A MAGYAR MÉRNÖKAKADÉMIA AJÁNLÁSAI

Anyagkutatási innovációk serkentése és kiaknázása, különös tekintettel a hazai fémhab-, nano- és polimer-technológiák területére

Szerzők

Dr. Babcsán Norbert (MMA tag) koordinátor

Dr. Balázsi Csaba (MMA tag), Dr. Bárány Tamás (MMA tag), Dr. Horváth Ákos (MMA tag), Dr. Meiszel László (MMA tag), Dr. Orbulov Imre (MMA tag)

Készült az MMA INNOKATALIZÁTOR 2022 Programját támogató NKFIH 2020-2.1.1-ED-2021-00156 számú szerződés keretében

Budapest, 2022. október 27. / szerkesztett változat: 2022. december 13.

Tartalomjegyzék

1. Vezetői Összefoglaló (Babcsán Norbert) 5
2. Bevezetés, alapelvek és célkitűzés (Babcsán Norbert) 7
3. MÚLT: Anyagipar teremtési esettanulmány – a szénszál (Meiszel László) 13
3.1. A SZÉNSZÁL 14
3.1.1. Extrém tulajdonságú erősítő szálak iránti igény megjelenése. 14
3.1.2. A szénszálgyártás alapanyag fejlesztése 14
3.1.3. Prekurzor gyártás 15
3.2. MAGYAR VISCOSA RT. 16
3.2.1. Regenerált cellulóz műselyemtől szintetikus polimer szálakon át vezet az út a szénszálig 16
3.2.2. A polimerkorszak 17
3.2.3. A termékváltások korszaka a Magyar Viscosagyárban 18
3.3. A TUDÁSHÁTTÉR FOLYAMAMATOS ERŐSÖDÉSE 21
3.3.1. 3.1 Ipari Kutatóintézet és vállalati kutatóbázis 21
3.3.2. Jelentős kutatóbázis kiépítése 21
3.3.3. A szénszálgyártás megvalósíthatóságának fókuszpontba kerülése 22
3.3.4. A szénszálgyártás megvalósíthatóságának vizsgálata és kísérleti szakasza 23
3.3.5. CF gyártáselőkészítő szakasz tapasztalatainak összegzése és javaslatok 23
3.4. A SZERVEZETT PRIVATIZÁCIÓ 24
3.4.1. Reformok nagy és kis lépésekben 24
3.4.2. Magyar Viscosagyár privatizációja 24
3.4.3. A japán piaci vonal belépése: Zoltek Zrt. – Toray Group 25
3.5. ZOLTEK CO. ÉS A „COMMERCIAL CARBON FIBRE CONCEPT” 26
3.5.1. Az emberi tényező szerepe az előrehaladásban 26
3.5.2. A kereskedelemtől a szénszálig 28
3.5.3. A szénszál üzlet kezdeti kihívásai 28
3.5.4. Courtaulds prekurzortól az Orlon PAN szálig 28
3.5.5. A gondolkodási attitűd érdekekben tükröződik, azután cselekvési motivációvá formálódik 29
4. JELEN: Magyarország Anyagipari Ökoszisztémája egyes elemei (Babcsán Norbert) 31
4.1. Magyarország Anyagipari Innovációs Infrastruktúrája (Horváth Ákos) 31
4.1.1. ELI- Attoszekundumos Fényimpulzus Forrás 33
4.1.2. Budapesti Neutron Centrum 34

4.1.3. Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft 35
4.1.4. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar 35
4.1.5. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Vegyészmérnöki Kar 38
4.1.6. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Természettudományi Kar, Fizika Intézet 38
4.1.7. Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék..... 40
4.1.8. Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar, Fizika Intézet, Szilárdtestfizikai Tanszék..... 41
4.1.9. Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar, Kémia Intézet... 42
4.1.10. Dunaújvárosi Egyetem, Ipari Fejlesztési Központ 43
4.1.11. Energiatudományi Kutatóközpont, Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézet . 44
4.1.12. ELTE, Fizikai Intézet, Anyagfizikai Tanszék 47
4.1.13. ELTE, Kémia Intézet 49
4.1.14. Miskolci Egyetem, Anyag- és Vegyészmérnöki Kar 51
4.1.15. Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Anyagszerkezettani és Anyagtechnológiai Intézet 52
4.1.16. Neumann János Egyetem, GAMF Műszaki és Informatikai Kar, Innovatív Járművek és Anyagok Tanszék 53
4.1.17. Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Műszaki Tudományok Kutató-Fejlesztő Központ 54
4.1.18. Pécsi Egyetem, 3D Nyomtatási és Vizualizációs Központ 55
4.1.19. Szegedi Egyetem Természettudományi és Informatikai Kar 55
4.1.20. Széchenyi István Egyetem, Győr 56
4.1.21. Természettudományi Kutatóközpont, Anyag és Környezetkémiai Intézet 57
4.1.22. Wigner Fizikai Kutatóközpont 58
4.2. Anyagipari Innovátorok és Entrepeneurok (Babcsán Norbert) 60
4.2.1. Prof. Dr. Bartha László – gumibitumen: a nagy dobás 60 évesen, a szellemi műhely teremtés, ahol egymás mellé álltak 67
4.2.2. Giflo Henrik – apa, fiú és unokák – az új típusú zöld acél tudásközpontja 70
4.2.3. Prof. Dr. Bárczy Pál – űranyaggyártó dinasztia megteremtése 74
4.2.4. Dr. Kalmár István - hogy csináltunk 2 USD/kg-os alumíniumból 6,5 USD/kg-osat 81
4.2.5. Szénássy Péter – német - magyar gazdasági kapcsolatok kitörési pontjai 87
4.2.6. Prof. Dr. Kroó Norbert – A fizikus tudománypolitikus, aki tud esztergálni is, de a diszruptív technológiákat sem hanyagolja el 90
4.2.7. Prof. Dr. Viskolcz Béla – szellemi műhely teremtés a Miskolci Egyetemen..... 100

4.2.8. Mátyásfalvi György – A gépészmérnök külkereskedő és befektető, akinek hitvallása, hogy társadalmunk gerincét a kis- és középvállalkozások (KKV-k) alkotják..... 104
5. JÖVŐ: Anyagiparfejlesztési javaslatok (Babcsán Norbert) 111
5.1. Magyarország anyagiparának stratégiai első körös, kitörési pontjai (Babcsán Norbert – Orbulov Imre) 113
5.1.1. Kitörési lehetőségek a fémek területén – fém mátrixú kompozitok, habok, hibrid anyagok és nanofémek (Babcsán Norbert) 118
5.1.2. Kitörési lehetőségek a nanoanyagok területén (Balázsi Csaba - Babcsán Norbert).....129
5.1.3. Kitörési lehetőségek a polimerek területén – polimer kompozitok (Meiszel László – Bárány Tamás) 146
5.2. Anyagipari Platform az MMA gondozásában (Babcsán Norbert)..... 155
6. Összegzés (Meiszel László) 158
7. Melléklet.....161

1. Vezetői Összefoglaló (Babcsán Norbert)

Az új technológiák is, akárcsak a „régiek", anyagokhoz kötődnek, ezért az anyagtechnológiáknak szinte minden területen kulcsszerep jut, ami a jövőbeli technológiákra és azok megalapozására is vonatkozik.

Kroó Norbert

A Magyar Mérnökakadémia által az NKFIH finanszírozta Innokatalizátor program keretében a magyar anyagipart serkentő innovációs potenciált feltáró **projektleírás címe „Anyagkutatási innovációk serkentése és kiaknázása, különös tekintettel a hazai fémhab-, nano- és polimer-technológiák területére". Az elkészült tanulmány háttéranyagként illeszkedik a tudásgazdaságra épülő Magyarország Innovációs és TT Stratégiájához 2021-2030.** A hazai anyagtudományi kutatások nemzetközi összehasonlításban is számos kimagasló eredményt tudhatnak magukénak, ezek áttörő alkalmazása sok esetben azonban várat magára. Az MMA hagyományaihoz híven csokorba szedi a kiugró eredményeket és olyan **platform megalakítására** tesz javaslatot, amely képes a **közös műhelygondolkodást és az úttörő alkalmazásokat támogatni**. A konstrukciós ipari alkalmazásoktól az orvostechnológiáig a potenciális hasznosítók szükségletei egyszerre jeleníthetik meg a létező pionír kínálatot felvevő piacot, valamint az innovációt serkentő kutatási megbízásokat. A hazai **anyagtudományi innovációs kínálat (egyetemi, ELKH és ipari) feltérképezése** és az alkalmazások **szinergetikus** piacának adattárházi számbavétele segítette az adott anyagipari szakterület egyes lehetséges kitörési pontjainak meghatározását.

A projekt szervesen kapcsolódik és kiegészítése a **Szegedi Egyetem által az NKFIH megbízásából elkészült: „Anyagtudomány és Anyagtechnológia Magyarországon: pillanatfelvétel, nemzet nemzetközi kontexus és lehetőségek" - Magyar anyagtudományi és anyagtechnológiai kompetencia-térkép, 2022 (MAAKT)** az egyetemi és a kutatóintézeti potenciált felmérő és a kutatócsoportok vezetőit megkérdező helyzetelemzésnek.

Jelen projekt célja: kiegészítő helyzetelemzés, ami elengedhetetlen eleme egy jól működő az ipart is magába foglaló innovációs ökoszisztémának. Pillanatképek bemutatása a múlt innovatív anyagipar teremtéséből, a jelen konkrét stakeholdereinek (kulcsemberek azaz kutatók, feltalálók, innovátorok és entrepeneour-ök, szervezetek, iparvállalatok), és a jó gyakorlatok példaértékű csokorba szedése, az ebből a jövő számára lederiválható stratégiai elemek és kitörési pontok, az anyagipari tudásbázisunk szervezeti megerősítésére tett javaslatok tárházával bezárólag (stratégia, platform, döntéstámogató testület és nemzeti labor javaslatok).

A felmérés módszertana három pilléren állt: 1) példa értékű magyar innováción alapuló iparteremtési siker történet sorselemzése egy az iparteremtésben érintett alkotó tollából, 2) interneten hozzáférhető nyílt adatbázisokra támaszkodva a jelen kutatási infrastruktúrájának adattárházi számbavétele 3) kérdéscsokor segítségével innovátorok és innovációs szakemberek mélyinterjúin keresztül készített anyagipari sors- és kitörési pont elemzése.

„Technológia nélkül nincs anyagtudomány. Maga az innováció két modell szerint vihető végbe, aminek elemei a kutatás (K), a fejlesztés (F), az ipari méretű gyártás (I) és a piac (P).

*Az **A modell**nél, ami egy **tudományos és egyben ideális modell**, az innováció a kutatással kezdődik: K → F → I → P. Legfőbb jellemzők a tudományos háttér, hosszú idő, erős verseny, nagy kockázat, nagy forrásigény. Az A modell lényegében egy tudományon alapuló anyagfejlesztési irány, amelynél Magyarországon sosincs elég pénz, amivel végig vihető lehetne.*

*A **B modell** egy **technológiai és egyben ipari modell**: K …?.. F ← I ← P. Itt a piac diktál, a piaci kihívás, igény határozza meg a feladatot, az idő rövid, a módszerek empirikusak, a pénzügyi környezet biztató, viszont az innovációs eredmények és szinte minden tartalom bizalmas. Ez utóbbi a tipikus technológiai fejlesztési feladat kisvállalkozások számára."*

Bárczy Pál

A MAAKT által feltárt tanulmány kiemelte, hogy kevés a proof-of-concept, szabadalmi tevékenység, illetve a start-up vállalkozás. Ennek ellenére van magyar követendő példa, hogy az egyetemi szférából kiperdülő professzori

tudás a B modell szerinti innovatív űranyagipari céget hoz létre (**Admatis Kft.**). A 3 évente 1 TRL szintet előre lépő A modell szerinti tevékenység a szénszál (**Viszkóza-Zoltek**), az alumíniumhab (**Aluinvent**) és a poliuretán és poliurea gyanták (**Polinvent**) esetében is **nemzetközi jelentőségű exportképes ipart teremt**. Az ipari szakemberek esetében a klaszteresedés alacsony mértéke miatt a magyar mérnöktársadalom javát alkotó Magyar Mérnökkamara és a mérnöktársadalom krémjét alkotó **Magyar Mérnökakadémia nem kap olyan kormányzati támogató figyelmet**, mint azt a tudomány tekintetében a Magyar Tudományos Akadémiát érintően megvan. Ennek kompenzálására felajánljuk az MMA aktív szerepét az aktuális iparági stratégiák létrehozásában, ehhez az adott anyagipari területen több kitörési pont javaslattal élünk. A klaszteresedéshez mind egy **Anyagipari Platform, mind egy Anyag és Energiabiztonsági Tanácsadó Testület létrehozására teszünk javaslatot egy létrehozandó MMA Klub keretein belül.** Megállapítjuk, hogy a tudományos feladatokra koncentráló Eötvös Lóránd Kutatási Hálózat kutatóintézetei jelentős infrastruktúrával és szakembergárdával rendelkeznek, addig a Bay Zoltán Hálózat a rendszerváltás következtében történ ipari kutatóintézet hálózat leépülése következtében, ez a szegmens lassan tér magához. A Bay Zoltán Hálózat Start-Up generálásának igaz vannak jó példái Aluinvent Zrt., de még mindig elmarad a technológizálási szegmensben játszott szerepéhez képest. A megkérdezett innovátorok sikereiket, valamilyen erős nemzetközi kapcsolat révén tudták biztosítani. Megfelelő személyiségtípusuknak és megfelelő előtanulmányaiknak köszönhetően tudták megvalósítani az adott anyag piacosítását és iparosítását. Az új alapanyagok területén nemzetközi forradalmi lépésekre voltak képesek (karbonszál-USA, alumínium-Kanada, acél-USA), ami az innovátorok kulcsfontosságára, megbecsülésére és képzésére hívja fel a figyelmet bármilyen iparteremtés esetén.

2. Bevezetés, alapelvek és célkitűzés (Babcsán Norbert)

Paul Gauguin: Honnan jövünk? Kik vagyunk? Hová megyünk?

21. századi világunk a globalizáció, majd a konnektivitás növekedésével az ökoszisztémák kialakulásának évszázada, aminek a működését csak modern hálózatelméleti leírással érthetünk meg[1]. Nem kell egy adott országban élni, ahhoz, hogy online módon az adott kutató vagy cég, vagy ipar egy másik országban legyen jelen. A gyártást lehet egy tengerentúli országból is online felügyelni (pl. Magyarországról Kanadában). A konferenciák online vagy a pandémia után hibrid formában rendezik meg. Az ökoszisztémák szervezésében az állami befolyás mellett egyre erősebbé válnak a nemzetközi globális multik, illetve a nemzeteket átfogó szervezetek (ENSZ, EU, OECD, Vatikán stb.)[2] csupán véleményalkotó, vagy hathatós befolyása is. A jövőt hálózati organizmusok formálják. Új multik által irányított ipari ökoszisztémák jönnek létre. A világ a földrajz által kontrolált geopolitikai rendszerből a hálózatok által szervezett geofúziós állapotba került át[3].

Magyarország speciális hálózati helyzetben van, ami egyrészt a Földrajzilag Európán belül központi elhelyezkedéséből és a mindenki itt van állapotból adódik. Európa geográfiailag az Urálig terjed. A XX. század történelmi szakaszaiban attól függően, hogy milyen dominancia alatt állt az ország a magyar ipar szerepe más és más volt. A rendszerváltás előtt fegyverkereskedelmi központ, Cocom-lista megkerülő generikus innovációt szervezetten ellátó K+F+I rendszer, a szocialista blokkon belüli munkamegosztásba az adott iparágat (pl. buszgyártást) csúcsra járató szakipari termékeket gyártó ország. A verseny, azaz „játék”[4] nélküli blokkban. A kereskedelmet és a nemzetközi kapcsolatokat segítette vagy az is lehet, hogy csődbe vitte az Impexes hálózatok rendszere, ami „játékteret” biztosított a Nyugattal összeköttetésben. A rendszerváltás után a befolyási háttér változott, az anyagiparunkat anyagában újrahasznosították, illetve az ide vonatkozó ipari kutatóintézeteket bezárták és a Bay Zoltán Hálózat méretére csökkentették. Magyarország iparosítása multinacionális és külföldi cégek betelepítésével teljes mértékben átalakult. A privatizációt követően ennek hatására ország fejlődési pályára ált és része lett a nemzetközi ellátási láncoknak.

A jelen kor változásai azonba újabb gondolatokat gerjesztenek. A világban megfigyelhető hidegháborús hangulat újraéledése, illetve a hálózatok fejlődésének újabb szintje a regionalitás konnektivitásának megerősödése, ami a hálózati redundancia növelését teszi lehetővé és szükségessé a hatékonyabb és biztonságosabb erőforrások felhasználása érdekében. Ez a nemzeti programmal egybecsengő folyamat, de nem kulturális, hanem hálózati hajtóerejű.

A redundancia regionalitásának növekedését tekinthetjük nemzetbiztonsági, de ugyanúgy régióbiztonsági szükségszerűségnek. Ebbe kell bekapcsolni azt az új iparteremtési folyamatot, amit Magyarország szempontjából

---

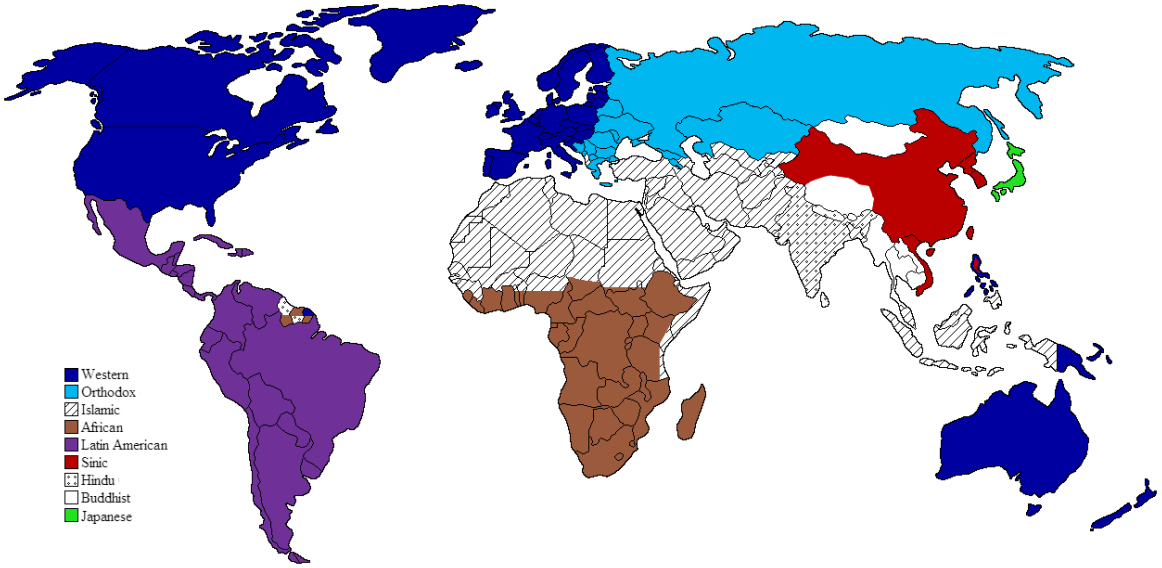
[1] 'Barabási Albert-László: A hálózatok tudománya, Libri Kiadó, Budapest, 2016

[2] A mesterséges intelligencia előretörésének etikai vonzatainak véleményezői. Higiéniai Múzeum Mesterséges intelligencia Kiállítása Drezda 2022

[3] Csizmadia Norbert, Geofúzió - A földrajz szerepe a 21. századi gazdasági és geopolitikai világrendben, Pallas Athéné, 2020

[4] Kóczy Á. László, A Neumann-féle játékelmélet, Közgazdasági Szemle, LIII. évf., 2006. január (31–45. o.)

a nemzetbiztonságot az európai Unió szempontjából pedig a régióbiztonságot szolgálja. Az erőforrások átcsoportosításának gyarmatosítási folyamatai az új hálózati világunkban értelmetlenek, hiszen a globális összeköttetések miatt egy régió meggyengülése hat a világ másik részén lévő entitásra. A hálózati organizmusok miatt egyformán fontos minden régió egészségügyi állapota, mert ennek hiányában a saját emberi civilizációnk betegedhet meg. A jelen világot ismét áthatja a civilizációkra hivatkozott gazdasági háborús atmoszféra.



Regionális civilizációk eloszlása a globális szférában

A regionális, azaz magyarországi iparszervezéshez, az állami szerepvállalással és a hálózatosodás erősödésével államilag támogatott és biztatott önszerveződési folyamatok igénye a történelem során talán most a legnagyobb. A regionális ellátási láncok redundanciáját megvalósító és a saját terepet jól ismerő helyi szakemberek önszerveződésének erősítése ezáltal a döntéshozáshoz csatlakozó véleményplatform és helyi ismerettel rendelkező döntéshozási szakmai tanácsadói grémium létrejötte elengedhetetlen a regionális magyar hálózati ökoszisztéma hatékony és jó működéséhez.

Az iparteremtés egyik fontos eszköze a Magyarországon jelenlévő multinacionális cégek aktivitása. A Bosch nemrég létrejött budapesti campusa[5] pontosan azt jelzi, hogy milyen vezető hatása lehet egy multi vezérelt központnak, hiszen beintegrálja a saját piacának start-up ökoszisztémáját is. Ezáltal saját magához kapcsolt rugalmas KKV ökoszisztémát generál. Ha az adott multi elér egy megfelelő méretet a kisgömböcből tojásrakóvá is válik. Az állami szektornak azon technológiai mezőn lehet elvileg játéktere a kompetenciaképzésen túl, ami az adott ország versenyképességét és az emberek jólétét növeli, illetve segít beintegrálni a multik által az adott országban megépített innovációs ökoszisztémákat a független állami szereplőkkel pl. FIEK-ek, Bay-hálózat, Eötvös-hálózat. A nemzeti K+F+I hálózatok a multik K+F+I hálózatain keresztül a nemzetközi piacokhoz és tudásközpontokhoz vihetik közel Magyarországot. Ilyen új multinacionális tudásközpont lett pl. a Europhins által most megvásárolt Wessling, ami a labormérések így a szolgáltatási szektor nagyágyúja. A tudásközpont egyéb magyarországi innovatív cégek felvásárlásával jelenleg is bővül.

Az anyagokkal kapcsolatos nemzeti szintű stratégiai tanulmány utoljára 2000. novemberében született[6]. Az akkori tanulmány az alábbiakban definiálta az anyaggal kapcsolatos fogalmakat:

*Az **anyagtudomány**, a zömmel jelenségorientált alaptudományok (fizika, kémia stb.) által felfedezett, értelmezett jelenségeket, törvényeket "szerszámként" használja fel arra, hogy meghatározott tulajdonságú, funkciókat teljesítő anyagszerkezeteket állítson elő. Kutatási területként a törvényszerűségek leírásának, értelmezésének*

[5] http://www.jovogyara.hu/a-jovo-autoipari-fejlesztesseinek-helyszine-atadtak-a-bosch-budapest-innovacios-kampuszt.html
[6] Nemzeti Kutatási és Fejlesztési Programok Környezetvédelmi és Anyagtudományok Programja Anyagtudományi és Termeléstechnológiai Kutatás-Fejlesztések szakterületi súlypontjai, prioritásai, Budapest, 2000. november

finomítása, azoknak a valóság komplexitásához való igazítása a fő feladata. A komputerizáció révén ma kváziegzakt leírásokra törekszik és sok esetben ezt el is éri.

*A **technológia** definíciója: A technológia – egyszerűen - egy "szabálygyűjtemény", ill. eljárásszabályzat, amely rögzíti ezen (atomisztikus) "szerszámoknak" (mint pl. diffúzió, fázisképződés, rétegképződés, plasztikus deformáció) működési tartományát (idő, hőmérséklet, nyomás, gázkörnyezet, elektromos tér, stb.) – a reprodukálhatóság elérése érdekében. A kváziegzaktságban a világ fő húzó iparága, a félvezetőipar jeleskedik: a technológia szimulációk kidolgozottsága tekintetében vezet. Ehhez közel áll a szerves, ill. gyógyszerkémia molekula-művészete. Az emberiség elemi érdeke, hogy mindez a tudás, koncepcionalitás bevonuljon a többi iparágba is.*

***Szerkezeti anyagok** definíciója: Alapvetően a mechanikai, a szilárdságtani tulajdonságok, pl. szakító szilárdság, ill. kopás-, és/vagy korrózióállóság, de lehet fontos a biokompatibilitás, hőállóság, sugárzásállóság stb. Legtöbbször az anyag tömbi tulajdonságai dominálnak a kiválasztáskor.*

***Funkcionális anyagok** definíciója: Bármilyen külső hatásra (elektromos, optikai, mágneses, gravitációs stb.) adott – végül elektromos, ma: digitális jel – válasz. A "funkcionális anyagok" lehetnek **"egyszerűek"**: fizikai, kémiai, biológiai elvű tulajdonság ("smart"); **"komplexek"**: technológiai műveletek sorával kialakított számítás-, híradástechnikai, optikai stb. alkalmazás, mágneses, mechanikai, gravitációs stb. érzékelés. A szerkezet első eleme, pl. szenzoroknál, lehet egy "egyszerű" funkcionális anyag, amelynek külső hatásra bekövetkező változásai indítják el a funkciót. A mai modern alkalmazások túlnyomó többségében a funkcióból kiinduló információnál a (digitális) adatfeldolgozás és komputerizáció dominál, a "szerkezetiség" és "funkcionalitás" rendszeresen összemosódik és a "komplex" rendszerek válnak csak jelentőssé.*

A mai frontvonalak zöme a funkcionális, multifunkcionális anyagok kutatása, fejlesztése terén található, illetve a természetes anyag- és energiatakarékosság mellett az újrahasznosíthatóság is optimálási célfüggvénnyé válik. Cél, hogy minden termelési/fogyasztási folyamat zárt ciklusokká szerveződjék. Ennek fő tudományágai az energetika, anyagtudomány és a bonyolult logisztikai feladatot kezelni képes számítástudomány.

2000 előtt az anyagok, termelési-feldolgozási K+F kiemelt fejlesztési területei

1. célorientált szerkezeti és funkcionális anyagok, bioanyagok, opto- és mikroelektronikai anyagok, ezekkel létrehozott funkcionális szerkezetek, (lézerdiódák, mágneses olvasófejek) mikromegmunkálással létrehozott eszközök,
2. generikus…,
3. tisztább…,
4. mikro- és nanotechnológiák, ezekkel megvalósított funkcionális szerkezetek, ezek összekapcsolása a multi-szektoriális alkalmazásokkal. felülettechnológiák...,
5. szenzorok, aktuátorok technológiája,
6. nagy… (lézer, plazma-, elektron-, ion- és folyadéksugár)
technológiák voltak.

<u>Mi változott 2000 óta?</u>

Új ipari forradalmat élünk, amit a technológiai kulturális változása a digitalizáció, elektrifikáció és a mesterséges intelligencia megjelenésével robotizációt és 4.0-s iparszervezést hozott létre.

Új társadalmi kihívások váltak meghatározóvá (fenntarthatóság, klímaváltozás, digitalizáció, energiakrízis, körforgásos gazdaság) a fenntarthatóság és a klímaváltozás okozta karbonciklus körüli technológiai kérdések, a megújuló energiaforrások és termelés előretörésének szükségességével. A *kialakuló társadalmi átalakulások anyag és energiahiányt generálnak* ezért a lokális helyettesíthetőség biztosítása elengedhetetlen. A fosszilis energiaforrások sokkal kifejezettebben a soft power eszközévé váltak, ezért is fontos az anyagipart energiahatékonyság, körkörös gazdaság, azaz a megújuló energia és anyagciklusok előmozdításának érdekében fejleszteni (anyaghiány és gazdaságosság – rövid ciklus idejű műanyaghulladékot nem gazdaságos újrahasznosítani, szeméthegyek képződnek). Az ellátási láncok újrastrukturálódása miatt egyszerre kell megfelelni a nemzeti ellátásbiztonsági céloknak másrészt meg kell őrizni a korábbi anyag és energiakereskedelmi láncok trajektóriáját globális szinten is.

Célkitűzésünk: **Anyagkutatási innovációk serkentése és kiaknázása, különös tekintettel a hazai fém-, nano- és polimer-technológiák területére.**

A hazai anyagtudományi kutatások nemzetközi összehasonlításban is számos kimagasló eredményt tudhatnak magukénak, ezek áttörő alkalmazása sok esetben azonban várat magára. A konstrukciós ipari alkalmazásoktól az orvostechnológiáig a potenciális hasznosítók szükségletei egyszerre jeleníthetnek meg a létező pionír kínálatot felvevő piacot, valamint innovációt serkentő kutatási megbízásokat.

Anyagipari panel (platform) elindítása az MMA gondozásában az anyagkutatási innovációk serkentése és kiaknázása, a magyarországi anyagszakmai hálózatosodás, ökoszisztéma, és iparágak teremtése céljából. A jelen projekt „**Anyagkutatási innovációk serkentése és kiaknázása, különös tekintettel a hazai fémhab-, nano- és polimer-és társított anyag (kompozit) technológiák területére**„ célja, a platformon belüli induló alprojektekként a ***három szakmai terület a fém-, nano- és polimer-technológiák*** és ezen belül ***fém-, nano- és polimer kompozit*** anyagok országos klaszteresedésének és ezen területeken már létező ***kompeteciák feltárása***, ***infrastruktúrák harmonizálásával***, ***szellemi műhelyek és munkacsoportok*** generálásával, ***a stratégiai anyagok erőforrás-hatékony gazdaságával (resource-efficient economy) és hazai iparosításával kapcsolatos javaslatok megfogalmazása***.

A tanulmányban a nagy halmazon belül az alábbi területeken, de nem csupán erre korlátozva keresünk majd kitörési pontokat:

Fémek munkacsoport fémkompozit és fémhab technológiák alprojekt: - Alumíniumhab termékesítési projektek megfogalmazása, alumíniummátrixú kompozit és szintaktikus hab gyártási technológiák iparosítása. Alumíniumhab ökoszisztéma és alumíniumipari stratégia alapkő letétele. Alumíniumhabok iparági kapcsolódási lehetőségeinek (védelmi, űr, jármű, építőipar stb.) feltárása. A másik két munkacsoporttal való szinergia lehetőségek inicialiálása pl. kabon szál erősítésű elektromos kábel, alumínium akkumulátor).

Nanoanyagok munkacsoport nanotechnológiák alprojekt:

Funkcionális energatikai anyagok gyárthatóságának és hazai előállításának feltérképezése különös tekintettel a fúziós, nukleáris és megújuló energetikai alkalmazásokra, új típusú energiatárolási és CO_2 mentes technológiák számára.

Polimerek munkacsoport polimer kompozit technológiák alprojekt: Szál (elsősorban szénszál) erősítésű polimer kompozitok termékesítése és gyártóinak hazai ökoszisztémája és újrahasznosíthatósága, új típusú (pl. poliurea és poliuretán) gyantarendszerek iparosítása, polimerhabok.

Ezen fejlődések ismeretében a fogalmaink is finomodtak:

Az **anyagtudomány** az anyagok általános és specifikus szerkezeteinek eredetével, ezek vizsgálati lehetőségeivel, a szerkezet és a tulajdonságok összefüggésrendszerével foglalkozik (pl. fémek, kerámiák, polimer anyagok, kompozitok, nanoszerkezetű, nagy entrópiájú vagy egyéb, különleges szerkezetű anyagok fejlesztése stb., vizsgálati technikái és anyagmodelljei).

Az **anyagtechnológi**a tevékenységének fókuszában az anyagok és a megmunkálási eljárások gyakorlati alkalmazásának kérdései állnak (pl. metallurgia, képlékenyalakítás, öntés, hegesztés, forgácsolás, hőkezelés stb., ezek anyagvizsgálata és matematikai modelljei),

Az **anyaginformatika** a speciális informatikai eszközök és módszerek alkalmazási lehetőségeivel foglalkozik az anyagtudomány és a technológia területén (pl. adatbázisok, matematikai modellezési eljárások, optimalizálási módszerek, big data stb.)

Az **anyagipar** egy gyűjtőfogalom. A magyar nyelvben még nincs anyagászat szavunk, de létezik, kohászat, vegyészet, ami valójában az anyagipar (fémipar, vegyipar, szilikátipar stb. alá tartozik). A szakember elnevezése, mint anyagmérnök már a köztudatba beépült szavunk, ezzel szemben a múlt struktúráját jellemző kohómérnök fogalom lassan kikopik, hiszen már messze nem azt fedi, amit ma érteni kellene alatta. A **modern anyagtudomány és mérnökség** egy új keletű diszciplina, visszatükrözi az új struktúrába formált modern világunkat. Az anyagtudomány globalizáló, integráló és újrastrukturáló szerepet játszik. A korábbi, anyag halmaz alá tartozó iparágak, szakmai területek, tudományágak szóhasználata keveredik és a párbeszéd, a fogalmak megváltozásával, harmónizációjával új, a teljes anyag diszciplinát jellemző műszaki nyelv van kialakulóban, azért is, hogy a korábban jelentősen különböző szakemberek egy nyelvet beszéljenek.

Az **anyagipar** az egyik legnagyobb és **az egyik legfontosabb stratégiai iparágazat**. Hiánya esetén a termelési értéklánc megáll, ellátásbiztonsági problémák lépnek fel és ezért is bír kiemelkedő jelentőséggel nemzetgazdasági viszonylatban. Az iparteremtésünk és nemzetbiztonságunk egyik alapköve, de egyben lehetőség a globális vérkeringésben való integrációra és versenyhelyzetünk fenntartására. Az anyagfajták csoportosítása kijelölheti azokat a halmazokat, ami alapján a különböző a globális mátrixba helyezett nemzetgazdaságunk kitörési és fókuszpontjait és a kapcsolódó iparágakat meghatározhatjuk.

A CAETS[7] nemzetközi szervezeteit és szerepeit elemezve az 1990-ben Rubik Ernő elnöklésével megalakuló **Magyar Mérnökakadémia** társadalmi szerepvállalása a nemzetközi példák alapján sokkal több kellene legyen, mint az eddig megadatott a számára. Széchenyi István MTA megalapításával 1825-ben elindította azt a folyamatot, hogy a tudománnyal foglalkozó értelmiségi szakmai elit akadémiává szerveződhessen. Külföldön a CAETS tagjai, mind-mind olyan országokban élnek, ahol a tudományos akadémiák mellett, erős, a technologizálást reprezentáló mérnöki elit által létrehozott mérnöki akadémiák működnek. Tudott, hogy az innovációs folyamaton belül a technológiai készültségi skálán (TRL), a jelenség megfogalmazása (TRL1) a műszaki tudományok és a kreativitás szerepköre, a technologizálásban TRL2 után a mérnöki tervezés és design játssza a döntő szerepet, ebben a szegmensben a mérnökség más, mint a tudományos munka, ez már maga az innováció és az iparteremtés. Hathatós Magyar Mérnökakadémia nélkül nem lesz hathatós technologizálásunk, sem iparteremtésünk. A magyar iparral, azaz a technológiával, innovációval, azaz a technologizálással foglalkozó mérnöki és technológiai szakmai elit számára szükséges a megújulás. Ennek első lépése lehet a **megfelelő öndefiníció, láthatóság, és a nemzetközi kapcsolatok bővítése**. Tennünk kell azért, hogy az átlagértelmiségi számára a **Magyar Mérnökakadémia** (MMA) **név** minél inkább **összetéveszthetetlen** legyen a Magyar Művészeti Akadémiával (MMA) vagy a Magyar Mérnöki Kamarával, de legalább olyan látható legyen, mint az említett két közösség. A **külföldi akadémiák** nevében gyakran szerepel a **nemzeti vagy a technológia, illetve az innováció szó**. International Council of Academies of Engineering and Technological Sciences nevéből eredően is a Magyar Mérnökakadémiának szoros testvéri kapcsolatot kell ápolnia a Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Osztályával és ide tartozó tudományos bizottságaival. Hiszen ötletekkel és tudománnyal jól állunk, de meg is kell azokat valósítani. Egy erős

[7] https://www.newcaets.org/

mérnökakadémiai területi hálózatot kell létrehozni, hogy az ügyet ne tudja valamilyen politikai kalandor kisajátítani magának öncélú haszonszerzésből.

A **Club de Paris des Directeurs de l'Innovation**[8] jellegű tapasztalt innovációs igazgatókat tömörítő innovációs folyamatokat előmozdító szakmai közösség megalakítása Magyarországnak is elemi szükséglete. Hívhatnánk **Budapesti Klub**nak. A saját ipar hiányosságában, hazánkban csupán a pályázatok vezérelte innovációk körül kialakult pályázati innovációs menedzserközösségek formálódnak, ami nem tükrözi egészében és egyoldalúvá teszi a magyar innovációs folyamatok jellegét és típusait. A közösségi szükségleteket a nagyvállalati cégvezetőkből, a kormányzati szakpolitikai adminisztráció szürke eminenciásaiból és a nemzetközi terepen mozgó Magyarországról indult mérnöki tanácsadó cégek szereplőiből álló kapcsolódásokat kell elsősorban a Magyarországot jobbító **innovációs igazgatók közösségévé** szervezni. Ebben a folyamatban a csíraképzést a Magyar Mérnökakadémiának kellene vállalnia.

People implementing ideas that create new value. (Innovation Network)

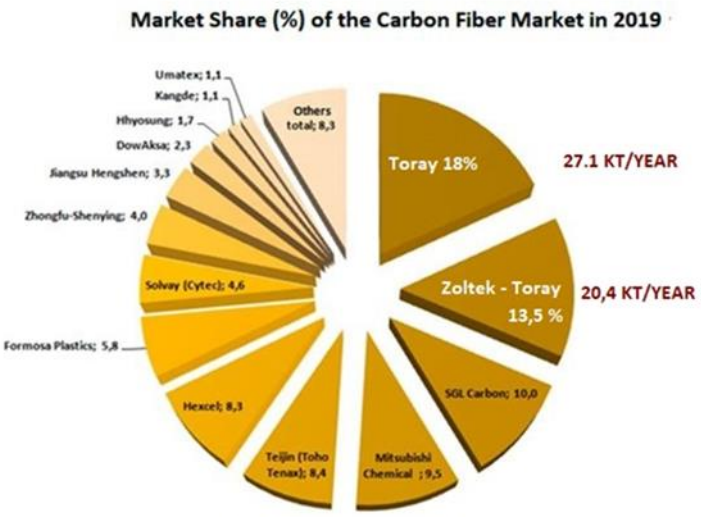
[8] https://www.directeur-innovation.com/

3. MÚLT: Anyagipar teremtési esettanulmány – a szénszál (Meiszel László)

A KIS MAGYAR MŰSELYEM GYÁRTÓBÓL 50 ÉV UTÁN EURÓPA LEGNAGYOBB SZÉNSZÁLGYÁRTÓJA LETT

Avagy: a hosszú távú eredményeket nem a szerencse határozza meg

Európa legnagyobb szénszálgyártó üzeme – a Zoltek Zrt – Komárom-Esztergom megyében a Duna parton Nyergesújfaluban található. A Zoltek Co. Inc. annak a japán Toray csoportnak a tagja, amely a legnagyobb szénszálgyártó a világon és több, mint 50 000 embert foglalkoztat világszerte. A nyergesújfalui üzem a Toray világpiaci szerepe, és mérete által megerősített háttérrel a világ vezető CF gyártói közé tartozik.



