

## "Anyag" - "Anyagtudomány" definíciója - Vitaindító közlemény

Tóth László, ny. egyetemi tanár  
tlaszlo@tvekt.hu

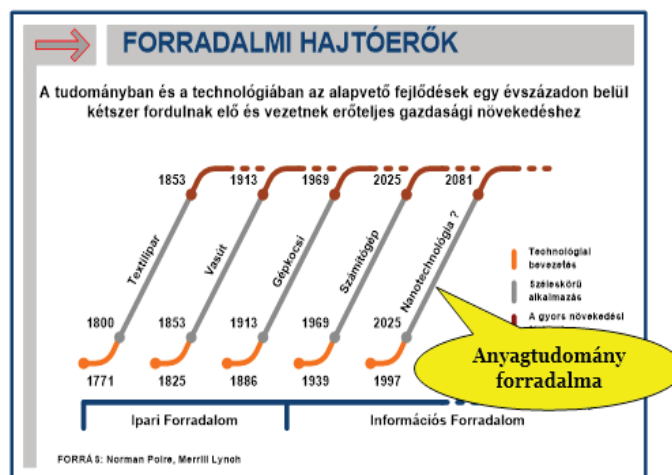
### Bevezetés

„Miért is született e közlemény és miért az *Anyagvizsgálók Lapjában?*” – teheti fel a kérdést a Tisztelt Olvasók mindegyike. A fentiekre adott válasz relatíve egyszerű. Nézzen mindenki magába és próbálja definiálni az „anyag” vagy az „anyagtudomány” fogalma alatt mit is ért! Ismeretem szerint senki sem tud olyan választ adni, hogy „üsd fel ez és ez könyv, lexikon, XY oldalát és olvasd el a definíciókat!” Ha pedig a helyzet ez, akkor érdemes és szükséges a szakembereknek olyan definíciókat megalkotni, amelyek könyvekbe, lexikonokba kerülhetnek, és generációk egymásutánisága ugyanúgy értelmezheti a fogalmakat. Ezzel az indító kérdés első felére a választ – szerintem – megadtam. A kérdés második részének objektív és szubjektív indíttatású válasza: a lap elnevezésében szerepel az „anyag” kifejezés, jómagam pedig ennek felelős szerkesztője vagyok 2017-től kezdődően. Nyilvánvaló, hogy a vitaindító közlemény összeállításában ennél mélyebb és összetettebb objektív és szubjektív hajtóerők is megjelennek, de ezekről csak később kívánok szólni. Az viszont tény, az MTA Műszaki Tudományok Osztályának Anyagtudományi és Technológiai Tudományos Bizottsága (ATTB) ülést kíván szervezni a címben említett fogalmak minél inkább egyértelmű megfogalmazására. Jelen közlemény ezt kívánja elősegíteni, megkísérelvén a parttalan viták rövidítését.

### Objektív és szubjektív indíttatások

Az egyértelmű és nyilvánvaló, hogy az alcímben szereplő két kifejezés maradéktalanul nem választható el egymástól. „Sportnyelven” szólva „a feladott teniszlabdát le kell ütni”! Ehhez két tényt kell felismerni; „a teniszlabda fenn van” és „a játékosnak ezt meg kell látni”. Az első rész tekinthető **objektívnek**, a második pedig **szubjektívnek**. Az „anyag”, „anyagtudomány” szerepe a gazdasági, társadalmi életben ugyanúgy változik, mint bármilyen más tudományterületé. Vannak korszakok, amelyekben egyik, és vannak olyanok is, amikor a másik tudományterület(ek) járulnak hozzá döntően a gyökeres társadalmi, gazdasági átalakulásokhoz. Tény, hogy mindig voltak, vannak és lesznek olyan műszaki indíttatású eredmények, amelyek teljes egészében átalakítják a gazdaság struktúráját és ezen keresztül a

társadalmi viszonyok kapcsolatrendszere is alapvetően megváltozik. Az elmúlt 5-6 generáció életét gyökeresen megváltoztató ún. „forradalmi hajtóerőket” az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra. A gazdaságot, társadalmat átformáló műszaki alapú hajtóerők

