezetőként azonban egyáltalán nem működik. Ahhoz, hogy a szilíciumból napelemet tudjunk gyártani, minimum 6N-es tisztaság szükséges, míg ahhoz, hogy számítógépet tudjunk gyártani belőle, minimum 10N-es tisztaság kell, és akkor még nem említettük a kristálytani hibákkal szembeni követelményeket egy szilícium félvezető kristályban.

3. Fogalmaink érvényességi köre, illetve az interdiszciplináris határok kijelölése

Az MTA-nak 11 osztálya van, azon belül kb. 100 Tudományos Bizottság. Nekünk úgy illik definiálnunk/körülhatárolnunk saját tevékenységünket (= a műszaki anyagtudományt és az anyagtechnológiát) és kutatásaink tárgyát (= a műszaki anyagot), hogy nem hatolunk be túl mélyen más Tudományos Bizottságok felségterületére. Azt azonban érdemes kijelölni, hogy hol vannak az interdiszciplináris területek a különböző társtudományokkal.

A műszaki anyagtudomány a műszaki anyagok szerkezetével és annak komplex tulajdonságaival foglalkozik a 0,1 nm-től, azaz az atomi szinttől felfelé, de jellemzően nem foglalkozik az atomokat alkotó elemi részecskével. Ha azonban a műszaki anyagot elemi részecskék (elektronok, protonok, neutronok, ionok, atommagok stb.) árama, vagy elektromágneses sugárzás éri és annak érzékelhető hatása van a műszaki anyag szerkezetére és tulajdonságaira az atomos szint feletti mérettartományban is, akkor a műszaki anyagtudomány e kölcsönhatásokkal is foglalkozik, jellemzően az adott területet művelő szakemberekkel (pl. részecske- lézer- és kvantum-fizikusokkal) való együttműködésben [148-157]. A műszaki anyagtudomány fejlődését segíthetik a kvantumkémia és számítógépes kémia modelljei [158], ezekkel a kérdésekkel jellemzően a vegyészekkel együttműködésben

² Az XN-es tisztasági fok X db 9-essel (N=nine) fejezhető ki a tisztaság %-os értékében, tehát a 2N-es anyag 99% tisztaságú, a 4N-es pedig 99,99% tisztaságú.

foglalkozunk. Ezen túl a **vegyészmérnökökkel** is együttműködünk [159-160], főleg kémiai anyagok technológiájának fejlesztésében vagy hulladékok ártalmatlanításában. A **kémiai metallurgia** szintén a műszaki anyagtudomány – anyagtechnológiák természetes szövetségese, hiszen a metallurgusok állítják elő fémes alapanyagainkat primer [161-164] vagy szekunder [165-168] nyersanyagokból.

A műszaki anyagtudomány jellemzően az anyaggyártó iparban gyakorlatilag elérhető legnagyobb mérethatárig (dimenzióként maximum 100 m nagyságrend) foglalkozik a műszaki anyagokkal. A műszaki anyagtudomány által felhalmozott tudás azonban hasznos lehet az ennél sokkal nagyobbra épített mérnöki konstrukciók esetében is, vagy akár az építetek/csillagközi tér analízisében; ezekkel a kérdésekkel az adott területen dolgozó mérnökökkel és természettudósokkal (**gépész-, építés-, és építőmérnökökkel**, illetve **geofizikusokkal vagy csillagászokkal**) együttműködve foglalkozunk. Itt érdemes megjegyezni, hogy az „**úr-anyagtudomány**”, mint úrkörülmények között érvényes anyagtudomány alatt még mindig csak a 0,1 nm és a 100 m közötti nagyságrendeket értjük [169-173].

A műszaki anyagtudomány az élettelen és mesterséges anyag a fent említett 0,1 nm...100 m mérettartomány 12 nagyságrendjét fogja át. Ezen belül az alsó 3 nagyságrend (0,1...100 nm) az ún. nano-anyagok világa [174-189], melyek definíciója: a **nano-anyag** olyan anyag, amiben van legalább egy **nano-fázis**, azaz legalább egy olyan fázis, aminek legalább az egyik dimenziója 100 nm alatti. Mindebből az atomi méret ismeretében (0,1 nm-es nagyságrend) az következik, hogy a nano-fázisokban a határfelületi atomok részaránya mérnöki szinten is szignifikáns, azaz 0,1% feletti. Összekombinálva ezt azzal, hogy a fázisok belsejében lévő térfogati atomoknak és a fázisok határfelületén lévő atomoknak különbözőek a lokális tulajdonságai, megállapíthatjuk, hogy a nano-fázisok (és ezért a nano-anyagok) összes tulajdonsága méretfüggő lesz. Konkrétabban a tulajdonságok a nano-fázisok fajlagos felületével arányosak. A fenti méretfüggés gyakorlatilag megszűnik a csak olyan fázisokat tartalmazó anyagokban, melyek minden

dimenziójukban 100 nm-nél nagyobbak. Ezért van az, hogy a 12 nagyságrendet átfogó „műszaki anyag” definíció felső 9 nagyságrendjében a tulajdonságok méretfüggése szinte ismeretlen fogalom³. Itt érdemes megjegyezni, hogy **nano-technológiai** módszerekkel jellemzően funkcionális (kis tömegű) anyagokat/szerkezeteket hozunk létre (pl. integrált áramköröket, vagy nano-mágneses eszközöket), de várhatóan a nano-szerkezetű, de nagy térfogatú anyagok (pl. nano-kompozitok) idővel a szerkezeti anyagok piacát is forradalmasítani fogják.

A műszaki anyagtudomány az élettelen műszaki anyagok szerkezetével és tulajdonságaival foglalkozik mind a tömbi fázisok, mind az azokat elválasztó/összekötő határfelületek szintjén. Van azonban olyan esetek, amikor az élő és élettelen anyagok kapcsolatba kerülnek egymással oly módon, hogy az befolyásolja az élettelen műszaki anyagok funkcióját, vagy megváltoztatja azok szerkezetét és tulajdonságait (pl. az implantátum/élő szövet határfelületeken, vagy baktériumok okozta fémkorrózió esetén). Ekkor jellemzően **biológusokkal** és **orvosokkal** működünk együtt [191-198].

A műszaki anyagtudomány/anyagtechnológia általában piacon elérhető mérőeszközöket/gyártóberendezéseket vásárol és használ a műszaki anyagok vizsgálatára [199] vagy előállítására, de speciális igényekre önmaga is fejleszt/létrehoz új mérőberendezéseket/gyártóberendezéseket, jellemzően **gépész, villamosmérnök** és **informatikus** kollégákkal való együttműködésben [200-202].

Az anyagtechnológiák ugyan elvileg a műszaki anyagtudomány által feltárt törvényszerűségekre építenek, de mivel az anyagtudomány fejlődése általában elmarad az anyagtechnológia igényeitől⁴, így az anyagtechnológiák különböző célú optimalizálása során (pl. költség-, energia-, anyag-minimalizálás stb.), hasznos a szimulációs szoftverek és a mesterséges intelligencia használata is [203-206], amit **informatikusokkal** való együttműködésben végzünk. Az anyagtechnológiákban fokozatosan terjed az ipari számítógépes folyamattámogatás [207] és az ipari robotok használata, ezek beállításához és működtetéséhez **robotikai** és **mechatronikai** szakemberekkel működünk együtt.

³ Mint szinte minden általánosnak szánt kijelentés, ez sem teljesen igaz. Amikor ugyanis a statisztikának is hatása van a történésekre és tulajdonságokra, akkor e történések kisebb valószínűséggel (értsd: később) következnek be kis térfogatú anyagokban, mint nagy térfogatú anyagokban, és itt nemcsak a nano-tartományról van szó. Egyik példa erre a csíráképződés, illetve az azt megelőző túlhűlés elérhető mértéke (kis térfogatokban nagyobb túlhűlés érhető el, mint nagy térfogatokban). Másik példa a törési szívósság értelmezésére alkalmazott „leggyengébb láncszem” statisztikai elmélet, aminek lényege, hogy a nagyobb térfogatú anyagokban nagyobb a valószínűsége törések megjelenésének (részletesebben lásd [190]).