Napjainkban a társított anyagok (kompozitok) jelentik az anyagtudomány meghatározó részét, mert különleges és extrém igénybevételek elviselésére alkalmasak. Az űrtechnika, a repüléstechnika, haditechnika mellett a sport, az autóipar, az építőipar és egyre szélesebb alkalmazói kör igényli ezeket a speciális anyagokat. A kompozitok fejlesztését nem csak az inicializálja, hogy egyre több helyen van szükség extrém tulajdonságokkal rendelkező anyagokra, hanem egyre nagyobb szerepet kap környezetvédelmi megoldásokban, a gyógyászatban és az élet minden területén. A szintetikus polimer mátrixú fejlett kompozitok erősítő anyaga kezdetbe viszkóz szálból készített szénszál volt, ma már elsősorban a poliakrilnitril (PAN) szálból készül a szénszál.

Az 1941-ben eredetileg textilipari célra – de a világháború miatt elsősorban ejtőernyő és kötszerek előállítására alkalmas - regenerált cellulóz alapú speciális műselyem *(Rayon)* gyártó Magyar Viscosa Rt. a II. világháború utáni nemzetközi körülmények és a hazai iparpolitika változó hullámzásai ellenére mára a világ vezető kereskedelmi szénszálgyártójává vált Zoltek - Toray Zrt. néven.

Ezt az átalakulási folyamatot, vagy annak végeredményét nevezhetjük innovációnak is. Ha a vállalatot nézzük, akkor az innováció itt azt jelenti, hogy „alkotó rombolás." Egy korszak, egy megoldássor, egy gyakorlat végét jelenti, hogy ezáltal lehetőség nyíljon egy újabb korszaknak, egy újabb megoldásnak, egy újabb gyakorlatnak. Az ilyen folyamatokat elméleti kutatók, gyakorlati szakemberek sokasága vizsgálja, értelmezi, keresi összefüggéseit. Teszik ezt azért, hogy megtalálják a mozgatóerőket és dinamikákat, amelyek megértése és alkalmazása támpontot nyújthat a fejlődés és változás időszakában mások számára is.

Mire volt szükség ahhoz, hogy itt és így alakuljon ki az alacsony költségű, de jó minőségű CF széles körű kereskedelmi elterjesztésében élenjáró gyártási központ? A kérdés jogos, mert egy ilyen szénszálgyártó üzemet létre lehetett volna hozni zöldmezős beruházással, vagy egy másik PAN üzem átalakításához kapcsolva bárhol a világon. Választ kaphatunk, ha több tényező befolyásoló hatását együtt tekintjük át:

1. CF-gyártás megvalósítását két alaptényező határozza meg: a kiindulási PAN alapszál (a prekurzor) tulajdonságai (polimerizáció és szálképzés) és a termikus átalakítás technológiája (gépi megoldása).
2. A Magyar Viscosagyár PAN-I. és PAN-II üzemeinek kapacitása és az elképzelt szénszálgyártó üzem prekurzor igénye.
3. A szakemberinél felhalmozódott polimerkémiai, technológiai tudás és alkalmasság a szénszálgyártási technológia kialakítására, optimalizálására, valamint az üzem megfelelő átalakítására.
4. A cég tájékozottsága - a prekurzor és CF gyártás megvalósítására irányuló - előkészítő munkákról.
5. Zoltek Co. Inc. szerepe a szénszálgyártás Magyarországon történt megvalósulásában.

3.1. A SZÉNSZÁL

3.1.1. Extrém tulajdonságú erősítő szálak iránti igény megjelenése.

Múlt század közepén a szálerősítés szinte kizárólag az üvegszálak (GF) bevitelét jelentette a műanyagmátrixba. Napjainkban azonban a felhasználható szálak választéka jelentősen kibővült egyfelől a természetes eredetű szálak, másfelől a nagy szilárdságú szénszálak irányába.

1947 - 1991 között az Amerikai Egyesült Államok és a Szovjetunió folytonos rivalizálásának egyik fontos jellemzője a fegyverkezési verseny volt, ami elsősorban technológiai és katonai téren folyt, de sok tudományos felfedezést eredményezett. A szénszálak iránti érdeklődés akkor került elő amikor a rakétahajtóművek gyártásához szükséges alkatrészek kialakítására extrém tulajdonságokkal bíró anyagokat kerestek. Megoldást tekintve a társított rendszerek (kompozitok), az erősítő rendszer formáját tekintve a szálak, a szálak minőségét tekintve a szénszálak bizonyultak erre a szerepre az egyik legmegfelelőbb komponensnek, mivel magas hőállósággal, jó hőszigetelő tulajdonságokkal, korrózióállósággal rendelkeznek a gáz- és folyékony közegekkel szemben is, továbbá kiemelkedően nagy a fajlagos szilárdságuk és a merevségük.

Statisztikák alapján világ szálerősítésű műanyagpiacát a XX. század végére 7 millió tonnára becsülték, amelynek növekedését az erősítőszálak választékának bővülésében, a technológiák fejlődésében és az alkalmazások bővítésére irányuló fejlesztőmunkában látták. A különböző erősítőszálak piaca eltérő képet mutat mind a mennyiségeket, mind a növekedési lehetőségeket illetően. Míg az üvegszálas szerkezetek az 1960-70-es évekre már közeledtek a telítettségi szintet eléréséhez, addig a természetes szálak és a szénszál, valamint a speciális szintetikus erősítőszálak felhasználása előtt még sok lehetőség nyitva állt. A szénszálak terjedését elsősorban a szűkös gyártókapacitások és a magas árak korlátozzák.

3.1.2. A szénszálgyártás alapanyag fejlesztése

1958-ban viszkóz (regenerált cellulóz) szálakból kiindulva próbáltak szénszálat előállítani (USA, Union Carbide Parma). A kapott szálak azonban csak ~20% szenet tartalmaztak, és közel sem rendelkeztek olyan merevségi és szilárdsági tulajdonságokkal, amelyeket a mai szénszálas termékekben oly nagyra értékelnek, így a Bacon eljárása rendkívül hatástalannak és költségesnek minősült. Szinte ugyanabban az időben a Szovjetunióban is folytak már szigorúan titkos CF kísérletek, majd valamivel később Japánban indítottak intenzív kutatást megfelelő alapanyagok kiválasztására.

1959-ben Japán már vezető szerepet töltött be a PAN-ből (Poliakrilnitrilből) készült szénszálak terén. 1963-ban W. Watt, L. N. Phillips és W. Johnson brit tudósok szabadalmaztattak egy új szénszál-gyártási eljárást, amely már sokkal erősebb szálakat eredményezett, mint az előzőek. A technológiát fokozatosan fejlesztették 1970-re jelentősen nagyobb teljesítményű szénszálakat tudtak már készíteni.

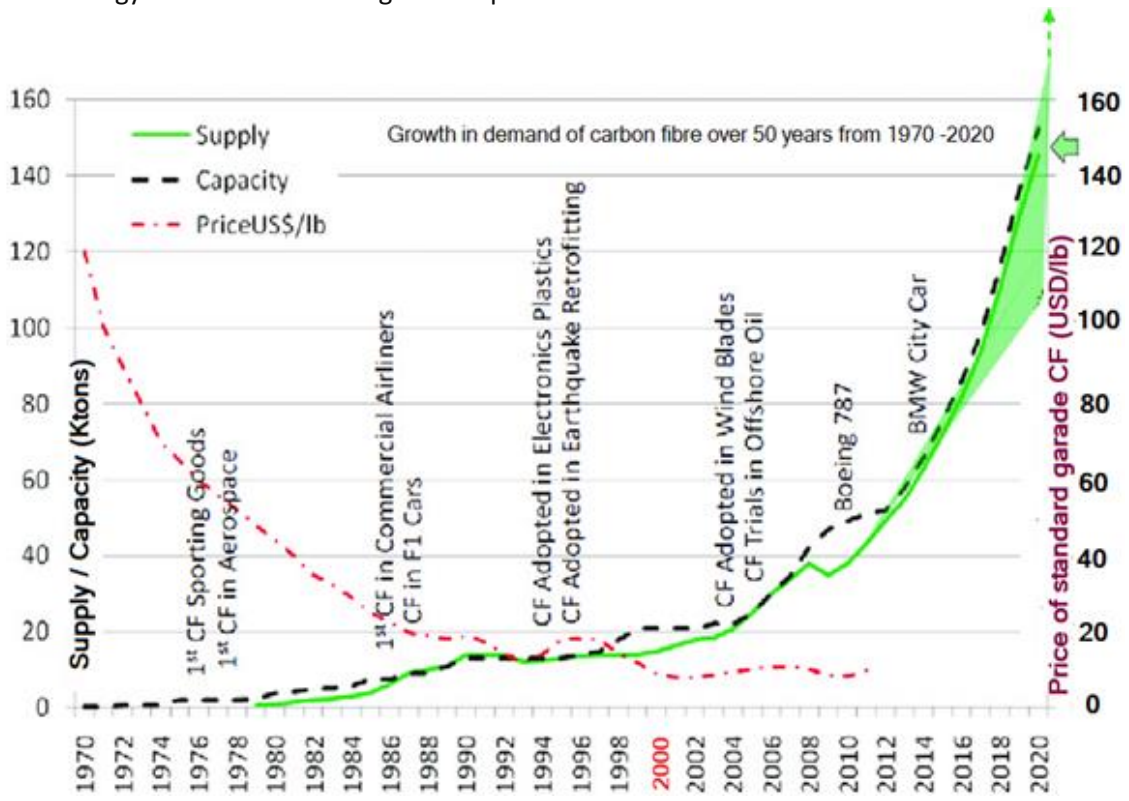
PAN alapú szénszálfejlesztés sikerei hozzájárultak több későbbi szabadalom kidolgozásához, más országokban, más cégeknél való alkalmazásához. *(Pl. Rolls-Royce, a Morgan Crucible és a Courtaulds).* Ennek hatására Angliában, USA-ban, Izraelben, Németországban és Franciaországban stb. indultak újabb kutatási projektek részben az alapanyag fejlesztésére, másrészt a polimer átalakítás technológiájára. *(Toray, Nippen Carbon, Toho Rayon, Mitsubishi).*

A Courtaulds cég volt ebben az időben az egyetlen elérhető „nagyobb” prekurzor, szénszál és technológia forrás és az 1980-as évek végéig a sportban alkalmazott kompozit anyagok fontos szállítója maradt, de 1991-ben leállította a CF gyártást. A kezdeti években csak a gyártási folyamat egyszerűsítésére és a lehető legjobb minőségű PAN szénszál előállítására összpontosítottak nagyon drága, speciális prekurzorokkal, ami lassította a kompozitok gyorsabb elterjedését. Az 1970-es évek vége óta számos más típusú szénszálas fonal is megjelent a világpiacon. Ezek az újabb szálak akár >95% szenet is tartalmaznak, és jelentősen megnövekedett szakítószilárdságuk és rugalmassági modulusuk a legkorábbi változatokhoz képest.

A szénszállal erősített kompozit golfütőkkel elért sportsikerek elindították a szénszál kompozit piac fellendülését, így a Toray 1973 végére a havi 5 tonnás gyártási szintre, 1974 végére pedig a havi 13 tonnára növelte termelését. 1990 után a fizikai tulajdonságok (szilárdság, merevség) további jelenetős növekedése és a költségek csökkentése gyorsította a CF alkalmazás általános elterjedését.

Már a kezdetektől a PAN kopolimerből előállított CF szálak jelentették a nagy teljesítőképességű kompozitokban alkalmazott erősítések döntő hányadát. Ez annak a ténynek köszönhető, hogy a PAN polimer jól reprodukálható, hőkezeléssel szilárd fázisú reakciókkal átalakíthatók grafithoz hasonló kristályszerkezetű szálakká, a szálak pedig kiváló mechanikai tulajdonságokkal bírnak, miközben mérsékelt gyártási költségekkel rendelkeznek. A PAN felhasználás folyamatos növekedése mellett azóta is intenzíven keresik az olcsóbb prekurzorokat (viszkóz szál, a kátrány, lignin stb.), de eddig még egyik sem tudta kiszorítani a PAN szálakat stabil pozíciójukból.

A CF gyártásnál a PAN prekurzor, a technológia és annak gépi megoldása egymással nagyon szoros kapcsolatban álló, szinkronizált tervezést, egyedi megoldásokat igényel. Ezért ezeket az ismereteket a tulajdonosok nagyon titkosan kezelték. A prekurzor gyártó mindig aktív részese volt - és ma is az – az igényelt szálminőség kifejlesztésének. Ebből adódóan saját PAN prekurzor gyártásra alapozza nemcsak minden jelentős, de csaknem valamennyi szénszál előállító a termelését. A Magyar Viscosa Rt., mint PAN gyártó került fel a potenciális prekurzor gyártóvá alakítható cégek térképére.



3.1.3. Prekurzor gyártás

A PAN perekurzor gyártás alapelve megegyezik a PAN textilszálak gyártásával. A technológiát a PAN üzemekben szerzett tapasztalatok felhasználásával dolgozták ki a CF-gyártási igények kielégítésére alkalmas módosításokkal. Ezért van az, hogy CF gyártáshoz használt prekurzorok gyakorlatban leginkább olyan cégektől származtak, amelyeket textil típusú akrilszálak kereskedelmi gyártására alkalmas gyártóberendezésekkel rendelkeztek.

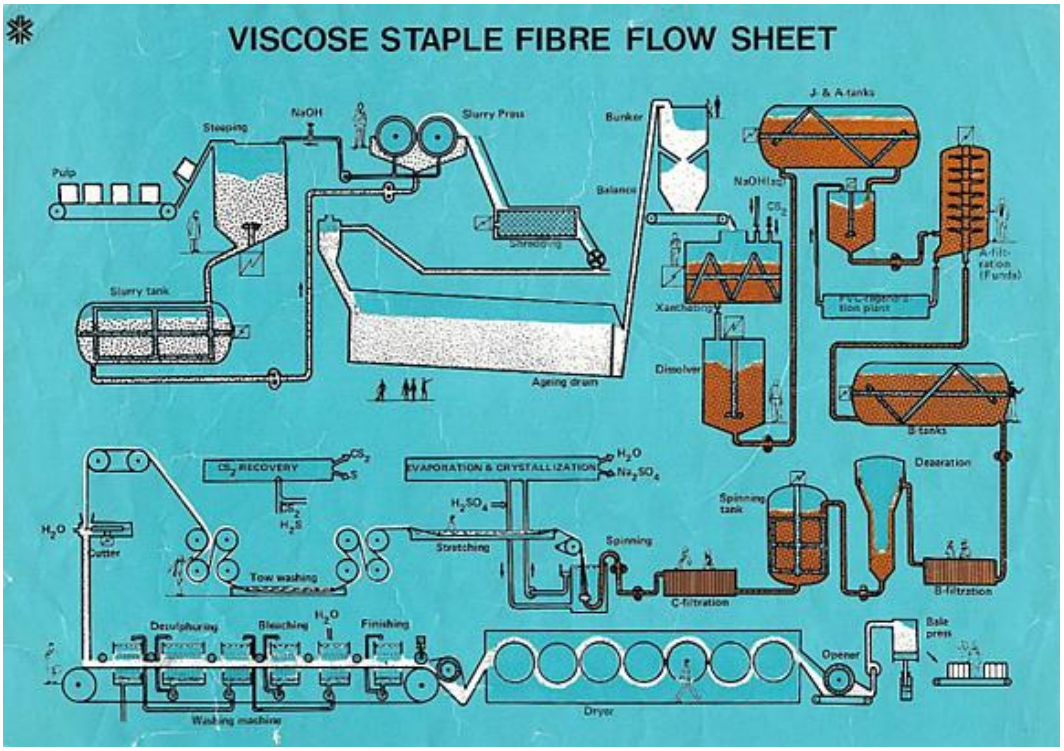
Ezek közül is azok a cégek lettek a legsikeresebbek, amelyek legkönnyebben tudták adaptálni meglevő technológiájukat és berendezéseiket prekurzor minőségű PAN szál gyártására. A kopolimer kémiai összetételét, a molekulák méretét és még sok mindent meg kellett változtatni. Bizonyos textil tulajdonságok, mint a színezhetőség, vagy az időjárásállóság prekurzor szempontjából nem fontosak. A szenesítésre szánt polimer más komonomereket igényel, főleg olyanokat, amelyek a termikus reakciók lefolyását módosítják. Ahogy a szénszálak fejlődtek, a piaci igény a megfelelő prekurzorok iránt is nőtt, és a szénszálgyártás céljára speciális komonomerekkel új polimereket fejlesztettek ki. Sokféle eljárást publikáltak és dolgoztak ki, de a gyakorlatban alkalmazott technológiákról kevés a pontos információ, mert gyártási titokként kezelik. A világ prekurzor gyártóinak köre mindig nagyon szűk volt. Egy-egy nagyobb bázisra épülnek a szénszálgyártási technológiák (Pl. Courtaulds (UK) Toray Industries (J) Toyo Rayon (J) Mitsubishi Rayon (J) Asahi (J) Amoco (USA) BASF SM (USA) Hercules-Sumica (USA) Nitron Szaratov (RUS) Zoltek-Toray (H). A nagyon magas minőségi igények miatt nehéz bekerülni ebbe a körbe.

A szénszál (természetesen a prekurzor is) megjelenésétől kezdve 1992-ig stratégiai anyagnak számított, ezért szinte minden CoCom (organized to coordinate Western export controls) lista az első helyén tiltotta a CF szálak értékesítését és bármilyen célú, felhasználását a „vasfüggöny” mögötti országoknak. Ennek az volt az oka, hogy elsősorban a hadiipar alkalmazta (főleg fegyvergyártásban, repülőgépiparban, rakéta gyártásban) és ezért erősen korlátozták az ilyen anyagok elterjedését – legalább is addig, amíg nem jelentek meg ezeknél jobb tulajdonságokkal rendelkező anyagok. Ez hosszú ideig nehézségeket okozott a kompozitok fejlesztése területén is.

3.2. MAGYAR VISCOSA RT.

3.2.1. Regenerált cellulóz műselyemtől szintetikus polimer szálakon át vezet az út a szénszálig

A Magyar Viscosa Rt. 1941-es megalapításakor hiánypótló szerepet töltött be a magyar iparban. A háború miatt a valódi selyem hiánya miatt műselyem szálakra volt szükség az ejtőernyők gyártásához, viszkóz szálból készíthető kötszerekre a sebesülteknek. A viszkóz műselyem gyártási technológiát tudatosan egy nem háborúzó országtól, hanem a svájci Feldmühle A.G.-tol, vásárolták meg, fenntartva a további közös fejlesztések lehetőségét. A Viszkóz technológia bonyolultságából és az alkalmazott vegyszerek veszélyességéből, valamint a termékkel szembeni magas igényekből adódóan már az induláshoz biztosítani kellett az átlagosnál magasabb szintű szakmai képzettséggel rendelkező személyzetet (Gépkezelőt, technikust, mérnököt). Ez a tudásbázis fejlődött évről-évre tovább addig, hogy a szénszálgyártás megvalósításánál, számos más versengő szempont mellett a vállalat szakembereiben felhalmozott tudás vált a Magyarországi megvalósítást eldöntő tényezővé.



A műselyem gyártásához főleg facellulózt használnak, melynek tisztasága, összetétele, homogenitása gyakran változó. A hajszálnál sokkal vékonyabb mesterséges szálak mindig azonos minőségben történő gyártásának fenntartása ezért sokoldalú analitikai anyagelemző munkát, a folyási tulajdonságokhoz reológiai elemzéseket, a mérgező és robbanásveszélyes vegyszerek kezelése, visszanyerése miatt nagyszámú környezetvédelmi vizsgálatot és intézkedést, a szál pedig kémiai és mechanikai termékminősítést igényelt, melynek ellátásához jelentős számú speciális képzettségű kreatív mérnökre és technikusra és nem utolsó sorban gépkezelőre volt szükség. Ennek a jól képzett személyi állománynak köszönhetően - a háború végét követően - rendkívül gyorsan, önállóan elindították a műselyem gyártást és még 1945-ben saját technológiával és gyártó gépsor építésével megkezdték a cellulóz fólia (Celofán = regenerált cellulóz fólia = MACOSA®) gyártását. A háború és a felfuttatott ipari termelés miatti munkaerőhiányt úgy pótolták, hogy a Dél-Erdélyből és a nyugati államokból – főleg Francia országból - hazatért viszkózgyári tapasztalattal rendelkező szakmunkásokat, a felvidéki visszacsatolt területekről pedig a segédmunkásokat Nyergesújfalura irányították.

A háború után 1947-ben bevezették a keleti blokk országait sújtó multilaterális kereskedelmi embargót a COCOM listát. A korlátozások inkább a saját kutatás-fejlesztés megerősítését váltották ki.

A céget 1948-ban államosították, majd az 50-es években a folyamatos modernizációt és kiegészítő létesítmények pótlását követően Magyar Viscosagyár néven működött tovább. A megerősödött innovatív szakmai háttér saját eljárása és szabadalma alapján megkezdődött a karboximetil-cellulóz (CMC) gyártása, amely nem száljellegű termék, hanem a cellulózkémiai tudást felhasználó vegyület. Jelentős mennyiséget igényelt a sokféle iparágra kiterjedő piac. Építészeti kémia *(vakolatok, glettek, kittek, ragasztók, alapozok, diszperziós termékek stb.)*, háztartási vegyipar *(mosószerek)*, könnyűipar *(textil-, szőrme-, bőripar)*, cellulóz- és papíripar, agráripar *(vetőmag-drazsírozás)*, szénipar *(szénpor-brikettálás)*, kőolaj és földgázkitermelés, élelmiszeripar és a gyógyszeripar.

A viszkóz-üzemi műselyem gyártó gépek a folyamatos karbantartás és felújítások mellett az 1960-as évek végére elavultak, a termelési volumen és a gyártás gazdaságossága, valamint a környezet- és munkavédelmi követelmények nem tették lehetővé az addigi technikai háttérnek megfelelő gyártás folytatást, a műselyem gyártást leállították. Saját fejlesztések alapján módosított technológiával és gépekkel viszkóz vágottszál gyártás követte a műselyem gyártást, így 1973-ra meg-duplázódott a termelés, de környezetvédelmi okok miatt 1991-ben leállították az üzemet.

3.2.2. A polimerkorszak

Szintetikus anyagok előállításában a XX. században a legnagyobb fejlődés a műanyagoknál következett be. Korunkat ezek alapján joggal nevezhetjük polimerkorszaknak. A műszálipar fejlődése ezer szállal kötődik az egész gazdaság fejlesztéséhez. Termelésének, műszaki színvonalának növelése a szintetikus polimerek révén többszörös hatást képes kifejteni a textilgyártás területén, ahol a műszál igen gyorsan teret hódított mind hagyományos, mind a műszaki alkalmazásban. A termelés földrajzi súlypontjai a textil- és ruházati iparban a fejlődő országok felé tolódtak el. A piacgazdaságok azonban viszonylag gyorsan alkalmazkodtak az új gazdasági körülményekhez. Új, tőkeintenzív, innovatív, tudásigényes ágazatok bontakoztak ki. Ezek tovább növelték a konkurencia erősödését a piacon.

A Magyar Viscosagyárban hasonlóan az országos tendenciához az 1960-as évek közepe táján újabb problémák léptek fel. Ezek között a legjelentősebb az üzemek elöregedésével, a gyártott termékek minőségével, választékával és önköltségével s ebből adódóan az ipari termékek értékesítési nehézségeivel volt kapcsolatban. A termelés és a kereslet közötti összhangot egyre nehezebben tudták megteremteni. A hazai műszálgyártás területén ez a fejlődés nagy késéssel, és kisebb lépésekben, de bekövetkezett.

1965-ben az iparpolitika látványos támogatásával a Viscosagyárban épült fel Magyarországon az első szintetikus alapú szálgyártó kapacitás. A Poliamid-6 alapú vágottszál gyártás NDK-ból vásárolt technológiával, kezdetben **DANULON®**, majd **DANAMID®** márkanéven. Az olvadékból történő szálképzéshez a szükséges PA-6 granulátumot nem vásárolták, hanem kaprolaktámból a helyszínen állították (polimerizálták) elő. Fejlettebb technológia megvásárlása nem pusztán pénzügyi kérdés volt. Egyrészt az Egyesült Államok által koordinált kereskedelmi egyezmények korlátozták a hozzáférést, másrészt a kelet európai piacra a standardizálódott, nyugaton már részben elavultnak számító technológia jutott el Magyarországra, primitívebb automatikával. Beruházásoknál ez azt jelentette, hogy adott területen nem csúcs – legjobb esetben jó átlagos technológiát

lehetett beszerezni, amelyekkel a világpiacon csak úgy lehetett valamilyen szinten versenyképes maradni, ha nagyon jól képzett, de olcsó munkaerővel kombinálva működtették.

3.2.3. A termékváltások korszaka a Magyar Viscosagyárban

1968–73 közötti időszakot már a termékváltás korszaka jellemezte. A veszélyes, környezet barát technológiának nem mondható regenerált természetes polimerek mellett a számtalan előnnyel rendelkező szintetikus polimerek kerültek előtérbe. A változások a világgazdaság térszerkezetére is hatással voltak. Elsősorban azok az országok, országcsoportok könyvelhettek el nagymértékű gazdasági növekedést, amelyek élen jártak a csúcstechnológián alapuló iparágak és szolgáltatások meghonosításában. Mindezekhez magasan képzett, széles körű szakértelemmel bíró humán erőforrásra és kellő mennyiségű tőkére volt szükségük.

A KGST munkamegosztás szempontjait is figyelembe véve elsődleges cél még mindig a textilipar alapanyag-ellátását szolgáló különféle vegyi és szintetikus szálak gyártásának megvalósítása, bővítése, elsősorban a hazai textilipar igényeinek kielégítése volt, holott világosan látszott, hogy a hazai igények kisebbek, mint a gazdasági szempontok szerinti kritikus gyártókapacitások.

A ’70-es években volt egy olyan időszak, amikor támogatást élvezett a műanyagipar. A főhatóság az elmaradottság ledolgozását a poliolefinek gyártási és feldolgozási fejlesztésben látta. Mindez erős bátorítást adott ahhoz, hogy a lehetőségekhez mérten a lehető legkorábban megkezdődjenek a polipropilén feldolgozásával, PP szálgyártással kapcsolatos saját kutatások, majd a technologizálási munkák, a piac elfoglalása, profit generálása, melyek eredményeként világviszonylatban is az elsők között felépített a cég egy PP vágottszálgyártó üzemet saját szabadalom alapján és a szabadalmat is értékesíteni tudta.

A fő profilt képviselő szintetikusszál-gyártás mellett a 80-as évek elején a nem szálas termékek fejlesztése is megerősödött. Ennek keretében poliolefin hálót és rácsszerkezeteket (Netlon®), valamint poliamid- granulátumot gyártó és kompoundáló üzemet létesítettek (Danamid®), és jelentősen bővítették a karboximetilcellulóz kapacitást (Mavibond®).

A KGST szintetikusszál gyártási programjában a PAN szálak fejlesztése és gyártás lett Magyarország feladata. Az akrilszálak gyártásával államközi egyezmény révén már regionális piacot is elláttak és az üzemek a későbbi átalakulás során vonzó tényezővé váltak a befektetők számára.

A Magyar Viscosagyár termék palettáján a PAN szál volt a legnagyobb mennyiségben kiépített kapacitás, illetve gyártott termék. Két különböző technológiájú üzem létesült közel 20 éves eltolódással.

- 1969: az olasz SNIA VISCOSA cégtől vásárolt technológiával kezdődött a PAN polimer és abból oldatos szálképzéssel a PAN szálak gyártásának története a Magyar Viscosa Gyárban. A termelés 1973-ban indult el a 10 000 t/év kapacitású (CRUMERON®) üzem. A polimer összetételének, előállításának és a szálképzési technológia folyamatos fejlesztése során szerzett ismeretekkel a know-how területén jelentősen növekedett a tudásvagyon, amely jól hasznosultak a II. PAN üzem megvalósításánál.

- 1988: Du Pont Orlon® technológiájával gyártó PAN II. üzem alapkő letétele. 1989-ben 3 hónapig az Egyesült Államokban, a Du Pont wainesborói üzemében betanuláson vettek részt az üzem kulcspozíciójú szakemberei, majd 1990-ben ők helyezték üzembe a nyergesújfalui MAVILON® gyárat. A Du Pont cég száraz szálképzési eljárásával évi 16.000 tonna szálat tudtak előállítani 1991 után. A sikeres üzembe helyezés során – egy, a nedves szálképzéstől nagyban eltérő száraz szálképzés területén is - jelentős mennyiségű technológiai tudás halmozódott fel a cégnél. (Ezt az is jelzi, hogy a Du Pont felkérésére ennek a csoportnak a tagjai vezették elsőként pl. 1992-93-ban az Indian Acrylic Limited polimer részlegének sikeres üzembe helyezését)

A Magyar Viscosagyárban több lépcsőben kiépített PAN kapacitások nemzetközi méretekben nagyon kicsinek számítottak a textilipar területén, „korlátozott" versenyképességgel. A technológiákat mindkét esetben vásárolták, és azok az adott területen itt sem csúcs-, hanem jó átlagos színvonalat jelentettek.

A másodok üzem építéséig PAN I. már felújításra szorult, de sem új beruházásokhoz, sem felújításokhoz már nem álltak rendelkezésre erőforrások. A Du Pont Orlon technológiája (Mavilon üzem) ismertebb volt. Ez az üzem olyan szálakat tudott gyártani, mint amilyennel már többen végeztek szenesítési kísérleteket az USA-ban.

A magyar PAN üzemekkel párhuzamosan sokféle technológiával nagyszámú, modern és gazdaságos méretű gyártókapacitás jött létre nemcsak USA-ban és Ázsiában, hanem Európában is, óriási konkurenciát jelentve a magyar piacon. A helyzetet nehezítette, hogy a 90-es évek elején a magyar textilipar túlnyomó része tönkrement, a Viscosa vevőkörének zömét felszámolták.

A piacukat vesztett, eladósodott, a szerkezetváltás kényszerébe került állami vállalatok folyamatos és nagyösszegű állami támogatást igényeltek a puszta életben maradáshoz, a szükséges fejlesztésekről nem is beszélve. De ehhez hiányzott a forrás, s az adott tulajdonosi vállalatirányítási struktúrában a hatékony felhasználásra sem volt garancia.

JELENTŐSEBB GYÁRTÁSFEJLESZTÉSI BERUHÁZÁSOK			
1943	Rayon szál gyártása (Regenerált cellulóz)	Macosa®	**Feldmühle A.G.** Svájc
1945	Cellofán gyártó kapacitás próbaüzeme	Macosa®	Saját eljárás
1958	CMC (Karboxil-metil-cellulóz) gyártás	Mavibond®	Saját szabadalom
1958	Poliamid-6 vágottszál üzem	Danamid®	NDK licenc
1962	Polipropilén szálgyártó kísérleti üzem	Popril®	MÜKI fejlesztés
1965	Poliamid-6 selyemüzem	Danamid®	Uhde-Hoechst licenc
1973	Poliakrilnitril szálgyártó üzem	Crumeron	SNIA Viscosa Licenc
1976	Polipropilén vágottszálgyártó üzem	Popril®	Saját szabadalom
1981	Műanyag háló és rácsgyártó üzem	Netlon®	Netlon UK licenc
1982	Poliamid-6 tömb műszaki célra	Danamid®	MÜKI fejlesztés
1982	Poliamid kompaundok műszaki célra	Danamid®	Saját fejlesztés
1989	Ultraszűrő membrán	Mavibran®	Saját fejlesztés
1991	Poliakrilnitril szálgyártó üzem	Mavilon®	Du Pont licenc

Az évek során kialakult termelési ágak, termékek: viszkóz vágottszál, viszkózselyem, viszkóz szivacs, karboximetilcellulóz, poliamid vágottszál, poliamid selyem, poliamid granulátum, poliamid tömb, polipropilén szál, poliolefin hálók és rácsszerkezetek, poliakrilnitril vágottszálak, speciális szeparációs membránok, bikomponens szálak, cellulóz gyöngy, kötőfonalak, különféle lakástextíliák.

A felvevő piac, a magyar textilipar gyors leépülése miatt csődhelyzet és csődegyezség követte egymást, és rendkívüli erőfeszítések kellettek a talpon maradáshoz, a kidolgozott fejlesztési témák megvalósításához nem sikerült a szükséges pénzügyi hátteret megteremteni. Végül azonban új vevőkört sikerült kialakítani, és túljutni ezen a nehéz perióduson. 1993-ban a privatizáció előkészítéseként a vállalatot részvénytársasággá alakították. A hagyományokat megőrizve a társaság újra a Magyar Viscosa Rt. nevet vette fel.

Egyértelművé vált, hogy sem a meglévő üzemek rövid idejű működéshez szükséges felújítási munkáit, sem a tervezett új termékek bevezetését a vállalat finanszírozni nem tudja. Nemzetközi tőkére való ráutaltság már a tervgazdaság végső szakaszában kikényszerítette cégek privatizációját.

A vállalat 1992 végén teljesen fizetésképtelenné vált, 1993 márciusában egyezséggel fejezte be a csődeljárást. 1994-ben az ÁVÜ konszolidációs megállapodást kötött az MV Rt.-vel, a felszámolástól azonban a privatizáció megmentette a céget.

3.3. A TUDÁSHÁTTÉR FOLYAMAMATOS ERŐSÖDÉSE

3.3.1. 3.1 Ipari Kutatóintézet és vállalati kutatóbázis

A vegyiszál ipar az EU legtöbb tagországában, köztük Magyarországon is, a termelékenység és a szakképzett, magasan kvalifikált munkaerő foglalkoztatása szempontjából kiemelkedően erős iparág. Ezek között is kimagaslik a szintetikus szálgyártó ipar, melynek gazdasági jelentősége mindenekelőtt abban nyilvánul meg, hogy a gazdaság csaknem valamennyi ága számára állít elő speciális minőségű termékeket.

A háború utáni termelés dinamikus bővítéséhez kutatóbázisok épültek ki az államosításokat követő évtizedben. Kezdetben a kutatóintézetek (Pl. MÜKI) és a cég saját kutatóbázisa (MV Fejlesztési Intézet) is nagyvonalú célokat tűzött maga elé, merőben új eljárások kidolgozását, amelyhez a műanyagiparon belül jelentős szellemi kapacitás és egyes helyeken meglehetősen modern anyagi eszközök álltak rendelkezésre. Az ipar támogatására létrehozott alkalmazott kutatóintézeteknek ipari kutatás volt a feladata, az ipari miniszter alá rendelve, és csak kevés egyetemi és akadémiai kölcsönhatással. A BME Műanyag és Gumiipari Tanszékének vezetője volt a kor szellemének megfelelően egy személyben a műanyag iparhoz tartozó ipari kutatóbázis: a Műanyagipari Kutató Intézet vezetője is. Ma már világosan láthatjuk, hogy nemzetközi összehasonlításban is jelentős mértékű szellemi koncentrációkat képviseltek ezek az intézmények, nagy hasznára voltak az iparnak. A Magyar Viscosagyárnak a BME néhány tanszékével és a Műanyagipari Kutató Intézettel a kezdetektől fogva kimondottan erős kapcsolata volt.

Ez a korszak élesen elválasztott kategóriákban működött, és ez visszatükröződik a tudomány és az ipar szervezésében is. A műszálipart két csoportra választották szét: könnyűiparra és nehéziparra. A műszálgyártást a nehéziparhoz sorolták, technológiai és anyagszerkezettani szempontból ugyan indokolatlanul, de minden szempontot figyelembe véve az iparág előnyére. A műanyagipar stratégiai fontosságát hangsúlyozandó, egy időben még külön Vegyipari Minisztérium is működött azokban az években. A vevőkört a textilipart viszont a könnyűiparhoz sorolták, ami később a magyar textilipar visszafejlesztésénél komoly értékesítési problémát okozott. Az iparpolitika az elválasztott kategóriákban való működést erősen hullámzó módon szervezte meg, ezek viszont alapjaiban rengették meg időnként a kutatást, ami hosszú távú stratégia nélkül egy katasztrófa.

A kémia fejlődésének egyik legjelentősebb, a hétköznapokban is megjelenő eredményének a mesterséges (szintetikus) polimerek és a feldolgozásukkal nyert műanyagok széleskörű elterjedését tekintik. A II. világháborút követő két és fél évtizedben a világ legtöbb országában a műanyagipar egyike volt a legdinamikusabban fejlődő ipari ágazatoknak. Magyarországon COCOM-lista ebben a szakaszban nagy mértékben fékezte a fejlesztési munkákat, a technikai fejlődés különbségei már korán egyértelműen kirajzolódtak. A COCOM komoly károkat okozott Magyarországnak. COCOM hatálya alól elsőként Magyarország került ki az egykori szocialista országok közül. Velünk szemben ezt a tiltólistát 1990-ben lényegesen enyhítették, 1992 elején pedig véglegesen megszüntették, hozzáférhetővé váltak a high-tech gyártó berendezések is (Ennek jelentősége a CF gyártás megvalósításánál már jelentkezik).

3.3.2. Jelentős kutatóbázis kiépítése

A COCOM tiltólista méginkább megerősítette azt a szemléletet, hogy a cég sikereinek meghatározó tényezője csak a saját intellektuális tőkéjének hatékony felhasználása és fejlesztése lehet. Erre a korszakra jellemző az innovatív vállalatoknál a szellemi koncentráció, az ipari kutatóbázisoknál pedig a jelentős megerősödés. Szinte az alapítástól kezdve az Magyar Viscosa Rt. tevékenységét aktív kutatás és fejlesztés jellemezte.

Az innovatív állományt egyrészt a termelőüzemek kiváló mérnökei és technikusai alkották, később a vállalathoz telepített száltechnikai kutatóbázissal egészült ki 2000-ig. Szoros együttműködés alakult ki többek között hazai kutatóintézetekkel (MÜKI, TKI, KFKI, KKKI, SZVKI, Vasipari K.I,) és egyetemekkel (BME, ELTE, Pannon, Miskolci, Debreceni, Szegedi stb.).
1967-ben települt át a Műanyagipari Kutató Intézet műszálkutató részlege Budapestről a Magyar Viscosagyárba, és 1973-ra kialakult 110 fős önálló kutatóbázis, tudástermelésre, más kutatóhelyekkel való együttműködésre és a tudás felhasználására képes szervezet (SZTKI = Száltechnikai Kutató Intézet).