A gyökeres átalakulások, a fejlődés forradalmi hajtóerői a következőket eredményezték:

- megjelent a társadalmakban az új réteg, a **munkásosztály**, és a munka produktivitása ugrásszerűen megnőtt,
- megvalósult az egyén, az áruk nagy tömegének **menetrendszerű** mozgatása,
- megvalósult az egyének, az áruk, **az önálló elhatározáson** nyugvó mozgatása,
- az információs technológia megjelenése új távlatokat és lehetőségeket nyitott a **globalizációban**,
- véleményem szerint nem a nanotechnológia megjelenése a „forradalmi hajtóerő”, hanem az élő és élettelen természet egyaránt érvényes **anyagtudomány forradalma**, azaz lehetővé válik az **élő- és élettelen anyagok egységes rendszerben** történő kezelésének lehetősége, mivel a nanoskálán végezhető technológiai eljárások az élő- és élettelen természet interfészének tekinthetők.

Maga az „**anyagtudomány**” kifejezés értelmezése rendszerint vitára készíti a szakembereket, hiszen szinte törvényszerűen mindenki a maga saját szakmai kompetenciájával, maga „szemüvegén” keresztül közelíti a fogalom értelmezéséhez [1]-[8], legyen

az a Magyar Nyelv Értelmező szótára szerkesztő bizottságának tagja, avagy a filozófia szakembere, vagy éppen fémkohászattal foglalkozó oktató, kutató. Ha viszont egy általános emberi gondolkodásból indulunk ki, akkor két alapvető lehetőségünk van következtetések levonására, általánosítható kategóriák, definíciók megfogalmazására. Amennyiben a **részjelenségek ismeretéből** kíséreljük felépíteni az általános igazságot (pl. az anyag vagy anyagtudomány fogalmához kívánunk eljutni), úgy gondolkodásunk az **induktív érvelés**. A másik lehetőségünk a **deduktív gondolkodásmód**. Ekkor egy általános és igaznak feltételezett szabályból, törvényből kiindulva lépésről lépésre levezethetünk egy konkrét szabályt, törvényszerűséget. A matematikusoknál e gondolkodásmód az „általános megoldás” és „partikuláris megoldás”. Kétségtelen tény, hogy a deduktív gondolkodásmód a stabilabb, az időállóbb.

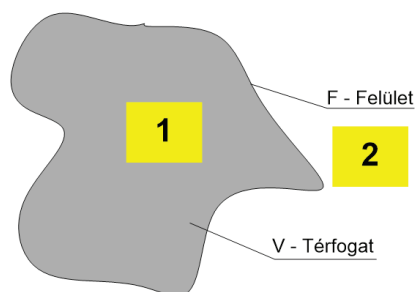
### Anyagtudomány, tudomány

Amennyiben az anyag fogalmának lehetséges definíciójához kívánunk eljutni, úgy a fenti összetett kifejezés második tagjának értelmezésével célszerűbb kezdeni. Ehhez már található hivatkozási alap, pl. a Magyar Értelmező Kéziszótárban. Ezek szerint a tudomány: **„A természet, a társadalom és a gondolkodás összefüggéseiről szerzett igazolható, ill. bizonyítottan tekintett ismeretek rendszere.”** Ugyanezen gondolat más szavakkal is megfogalmazható. Mégpedig, minden tudományterületen keresni kell olyan alapokat (igazolhatóan, bizonyítottan tekintett), amelyeket a szakmai közvélemény igaznak, bizonyítottan tart. Igaz ezen alapigazságok időről időre változhatnak, következésképpen un. „paradigmaváltások” mehetnek végbe (pl. a legismertebb a geocentrikus vagy heliocentrikus világmép). Ezt a dinamizmust foglalta rendszerbe az amerikai filozófus, Thomas Samuel Kuhn [9] (1922-1996) *„A tudományos forradalmak szerkezete”* c. munkájában. Ezen alapigazságok alapján olyan részigazságok, tudományos megállapítások fogalmazhatók meg, amelyek nem mondanak ellent az elfogadott alapigazságoknak. Így felépíthető az adott tudományterület struktúrája, „háza”. Ha ilyen *„szemüvegen keresztül tekintünk”* pl. a Magyar Tudományos Akadémia által létrehozott 11 tudományos osztályra, azok tudományos tevékenységére vonatkozó *„alapigazságokra”* nem kaphatunk biztos eligazításokat. Talán részben kivétel lehet a *„Gazdaság- és Jogtudományok Osztálya”*, amelynél a jogi vonulatra az *„Alaptörvény”*