⁴ Elméleti anyagtudósként egy ideig szégyelltem magam emiatt anyagtechnológus barátaim előtt, pedig nem kellett volna. Ez ugyanis csak azért van így, mert minden elméleti anyagtudósra nagyon sok anyagtechnológus, vagy „csak” kísérletekkel foglalkozó anyagtudós jut, így nem csoda, hogy az elméleti eredmények csak kullogni látszanak a témék kísérleti eredmény mögött.

A műszaki anyagtudomány jellemzően a gyárta- ni tervezett, gyártási fázisban lévő, használatban lévő, vagy az éppen meghibásodott műszaki anya- gok vizsgálatával és adott funkcióra való alkal- masságának elemzésével foglalkozik. A műszaki anyagtudomány által felhalmozott tudás azonban hasznos lehet a régmúltban készített/használt anya- gok/technológiák analizisében is; ezekben a kér- désekben jellemzően **régészekkel, történészek- kel és muzeológusokkal** való együttműködésben foglalkozunk [208-217]. Az **archeometria** és **archeo-metallurgia** (picit tágítva a kört nevezhet- nénk akár **archeo-anyagtudománynak** is, és így már nemcsak az archeo-fémeszközöket, hanem az archeo-cserepeket is magába foglalná) ékes példája az interdiszciplináris együttműködésnek, hiszen itt az anyagtudomány humán tudományo- kat szolgál ugyan, ugyanakkor a régészet eredmé- nyei is integrálhatóak az anyagtechnológiák fejlő- désével kapcsolatos ismeretanyagunkba, avagy „a jövőnk a múltunkban gyökerezik”. Persze nem fel- tétlenül szükséges ahhoz archeo-tudósnak lenni, hogy egy anyagtudós bölcsészekkel is együtt dolgozzon [218].

Köszönetnyilvánítás

Ez az összefoglaló Verő Balázs és Gácsai Zoltán kezdeményezésére született, az MTA ATTB (Anyagtudományi és Technológiai Tudományos Bizottság) tagjainak 2020. szeptember-október havi elektronikus levelezéséből. Eredeti saját definícióim sokat finomodtak a következő kollégák hozzászólá- sai alapján (a nevek ABC-sorrendben), amit nagyon köszönök: Bársony István, Beke Dezső, Buza Gábor, Csanády Andrásné Ágnes, Dobránszky János, Gácsai Zoltán, Gyulai József, Réger Mihály, Tóth László, Trampus Péter, Verő Balázs. Ezek a kollégák lehetnek volna az írás társszerzői is, de az én definí- cióimmal Ők teljes egészében nem tudtak azonosul- ni. Ráadásul, ha társszerzőkként tüntetném fel Őket, akkor megfosztanám Őket attól a lehetőségtől, hogy ebben a szakmai vitában saját nevükben is megnyi- latkozzanak. Ezen túl a Szerző köszönettel tartozik Bárczy Pálnak, Baumli Péternek, Benke Mártonnak, Török Bélának és Viskolcz Bélának, akikkel szintén jókat beszélgetett és sokat tanult a témáról⁵.

Irodalomjegyzék

- [1] Tóth László. „Anyag” - „Anyagtudomány” definíciója - Vitaindító közlemény. Anyagvizsgálók Lapja, (2020: II-III), 91-95.
- [2] Prohászka János. Anyagtudomány, anyagtechnológia, anyagtulajdonságok. Műszaki Tudomány, 56 (1978) 270-293.
- [3] Gyulai József. Az anyagtudomány apoteózisa. Fizikai Szemle 46 (1996) 264.
- [4] Verő Balázs. Anyagtudomány és anyagtechnológia Magyarországon. Magyar Tudomány (1996: 9) 1114-1128.
- [5] Káldor Mihály, Verő Balázs. Van-e anyagtudomány, és ha van, akkor mi az? BKL Kohászat, 130 (1997: 1) 29-34
- [6] Roósz András. Példák anyagtudományi modellezésre. BKL Kohászat 130 (1997: 5) 374-378.
- [7] Verő Balázs. Elnöki megnyitó az 1. magyar anyagtudományi és anyaginformatikai konferencián. BKL Kohászat 130 (1997: 10-12) 335
- [8] Prohászka János, Tóth László. Anyagtudomány, mint műszaki tudomány. BKL Kohászat, 130 (1997:10-12) 336-342
- [9] Robert W. Cahn. The Coming of Materials Science. Pergamon Materials Series, Pergamon, Amsterdam (2001) 568 pp.
- [10] Gyulai József. A fizika-kémia átlényegülése: a műszaki anyagtudomány. Magyar Tudomány 50 (2005: 5) 552-560.
- [11] Gyulai József. Egyesült anyagtudomány. Fizikai Szemle 57 (2007) 296-299.
- [12] Kaptay György, Z. Benkő Mária, Tóth Levente, Roósz András. Anyag- és Kohómérnöki Kar - 2000. BKL Kohászat 133 (2000: 6-7) 221-229.
- [13] Gyulai József. Anyagtudomány és anyagmérnökség – ennek néhány egyedi vonása a kelet-közép-európai térség (KKE) országaiban. Acta Mater Transyl 1 (2018: 1) 5-11.
- [14] Kolozsvári Zoltán. Az anyagtudomány és a negyedik ipari forradalom összefüggései. Acta Mater Transyl 2 (2019: 1) 1-6.
- [15] Bárczy Pál. Anyagtechnológiától anyagtudományig és vissza. BKL Kohászat 153 (2020: 1) 30-34.
- [16] Verő Balázs, Zsámbok Dénes. Országos Anyagtudományi Konferenciasorozat 1997-2015 Jubileumi kiadvány. Az OATK története, Anyagok Világa (2016) 12-22.
- [17] Trampus Péter, Verő Balázs. A nagy teljesítőképességű szerkezeti anyagok kutatása projekt elemeinek belső koherenciája, In: A jelen tudománya – a jövő gyakorlata (Ladányi G., Trampus P.), Dunakavics Könyvek 4., Új Mandátum Könyvkiadó, Budapest (2014) 9-19.
- [18] Dobránszky János, Verő Balázs. Felejtjük már el végre szegény saválló acélokat. BKL Kohászat 152 (2019: 2) 1-2.

⁵ Szerző azt nem tudja felmérni, hogy van-e e hazában bárki, kinek hasznos e cikk, de egy dolog biztos: a szerző maga sokat tanult a cikk írása és a hivatkozások összegyűjtése során.