Feladata a vállalatnál kialakult műszaki problémák megoldásában való részvétel, termék és technológia fejlesztés mellett lett a Fejlesztési Intézet feladatköre: olyan nagy hozzáadott értékű új termék és technológia fejlesztések megindítása, melyek közül választani lehet majd a cég új pályára állításához. (Így került képbe: a szénszál és a kompozit szerkezeti anyag gyártás, szeparációs eljárásokhoz a szintetikus membrán, a gyógyszer és a biológiai iparban alkalmazható biológiailag aktív szál, az időzített élettartamú kapszulázó anyag, bikomponens szálak, stb).

A korlátozások kijátszása az embargó alatti országok számára természetesen stratégiai fontosságú kérdés volt. Ötletforrásnak is tekinthető CoCom listákból átsejlettek azok az irányok, amerre a fejlett ipari országok haladtak, esetünkben különösen a high-tech szálak területén. 1992 előtt Magyarországon azt a kettősséget éltük meg, hogy hivatalosan a high-tech szálakból (Karbonszálból, Aramid-szálból) nem volt felhasználás, valójában már a ’70-es évek közepétől folytak a szénszál előállítására, a szálak feldolgozására irányuló kísérletek és szerkezetvizsgálatok a Magyar Viscosagyár Fejlesztési Intézete, a Textilipari Kutató Intézet (TKI), a Műanyagipari Kutató Intézet (MŰKI) és az MTA Központi Kémiai Kutatóintézet (KKKI) kooperációjában, valamint számos külföldi partnerrel együttműködve.

3.3.3. A szénszálgyártás megvalósíthatóságának fókuszpontba kerülése

A téma indítása Magyarországon az 1970-es évekig nyúlik vissza, amikor a Magyar Viscosagyár Fejlesztési Intézete (A Nehézipari Minisztérium, az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság, és a Technika Külkereskedelmi Vállalat támogatásával) elsőként kezdett foglalkozni a legmodernebb műanyag kompozitok technológiájának, piacának és az erősítéshez használható szénszálak információinak feltárásával azzal a stratégiai céllal, hogy a speciális szálak gyártása lehet a MVGY egyik fejlesztési iránya a hagyományos termékprofil versenyképessebbé tételéhez.

Az üvegszállal (GF) erősített kompozitokat 1936 óta sikeresen alkalmazták néhány területen. A tulajdonságok további javítását célzó, nagyobb modulussal rendelkező GF kutatására irányuló törekvések azonban csak nagyon kevés sikerrel jártak. Ugyanakkor a bór-, szén-, és más erősítőszálak alkalmazása technológiai áttörést jelentett, és egy új szerkezeti anyagcsalád alakult ki, amelyet fejlett kompozitoknak (APC) neveztek el. A második világháború végére még csak néhány kis létszámú és kis kapacitású egység tudott kialakulni, de azok már teljes lendülettel működtek. A háború lezárása után a katonai termékek iránti alacsonyabb kereslet miatt a kompozitok néhány újítója ambiciózusan próbálta bevezetni a kompozitokat más piacokra. A harmadik generációs szerkezeti anyagok (APC) alkalmazása kezdeti szakaszban döntően a hadiparban terjedt gyorsan, de a fejlett ipari országokban a polgári felhasználás egyre gyorsuló ütemű növekedése már azt jelezte, hogy a felhasználás 1990-re kb. kétszerese lesz a hadiparinak. Ebben az időben a volt szocialista országok lemaradása 10-15 év volt az APC szerkezeti anyagok gyártása és alkalmazása területén.

Már ekkor látszott, hogy a legjelentősebb szerkezeti anyagok a XXI. században a szálerősítéses kompozitok lesznek, ahhoz pedig nagy mennyiségű CF-re lesz szükség.

A high-tech szerkezeti anyagok terjedését igyekeztek szigorú tiltással, listázással visszafogni. A COCOM-lista (1971-1992) - a keleti blokk országait sújtó, multilaterális kereskedelmi embargó - célja az volt, hogy egyre inkább lemaradjanak a fegyverkezési versenyben. Ezért a szakmai publikációk is kerülték a titkosan kezelt eredmények közlését, lassabban és kerülő utakon keresztül lehetett információhoz jutni. Az 1971-től megrendezésre került Párizsi Nemzetközi Repülőgép kiállítások látogatásával lehetett széleskörű új információt beszerezni a kompozitok fejlesztési tendenciáiról, műszaki adatokhoz-, import-, expot adatokhoz lehetett jutni és kapcsolatokat építeni a prekurzor fejlesztéssel, karbonizálással, alkalmazástechnikával foglalkozó külföldi szakemberekkel.

1992 előtt Magyarországon a high-tech szálakból (karbonszálból, Aramid-szálból) hivatalosan nem volt valós felhasználás. Ennek ellenére már a ’70-es évek elején megkezdődött a nehezen hozzáférhető szakirodalom kiértékelése, a még bonyolultabb módon beszerzett szénszál minták bevizsgálása, feldolgozása, kompozit gyártási kísérlete. A Crumeron, majd később a Mavilon üzemben gyártott polimerekkel indultak a fejlesztés szálképzési és hőkezelési kisérletek, valamint a CF előállítására, a szálak feldolgozására és szerkezetvizsgálatokra irányuló kísérletek. a Magyar Viscosagyár Fejlesztési Intézete, a Textilipari Kutató Intézet (TKI), a Műanyagipari Kutató Intézet (MŰKI) és az MTA Központi Kémiai Kutatóintézet (KKKI) kooperációjában, valamint számos külföldi partnerrel is együttműködve. A munka során hasznos szakmai kapcsolat épült:

- Külföldi kutatóhelyekkel (Institute Chemical Fibers (PL), Kunststoffe Bayer AG (D). Carbon Institut, All-Union Scientific Research Institure of Glass Fibre Moscow (SZU), All- Russian Scientific Research Institute

of Polymer Fibers (SZU). VNIISV. Mytischi (SZU), All-Union Research Institute of Fiber (SZU), Vyzkumny a Zkusebni Letecky Ustav (CS), Centrala Industrialá di Fibre Sintetige (RU).

- Szénszál előállító és feldolgozó cégekkel: Hysol Grafil, Hexcel, Ciba Composites, Hercules Composites, TON-ACF Kibbutz Afikim, Rudny, Composite Volokno (Saratov), ARGON (Balakovo).
- Hazai kutatási és külkereskedelmi partnerrel (MÜKI, BME, HTI, Innovatext, HUNICOOP, TECHNIKA, REALCO stb.)

3.3.4. A szénszálgyártás megvalósíthatóságának vizsgálata és kísérleti szakasza

- Az OMFB és az Ipari Minisztérium részére az új generációs szerkezeti anyagok gyors előretörésének bemutatására, és javaslat a PAN prekurzornak a Magyar Viscosagyárban történő gyárthatóságának vizsgálatára és PAN szálak hőkezelésének nemzetközi partnerekkel történő tesztelésére.
- Beruházási javaslat egy szénszálgyártó üzem létesítésére a Magyar Viscosagyárban (1987)
  a. Részletes összeállítás a PAN alapú CF-szálgyártás szakirodalmának feldolgozásáról (1987)
  b. Magyarországi szénszálgyártás középtávú megvalósítását célzó, döntés előkészítési tevékenységhez kapcsolódó műszaki-gazdasági résztanulmány (1987)
- Viszkóz, PAN és MMP alapú szénszálak összetételének, szerkezetének összehasonlítása, PAN alapú CF különböző technológiával elérhető tulajdonságainak elemzése 32 minta vizsgálata alapján (1988).
- Utijelentés: Franciaországi tanulmányút. Műanyag mátrixú kompozitok fejlesztési irányainak tanulmányozása, import szál források felkutatása, együttműködési és export lehetőségek feltárása.
- Tanulmányút Izrael: a CF gyártás és típusok megismerésére. Izraeli vállalatok TON-ACF (Kibbutz Afikim), KAFRIT (Kibbutz Kfar-Aza) TKS (Haifa) (1988).

3.3.5. CF gyártáselőkészítő szakasz tapasztalatainak összegzése és javaslatok

- Magyar Viscosagyárban a szénszál gyártásra való berendezkedés mind a piac várható alakulása, mind a prekurzor gyártás oldaláról gazdaságos, jövőbe mutató beruházás lenne (a szálgyártás területén szerzett gyártási, kutatási tapasztalatok, képzett munkaerő, egy működő és egy tervezett PAN üzem, komplett szálipari infrastruktúra, kedvező területi elhelyezkedés).
- A konkurenciaveszély minimális, Szovjetunió, Csehszlovákia, Lengyelország a karbonizálás gépi és technológiai fejlesztésével foglalkozik. NDK, Románia prekurzor fejlesztéssel most kezd foglalkozni. Ezekben az országokban a SzU kivételével csak know-how és berendezés vásárlással lehetne a gyártást megvalósítani. SzU prekurzora jelenleg még nem versenyképes.

1. Magyarországon a PAN-I üzem átállítását textilipari minőségről prekurzorra a vállalat dolgozói el tudják végezni. Egy gazdaságos méretű üzem kialakítása kb. 20 millió USD beruházási költséggel járhat.
2. A vállalat pénzügyi helyzetét és az illetékes Minisztérium beruházás támogatási lehetőségét tekintve saját tőkéből a beruházás nem látszik megvalósíthatónak sem rövid, sem középtávon.
3. Vagy egy többlépcsős megvalósítás látszik megvalósíthatónak, vagy szakmai befektető partnert keresni a megvalósításhoz.

   3.1. Import szénszál tovább feldolgozása kompozit erősítő rendszernek, félkész terméknek és végterméknek (textilipari műveletekkel különböző kelmék előállítása (pl. szövés), prepreg gyártás import és hazai mátrix rendszerekkel. Esetleg kész termék gyártás különálló vállalkozásban stb.)

   3.2. Import PAN prekurzorból 20 – 50 t/év CF gyártása licenc és berendezés vásárlásával majd annak továbbfejlesztése saját vastagabb (kábel) PAN prekurzorra.

   - Szocialista országokkal közösen létrehozni egy 750-1000 t/év kapacitású PAN prekurzor egységet 1992-95 között a tovább fejlődés megalapozásához. Ez a variáció kapcsolódna a PAN fejlesztési programhoz. (A megvalósíthatóság esélye kicsi.)
   - Javasoljuk továbbá az OMFB támogatásával nagylabor, vagy félüzemi méretű kísérleti PAN előállítására is alkalmas szálképző és polimerizáló rendszer felállítását.

3.3. A potenciális kooperációs partnerek együttműködési készségének vizsgálatával párhuzamosan új profil kialakításában érdekelt befektetőket kell keresni a Magyar Viscosagyár értékesítéséhez, mert így még időben kihasználható lenne a Magyar Viscosagyár komparatív előnye.

3.4. A SZERVEZETT PRIVATIZÁCIÓ

3.4.1. Reformok nagy és kis lépésekben

Jól ismert, hogy a szocializmus klasszikus rendszerétől Magyarország már 1953-tól lassan, bizonytalanul és szakaszosan, de mindenki másnál gyorsabb ütemben távolodott. Az elszakadás legjelentősebb fejleménye az 1968. évi gazdasági reform volt, de ezt követően 1975–88 között is számos olyan intézkedés született, amely Magyarországot közelebb vitte a piacgazdasághoz. A szocialista tulajdon és az állami vállalat mibenlétéről folyó vita először a 60-as és 70- es évtized fordulóján vált komollyá. A KGST-országok között Magyarország élen járt a Nyugattal kötött, ún. kooperációs megállapodások terén is. Ilyen körülmények között jutott el az ország a privatizációig, ahol már könnyeben megértették a befektetők igényeit. Magyarországon az állami nagyvállalatokat szervezetten privatizálták, amelyek 1990-ben kezdődtek el.

Az állami szférában az érdekek motivációkká, célokká artikulálásában, majd a kapcsolódó döntések előkészítésében és végrehajtásában meghatározó szerepe a politikának, az annak akaratát szolgaian vagy alkotóan végrehajtó, azt stimuláló közigazgatásnak, szélesebb értelemben az állami, kormányzati menedzsmentnek volt. A magyar privatizációnak volt néhány olyan sajátossága, amely több-kevesebb elvi következetességgel fő szabályként mindvégig érvényesült. Ezt azért érdemes figyelembe venni, mert jelentősen megnövelte a végrehajtás folyamatát és sem a vállalatnak, sem a potenciális vevőnek nem volt hatása rá.

- Ennek megfelelően az állami vagyon értékesítése egységes törvényi szabályozás alapján, centralizáltan folyt a budapesti székhelyű privatizációs (ÁVÜ) intézmény irányításával.
- Az értékesítés a vállalat szempontjából külső befektetők kötelező versenyeztetésével, pontosabban szólva a pályáztatásával zajlott le
- Az eladás tárgya a társasági formában működő, életképes vállalkozás, amelynek tovább működtetéséhez az új tulajdonosnak többségi – legalább 50% + 1 szavazatnyi – tulajdoni hányadot kell megvásárolnia.

A program eredeti céljaihoz viszonyított sikertelensége ellenére azonban annyi hasznot azért hozott, hogy ráirányította a nemzetközi figyelmet a magyarországi privatizációra és befektetési lehetőségekre.

3.4.2. Magyar Viscosagyár privatizációja

A privatizáció a törvény értelmében két lépcsőben ment végbe. Az első lépésben a vállalatot gazdasági társasággá kellett alakítani, meg kellett állapítani alaptőkéjét és tőke tartalékát. Az így létrejött gazdasági társaság részvényeit, üzletrészeit lehetett a versenyfeltételek kiírása után már eladni.

- 1993-ban befejeződött a magántulajdonba szánt, de még az állam tulajdonában levő Magyar Viscosagyár javainak felmérése és értékbecslése és még ebben az évben a vállalatot részvénytársasággá alakították. A hagyományokat megőrizve a társaság újra a Magyar Viscosa Rt. nevet vette fel.

- 1994-ben az ügynökség hirdetés útján tudatta a Magyar Viscosa Rt.-vel kapcsolatos eladási szándékát, melyre 7 jelentkezés érkezett.

  Az első körben megjelent potenciális befektetők általános érdeklődése két csoportba osztható.
  - Az első csoportba tartoztak azok a kérdések, melyek a textil szálak gyártásának jövőbeli lehetőségeivel foglalkoztak. (Kapacitás növelhetőség, logisztikai megközelíthetőség, működéshez szükséges infrastruktúra, alapanyag hozzáférés, munkaerő stb.)
  - A második csoportba a PAN üzemek módosíthatósága. A vállalat szakembereinek az üzemeltetés és üzembe helyezés területén szerzett tudása. Az innovációs potenciál.

  A többszöri konzultáció és a cég megtekintése után az ajánlati csomagot 3 potenciális vevő vásárolta meg, de csak az amerikai Zoltek Co. Inc kezdte meg az egyeztető tárgyalásokat. (A Zoltek Companies Inc., központja a Missouri államban St. Louis.).

- 1995 a privatizáció éve. A privatizáció során szokásos előkészítő munka után az amerikai Zoltek Companies Inc. megvásárolta a Magyar Viscosa Rt. részvényeinek 94 százalékát. A szerződésaláírására 1995. december 8-án került sor. A felvásárlást követően pénzügyi reorganizációt hajtottak végre. A privatizáció során a cég megőrizte valamennyi termékét, sőt növelte azok termelését, hogy a CF gyártás kidolgozásáig és az üzem átalakításáig mérsékelni tudja a költségeket. A hagyományos területeken létrehozott szervezeti struktúra, a képzett és elkötelezett alkalmazottak biztosítják a társaság hatékony gazdálkodást és a piacorientált fejlesztési munkával hozzájárulnak a társaság hosszú távú sikereihez. Ezzel párhuzamosan azonnal megkezdődött az a fejlesztés sorozat, amelynek eredményeként a textilipari PAN szál-gyártó kapacitást a CF alapanyag-gyártás váltotta fel.

Ez teljesen új jövőt jelentett a volt Magyar Viscosa Rt. számára. A világ élvonalába tartozó termékkel és technológiával sikerül leváltani egy piacát vesztett, elavult technológiájú termékcsaládot.

1997-től Zoltek Zrt. néven működött tovább. A Zolteknek kettős célja volt a magyarországi vásárlással:

- egyrészt az akrilszálgyártó kapacitás megszerzése, átalakítása szénszálalapanyag-gyártásra, ennek alapján a saját alapanyaggyártás megteremtése,

- másrészt az európai szénszálgyártó bázis Nyergesújfalun történő kiépítése.

- Az új tulajdonos az akkori piaci keresletnek megfelelően egy jelentős prekurzor és szénszál gyártó üzemmé kívánta alakítani a nyergesújfalui üzemet a cégnél felhalmozott szaktudás és tapasztalat alapján.

1996-ban megkezdődtek a hőkezelő egységek gépészeti tervezései, a legyártatás és beruházás előkészítő munkái. A kiváló, gép szerkesztésben tapasztalt és igényes tervezőből álló - Nyergesújfalun és St. Louis-ban dolgozó ~ 10

fős csoportok munkájával, melyek irányítása St. Louis-ból történt. A munka viszonylag elhúzódott, így 1997-ben indult el az első próbagyártás. Az első két szénszálgyártó sort 1998 nyarán indították el. Két évvel később újabb sor kezdte meg a termelést. A cég különböző telephelyein történő tervezések révén kialakított gyártósorok és az alkalmazott technológia a Zoltek saját konstrukciója, illetve tulajdona.

- Az új társaság négy nagy gyártási egységből (Termelési Szervezetből) állt: 1.Prekurzor 2.Technikai szál, 3. Szénszál, 4. Szénszál Feldolgozás

A szénszálfelhasználás azonban nem nőtt olyan ütemben, mint azt a stratégia kialakításánál várták. Az ugrásszerű növekedés csak késve, mintegy 3-4 évvel később, 2004-ben kezdődött Időközben egész Európa textilipara tönkrement a távol-keleti verseny miatt. A maradék magyar textilipar is erre a sorsra jutott. A Zoltek Zrt. még meglévő textilalapanyag-gyártó üzletága teljesen elvesztette vevőkörét, és 2003-ban, illetve 2004-ben csak nagy veszteséggel tudta fenntartani részleges működését.

A régi Viscosa termékek fokozatosan, de véglegesen kivonásra kerültek a cég termékpalettájáról. A CF felhasználás növekedése nemcsak lehetővé, hanem szükségessé is tette az elavult üzletágaknak a leállítását.

A repülőgépgyártás fejlődése és a megújuló energiaforrások hasznosításának felgyorsult növekedése, valamint az új anyag alkalmazástechnikájában történt jelentős előrelépés következtében a felhasználás ugrásszerű növekedésnek indult.

3.4.3. A japán piaci vonal belépése: Zoltek Zrt. – Toray Group

2013-ban kötött egyesülési szerződést a japán **Toray Group** az amerikai Zoltek Companies Inc. vállalattal, amely alapján felvásárolta a NASDAQ értéktőzsdén jegyzett céget (ebbe beleértve az amerikai üzemeket és központot, valamint a mexikói üzemet is). A 2014-ben befejeződött tranzakció nyomán a Zoltek Companies a Toray önálló leányvállalataként működik tovább.

A Magyarországon gyártott termékeket elsősorban szélturbina lapátokban, repülőgépek egyes szerkezeti elemeiben és a járműiparban használják, azon belül pedig az önsúly csökkentése miatt, várhatóan a jövő elektromos meghajtású járműveiben is alkalmazzák. 2022: A Toray Industries Hungary a szénszál gyártás mellett új termék gyártását is megkezdte. Lítium-ion akkumulátorokhoz készítenek szeparátorfóliát, így a Zoltek által gyártott szénszállal együttesen újabb lendületet adhat a vállalatcsoport zöld innovációs üzleti törekvéseinek azáltal, hogy olyan anyagokat állít elő, amelyek kulcsfontosságúak az európai társadalom karbonsemlegessé válásához.

3.5. ZOLTEK CO. ÉS A „COMMERCIAL CARBON FIBRE CONCEPT"

3.5.1. Az emberi tényező szerepe az előrehaladásban

Meg kell jegyezni, hogy a vállalkozó-szellemű cégvezető és cégtulajdonos Zsolt Rumy vegyészmérnök, az adaptációs készségeket felmutató, változtatni akaró „emberi tényező" jelenléte és közreműködése több szempontból is lényeges előre vivő eleme volt a folyamatnak.

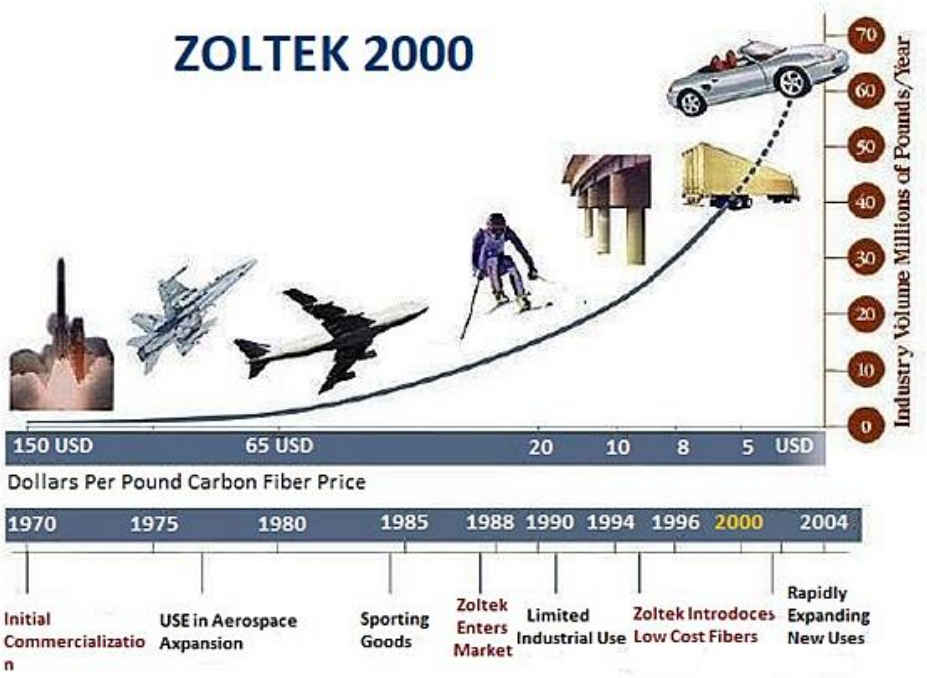
Egyrészt azért, mert Rumy Zsolt is felismerte a CF alkalmazás (CF erősítésű kompozit szerkezeti anyagok) gyorsabb elterjedésének akadályait. A hidegháborús időszak végéig a szénszál alkalmazási területei az űrkutatás, az atomenergia-ipar, a rakétatechnika, a repülőgyártás és a haditechnika voltak, mivel ezeken a területeken a CF alkalmazásával jelentős eredményeket lehetett elérni, így a magas ár (200—500 USD/kg) nem játszott szerepet. Azonban a piac felvevőképessége meglehetősen behatárolt volt, így kialakult a magas ár — alacsony piacigény — kis mennyiségű termelés — magas ár ördögi köre. A kelet európai változások következtében még ez a piac is elveszni látszott a hadiipari költségvetés nagyarányú csökkenése folytán. A CF gyártás és felhasználás területén alapvető piaci szemléletváltásra volt szükség.

A fejlesztésben élenjáró cégek – köztük a Zoltek Co. Inc – általában felismerték a piac növekedését gátló okokat, de megoldás elképzelést Rumy Zsolt képviselte, amikor a kitörés útját a termelés automatizálásában, a termelési volumen felfuttatásában látta, mert annak hatására az árak csökkentése következhet be és az pedig piac jelentős kiszélesítését teremtheti meg.

Kihívó, de teljesíthető célokat tűzött ki a textilipari PAN szálak továbbfejlesztésével elérhető „Large Tow" típusú CF gyártás gyors megvalósítására:

„Vezető szerepet betölteni az alacsony költségű, de jó minőségű szénszál széles körű kereskedelmi elterjesztésében. Olyan szénszálat előállítani, amely az általános, tehát a mindennapi, polgári használatú termékekben elsődleges szerkezeti anyagként szerepel".

- Első feladat: olyan alacsony költséggel lehessen szénszálat előállítani, amelyet a „polgári" ipar is meg tud fizetni.
- Második feladat egy olyan nagyságú kapacitás létrehozása, amely nemzetközi összehasonlításban is a meghatározó gyártók kategóriája, és az így kialakuló igényeket képes kielégíteni.



Másrészt az akvizíció után az eddig állami vállalkozásban működő vagyon magántulajdonná „varázslása” olyan elemi, „vállalkozás-grundolási” feladat, ami szárnyaló reményekkel induló piaci gondolathoz kapcsolódott, és mind jellegében, mind kiterjedtségében, mind pedig a szénszál előreláthatóságában igen távol állt a „Magyarországon megszokott modelltől”. A Magyar Viscosagyár vezetőinek többsége is inkább a hagyományos szálgyártási terület szakmai vagy pénzügyi befektetőitől várta a megoldást. Inkább az anyagi támogatásban látták a kivezető utat, semmint egy teljesen új terület, a szénszálas koncepció megvalósításában. (A CF kutatás beszámolóiból xy kapott)

A prekurzor gyártás fejlesztése egy globális stratégia megvalósításának része. ez azért is fontos, mert a szénszálat a XXI. század alapanyagának tartják. Az új cég elsődleges célja a szénszál piac alsó árkategóriás szegmensének minél szélesebb körben történő lefedése volt.

3.5.2. A kereskedelemtől a szénszálig

Rumy Zsolt 14 évesen, 1956-ban emigrált a szüleivel USA-ba. Egy évtizeddel később mérnöki diplomát szerzett a Minnesotai Egyetemen. Diplomaszerzés után a Monsanto (1966-1968), majd a W.R. Grace (1968 – 1971), GE (1971-73), és ismét a Monsanto (1973-0975) cégnél dolgozott.

1975-ben már a második jelzálogkölcsönt vette fel a házára, hogy saját vállalkozást indítson. 8000 USD induló tőkét használt fel a Zoltek megalapításához. Feleségével, Maryvel, mint egyetlen alkalmazottjával, Rumy a helyi vegyipart kiszolgáló kereskedőként kezdte üzletét St. Louis-ban, Missouri államban. Ebből alakult ki a Zoltek részlege, amely ipari folyamatberendezéseket, utángyártott alkatrészeket és javítási szolgáltatásokat szállított a vegyipar, a petrolkémiai, az élelmiszer-feldolgozó és az áramtermelő ipar számára. A következő 13 évben (1988-ig) a Zolteket kizárólag ipari folyamatberendezések értékesítése, telepítése és szervizelése területén működött.

3.5.3. A szénszál üzlet kezdeti kihívásai

Később 1988-ban új irányba terelte cégét, azzal, hogy Zoltek 750 000 dollárért felvásárolta a massachusettsi székhelyű Stackpole Fibers-t – a speciális szénszálak pénzügyi nehézségekkel küzdő gyártóját. Bár a Stackpole Fibers gyengélkedett az akvizíció időpontjában, Rumyt vonzotta a cég által alkalmazott technológia, amelyet akkoriban a jumbo Jet repülőgépek gyártásánál használtak. 1985-től kezdődően a Stackpole szénszálakat használt a Jumbo Jet-ek légfékjeinek gyártására, mivel az acél fékbetétekkel ellentétben ez az anyag nem lágyult meg a 280 tonnás repülőgép megállításából származó súrlódás és hőhatás hatására. Ezenkívül a felvásárlás időpontjában a Stackpole Fibers közel állt ahhoz, hogy jövedelmező szerződést kössön a Nemzeti Repülési és Űrkutatási Hivatallal (NASA), mint a rakétafúvókák szénszál-szállítója. Az akvizíció befejezése után 1990-ben Rumy áthelyezte a Stackpole tevékenységét St. Louis-ba, és gyártási, kutatási és fejlesztési létesítményeket hozott létre a Zoltek ipari folyamatberendezések üzletágának közelébe.

3.5.4. Courtaulds prekurzortól az Orlon PAN szálig

Rumy úgy döntött, hogy a szén/szén kompozit fékbetét gyártás mellett mélyebbre ás a szénszálas üzletágban. Kísérleteket végzett a Courtaulds cég prekurzorával 1989-ben szakaszos vákuumos hőkezelőben, remélve, hogy felfedezi azt, hogy hogyan lehet szénszálakat lényegesen alacsonyabb költséggel előállítani. Rumy elmélete szerint a költségek jelentős csökkentése után a szénszálak felhasználása exponenciálisan növekedni fog, így ideális üzleti lehetőséget teremt egy olyan vállalat számára, amely készen áll arra, hogy kihasználja a szénszál-felhasználás iránti igény növekedést.

Ebben az időszakban már a szakirodalomban is megjelentek olyan cikkek, hogy néhányan szénszálakat próbálnak előállítani olcsóbb textilipari PAN szálakból (A Magyar Viscosagyár Fejlesztési Intézete a'70-es évek közepétől folytatott már ilyen kiséreteket folyamatos laborberendezésen). Rumy a vállalata minden erőforrását a repülőgép-felhasználók által használt szénszálak tulajdonságainak megkettőzésére és lényegesen alacsonyabb költséggel történő előállítására fordította. A Stackpole akvizíciója során kiderült, hogy a cég a Du Pont Orlon® márkanevű PAN szálából tudott jó CF-t készíteni. Ekkor fordult a Du Pont-hoz Orlon szálat vásárolni, de prekurzor minőséget nem tudtak adni, így azt tanácsolták, hogy forduljon a Magyar Viscosagyárhoz, mert annak van a legjobb Orlon licence (Az akkor vásárolt PAN II üzem Du Pont technológiával működött). A Zoltek ipari berendezéseket és szolgáltatásait fokozatosan megszüntették, így a vállalat és a Rumy teljes mértékben a szénszálak potenciáljától függött.

Az új vállalati küldetése hivatalosan Zoltek tőzsdén jegyzett vállalatként való debütálásával indult. 1992 novemberében befejezte a Zoltek részvényeinek első nyilvános kibocsátását (IPO), amellyel 4 millió dollárt gyűjtött a vállalat első, akril alapú szénszálak prototípusainak folyamatos karbonizáló sorozatának kifejlesztésére. A Zoltek berendezési és szolgáltatási divíziója ekkor még működött és folyamatos – bár szerény – bevétel- és profitnövekedést produkált. Egy évvel az IPO után a Zoltek 567 000 dollár nettó bevételt könyvelt el, szemben az előző évi 206 000 dolláros nettó veszteséggel. A bevétel is nőtt, 1995-ben 9,6 millió dollárról 12,3 millió dollárra, elsősorban a szénszál üzletágból származó eladások 70 százalékos növekedése miatt.

A befektetők nyilvánvalóan támogatták a Rumy 1995-ös felvásárlását, jóváhagyásukat azzal fejezték ki, hogy a Zoltek részvényeinek árfolyamát 1995 végén és 1996-ban megugrott.

A Magyar Viscosa felvásárlása nyomán Rumy terveket fogalmazott meg cége jövőbeli céljaival kapcsolatban:

- a következő 5-7 évben 200 millió dollárra akarta növelni a Zoltek éves bevételét és
- 30 millió fonttal növelni a társaság szénszál-termelését.

Ez hatalmas növekedést jelentett, amely meghaladta „a világ akkori szénszál-kapacitását Összehasonlításképpen a Zoltek az 1990-es évek közepén évente körülbelül 3,5 millió font szénszálat állított elő; így előrejelzése tízszeres kapacitásnövekedést jelentett. Az 1996-os árbevétel 12,6 millió dollárról 68,9 millió dollárra nőtt, amit elsősorban a cég magyarországi PAN üzemek élénkítettek.

Rumy célkitűzései, amelyek a Zoltek 2000 elnevezésű ötéves stratégiai terv részét képezték, iránytűként szolgáltak a Zoltek tevékenységeinek irányításához az 1990-es évek végén. A társaság egyik alapvető céljának – a termelési kapacitás exponenciális növelésének – megvalósításához új tőke utánpótlásra volt szükség. Ahogy korábban is tette, Rumy a Wall Street felé fordult, és 1996-ban és 1997-ben további két másodlagos részvénykibocsátást tett. A részvénykibocsátás több mint 95 millió dollárt eredményezett, biztosítva a szükséges pénzt az új, folyamatos sorok telepítéséhez Magyarországon és a cég üzemében. Abilene-ben, és Texasban.

A további akvizíciók több mint kétszeresére növelték a Zoltek méretét, nyereséges üzletekkel és vezetői szakértelemmel bővült, ami határozottan megerősítette a Zoltek szervezetének értékét. Talán még ennél is fontosabb, hogy az akvizíciók azt ígérték, hogy a Zolteknek segíteni fognak egy olyan területen, ahol a cégnek éppen a legnagyobb szüksége volt segítségre. A felvásárolt vállalatok „downstream" vagy közelebb kerültek a végfelhasználóhoz, ami lehetővé tette a Rumy számára, hogy aktív szerepet vállaljon a szénszálas kompozitok piacának fejlesztésében. Például a felvásárlások közül a legnagyobb, az Egyesült Királyságban működő Structural Polymer egy 50 méteres lapátot tervezett egy szélmalomhoz, amely nagyjából 3000 font erősítő szénszálat tartalmazott.

3.5.5. A gondolkodási attitűd érdekekben tükröződik, azután cselekvési motivációvá formálódik

Egyre inkább megtanultuk, hogy a modernizáció nem kizárólag a gazdaság függvénye, hanem fontos „gondolkodási attitűd" a szellemi és az anyagi erőforrások minél teljesebb, kreatívabb igénybevételére: módszert, találékonyságot és alkalmazkodást jelent egy meghatározott értékes érdekstruktúrára épülve, ahol a személyes érzelmeknek is szerepe van. A privatizációnál a „gondolkodási attitűd" érdekekben tükröződik, azután cselekvési motivációkká formálódik. A megvalósuláshoz pedig több tényező szerencsés találkozása szükséges: innovációs potenciál, kellően vonzó ajánlat, a szükséges erőforrások és a vállalkozó emberek.

A **befektető**t elsősorban mindig az érdekli, hogy **milyen előnyhöz juthat**:

1. **tulajdonosi előny** (K+F, színvonalas humántőke, márkák stb. birtoklása),

2. **helyi termelési előny** (vámok megkerülése, olcsó helyi termelési tényezők megszerzése)

3. **internalizációs előny**[9] (vállalaton belüli termelés kiterjesztésének hozadéka a külső piacra lépéssel szemben).

A **befektetői motivációk** nem választhatók el az ország adott jellemzőitől sem. Közvetlen befektetések szempontjából releváns három jellemző érdekli:

---

[9] Dunning (1977, 1980) eklektikus elmélete (OLI-paradigma) szerint a multinacionális vállalatok tulajdonosi, lokációs és internalizációs előnyökkel bírnak. Tulajdonosi (Ownership) előnyök lehetnek a vállalatméret, a technológia, a szervezet hatékonysága, a márkanév, a kockázatok diverzifikálására való képesség. Lokációs (Location) előny lehet az inputok ára, minősége, kormányzati szabályozás, adók, ösztönzők, infrastruktúra, szállítási költségek elkerülése. Az **internalizációs (Internalization) előny** azt jelenti, hogy azzal, hogy **a vállalat nem az exportot, a licencet vagy a franchise-t választja nemzetközi terjeszkedésre**, elkerüli a tranzakciós költségeket, (bár nem biztos, hogy globálisan a leghatékonyabb megoldáshoz jut).

4. **Politikai háttér**. Milyen az ország stabilitása (politikai, társadalmi, gazdasági vonatkozásban egyaránt), a törvényi szabályozás állandósága a külföldi tulajdonú leányvállalatok létrehozása és működése kapcsán? Vannak-e nemzetközi egyezmények, kereskedelempolitikai intézkedések, melyek kihatnak a működőtőke-áramlásra? Milyen a kormányzati és az adópolitika?

5. **Üzleti háttér**. Vannak-e beruházásösztönzők, támogatások? Milyen nagyok korrupciós költségek? Hol tart a magyarországi tőkeimportot befolyásoló tényezők újraértelmezése? Milyen a pénzügyi infrastruktúra, a banki, számviteli háttér fejlettsége? Milyen színvonalú a gazdasági erkölcs?

6. **Gazdasági háttér**, amely a következő meghatározó tényezőkre bontható tovább.

a. *A piacközpontú működő tőkebefektetések meghatározói.* (Mekkora a piac mérete, az egy főre jutó jövedelem? Milyen a regionális és nemzetközi piacok elérhetősége, a piac növekedési képessége?)
b. *Az erőforrás-központú működő tőkebefektetések meghatározói.* (Melyek az alapanyag beszerzési források, energiaforrások? Mekkorák az ingatlanok árai, bérleti díjai? Van-e olcsó képzetlen és képzett munkaerő, valamint vannak-e kiemelkedő képességű specialisták? Milyen a vállalat külső kapcsolatrendszere?)
c. *A hatékonyságközpontú működő tőkebefektetések meghatározói.* (Mekkora a munkaerő termelékenységhez viszonyított eszközköltsége? Milyen színvonalú a szállítás és a kommunikáció fejlettsége? Milyen színvonalú a termék és technológia fejlesztés?)
d. *Az eszközközpontú működőtőke-befektetések meghatározói.* (Milyen a fizikai infrastruktúra állapota és az innováció szintje?)

Ami közel 50 éve kezdődött, mint egy nagyon egzotikus anyag, most mindennapi életünk része.

A Magyar Viscosa Rt. bemutatott története is alátámasztja, hogy a valódi innovációk csak versenyterepen, riválisok nyomása alatt jöhetnek létre. Nem véletlen, hogy az innováció nem találta valós helyét a második világháborút követő évtizedek piac nélküli gazdaságában, és azt követően, a szemlélet tovább élese miatt, hiszen annak tartalma szorosan kapcsolódik a vállalkozó, a vállalkozás fogalmához. Innovációs lehetőségek a gazdaság, a vállalatok számára több területről származhatnak, adódnak az ágazat, a piac, struktúrájának változásából, vagy a tudományos kutatás és fejlesztés eredményeiből.

Mindezek alapján úgy is fogalmazhatunk, hogy „az innováció nem más, mint a verseny által megszűrt kreativitás". Az új tudományos eredményekre épülő innovációk, amelyek a high-tech ágazatok fő forrásai, az új technológiákon, mint új tudományos ismereten, képességen, felfedezéseken, azokat alkalmazó kreatív megoldásokon, s versenyképes realizáláson állnak.

Az egyes technológiák más és más jelentőséggel bírnak a piaci verseny befolyásolásában, de a kulcstechnológia (Key technology) az, mely az adott területeken az alapvető versenyképességet, a differenciálási lehetőségeket hordozza, és ez a stratégiai sikerpozíció kialakításának alapja. Az erős vállalati technológiai pozíció két elemből tevődik össze:

- a kulcs- és létrejövő, élenjáró technológiák terén elért pozíció,
- a belső (*licenc, know-how*) és külső (*kooperáció, finanszírozás*) műszaki, technológiai, kapcsolódó erőforrások fölötti rendelkezés mértéke.

Zoltek Zrt. Nyergesújfalu.