adhat útmutatást, annak ellenére, hogy a politikusok időnként „alaptörvény-ellenes törvényeket hoznak”. Ilyenkor teszi fel a kérdést a laikus szemlélő: „Ismeretek hiánya (butaság) vagy gátlástalanság” adja a hátterét a törvény megalkotásának?

### Anyagtudomány, anyag

Az „anyag” egy lehetséges definíciójának megfogalmazása kapcsán legcélszerűbbnek a minket körülvevő világmindenségből és az itt, időben végbemenő folyamatok leírásából célszerű kiindulni. Kiindulva a **„tér-idő-energia”** alaphármasból Einstein  $e=mc^2$  kifejezésének elfogadásától kezdve a **„tér-idő-anyag”** ekvivalencia nem kérdőjelezhető meg. Mind az „energia”, mind pedig az „anyag” a geometriai teret folytonosan kitölti. Ebből kiindulva mindig, minden, **tömeggel rendelkező anyag úgy definiálható**, mint **valamilyen tömegű térrész**, amelynek van **térfogata** és **felülete**, amelyet az anyagi térből „lekerítünk”. Ha egy konkrét, kiválasztott anyagról beszélünk, amelyet meg kívánunk különböztetni a másik anyagtól, akkor ennek definíciójaként tekinthető az, hogy az 1-es és 2-es térrész legalább egy, a tömeget, struktúrát jellemző mennyiségben különbözik egymástól. Ezt szemlélteti a 2 ábra.



2. ábra. Az „anyag” fogalom egy lehetséges definíciója

Az anyagok tulajdonságainak jellemzését a **leválasztott térfogat** paraméterével, paramétereivel definiálhatjuk. Így beszélhetünk:

- folyékony halmazállapotú,
- gáz/gőz halmazállapotú,
- szilárd halmazállapotú,
- homogén,
- heterogén,
- izotróp,
- anizotróp
- nagy gradiensű, stb.

anyagokról, megadván a kiválasztott térfogatban érvényesülő vagy feltételezett strukturális sajátosságokat.

Ha a tulajdonságokat kíséreljük meg definiálni, akkor megadhatók térfogatot jellemző viselkedések, és a környezettel való kapcsolatot biztosító felületi jellemzők, tulajdonságok. Az előbbieket, a **tömbi tulajdonságokat** értelmezi és hasznosítja a „mérnök”, az utóbbiak, a **felületi tulajdonságok** pedig bármilyen folyamatban, kölcsönhatásban (beleértve az élettelen és élő anyagok kapcsolatát is) töltenek be meghatározó szerepet. Ezt illusztrálja a 3. ábra.



**3. ábra. Az anyagok meghatározó tulajdonságai a mérnöki- és a nanoskálákon**

A fenti megállapítás könnyen belátható, ha egy gömb felületének és térfogatának arányát vizsgáljuk. Ekkor ugyanis

$$\text{Felület} / \text{Térfogat} = 4R^2\pi / (4R^2\pi/3) = C / R$$

ekkor ugyanis

$$R \Rightarrow \infty, \text{Felület} / \text{Térfogat} \Rightarrow 0: \text{ **Tömbi tulajdonság** }$$

$$R \Rightarrow 0, \text{Felület} / \text{Térfogat} \Rightarrow \infty: \text{ **Felületi tulajdonság** }$$

a gömb sugarától, az anyag térfogatától függően vagy a tömbi, vagy pedig a felületi tulajdonságok lesznek a meghatározók az anyag viselkedésében! A nanotechnológia (reprodukálható tevékenységet, gyártást biztosító eljárásorozat) megjelenése az élettelen természet világában „**kommunikációs felületet**” hozott létre az **élő- és élettelen világ anyagai között**.