- [19] Kaptay György. Kémiai elemek a kohászat szolgálatában és azon túl. BKL Kohászat 153 (2020: 5-6) 36-41.
- [20] Kaptay György. Mi van a tetraéder csúcaiban? BKL Kohászat, 132 (1999) 420.
- [21] Marcalek Péter. Nagy szilárdságú alumínium-ötvözetek a gépjárműipar számára. BKL Kohászat 151 (2018: 1) 18-20.
- [22] Kovács Jenő, Roósz András, Gács Zoltán. Kristályosított alumínium-réz ötvözetek mikroszerkezetének kvantitatív jellemzése. BKL Kohászat 134 (2001: 3) 85-88.
- [23] Roósz András, Rontó Viktória. A dendrites szerkezet kialakulása és változása szilárd oldatokban kristályosodás közben. BKL Kohászat 134 (2001: 7) 93-99.
- [24] Dezső András, Kaptay György. Rézforrasztásra használt ón-ezüst-réz rendszer egyensúlyi vizsgálata. BKL Kohászat 147 (2014: 2) 2-6.
- [25] Rontó Viktória, Tranta Ferenc, Svéda Mária, Roósz András. Hozzáadott cink hatása az Sn-Bi forrasztóvíz szerkezetére és kristályosodási tulajdonságaira. BKL Kohászat 148 (2015: 3) 33-38.
- [26] Bárdos András, Walczér Csaba. Rézrotor nagy hatásfokú villamos motorokhoz. BKL Kohászat 151 (2018: 2) 13-17.
- [27] Mekler Cs., Baranyai V., Dezső A., Trampus P., Kresz N., Kaptay G. A szemcsehatár energia, a szemcsehatár-szegregáció és a szemcsehatár-átalakulás modellezése többkomponensű ötvözetekben. BKL Kohászat 148 (2015: 3) 43-49.
- [28] Bubenkó Marianna, Fegyverneki György, Tokár Monika. Al-Si olvadék zárványtartalmának csökkentésére irányuló vizsgálatok. BKL Kohászat 151 (2018: 2) 18-22.
- [29] Szurdán Szabolcs, Medgyes Bálint, Mende Tamás. Mangánnal és bizmutterrel mikro-ötvözött ólommentes ónforrasztó ötvözetek fejlesztése az elektronikai ipar számára. BKL Kohászat 151 (2018: 2) 23-26.
- [30] Veres Zsolt, Rónaföldi Arnold, Nagy Csaba, Roósz András. Mágneses keverés hatására kialakuló periodikusan változó rúdávolság Al-Al₃Ni eutektikumban. BKL Kohászat 151 (2018: 2) 36-39.
- [31] Lukács Sándor. Ecobrass – forgácsolható sárgarezek ólommentes alternatívája. BKL Kohászat 152 (2019: 2) 21-23.
- [32] Szalva Péter, Orbulov Imre Norbert. A vákuumos kilevegőzés hatása a nyomásos alumíniumöntvények mechanikai tulajdonságaira. BKL Kohászat 152 (2019: 5-6) 9-14.
- [33] Pázmán Judit, Fehér Jánosné, Gonda Viktor, Sánta Edit, Orsolya, Verő Balázs. Az Al₅182 ötvözet teljesítőképességének meghatározás. BKL Kohászat 153 (2020: 3) 41-47.
- [34] Kristófné Makó Éva, Juhász Andor Zoltán. A dolomit kristályszerkezetének átalakulásai. Építőanyag 43 (1991: 5) 181-185.
- [35] Kaptay György, Deviatkin Szergej V., Berecz Endre, Shapoval Viktor I. Átmeneti fémboridok elektrokémiai szintézise sóoldatokból. Gépgyártástechnológia XXXI (1991: 10) 445-446.
- [36] Korim Tamás, Kotsis Leventéné Ildikó. Diopszid bázisú szintestek előállítás. Építőanyag 44 (1992: 5) 82-86.
- [37] Gömze A. László, Kovács Ákos. Aszfaltkeverékek reológiai tulajdonságainak vizsgálata. Építőanyag 57 (2005: 2) 34-38.
- [38] Laczkó László, Eniszné-Bódogh Margit. Volfrám-karbid/kobalt bázisú keményfémek II. A volfrám-karbid por előállításának gázfázisú és fémolvasztásos módszere. Építőanyag 60 (2008: 1) 3-7.
- [39] Furkó Mónika, Balázi Katalin, Balázi Csaba. Amerikai és európai perspektívák a kerámiák és üvegek ipari alkalmazásaira. Anyagok Világa 14 (2017: 1) 21 pp.
- [40] Bitay Enikő, Kacsó Irén, Veress Erzsébet. Urán-oxid-tartalmú üvegek kémiai stabilitása. Acta Mater Transyl 1 (2018: 1) 12-18.
- [41] Balázi Csaba, Furkó Mónika, Szira Fruzsina, Balázi Katalin. Műszaki kerámiák kutatása és ipari alkalmazásai: átlátszó AION kerámiaanyagok előállítási módszerei és tulajdonságai. Acta Mater Transyl 2 (2019: 1) 7-12.
- [42] Gergely Attila, Kántor József, Bitay Enikő, Biró Domokos. Polimerszálak előállítása PET-palackból elektrosztatikus szálképzéssel. Acta Mater Transyl 2 (2019: 1) 19-26.
- [43] Tomina Márton, Szabó Ferenc. Fröccsöntés szimulációs szoftver vetemedésszámítási algoritmusainak pontosítása. Polimerek, 5 (2019) 424-428.
- [44] Kaptay György. Fémmátrixú kompozitok előállításának határfelületi aspektusai. I. rész. A határfelületi kritériumok levezetése. BKL Kohászat, 130 (1997: 5-6) 201-208 és 130 (1997: 8-9) 311-314.
- [45] Kaptay György, Bolyán László. Fémmátrixú kompozitok előállításának határfelületi aspektusai. II. rész. Határfelületi energiák adatbankja. BKL Kohászat, 131 (1998: 5-6) 179-185 és 131 (1998: 9-10) 305-314.
- [46] Baumli Péter, Sytchev Jaroszláv, Kaptay György. SiC és Al₂O₃ kerámiaszemcsék felületkezelése új kompozitanyagok fejlesztése céljából. BKL Kohászat 139 (2006: 3) 47-50.
- [47] Orbulov Imre Norbert, Kientzl Imre, Németh Árpád. Fémhabok és kompozitok előállítása infiltrációs eljárással. BKL Kohászat 140 (2007: 6) 41-46.
- [48] Májlinger Kornél, Orbulov Imre Norbert. Fémmátrixú kerámia kompozitok mikroszerkezeti tulajdonságai. BKL Kohászat 145 (2012: 5) 53-57.
- [49] Baumli Péter. SiC szemcsékkel erősített alumínium mátrixú kompozit előállítása. Anyagmérnöki Tudományok 37 (2012: 1) 7-14.
- [50] Károly Zoltán, Balázi Csaba, Balázi Katalin, Gergely Gréta, Petrik Attila, Lábár János. Alumínium mátrixú kompozitok előállítása szikrakisüléses szinterelési technikával BKL Kohászat 147 (2014: 1) 20-24.
- [51] Somlyai-Sipos L., Baumli P., Kaptay G., Bálint P., Dezső