4. JELEN: Magyarország Anyagipari Ökoszisztémája egyes elemei (Babcsán Norbert)

4.1. Magyarország Anyagipari Innovációs Infrastruktúrája (Horváth Ákos)

Mindenekelőtt szükséges kitérni arra, hogyan értelmezzük az „anyagtudomány" és a „kutatási infrastruktúra" fogalmakat, mert a különböző diszciplínák képviselői időnként eltérő értelemben használják. Az anyagtudomány multidiszciplináris, így nincs jelentősége fizikai, kémiai esetleg műszaki vagy biológiai anyagtudományról beszélni. Ennek a gondolatnak a bővebb kifejtéséről található egy viszonylag friss, érdekes és informatív írás Verő Balázs tollából az anyagtudomany.eu internetes oldalon[10]. Az anyagtudomány tág értelmezése mellett a kutatási infrastruktúrák ismertetésekor azokra fogunk elsősorban szorítkozni, amelyek vélhetőleg a projektben kitűzött célok megvalósításához közelebb visznek (fémhab, nano- és polimer technológiák fejlesztése).

A „kutatási infrastruktúra" kifejezést, összhangban a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap működtetésének és felhasználásának szabályairól szóló 380/2014. (XII. 31.) Korm. rendelet 2. § (1) bekezdés 42. pontja szerinti kutatási infrastruktúra definíciójával – amely a 651/2014/EU bizottsági rendelet 2. cikk 91. pontja szerinti értelmezésen alapul – az alábbi gyűjtőfogalomként értelmezzük:

Mindazoknak a tematikailag összeillő és egységet képző berendezéseknek, laboratóriumoknak, adatbankoknak, információs rendszereknek, a hozzájuk kapcsolódó emberi erőforrásoknak (a kutatói erőforrások mellett a működtetés, üzemeltetés és a menedzsment kapacitásait is beleértve) és szakértelemnek, valamint a tudományos tevékenységet támogató szolgáltatásoknak az összessége, amelyek szükségesek a magas minőségű, nemzetközileg is versenyképes kutatói munka megvalósításához.

A hazai kutatási infrastruktúrák összegyűjtése és rendszerezett nyilvántartása érdekében 2008-ban indult el a NEKIFUT (Nemzeti Kutatási Infrastruktúra Felmérés és Útiterv) program, amelynek az adatbázisában végül 103 stratégiai jelentőségű és 280 regisztrált kutatási infrastruktúra szerepelt. Ennek az adatbázisnak a felhasználásával, valamint a későbbi években közfinanszírozás keretében megvalósult fejlesztések feldolgozása után született meg 2018-ban a Nemzeti Kutatási Infrastruktúra Útiterv. A jelentés letölthető az NKFIH

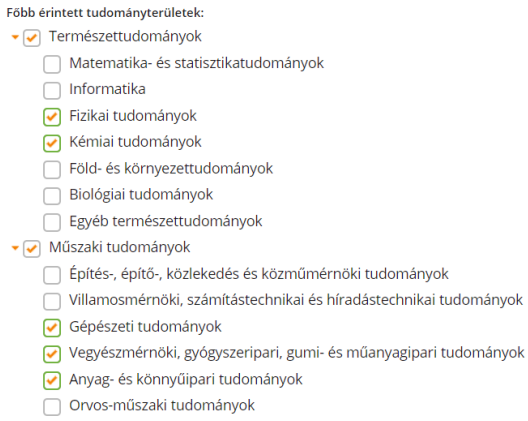
[10] https://www.anyagtudomany.eu/anyagtudomany-eu/az-anyagtudomany-fogalmi-korenek-valtozasa/

weboldaláról[11]. A hazai infrastruktúrákról készített jelentés amellett, hogy információt szolgáltat az elérhető kutatási erőforrásokról, alkalmas arra is, hogy a jövőbeli fejlesztések irányát kijelölje.

A hazai kutatási infrastruktúrák többségéről megállapítható, hogy nemzetközi szinten nem számítanak egyedinek, és nem tartoznak a nagy léptékű infrastruktúrák közé. Ugyanakkor kiemelhetjük a Szegedi Lézeres Kutatóközpontot, az ELI Attoszekundumos Fényimpulzus Forrást, és a Budapesti Neutronkutató Központot, a BNC-t, amelyek európai nagyberendezésként rendszeresen fogadnak vendégkutatókat is. A nyílt infrastruktúrák a külső (nem a saját intézményből jövő) felhasználók hozzáférésének módját (a rendelkezésre álló használati idő, kiválasztási kritériumok, érdeklődés benyújtása) szabályzatban rögzítik.

A hazai kutatási infrastruktúrák áttekintése

A hazai kutatási infrastruktúrák első nagy összeírását követően (2008) a NEKIFUT regiszterébe mindazok az eszközök és laboratóriumok bekerültek, amelyek az elmúlt másfél évtized fejlesztési programjainak valamelyikében közfinanszírozású támogatásból épültek. A regisztert a kaleidoszkop.nkfih.hu internetes címen böngészhetjük, és különféle keresőfeltételek mentén kereshetünk benne kutatási infrastruktúrákat. A regiszter alapján első megközelítésben közel félezer olyan infrastruktúra létezhet, amelyet anyagtudományi vagy anyagvizsgálati célok érdekében fel tudunk használni.



Kutatási infrastruktúrák elhelyezkedése az NKFIH térképes keresője alapján.
A keresési feltételek között a bal oldalon jelzett tudományterületeket állítottuk be. A találatok száma 462

A találati listát átnézve megállapíthatjuk, hogy a kutatási berendezések zöme közintézményeknél működik, de találunk kutató-fejlesztő tevékenységet végző vállalkozásokat is. Az NKFIH tájékoztatása szerint a regiszter és az adatbázis továbbfejlesztett változata Nemzeti Kutatási Infrastruktúra Regiszter néven új weboldalra költözik, amelyet a https://kiregiszter.nkfih.gov.hu/ címen lehet majd elérni.

A Nemzeti Kutatási Infrastruktúra Útiterv 2018-as frissítését követően készült 2021-ben egy válogatás, amelybe Magyarország 50 kiemelkedő kutatási infrastruktúrája került be. A kiválasztás szempontjai között volt a tudományos eredményeken kívül a nyílt hozzáférés lehetősége, a nemzetközi kapcsolatok (láthatóság) és a hálózatba szervezhetőség lehetősége is. A „TOP50" Kiváló Infrastruktúra címet 2021. év végén hirdették ki, és a közeljövőben várható ennek a frissítése is. A legkiválóbb infrastruktúrák sorába önkéntesen, egy kérdőív kitöltésével lehetett nevezni, az értékelést a Nemzeti Kutatási Infrastruktúra Bizottság szervezte meg. Megállapítható, hogy a mintegy száz benevezett infrastruktúra, vagy hálózat számosságában messze elmarad a fent ismertetett KFI regiszterben található bejegyzések számától, ugyanakkor elmondható, hogy a TOP50 felsorolásba bekerült kutatócsoportok és infrastruktúrák a teljesítményük alapján megérdemelten használják ezt a címet. A tudományos teljesítményt vagy akár a nemzetközi láthatóságot illetően nem lehet azonos megítélés alá vonni a több évtizedes múlttal rendelkező tudományos műhelyeket és a legutóbbi öt évben fejlesztett centrumokat, vagy egyetemi kampuszokat. A benevezett kutatási infrastruktúrák földrajzi eloszlását szemlélve látható, hogy jelentős fejlesztések történtek az elmúlt években a konvergencia régiókban. Ha sikerül megőrizni a

[11] https://nkfih.gov.hu/hivatalrol/strategia-alkotas/nemzeti-kutatasi-infrastruktura-utiterv/hazai-kutatasi

kutatómunka színvonalát, akkor számíthatunk a következő évtizedben a legkiválóbb 50 kutatási infrastruktúra összetételének jelentős változására is. Az elmúlt évek támogatási programjairól a Nemzeti Kutatási Infrastruktúra Útiterv 2018-as kiadása[12] ad áttekintést.

Az anyagtudományi kutatásokat támogató hazai infrastruktúrák

Az alábbiakban áttekintést adunk a jelentősebb hazai anyagtudományi kutatási infrastruktúrákról. Az információkat elsősorban az interneten is elérhető nyilvános adatok alapján közöljük. A rendelkezésre álló, az interneten elérhető, bemutatkozó anyagok alapján azokat a kutatási infrastruktúrákat próbáltuk kiválogatni, amelyek a fémhab, nano- és polimer technológiák fejlesztése szempontjából relevánsak lehetnek.

4.1.1. ELI- Attoszekundumos Fényimpulzus Forrás

Üzemeltető neve:	ELI-HU Nonprofit Kft.
Elérhetőség (weblap)	www.eli-alps.hu
	user.office@eli-alps.hu

A Szegeden megépült ELI Attoszekundumos Fényimpulzus Forrás (ELI-ALPS) kutatási nagyberendezés az ultrarövid impulzusokat szolgáltató fényforrások széles skáláját –koherens extrém-ultraibolya (XUV) és röntgensugárzás, valamint attoszekundumos impulzusok – teszi hozzáférhetővé a nemzetközi tudományos közösség különböző felhasználói csoportjai számára. A létesítmény küldetésének másik fő eleme a nagy csúcsintenzitású és nagy átlagteljesítményű lézerek tudományos és technológiai fejlesztésének elősegítése. Az ELI-ALPS nagy fényességű, nagy ismétlési frekvenciájú, extrém rövid lézeralapú röntgen impulzusok létrehozására lesz képes. A lehetséges alkalmazási területek között szerepel többek között az orvosbiológia, a kémia, az éghajlattan, az energetika, anyagtudományi fejlesztések, a félvezetők, az optoelektronika és még számos terület.

[12] https://nkfih.gov.hu/hivatalrol/nemzeti-kutatasi/nemzeti-kutatasi-180629

A jelenleg elérhető berendezések:

- HR -High repetition rate laser system
- HRHHGCOND – High repetition rate laser system-based gas high-order harmonic generation beamline for condensed target
- SYLOS2A- 4.5TW teljesítményű 6.8fs időtartamú lézer impulzusok, 1kHz ismétlési frekvenciával.
- NanoFab – nanoméretű felületmegmunkáló és pásztázó elektronmikroszkóp laboratórium
- GPRC- Gázfázisú reakciókamra.
- TAS – Tranziens Abszorpciós Spektrométer
- VMI-ES- Sebesség vektor térkép spektrométer

4.1.2. Budapesti Neutron Centrum

Üzemeltető neve: Energiatudományi Kutatóközpont

Elérhetőség (weblap) www.bnc.hu

Dr. Belgya Tamás, EKBI Intézetigazgató

A Budapesti Kutatóreaktor köré épült neutronfizikai műszercsoport Budapesti Neutron Centrum (BNC) néven ismert a hazai infrastruktúrák között. A BNC berendezései számára a neutronforrást a Kutatóreaktor szolgáltatja, amelynek az utolsó nagy átalakítása 1992-ben fejeződött be. A neutronoknak az anyagokkal való kölcsönhatását leíró elméletek irodalma közel százéves. A neutronszórás, azaz a mag- és mágneses szóródás a kondenzált rendszerek szerkezetvizsgálataiban vált nélkülözhetetlen módszerré, és különösen az anyagtudományok területén gyors ütemben talált technológiai és ipari alkalmazásra, így a műszaki tudományokban, gépészetben, új anyagok (mágneses, optikai anyagok, polimerek, üvegek, szerves-szervetlen kompozitok) előállításában, nanotechnológiában, energiatárolásban és -átalakításban, biotechnológiában, kémiai technológiákban, sőt újabban a biológiai, geológiai és régészeti kutatásokban is[13]. A BNC felhasználói programot üzemeltet, és ezen keresztül várja az érdeklődő vendégkutatókat.

Az elérhető berendezések:

- SANS – Kisszögű neutronszórás spektrométer
- GINA – Reflektométer polarizátor opcióval, vékonyrétegek vizsgálatára
- TAST – Háromtengelyű spektrométer
- ATHOS – Hidegneutron háromtengelyű spektrométer
- MTEST – Anyagvizsgáló diffraktométer
- PSD – Pordiffraktométer
- TOF – ND – Nagy felbonású repülési idő pordiffraktométer
- RAD – Neutron és röntgen radiográfia
- PGAA – Prompt gamma aktivációs analízis
- NIPS – Neutron indukált prompt-gamma sugárzás spektroszkópia
- NORMA Neutron optika és radiográfia anyagvizsgálatokhoz
- BAGIRA – Sugárkárosodás vizsgálatára szolgáló besugárzó berendezés és mechanikai anyagvizsgáló laboratórium

[13] Rosta László, A neutronkutatások nyolcvan éve és társadalmi haszna, Magyar Tudomány 2013, http://www.matud.iif.hu/2013/04/15.htm

4.1.3. Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft

A Bay Zoltán Nonprofit Kft. az anyagtudományok és az anyagvizsgálatok területén kínál szolgáltatásokat ipari partnerek számára és emellett saját K+F tevékenységet is folytat. Az Intézet releváns laboratóriumai az alábbiak:

Anyagfejlesztési Laboratórium (Szabó Dávid, david.szabo@bayzoltan.hu)

- ICP OES spektrométer, Röntgen pordiffraktométer, Dinamikus fényszóráson alapuló szemcseeloszlás mérés (1nm-5µm), Reométer, Pásztázó elektronmikroszkópok, Energiadiszperzív röntgenfluoreszcens spektrométer, Mikrohullámú roncsoló, Optikai emissziós spektrométer, UV-VIS spektrofotométer, Vákuumkemencék.

Felületi Technológiák Kutatócsoport (Galgóczi Bálint, balint.galgoczi@bayzoltan.hu)

- Differenciális termikus analízis és termogravimetriás analízis,
- Golyósmalom, Elektrokémiai berendezések (potenciosztát), Elektromos szálfonó, Kemencék, Optikai mikroszkóp, UV-VIS spektrofotométer, Biztonsági fülke mikrobiológiai vizsgálatokhoz.

Ipari Lézertechnológiai Laboratórium (Vállaji Tibor, tibor.vallaji@bayzoltan.hu)

- 3D-s, térbeli lézeres megmunkálások; hegesztés, felületi réteg módosítás, felületi edzés, porszórásos felületi felrakás,
- 5kW CO_2 gázlézer, 2.7kW YAG szilárdtest lézer, Metallográfiás laboratórium, Ultrahangos anyagvizsgálat.

Mechanikai Anyagvizsgáló Laboratórium (Rózsahegyi Péter, peter.rozsahegyi@bayzoltan.hu)

- Univerzális, Biaxiális szervohidraulikus szakítógépek, Statikus és fárasztó vizsgálatok, Klímakamra -150 – +1200 °C-os hőmérsékletig.

Polimertechnológiai Laboratórium (Dr. Leskovics Katalin, katalin.leskovics@bayzoltan.hu)

- A műanyagok anyagfejlesztéséhez, vizsgálatához és feldolgozási technológiáihoz kapcsolódó tudományos hátteret biztosítja.
- Műanyagok feldolgozása, extrúziós és fröccsöntéses technológia, minőségbiztosítási feladatok, anyagvizsgálatok.

Roncsolásmentes Vizsgálati Laboratórium (Rózsahegyi Péter, peter.rozsahegyi@bayzoltan.hu)

- Felületi és térfogati anyagfolytonossági hiányok keresésére módszerfejlesztés,
- Vizsgálati módszerek hatékonyságának elemzése modellezéssel,
- Roncsolásmentes vizsgálati tervek készítése,
- Fázisvezérelt ultrahangos vizsgáló berendez (PAUT), Örvényáramos vizsgáló berendezés (Eddy Current), Mágnesezhető poros vizsgálóberendezés (MT), Hagyományos ultrahangos vizsgálóberendezés (UH), Falvastagságmérő berendezés, Penetrációs vizsgálat.

A Bay Zoltán Nonprofit Kft. és a Neumann Egyetem által közösen létrehozott Dióda Lézercentrumot a Neumann Egyetem Műszaki Karról szóló részben ismertetjük.

4.1.4. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Gépészmérnöki Kar

Anyagtudomány és Technológia Tanszék (Tanszékvezető: Dr. Szabó Péter János, matsci@eik.bme.hu)

A Tanszék 1889 óta foglalkozik anyagtudománnyal, ma jórészt fémes anyagokra és kerámiákra fókuszálnak. Tevékenységük a következő öt csoportra osztható:

Alakítástechnológia

- Klasszikus képlékenyalakító technológiák alkalmazása
- Intenzív képlékenyalakítás anyagszerkezetre gyakorolt hatásának vizsgálata
- Alakítástechnológiai eljárások számítógépes modellezése

Hegesztés és hőkezelés

- Hegesztési technológiák alkalmazása ultranagy szilárdságú és erősen ötvözött acélok hegesztésénél
- Újfajta hegesztési eljárásváltozatok alkalmazása
- Automatizált, robotizált hegesztési eljárások alkalmazása
- Klasszikus hőkezelési eljárások
- Különböző felületkezelési eljárások
- Hegesztési és hőkezelési folyamatok számítógépes modellezése

Kompozittechnológia

- Fémmátrixú kompozitok előállítása
- Fémhabok és szintaktikus fémhabok előállítása
- Fémhabok mechanikai tulajdonságainak számítógépes modellezése

Orvostechnika

- Implantátumok felületkezelése
- Additív gyártástechnológia alkalmazása implantátumok előállítása céljából
- Érbetétek fejlesztése és vizsgálata
- Biokompatibilitási vizsgálatok

Anyagvizsgálat

- Mechanikai anyagvizsgálatok (szabványos mérőszámok meghatározására és technológiai próbák)
- Metallográfiai vizsgálatok
- Finomszerkezetvizsgálatok
- Korróziós vizsgálatok
- Roncsolásmentes anyagvizsgálatok
- Különleges anyagvizsgálatok

A felsorolt tevékenységeket fejlett laboratóriumi háttér támogatja (https://www.att.bme.hu/kfi/laborjaink/): hegesztő berendezések, univerzális hidraulikus és elektromechanikus szakítógépek, keménységmérők, Charpy ütvehajlító kalapács, metallográfiai laboratórium, elektronmikroszkóp (EBSD és energiadiszperzív röntgenspektrométerrel)

A Tanszék üzemeltet egy MSZ EN ISO/IEC 17025:20005 szerinte akkreditált anyagvizsgáló laboratórimot is. Az akkreditált tevékenység: fémek hegesztett kötései, kazánok, nyomástartó berendezések, fémek alapanyagai, lapos acéltermékek, fémek, fémcsövek, acélok, vasöntvények, fémek hegesztett kötései, fémek alapanyagai, fémek, kazánok, nyomástartó berendezések helyszíni vizsgálata; A típusú ellenőrző szervezetként acélból, alumíniumból és alumíniumötvözetből készült varrat nélküli gázpalackok, hegesztett kivitelű ötvözetlen acélból, alumíniumból és alumíniumötvözetből készült gázpalackok, acetilén gázpalackok időszakos ellenőrzése.

Polimertechnika Tanszék (Tanszékvezető: Dr. Bárány Tamás, pt@pt.bme.hu)

A Tanszék 1992-től szélesítette a profilját és a korábbi textiltechnológia mellett bevezették a polimerek és polimer kompozitok anyagtudományi és technológiai oktatását. A tanszék jól felszerelt, 1500 négyzetméteres vizsgáló és technológiai laboratóriummal rendelkezik. Az eszközeik az alábbi szaklaboratóriumok szerint csoportosítható: Anyagvizsgáló, Extrúziós, Fröccsöntési, Keverő, Kompozit, Metrológia, Mikroszkópia és morfológia,

Mintaelőkészítő, Prototípus, Reológia, Szimulációs. Az eszközök lefedik a fejlesztés, gyártás, anyagvizsgálat majd minden területét.

A Tanszék a MSZ EN ISO/IEC 17025:20018 szabvány szerinti akkreditációval rendelkezik műanyagok és gumi itt nem részletezett (ld. honlap) vizsgálati eljárásaira.

4.1.5. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Vegyészmérnöki Kar

Fizikai Kémiai és Anyagtudományi Tanszék (Tanszékvezető: Dr. Kállay Mihály, kallay.mihaly@vbk.bme.hu)

A Fizikai Kémia és Anyagtudományi Tanszék 2007-ben jött létre két nagy múltú szervezeti egység, az 1951-ben alapított Fizikai Kémia Tanszék és a 1953 óta működő Műanyag- és Gumiipari Tanszék egyesülésével. A tanszéket jelenleg öt, szorosan együttműködő kutatócsoport alkotja.

Kutatási területeik: elméleti molekulamodellezés, a modern felülettudományok, valamint fotofizikai, fotokémiai és fotobiológiai jelenségek, új anyagok és kompozitok fejlesztése, a kolloidikára szorosan támaszkodva nanostruktúrák és intelligens biokompatibilis anyagok előállítása és jellemzése, modern textilkémia kutatások.

Kísérleti eszközeik felsorolása itt megtalálható:

https://www.ch.bme.hu/kutatas/tanszek/fkat/kategoria/infrastruktura/

Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszék (Tanszékvezető: Dr. Gyurcsányi E. Róbert, gyurcsanyi.robert@vbk.bme.hu)

A Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszék kompetenciájába a következő kutatási területek tartoznak:

- Szervetlen molekulák szerkezetének és reakcióinak kvantumkémiai vizsgálata
- Kémiai és bioszenzorok, nanoszenzorok
- Anyagtudomány (szintézis, pl. organometallikus vegyületek és analízis, pl. termikus, röntgen és elektronsugaras)
- Elválasztástechnika (GC, HPLC, MS és MS-MS detektálás, új állófázisok)
- NMR spektroszkópia
- Környezetvédelmi analitika (helyszíni illetve laboratóriumi módszerek)
- Farmakokinetikai analitika

A BME Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék Stratégiai Kutatási Infrastruktúrája (SKI) alkalmas szilárd minták széleskörű (morfológia, összetétel, szerkezet, termikus sajátságok) analízisére. Nagy tapasztalattal rendelkeznek tudományos és ipari környezetből származó minták vizsgálatában, pl. nanotechnológia, anyagtudomány, gyógyszerek, polimerek, félvezetőipar, autógyártás, stb. Világszínvonalú műszerekkel rendelkeznek szilárd anyagok kristályszerkezetének (XRD), összetételének és morfológiájának (SEM-EDX) és termikus tulajdonságainak, fázisátalakulásainak (in situ por XRD, TG, TG/DTA, TG-FTIR, TG/DTA-MS, DSC) vizsgálatára. Gyakorlatilag bármilyen analitikai problémát képesek megoldani a csoportot működtető BME Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék további műszereivel együtt (UV-VIS, NMR, AAS, ICP-OES, GC, GC-MS, HPLC, HPLC-MS, IC, IEC, elektroanalitikai), és az együttműködő partnereik műszereivel (Raman, XPS, AES, SIMS, AFM, TEM).

4.1.6. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Természettudományi Kar, Fizika Intézet

(Intézetigazgató Dr. Zaránd Gergely)

A Fizikai Intézetben jelenleg három tanszék működik: Fizika Tanszék, Atomfizika Tanszék, Elméleti Fizika Tanszék.

A Fizika Tanszék alapkutatást végez olyan szilárdtestfizikai és optikai témákban, amelyek a gyakorlati alkalmazás szempontjából is ígéretesek. Az utóbbi évek kiemelt kutatási területei a nanofizika, magneto-optikai

spektroszkópia és spintronika. A Tanszéken jelentős kísérleti kutató munka folyik, aminek a hátterét EUs támogatással kiépült korszerű laboratóriumok és több évtizedes kutatói műhelyek adják.

A Fizika Tanszék kutatócsoportjai:

Kvantum Elektronika

A Quantum Electronics csoport a kvantum effektusokon alapuló áramköröket kutat és hoz létre. Ezekhez az eszközökhöz új, alacsony dimenziós anyagokat használnak: 1D félvezető nanopálcákat és 2D van der Waals heteroszerkezeteket, amelyeket a 2Ds rétegekből építenek össze. Ezen anyagrendszerekben alakítanak ki hibrid nanoelektronikai eszközöket szupravezető, ferromágneses vagy egyszerű normál elektródák felhasználásával.

A kutatócsoport weboldala: HTTP://NANOELECTRONICS.PHYSICS.BME.HU/

Kapcsolat: Csonka Szabolcs, Makk Péter, egyetemi docens

Nanoelektronika kutatócsoport

Céljuk olyan új szerkezetek létrehozása és tanulmányozása, ahol az aktív régió jellegzetes mérete közel áll az atomi méretekhez. Ez magában foglalja az egyetlen atomos és egyetlen molekulából álló áramköröket, amelyeket az MCBJ módszerrel hoznak létre, és amelyeket vezetőképesség-hisztogramok, szupravezető subgap spektroszkópia, pont-kontaktus spektroszkópia és fejlett statisztikai módszerek segítségével vizsgálnak. Továbbá az atomi méretű ellenállás kapcsolók tanulmányozására és a lokális, nanoméretű spin-polarizáció vizsgálatára fókuszálnak Andreev-spektroszkópiával. Harmadik platformként az elektronsugár-litográfia által előre létrehozott nanoáramköröket tanulmányoznak, amelyeket tovább vékonyítanak az atomi méretekre elektromigrációs vagy elektro-égési technikákkal.

Mágneses anyagok

A kutatócsoport összetett mágneses rendszereket vizsgál itineráns és szigetelő mágnesekben, multiferroikus anyagokban. Céljuk a különleges fizikai tulajdonságokért felelős mikroszkopikus folyamatok feltárása, melyhez számos kísérleti technikát alkalmaznak, mint IR és THz spektroszkópia, MOKE spektroszkópia, neutronszórás kísérletek. Vizsgálataik elősegítik új funkcionális anyagok szintézisét, melyeket például az informatikában vagy fotonikában nyerhetnek alkalmazást.

A kutatócsoport weboldala: HTTP://DEPT.PHYSICS.BME.HU/COMPLEXMAGNETISM

Kapcsolat: Bordács Sándor, egyetemi docens

Kémiai dinamikai rendszerek

Reagáló és diffundáló rendszerek dinamikája. Kémiai instabilitás okozta időbeli és/vagy térbeli önszerveződés. Időbeli szimmetriasértés: oszcilláló reakciók, halogenát oszcillátorok. Térbeli szimmetriasértés: mintázatképződéssel járó reakciók gélekben, Liesegang-jelenség. Gyakorlati alkalmazások: nagytisztaságú klór-dioxid fertőtlenítőszer előállítása.

A kutatócsoport weboldala: HTTP://DEPT.PHYSICS.BME.HU/SELF-ORGANIZATION

Kapcsolat: Lagzi László, egyetemi docens

Alkalmazott optika

Gépjárművek visszapillantó tükrének minőségellenőrzése optikai módszerekkel automatizáltan végezhető ipari környezetben is. Lézerfény segítségével a hullámhossz nagyságrendjébe eső elmozdulások, illetve méretek mérhetők például interferometrikus elven. Különféle objektumok vagy gyalogosok valós idejű felismerése nagy kihívás a képfeldolgozó algoritmusok számára. Gyenge fénnyel optikai szálakon keresztül kvantumos titkosítókulcs szétosztás valósítható meg.

Kapcsolat: Kornis János, egyetemi docens

Spin spektroszkópia

Mágneses rezonancia és mikrohullámú spektroszkópiai méréseket végeznek új anyagokon a spintronikai alkalmazhatóság vizsgálatához. A méréseket elméleti modellezéssel egészítik ki. A kutatócsoport működését a Magyar Tudományos Akadémia ,,Lendület'' programja támogatja.

A kutatócsoport weboldala: HTTP://DEPT.PHYSICS.BME.HU/SPINSPECTROSCOPY

Kapcsolat: Simon Ferenc, egyetemi tanár

4.1.7. Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Gépészmérnöki Tanszék

(Tanszékvezető: Dr. Mankovics Tamás, tamas.mankovits@eng.unideb.hu)

A Gépészmérnöki Tanszék jogelődje a Műszaki Kar egyik első tanszéke volt, melyet 1965-ben alapítottak. Az 1982-ben átszerveződött Építésgépesítési Intézeten belül a korábbi Mechanika és Gépelemek, valamint a Technológia Tanszék Technológia csoportjából szerveződött újra Általános Géptan Tanszék néven. 2004-ben a Gépészeti Intézet megszűnt, így az addigi Általános Géptan Tanszék, az Építőgépszerkezettan Tanszék, valamint a Gépészeti és Villamossági Tanszék jogutódjaként Gépészmérnöki Tanszék néven működött tovább.

Kutatási témáik:

Kompozit-, műanyag- és gumitermékek mintagyártása és vizsgálata

A kutatócsoport pedig jelentős eredményeket ért el kompozit-, műanyag- és gumi termékek vizsgálata és optimalizálása területén hazai és nemzetközi együttműködésben. Céljuk vállalati igényeken alapuló alapanyag fejlesztés, anyagmodell illesztés, technológiai paraméterek hatásának vizsgálata, széleskörű roncsolásos és roncsolásmentes vizsgálatok elvégzése, valamint félüzemi technológia létrehozása. A kutatás támogatja a sikeresen működő Polimertechnológiai szakmérnök szakirányú továbbképzést is.

Cellás szerkezetű anyagok fejlesztése, gyártása és vizsgálata jármű-, nukleáris- és orvosipari alkalmazásokra

A termékek súlycsökkentése állandó célja a műszaki termékeket gyártó vállalatoknak. Cellás szerkezetű anyagokkal ez a cél megvalósítható úgy, hogy a termékek mechanikai tulajdonságai megfeleljenek az elvárt követelményeknek. A többéves tapasztalatra alapozva (zártcellás fémhabok, cellás szerkezetű implantátumok fejlesztése) a kutatás célja a műszaki igényeket maradéktalanul kielégítő cellás szerkezetek tervezése, a geometriai modellépítés kérdéseinek tisztázása, valamint fémalapú (alumínium, titán) cellás szerkezetek hagyományos és 3D nyomtatási technológiákkal történő gyártása és vizsgálata. A kutatás eredményei közvetlenül alkalmazhatók a jármű-, nukleáris- és egészségiparban.

Az anyagtudományi kutatásokat az alábbi műszerezett laboratóriumok támogatják:

- Anyag- és Gyártástechnológiai Laboratórium
- Diehl Aviation Gépészeti Tervező Laboratórium
- Emerson Automation FCP Pneumatika Laboratórium
- Gépelemek és Gépipari mérések Laboratórium
- Gépészeti Diagnosztika Laboratórium
- Hegesztéstechnikai Laboratórium
- Környezetszimulációs Laboratórium
- Mechanikai Anyagvizsgáló
- Metallográfiai Mérőszoba
- Műanyag- és Gumi Anyagvizsgáló Laboratórium
- Műszaki Mechanika Laboratórium
- Robert Bosch Automotive Steering Mérnöki Oktató és Fejlesztő Laboratórium
- Plastic-Form & AD Plastik Fröccsöntő Szerszámtervező Laborrész

4.1.8. Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar, Fizika Intézet, Szilárdtestfizikai Tanszék

(Tanszékvezető: Dr. Erdélyi Zoltán)

Kutatási és fejlesztési tevékenységük a klasszikusnak mondható nanoskálájú, szilárd fázisú keveredési folyamatokon túl alakemlékező ötvözeteken át, egészen az orvos-biológiai területekig terjed. A tanszék egyik hagyományos kutatási területe a szilárd fázisú diffúzió vizsgálata. A korábban vizsgált fémek és fémötvözetekbeli diffúziós folyamatok helyett újabban a magas hőmérsékletű alkalmazások szempontjából ígéretes anyagokban, elsősorban az intermetallikus vegyületekben és kerámiákban zajló diffúziós és szegregációs folyamatokat vizsgálják, amelyhez szükséges volt a hagyományos nyomjelzéses technika megújítása.

Kutatási témák:

- Diffúzió és kapcsolódó folyamatok számítógépes modellezése nanométeres tartományban
- Vékonyfilmek (átalakulások, tulajdonságok változása)
- Fotokatalízis
- Termoelektromos anyagok
- Oxid bevonatok

- Pára- és gázáteresztés
- Alakemlékező anyagok
- Akusztikus és mágneses zajanalízis

Berendezések:

Mintakészítés

- Atomi rétegleválasztás (ALD, PEALD)
  - Magnetronos porlasztás
  - Vákuumpárologtatás

Elektronmikroszkóp Laboratórium

  - Pásztázó Elektronmikroszkóp (SEM)
  - Transzmissziós Elektronmikroszkóp (TEM)

Felületanalitika,

Mélységi Profilírozás (SNMS)

Akusztikus és mágneses zajok

Differenciális pásztázó kalorimetria (DSC)

Röntgen fotoelektronspektroszkópia (XPS)

Alacsony Energiás Ionszórás (LEIS)

Másodlagos Neutrális Rész Tömegspektrometria (SNMS)

4.1.9. Debreceni Egyetem, Természettudományi és Technológiai Kar, Kémia Intézet

(Intézetigazgató: Dr. Várnagy Katalin, varnagy.katalin@science.unideb.hu)

A DE-TTK Alkalmazott Kémiai Tanszéke az utóbbi két évtizedben a hazai polimerkémia, polimertechnológia és polimer analitika egyik meghatározó központjává vált.

A Tanszék fő kutatási profilja felöleli a különböző természetes és szintetikus alapú polimerek és kopolimerek előállítását és karakterizálását, a különleges tulajdonságú un. intelligens anyagok kutatását, valamint a modern analitikai módszerek fejlesztését. Egyik kutatási témája az olaj- és műanyagipar szempontjából is jelentős apoláris polimerek szintézise (pl. poliizobutilén) és tömegspektrometriás karakterizálása.

Az elmúlt években a Tanszék Kísérleti Üzeme jelentős felújításon és korszerűsítésen esett át. A felújított infrastruktúra és géppark lehetővé teszi kémiai reakciók igen széles skálájának biztonságos végrehajtását, a kismolekulák előállításától kezdve a polimer szintézisekkel bezárólag, néhány literestől egészen a 100 literes méretig. Üveg, zománcozott és saválló reaktorok használatával az agresszív reakcióközegek használata sem okoz problémát. A hőmérséklettartomány -196 C (cseppfolyós N2) és +130 C (gőz, 3 bar) fok, a nyomás teljes vákuum és +2 bar között változtatható.

A kémiai analitikai és mechanikai vizsgálatokra alkalmas műszerparkot a https://kemia.unideb.hu/hu/muszerpark-0 weboldalon lehet megtekinteni.

A Kémia Intézet üzemelteti az NMR Műszerközpontot is.

Az NMR Műszercentrum olyan inter- és multidiszciplináris kutatásokban vesz részt és nyújt segítséget, melyekben kémiai, biológiai, biokémiai, orvosi vagy anyagtudományi problémákra keresnek válaszokat. A szolgáltató centrum négy, nagyfelbontású NMR spektrométert működtet. A Bruker Avance NEO 700 MHz, Bruker Avance II 500 MHz és Bruker Avance I 360 MHz típusú készülékek a folyékony fázisú, egy Bruker Avance II 400 MHz spektrométer pedig a folyékony és szilárd fázisú minták széleskörű vizsgálatára adnak lehetőséget.

4.1.10. Dunaújvárosi Egyetem, Ipari Fejlesztési Központ

A Dunaújvárosi Egyetemen az Ipari Fejlesztési Központ (IFK) fő feladata, hogy az ipari szereplőket és az egyetemi kompetenciákat összehangolja. A Központ az ipari szektornak nyújt méréseket, vizsgálatokat és fejlesztéseket. Az elmúlt években számos olyan fejlesztést valósítottak meg, amelyek mind a humánerőforrások, mind az eszközellátottság, labor és egyéb infrastruktúra tekintetében megfelelő előfeltételeket jelentett a K+F+I tevékenység fokozására. Legfontosabb ezek közül az Anyagtudományi Regionális Egyetemi Tudásközpont, azaz Gleeble laboratórium (link: http://duratt.duf.hu/)

Dunaújvárosi Regionális Anyagtudományi Tudásközpont

A Tudásközpont kutatási témái:

Károsodási, meghibásodási, hibaképződési folyamatok és jelenségek kutatása, vizsgálata, elemzése, értékelése és kezelése, különös tekintettel a felületi integritásra és a technológiai tényezők, a károsodást okozó igénybevételek kapcsolatának komplex vizsgálatára, a károsodási magatartás előrejelzésére, valamint gépalkatrészek és szerszámok kedvező károsodási magatartásának kialakításához nagy energiasűrűségű alak és tulajdonságadó, illetve paraméter-forszírozó megmunkálására.

Az elsődleges célterületek:

- kritikus körülmények között üzemelő vezetékek és nyomástartó rendszerek, ill. rendszerelemek,
- szélsőséges igénybevételnek kitett munkafelületek és térfogatelemek, valamint
- különleges rendeltetésű funkcionális egységek.

A felsorolt célterületekkel kapcsolatos fő kutatási területek:

- anyagkinyerés, alakadás, paraméter-beállítás/forszírozás, kötéstechnika,
- karbantartási, alkatrészgyártási anyagmegválasztás és anyagtechnológia és -technika,
- korrózió, kavitáció, erózió, vibráció, feszültség- és hősokk,
- öregedés, sugárzási károsodás,
- kopás, kifáradás, élettartam,
- repedés, illetve repedés-stabilitás és
- törések, illetve törésre vezető hibák.

Az anyagvizsgálatokat támogató laboratóriumi háttér:

- Minta előkészítés (beágyazás, csiszolás, polírozás, maratás)
- Próbaelőkészítés (szakítóvizsgálat)
- Szakítóvizsgálat (szobahőmérsékleten, növelt hőmérsékleten és negatív hőmérséklet tartományban is)
- Charpy-féle ütővizsgálat
- Kézi keménységmérés
- Mikro-keménységmérés
- Keménységmérések Brinell, Rockwell, Vickers elv szerint
- Optikai mikroszkópos vizsgálat
- Sztereo mikroszkópos vizsgálat
- Pásztázó elektron mikroszkópos vizsgálatok (fáziselemzés, töretvizsgálatok)
- 3D Sztereo mikroszkópos vizsgálat

- Látszólagos szemcsenagyság fénymikroszkópos meghatározása
- Hőkezelés

Roncsolásmentes anyagvizsgálatok

- Hegesztési varratok, különböző alkatrészek stb. ultrahangos és radiográfiai vizsgálata.
- Alapanyagok, félkész és késztermékek, lemezek, öntvények, kovácsolt darabok, hegesztési varratok stb. ultrahangos, radiográfiai, mágnesezhető poros, folyadékbehatolásos, szemrevételezéses vizsgálata.
- Ultrahangos szivárgásdetektálás. Tárolótartályok vizsgálata, acél anyagok és acélszerkezetek és csővezetékek monitorozása, szivárgásdetektálás, idegentest detektálás akusztikus emissziós vizsgálattal.

Az anyagvizsgálatokat gépműhely és hegesztő bázis egészíti ki.

4.1.11. Energiatudományi Kutatóközpont, Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézet

(Intézetigazgató: Dr. Pécz Béla, pecz.bela@ek-cer.hu)

Az Energiatudományi Kutatóközpont tevékenységét három tudományos intézet köré szervezik: i) Atomenergia-kutató Intézet (AEKI), ii) Energia- és Környezetbiztonsági Intézet (EKBI), iii) Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézet (MFA).