Amennyiben elfogadjuk az „anyag” oly módon megfogalmazott definícióját úgy, hogy az az anyagi világból kiemelt sajátos térfogat, akkor már csak két alapvető kérdés megválaszolását kell megtenni?:

1. *Hogyan írhatók le a térben és az időben a bennük végbemenő lehetséges folyamatok?*
2. *Kifejezhetők-e matematikailag a térfogatban végbemenő folyamatok és a határoló felületeken fellépő viszonyok kapcsolata?*

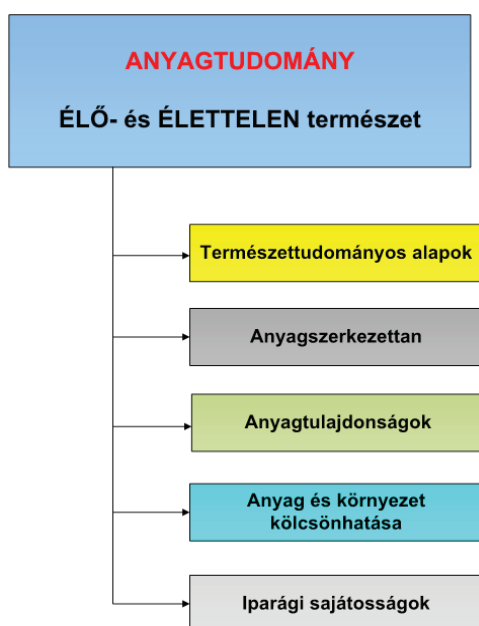
**E kérdésekre a válasz egyértelmű, méghozzá IGEN!** A kontinuumszemléletet kell segítségül hívni. Ugyanis, amennyiben az anyag (az energia) a geometriai teret folyamatosan kitölti, úgy az anyag állapotát és állapotváltozásait leíró függvények a helykoordinátáknak (helyvektoroknak) és az időnek olyan tenzorfüggvényei, amelyek véges számú belső felülettől eltekintve – megfelelő számú deriváltakkal együtt folytonosak [10]. Nem kívánok a kontinuummechanika részleteinek ismertetésébe kezdeni (kontinuumelemek, kontinuum, tömegelem, tömegpont, anyagi pont, elemi tömeg, részecskék, stb.), de ezek felhasználásával a térben és időben végbemenő folyamatok egyértelműen leírhatók. Erre két szemlélet létezik. Az egyik a **geometriai tér pontjaihoz kötött koordináta rendszerből** szemléljük a térbeli anyagi folyamatokat az idő függvényében. Ez az ún. Euler féle leírási mód. A másik az ún. Lagrange-féle leírási mód, amikor a koordináta rendszert az anyagi ponthoz (tehát mozgó) kötjük, és ennek figyelembevételével szemléljük a térben és időben lejátszódó folyamatokat, ill. az ezeket leíró tenzormezőket.

**A második problémára**, a térfogati és felületi viszonyok egyértelmű kapcsolatára [lásd pl. 11] adott válasz, ugyancsak **IGEN!** Ugyanis az elegendően sima **skalár** vagy **vektor** tér térfogati (pl. az anyag V térfogatában levő tömbi tulajdonságok) és a határoló felület integráljai között a gradiens, és a Gauss-Osztogradszkij tételek teremtenek kapcsolatot.

Visszatérvén az 1. ábrára azt mondhatjuk, hogy az ipari forradalmat az információs forradalom követte és napjainkban **az anyagtudomány forradalma zajlik**. Ennek hatása természetszerűleg megjelenik minden területen, ahol anyagokat használnak, ahol anyagok léteznek. A különböző anyagok között érvényesülő folyamatok anyag-anyag kölcsönhatásaként értelmezhetők. Ebből a szemszögből nézve az anyagtudomány értelmezési köre lényeges bővül, hiszen a mezőgazdasági, az élettudományi, gyógyszerészeti, orvostudományi, közegészségügyi, környezetvédelmi, stb. kérdéskörök számottevő része anyag-anyag kölcsönhatásaként értelmezhető.