- A., Simon A., Gácsi Z., A. Lekatou, T. Sfikas, A. Karantzalís. Volfrám-karbid szemcsékkel erősített alumínium mátrixú kompozit fejlesztése. *BKL Kohászat* 148 (2015: 2) 34-39.
- [52] Dobránszky János, Bitay Enikő. Új módszer a kompoziterősítő kerámiaszálak áthúzóhatóságának meghatározására. *Acta Mater Transyl* 1 (2018: 1) 19-25.
- [53] Hargitai Hajnalka, Czvikovszky Tibor, Rácz Ilona, Gaál János. Textilipari hulladékrostokkal erősített polimerkompozit rendszerek. *Műanyag és Gumi*, 35 (1998) 215-220.
- [54] Hargitai Hajnalka, Rácz Ilona. Természetes szálakkal erősített termoplasztikus polimerek I-III. *Műanyag és Gumi* 37 (2000), 201-206, 249-254 és 287-292.
- [55] Szébényi Gábor, Tóth Levente Ferenc. Szénszál/szénnanocsó/szénnanoszál erősítésű hibrid kompozitok hő- és elektromos vezetőképességének vizsgálata. *Műanyagipari Szemle*, 12 (2015) 87-96.
- [56] Nagy Dorottya, Ádámné Major Andrea, Bata Attila. Polipropilén alapú szén nanocsó kompozitok termikus és folyási tulajdonságai. *Gradus* 2 (2015: 2) 182-189
- [57] Bódi Szabolcs, Belina Károly, Babcsán Norbert. Alumíniumhab magú, szálerősített polimer mátrixú szendvicsszerkezet vizsgálata statikus és dinamikus igénybevételek esetén. *Gradus* 3 (2016: 2) 137-142.
- [58] Ráthy Istvánné, Pinke Péter, Huszák Csenge. Polipropilén mátrixú fröccsöntött kompozitok mechanikai vizsgálatai. *Acta Mater Transyl* 1 (2018: 2) 105-109.
- [59] Vermes Brunó, Czigány Tibor. Kompozitok alakváltásának lehetőségei. *Gép*, 69 (2018) 51-54.
- [60] Horváth Richárd, Stadler Róbert Gábor, Andrásfalvy Kristóf. Szénszállal erősített műanyag marásának vizsgálata. *Acta Mater Transyl* 2 (2019: 2) 99-104.
- [61] Hegedűs Gergely, Czigány Tibor. Polimer kompozitok állapotelemzése üveg fényvezető szállal és távközlési eszközökkel. *Acta Mater Transyl* 3 (2020: 1) 1-9.
- [62] Tábi Tamás, Csézi Gergely, Kovács Norbert Krisztián. 3D nyomtatott biokompozit vázszerkezetű fröccsöntött termékek vizsgálata. *Polimerek*, 6 (2020) 1042-1046.
- [63] Vermes Brunó, Czigány Tibor. Alakváltó kompozitok tervezése és gyártása autoklávval. *Polimerek*, 6 (2020) 895-899.
- [64] Kelemen Katalin, Kaptay György, Borsik Ákos. Fémhabok – a gépészeti anyagtervezés potenciális szerkezeti anyagai. *Gép*, 50 (1999: 11) 58-61.
- [65] Babcsán Norbert, Bárczy Pál. Alumíniumhabok, *BKL Kohászat* 136 (2003: 2) 98-100.
- [66] Májlinger Kornél, Orbulov Imre Norbert. Hibrid szintaktikus fémhabok szilárdsági jellemzői. *BKL Kohászat* 147 (2014: 6) 29-34.
- [67] Katona Bálint, Orbulov Imre Norbert. Kerámiagömbhéjakkal töltött szintaktikus fémhabok kvázistatikus és nagy alakváltozási sebességű nyomóvizsgálata. *BKL Kohászat* 149 (2016: 6) 30-35.
- [68] Kiss Norbert, Hareancz Ferenc, Weltsch Zoltán. Alumíniumhab hegesztésének sajátosságai. *Gradus* 6 (2019: 1) 117-126.
- [69] Orbulov Imre Norbert: Szintaktikus fémhabok gyártása és vizsgálata – szakirodalmi összefoglaló, *Anyagvizsgálók Lapja*. 2 (2019) 1-18.
- [70] Garai Flórián, Hareancz Ferenc, Weltsch Zoltán. Habosított alumíniummal erősített vékonyfalú cső fejlesztése. *Gradus* 6 (2019: 1) 127-134.
- [71] Leveles Borbála, Kemény Alexandra, Orbulov Imre Norbert. Alumínium mátrixú bimodális fémhabok gyártása és vizsgálata. *BKL Kohászat* 153 (2020: 5) 54-58.
- [72] Vadas D., Bocz K., Igricz T., Tábi T., Szabó B., Marosi Gy. Égégátolt politejsav habok előállítására szuperkritikus széndioxid segítségével extrúzióval. *Polimerek* 3 (2017) 156-160.
- [73] Tomín Márton, Kmetty Ákos. Polimer habok és azok sportolási célú alkalmazása. *Polimerek*, 5 (2019) 460-464.
- [74] Bárdos András, Buza Gábor, Lovas Antal, Varga Lajos. Reprodukálhatóan gyártható, nagy üvegteljesítményű hajlamú üvegfémek. *BKL Kohászat* 138 (2005: 3) 23-28.
- [75] Janovszky Dóra, Roósz András. Amorf fémek. *BKL Kohászat* 140 (2007: 3) 41-45.
- [76] Tomolya Kinga, Janovszky Dóra, Svéda Mária, Roósz András. Amorf ötvözetek előállításának lehetőségei az MTA-ME Anyagtudományi Kutatócsoportban. *BKL Kohászat* 145 (2012: 3) 48-54.
- [77] Szabó Attila, Sánta Róbert, Lovas Antal, Novák László. A FINEMET-ötvözet tulajdonságváltozásának vizsgálata hagyományos, impulzusos és mechanikai feszültség alatt végzett hőkezelést követően. *Acta Mater Transyl* 3 (2020: 1) 43-49.
- [78] Szabó Attila, Balla Sándor, Lovas Antal. A gyorsított és hidrogénoldódás okozta makroszkópos feszültség szerepe néhány vasalapú fémüveg tulajdonságaiban. *BKL Kohászat* 151 (2020: 1) 41-44.
- [79] Gyulai József. Funkcionális anyagok - 2000. *BKL Kohászat* 130 (1997: 10-12) 360-364.
- [80] Gyulai József. Kristályok, ötvözetek, félvezetők. *Természettudományi Közlöny* XCI (1960: 3) 125.
- [81] Gyulai József, Kádár György, Tóth András. Eljárás háromdimenzióban strukturált szilícium egykristály membránok kialakítására, valamint háromdimenzióban strukturált szilícium egykristály membrán. *Magyar szabadalom* 1882/87 (1987).
- [82] Németh Dóra, Eniszné-Bódogh Margit. Y-Ba-Cu-O bázisú szupravezetőknél a ZrO₂ égetési segédeszközök alkalmazhatóságának vizsgálata. *Építőanyag* 63 (2011: 3-4) 48-51.
- [83] Nagy Melinda, Kotsis Leventéné Ildikó, Makó Éva, Vértés Attila, Klencsár Zoltán. Szilikáttudomány: CMR-(Colossal magnetoresistance) effektust mutató AB₃O szerkezetű perovszkit (Sr₂FEMoO₆) előállítására, valamint fizikai és