Az anyagtudományi, kémiai és analitikai kutatások, új funkcionális anyagok, szenzorok feltárásával a Kutatóközpont jelentősen hozzájárul a társadalmi kihívások megoldásához, az egészség megőrzéséhez, okos városok kialakításához, új a korábbinál jobban hasznosítható termékek előállításához és nem utolsó sorban a kulturális javaink megőrzéséhez és eredetük megismeréséhez. Az anyagtudományok fejlődésének egyik fontos analitikai eszköze a sugárzások és az anyag kölcsönhatásának vizsgálata, amelyhez a központ hazai és nemzetközi viszonylatban is jelentős kutatási infrastruktúrát üzemeltet. Ezek a Budapesti Neutron Centrum (BNC), a számos elektron mikroszkópra épülő laboratórium, a mikro elektronikai laboratórium és a sugárzások biológia és kémiai hatásával foglakozó laboratóriumok.

Az EK Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Intézetben (EK MFA) foglalkoznak nanoméretű funkcionális anyagok kutatásával, feltárva azok fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságait. Az ismereteiket hasznosítják integrált nano/mikroeszközökben, szenzorokban és roncsolásmentes vizsgálati módszerek fejlesztésében. Ehhez járulnak olyan anyagtudományi vizsgálatok, amelyek a megújuló energia témaköréhez tartoznak:

- Új érzékelő eszközök demonstrálása alapkutatási eredmények felhasználásával, félvezető nanoszálak, ferroelektromos oxidok, piezoelektromos rétegek.
- Integrált, viselhető szenzorrendszerek és implantálható mikrorendszerek fejlesztése orvostechnikai célokra. Mikrofluidikai rendszerek kémiai és sejtanalitikai célokra.
- Jelölésmentes optikai módszerek fejlesztése egyedi sejtek vizsgálatára. Sejtek hatóanyag stimulusokra adott válaszainak vizsgálata érzékelők fejlesztésével.
- Új kétdimenziós anyagok előállítása, atomi és elektronszerkezetének feltárása, tulajdonságaik tervezett módosítása saját fejlesztésű nanotechnológiai eljárásokkal.
- Kémiailag szelektív optikai gőzérzékelés bioinspirált nanoarchitektúrákkal.
- Korszerű félvezető eszközök szerkezeti kutatása, transzmissziós elektronmikroszkópia. Grafénnal adalékolt kerámiák és biokerámiák fejlesztése,
- Roncsolásmentes anyagvizsgálati eljárások fejlesztése ipari alkalmazásokhoz.

Az MFA üzemelteti a gömbi hiba korrigált transzmissziós elektronmikroszkópot, amely bekerült az 50 legkiválóbb kutatási infrastruktúra közé.

A kutatócsoportok közül jelen válogatás szempontjából releváns a Nanoszerkezetek Laboratórium, a Vékonyréteg-fizika Laboratórium, a Nanoérzékelők Laboratórium és a Mikrorendszerek Laboratórium tevékenysége, amelyet az alábbiakban röviden bemutatunk.

Nanoszerkezetek Laboratórium

A Nanoszerkezetek Laboratórium fő kutatási irányait egy ERC Starting Grant, a Graphene Flagship, egy futó és egy véglegesített Lendület projekt és az évtizedes múltra visszatekintő Koreai-Magyar Közös Nanotudományok Laboratórium határozzák meg a kétdimenziós (2D) anyagok kutatása terén. Tevékenységük magában foglalja különböző 2D anyagok előállítását, szerkezetük atomi szintű karakterizálását és nanotechnológiai eljárásokkal történő módosítását, valamint a kialakított nanoszerkezetek tulajdonságainak feltárását, Mindezt, a Magyarországon egyedülálló, alacsony hőmérsékletű pásztázó alagútmikroszkópos berendezésekre alapozva. A több mint tíz éve folytatott grafénkutatás mellett, mára a hangsúly az új 2D anyagok, valamint topologikus szigetelő kristályok kutatásán van. A 2D anyagok kutatása mellett, továbbra is aktívan kutatják a biológiai eredetű és bioinspirált fotonikus nanoszerkezeteket.

Középtávú stratégiájuk: Új kétdimenziós kristályok előállítása, valamint elektromos, mágneses, optikai és katalitikus tulajdonságaik feltárása. Ezen anyagok szerkezetének atomi pontosságú módosítása, az említett tulajdonságok célzott hangolására. Különböző 2D kristályokból rétegenként épített 2D hetero-struktúrák, tömbök (mesterséges kristályok) előállítása. A kívánt tulajdonságok elérésre, az új kristályt atomi rétegenként építjük fel, az egymást követő rétegek összetételének és egymáshoz viszonyított elforgatásának (szerkezet) pontos szabályozásával. Új topologikus szigetelő anyagok előállítása és topológiailag védett állapotaik vizsgálata. Kémiailag szelektív optikai gőzérzékelés optimalizálása bioinspirált fotonikus nanoarchitektúrákkal és az ilyen nanoszerkezetek biológiai kialakulásának kutatása. Az új anyagok demonstrációs eszközökbe integrálása.

Vékonyréteg-fizika Laboratórium

A Vékonyréteg-fizika Laboratórium kutatási irányai a különféle vékonyrétegek és bevonatok fejlesztése, a modern 2D félvezető rétegek és heteroátmenetek kutatása; a műszaki és biokerámia fejlesztése, újfajta rétegezett Si3N4 /grafén kompozit, valamint nanoszerkezetű kalciumfoszfát fejlesztése és vizsgálata; továbbá transzmissziós elektronmikroszkópiai (TEM) mintapreparálási, metodikai és vizsgálati módszerek fejlesztése és ilyen vizsgálatok végzése.

Középtávú stratégiájuk: Folytatják a „Stratégiai műhely a megújuló alapú energiarendszer technológiai kihívásaira" VEKOP projekt kutatási feladatait, amelyben új Fe2S2 és FeSiS4 rétegeket dolgoznak ki és tanulmányoznak. Folytatják kerámia kompozitok fejlesztését FLAG-ERA), valamint többrétegű Si3N4 - Si3N4 / grafén - grafén bevonatok bevonatok kerámia kompozitok fejlesztését (FLAG-ERA), valamint a nanoszerkezetű átlátszó AlON kerámiák fejlesztését is. Nanoszerkezeű biokerámia kutatásaik a tojáshéjból portechnológiával és lúgos módszer alkalmazásával kalciumfoszfát előállítási lehetőségeit tárják fel. Új fizikai tulajdonságokkal rendelkező 2D félvezető rétegeket és eszközöket (FLAG-ERA) állítanak elő és tanulmányoznak. Az újgenerációs THEMIS mikroszkópnak köszönhetően várhatóan több hazai és nemzetközi projektben tudnak majd részt venni, valamint több ipari együttműködési megkeresést kap a Laboratórium. Tervezik az ország egyetlen gömbi hiba korrigált mikroszkópjában az in situ vizsgálatok (első lépésként fűthető mintartó MEMS chip fűtéssel, fázisátalakulások követésére) megvalósítását. Kiemelten fontos lesz a modern transzmissziós elektronmikroszkópia oktatása a potenciális felhasználóknak, hiszen ez az anyagok és anyagszerkezetek karakterizációjának új módszere. Tradicionális kutatási területük a GaN és a széles tiltott sávú félvezetők szerkezete, elektron diffrakción alapuló metodikai és TEM minta előállítási fejlesztések. Ezen alapkutatások segítségével kimutatják a szerkezet hatását az újonnan fejlesztett anyagok tulajdonságaira, mely nélkülözhetetlen az optimális szerkezet irányított létrehozásában.

Nanoérzékelők Laboratórium

A Nanoérzékelők Laboratórium célja a nanotechnológia és anyagtudomány területén elért legfrissebb alapkutatási eredmények alkalmazása új típusú fizikai érzékelőkben, különös tekintettel a mikro- és nanoméretű elektromechanikai szenzorokra. Ehhez kapcsolódóan a Laboratórium egyaránt foglalkozik piezoelektromos anyagok kutatásával, félvezető alapú nanoérzékelőkkel, valamint alacsony fogyasztású, ill. önellátó szenzorrendszer fejlesztésével. A munkatársak egy hazánkban egyedülálló nanopreparációs laboratóriumot működtetnek, mely a Nemzeti Kvantumtechnológiai Program (HunQuTech) egyik kiemelt kísérleti infrastruktúrája. Emellett egy másik hazai együttműködésben atomi skálán memrisztív kapcsolást mutató nanoeszközöket hoznak létre.

Középtávú stratégiájuk: a rendszerintegrációban elért tapasztalatokat felhasználva gyakorlati problémák megoldására alkalmas nanoszenzor alapú prototípusok fejlesztése; a nanoanyagok és érzékelők területén szerzett ismeretek alapján új témák kezdeményezése szubmikron méretű aktuátorok és nanorobotok irányába. Mindezeket –a korábbi gyakorlatnak megfelelően– igyekeznek a hazai együttműködések mellett nemzetközi projektek keretében is kutatni.

Szintén tervezik egy nano-vibrációs laboratórium kialakítását, mely több modern kutatási témában is alkalmazható, pl. a nagy jósági tényezőjű rezonátorok, a szubnanométer felbontású aktuátorok valamint a vibrációs energiagyűjtők (vibrational energy harvesters) területén. Mindez jelentős lépés lenne egyes detektorok áramellátás nélküli önálló működtetése és "narrow band IoT" rendszerek kialakítása felé.

Mikrorendszerek Laboratórium

A Mikrorendszerek Laboratórium munkatársai olyan mikro és nanorendszerek, érzékelő szerkezetek fejlesztésén, kialakításán és integrációján dolgoznak, amelyek alkalmazása új perspektívákat nyithat az orvosi diagnosztika, a Minimálisan Invazív Műtéti eljárások, ill. az energia-hatékony autonóm rendszerek (szenzorhálózatok, önvezető autók) alkalmazásának területén is. Emellett kutatásaik az optikai alkalmazások (spektroszkópia), és a környezetanalitikai és –biztonsági (gázérzékelő) szenzorok területére is kiterjednek.

Középtávú stratégiájuk:

MEMS és NEMS rendszerekben alkalmazható érzékelési alapelvek kutatása és hasznosítása integrált, hordozható / hordható / implantálható, autonóm eszközökben. Érzékelő rendszerek fejlesztése újszerű és komplex mikro- és nanoszerkezetek kialakításával és integrálásával környezetanalitikai / kémiai (gáz és szennyezőanyag kimutatás), fizikai (mechanikai, optikai, termikus), orvosi (mikrofluidikai, biokémiai, fiziológiai és elektrofiziológiai) alkalmazásokhoz, és ezek működésének validálása valós körülmények között. Speciális mikrofluidikai rendszerek fejlesztése a mintaszállításhoz, minta-előkészítéshez és elemzéshez Lab-on-a-Chip / Organ-on-Chip eszközökben. Molekula detektáláshoz alkalmazható szilárdtest nanofluidikai szerkezetek megmunkálási technológiájának kutatása és fejlesztése. Szélessávú és több karakterisztikus emittált hullámhosszal rendelkező infravörös fényemittáló diódák (NIR LED) fejlesztése, hasznosítása spektroszkópiai alkalmazásokra: környezetanalitikai, élelmiszerbiztonsági és orvosdiagnosztikai célokra, ami megalapozott igényekkel találkozik a mai miniatürizált, integrálható és hordozható analitikai berendezések fejlődő piacának irányából. Megfelelő technológiai fejlettségi szintű (TRL1-TRL6) funkcionális félvezető, mikro- és nanoelektromechanikai szerkezetek és előállítási technológiájuk fejlesztése, új anyagok létrehozása és alkalmazása.

4.1.12. ELTE, Fizikai Intézet, Anyagfizikai Tanszék

(Tanszékvezető: Dr. Révész Ádám, reveszadam@ludens.elte.hu)

A Tanszéken végzett kutatások az anyagtudomány és a szilárdtestfizika különböző területeit (képlékeny deformáció, anyagszerkezeti hibák, különböző nagyszilárdságú, modern anyagok és mikromechanika) ölelik fel. Elméleti vizsgálatokat folytatnak továbbá diszlokáció dinamika, röntgen vonalprofil analízis és kvantuminformatika témakörében. Kísérleti kutatásaik több olyan anyagtudományi és technológiai területet (megújuló energiák és speciális funkcionális anyagok) is felölelnek, amelyek intelligens válaszokat adnak korszakunk kihívásaira.

Kiterjedt vizsgálatokat folytatnak a hidrogén tárolás, nagy képlékeny deformációnak kitett anyagok, nagyentrópiás ötvözetek, amorf és nanokristályos anyagok területén, valamint mikronos és szubmikronos skálájú mintadarabok esetén. Ezen kutatásokhoz szükséges vizsgálati módszerek (röntgen diffrakciós szerkezet és hiba meghatározás, pásztázó és transzmissziós elektronmikroszkópia, termikus analízis, pásztázó tűs módszerek és nanoindentáció) feltételeit Tanszékünk nemzetközi szinten is magas színvonalú eszközparkja biztosítja.

Kutatási infrastruktúra a tanszéken:

Pásztázó elektronmikroszkópos (SEM) módszerek

- Szekunder elektron leképezés (SE-SEM)
- Visszaszórt elektron leképezés (BSE-SEM)
- Lokális kristályorientáció térképezés (EBSD és HR-EBSD)
- Lokális elemanalízis és elemtérképezés (EDAX)

Röntgen spektroszkópia

- Polikristályos anyagok kvalitatív fázisanalízise
- Textúra vizsgálat
- Vonalprofil analízis (krisztallitméret, diszlokációsűrűség, ikerhatár gyakoriság, stb. meghatározás)
- Vékonyréteg reflektometria (rétegvastagság mérés)
- Rocking görbe és belső feszültségek mérése
- Reciproktér térképezés

Pásztázó szondás módszerek

- Pásztázó alagútáram mikroszkópia (STM)
- Atomi erő mikroszkópia (AFM)
- Mágneses erő mikroszkópia (MFM)
- Elektromos erő mikroszkópia (EFM), vagy konduktív AFM
- Kelvin próba, felületi potenciál mikroszkópia (SPM)
- Piezo-erő mikroszkópia (PRFM)

Deformációs módszerek

- Makroszkopikus minták összenyomása és nyújtása
- Szabadvégű csavarás
- Mélységérzékeny nanoindentáció
- in-situ SEM nanoindentáció

Termikus vizsgálatok

- Differenciális pásztázó kalorimetria (DSC)
- Differenciális termikus analízis és tömegveszteség mérés (DTA-TG)

Metallográfia

- minta vágás
- minta csiszolás és polírozás
- minta beágyazás műgyantába
- elektropolírozás
- hőkezelés
- ultrahangos tisztítás
- optikai mikroszkópia
- hagyományos Vickers keménységmérés

4.1.13. ELTE, Kémia Intézet

(Intézetigazgató: Dr. Szalai István, szalai.istvan@chem.elte.hu)

Az ELTE TTK Kémia Intézete négy oktatási tanszék körül szerveződik, de ezeken túl számos kutatócsoport működik az Intézetben.

Tanszékek:

- Analitikai Kémiai Tanszék, Tanszékvezető: Dr. Mihucz Viktor, egyetemi docens
- Fizikai Kémiai Tanszék, Tanszékvezető: Dr. Szalay Péter, egyetemi tanár
- Szerves Kémiai Tanszék, Tanszékvezető: Dr. Novák Zoltán, egyetemi tanár
- Szervetlen Kémiai Tanszék, Tanszékvezető: Dr. Szabados Ágnes, egyetemi docens

A kutatási infrastuktúrák megismeréséhez az egyes kutatócsoportok honlapjára kell ellátogatnunk.

Az Intézet kutatócsoportjai (laboratóriumai):

Analitikai és BioNMR Laboratórium	Dr. Bodor Andrea	andrea.bodor@ttk.elte.hu
Budapest Aeroszol Kutató és Oktató Platform	Prof. Salma Imre	salma.imre@ttk.elte.hu
Elektrokémiai és Elektroanalitikai Laboratórium (EEL)	Prof. Inzelt György	gyorgy.inzelt@ttk.elte.hu
Elméleti Kémiai Laboratórium (EKL)	Dr. Szabados Ágnes	agnes.szabados@ttk.elte.hu
Elválasztástechnikai Oktató és Kutató Laboratórium (EKOL)	Dr. Eke Zsuzsanna	eke.zsuzsanna@wirec.eu
Határfelületi- és Nanoszerkezetek Laboratóriuma (HNL)	Prof. Kiss Éva	eva.katalin.kiss@ttk.elte.hu
Környezetkémiai és Bioanalitikai Laboratórium (KBL)	Prof. Záray Gyula	gyula.zaray@ttk.elte.hu
Kémiai Informatikai Laboratórium (KIL)	Prof. Túri László	laszlo.turi@ttk.elte.hu
Magkémiai Laboratórium (ML)	Prof. Homonnay Zoltán	homonnay.zoltan@ttk.elte.hu
Molekulaspektroszkópiai Laboratórium (MSL)	Prof. Tarczay György	gyorgy.tarczay@ttk.elte.hu
Molekulaszerkezet és Dinamika Laboratórium (MSzDL)	Prof. Császár Attila	attila.csaszar@ttk.elte.hu
Nemlineáris Kémiai Dinamika Laboratórium (NKDL)	Prof. Orbán Miklós	miklos.orban@ttk.elte.hu
Reakciókinetikai Laboratórium (RKL)	Prof. Turányi Tamás	tamas.turanyi@ttk.elte.hu
Szerkezeti Kémia és Biológia Laboratórium (SzBKL)	Prof. Perczel András	perczel.andras@ttk.elte.hu
Szerves Fluorvegyületek Laboratóriuma (SzFVL)	Prof. Rábai József	rabai@staff.elte.hu
Molekuláris Kvantumdinamika	Dr. Mátyus Edit	edit.matyus@ttk.elte.hu

Kutatócsoport (MKK)		
MTA-ELTE Fehérjemodellező Kutatócsoport	Prof. Perczel András	perczel.andras@ttk.elte.hu
MTA-ELTE "Lendület" Katalízis és Szerves Szintézisek Kutatócsoport	Dr. Novák Zoltán	novakz@ttk.elte.hu
MTA-ELTE Peptidkémiai Kutatócsoport	Prof. Mező Gábor	gabor.mezo@ttk.elte.hu
MTA-ELTE Komplex Kémiai Rendszerek Kutatócsoport	Prof. Császár Attila	attila.csaszar@ttk.elte.hu
MTA-ELTE Kutatásalapú Kémiatanítás Kutatócsoport	Dr. Szalay Luca	luca.szalay@ttk.elte.hu
MTA-ELTE "Lendület" Ionmobilitás-tömegspektrometria Kutatócsoport	Dr. Schlosser Gitta	gitta.schlosser@ttk.elte.hu
MTA-ELTE "Lendület" Asztrokémia Kutatócsoport	Prof. Tarczay György	gyorgy.tarczay@ttk.elte.hu
MTA-ELTE "Lendület" Peptidalapú Vakcinák Kutatócsoport	Dr. Horváti Kata	khorvati@elte.hu

4.1.14. Miskolci Egyetem, Anyag- és Vegyészmérnöki Kar

A Karon hagyományosan jelentős volumenű az ipari megbízásokon alapuló, valamint az egyéb pályázati formában támogatást elnyert kutatási-fejlesztési tevékenység.

A Kar tanszékei, oktatási és kutatási egységei a következő Intézetek köré szerveződnek:

Fémtani, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet (Intézetvezető: Dr. Mertinger Valéria)

A fizikai metallurgiai alapokon nyugvó Intézet a korábbi Fémtani és a Képlékenyalakítási Tanszékek összevonásával alakult, amelyet a Nanotechnológiai Intézeti Kihelyezett Tanszékkel bővítettek 2007-ben. Az Intézet oktatási és kutatási infrastruktúrája az alábbi Laboratóriumok köré szerveződik:

- Komplex Képelemző és Szerkezetvizsgáló Laboratórium (Optikai és elektronmikroszkópia, röntgen diffrakciós vizsgálatok)
- 3DLab – Nagyfelbontású mikro- és nanoszerkezeti vizsgálatok
- Integrált képlékenyalakítási, anyagvizsgálati és szimulációs laboratórium
- Vezeték és Kötéldiagnosztikai Laboratórium
- Hőkezelő és Fizikai Mérések Laboratórium
- Al hengerlő Kísérleti Üzem

Energia- és Minőségügyi Intézet (Intézetvezető: Dr. Palotás Árpád Bence)

Az Intézet a tüzeléstechnika, termokémiai jelenségek és környezetvédelem területén végez oktatási és kutatási tevékenységet.

- Minőségügyi Intézeti Kihelyezett Tanszék
- Tüzeléstani és Hőenergia Intézeti Tanszék

Kémiai Intézet (Intézetvezető: Dr. Viskolcz Béla)

Az Intézet tevékenysége a korábbi Fizikai-Kémiai és az Analitikai Kémiai Tanszékek kompetenciáján alapul. Jelentősebb ipari partnerei közé tartozik a MOL, Borsodchem, Femtonics Kft. és a Kiss Cégcsoport. A PUR technológiákkal kapcsolatban kísérleti üzem méretű eszközparkkal rendelkeznek a FIEK[14] területén.

- Kémiai Intézeti Tanszék
- Petrolkémiai Technológiai (TVK) Intézeti Kihelyezett Tanszék
- Vegyipari Technológiai (Wanhua-BorsodChem) Intézeti Kihelyezett Tanszék

Kerámia- és Polimermérnöki Intézet (Intézetvezető: Dr. Kocserha István)

- Kerámia- és Szilikátmérnöki Intézeti Tanszék
- Polimermérnöki Intézeti Tanszék

Metallurgiai Intézet (Intézetvezető: Dr. Török Béla)

- Kémiai Metallurgiai és Felülettechnikai Intézeti Tanszék
- Metallurgiai (ISD Dunaferr) Kihelyezett Intézeti Tanszék

Öntészeti Intézet (Intézetvezető: Dr. Varga László)

- Járműipari Öntészeti Intézeti Tanszék
- Könnyűfém-öntészeti (NEMAK) Kihelyezett Oktató Laboratórium

[14] https://fiekprojekt.uni-miskolc.hu/

4.1.15. Miskolci Egyetem, Gépészmérnöki és Informatikai Kar, Anyagszerkezettani és Anyagtechnológiai Intézet

Az Egyetem Gépészmérnöki Kara az ipari igények kielégítésének érdekében számos laboratóriumot üzemeltet. Az Anyagszerkezettani és Anyagtechnológiai Intézetben az alábbi laboratóriumok üzemelnek:

Alakítástechnológiai Laboratórium (Dr. Kovács Péter Zoltán)

- Képlékenyalakítás technológiáinak, szerszámainak oktatása,
- Alakítástechnológiai kutató-fejlesztő tevékenység
- Alakíthatósági vizsgálatok végzése
- Képlékenyalakítási technológiák gyártásautomatizálása

Anyagtechnológiai CAD/CAM Laboratórium (Dr. Lukács Zsolt)

- Oktatási tevékenység a számítógéppel segített gyártás területein.
- Alapvető CAD/CAM módszertani alapok,
- Gépek, szerkezetek és alapvető gépipari technológiák
- Számítógépes tervezési módszereinek oktatása,
- Technológiai folyamatok végeselemes modellezése

Felületvizsgáló Laboratórium (Dr. Marosné dr. Berkes Mária)

- Felületek mechanikai és anyagszerkezeti vizsgálatainak és berendezéseinek oktatása, szakdolgozat, diplomaterv, TDK és PhD kutatások;
- felülettechnológiák optimalizálása,
- mikro-, nano- és makroszintű komplex felületvizsgálatok,
- fémes és nemfémes anyagok tribológiai vizsgálata,
- vékonyrétegek, bevonatok fejlesztése;

Hegesztéstechnológiai Laboratórium (Dr. Dobosy Ádám)

- Felrakó hegesztés, védőgázas fogyóelektródás ívhegesztés,
- Semleges védőgázas volfrámelektródos ívhegesztés, villamos
- Ellenállás ponthegesztés, hegesztés automatizálása, termikus
- Vágások területén folyó kutatások, fejlesztések.

Hő- és felületkezelő Laboratórium (Dr. Kuzsella László)

- Különféle térfogati hőkezelések (izzítások, edzés, nemesítés, stb.) oktatása, szakdolgozat- és diplomaterv készítés, PhD kutatások
- Termokémiai kezelések (cementálás, nitridálás, karbonitridálás, boridálás, plazmanitridálás stb.) oktatása,

Mechanikai anyagvizsgáló Laboratórium (Dr. Lukács Zsolt)

Anyagvizsgálati, technológiai anyagvizsgálati, törésmechanikai vizsgálatok

- Mechanikai anyagvizsgáló berendezések oktatása
- Mechanikai anyagvizsgálati K+F tevékenység
- Szerkezetintegritási, élettartam gazdálkodási K+F tevékenység
- Mechanikai anyagvizsgálatok, technológiai vizsgálatok és törésmechanikai vizsgálatok végzése próbatesteken, szerkezeti elemeken és teljes szerkezeteken

Termo-mechanikus fizikai szimulációs Laboratórium (Dr. Kuzsella László)

- Mechanikai anyagvizsgálatok és anyagtechnológiai folyamat szimulációk végzése próbatesteken

4.1.16. Neumann János Egyetem, GAMF Műszaki és Informatikai Kar, Innovatív Járművek és Anyagok Tanszék

(Tanszékvezető: Dr. Weltsch Zoltán, weltsch.zoltan@gamf.uni-neumann.hu)

2020. augusztus 1-jén az Anyagtechnológia- és a Járműtechnológia Tanszék összeolvadásával létrejött a 4 kutatócsoportból álló Innovatív Járművek és Anyagok Tanszék. A mechanikai vizsgálatokkal valamint a műanyagok fejlesztésével foglalkozó csoportok fejlett kísérleti infrastruktúráját az elmúlt években frissítették.

A tanszéken rendelkezésre állnak az ismert mechanikai anyagvizsgálati technikák, a kémiai összetétel ellenőrzésére emissziós színképelemzés és számos más eszköz. A vizsgálatok jelentős részét akkreditáltatták. Az elérhető technikák felsorolása a https://gamf.uni-neumann.hu/kf-szolgaltatasok/ weboldalon olvasható.

Mechanikai- és Lézersugaras Technológiák Kutatócsoport

A Mechanikai- és Lézersugaras Technológiák Kutatócsoport több évtizedes hagyományokkal rendelkezik a lemezalakító technológiák, illetve a lemezanyagok terhelés során mutatott viselkedésének kutatása területén. Az alapvető alakíthatósági tulajdonságok meghatározásán túl (R-n vizsgálat), számos technológiai – mint például mélyhúzhatósági, mélyíthetőségi, hajlíthatósági, stb. – vizsgálat, és az alakíthatóságról átfogó képet adó, úgynevezett alakítási határdiagramok (FLC-k) felvétele is lehetséges.

Műanyagfeldolgozó Kutatócsoport

A kutatócsoport a különböző hőre lágyuló polimerek, polimer keverékek, polimer alapú kompozitok, valamint nanokompozitok előállításával, fejlesztésével, gyártástechnológiájával és anyagvizsgálatával foglalkozik. Ezekben a polimer keverékekben erősítő anyagként agyagásványokat és szén nanocsöveket használnak.

Az alkalmazott gyártástechnológiák: 3D nyomtatás, fröccsöntés, extrúzió és termoformázás.

Anyagvizsgálati eljárásként mechanikai, termoanalitikai, illetve reológiai eljárásokat végeznek különböző originál és reciklált (újrahasznosított) polimereken. Foglalkoznak az ömledékek reológiájával, az alakítható állapotú műanyagok folyási tulajdonságaival és azok változásának törvényszerűségeivel. Vizsgálják a viszkozitást és folyóképességet a külső körülmények függvényében.

Dióda Lézercentrum

A Bay Zoltán Közhasznú Nonprofit Kft és a Neumann J. Egyetem közös projektjének keretében létrejött új lézermegmunkáló laboratórium az alábbi három egységből áll:

- optikai szálban vezetett, nagyteljesítményű direktdiódás megmunkáló központ,
- optikai szálvezetés nélküli direktdiódás megmunkáló központ és
- impulzuslézeres szubtraktív mikro-megmunkáló központ.

Az 1000 nm alatti hullámhosszúságú, jó sugárminőségű (BPP ≤4) és nagy fényteljesítményű (P(cw) ≥3kW) lézer sugárforrás (melynek kifejlesztése a közelmúlt eredménye), illetve a 3D impulzus üzemű lézersugaras mikro-megmunkálás egyedi és hiánypótló.

4.1.17. Pannon Egyetem, Mérnöki Kar, Műszaki Tudományok Kutató-Fejlesztő Központ

A Műszaki Tudományok Kutató-Fejlesztő Központ mind az alap-, mind az alkalmazott mérnöki kutatások szakterületein a dunántúli régió meghatározó szereplője. Kutatócsoportjaik a kutatás-fejlesztés, innováció, mérészolgáltatás területein egyaránt vezető szerepet töltenek be, alapvetően a fémes- és nemfémes szervetlen szerkezeti anyagokhoz kapcsolódóan, főként az ipar 4.0-hoz kötődő anyagtudományi, gépészeti, mechatronikai és járműmechatronikai területeken.

Géptan Intézeti Tanszék (Tanszékvezető: Dr. Gyurika István)

- gyártási folyamatok optimalizálási lehetőségeinek kutatása
- digitális gyártástudományi fejlesztések
- új gyártórendszer-struktúrák fejlesztése az ipar 4.0 követelményeinek megfelelően
- kiemelten rideg anyagok megmunkálhatósági lehetőségeinek kutatása
- hálózatkutatáson alapuló kockázatelemzési tevékenységek fejlesztése
- digitális alapokon nyugvó konstrukciós tervezési kutatások

Anyagmérnöki Intézeti Tanszék (Tanszékvezető: Dr. Szalai István)

Az NMR laboratórium és a Szilikát- és Anyagmérnöki Tanszék egyesülésével alakult ki 2007-ben az Anyagmérnöki Intézet. A Szilikát- és Anyagmérnöki Tanszék oktatási feladata kezdetben a szilikátkémia és a szilikátipari technológia tárgykörébe tartozó ismeretanyag átadása volt. A kutatás-fejlesztési feladatokat a kerámiák fizikai, kémiai jellemzőinek meghatározására alkalmas modern eszközparkkal végzik (CT és SEM).

Mechatronikai és Méréstechnikai Kutatócsoport (Tanszékvezető: Kristófné Dr. Makó Éva)

- Magneto és elektroreológiai (MR és ER) folyadékok és elasztomerek szerkezetének dinamikai vizsgálata
- ferrofluidumok transzport és termodinamikai tulajdonságai
- okos szenzorok és okos anyagok szenzorokban
- dielektromos és mágneses szuszceptibilitás mérése, dielektromos spektroszkópia
- nemlineáris dielektromos effektus vizsgálata molekuláris folyadékokban

4.1.18. Pécsi Egyetem, 3D Nyomtatási és Vizualizációs Központ

(http://pte3d.hu)

A GINOP-2.3.2-15-2016-00022 sz. projekt keretében létrehozott infrastruktúra 3D-s vizualizációs technológiák segítségével kapcsolja össze a különböző karok kutatócsoportjainak munkáját. A PTE 3D Nyomtatási és Vizualizációs Központja egy inter- és multidiszciplináris kutató- fejlesztő egység, mely hozzájárul az alap- és alkalmazott kutatási projektek sikeres megvalósulásához, elsősorban az orvos-mérnöki határterületeken.

A 3D Vizualizációs Központ szolgáltatásokat nyújt a következő területeken:

- Mechanikai anyagvizsgálatok ZwickRoell roncsolásos anyagvizsgáló gépekkel
- 3D nyomtatás - anyagrétegezéssel előállított tárgyak műanyagból.
- 3D szkennelés - műszaki alkatrészek digitális beolvasása kisebb csavaroktól egészen motorkerékpárokig vagy autókig, akár helyszínen is. Ezt követően a kapott felvételeket át lehet alakítani egyszerű 3D geometriává vagy felület- és CAD modellekké is.
- Öntészeti műhely - poliuretánok, szilikon és egyéb műgyanták segítségével állítanak elő orvosi szimulációs szemléltető és gyakorlóeszközöket, vagy öntőformákat, egyedi megkeresésre.
- Prototípusfejlesztés

4.1.19. Szegedi Egyetem Természettudományi és Informatikai Kar

A Természettudományi és Informatikai Kar[15] oktatási és kutatási tevékenységét az alábbi hat intézet köré szervezi:

- Biológia Intézet
- Bolyai Intézet
- Fizikai Intézet
- Földrajzi és Földtudományi Intézet
- Informatikai Intézet
- Kémiai Intézet

A Kémia Intézet sikeresen pályázott az NKFIH által meghirdetett TOP50 kutatási infrastruktúra pályázaton az SZTE Anyagtudományi Műszerközpont pályázatával. Az Intézet keretén belül négy tanszék működik:

- Alkalmazott és Környezeti Kémiai Tanszék (Tanszékvezető: Dr. Kónya Zoltán)
- Fizikai Kémiai és Anyagtudományi Tanszék (Tanszékvezető: Dr. Tóth Ágota)
- Szerves Kémiai Tanszék (Tanszékvezető: Dr. Kukovecz Ákos)
- Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék (Tanszékvezető: Dr. Enyedy Éva)

Az SZTE Anyagtudományi Műszerközpont célja egy olyan egyedi műszeregyüttes biztosítása, amely a nanoskálától (pl. elektronmikroszkópok, nano-CT) kezdve, a mikromakroskálán (pl. spektroszkópiai és felületvizsgáló módszerek) át a gyakorlati alkalmazásokig (in operando eljárások, katalitikus és elektrokémiai tesztállomások) lehetővé teszik az anyagtudományi vizsgálatokat. A vizsgált anyagok tanulmányozható alkalmazási felölelik a zöld és fenntartható ipari technológiák széles vertikumát.

[15] https://sci.u-szeged.hu/

4.1.20. Széchenyi István Egyetem, Győr

A Széchenyi István Egyetem mintegy 27 vizsgáló és 21 kutató laboratóriumából az alábbiakat emeljük ki:

Alkalmazott Mechanika Laboratórium (Dr. Nagy Attila)

Az Alkalmazott Mechanika Laboratóriumnak a mechanikai vizsgálatok, mérések és kutatások világán belül a fő területe a nyúlásmérő bélyeges mérések. A felületi deformáció vizsgálata mellett az erő- és tömeg mérő, nyomatékmérő vagy akár egyes elmozdulás és gyorsulásmérő szenzorokban is alkalmazzák ezt az eszközt. A laboratórium a mérés teljes folyamatával is foglalkozik, ami a tervezést, a bélyegek applikációját és az azokkal, vagy ezzel a technológiával készült szenzorokkal végzett statikus vagy dinamikus mérések elvégzését és kiértékelését foglalja magába.

Anyagvizsgáló Laboratórium (Dr. Hargitai Hajnalka)

Az Anyagvizsgáló Laboratóriumban alapvetően fémek anyagvizsgálatára, valamint káresetek okainak felderítésére van lehetőség. Kémiai összetétel és mechanikai jellemzők meghatározásával végezhetők a különböző alapanyagok vizsgálatai és a hőkezeltségi állapot ellenőrzése. Akkreditált területek (MSZ EN ISO/IEC 17025:2018):

- acélok, alumínium és ötvözetei, öntvények mechanikai és szövetszerkezeti vizsgálata, CT berendezés és fémnyomtató,
- hegesztett kötések roncsolásos és roncsolásmentes vizsgálatai,
- korróziós és környezethatás vizsgálat sópermet kamrában.

Csomagolás és Környezetállósági Vizsgálólaboratórium (Dr. Böröcz Péter)

A Csomagolás és Környezetállósági Vizsgálólaboratórium közel 800 partnerrel rendelkezik 40 különböző országból, az MSZ EN ISO/IEC 17025:2018 szabvány szerint akkreditált. Főbb területei: szállítási csomagolások tesztelése; veszélyes áruk szállítására szolgáló csomagolások típusvizsgálatai; csomagolóanyagok és -eszközök minőségellenőrző vizsgálata; K+F projektek; tanácsadás és képzés; autóipari tesztek.

Felületanalitikai Laboratórium (Dr. Tabakov Zsolt Miklós)

A Felületanalitikai Laboratórium alapvető feladata a tribológiai vizsgálatok támogatása. A laboratórium további tevékenységei közé tartozik az alkatrészek felületének topográfiai vizsgálata, alkatrészek geometriai vizsgálata, tömegmérése és az alkatrészek kárelemzése.

Háromkoordinátás Mérőlaboratórium (Dr. Solecki Levente)

A Háromkoordinátás Mérőlaboratórium gépészeti, elsősorban járműipari, geometriai mérések elvégzésére alkalmas koordináta mérőgéppel, köralakvizsgáló berendezéssel és érdességmérő berendezéssel, valamint szinte teljeskörű kézi geometriai mérőeszköz-készlettel és az ezekhez szükséges etalonokkal rendelkezik. Elsősorban olyan regionális cégeknek végez laborméréseket, amelyeknél helyben nincs lehetőség a mérések elvégzésére.

Lézerszinterező Laboratórium (Dr. Hatos István)
A laboratóriumban fémek 3D nyomtatására alkalmas technológiával rendelkezik, amelynek egyik alkalmazási területe a formakövető hűtéssel rendelkező fröccsöntő szerszámbetétek gyártása. Saját fejlesztésű hibrid gyártási eljárások gazdaságosan tudják megvalósítani nagyméretű és összetett szerszámok formakövető hűtését. A fém 3D nyomtatás lehetőséget biztosít gépészeti alkatrészek tömegcsökkentése, valamint a gyors prototípus és kis szériás gyártásra is. A labor az alábbi szolgáltatásokat kínálja: tanácsadás, oktatás, tervezés, szimuláció és gyártás.

Polimertechnológiai Laboratórium (Dr. habil. Dogossy Gábor)

A Polimertechnológiai Laboratórium a hőre lágyuló polimerek legfontosabb gyártástechnológiáival rendelkezik. Fő területe az alapanyag-fejlesztés és újrahasznosítás. A laboratórium rendelkezik a polimerek alapvizsgálati módszereivel, melyek alkalmasak a fejlesztett anyagok minősítésére.

Röntgen-CT Laboratórium (Dr. Kozma István)

A Röntgen-CT Laboratóriumban üzemel Magyarország első és legnagyobb teljesítményű ipari CT berendezése. A laboratóriumban lehetőség van öntvény alkatrészek roncsolásmentes homogenitásvizsgálatára, szerelt alkatrészek belső szerkezet analízisére, metrológiai vizsgálatok elvégzésére.