Ha az anyagtudományra, mint olyan **eszközök rendszerére** tekintünk, amelyet felhasználhatunk az anyagok megismerésére, módosítására, felhasználására, stb. akkor mindenképpen több témakörre, tudományterületre kell gondolnunk. Egy sematikus összefoglalás a 4. ábrán látható.

Természettudományos alapok nélkül még csak



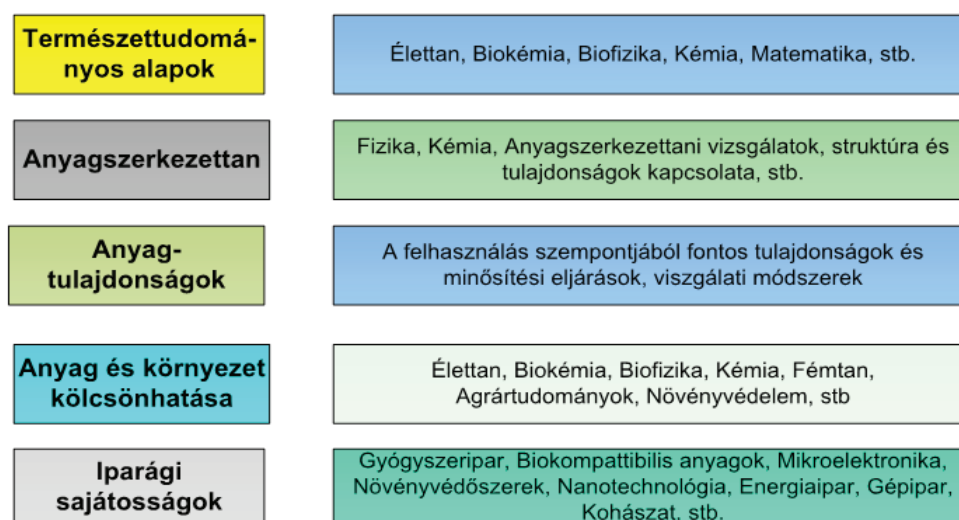
4. ábra. Az „ANYAGTUDOMÁNY” kifejezésben érintett témakörök

gondolni sem lehet **modellek** felállításáról, de minden anyagnak van valamilyen szerkezete, struktúrája, a felhasználás szempontjából lényeges tulajdonsága, környezetével valamilyen kapcsolatba lép, arra hathat valamilyen formában (pl. gyógyszer, növény védőszer, stb.), vagy a környezete által károsodhat, azaz a felhasználási tulajdonsága romolhat, és végül az egyes iparágak a különböző felhasználási tulajdonságú anyagokra szakosodott technológiákat kidolgozták. Amennyiben a jelenlegi oktatási struktúrákban oktatott tantárgyakat, ismereteket tekintjük, akkor azok szinte kivétel nélkül beilleszthetők a szélesebb értelemben

vett anyagtudomány témakörébe, azaz egyáltalán nem az oktatási paletta szűkítéséről, hanem a fókuszalásról és célirányosabb csoportosításáról beszélhetünk. Ezt érzékelteti az 5. ábra, ahol vázaltszerűen összefoglalásra kerültek azon ismeretek, amelyek különböző formában, tantárgycímek alatt napjainkban is szerepelnek a hallgatók különböző kurzusaiiban.

Kiemelten szeretném hangsúlyozni, hogy a 4. és 5. ábrán feltüntetett csoportosítások, kiemelések teljes mértékben önkényesek. Viszont nem kívánom elhallgatni azt sem, bármely szegmensében oktandó tantárgyak összeállításánál jól használható „iránytűnek” tekinthető.

Végezetül engedje meg a Tisztelt Olvasó, hogy ne fogalmazzak meg összefoglalást, javaslatot az „anyag” és „anyagtudomány” definíciójára, hiszen alapvető célkitűzésem egy vitaindító közlemény összeállítása volt. Ebből kiindulva, nem kívántam idézni számos, „közzájon forgó” definíciót, definíciókat (Prohászka János, Gyulai József, Tardy Pál, Verő Balázs,...), mivel ezekből induktív érveléssel juthattam volna lehetséges definíciókhoz. Céлом ugyanis egy olyan *deduktív gondolkodásmód bemutatása* volt a hiányzó és fontos definíciók megalkotására, amelyet alkalmazott mechanikusi alapképzettségem kialakításában Sályi István nevelt belém olyan formán, hogy „ismerd meg az általánost, és ennek alapján fogalmazd meg a partikuláris esetet”. Apró – ugyancsak tőle származó - megjegyzés: Mindenki a maga koordináta rendszeréből szemléli a világot! Nagyon bízom abban, hogy az MTA „Anyagtudományi és Technológiai Tudományos Bizottság”