- kémiai tulajdonságainak vizsgálata. Építőanyag 54 (2002: 3) 70-74.
- [84] Keresztes Zoltán, Szabó Péter János. DMLS technológiával gyártott 316L orvostechnikai acél mágneses tulajdonságainak vizsgálat. BKL Kohászat 152 (2019: 5-6) 30-34.
- [85] Nagy Márton, Bán Krisztián, Fogarassy Zsolt, Berényi Richárd. Amorf és nanokristályos lágymágneses anyagok bevezethetőségének vizsgálata gépjármű elektromotorok gyártásába. BKL Kohászat 153 (2020: 1) 40-43.
- [86] Roósz András. Nagyméretű állandó mágnesek készítése lineáris motorkhoz. In: Berkő Péter, Szabó-Tóth Kinga, Patkó Gyula (szerk.) Te mit tettél hozzá? Miskolc, MAB (2018) 117-120.
- [87] Gyulai József, Hámori András. Változtatható fókusz távolságú többszörös lencse. Magyar szabadalom P0000413 (2000).
- [88] Juhász Laura, Parditka Bence, Petrik Péter, Erdélyi Zoltán, Cserhádi Csaba. Porózus arany nanorészecskék optikai tulajdonságainak kevert fém-oxidrétegekkel történő hangolása. Fizikai Szemle 789 (2020: 9) 309-313.
- [89] Vonderviszt Ferenc, Závodszy Péter, Kamondi Szabolcs, Bársony István. Receptorként alkalmazható módosított flagellinek és flagelláris filamentumok valamint eljárások előállításukra. Magyar szabadalom P0402683 (2004)
- [90] Serényi Miklós, Makai János, Bársony István, Kulinyi Sándor. Mérési elrendezés és eljárás vízfelületen megjelenő folyékony szénhidrogén-származékok detektálására. Magyar szabadalom P0800190 (2008).
- [91] Szabó József, Tóth Gergő, Kaptay György. A napelem célú szilícium előállításának kihívásai. Anyagok Világa (2015: 2) 20-32.
- [92] Kaptay György, Szabó József, Tóth Gergely Bálint. Eljárás szilícium kristályok dúsítására és elválasztására fémolvadékból szilícium tisztítására. Magyar szabadalom P1500509 (2015).
- [93] Báder Enikő, Bolyán László, Kaptay György, Báder Imre. Határfelületi energiák szerepe a kerámiák fémolvadékokban való korróziójában. Korróziós Figyelő 39 (1999: 5) 144-146.
- [94] Homonnay Z., Kuzmann E., Stichleutner S., Kristófné Makó E., Varga K., Németh Z., Szabó A., Tilky P., Schunk J., Patek G. Gőzfejlesztő hőátadó csövek korróziós állapotának tematikus vizsgálata. Magyar Kémiai Folyóirat 108 (2002) 449-454.
- [95] Varbai Balázs, Gál István, Fábíán Enikő Réka, Fazakas Éva, Májlinger Kornél. Ausztenites és duplex korrózióálló acélok vegyes kötéseinek korróziós tulajdonságai. BKL Kohászat 151 (2018: 1) 36-40.
- [96] Benke Márton, Sályi Zsolt, Rugóczy Péter. TiB2 bevonattal ellátott C45 típusú acél viselkedése nyugvó SAC309 forraszolvadéokban. BKL Kohászat 151 (2018: 3) 24-25.
- [97] Trampus P., Dobránszky J., Kerner Zs., Knisz J., Oszvald F., Palotás B., Péter L., Réger M., Verő B. Ausztenites acélcsővezeték korróziós károsodása. BKL Kohászat 152 (2019: 2) 32-37.
- [98] Török Tamás István. Acél korrózióvédelme alumínium bevonattal. BKL Kohászat 153 (2020: 3) 9-12
- [99] Kaptay György, Nagy Orsolya. Hőtároló és hőszállító anyagcsalád. Magyar szabadalom P1400621 (2014).
- [100] Baumli Péter, Kaptay György, Mátyás Máté Péter, Vaskó Gergely, Pálkovács József. Növelt hővezetésű, só alapú hőtároló anyagcsalád és eljárás előállítására. Magyar szabadalom P1500491 (2015).
- [101] Török Tamás István. Fém-oxidos bevonatok fém hordozókon: a zománckötés. BKL Kohászat 151 (2018: 5-6) 22-27.
- [102] Godzsák M., Lévai G., Vad K., Csík A., Hakl J., Kulcsár T., Kaptay G. Ipari körülmények között megvalósított színező tűzihorganyzás. BKL Kohászat 151 (2018: 2) 31-35.
- [103] Svéda Mária, Sycheva Anna, Kovács Jenő, Rónaföldi Arnold, Roósz András. Forgó mágneses mező hatása a Sn-Cd peritektikus ötvözet kristályosodására. BKL Kohászat 147 (2014: 3) 45-48.
- [104] Svéda Mária, Sycheva Anna, Kovács Jenő, Rónaföldi Arnold, Roósz András. Forgó- és haladó mágneses mező hatása az Sn-Cd peritektikus ötvözetek kristályosodására. BKL Kohászat 150 (2017: 6) 34-37.
- [105] Kárpáti Viktor, Mikó Tamás, Barkóczy Péter, Angel Dávid, Gácsi Zoltán. Nyomóvizsgálatok alkalmazása homogenizálás során bekövetkező folyamatok hatásának kimutatására alumíniumötvözetekben. BKL Kohászat 152 (2019: 3) 26-29.
- [106] Biró Martin, Nagy Erzsébet, Mertinger Valéria. Hidegalakító szerszámacél hőkezelési technológiájának optimalizálása. BKL Kohászat 153 (2020: 2) 33-37.
- [107] Béres Gábor, Danyi József, Végvári Ferenc, Tisza Miklós. Napjaink járműkarosszéria anyagai. Gradus 2 (2015: 2) 209-224.
- [108] Marosné Berkes Mária, László Noémi, Németh Alexandra Kitti. Műszaki kerámiák alkalmazása fémek kenőanyagmentes alakító eljárásainak szerszámanyagként. Mutidiszciplináris Tudományok (ME) 6 (2016: 1) 95-104.
- [109] Szűcs Máté, Krállics György, Benke Márton. Több szintű modellezés alkalmazása a szimmetrikus és az aszimmetrikus hengerlési folyamatok vizsgálatára. BKL

- Kohászat 150 (2017: 1) 30-35.
- [110] Szabó Gábor, Szűcs Máté, Mikó Tamás, Puskás Csaba. Kötött rétegek felszakadásának modellezése háromrétegű alumíniumlemezek továbbhengerlése során. BKL Kohászat 151 (2018: 2) 27-30.
- [111] Cseh Dávid, Mertinger Valéria, Lukács János. Maradó nyomó feszültség üzem közbeni stabilitása. BKL Kohászat 151 (2018: 5-6) 33-39.
- [112] Réger Mihály. Hengerelt lapostermékek középvonali dúsulása. BKL Kohászat 152 (2019: 1) 33-35.
- [113] Szalai Szabolcs, Czinege Imre, Csizmazia Ferencné. Intermetallikus fázisok hatása az alumíniumlemezek alakíthatóságára. BKL Kohászat 152 (2019: 2) 27-30.
- [114] Schweitzer Bence, Benke Márton, Hlavács Adrienn, Mertinger Valéria. Normál- és keresztben hengerelt, lágyított AW-5056 Al-lemezek füledésének becslése {h00} pólusábrák alapján. Acta Mater Transyl 3 (2020: 1) 38-42.
- [115] Rózsahegyi Péter. Szerkezeti acélok kisciklusú fárasztása növelt hőmérsékleten. Gép XLVI (1994: 12) 22-28.
- [116] Lukács J., Csomós Z., Gácsi Z., Karcagi R., Magyar A., Tomolya K. Fáradásos repedésterjedés különböző típusú kompozitokban. Anyagvizsgálók Lapja 14 (2004: 4) 122-126.
- [117] Beleznai Róbert, Szávai Szabolcs, Sárközi László, Rózsahegyi Péter, Lenkeyné Biró Gyöngyvér. Sodratok optimalizálása - elmélet és gyakorlat. Gép 58 (2007: 8-9) 23-27.
- [118] Meilinger Ákos, Lukács János. Két alumíniumötvözet lineáris dörzshegesztéssel készült kötéseinek viselkedése ismétlődő igénybevétel esetén. Gép 64 (2013: 8) 25-30.
- [119] Fekete Balázs, Trampus Péter. A reaktortartály kisciklusú termomechanikai fáradása. Anyagvizsgálók Lapja (2019: IV.) 5-29.
- [120] Dudra Judit, Erdei Réka, Tóth László. Mindennapi törésmechanika – húzott csővezetékek biztonságának megítélése. Anyagvizsgálók Lapja (2020: II-III) 5-13.
- [121] Lehofer Kornél. A folyáshatár mint anyaszerkezet-jellemző és szerepe a méretezésben. Anyagvizsgálók Lapja (2020: II-III) 14-79.
- [122] Bársony István. Fenntarthatóság – fenntartásokkal. Magyar Tudomány 181 (2020: 7) 948-967.
- [123] Gyimesi Jenő, Gyulai József, Motál György, Pásztor Endre, Zanati Tibor. Eljárás nagy elemsűrűségű uni- és bipoláris félvezető eszközök előállítására ionimplantációval. Magyar szabadalom MA-2344 (1972).
- [124] Gyimesi Jenő, Gyulai József, Méhn Márton, Motál György, Zanati Tibor. Eljárás IG-FET tranzistorok előállítására. Magyar szabadalom EE-2294 (1974).
- [125] Czigány Imre, Gyimesi Jenő, Gyulai József, Kertész Iván, Révész Péter. Eljárás aktív és passzív áramköri elemeket tartalmazó félvezető eszközök, előnyösen integrált áramkörök kialakítására. Magyar szabadalom 496/80 (1977).
- [126] Roósz András, Sólyom Jenő, Kovács Dezső. Eljárás öntött anizotróp mágnes előállítására. Magyar szabadalom 178071 (1979).
- [127] Bánki Ferenc, Gyimesi Jenő, Gyulai József, Majoros Ákos. Berendezés alkatrészek, előnyösen szilíciumlemezek atmoszférikus nyomás feletti kezelésére. Magyar szabadalom 2907/80 (1980).
- [128] Gyulai József, Királyhidi László, Krafcsik István, Riedl Péter. Eljárás és berendezés szilárd anyagok ionokkal történő besugárzására. Magyar szabadalom 1535/84 (1984).
- [129] Roósz András, Buza Gábor, Sólyom Jenő, Kálazi Zoltán. Eljárás monotektikus ötvözetből álló munkafelülettel ellátott fém munkadarabok előállítására. Magyar szabadalom 0103810 (2001).
- [130] Barna Árpád, Gyulai József, Menyhárd Miklós, Szigethy Dezső. Ionoptikai rendszer és eljárás. Magyar szabadalom P0301509 (2003).
- [131] Veres Zsolt, Roósz András. Egykristálykészítés az univerzális sokzónás kristályosítóban. BKL Kohászat (2005: 5) 41-45.
- [132] Roósz A., Tranta F., Czél Gy., Barkóczi I., Csomós J., Varga L., Güntner O. Eljárás magas hőmérsékletű sodrony alapanyag előállítására. Magyar szabadalom 0700686 (2007).
- [133] Kaptay György, Budai István. Eljárás monotektikus diszpergált fémötvözetek létrehozására. Magyar Szabadalom P08 00532 (2008).
- [134] Bárczy T., Szőke J., Zai P., Zai G., Bárczy P., Kaptay Gy., Mekler Cs., Szivovics P., Somosvári B., Pintér Z., Budai I. Berendezés és eljárás zárt cellás, alakos fémhab termékek előállítására fémhab injektorral. Magyar szabadalom P0900629 (2009).
- [135] Kaptay Gy., Mekler Cs., Stomp D., Baumli P., Budai I., Juhász Koppány L., Szabó D., Szabó J. Eljárás és berendezés karbon szálakkal erősített alumínium mátrixú kompozit huzalok előállítására. Magyar szabadalom P1300181 (2013).
- [136] Szabó Dávid, Kaptay György, Szabó József. Eljárás nyílt cellás titánhab előállítására. Magyar szabadalom P1500306 (2015).
- [137] Kaptay György, Szabó Dávid, Szabó József, Petró József Csaba, Isaák György. Átmeneti fémeket, nemfémeket és/vagy azok ötvözeit és/vagy oxidjait tartalmazó önhordós, öntisztuló, nyílt cellás fémhabok és eljárás előállításukra. Magyar szabadalom P1500403 (2015).
- [138] Gyarmati Gábor, Fegyverneki György, Tokár Monika. Az öntészeti Al-Si ötvözetek kémiai szemcsefinomítása. BKL Kohászat 151 (2018: 3) 14-19.
- [139] Sándor Balázs. Alternatív nyomásos öntészeti technológia. BKL Kohászat 151 (2018: 1) 21-23.
- [140] Portász Attila, Szabó Gábor. Innovatív kis széndioxid-kibocsátású technológiák az acél-iparban. BKL Kohászat 151 (2018: 2) 1-6.
- [141] Kárpáti Viktor, Kazup Ágota, Hegedüs Balázs, Ferenczi Tibor, Gácsi Zoltán. Alumíniumötvözetek félfolyamatos öntése