Szerkezetvizsgáló Laboratórium (Harrach Dániel)

A Szerkezetvizsgáló Laboratórium 220m^2 alapterületű, 10 tonnás futódaruval és külső ipari kapuval rendelkező helyiségben található. A laboratórium fő profilja az építőipari- és közlekedésépítési szerkezetek vizsgálata. A kisebb szerkezetek vizsgálatához egy 400 kN teherbírású húzó-nyomógép, és egy 150 kN teherbírású hajlító gép áll rendelkezésre. A nagyobb szerkezetek vizsgálatai 1000 kN kapacitású terhelőkeretek segítségével történnek. A fő terhelési zónában akár 15 m hosszúságú 2 méter magasságú elemek mérésére is van lehetőség. Erőmérő cellák segítségével 200 kg-2000 kN méréstartományban, a mozgásokat elmozdulás-mérőkkel 0,001 mm pontossággal, akár 400 mm méréstartományban rögzíthető. Dinamikus mérések elvégzésére egy 15 kN és egy 300 kN-os dinamikus fárasztó berendezés, valamint impulzus kalapácsok állnak rendelkezésre, a dinamikai vizsgálatok egy-, illetve többtengelyű gyorsulásmérőkkel történnek. A labor méréstechnikai- és méréselőkészítési háttere (géppark, mérőeszközök, szoftverek) folyamatos fejlesztésen megy keresztül, hogy a felmerülő igényeknek eleget tudjon tenni. A labor moduláris és egyben mobilis gépparkjának köszönhetően külső helyszínen történő, beépített szerkezetek mérésére is van lehetőség.

Tribológia Laboratórium (Dr. Tóth Álmos Dávid)

A Tribológia Laboratórium a belsőégésű motorok számára szükséges komponensek (alkatrészek, kenőanyagok és üzemanyagok) tribológiai (súrlódás és kopás) vizsgálatával, fejlesztésével foglalkozik. A laboratóriumban lehetőség van különböző felületi bevonatok, különböző kenőanyag-minták, különböző kísérleti anyagok és azok megmunkálásának összehasonlítására.

4.1.21. Természettudományi Kutatóközpont, Anyag és Környezetkémiai Intézet

(Intézetigazgató: Dr. Tompos András, tompos.andras@ttk.hu)

Az Eötvös Loránd Kutatási Hálózat Természettudományi Kutatóközpontjának Anyag- és Környezetkémiai Intézete (AKI) kutató-fejlesztő munkát végez funkcionális és szerkezeti anyagok, valamint kémiai eljárások kutatása i) a fenntartható környezet és ii) a fenntartható egészség területein. Az első területen tevékenységük kiterjed a környezettudományra, nevezetesen az emberi tevékenységből származó káros környezetei hatások értelmezésére és csökkentésére, továbbá a megújuló energiaforrások átalakítására. A második területen az orvos-biológiai szempontból fontos lágy-anyagokra épülő rendszerekre, gyógyszerhordozókra, bioszenzorokra és az azokban lejátszódó folyamatok kutatására fókuszálnak.

Az AKI releváns kutatócsoportjai az alábbiak:

Funkcionális Határfelületek Kutatócsoport (Kutatócsoport vezető: Dr. Keresztes Zsófia)

A Funkcionális Határfelületek Kutatócsoport fő tevékenységi területe a különböző fázisok határfelületén lejátszódó – elsősorban elektrokémiai – folyamatok vizsgálata, ezzel kapcsolatos méréstechnikai, illetve felületmódosítási módszerek fejlesztése. Az elektrokémiai energiaátalakítók és -tárolók, a technológiai célnak megfelelően irányított fémoldódási folyamatok, valamint a nagy érzékenységű analitikai mérések területén elért kutatási eredmények jellemzően energetikai, környezetvédelmi, élelmiszer analitikai és egészségügyi fejlesztésekben hasznosíthatóak.

- Elektrokémiai alapfolyamatok és technológiák
- 2D és 3D nanostruktúra alapú érzékelő rétegek fejlesztése

Funkcionális Nanorészecskék Kutatócsoport (Kutatócsoport vezető: Dr. Feczkó Tivadar)

A Funkcionális Nanorészecskék Kutatócsoportot a Természettudományi Kutatóközpont (TTK) Anyag- és Környezetkémiai Intézete és a Pannon Egyetem (PE) közösen működteti a TTK veszprémi telephelyén, a PE Bio-nanotechnológiai és Műszaki Kémiai Kutatóintézetben. A kutatócsoport egyik fő kutatási iránya a funkcionális nano- és mikrorészecskék előállítása, vizsgálata és alkalmazása. Nanoszerkezetű kompozit hordozó rendszereket fejlesztenek biokompatibilis és biológiailag lebontható polimerek felhasználásával szabályozott és célzott gyógyszerhatóanyag leadású rendszerek előállítása céljából. Másik fontos kutatási terület a természetes fázisváltó anyagokból és hordozókból környezetbarát hőtároló mikrokapszulák fejlesztése és azok energiatakarékos épületszerkezeti elemekben és hőtároló-hőszigetelő rendszerekben történő alkalmazása. A nanotechnológiai kutatások mellett a csoport kiemelten foglalkozik hagyományos részecsketechnológiai eljárásokkal, mint pl. kristályosítás, szárítás, keverés, őrlés, granulálás, szférikus agglomeráció és bevonás.

Plazmakémiai Kutatócsoport (Kutatócsoport vezető: Dr. Károly Zoltán)

A csoport fő kutatási területe a korszerű szerkezeti és funkcionális anyagok és anyagrendszerek vizsgálata és fejlesztése. Tanulmányozzák a korszerű szerkezeti és funkcionális anyagok kémiai összetétele, mikroszerkezete, tulajdonságai valamint előállítása közti összefüggéseket. Kiemelten vizsgálják a nanodiszperz rendszereket, a nanokompozitokat, a funkcionális nanoszemcsék, a mag-héj szerkezetű szemcsék valamint nanocsövek tulajdonságait, előállítási módjait és gyakorlati alkalmazásaik újabb lehetőségeit. Az anyagok szintézisét a hagyományos preparatív kémiai eljárások mellett újszerű, termikus plazmakémiai eljárásokkal végzik.

Jelentősek a kondenzált anyagok felületi tulajdonságai és kémiai szerkezete közti összefüggések felderítésére irányuló vizsgálatok. Plazmakémiai módszerekkel (magnetronporlasztás, PIII és FAB felületkezelések) módosítják a felületek kémiai szerkezetét, ill. plazmaszórással (mikro- és nanorétegek kialakításával) célszerűen változtatják bizonyos szerves és szervetlen szubsztrátok felületi tulajdonságait.

Polimer Fizikai Kutatócsoport (Kutatócsoport vezető: Dr. Móczó János)

A Polimer Fizikai Kutatócsoport 1995 óta közös egységet alkot a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Műanyag- és Gumiipari Laboratóriumával. A Közös Laboratóriumban a poliolefinek degradációja és stabilizálása mellett, intenzíven foglalkoznak kis molekulájú anyagok polimerekben végbemenő transzportfolyamataival (gázok és gőzök permeációja, adalékok és oldószerek diffúziója és oldhatósága). Vizsgálják továbbá a heterogén polimer rendszerekben (polimer keverékek, töltőanyagot tartalmazó polimerek, szálerősítésű rendszerek, nanokompozitok) kialakuló határfelületi jelenségeket és összefüggéseket állítanak fel a polimerek, illetve a többkomponensű polimer rendszerek szerkezete és tulajdonságai között.

Polimer Kémiai Kutatócsoport (Kutatócsoport vezető: Dr. Iván Béla)

A különleges szerkezetű polimerek és korszerű polimerizációs eljárások képezik a kutatás fő irányát. A csoport egyaránt foglalkozik alap- és alkalmazott kutatással az alábbi területeken:

- Új típusú funkciós polimerek
- Kváziélő gyökös polimerizáció
- Nanoszerkezetű amfifil kotérhálók
- PVC környezetileg előnyös lebontása és átalakítása
- Új kémiai összetételű és topológiájú makromolekulák
- Kváziélő karbokationos polimerizáció

4.1.22. Wigner Fizikai Kutatóközpont

A Wigner Fizikai Kutatóközpont az alábbi infrastruktúrákkal került be az NKFIH TOP50 válogatásába:

- Funkcionális Anyagok Laboratórium

- Vesztergombi Nagyenergiás Fizikai Laboratórium
- Wigner Tudományos Számítási Laboratórium
- Wigner Lézer és Spektroszkópia Központ

Funkcionális Anyagok Laboratórium (Dr. Szilágyi Edit)

A **Funkcionális Anyagok Laboratóriumának (FunMatLab)** elődei az 1960-as évekig nyúlnak vissza, amikor a budapesti Központi Fizikai Kutatóintézetben megkezdték az anyagelemzést és mérést γ-fotonokkal, röntgensugarakkal, neutronokkal és gyorsított ionokkal. Ezt követően a módszereket, alkalmazási területeiket, illetve a kutatáshoz szükséges mintakészítő berendezéseket lépésről lépésre bővítették ki és szervezték hálózatba. A **FunMatLab** jelenleg egy nyílt hozzáférésű kutatási infrastruktúra (KI), amely világszerte elérhető minden kutató, fejlesztő és hallgató számára.

A **FunMatLab** főbb létesítményei közé tartozik:

- egy molekulanyaláb-epitaxia (MBE) berendezés,
- egy kémiai technológiai és izotóplaboratórium,
- egy nehézion-implanter,
- egy Van de Graaff-gyorsító ionnyaláb-analízissel (IBA),
- egy Mössbauer-laboratórium különféle detektálási módszerekkel és mintakörnyezettel rendelkező spektrométerekkel,
- egy polarizált neutronreflektométer,
- egy röntgenoptika-fejlesztési és nagy felbontású röntgenspektroszkópiai (XANES, EXAFS és XES) laboratórium, valamint
- egy femtoszekundumos felbontású pumpa-próba lézerspektroszkópiák céljára szolgáló berendezés, amely a tranziens optikai abszorpció, az időben felbontott fluoreszcencia és a stimulált Raman-szórás (fs-SRS) módszerét foglalja magában.

A röntgen- és lézertechnikákat 2010 után fejlesztették ki egy ERC-támogatás, valamint a Lendület, a VEKOP és az NKP országos kiválósági programok felhasználásával.

Kísérleti Szilárdtestfizikai Osztály (Dr. Kováts Éva)

A Wigner FK Szilárdtestfizikai Intézetében a Kísérleti Szilárdtestfizikai Osztály fő tevékenységi körébe tartozik új anyagok szintézise, szerkezetük atomi szintű meghatározása és különböző fizikai tulajdonságaik mérése. A vizsgált anyagok köre igen változatos: fémes nanorészecskék, vékonyrétegek, fullerének, nanocsövek, grafén, fém-szerves hálózatok és fehérjeoldatok. A hagyományos kísérleti technikák között szerepel röntgen-diffrakció, SEM, TEM, AFM, NMR, Mössbauer és optikai spektroszkópia. A számítógépes anyagtudomány szintén fontos helyen szerepel az osztály tudományos palettáján. Ennek keretében komplex megszilárdulási mintázatok és folyamatok numerikus modellezését végzik olyan anyagokon, mint a kolloid rendszerek, fémek, polimerek, metaanyagok és biomorf kristály-aggregátumok. Kutatóik egy csoportja, új szerkezetvizsgáló módszereket fejleszt, mint pl. röntgen holográfia, vagy a röntgen szabadelektron forrásokra (XFEL-re) épülő egyrészecskés képalkotás, extrém rövid idejű (femto másodperc) folyamatok során kialakuló atomi rend vizsgálata.

4.2. Anyagipari Innovátorok és Entrepeneurok (Babcsán Norbert)

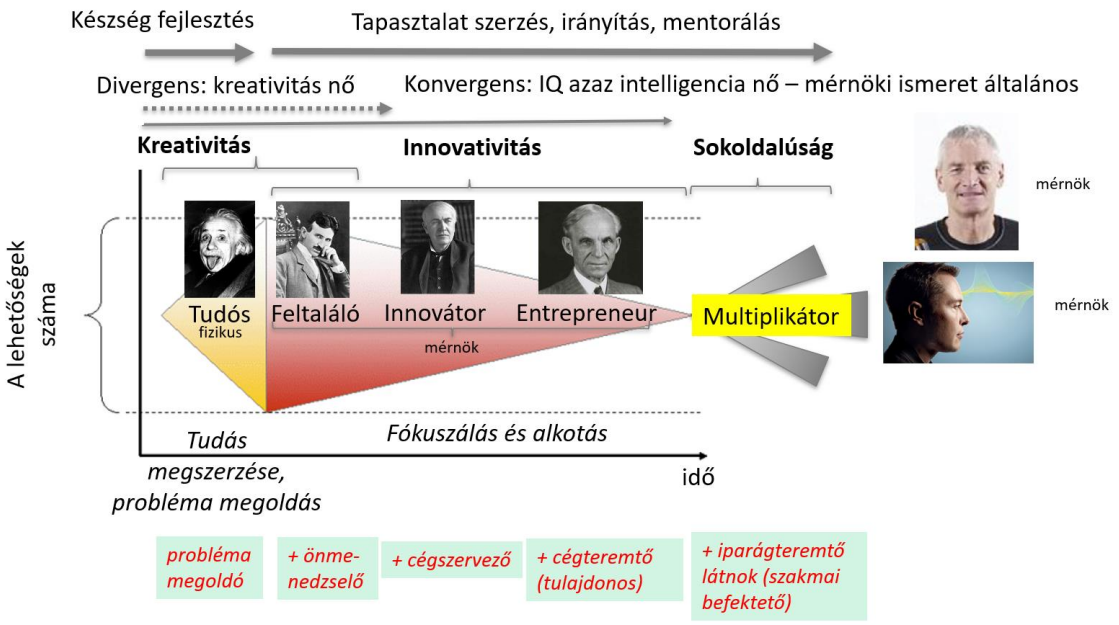
Ebben a fejezetben a **célunk a kiemelkedő, technologizált anyaginnovációink bemutatása az anyagipari innovátorokkal és innovációs szakemberekkel készített mélyinterjúkon keresztül**. Az innovációelmélettel foglalkozó irodalomból[16] jól ismertek a különböző készültségi fok skálák. A technológiai készültségi fok skála, azaz Technological Readiness Level (TRL) és a piaci készültségi fok skála Customer Readiness Level (CRL) a legismertebbek. Az üzleti készültségi fok, Business Readiness Level (BRL) illetve finanszírozási készültségi fok Founding Readiness Level (FRL), mint innovációs skálák befektetési készültségi fok skálává Investment Readiness Level (IRL) alakíthatók, ezen 3 skála kombinálásával létrehozható egy az alábbiakban listázott pénz, paripa, fegyver innovációs modell 3-as vonalvezető rendszere. Az ötlet létrejöttéhez kreatív és felkészült emberre van szükség olyan emberre, aki megfelelő tudással: ismeretekkel és tapasztalatokkal rendelkezik (saját know-how-val). Ezért bevezethetünk egy újabb készültségi fok skálarendszert, vagy mínusz TRL rendszert, ami felfogható egy tudás készültségi skálának is Knowledge Readiness Level KRL. Ez a skála saját élettapasztalatok alapján született, ezért sem általánosnak sem ideálisnak nem nevezhető. Azonban feltételezhető, hogy a kreatív emberből egy tudatos folyamaton keresztül feltaláló nevelhető ki, akinél -TRL9-től -TRL1-ig (KRL1-KRL) zajlik a tudásgyarapítás, majd TRL0-nál létrejön az ötlet, TRL1 és TRL9 pedig az ötlet technologizálása zajlik, ahol TRL1 az ötlet technológiai leírása, TRL2 pedig a szellemi tulajdonvédelmi lépés, a többi részlet az alábbi TRL („fegyver") táblázatban található.

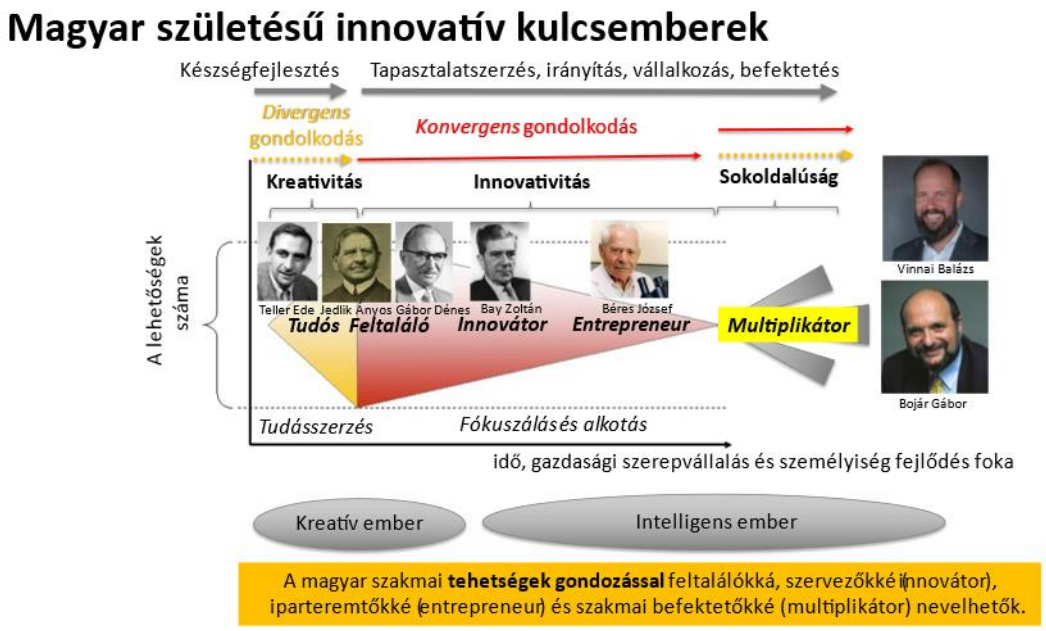
A feltalálói képességeket, ha a kreativitás megvan fejleszteni lehet, erre ad egy lehetséges lépéssort az alábbi -TRL vagy KRL skála:

-TRL9=KRL1 BSc szintű tudás megszerzése
-TRL8=KRL2 MSc szintű tudás megszerzése
-TRL7=KRL3 PhD 1.év
-TRL6=KRL4 PhD 2. év
-TRL5=KRL5 PhD védés az illető bizonyította, hogy önállóan képes kutatni
-TRL4=KRL6 posztdoc/ipari gyakorlat 1. év
-TRL3=KRL7 posztdoc/ipari gyakorlat 2. év
-TRL2=KRL8 posztdoc/ipari gyakorlat 3. év
-TRL1=KRL9 Szellemi tulajdonvédelmi ismeretek elsajátítása
TRL0 Feltalálói képesség kialakult, jöhet a találmányképes „szikra" = ötlet

[16] https://kthinnovationreadinesslevel.com/

Az innovációs folyamatok személyiségtípusainak megértése, segítséget nyújthat az innovációs folyamatok jobb tervezéséhez és megvalósításához. Meggyőződésem, hogy ilyen emberek ki is nevelhetők. Az alábbi „halacska diagrammból látható, hogy az innovátor több, mint egy feltaláló, hiszen képes az innovációs folyamatot is átlátni és menedzselni. Ők egyben az innovációs ökoszisztéma tudásközpontjainak létrehozói és a klaszteresedési folyamatok csíraképzői. Egyben a fizika-, biológia- és a kémiatudomány határterületein, mérnöki tudással megerősítve interdiszciplináris a kreativitáshoz és a feltalálói tartalom eléréséhez nélkülözhetetlen ismeretanyaggal rendelkeznek, ami alkalmassá teszi őket találmányok létrehozására is.





Klasszikus innovációs folyamatok személyiségtípusainak „halacska” diagrammjai

Magyarországon óriási volt a **XX. sz.-**ban és a XIX. sz. elején a **történelmi ellehetetlenülés**ből (származás, meggyőződés, gazdasági) eredő **<u>agyelmenekülés</u>**. A **modern <u>agyelszívás</u> <u>azonban</u>** *visszafordítható*, ha Magyarország **újraiparosítás**a megteremthető, **ehhez megfelelő oktatásra, hazai iparteremtőkre és szakmai befektetőkre van szükség**.

Pénz

IRL	Investment Readiness Level (**Investment**) / **Befektetési Készültségi Fok**
IRL 9:	**Tőzsdére jutás.**
IRL 8:	**Nemzetközi tőke és/vagy kormányzati támogatás** bevonása (nagyvállalat - „magyar multi”).
IRL 7:	Exportpiaci expanzió (**3. kockázati tőkebevonás**).
IRL 6:	Nagy projektek reményében vállalati expanzió (**2. kockázati tőkebevonás**, középvállalat sorozatgyártó kapacitással).
IRL 5:	**Lokális kockázati tőke** bevonása (középvállalat egyedi gyártással).
IRL 4:	**Pályázati források** megszerzése.
IRL 3:	**Üzleti angyal** naiv szerelme (kisvállalkozás vagy spin off) – digitalizáció.
IRL 2:	**Magvető tőke** vagy anyacég forrásai (lehet pályázat is).
IRL 1:	Start-up cég alapítása vagy anyacég inkubáció (mikrovállalkozás – állami vagy **alapítói tőké**vel).

Befektetési készültségi fog skála

Paripa

CRL	Customer Readiness Level (**Customer**-Market) / **Piaci-Vevői Készültségi Fok**
CRL 9:	Széleskörű (**sorozat**) **termék értékesítések** – értékesítési hálózat
CRL 8:	**Egyedi termék értékesítések** – egyedi projektek – üzletkötők és/vagy saját értékestő csapat
CRL 7:	Többszöri vevői mintatesztek és/vagy első egyedi (**teszt**) **értékesítések**
CRL 6:	Az **új termék előnyeinek visszaigazolása** a partnerektől vagy az első vevői tesztek (mintaküldés) alapján.
CRL 5:	**Érdeklődés felkeltése** a termék iránt **a megcélzott vevőknél**.
CRL 4:	**Megerősített piaci igények** és/vagy az új termékkel megoldható problémák feltérképezése számos vevő, illetve felhasználó megkérde-zésével.
CRL 3:	Az **első piaci visszajelzé**sek az igényfelmérés alapján. **Brand építés** és márka védelem.
CRL 2:	Az egyes **piaci igények meghatározása**.
CRL 1:	A lehetséges **piaci igények feltételezése**.

Piaci készültségi fok skála

NASA[17], mint a skála feltalálója, honlapján a technológiai készültségi fokok (Technology Readiness Level) 9 lépcsős skáláját szemléletesen definiálja, amikor az űrkutatási technológiák példáján demonstrálja. Hasonló mértékrendszert alkalmaz a Horizon2020 és az ERC a saját kvalifikációiban[18]. A működőképesség igazolása (TLR 1-4 Labor), a kísérleti gyártás (TLR 5-6 Kísérleti üzem) és a termelés megvalósítása (TLR 7-9 Gyártó üzem) fázisok az önértékelési képességet is támogató, nemzetközileg normázott, egységessé tett, amolyan Celsius- vagy Fahrenheit-skálák.

[17] https://www.nasa.gov/directorates/heo/scan/engineering/technology/technology_readiness_level
[18] https://enspire.science/trl-scale-horizon-europe-erc-explained/

Fegyver

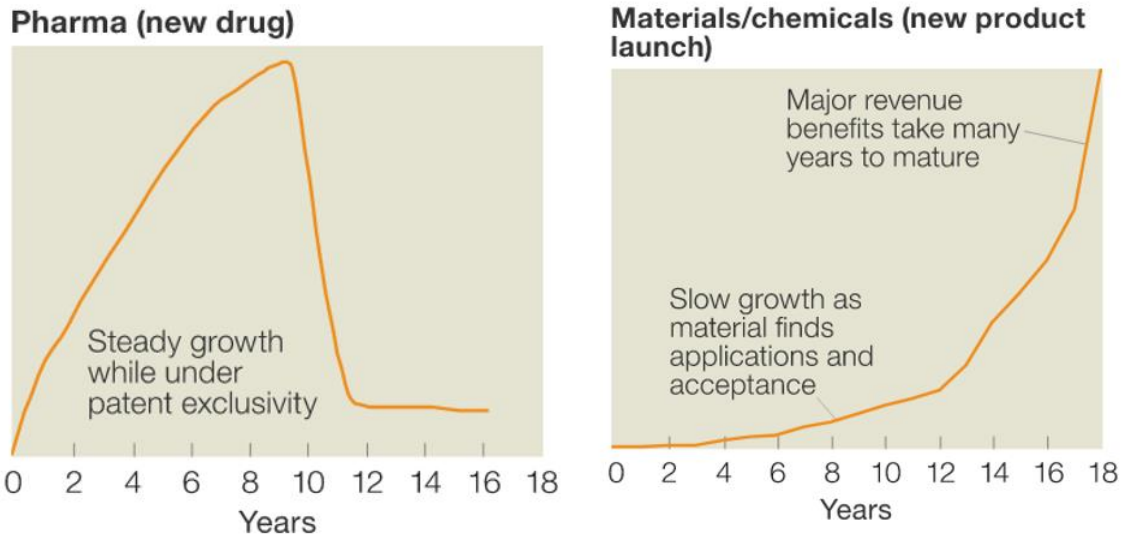
TRL	Technology Readiness Level (**Technology**) / **Technológiai Kész.-i Fok**	
TRL 9:	A gyártórendszer a végső környezetben jól működik **beindult a sorozatgyártás** (ipar 4.0 bevezetése, minőség biztosítási rendszerek).	Termelés megvalósítása **Gyártó Üzem**
TRL 8:	A gyártórendszer elkészült és minősített (**próbagyártás sikeres, egyedi gyártás**).	
TRL 7:	A **gyártórendszer prototípusának bemutatása** működési környezetben.	
TRL 6:	A **technológia bemutatása** releváns **ipari környezetben**.	Kísérleti gyártás **Kísérleti Üzem**
TRL 5:	A **technológia tesztelése** és jóváhagyása **ipari körülmények** között	
TRL 4:	A **technológia tesztelése** és jóváhagyása **laboratóriumi körülmények** között.	Technológia működőké-pességének igazolása **Labor**
TRL 3:	Az alapelvek **kísérleti igazolása** (proof of concept).	
TRL 2:	**Találmány** megalkotása. A technológiai elképzelés kidolgozása és alkalmazási területeinek meghatározása.	
TRL 1:	A megfigyelésekből levezetett **új ötlet** meghatározása gondolati síkon (a technológiai alap jellemzőinek leírása)	

Technológiai készültségi fok skála

Nemcsak a Világgazdasági Fórum jelentése, hanem az Európai Mérnökakadémiák Tanácsának (Euro-CASE) 2019. novemberi oslói éves konferenciája (The Future of Work – the content of jobs) is arról tanúskodik, hogy évtizedünk fordulóján már az ún. „puha” készségek (soft skills) lesznek a legfontosabbak a jövő munkahelyén: *komplex problémamegoldás, kritikai gondolkodás, kreativitás, másokkal való koordináció/kooperáció, érzelmi intelligencia, ítélőképesség*. A tudásgazdaságunk alapja a megfelelő oktatásban rejlik.

A technologizált eljárás vagy termék lényegében azt jelenti, hogy a technológia elérte a TRL9-es skálát és kész a piacosításra, azaz a piacra való bevezetésre. A piacosítást, azonban a technologizálási lépésekkel párhuzamosan egy két értékszinttel lemaradva érdemes végezni. Ugyanez vonatkozik a befektetési készültségi fokokra, persze induló finanszírozás mindig kell. A technologizálásban Magyarország mindig is jó volt. A kis mérete miatt azonban a diszruptív technológiáknak a piacokra való betörése csak állami védelemmel vagy nagyobb magántőkés csoport védelmi gyűrűjében volt és lesz lehetséges. Jelenleg a hazai érdekviszonyok szegmentáltsága miatt a technologizálási eredmények java kiperdül az országból és a rendszerváltás óta a piacosítási szakaszban a tulajdonviszonyok túl korán globálissá válnak, így a helyi érdekek nem tudnak annyira érvényesülni, hogy kellő

kritikus tömeget tartsanak meg itthon, ami az újabb technologizálási folyamatot termelő tőkével finanszírozni tudná. A pályázatok az innovációs folyamatokat lustává és eltorzítottá teszi, a banki és spekulatív tőke pedig túlzott profitelvonást okoz, megeszi az ültetni való magot és leveszi zölden az almát. A nagyobb százalékú állami tulajdon a termelő tőke mellett viszont megvédheti a céget lásd a BASF 50%-os a Volkswagen 40%-os állami tulajdonrésze. Vagy lehet olyan történelmi szituáció, amikor ez sem segít? Megfelelően nagyra nőni, azaz a nemzetközi piacokra bekerülni csak nagy impulzussal (lendülettel) lehet, azaz a cég mögött kell legyen a tőkének és a piac urainak a befolyása, csupán egy erős láb nem elég, mindkettőre szükség van. Ahhoz, hogy a piactorzítás háborújába be tudjunk szállni gazdasági háborús eszközökre van szükség, nem elég kreatívnak és műszakilag a legjobbnak lenni. Ennek egyik szükséges, de nem elégséges eszköze a szellemi tulajdonvédelem. Az ötlettől a technologizálásig és a piacosításig hosszú lépéseken keresztül juthatunk el. Az anyagok esetében az átlag időtartam mintegy 30 év. Egy új anyagcsalád (material class) tekintetében a piacra jutás az ismeretlen anyag piacra vitele a termékesítésen és a termékek értékesítésén keresztül lehetséges, ezért az anyagelőállítási szabadalom, mint kiinduló szabadalom hosszabb védelmet kívánna. Ennek az egyik legfontosabb oka az anyagfejlesztési időn túl az extra termékfejlesztési idő. Az Magyarországon kidolgozott ALUHAB eljárás[19] szabadalom egy szubmilliméteres monomodális és egyben önthető alumíniumhabot megcélzó piaci igény célzott meg. Azonban az alapbejelentéshez képest az igazi első piaci vevő és megrendelés a szabadalmi bejelentéstől számított 12 év elteltével jelentkezett. Az ALUHAB eljáráshoz hasonló első eljárástechnológiai szabadalom bejelentése óta[20], 33 év telt el és az ehhez kapcsolódó know-how-val rendelkező kanadai CYMAT jelenleg éri el azt a piaci növekedési állapotot, amikor az innovációra fordított befektetések végre megtérülhetnek. A gyógyszeriparban az innovációs és fejlesztési lépések általában 14 évet igényelnek. Az ALUHAB esetében a magyar bejelentéstől több mint 11 év telt el, mikorra az EPO-nak az ALUHAB szabadalom megadásával kapcsolatos véleménye pozitívvá vált. A nemzetközi gyakorlat azt mutatja, hogy a műszaki anyagcsaládok piacra jutásának ideje meghaladja a szabadalmi oltalom 20 évét[21]. Amíg a gyógyszeriparban a bevételek biztonsággal e piacra jutástól számítva az első 10 évben realizálhatóak, addig az anyag és vegyiparban ez egy nagyon lassan növekvő függvény, ami igazán csak a piacra jutást követő 10. év után növekszik. Más irodalmi összegzések az új anyagok megalkotásakor a piacosításig szükséges idő átlagértékként mintegy 30 évet jelölnek meg.



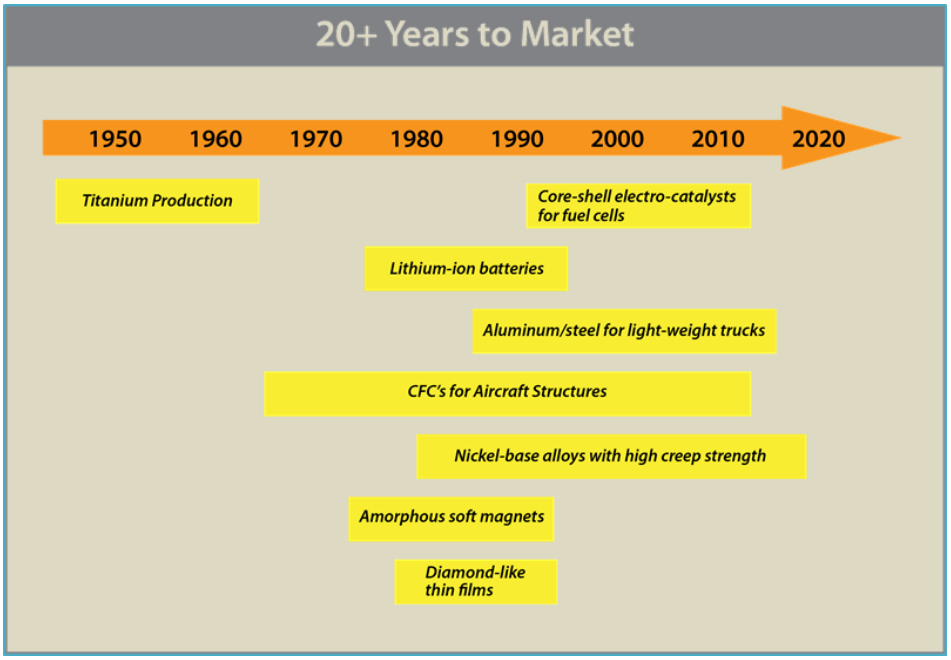
(a) (b)

[19] N. Babcsán, S. Beke, P. Makk, Method of producing a metal foam by oscillations and thus obtained metal foam product, US9168584B2

[20] I. Jin, US Pat. 4 973 358 (1989.09.06)

[21] R. Schafrik, GE Aircraft Engines, Technology Transition in Aerospace Industry, briefing presented at the Workshop on Accelerating Technology Transition, National Research Council, Washington, D.C., November 24, 2003. National Academic Press (2004) National Research Council. 2004. Accelerating Technology Transition: Bridging the Valley of Death for Materials and Processes in Defense Systems. Washington, DC: The National Academies Press. p. 16., Lásd: *https://doi.org/10.17226/11108*

A piacralépést követő bevételek alakulása az a) gyógyszeripari termékek, b) anyag és vegyipari termékek esetén[22]



Az találmány megszületésétől számítva a különböző műszaki anyagok piacra jutásának ideje 20+ év [23]

Az alábbi magyar anyag-innovátorokkal és entrepeneour-okkal készített mélyinterjúk alapján történő technológiai sorselemzés, azaz a göröngyös úton hogyan lehet végig menni, az alábbi alapkérdésekre próbálta megtalálni a választ:

Milyen anyaginnovációk kapcsolódnak a tevékenységedhez? Milyen nemzetgazdasági területeket érintenek azok?

Hová tennéd az eredményeidet elért TRL szint szerint és fajta szerint: 1. anyaginnováció, 2. új anyagból termékinnováció.

Történt-e az eredményekre alapozva termékfejlesztés? (Vagy legalább a régebbi és az új alapanyag- bázisra épülő termék kísérleti modelljeinek kidolgozása.) Ha történt, akkor ki végezete? Ha nem, akkor miért nem?

Történt-e technológiafejlesztés (Vagy legalább üzemi gyártási körülményeket modellező környezetben a technológia tesztelése és előkészítése léptéknövelésre.)

Mit értél el az iparosítás területén, elégedett vagy-e azzal, amit az iparosítás terén elértél és mit csináltál volna másképpen, mik voltak az előre vivő, és mik a fékező hatások? Mi valósult meg, milyen méretben és milyen tulajdonosi háttérrel? Milyen igényt elégített ki, vagy milyen problémát oldott meg?

Hogy látod, milyen anyaginnovációkat igényelne ma Magyarország, mik lehetnének a kitörési pontjaink? Miért azok? Lehet-e belőlük globális piaci szereplő?

Mit gondolsz arról, hogy "Aki dolgozik, nem ér rá pénzt keresni"? – 100 leggazdagabb magyar cikk 2022*[24]*.

---

[22] Michael Boren, Vanessa Chan, and Christopher Musso: The path to improved returns in materials commercialization, McKinsey&Company August 1, 2012
Lásd:*https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/the-path-to-improved-returns-in-materials-commercialization#*

[23] Cynthia Powell: Director, Energy Processes & Materials at Pacific Northwest National Laboratory diagram in Alex King: Replacement of Critical Raw Materials, Technological Innovations in Metals Engineering, May 30–31, 2018 Haifa, Israel, p. 8.

[24] Szegő Iván Miklós, "Aki dolgozik, nem ér rá pénzt keresni"? – 100 leggezdagabb magyar (2022) o. 186-190

Hogyan lehet ma Magyarországon iparosítani az anyagokkal kapcsolaton K+F+I-t?

A globális hatások milyen módon befolyásolják a magyar innovációt és az iparosíthatóságot?

4.2.1. Prof. Dr. Bartha László – gumibitumen: a nagy dobás 60 évesen, a szellemi műhely teremtés, ahol egymás mellé álltak

Életrajz

Dr. Bartha László szakmai pályafutása a Veszprémi Vegyipari Egyetem Ásványolaj és Széntechnológiai Tanszékén kezdődött, ahol műszaki doktori címet szerzett és melynek 1999 és 2009 között tanszékvezetője is volt. A Mérnöki Kar kutatási dékán helyettese volt 2006 és 2010 között, 2014 óta a Pannon Egyetem professor emeritusa. Aktív szerepet vállalt a Vegyészmérnöki Intézet Kooperációs Kutatási Központjának megalapításában. A hazai és a nemzetközi tudományos szakmai közélet elismert résztvevője. 21 szabadalommal rendelkezik, melyből hazai és külföldi vállalatok egyaránt vásároltak. Kutatás- fejlesztési tevékenységének egyik nagyon fontos eredménye, hogy 2009-ben hazai szabadalmi oltalmat nyert a kémiailag stabilizált gumibitumen és annak előállítási eljárása.

Riport

Kérdező Dr. Babcsán Norbert

Hogyan indult a gumibitumen innovációja? Mi volt az indíték?

A tanszéken sokat foglalkoztunk kőolajipari adalékokkal, a megismeréstől a szintézisig. A nagy mennyiségű **külföldi adalékanyag import miatt a hazai kőolajipari cég is érdekelt volt a közös munkában**. Akkor még Komáromi Kőolajipari Vállalat volt, ami később egyesült a MOL-al. Ezen kívül volt néhány kollega, akit motiválni lehetett. Ezen kívül **motivált minket, hogy a gumiabroncs hulladék esetében nagyon veszélyes anyagról van szó**, amit nem lehet eloltani, ha **meggyullad füstöl és közvetlen környezetében katasztrófát okoz**. Zavart engem, hogy nem lehetett ezt a problémát megoldani, pedig ugyanaz a polimer van a hulladékban, mint a gumiban. Volt egy erőteljes motiváció, a megoldatlan problémák miatt.

Mi volt itthon meg, ami külföldön nem?

Volt néhány **külföldi próbálkozás**, főleg Amerikában, amivel eljutottak valameddig, de nem volt tökéletes, mert sokkal **drágább lett a technológia, mint az eredeti aszfaltgyártásé**. Ez **nyitott nekünk egy olyan rést, ahol be lehetett menni**. Az első komolyabb kísérletet 2004-ben végeztük. A **MOL finanszírozta a fejlesztéseket nem sok pénzt adott, de lehetett vele dolgozni**, és volt pár fiatal kolléga, az olajcégnél is, akik érdekeltnek tűntek, de először csak olyan intenzitással, hogy próbáljuk meg hátha. Ekkor a hallgatókat is be lehetett vonni, a fiatal emberek motiváltabbak, ha látják, hogy valami jót akarunk csinálni. Így születtek a témából diplomamunkák és 3 PhD is. A **lehetőség**et az biztosította, hogy a **fiatalok egyre lelkesebben mellém álltak**. Ebből a fiatal generációból, amely a kutatást választja életcéljául, már lesz valaki, ha egy kutatásvezető melléjük tud állni.