5. ábra. Az anyagtudományban érintett és jelenleg is szerteágazóan oktatott ismeret- és tantárgyhalmaz

általam ismert és elismert tagjai közös bölcsesség alapján rövidebb-hosszabb időintervallumban képesek olyan definíciókat megfogalmazni, amelyek az „anyag” előtagú tudományterületek könyveinek, előadásainak előszavában a jövőben egységesen megjelenhetnek.

Mit is várhatok egy ilyen – és életünk alapkérdését illető – vitától jómagam, az „adott koszos szemüvegen át szemlélő” egyén? Erre nézve két szélsőséges eredmény fogalmazható meg. A **pesszimista** válasz: jót beszélgetünk, mindenki a saját beállítottása alapján elmondja véleményét és minden marad a régiben. Ez is eredmény, csupán nem jelöl ki irányt. Elképzelhető egy **optimista** kimenet is. Az ATTB tagjai javaslatot fogalmaznak meg az „anyag” ÁLTALÁNOS definíciójára és ennek gyakorlati alkalmazhatóságát demonstrálják a „**műszaki anyagok**” (vagy ezek szűkített szegmensének) ill, a „**műszaki anyagtudomány**” **javasolt** definíciójának megalkotásával. Ha ebben egyetértésre jutnánk, akkor egyben javaslatot lehetne tenni a többi tudományterület hasonló lépéseinek megtételére is.

## Irodalomjegyzék

- [1] Magyar Nyelv Értelmező Szótára. Akadémiai Kiadó, Budapest
- [2] PROHÁSZKA J., Anyagtudomány, anyagtechnológia, anyagtulajdonságok. Műszaki Tudomány, 56 (1978) 270–293.
- [3] PROHÁSZKA J., TÓTH L., Anyagtudomány, mint műszaki tudomány. BKL Kohászat, 130 (1997:10–12) 336–341
- [4] BÁRCZY P., Anyagismeret. Tankönyvkiadó, Budapest, 1990.
- [5] Britannica Hungaria, 1. Kötet.
- [6] Magyar Nagylexikon, 2. Kötet,
- [7] KELLER H., ERB U., Dictionary of Engineering Materials. Willey-Interscience.
- [8] Webster's New Encyclopedic Dictionary, 1996.
- [9] Thomas Samuel Kuhn - A tudományos forradalmak szerkezete c. művének lerása [https://hu.wikipedia.org/wiki/Thomas\\_Kuhn](https://hu.wikipedia.org/wiki/Thomas_Kuhn)
- [10] Béda Gy., Kozák I. Verhás J.: Kontinuumechanika. Műszaki Könyvkiadó. Budapest, 1986.
- [11] BME Oktatási segédlet - Integrál tételek, Gradiens tétel <http://www.phy.bme.hu/~vektor/2015tavasz/5Eloadas.pdf>

## Mérőeszközök Szakértelemmel

INTESZT Méréstechnikai Kereskedelmi és Szolgáltató Kft.



Központ: H-1113 Budapest, Diószegi út 47/a.

Tel.: +36 (1) 468-3798

Fax: +36 (1) 468-3799

E-mail: [info@inteszt.hu](mailto:info@inteszt.hu)

Skype: inteszt

GPS koordináták: N47.47821 E19.03523

## Korróziós kamrák speciális vizsgálatokra

Alkalmas hagyományos só-köd korróziós tesztekre, magas páratartalom, szárítás konstans vagy ciklikus hőmérsékleten, tesztek különböző kombinációja elvégezhető, átprogramozható



Korróziós kuponok:  
Korrózió ellenőrzésére alkalmas fémpanelek, amelyek megmutatják a korróziós vizsgálat minőségét