- kísérleti kristályosító berendezéssel. BKL Kohászat 152 (2019: 5-6) 22-25.
- [142] Tardy Pál, Zámbo József. Az acélipar helyzete és szerepe az EU-ban és hazánkban Hegesztéstechnika 27 (2016: 4) 39-45.
- [143] Tardy Pál. Súlyos kihívások előtt az EU és hazánk acélipara. BKL Kohászat 149 (2016: 5-6) 1-8.
- [144] Kondás Béla. Autóipari hatások a hengerelt acéltermékek európai kínálatára. BKL Kohászat 153 (2020: 1) 7-11.
- [145] Tisza Miklós. Autóipari acélszövetek fejlesztési irányzatai. BKL Kohászat 153 (2020: 2) 1-9 és 153 (2020: 3) 1-8.
- [146] Kőszegi Szilvia, Szépvölgyi János, Bereczki Péter. Új, piacképes hengerelt alumíniumtermékek technológiájának fejlesztése az Arconic-Köfém Mill Products Hungary Kft. és kiemelkedő hazai felsőoktatási K+F intézmények együttműködésében. BKL Kohászat 153 (2020: 2) 22-27.
- [147] Szombatfalvy Anna, Majoros Csaba. A Csaba Metál fejlesztési stratégiája a fenn-tartható üzleti sikerért. BKL Kohászat 153 (2020: 3) 68-70.
- [148] Svéda Mária, Kálazi Zoltán, Buza Gábor, Roósz András. Lézersugaras felületkezeléssel létrehozott monotektikus felületi rétegek geometriai jellemzői. BKL Kohászat 142 (2009: 3) 33-37.
- [149] Buza Gábor. Funkcionális felületek létrehozása lézersugárral. Acta Periodica (Educatio) 13 (2017) 15-22.
- [150] Kovács Zsolt Ferenc, Béres Gábor, Weltsch Zoltán. Autóipari DC és DP acélok lézersugaras hegeszthetőségének vizsgálata. Gradus 4 (2017: 2) 311-317.
- [151] Meszlényi György, Bitay Enikő. Az egyimpulzusos lézersugaras fúrás folyamatának elemzése. BKL Kohászat 151 (2018: 5-6) 40-44.
- [152] Berczeli Miklós, Weltsch Zoltán. Plazma- és lézersugárral felületkezelt anyagok topográfiai elemzésének lehetőségei. Gradus 6 (2019: 1) 175-184.
- [153] Juhász Gergely, Berczeli Miklós, Barna Gábor, Weltsch Zoltán. Határfelületek ragasztási tulajdonságainak változása légköri nyomású plazma felületkezelés hatására. Gradus 6 (2019: 1) 167-174.
- [154] Tajti Ferenc, Berczeli Miklós, Weltsch Zoltán. Nagyszilárdságú járműipari acél nedvesedési tulajdonságainak javítása lézersugaras felületkezeléssel. Gradus 6 (2019: 1) 142-147.
- [155] Buza Gábor, Maloveczky Anna, Filep Ádám. Gömbgrafitos öntöttvas lézersugaras felületmódosítása és a réteg belső feszültsége. BKL Kohászat 152 (2020: 3) 13-19.
- [156] Maloveczky Anna, Windisch Márk, Szabó Dávid, Buza Gábor, Ugi Dávid. Mikrooszlopok előfaragása szilícium egykristály mintán femtoszekundomos lézer segítségével. Anyagvizsgálók Lapja (2020: I) 25-27.
- [157] Windisch M., Buza G., Maloveczky A., Vida Á., Selemczy D., Dankházi Z.: Szilícium felületkezelése femtoszekundomos lézerrel. Anyagvizsgálók Lapja (2020: I) 28-30.
- [158] Szőri Milán, Jójárt Balázs, Viskolcz Béla. Szerveződő kémiai rendszerek számítása. Magyar Kémikusok Lapja, LXX (2015: 5) 153-157.
- [159] Kalácska J., Velkiné Pásztor M., Zippenfénig Z., Szűcs A., Száraz A., Szikra I., Farkas L., Kupainé Karsai I., Bendly M., Velki I. Eljárás szerves peroxidok nagy kapacitású, folyamatos, biztonságos előállítására. Magyar Szabadalom P0700606 (2007).
- [160] Tóth A. J., Rózsavölgyi B., Haszon B., Kovács A., Haáz E., Solti Sz., Mizsey P. Ártalmatlanítási eljárások kőolajiparban keletkező MEROX lúgokra. Körforgásos Gazdaság és Környezetvédelem 1 (2017: 2) 5-20.
- [161] Károly Gyula, Tardy Pál, Szélig Árpád, Szabó Andrea, El Ghazaly Szaid. Az argonos átöblítés hatékonyságának szerepe az acélok tisztaságának javításában. BKL Kohászat 140 (2007: 3) 1-6.
- [162] Harcsik Béla, Károly Gyula. A kagylószűkítők mértékének csökkenthetősége szilíciumszegény, alumíniummal dezoxidált acélokra. BKL Kohászat 144 (2011: 5) 1-5.
- [163] Farkas Ottó, Móger Róbert, Csepeli Zoltán, Magyar Zsuzsanna. A nagyolvasztói fúvóforma-eróziós folyamatok körülményeinek vizsgálata. BKL Kohászat (2013: 3) 1-7.
- [164] Farkas Ottó, Farkasné Mayr Klára, Harcsik Béla. A koks kemencégáz nagyolvasztókoksztól részlegesen helyettesítő képessége. BKL Kohászat 151 (2018: 5-6) 1-6.
- [165] Harangi Zoltán, Kékesi Tamás. Forrasztási ónhulladék olvasztásából származó ón-dioxidos felzék átalakítása karbotermikus redukcióval és marónátronos ömlesztéssel. BKL Kohászat 147 (2014: 2) 57-60.
- [166] Kékesi Tamás. Ólommentes forrasztási ónhulladék teljes feldolgozása rugalmas és környezetbarát módszerrel. BKL Kohászat 148 (2015: 3) 22-29.
- [167] László Noémi, Kékesi Tamás. Másodnyersanyagok feldolgozása hidrometallurgiai módszerekkel cink kinyerése céljából. BKL Kohászat 149 (2016: 2) 16-19.
- [168] Hegedűs Balázs, Kékesi Tamás. Lehetőség az alumínium olvasztási salakok megfeldolgozása maradványainak hidrometallurgiai kezelésére. BKL Kohászat 151 (2018: 1) 29-35.
- [169] Fuchs Erik, Roósz András, Buza Gábor. Módosított eljárás öntvényeknek, főként a földnél kisebb gravitációs erőterben való készítésére. Magyar Szabadalom P8501226 (1985).
- [170] Roósz András. Részvétel a BEALUCA űr-anyagtudományi kísérletekben. In: Berkő Péter, Szabó-Tóth Kinga, Patkó Gyula (szerk.) Te mit tettél hozzá? Miskolc, MAB (2018) 115-117.
- [171] Babcsán Norbert. Űrsör fémhaddal. Galaktika (2006 december) 74-75.
- [172] Bárczy Pál, Jancsó Tamás: Földmegfigyelés. Technika magazin (2015 február).