Mi volt a siker szerepe a történetben?

A fiatalok felvették a fonalat, amit mondtam megfogadták, együtt is tanultuk az egészet és látták, hogy siker van. Az elméleti megfontolásoknak és a gyakorlati javaslatoknak lett eredménye. Ezt nagyon látványosan lehetett érzékelni. Ezért is fontos, hogy **jól** legyen **megválasztva** az a **kísérleti program, amiből látszanak a sikeres momentumok**. Tudjuk, hogy a kutatásban nagyok sok rossz kísérletet kell csinálnunk, hogy legyen közülük jó is, de **nem mindegy, hogy mikor van jó kísérleti eredmény**. Amikor kivettem az első mintát, akkor látták, hogy ez nem is bitumen, majd elkezdett nyúlni. Jöttek az ipari kollégák kérdezték mi ebben az új, de amikor az egyik belenyomta az ujját, majd kihúzta, akkor elcsodálkozott, hogy a lyuk gyorsan eltűnt. Az anyag rugalmassá vált. Se nem bitumen se nem gumi. Voltak **olyan momentumok, amik vitték előre a gondolkodást** és lehetett értelmesen dolgozni. Mindenütt siker volt. A legnagyobb támogatóink a gépkocsivezetők voltak, hiszen **alig volt hangja az útnak**. Az út, ami fél órával előtte lett előállítva megnövelt terheléssel sem rogyott össze. Látszott, hogy ez már nem egy megszokott bitumen, hanem egy másik anyag.

Meddig maradt meg a csapat?

A csapat **jó sokáig** megmaradt. Amikor én nyugdíjba jöttem, akkor elkezdett a MOL az ipari megvalósításon dolgozni 2010-2011-ben. Akkor állították elő az első ipari berendezést és ekkor már voltak olyan **tanítványaim**, akik a **MOL-ba kerültek**. A társaság **összetartó volt és segítettek egymásnak**. Készült egy 3000-4000 t névleges kapacitású üzem. Jöttek az útépítési kísérleti eredmények. Az újdonságunk védelmére a Pannon Egyetem és a MOL Nyrt közös szabadalmi bejelentést tett, amit sikeresen megvédtünk, (2004-ben lett bejelentve). A MOL a közös európai szabadalom egyetemi tulajdoni részét később kivásárolta.

A gumiőrlemények nagy százalékát gondolom akkor erre a területre szánják ma Magyarországon?

Is-is. Amikor elkezdték bemutatni konferenciákon, akkor **megjelent egy másik hang**. Jó-jó, de akkor a mi bitumenjeinkkel mi lesz? Kereskedők kezdték mondogatni ezeket a hangokat. Voltak **olyan cégek, akik jelezték, hogy zavarja a mi köreinket**, ne nagyon futtassátok. A dolog azért mégis futott, mert mindenütt győzött a termék. Olyan körülmények között is lehetett vele dolgozni, amelyeknél a többi bitumenekkel nem lehetett. Az felhasználásával készült aszfalt utak pedig még -33°C-on használva sem töredeznek és a szokásosnál magas hőmérsékleten és nagyobb terhelésnél is stabilisak maradnak. Az első kísérleti útszakasz 18 éve készült és azóta már sok útszakaszt építettek, melyek közül tudomásom szerint még egyet sem kellett felújítani.

Akkor a termék piactorzító tényezővé vált? A MOL elég erős ahhoz, hogy a nemzetközi piacra beengedjék? Mennyire jelent meg ez a termék külföldön?

Sajnos **nem eléggé jelent meg a termék külföldön**. A MOL-nak Szlovákiában és talán Horvátországban voltak tesztjei. Párhuzamosan folyik az független önálló kutatás a Spanyolországban, illetve a Portugáliában. Az USA-ban **viszont nem sikerült az eljárást elterjeszteni**. Amikor egy konferencián ismertetni kívántuk a termékünket, akkor rejtélyes okból az előadás nem fért be a programba.

Az USA valószínűleg meg fogja enni a magyar technológiát is?

Azt tudjuk, hogy az **amerikaiak a kutatásban nem álltak le**. Itthon viszont miután már a hivatalos vezetői pozícióból kiléptem, azt javasoltam, hogy tessék a továbbfejlesztéssel is foglalkozni. Sajnos a további egyetemi kutatásnak nem lett folytatása. Amikor két év múlva későn kapcsoltak akkorra már itthon megszűntek a feltételek és szétment mindenki, aki ezzel foglalkozott. **Vélt érdekek miatt elinduló itthoni fékezőerők végül is az innovációnak rosszat tesznek**.

Lehet itthon élni és innoválni, ha az ember a külföldi érdekeknek dolgozik? Egyéni független agyi munkát know-how és tudásgenerálás szintjén talán lehet végezni itthon is.

Ha megkapod a **függetlenséget anyagilag és a lehetőséget, hogy dolgozzál**. Ha megveszik a szabadalmat, akkor már nem tudsz mit csinálni. A Te példád az **alumíniumhab is nagyon ígéretes**. Nemcsak azért, mert a mechanikai tulajdonságok miatt a gépjárműgyártás területén nagyon ígéretes lehet, főleg, ha még szálat is teszel bele.

Magyarország mindig is egy kísérleti üzem volt, a társadalom szempontjából is és ez jó lehet a gazdaságnak, mert kompetens embereket tart itt.

Igen, **ha meg tudod szervezni**, akkor Magyarországon sok kísérleti üzem lehet.

Lehet-e valós anyaginnovációt csinálni Magyarországon?

Lehet, hogyha az **emberi feltétel** megvan és elég **vonzónak látszik a feladat**. Aki az anyaggal foglalkozik több évtizeden keresztül ismeri, hogy az anyag hogyan viselkedik különböző valós körülmények között, - és nemcsak elméleti síkon - rengeteg tapasztalatot gyűjthet össze, olyanokat, amik valami más helyen is hasznosíthatók. Így például, amivel most dolgozunk, a kőolaj harmadlagos kitermelése, melynek továbbfejlesztéséhez felhasználjuk a korábbi tapasztalatokat. Most gyorsan megadják az alapszabadalmakat, de itt már van egy másik gyorsító hatású **érdek is, most kell** az olaj.

Ez már egy másik téma Magyarország energiabiztonsága.

Igen, de már **külföldön is nagyon várnák ezeket az eredményeket**. A kőolajkitermelés elősegítése tenzidekkel átmenetileg nemcsak Magyarországon, hanem külföldön is enyhíthetné a kőolajtermékek iránti igényeket.

Hogyan tovább?

Még mindig együtt dolgozom a helyi kutatócsoporttal, akik közül sok kolléga a tanítványom volt. Sajnos el kell gondolkoznom, hogy **meddig lehet az ember életében kutatással foglalkozni**. Sajnos 77 évesen a rövid idejű memória már gyengül, így lesz egy olyan állapot, amikor már nem lehet kutatni. A végén **útravaló**ként a Te esetedben azt kellene meggondolni, hogy egy szilárd rendszerbe még a megszilárdulás előtt kellene bevinni erősebb szálakat. Ilyenekhez mi kidolgoztunk egy módszert szobahőmérsékleten és feltételezem, hogy nálad talán szilárd tenzideket kellene bevinni, hogy az erősítő szálakat szét lehessen oszlatni, így egy még különlegesebb anyagot lehetne előállítani.

Igen ehhez vissza kell állítani a magyarországi kísérleti üzemet.

4.2.2. Giflo Henrik – apa, fiú és unokák – az új típusú zöld acél tudásközpontja

Életrajz

Közvetlenül az egyiptomi forradalom előtt, 2011 január 24-én, Orbán Viktor miniszterelnök hivatalos látogatásán Sayed Meshal (Szajed Mesal) hadiipari államminiszter kíséretében elindították az első elválasztást, hengerlést az Abu Zabelben működő acélműben. Az egyiptomi állam tulajdonát képező üzemben a Giflo M–1600-as minőségű szerkezeti acél gyártása kezdődött meg. A forradalom kitörése után a közel 800 embernek munkát adó egyiptomi üzem egy hónapra leállt. A magyar–egyiptomi közös acélgyártás március közepén indulhatott újra. Gifloéknak az egy hónapos leállás csak ott tízszázalékos kiesést jelentett, globálisan azonban nem érte el a három százalékot. Egyiptomban a forradalom miatt csupán időt vesztettek. A gyártás folytatódott. Együttműködési szerződés keretén belül dolgoztattak velük. Gyártóbázisként használták az Abu Zabel acélüzemet a saját termékünk előállítására. Azért választották Egyiptomot, mert vezető gazdasági nagyhatalom a térségben. Innen, illetve a környező országokból érkeznek a megrendeléseik. Az európai és a tengerentúli piacokon már megvannak a gyártóbázisaik. Az arab országok alapanyagigényét pedig Egyiptomból a legegyszerűbb ellátni.

A Giflo család háromgenerációs, tősgyökeres miskolci acélgyártó. Családi know-how alapján állítanak elő és értékesítenek acélt. Az acélipari szakembereken kívül a magyar gazdasági életben teljesen ismeretlennek számít a miskolci Giflo család. Kik ők, akik Egyiptomban, az Egyesült Államokban, Indiában és Nyugat-Európában acélt gyártatnak, miközben Magyarországon 2011 februárjában számolták fel a Diósgyőri Acélművek utolsó jogutódját? Apa és fia, a két Henrik. Egykori munkaadójukat, a fénykorában 18 ezer embert foglalkoztató Lenin Kohászati Műveket ugyan „elsodorhatta" a szél, felszámolhatták a magyarországi acélgyártást is, őket azonban nem lehetett megtörni. Kitartóan, évtizedeken keresztül a „családi" vállalkozásban fejlesztették ki és tökéletesítették a találmányaikat, metallurgiai technológiájukat. A kezdetekben a Giflo know-how alapján előállított acél mennyisége csupán ezer tonnát tett ki. Ma már a többszörösére emelkedett, miközben a külföldi piaci igény meghaladja az egymillió tonnát. Nyugat-Európából fokozatosan a tengerentúlra, főleg az USA-ba helyezték át termelésüket, ahol a minőségi acél iránt nagyobb kereslet mutatkozik.

A találmány tárgya olyan több alkotóelemből álló keverék, melynek az acélgyártás folyamán történő alkalmazása az acél ötvözet-rendszerek kohászati minőségét javítja, szilárdságát jelentős mértékben növeli, valamint porbeles hegesztőhuzalok betétanyagaként alkalmazva a hegesztési varrat szilárdságát növeli. A találmány szerinti aktivátoranyag 16-30 tömeg% Ca és/vagy Na-ot, 13-30 tömeg% Si-ot, 2-28 tömeg% V és/vagy Mo-t, 2-25 tömeg% Nb és/vagy Ta-t, 2-15 tömeg% Zr és/vagy Ce-ot, 2-14 tömeg% Ti-t, 1-15 tömeg% Al és/vagy Ba-ot, 0,1-3,0 tömeg% B és/vagy Be-ot, 1-5 tömeg% C-et, 5-20 tömeg% Fe-at és 1-10 tömeg% N-t tartalmazó keverék.

ifj. Giflo Henrik, Giflo Henrik: Aktivátoranyag acél ötvözetrendszerek vagy hegesztési varratok minőségének javítására és ezt tartalmazó porbeles hegesztőhuzal, ACTIVATOR FOR IMPROVING THE QUALITY OF STEEL ALLOY SYSTEMS OR SEAMS AND POWDER CORED WELDING WIRE CONTAINING IT, Lajstromszám: 196467, Bejelentés napja 1984.11.19

Riport

Kérdező Dr. Babcsán Norbert

Legutóbb 2014-ben találkoztunk, akkor az Aluinvent Zrt.-ben beszélgettünk arról, hogy a kettőnk történetében a közös az új anyaggyártási filozófiai megközelítés, mindketten az olvadékot kezeljük és ezzel érjük el a kívánt eredményeket az anyag végső tulajdonságát. Én ezt a diszciplínát magas hőmérsékletű kolloidikának neveztem el. Hogy látod nálatok az acélkolloidok terén mi hozta meg az áttörést?

Van egy közös ismerősünk Bárczy Pál professzor, aki a Te mentorod volt. Talán nem tudod, de 1977-78 között együtt próbáltunk Al-Li ötvözetet fejleszteni. Emlékszem 2014-ben még csak a kísérleti gyártósorotok volt meg, azóta már gyárt az Aluinvent. Ez az év érdekes volt, mert Magyarország geopolitikai környezete ekkor változott meg. Azóta, ahogy elmondtad Te is átnyargaltál független tanácsadói vonalra és nemzetközi tanácsadói terepre. Hasonlóan, ahogy később a Te esetedben is, nálunk az acél esetében már korábban kidolgozott anyaggyártási technológia egy **új típusú anyagot, „zöld" acélt** eredményezett, egy olyan diszruptív technológiával, ami esetében az acél ferrit kristályának 8000MPa-os szilárdságát szeretnénk megközelíteni. Ezt megtehetnénk a **nagyon tiszta olvadékból való acélgyártás**sal (megközelítve a ferrit kristály szilárdságát), ami viszont hihetetlenül

költségigényes, vagy, amit **mi teszünk az olvadék tudatos tervezésével,** azaz ötvözéses kezelésével úgy, hogy egy **aktivátort adunk az olvadékhoz** az elektroacélgyártás közben. Csak reális oldatok vannak a hagyományos anyaggyártásban, ideális oldatok elkészítése csak a félvezető gyártásban kifizetődő. A mi technológiánknál a kívánt tulajdonságok már az olvadékban meghatározódnak, ezért a mi esetünkben nincs szükség pl. edzésre a tulajdonság javítására. Egy ötvözet esetében nem az ötvözet összetétele a fontos, hanem hogy az ötvözéssel milyen eredményt tudunk elérni. Ismerni kell az atomok fugacitását, azaz, hogy milyen valószínűséggel találkoznak a térben egymással. A lényeg ott van, hogy az adott elemek, hogyan találkoznak egymással az olvadékban és milyen vegyületeket képeznek, azaz milyen elemnek milyen más elemmel van jó kapcsolata. Az elektroacél gyártás során nem használunk csak minimális karbont, amihez az elektromosság megújuló forrásokból is rendelkezésre áll, ezért mondjuk, hogy a mi acélunk zöld. Kiemelném, hogy nem az anyag keménységét növeljük meg, hanem az anyag szilárdságát. A mi acélunk szerkezeti anyag, mert jelenleg 2200MPa szakítószilárdságot érünk el, de megmarad a viszonylag nagy 12%-os nyúlás. A technológiánkkal az acélgyártás során a porterhelés 5x kisebb, az energiafogyasztás sokkal kevesebb, az üzemeltetés egyszerűbb és a létrejött termék életciklusa hosszabb (25 év). Mindennek a kulcsa, hogy milyen ötvöző elemet mivel párosítunk. Pl. van, aki nem szereti a rézzel ötvözést, mi bátran bánunk vele mert jól tudjuk a termodinamikát és ismerjük a szabadentalpia függvényeket, így tudjuk, hogy az még jobb, ha 1,2 t.% réz és mellé a rézhez képest 50%-nyi nikkelt adagolunk, ami jelentősen megnöveli pl. az acél korrózióállósságát és nem keletkezik felületi rozsda. A termékünk gyorsan vált versenytársává a svéd acélnak és a Thyssen által gyártott acéltermékeknek (pl. 30%-kal olcsóbb gyártási költség, nincs edzés és hulladék a nyersanyag), mert más filozófia alapján gyártunk ezért lesz az anyagunk minőségben is és árban is versenyképes. Az új elméleti bázis, azaz az **új teória (a megfelelő párosítású ötvözőelem adagolása az olvadékba és ezzel az olvadék szilárd vegyületfázisainak szabályozása) volt az alapja annak, hogy egy új diszruptív technológiát tudtunk létrehozni az acélgyártásban**, amit egy új metallurgiai módszer segítségével valósítottuk meg, aktivátor anyag alkalmazása az olvadék kezelésére. Az anyagiparon belül az új technológiák a tömeggyártásba nagyon lassan penetrálnak be. Mi pl. az LKM-ben a 80-as években a 30-as évek technológiáját használtuk, ekkor fejlesztettük ki a Giflo technológiát, ami a 2000-es években kezdett a gyártásba kerülni.

A példád jól visszaköszön a francia Dassault Systemes-nél, aki 3D modellezéssel indult, de ma már az ember személyre szabott virtuális ikerjét azaz avatárját is megalkotta, amin műtéteket és személyre szabott gyógyszerhatóanyag vizsgálatokat is el lehet végezni. A cég a rákkutatásban való szerepvállalás megteremtésére biológiai elméleteket keres és elmélet megalkotó francia és amerikai kutatókat finanszíroz, hogy új paradigmaváltást tudjon kezdeményezni a rákterápiákban ezáltal az élre törhessen.

A nemzetközi gyakorlatban a kormányok előszeretettel használják a mérnöki szakmai szervezeteket a döntéselőkészítésben. A CAETS2022 mérnökakadámiák világkonferenciájáról jövet az volt a tapasztalatom, hogy a külföldi mérnökakadémiák szakmai csoportjai komoly munkát végeznek pl. a Briteknél, Franciaországban és Argentínában. Hogyan látod, a magyar szakmai hátteret a döntéshozók használják Magyarországon?

A **magyar kormány szakmai előkészítés nélkül nem csinál semmit**. Minden esetben megkérdezi a szakmát, legyen az a döntés előtt vagy döntés után a megvalósítási szakaszban. Azonban a szakmai csatornák közül vannak **transzparens csatornák** pl. az olyan szervezetek, mint a mérnökakadémia vagy **közvetlen csatornák, amit az átlagember nem lát**. Én teszem a dolgomat és ez alapján vagyok látható a döntéshozók számára, a sikeresség a referencia, ami alapján keresnek meg a magyar kormány részéről. A csatlakozási felület főleg az ipari és a védelmi minisztérium, de a Magyar Tudományos Akadémiával is van kapcsolatom. A külföldi projektgenerálások kapcsán azonban - kivéve az egyiptomi és az indiai projektet, amit a külügy segített, - szinte mindent saját egyéni baráti hálózatom segítségével hoztam létre és valósítottam meg. Én magam is befektetek, de a befektetés javát befektető partnereim teszik meg, akik főleg a vasútiparban, a védelmi iparban, építőiparban, földmunkagépekben és szállítmányozásban érdekeltek.

Mit gondolsz arról, hogy a Giflo acél és az Aluhab közös hibridjéből lehetne-e új termék, talán az acél-alumínium brazingelt panelek esetében a Te anyagod eleve ideálisabb nemcsak tulajdonságban, hanem kötéstechnológiailag is?

Jó gondolatnak tartom a két anyag párosítását. A védelmi ipar jelenlegi igényeinek növekedésével olyan páncélanyagon érdemes volna dolgozni, ahol a nagy szilárdságú és kemény Giflo acél fedőlemez mögött egy nagy energiaelnyelő képességű Aluhab panel van. Ennek az iparágnak a központja Amerika, a mi amerikai gyártásunk és a te Kanadából kiinduló kapcsolataid az USA-ban összeérhetnek.

Hogyan látod a magyarországi gyártási lehetőségeket?

A **kormány feltett szándéka, hogy az ország anyagipari függetlenségét is megteremti**. Az EU nem ad pénzt pl. acélgyártás megteremtésére. A kormányzat pedig leginkább pénzt a munkahelyteremtésre ad, nem a beruházásra, illetve adókedvezményt is ad. A legegyszerűbb az ilyen típusú projekteket vanília típusú befektetéssel finanszírozni[25]. Mivel Magyarországon nincs megfelelő acélgyártásunk (pl. 25-ös vastagságban nem tudunk gyártani), ezért a Giflo se Magyarországon gyártat. A gyárakat - hogyis mondjam - a rendszerváltással különböző érdekek által feltüzelt csoportok túl korán és értelmetlenül anyagában újrahasznosították. A Cseheknél és a Lengyeleknél nem így történt, az anyaggyártási infrastruktúrákat elrakták jobb időkre. Ez az idő eljött. Ott leporolják, itt pedig szembesülünk a nincstelenséggel és a kárral, ami nagyobb, mint amit a második világháború okozott ezen infrastruktúrákban. Jelenleg én pl. mindkét közép európai országban gyártatok. A Lengyeleknél 1870-es években gyártott hengerművön. A magyar iparosítás jelenleg a legmodernebb technológiákra koncentrál, információs technológia, egészségipar. Azonban a **függetlenségünk megteremtéséhez elengedhetetlenek az alap iparágak és ide tartozik az anyagipar újrateremtése**. Jelenleg magyar tulajdonban nincsenek még az alap iparágak. Igen, én is, a család is gondolkodik azon, hogy Magyarországon megteremt egy acélgyártó bázist. A család Miskolcon van, mi is itt a Giflo Steel magyarországi irodájában ülünk Miskolcon a Pesti út 40-44.-ben, ahol van egy kis raktárunk is. Igen, mi azt szeretnénk, hogy Miskolcon legyen egy acélgyártó üzem, ez azonban nemcsak a politikától, politikusoktól, hanem a különböző lobbiköröktől is függ, hogy a magyar acélipari üzemek, hol lesznek az országban, a létesítéshez a politikai segítség elengedhetetlen. A fiaim itt élnek Miskolcon. Az egyik metallurgiát tanulta ki a másik informatikát, de most fogja a metallurgiát is. A mi modellünk az, hogy a tudás a családban marad és ezt generációról generációra adjuk tovább. Az 1980-as években számos találmányunkat szabadalmaztattuk, aminek az oltalma azóta lejárt. Ma a know-how-ra koncentrálunk. A mi know-how-nk egy komplex tudás, amit ellopni nem tudnak mert, aki a tudásunkat meg akarja szerezni, azt ki kellene taníttatni.

Franciaországban az ország innovációs területeinek és irányainak fő Think-Thankje a Club de Paris. Ide nagy cégek CEO-i, korábbi kormányzati szakemberek és olyan mérnöki tanácsadó cégek képviselői a tagok, mint a Te céged. Hogy lehet a tanácsadásból megélni?

Úgy, ahogy Te. Nemzetközi innovatív terepen. Ahogy elmondtad, Te is Kanadában gyártatsz és fejlesztesz. A tanácsadáshoz a külföldi tapasztalatok és kapcsolatrendszerek, illetve az innovatív gondolkodás elengedhetetlenek. 1980-ban végeztem, de már egyetemi éveim alatt találmányokat szabadalmaztattunk édesapámmal (magyar szabadalmi lajstromszámok: 177444, 177445, 1777446). Én a végzés után először Franciaországba kerültem ki 1,5 évre, akkor még szakmát tanulni, majd itthon dolgoztam több évig a Diósgyőri Acélműben, ahol megtanultam az elektroacélgyártást. Ez után jöttek a külföldi tanácsadó projektek svájci-olasz vonal, majd cseh-lengyel, Romániában 5 év, Egyiptom 3 év, India, Kína, Ausztrália, USA 3 év. Időközben 1995 és 2002 között termékfejlesztéssel foglalkoztam itthon, ami főleg a vasúti közlekedés termékeit érintette. A termékfejlesztés fontos eleme az új anyagok piacra vitelének. Az elmúlt 10 évet Tajvanon töltöttem, ezért nem voltam részese az utóbbi időszak történéseinek, de a pandémia és a család hazaterelt ismét. Ma már egyre többre értékelem az unokákat. A baráti körömnek is jelentős a szerepe a sikerben, ami jelenleg előszeretettel Indiával üzletel. Igaz a Miskolci Egyetemen végeztem, de az utazásaimnak köszönhetően talán jobb kapcsolatot ápolok az ausztráliai Sydney Egyetemmel, mint az Alma Mater-rel. A sikeres tanácsadói munkának a kulcsa a tudás, illetve, hogy a kulcstechnológiák, amiket magunknak innováljuk és a kulcstudást megtartjuk magunknak a fejünkben és csak a gyerekeinket tanítjuk meg rá. A tudás az anyagfejlesztésben van itt már a 4. generációs eljáráson túl voltunk 1998-ban azóta az 5. generációs technológiát fejlesztjük. Jelenleg a 2016-ban alapított családi Giflo Steel egy magyar projektcég, a GS Tech Magyarország Kft.[26], aminek a CTO-ja magyarul technológiai igazgatója vagyok és a fiam Henrik Gábor az ügyvezető. A nemzetközi gyártócég[27] központja az USA-ban van és van leányvállalatunk Ausztráliában és Magyarországon Miskolcon a Pesti út 42.-ben. Utazásaim során számos nyelvet elsajátítottam először itthon a kötelező oroszt, majd a franciát, németet és az angolt. Ma már szinte csak az angolt használom, amit tárgyalási szinten beszélek.

---

[25] https://www.investopedia.com/terms/v/vanilla-strategy.asp

[26] https://www.giflosteels.hu/

[27] https://www.giflosteels.com/

Hogyan látod Magyarország anyagiparának kitörési pontjait?

A magyar elme a rendszerváltás előtt rá volt kényszerítve a diszruptív gondolkodásra. Azt követően azonban az azonnali meggazdagodás lett a legfontosabb gondolati sík, hirtelen lett szabadság. Nem az alkotás, hanem a tarolás lett a fontos, és még ma is rablógazdálkodás van, ami nem igazán külső hatás eredménye, hanem belső hiba. Ha újrateremthető a diszruptív gondolkodás, azaz az új teóriákon (filozófiákon) alapuló innovációk, és ennek a gyártása, és a résekben piacra vitele is itthoni gyártásokon keresztül valósítható meg, akkor újraindíthatjuk azokat a folyamatokat, amik erősítik az ország versenyképességét. A múlt pl. a karbonszál esetében a világ számára a Nyergesújfaluban megteremtette a mindenki számára hozzáférhető karbon szálat, a mi esetünkben a szupererős acélt, a Te esetedben pedig a szuperkönnyű alumíniumot. Ezekre a gyárakra szükségünk van, nem kell óriási, de a versenyképességünk fenntartásához szükségesek azok a gyártó és termékfejlesztő bázisok, ahol a tudásunk elsőbbségével, a piaci résekbe be tudunk jutni. Nyilvánvaló, hogy a piac fel van osztva. A vevő igényli a termékeket és neki van beszállítói köre. A vevő jobbat és olcsóbban szeretne, azonban, ha csökken egy új technológia miatt a piaci részesedése, azonnal odalép. Az embernek tudnia kell, ki uralja az adott piaci szegmenst és merre lehet menni. Magyarország lehet piac uraló tényező bizonyos területeken, ezért is fontos a magyar kormány iparfejlesztési politikája és védelmi ernyője.

Én az EU vakcinabeszerzését hoznám példaként a pandémia idején. A múlt héten egy előadáson vettem részt, ahol az EU belső piacért felelős biztosa Thierry Breton, aki jómaga is mérnök elmondta, hogy az EU csak akkor tudott hozzáférni a pandémia idején a saját amerikai gyártóüzemeiben gyártott vakcinákhoz, amikor blokkolta a Johnson&Johnson egyik európai alapanyagát, tehát kell lenni valaminek nekünk is, ami másnak nincs, ha a piac uraival meg akarunk küzdeni, vagy csak az érdekeinket akarjuk képviselni.

Természetesen, első lépésként a fejlesztés a fontos, nem arra kell koncentrálni, hogy majd a start-up cég nagyra nő és Ő látja el a világot Magyarországról, hiszen a piac urai nem fogják hagyni a piactorzítást a kicsi magán szereplőknek. Nem is ez volna a feladat, hanem az anyag- és termékfejlesztés, azaz az élen járó anyagtechnológiák létrehozása és iparosítása. Ehhez viszont kell a saját magyarországi anyagipar. A kérdésedre válaszként a kitörési pontokat, a műanyagok, az acél, az alumínium, a karbon szál és a hulladékkezelés területén keresném. Ha megvan az üzem akkor viszont Magyarország, mint piaci tényező a kormány által reprezentálva, már elég nagy ahhoz, hogy a piac uraitól el tudjon hódítani területeket. A kormány iparfejlesztési terve, hogy olyan iparági fejlődés legyen, ami jelentősen függetlenít a világ beszállítói környezetétől az alapanyaggyártási technológiák és alaptechnológiák esetében.

4.2.3. Prof. Dr. Bárczy Pál – űranyaggyártó dinasztia megteremtése

Életrajz

Prof. Dr. Bárczy Pál Budapesten született, 1941-ben. Okleveles kohómérnök, a műszaki tudomány kandidátusa, a Miskolci Egyetem professzor emeritusa és tiszteletbeli doktora. Szakterülete az anyagvizsgálat, a vas- és fémötvözetek, a röntgen diffrakciós vizsgálatok. űrtechnika. Kétszer váltott szakmát, kohómérnökből anyagmérnökké, anyagmérnökből űrmérnökké képezte magát.

Kiemelkedő szakmai tevékenységéhez kapcsolódik az űrkemence megtervezésének, megépítésének irányítása az orosz és az amerikai űrkutatási szervezetek megbízása alapján. A Szovjetunió felbomlását követően a NASA érdeklődött az eszköz iránt. A Miskolci Egyetem cégalapítása nem sikerült, ezért a kutatócsoport nyolc tagja – köztük Dr. Bárczy Pál professzor – létrehozta az Admatis Kft.-t. Európai szinten dolgoznak, részt vesznek az európai űripar versenyében és piacképesek, ami egy érdekes színfolt Magyarország térképén. Jelenleg Bárczy Pál fia Tamás vezeti már az Admatis Kft.-t.

Riport

Kérdező Dr. Babcsán Norbert

Hogyan látod a magyar anyagipar helyzetét, mit lehet tenni a jövőben, hogy gyümölcsözővé váljon? Mit gondolsz az anyagtudományról és anyagtechnológiáról?

Anyag csak akkor lesz, ha van technológia. Technológia nélkül nincs anyagtudomány. Maga az innováció két modell szerint vihető végbe, aminek elemei a kutatás (K), a fejlesztés (F), az ipari méretű gyártás (I) és a piac (P).

Az **A modell**nél, ami egy **tudományos és egyben ideális modell**, az innováció a kutatással kezdődik: K → F → I → P. Legfőbb jellemzők a tudományos háttér, hosszú idő, erős verseny, nagy kockázat, nagy forrásigény. Az A modell lényegében egy tudományon alapuló anyagfejlesztési irány, amelynél Magyarországon sosincs elég pénz, amivel végig vihető lehetne.

A **B modell** egy **technológiai és egyben ipari modell**: K …?.. F ← I ← P. Itt a piac diktál, a piaci kihívás, igény határozza meg a feladatot, az idő rövid, a módszerek empirikusak, a pénzügyi környezet biztató, viszont az innovációs eredmények és szinte minden tartalom bizalmas. Ez utóbbi a tipikus technológiai fejlesztési feladat kisvállalkozások számára.

Milyen innovációk fűződnek a nevedhez?

Ha csak a szabadalmi bejelentéseket nézzük, akkor a legsikeresebb az úgynevezett többzónás kristályosító berendezés, egy olyan **űrkemence**, ami mozgatás nélkül tud kristályokat növeszteni. Ez a berendezés a szovjeteknek a NIKA-T műholdjára készült, majd a NASA-ban az első teszteket még Te végezted, majd a földi változatot végül az Admatis értékesítette a NASA-nak. Ezt követte egy olvadék alumíniumhabok radiográfiai vizsgálatát lehetővé tevő tesztberendezés elkészítése. Aztán kidolgoztunk egy un. alakos alumíniumhab gyártási eljárást is. Egyéb innovációimat a Kohászati Lapokban nemrég publikáltam[28]. Ezek az amorf fémszalag bennszülött kerámiaszemcsékkel, vízáteresztő SiC, kopásálló ferromangán porkohászati technológiával, C/SiC kompozit, kompozit fémhab, nagyszilárdságú alumínium kromát bevonattal, vékonyfalú zárt profil mikroötvözött acélból, nanokristályos binér ötvözet.

Milyen volt az ADMATIS fejlődése, mik voltak a piaci igények? Miért éppen az adott területek lettek sikeresek?

Az **Admatis esetében, mindig volt vevő**. A piac diktált. Az igaz, hogy állami vagy európai pályázatokat is nyertünk, aminek a segítségével a céget fel tudtuk építeni. Az ESA pályázatokkal segíti a felkészülést a tendereken való

[28] Bárczy Pál: Anyagtechnológiától anyagtudományig és vissza

részvételre, illetve oktatásokat és felkészüléseket is tart a cégek és kutatási szervezetek számára. Az Admatis esetében is az első évek ezzel teltek, habár a korábbi űrkemence projekt kapcsán a NASA vonatkozásában voltak űripari tapasztalataink. Nálunk sohasem l'art pour l'art indult el egy fejlesztés, hanem volt egy piaci lehetőség, egy igény. Hogy konkrét dolgot említsek, űreszközöket már a 60-as évektől gyártanak. Ezen eszközök fejlesztésénél előírás a pontos dokumentáció. Az eredményeket leíró adatbázis egyre nő, ezért az ESA-nak az anyagokra vonatkozóan fantasztikus tudása van. Ha bármilyen tendert kiír az ESA valamilyen eszköz fejlesztésére, a szerződés megkötése után megkapja a szerződő fél a teljes specifikációt. A specifikáció általában több száz oldal, ebben van benne az **ESA tudása, amit csak egy szerződni képes cég kaphat és tanulhat meg**. Vegyünk pl. egy fejlesztendő műhold radiátort, ami egy nagyobb űrhardware része. A több száz oldalas specifikációban benne vannak a különböző hőtani tulajdonságok, az, hogy mit kell kibírnia a vákuumteszteknél, milyen bevonat szükséges stb. Pontosan nem definiálja, hogy milyen anyagból kell megvalósítani az adott eszközt, de fizikai paraméterekkel körbe van bástyázva. Ami még fontosabb, a gyártónak az eszköz (anyag) biztonságos és hosszútávú űrbeli viselkedését, tehát tartósságát, illetve az előre meghatározott élettartamot kell biztosítania. A feladat valójában egy anyagválasztási, **anyagtervezési feladat**. Az **ESA-nak megvan az a tudása, hogy milyen földi teszteket kell elvégezni az eszközön**, hogy az űrben is teljesíteni tudja a feladatát. Az anyagok minősítését leíró **ESA szabványok pedig szabadon hozzáférhetőek**. Az eszközfejlesztők – anyagi okok miatt – rá vannak kényszerítve, hogy lehetőleg önállóan maguk végezzék el a legtöbb tesztet. Egy konkrét példán keresztül bemutatva a folyamatot: ha pl. a műhold külső felületének megfelelőségét akarjuk igazolni, akkor egyrészt a korrózióállóságot másrészt a vezetőképességet kell vizsgálnunk. Az adott felület megfelelőségének megoldása nyilvánvalóan egy bevonat. Amit nem magunk állunk neki kifejleszteni, hanem olyan cégekkel dolgozunk együtt, amik ezzel foglalkoznak. Ha az ember megtalálta a megfelelő céget, akkor ki kell dolgoznia a technológiát. A konkrét példánál maradva mi egy német céget találtunk a feladatra, de azt, hogy egy bevonat **milyen Al ötvözeten milyen alapozással és milyen utókezeléssel működik**, az már további saját fejlesztéseink eredménye volt és ez lett **a mi know-how-unk**. Ezután kezdtük el a különböző, több száz teszt elvégzését. Természetesen az ESA-nak külön szabványa van arra, hogy bevonatokat hogyan vizsgáljunk. Nem elég azonban csak tudni a tesztelés módját, el is kell tudni hitetni másokkal is, hogy az a teszt a megfelelő. A SENTINEL műhold család alkatrészeit 10 évig gyártottuk, ezek mind alumínium alkatrészek voltak. Az első műholdakon francia bevonat volt, a franciák tesztelték ezeket. Egyszer egy véletlen folytán, mivel sürgős megrendelés volt és nem volt idő a bejáratott partnerrel elkészíttetni a tesztet, megcsináltuk mi magunk és működött. Így jött létre a **saját bevonattesztelési bázis**unk is.

Végül egy új felületbevonatolási technológiát is kidolgoztatok, min alapult?

Az, hogy mikor új egy technológia, az egy nagyon bonyolult kérdés. Pl. volt egy eset, amikor egy többlépcsős réteg felvitel után a hűtő/lemosóvíz pH-jától függött az alkatrész felületi tulajdonsága. Ez ugye nem új technológia, de sok mérés van mögötte. Ez a bizonyos réteg egy 100 nm alatti réteg, egy filc szerű anyag, elektron mikroszkópban vizsgálva pl. megváltozik a vastagsága a vákuum miatt. Ezért is nehéz megmondani, hogy ezek az alkatrészek hogyan fognak viselkedni az űrben.

Úgy értettem az új technológiát, hogy jelentős hozzáadott tudásgenerálást végeztek tudományos értéssel, végül a technológia attól lesz új, hogy telerakjátok technológiai aprósággokkal, finomsággokkal. Azt gondolom, hogy a Te példád az egy követendő példa. A nyugati társadalmak azért versenyképesek, mert ott van száz Bárczy Pál. Az, hogy egy professzor megalapít egy tudásintenzív KKV-t nem jellemző Magyarországon, ráadásul start-up céget. Fontosnak tartom, hogy technológia fejlesztő szellemi műhelyt hoztál létre, ahol tudományos alapossággal dolgoztok. A kérdés az, hogy az ESA-hoz hasonló cégeket lehet e látni, akik high-tech tudásközpontok létrehozását segítenék elő az anyagipar számára?

Talán a nagy integrátorok, az Airbus, a Thales segíthetne, de az anyagfejlesztés hosszú és kockázatos kalandját aligha finanszíroznák. **Az ESA törekszik a technológiai függetlenségre, így megjelöli négyévente az Európában kifejlesztendő új anyagok listáját**. Aki elindul ebbe az irányba, az kap finanszírozást. Tudásközpontot senki nem fizet. Konkrét tulajdonságú új anyag előállítását azonban igen. Pl égéskamra anyag!!! vagy optikai kábel anyag!!!

Egy régi példát mondanék. Én kohómérnökként végeztem. Az, hogy hogyan kell acélt csinálni, azt kétféleképpen tanították. dr. Sziklaváry István, aki a Lenin Kohászati Művekben műszaki vezérigazgató helyettes is gyártott acélt és azt tudta tanítani is. Volt, aki pl. a Simon pártemberként nem értett hozzá, mégis tanította. Én azt mondom, hogy annak, aki nem ért a technológiához, annak nem lenne szabad professzorrá válnia. Ha összekeverjük a

politikát (pártot) a szakmával, a szakma elsorvad, az egész társadalom, az oktatás, azaz a tudásátadás szenved kárt. A magyar rendszer, az az ún. „orosz-rendszer”, mert tudományos rangokat kell elérni ahhoz, hogy az Egyetem felterjesztésére a köztársasági elnök odaítélhesse a professzori címet. Ezért kizárólag olyan emberek vannak a műszaki egyetemeken is, aki valamilyen módon tudományos címeket szerzett, de igazán nem tudja megtanítani a technológiát, elsősorban azért, mert ő sem tudja, az ipari professzori cím pedig nem igazán terjed még el. Pl. a hőkezelésnél két-háromalkotós diagramokat tanítanak, miközben egy ötvözetben nagyon sok más alkotó is van, ami befolyásolja a tulajdonságokat. Aztán elmegy az ember egy gyárba, ahol tényleg van hőkezelés és látja, hogy teljesen másképp viselkedik, mint amit tanítottak.