- [173] Bárczy Pál, Bárczy Tamás, Szőke János. Hazai részvétel a Sentinel programban, *Haditechnika* LIII (2019: 4) 54-57.
- [174] Beke Dezső, Bakker Hans. Nanokristályos anyagok. *Fizikai Szemle* 43 (1993: 8) 307-310.
- [175] Beke Dezső. Nanofizika és nanotechnológia. *Fizikai Szemle* 46 (1996: 2) 51-59.
- [176] Gyulai József. A nanotudomány helyzete. *Magyar Kémikusok Lapja* 56 (2001) 169-173.
- [177] Gyulai József. Nanotechnológia – az átalakulások tudománya. *Magyar Tudomány* 48 (2003: 9) 1076-1082.
- [178] Gyulai József. A részecskegyorsítóktól a nanotechnológiáig. *Fizikai Szemle* 53 (2003) 54-57.
- [179] Gábor Tamás, Kármánné Herr Franciska, Sytchev Jaroszláv, Kaptay György, Kálmán Erika. Sóolvadék elektrokémiai szintézissel előállított karbon nanocsövek extrakciója és jellemzése. *BKL Kohászat* 140 (2007: 2) 43-50.
- [180] Gyulai József. Nanotudomány, nanotechnológia. *Fizikai Szemle* 57 (2007: 4) 71-73.
- [181] Kaptay György, Krállics György. A nanotechnológia acélipari perpektívái. *ISD Dunaferr Műszaki Gazdasági Közlemények XLVII* (2007: 3) 111-116.
- [182] Csanády Andrásné, Kálmán Erika, Konczos Géza. Bevezetés a Nanoszerkezetű anyagok világába, Budapest, Magyarország: ELTE Eötvös Kiadó, (2009) 13-20.
- [183] Hargitai Hajnalka, Dogossy Gábor, Sági Erik, Ibriksz Tamás, Stifter János. Műanyag nanokompozitok előállítása és vizsgálata. *Magyar Tudomány* 173 (2012: 7) 4-14.
- [184] Gyulai József. A mikro- és a nanovilág az anyagtudományok tükrében. *Természet Világa* 144 (2013: 11) 483-485.
- [185] Horváth Ákos, Balázi Katalin, Balázi Csaba. Nanoszerkezetű ODS acélfejlesztés Magyarországon. *Nukleon* 9 (2016) 199 (5 pp).
- [186] Halász István Zoltán, Hajdu Sándor Mihály, Bárány Tamás, Karger-Kocsis József. Újfajta nanoerősítőanyagokkal töltött elasztomer-mátrixú nanokompozitok. *Polimerek* 2 (2016) 170-174.
- [187] Gyulai József. Ionsugaras technikáktól a nanoszerkezetekig. *Fizikai Szemle* 68 (2018: 1) 3-8.
- [188] Kaptay György. A Kelvin-féle görbület kontra a Gibbs-féle felület: a nano-termodinamika két paradigmája. *Magyar Kémiai Folyóirat* 124 (2018) 177-182.
- [189] Biró László Péter, Kertész Krisztián, Piszter Gábor, Horváth Zsolt Endre, Bálint Zsolt. Anyagtudósok kalandozása a biológiában: A lepkék szárnyainak szerkezeti színei. *Acta Mater Transyl* 2 (2019: 2) 69-72.
- [190] Trampus Péter. A reaktortartály biztonságának elemzése. *Fizikai Szemle* (2008: 9) 287-292.
- [191] Nagy Norbert, Deák András, Hórvölgyi Zoltán, Bársony István. Eljárás maszk kialakítására görbült felületű test felületén és alkalmazásával felületi struktúra létrehozása orvosi implantátumon. *Magyar szabadalom P0900530* (2009).
- [192] Babcsánné Kiss J., Sóki P., Blaskovics F., Számel Gy., Tóth L., Beke S., Babcsán N. Fémhabok fejlesztése csontbarát ortopéd implantátumok gyártása céljából, *BKL Kohászat* 145 (2012: 1) 61-64.
- [193] Litauszki Katalin, Kmetty Ákos, Bárány Tamás. Politejsav alapú bio-habok fejlesztése expandálható mikrokapszula felhasználásával. *Polimerek* 4, 316-321 (2018)
- [194] Kemény Dávid Miklós, Károly Dóra. Additívan gyártott fém alapanyagok és orvostechikai eszközök korróziójának vizsgálata. *Acta Mater Transyl* 1 (2018: 2) 81-84.
- [195] Horicsányi Krisztina, Asztalos Lilla, Károly Dóra, Fazakas Éva. A tágitási nyomás hatása a koszorúérsztentek bevonatára és korróziós tulajdonságaira. *Acta Mater Transyl* 1 (2018: 1) 37-40.
- [196] Kónya János, Kulcsár Klaudia. Additív gyártással készülő egyéni implantátumok lézeres mikrohegesztésének vizsgálata. *Acta Mater Transyl* 2 (2019: 1) 32-42.
- [197] Asztalos Lilla, Horicsányi Krisztina. Hatóanyag-kibocsátó koszorúérsztentek bevonatának vizsgálata. *Acta Mater Transyl* 2 (2019: 2) 73-78.
- [198] Mádainé Üveges Valéria, Bokányi Ljudmilla. Fémek kinyerése elektronikai hulladékokból bioszolubilizációval. *BKL Kohászat* 153 (2020: 3) 35-40.
- [199] Mertinger Valéria: Új dimenzió az anyagvizsgálatban, szolgáltatásban, kutatásban. *BKL Kohászat* 152 (2019: 5-6) 35-36.
- [200] Bárczy P., Buza G., Czel Gy., Fancsali J., Makk P., Raffay Cs., Roósz A., Tolvaj B. Berendezés irányított kristályosítás végzésére úrvizonyok között. *Magyar szabadalom 1254/91* (1991).
- [201] Kun Krisztián, Miskolczi István, Fodor Antal. 3D nyomtató építése és fejlesztése. *Gradus* 2 (2015: 2) 152-159.
- [202] Nagy András, Némedi Imre. Mágneses anyagvizsgáló berendezés fejlesztése. *Acta Mater Transyl* 3 (2020: 1) 33-37.
- [203] Lenkeyné Biró Gyöngyvér, Balogh Zsolt, Tóth László, Harmati István. Végeselem-módszer alkalmazása csővezetékben lévő korróziós hibák veszélyességének értékelésére, *Anyagvizsgálók Lapja*, 13 (2003: 1) 1-3.
- [204] Bereczki Péter, Fehér Jánosné, Bézi Zoltán, Kóti Dániel: EN AW-8006-os alumíniumötvözet melegen hengerelt szemcseszerkezetének optimalizálása végeselemes és fizikai szimuláció alkalmazásával. *BKL Kohászat* 152 (2019: 1) 20-26.
- [205] Bubonyi Tamás, Barkóczy Péter. Kristálytani változások szimulációja egydimenziós sejtautomata segítségével. *BKL Kohászat* 151 (2018: 3) 32-34.
- [206] Balogh Bence, Kovács Péter Zoltán, Szávai Szabolcs. Digimat AM modul vizsgálata FFF additív eljárás esetén. *Anyagvizsgálók Lapja* (2020: 1) 71-73.
- [207] Sebestyén János. Az alumíniumprofil-sajtolás számítógépes támogatása. *BKL Kohászat* 151 (2018: 3) 26-29.

- [208] Szilágyi Katalin, Zsigdovics István, Szauner Csaba. Történeti habarcsok datálási lehetőségei - a „hidraulikus tényező”. Építőanyag 59 (2007: 4) 111-113.
- [209] Török Béla: Archeometallurgia és/vagy archeometria – összhang és egyedi vonatkozások az ARGUM projektjeinek tükrében. Archeometriai Műhely XII (2015: 1) 7-13.
- [210] Török Béla, Kovács Árpád, Barkóczy Péter, Kristály Ferenc. Ordacsehi-Csereföld kelta településéről származó vassalak és vastárgyak anyagvizsgálata és készítés-technológiai vonatkozásai. Archeometriai Műhely X (2013: 1) 23-32.
- [211] Csanádyne Bodoky Á., Gábor J., Jenei P., Gubicza J., Szabó P. J., Fábíán R., Radnóczy Gy., Tóth A. L., Langer G., Krafcsik O., Verő B. Ganz Ábrahám vasúti kerekeinek titka anyagtudományi vizsgálatok tükrében, BKL Kohászat 148 (2015: 6) 37-43.
- [212] Török B., Barkóczy P., Kovács Á., Kristály F., Bánhidi O., Kreiter A., Skriba P., Pető Á., Gyulai F., Saláta D. Avarkori vasművesség az interdiszciplináris kutatások tükrében – Zamárdi-Kútvölgy és Kaposvárfészlerlak leleteinek archeometriai vizsgálatai. Archeometriai Műhely XIV (2017: 3) 185-202.
- [213] Bitay Enikő, Kacsó Irén, Pánczél Szilamér Péter, Veress Erzsébet. A mikházi római segédcsapattábor és település területén feltárt római kori vassalakok összehasonlító vizsgálata. Acta Mater Transyl 1 (2018: 2) 65-72.
- [214] Török B., Barkóczy P., Kovács Á., Költő L., Fehér A., Szőke B.M. Pannóniai koraközépkori ékelt vasbucák összehasonlító archeometriai vizsgálat. BKL Kohászat 151 (2018: 3) 1-3.
- [215] Bitay Enikő, Márton László, Talpas János. A csikmadarasi vasgyártásból visszamaradt leletek anyagszerkezeti vizsgálata. Acta Mater Transyl 2 (2019: 2) 79-86.
- [216] Fehér András. A magyar Szent Korona fémtani tulajdonságainak értékelés. BKL Kohászat 153 (2020: 2) 38-41.
- [217] Györke R., Szórádi S., Márkus G., Nagy A., Török B., Török T. I. Nagylózs, Szentpéteri-dűlő 6. századi temetőjéből származó nemesfém leletegyüttes felületkezelésének metallurgiai vonatkozása. BKL Kohászat 153 (2020: 3) 63-67.
- [218] Kaptay György, Csepeli György. Szegregáció oldatokban és társadalmakban. Magyar Tudomány (2017: 9) 1132-1143.

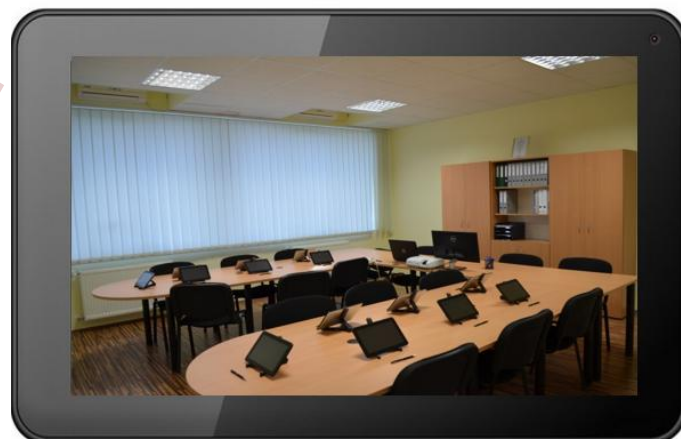
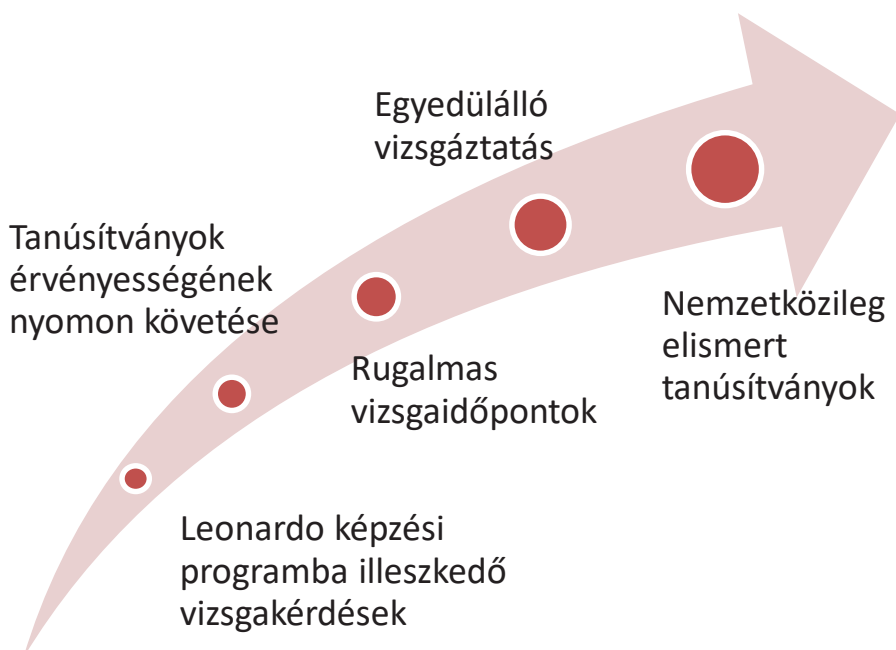


M A R O V I S Z

Személytanúsítási Iroda



Személytanúsítási
rendszer



www.szemelytanusitas.hu

+36 20 362 2508; +36 20 362 2906

info@szemelytanusitas.hu