Emlékszem Neked rengeteg ipari projekted volt, a hallgatókat is sokszor vittük ki gyárlátogatásra, helyeztük ki gyakorlatokra. Ez más tanszékeken nem volt olyan intenzív, mint nálunk. Viskolcz Béla lehet egy olyan szereplő, aki ért a technológiához, most a Miskolci Egyetemen, ő is hasonló módon csinálja, mint Te?

Nem tudom, őszinte legyek, nem tudom, ezt az eredményei fogják megmutatni. 80 éves elmúltam. Én az Egyetemről már nyugdíjba vonultam, mikor Ő idekerült.

Igazán Ő növekszik most, a nagyvállalatok, amikkel kapcsolatban van, a Wanhua illetve a MOL és az anyagrendszer, a poliuretán az egyik legjobban terjedő anyagfajta. A Kémiai Intézetet és a FIEK-et vezeti, amin belül vannak kísérleti üzemi berendezései, tehát technologizálás szempontjából előremutató példa. Másik általam nagyra becsült ember Nagy Gábor, a Polinvent Kft. volt ügyvezetője, létrehozott egy tudásbázist és ott is van egy utód, akinek át lett adva a stafétebot illetve egy stratégiai partner a Huntsmann amerikai cég. Visszatérve az acélipari példára: a kérdéssoromnak van egy geopolitikai vonzata is. Egy másik riportalanyom Giflo Henrik volt. Az ő cégük Magyarországon szinte láthatatlan, de Amerikában van a központjuk. Velük volt-e kapcsolatod?

Igen, volt közöttünk együttműködés, Al-Li ötvözetet szeretett volna Henrik előállítani, mechanikai vizsgálatokhoz kért tőlem segítséget, ez még a rendszerváltás előtt lehetett. Igen a Giflo család volt az acél mikroötvözés illetve az általad említett magas hőmérsékletű kolloidika tudora az LKM-ben. Ez egy stratégiai terület logikus, hogy Amerikában kötött ki.

Hogyan definiálod a fejlesztés, innováció sikerességét?

Nullát kapott az a fejlesztés, ami iránt nem sikerült piaci érdeklődőt találni. 1, ill. 2 az osztályzat, ha prototípus készült. 3-4 jelenti, hogy kísérleti gyártásra került sor. Végül az 5 szám azt jelenti, hogy a termék sériagyártásra került, és a piac befogadta. Az olvadék kolloidikához kapcsolódóan a 90-es években Szigeti Ferivel kifejlesztettünk és kísérleti szériában gyártottunk acél amorf szalagokat. Itt a olvadékba keletkező extra kemény csillag alakú kiválás az olvadék felszínén szilárdult meg, így a szalag nagy abrazív tulajdonsággal bírt. Az innovációs sikerskálám szerint „0”-t kapott, nem sikerült piaci érdeklődőt találni, nem lett belőle semmi, de elkészítettük ezeket a szalagokat, amiből csiszoló korongokat gyártottak, viszont nem volt kifutása, mert a faipart céloztuk meg. Lehetett volna fogászati csiszolóanyag, nagyobb sikerrel, mert könnyen mágnesezhető volt. Azonban a piacosításhoz akkor még nem értettünk.

Az innovációs sikerskálád talán a Technológiai Rediness Level (TRL) és a Customer Rediness Level (CRL) szorzata osztva kettővel. Így érthető, ha CRL0 akkor hiába van fejlesztés az innováció sikerének eredménye 0. Azonban a 0-ból lehet 5-öt csinálni, mert piacosítani lehetne, ezeket a nálatok lévő elfekvőben lévő projekteket érdemes lenne előszedni.

Van-e nálatok szellemi tulajdonvédelem, fontosnak tartjátok-e?

Van, de igazán csak azért van, hogy elmondhassuk, hogy van. Nincs igazán haszon belőle. Volt egy menetünk ezzel kapcsolatban a fémhab területén. Az volt az álmom, hogy ugyanúgy, mint ahogy egy szivacsba beleteszünk szappanos vizet és gázzal kinyomatom, hab lesz belőle. Ugyanúgy, ezt kerámiával tovább gondolva elkészíthető lenne magasabb hőmérsékleten a fémhab is. Ezzel éveket töltöttünk, le is van szabadalmaztatva. Ezt kézi előállításra terveztük, de abbahagytuk végül a fejlesztést. A cégünk erőssége igazából az a technológiai tudás, amit a műhold alkatrész gyártásterületén birtokol és ez nincs szabadalmaztatva. De az előállítás részletei titkosak, ugyanígy a partnerek sem adják át ezeket az adatokat, így valamennyire védve vagyunk. Nálunk az NDA (Non

Disclosure Agreement) rendszer szent, általánosan használjuk. Féltve őrizzük a saját és az együttműködő partnerek adatait.

Én úgy fogalmaztam meg magamnak, hogy olyan óriási tudás birtokában vagytok, amit nem tanítotok meg. Ez egy kulcs dolog. Tudod, Tanár úr, arra vagyok büszke, hogy az egész Cymat sztori ott kezdődött el, amikor adtál nekem egy fémhab mintát. Azt látom, hogy nagyon hosszú idő alatt jutott el egy cég oda, hogy biztonsággal tudjon gyártani egy fémhab terméket. De irtózatos piaci igények jönnek az elektromos autók irányából és persze a katonai projektek. Amikor egy diszruptív anyagtechnológiát indít el a világ, azt 30 évre skálázzák. Ilyen technológiát valósított meg a Tungsram és a Zoltek Magyarországon. Magyarországon szerinted lehet-e diszruptív anyagfejlesztési innovációt végezni egy kis ország multinacionalis környezetében?

Mind a Tungsramnak, mind a Zolteknek volt gyártmánya is és piaca is. Nem tudományos alapon álltak. A Tungsram drót hőmérsékletálló hosszú szalagszemcsés szerkezetének az okát nem ismerték, de az előállítás módját igen. Meg a villanykörte gyártást is. Az ok feltárására szolgáló kutatást az EU még 2018ban is (80 évvel a Tungsram szabadalom után) finanszírozta. A Zoltek meg a repülőgépek C-C kompozit fékanyag előállítási technológiájához tudott kapcsolódni.

Mindehhez kétségkívül képzett emberekre van szükség. Magyarországon most indul **egy űrszakember képzés**. 17 egyetem által oktatott 3 féléves képzés. Ez vicc, azaz hallatlanul dekoncentrált, kevés. Nekem is van tárgyam benne, de sokat tűnődőm, hogy mi legyen a tananyagban. A tárgy címe „Az űreszközök anyagai". Jövőre szeretném befejezni a könyvemet belőle. Sajnos nehéz felmérni a hallgatói alapanyagot, hogy mire lehet építeni.

Felmerül még a kérdés, hogy milyen tudás hová való? A napelem cellák esetén például van egy felületkezelési technológia, amit egy KKV végez high-tech tudásbázissal a kínai napelem gyártók számára. Illetve a tajvani szilícium chip gyártó a TSMC, ami egyben egy termékfejlesztési, chiptervezési és gyártási ökoszisztéma. Ez azért érdekes, mert egyetlen cég a világ chipgyártásának többségét fedi le, működésének lehetséges leállása, a kereskedelmi folyamatok blokkolása a világ működését fenyegeti. A TSMC viszont egyedülállóan függ a gyártógépek beszerzésében egy holland cégtől, az ASML-től, ami képes olyan kicsi litográfiai felbontású levilágító gépeket gyártani, ami a jelenlegi nanofelbontási igényeket ki tudja elégíteni. Fancsali Ernő – nem tudom, emlékszel-e rá, mérnök fizikus csoporttársam volt – Hollandiában a cég egyik vezetője, aki a fejlesztésekért felelős. Hollandia kis ország, Magyarországon a Tungsram, most éledt újra, de végül csődbement. Tehát visszatérnek a kérdéshez, szerinted milyen technológia, milyen méretű vagy entitású céghez való?

Általánosságban kibukik belőlem az az elkeseredettség, hogy példák sora van arra, hogy a gyártástechnológiák elavulnak, nem változnak és ezért bezárják a gyárat. Az LKM jó példa erre, aki megvette a világ legkorszerűbb japán kombinált acélgyártó berendezését, de nem tudta használni és soha nem tudott vele minőségi acélt gyártani. Egyszerűen lehet, hogy a szándék is hiányzott, hogy kikászálódjanak a süppedésből. Ha mindig minőség alatti terméket gyártunk, úgy nem lehet előre haladni. Ezt el lehet mondani az alumínium iparra is és nincs igazán rá magyarázat, pedig vannak ebben nagy nevű tudósok Magyarországon is. Erre van egy példám is, az AlMgSi ötvözet gyártása. Amikor fiatal voltam, akkor az állvány cső gyártását végző üzemben az tűnt fel, hogy nagyon ingadozott a minőség. Volt egy edzési folyamat, ami után vízbe tették a csöveket, majd egy öregítés következett, de a két folyamat nem volt összekötve, volt, hogy a két lépés között egy év is eltelt. Ebből írtam a kandidátusi dolgozatomat, azt vizsgáltam, hogy a két technológiai folyamat között mi történik az anyagban. Ez 1973-ban volt, majd 30 évvel később az ELTE-n lett egy atomi felbontású mikroszkóp, amivel elkezdték nézegetni ezt az AlMgSi ötvözetet. Teljesen új világ tárult fel, hogy hogyan viselkednek az atomok. A vas nálunk csak véletlenül került ebbe az ötvözetbe, de inkább szégyellni való volt. Közben kiderült, hogy Amerikában a katonai minőségű AlMgSi ötvözetben direkt van vas, mert akkor hajlításkor nem reped az anyag. Nyilván sokkal több tudásnak kell lennie ahhoz, hogy az összetett anyagi rendszereket átlássuk. Erre nem elég jó a felsőoktatásunk.

Valószínűleg jó volna egy ökoszisztémát felépíteni. Az anyaggyártásnál jó volna saját anyaggyártás, amire épülhetne egy termék. Ezt szerettem volna az Aluinventtel létrehozni. A világban nincsenek megfelelően konnektivizált hálózatok, nincsenek regionális központok. A globalizációval kialakult egy laza háló, a mostani problémák kiküszöböléséhez azonban nagyobb redundanciára volna szükség Magyarországon, ezért volna fontos gyártási láncokat, mitöbb saját értékláncokat létrehozni. Az oktatás hibája, hogy nem értenek a technológiához és nincsenek olyan professzorok, akik technologizálnak. Az ipari professzorság sem kellőképpen befogadott.

Sőt, az ellenkező irányba megyünk. Példa: a Miskolci Egyetemen a Gépgyártástechnológiai Tanszék. Ott vannak mellettünk, jól ismerem őket. Tulajdonképpen egy adott területen egy adott szakmai tudást képviselnek. Rájöttek, hogy ettől a létük is kétségessé vált, ezáltal az történt, hogy Gépgyártás tudomány lett, a technológiát kidobták. Ugyanez történt a Gépelemek Tanszékkel is. Nyilvánvaló, hogy az az ember, aki számos cikket megír, abból lesz a tanszékvezető. Azt értem, hogy Palkovics Miniszter Úrnak van olyan törekvése, hogy az Akadémiai Intézetek bekapcsolódjanak a technologizálásba. Miért nem fejlődik Magyarországon az ipar? Rossz a pályázati rendszer. Sok pénz van benne, de nincs hozzáértés. A pályázatokat tematikusan kellene kiírni konkrét feladatokra és érdemben kellene elbírálni, és igenis el lehessen bukni. A kiválasztás nem lehet tudni, mi alapján megy, a zárójelentéseket el sem olvassák.

Miért nem jutnak el a döntéshozókhoz az ésszerű gondolatok? Az a mérnöki társadalom, aki értene ahhoz, hogy hogy csináljuk jól, annak milyen formában kellene léteznie, hogyan lehetne összehozni? Hogyan lehetne egy döntéstámogató, tanácsadó vonalat létrehozni? Politikai tanácsadó testület van, ilyen a Mathias Corvinus Collégium (MCC). Létezik Magyar Mérnökakadémia (MMA), mit gondolsz róla?

Az MMA sajnos összekeverhető a Magyar Mérnök Kamarával. Én ez utóbbit ismerem. Az MMA-ról nem is tudtam. Az átkosban volt egy Tervhivatal, ahol okos emberek voltak összeszedve, akiknek az volt a dolguk, hogy 3-5 éves terveket állítsanak össze. Volt pl. acél-program, olefin program, járműipari-program. Ebből lett Dunaújváros, Tiszaújváros, Győr. Most is következetesen kellene a pályázatokról dönteni, a területeket súlyozni kellene. A NASA-nál pl. külön testület van, ahol a tanácsadók működnek, megtervezik a különböző fejlesztendő területeket. Az MCC? Az politikai ügynökség, nem szakmai.

Meghatározhatunk kitörési pontokat? Magyarországon milyen anyaginnovációk képzelhetők el? Az anyaginnovációs kitörési pontokra lennék kíváncsi.

Erre nehéz válaszolni. A nagy profit mindig valamilyen termékben van, amiben anyagok vannak. Vannak olyan esetek, ahol magának az anyagnak a teljesítőképessége meghatározza a termék eladhatóságát. A fejlesztéshez pedig pénz kell. Meg az eladási vonal marketingjéhez is.

Létezik-e Magyarországnak ipara? Pl. a cementgyártó cementet gyárt, ez nem félkész termék, Inota félkész terméket gyárt, de az öntöde már végterméket. Ismerve a mostani állapotot, hová lehetne eljutni? Mi volna az az irány és milyen anyagipari ágazatokat volna érdemes fejleszteni? Ha a termék vonalat megnézzük, az autóipar, akkumulátor ipar, illetve napelem ipar lehet jelentős. Veszprémben van egy napelem gyártó cég, olasz technológiával gyártanak.

A napelemet most jól el lehet adni, de ha a tudás irányából veszem, a hatékonyság nem túl nagy. Ami publikálva van, az teljesen más, mint amit elő tudunk állítani. A hatékonyság fontos, de nem biztos, hogy tízszeres áron el lehet adni egy bizonyos terméket. Példának okáért a KFKI-ban is van egy csoport, akik különböző réteg felvitellel foglalkozik, de az irányuk nem mindig az, amire igény volna. Lehetne pl. jobb napelemeket is gyártani dupla tripla vagy kvadropol III-V félvezető bevonattal, hogy a napenergia nagyobb hatásfokkal hasznosuljon (a műholdipar ismeri ezt).

Nemzetbiztonsági szempontból az energia és az anyag kapcsolata nagyon fontos dolog, itt sok irányba lehetne menni, akár a hőszigetelő anyagok, az energiatárolás, stb…

Multilayer hőszigeteléssel mi is foglalkozunk, ami a műholdaknál alapvető, ez egy termikus feladat és tervezhető. Hőszigetelni bármit lehet, ami szintén olyan irány, ami energetikai irány, itt lehetne fejleszteni, innoválni. Vagy pl. a heatpipe. Európában egy helyen, Belgiumban gyártják. Ez megint olyan irány, amiben a magyarok nem ütőképesek, de lehetnének, hiszen az otthoni energiahiányt is csökkenti, az energiahatékonyságot növeli.

Alumíniumiparban mit gondolsz, milyen irányban lehetne előre lépni Magyarországon?

Fóliagyártás van még Kőbányán?

Azt sajnos bedarálták. Lényegében osztrák fóliagyártás maradt meg, ott piacrombolás volt.

Vagy a műanyag műszaki fóliák. 2-10 mikronos. Amerikában gyártják, de itthon is lehetne, vannak magyar fóliagyártók.

A piacnak urai vannak. Az alumínium iparban ezt jól ismerem. A Magyar Államnak fel kellene talán lépnie bizonyos piac szegmensek uraiként.

Amikor a konzervipar fejlődött, vékony acél szalagot még nem tudtak gyártani. Ez kifejezetten technológiai kérdés. A diplomatervemet Salgótarjánban készítettem, ahol volt egy hengerállvány, húszhengeres, kifejezetten vékony acélfólia gyártásra. Ma nincs ilyen, külföldről vesszük, pedig a dobozos üdítő ipar felfejlődött.

Abban teljesen igazad van, hogy az anyag spórolás is anyagtechnológiai kérdés. Itt van pl. az autóipar, itt is igény van a jobb, olcsóbb anyagokra. Ha ehhez Magyarországon vannak technológiák, amivel jobbat lehet készíteni, az egy piaci igény. Az akkumulátornál is van egy ilyen piaci igény, csak ahogy látom, a multinacionális cégek, mint pl. a Samsung, hozza magával a beszállítót is. Az államnak volna a feladata, hogy szabályozza ezt a beszállítói hálózatot. Segítse a magyar beszállítókat, hogy versenyképesek lehessenek.

Ez innováció nélkül nem megy. Ha most dicsekedhetek elmondom, hogy miért az Admatis a legnagyobb ESA partner Magyarországon és a legnagyobb volument csinálja. Biztos, hogy azért, mert magasra tettük a lécet, csak csúcsminőséggel foglalkozunk és ebben könyörtelenek vagyunk házon belül is. És talán az is, hogy nem akarunk okosabbak lenni a megbízónál, elég szolgálatkészek vagyunk, hiszen ténykérdés, hogy a megbízó többet tud az adott területről, mint mi és persze tanulékonyak vagyunk. Ha valaki arra próbálja bíztatni a Kormányt, hogy tegyük fel, csináljon önállóan műholdat, ennél nevetségesebb dolgot el sem tudok képzelni. Mert persze, meg lehet csinálni, föl lehet lőni, ott lesz egy fél óráig, egy hétig, de azt elérni, hogy paritásba legyen egy másik műholdgyártóval, az irreális.

Tehát mondhatjuk, hogy politikai haszonszerzésből nem lesz nemzetbiztonság.

Hát nem. Európa, ami két nagyságrenddel nagyobb, mint Magyarország, ők is úgy vannak, hogy van Európai Űrprogram, amiben sok dolgot meg tudnak csinálni, de sok dolgot csak amerikai kooperációval tudnak véghez vinni. És az nem kérdés, hogy Amerikában olyan az általános berendezkedés, hogy aki innovál, az nagyra nőhet. Mesélek neked egy sztorit. Ahol lakom, ott srégen szemben egy bosnyák nevű magyar ember háza van, aki 1945 után kiment Angliába, nyaranként egy hétre hazajön. A gyerekei Angliában születtek, ma Amerikában vannak, Texasban. Az egyik fiú karbon nanocsöveket gyárt. (Ami nálunk ma is menő kutatási téma). Nemrégen beszéltem vele, a gyár felfutott, volt 80 alkalmazottja, nagyon sok megrendelése volt. Meggazdagodott. Belekeverték a nanocsövet mindenbe, betonba, műanyagba, olcsón tudta előállítani. Mára be kellett zárnia a gyárat, a nanocső divathullám -úgy látszik- kimúlt.

Ezt csinálta meg a Zoltek, a karbonszállal. Az amerikai Rumy Zsolt megvette a nyergesújfalui Viszkózát és Meiszel László csapata megcsinálta neki a mindenki számára hozzáférhető karbon szálat, egy olyan technológiát, amivel olcsón lehetett megfelelő minőséget produkálni. Valószínűleg a nanocső gyártásnál is kell találni egy újabb „Viszkózát", ahol meg tudják csinálni azt az áttörést, ami drasztikusan lecsökkenti az árat. Két kérdésem lenne még. Az egyik a globális hatások szerepéről. Hogyan lehet egyensúlyt tartani azzal a természetes technológiai elszívási hatásokkal, ami globalizáció teremt és mi az, amit Magyarországon meg lehetne tartani. Azt látom Kanadában, hogy pl. a gyártóhely nem tartja meg a korábbi innovációs csapatot, az innováció kiszerveződik. Magyarország egy speciális hely, egy nagy hatáskeresztben vagyunk, itt lehetne innválni külföldnek, illetve ide lehetne kiszervezni a kísérleti szintű üzemeket. Mit gondolsz, mit lehet itt csinálni és ezek a hatások hogyan hatnak Magyarországra?

Nehéz erre válaszolni. Valószínűnek tartom, hogy az Admatis elég kivételes, mert volt nyitottságom az orosz vonallal együttműködni, aztán meg az amerikai vonallal hosszú ideig. Hozzá teszem, hogy ezt nem érdemnek tudom be, hanem helyzetnek. Volt egy rálátásom az űripar helyzetére és ezután kezdődött az európai biznisz. Azt mondanám, hogy az átlagnál jobban képben voltam ezen a szakterületen. Volt elég optimizmusom, hogy ebből meg lehet élni. Hogy mit lehetne csinálni Magyarországon? Az egyik az az, hogy legyenek start-up-ok, legyenek tehetséges magyar vállalkozók, akiknek van egy jó ötletük, amit végig tudnak vinni. Ez jórészt tudás kérdése. Fontosak a szellemi műhelyek is. De a mesterséges anyagok területéhez speciális tudásra van szükség. Miközben az anyagmérnöki oktatás Miskolcon - egy tiszavirágzás periódus (1998-2018) után – éppen haldoklik.

Ezt csak nemzetköziséggel lehet javítani. Tanácsadásban pl. már bármit lehet csinálni nemzetközi terepen. Hogyan lehetne a társadalmunk gazdasági erősítőfázisait, a KKV-kat fejleszteni?

Az a politika, hogy mi jobban tudjuk, mint bárki más, rossz politika. Ez egy makacs, ősi magyar beképzeltség, ebből aztán minden következik, pl., hogy nem szívesen társulnak velünk. Nincs harmónia, nincs kooperatívitás. A nagy magyar valóságnak fel kellene oldódnia Európában és akkor mindjárt más lenne az egész helyzet. Sokkal több közös dolog lenne, azokkal kell barátkozni, akiktől lehet tanulni. A lényeg mégiscsak az, hogy legyenek vállalkozók. A vállalkozás sikere pedig azon múlik, hogy a vállalkozó mennyire tehetséges. Ha én lennék az Állam, akkor megnézném, hogy mely országoknak mi az erős pontja. Elmondom, hogy a belgák, hogy csinálják. ESA tagok, de a tagsági díj nagy része belga fejlesztésre megy, így a műholdak optikai tükreit ők csinálják. Kifejlesztik azt a technikát, amivel megfelelő minőséget tudnak gyártani. Valamilyen módon a tudást kell megszerezni. Nulláról elkezdeni fejleszteni, az hosszú út. Az egész egyetemi kutatást kritizálom. Az európait is. Benne voltunk egy nagy pályázatban, űrtechnikai alkalmazású anyag kifejlesztésére elvi alapon, mert valaki elhitte, hogy ilyet lehet csinálni. Két évig dolgoztak azon, hogy modellezés alapján létre lehet-e hozni egy új anyagot. Második év végén kezdték el a valóságban is elkezdeni magát az anyagot előállítani. A végefelé kiderült, hogy nem működött az, amit papíron kiszámoltak. Nem keletkeztek új anyagok, de az elszámolásnál ez nem jelentett problémát.

Fel lehet-e oldódni Európában? Vannak-e olyan európai entitások, akik versenyképesek? Amerikában biztos, hogy nincs ilyen bürokrácia. Lehet, hogy mégiscsak Amerikában lehet boldogulni, csak itt kellene élnünk.

Az egy nagy titok, hogy a többi ország miért nem olyan, mint Amerika.

Van egy jó példa, a hollandiai litográfia gyártó cég, de számtalan előfordul még Európában.

Egy ideig azt hittem, hogy a szoftver a lényeg, ebben versenyképes Magyarország. Volt egy meghívásom, hogy a harmadik generációs európai meteorológiai műholdak szoftverét kellene fejleszteni. Kivittem két embert, magyar szoftver kft ügyvezetőket. Ők értettek a szoftverhez. Megláttuk a szabad területeket. Arra jutottunk, hogy mi ott kispályások vagyunk.

Van egy globális világ, az, hogy hová kapcsolódunk be, az rajtunk múlik. Legyünk kísérleti üzemek országa vagy szellemi műhelyek országa. Valójában a technologizálás fontos, ehhez pedig tudás kell.

4.2.4. Dr. Kalmár István - hogy csináltunk 2 USD/kg-os alumíniumból 6,5 USD/kg-osat

Életrajz

Német, angol, francia, orosz nyelvtudással bíró innováció menedzser és üzletember a Calamites Kft. ügyvezető igazgatója. Érdeklődési területe a szén körkörös gazdasága, az elektromos energia és hőtárolás, illetve hasznosítás. A villamosenergiaipari technikus képzése után a Freibergi Egyetemen szerzett mérnöki diplomát, ezt hazatérve kiegészítette ELTE német szakfordító és tolmács diplomával, majd mérnök közgazdász diplomával, a végén közgazdász doktori fokozatot szerzett. Szakmai életpálya kezdetén a Transzelektro Külkereskedelmi Vállalat mérnök üzletkötője, villamos energetikai berendezések versenytárgyalásain vesz részt Kuvait, Egyesült Arab Emirátusok, Marokkó, Kuvait, Németország. Ezt követően 1982-től vezeti az iraki irodát. 1987-től a rendszerváltásig Heller Forgó hűtőtorony exportjának szervezése Szíria, Irán, Törökország, India, Argentína, Brazília, Ausztrália, illetve a hűtőtorony osztály osztályvezetője. 1990-től az erőművi főosztály kereskedelmi igazgatója, majd cégcsoport szinten finanszírozási és kontrolling igazgató. 1997-től a Transelektro Vagyonkezelő Kft. ügyvezető igazgatója, mellette a Transelektro ingatlanfejlesztésével is (Duna Plaza finanszírozás) foglalkozik, a Bakonyi Erőmű Rt igazgatóság tagja felügyeli az ajkai erőművet, illetve az inotai erőmű bontásának előkészítését. Törökország Kangal nemzetközi erőműépítési konzorcium vezetése Transelektro-Siemens-Mitsubishi-Gamma 2003-tól 2007-ig a Ganz Transelektro Közlekedési Zrt. igazgatóságának elnöke, Ganz Transelektro Villamossági Zrt igazgatósági tagja, illetve a Transelektro Management Vagyonkezelő Kft. controlling és fnanszírozási majd üzletfejlesztési és kockázatkezelési igazgatója cégcsoport szinten.

Riport

Kérdező Dr. Babcsán Norbert

A hozzáadott érték egy komplex fogalom, attól függ, hogy minek a szempontjából nézzük: anyag, termelés, cég, cégcsoport stb. Mit nevezel Te hozzáadott értéknek? Hogyan látod a technológia és anyagtudomány szerepét a hozzáadott értéken belül? Sokat meséltél nekem korábban, arról hogyan növeltétek tudtatok értékesíteni alumíniumot a Heller forgóval hűtőbordaként több mint 3x-os áron.

A **hozzáadott érték az értékesítési láncban a ráfordítások és az értékesítési ár közötti különbség**. A **költség** az időszaki tevékenység - termék előállítás, szolgáltatás - megvalósítása érdekében felmerülő erőforrás - **anyagok, gépek, munkaerő** - felhasználások pénzben kifejezett értéke. **Ráfordítás**: az időszakban kibocsátott, **értékesített anyagi és nem anyagi javak bekerülési értéke**. A **hozamhoz kapcsolódó "áldozat" értéke**. Az eredmény terhére történő elszámolást jelent. Nem a termeléshez kapcsolódó fogalom. A ráfordítás tágabb fogalom, mint a költség. A költség lehet egyidejű ráfordítás, de a ráfordítás nem mindig jelenik meg költségként. Nem költségként, hanem pénzügyi tevékenység ráfordításaként jelennek meg a felvett hitelek után fizetett kamatok, egyéb ráfordításként a káreseménnyel kapcsolatos kiadások, a bírságok, a kötbérek, vevővel kötött szerződés alapján fizetett késedelmi kamatok. Vannak közvetlen és közvetett ráfordítások is, amely utóbbi szétosztása pl. eredmény vagy árbevétel, vagy tőkelekötés vagy ezek kombinációja alapján történhet.

Az erőforrás-felhasználás mérése és értékelése a számvitelben erőforrás	**mennyiségi felhasználás**	**pénzbeli értékelés**	**számviteli értékelés**	**pénzügyi számviteli kategória**
anyag	mérhető	igen	igen	anyagköltség
tárgyi eszköz	nehezen mérhető	igen	igen	értékcsökkenési leírás
emberi erőforrás (munkajogi értelemben)	jellemzően mérhető	igen	igen	bérköltség

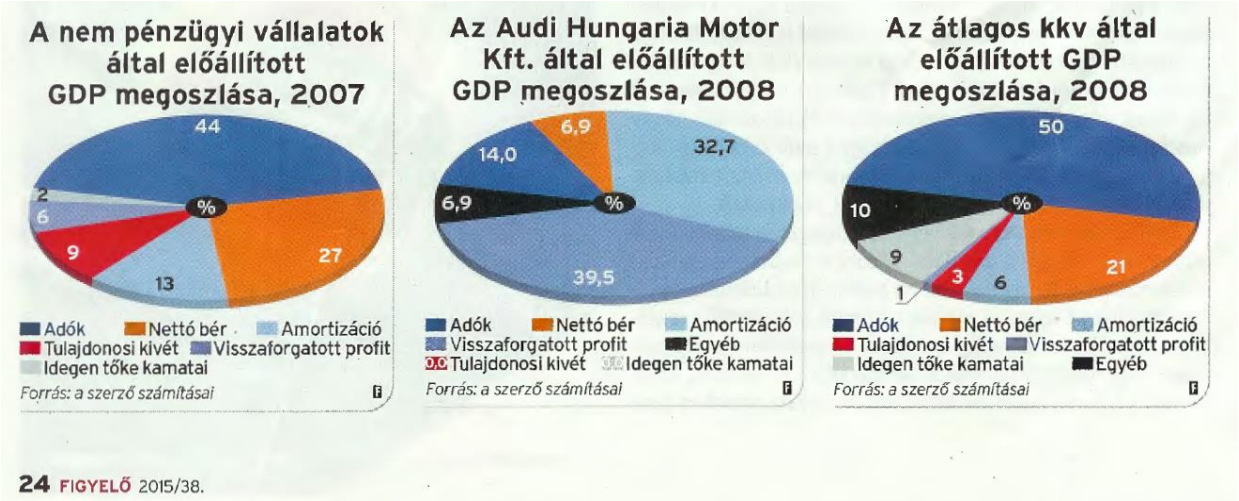
emberi erőforrás (szellemi tőke)	nehezen mérhető	nehezen mérhető	nem jellemző	nem jellemző
tőke	mérhető	igen	igen	nem költség
természeti tényező	jellemzően mérhető	nem jellemző	nem jellemző	nem

Vannak erőforrások, amelyek mennyiségi és értékeli felhasználása mérhető, és ezt az értéket a pénzügyi számvitel is költségnek tekinti. A pénzügyi erőforrás felhasználását a számvitel tudja értékelni, azonban ez az érték pénzügyi számviteli értelemben nem tekinthető költségnek. Vannak erőforrások (például a szellemi tőke, a munkatársak tapasztalata, képességei és készségei), amelyek felhasználása értékben kifejezhető, ám ezt az értéket a pénzügyi számvitel nem tudja elfogadni. A goodwill fogalma ritkán jelenik meg a cégek könyveiben, ez nagyrészt referencia, ami voltaképpen, de a munkatársak tapasztalatai és együttműködésük hatékonysága, eredményesen lezárt tevékenységek összessége. Ezek esetenként műszaki vonatkozásban szabadalmak is lehetnek.

Másképpen: az árrés, azaz a hozzáadott érték a nettó eladási ár és a nettó beszerzési ár különbsége. Az árrés nyújt fedezetet az összes egyéb költségre és a nyereségre (haszonra). Vállalkozási szinten a hozzáadott érték az árbevétel és a vásárolt áruk plusz szolgáltatások értékének különbsége. Az **értékesítések során mindig az egységnyi anyagra jutó eladási ár - mínusz anyagköltség egy lényeges mutatószám, amit egyfajta hozzáadott értéknek is felfoghatunk**. 1 kg Mercedes gépjármű valószínű többe kerül, mint 1 kg Suzuki; és 1 kg svájci óra bizonyára többe kerül, mint 1 kg pl. konténerszállító hajó. Nyilvánvalóan rengeteg köztes példa felhozható erre.

Az áfa nem kis szerepet játszik abban, hogy gazdaságunk duális szerkezete tovább torzul. A GDP egyre nagyobb hányadát állítják elő a globális cégek termelékeny összeszerelő üzemeiben, miközben a hazai kkv-szektor teljesítménye stagnál. Ahhoz, hogy ezt a folyamatot megérthessük, az egyes vállalatok szintjén is értelmezni kell a GDP-t.

A duális gazdaság elemzésének szokásos eszköze a bruttó hozzáadott érték (BHÉ) vizsgálata. A BHÉ vállalati kategóriaként úgy képezhető, hogy az árbevételből levonjuk az anyagjellegű ráfordításokat, s ami marad – a foglalkoztatás költségei, az eredmény, az amortizáció és egyéb ráfordítások –, az a BHÉ. A vállalati GDP-t pedig leegyszerűsítve úgy számolhatjuk ki, hogy a BHÉ-hez hozzáadjuk a felszámított és a levont áfa különbözetét, azaz a hozzáadott érték adóját. Igen, az áfa valójában nem forgalmi, hanem hozzáadottérték-adó.



Mi kell ahhoz, hogy a KKV-szektor lehessen a növekedés motorja?[29]

Ha jól értem a ráfordítás tartalmazza a közvetlen költségeken kívül a közvetett költségeket is. Mi a kontrolling során arányosítottuk a közvetett költségeket és így tudtunk bekerülési árat számolni. A hasznot viszont különböztessük meg a hozzáadott értéktől. Mert a monopolizálás a hasznot növeli, de a hozzáadott értéket nem, kivéve, ha a monopolizálás szellemi tulajdonjoghoz kötött. A haszon igazán az az értékesítési láncban a ráfordítások és az értékesítési ár közötti különbség. Ha a verseny tisztességes szabadverseny, akkor igaz ez a hozzáadott értékre is.

Amikor egy cég **bérmunká**t végez és külső beszállítótól kapja az anyagot és a terveket, akkor általában a munkájáért az összes jogos ráfordításon felül **5 % körüli hozzáadott értéket** realizálhat. Amikor a cég már **saját maga szerzi be az anyagot fedezi az árfolyamrizikót**, a tárolási költségeket és bizonyos részegységeket saját maga tervez, akkor **10 %** körüli hozzáadott értéket realizálhat, de ezen belül kisebb rizikót is vállal. Ha egy cég **saját tervezésű termék**eket tud értékesíteni, akkor a terméken a piaci versenytől és a versenytársakkal való egyeztetéstől függően **15-20 %** hozzáadott értéket tud realizálni, ami oligopólium esetében ennek többszöröse is lehet.

Minél szűkebb a verseny annál nagyobb a hozzáadott érték tere. **Komplett fővállalkozás esetében a hozzáadott érték vagy inkább a haszon az anyagérték 2-3 szorosa is lehet.** Ehhez persze finanszírozási (garanciaállítási) keretekre is szükség van és ezt a képességet referenciákon keresztül mind a vevői, mind a banki oldalon elismertté kell tenni. Nagyon fontos a termék vagy szolgáltatás során ez a referencia kérdés. Az ár képzése lehet költségalapú, vagy eredményalapú. Pl. a hulladékok semlegesítésére szolgáló eljárásokat nem költség alapon árazzák, hanem a lerakási díjból vezetik le az árat. De ilyen lehet az energia ára is, amikor a piaci árból vezetik le a termékekért elkérhető árat. Különböző befolyásokkal pl. CO2 árazás behozása, megújuló energia preferált átvétele, a tárolás valós költségeinek figyelemmel kívül hagyása torzíthatja a valós piaci viszonyokat.

A hozzáadott értéket eredendően a tudásgenerálással növelhetjük, ami, ha szellemi tulajdon védelemmel párosul, már egy időre a piacot is tudjuk monopolizálni. *Persze a vállalkozás szintjén a tudást, ha jobban megfizetjük kevesebb haszon jut majd a cégtulajdonosoknak.* Az **innováció szerepe** ebben a vonatkozásban különösen lényeges, hiszen, ha azonos célt kisebb költséggel (kevesebb anyag és munkaerő költséggel) lehet teljesíteni, akkor az monopólium, illetve oligopólium kialakulásához vezethet. Erre példa lehet a hagyományos nagyméretű kültéri alállomások helyett alkalmazható SF6 szigetelésű technológia, ami amíg az oligopólium nem került megtörésre 4 szeres költségáron volt értékesíthető. (pl. 10mió USD helyett 40 mió USD). Ugyanakkor az ilyen berendezések piacra viteléhez szükséges típusvizsgálat is önmagában monopólium, és ez egy nem könnyen vehető akadály. Saját kuvaiti tapasztalat, hogy amikor a Calor Emag berendezéssel nyert a Transelektro, a Siemens a Calor Emagot az ajánlat visszavonására késztette. Fontos a vevő döntéshozóinak hozzáállása, akik befolyásolása nagy társasjáték és amiben a nagy szereplők játéktere hagyományosan nagyobb.

Ma már az SF6 szigetelés elavult, a SF6 gáz miatt nem környezetbarát, az új Simens technológia az első „tiszta levegős" vákuumos megszakítót és „tiszta levegős" transzformátort jelentős monopóliumot tud majd generálni[30]*.*

Ha kell több részletet tudok az SF6-ról, hogyan lett a fázisonként külön tokozott berendezésekből egybe tokozott, ami kisebb lett. A nem teljes sikerrel járó kültéri SF6 berendezés csak MO 400 kV, és ennek okai. A vákuum-megszakító annak idején csak kisebb teljesítményre működött, komplett tokozott berendezés nem létezett ezen az elven. De én 16 éve nem követem.

Egy mai aktuális területre példa a **hulladékok feldolgozása**, ahol a **berendezések árazása nem a ráfordítás, hanem a megtakarított szemétlerakási díj alapján történik**. A piaci kínálati szereplők erejét lehet nyomon követni a nap és szélenergia preferált átvételi árai esetében, ahol a vállalkozók a politika és a média segítségét is felhasználva gátolják a valós innovációt. Fontos szempont a finanszírozó bankok versenysemleges hozzáállása is. A vevő döntéshozatalán kívül a megfelelő banki háttér azonosítása és bevonása is nagy feladat.

Arra az esetre, amikor a piac egy funkciót beárazott, példaként az előbb vázolt hagyományos alállomás vs SF6 technológián túlmenően érdemes az **EGI szárazhűtés történetét** is megismerni.

---

[29] Papp József, Mi kell ahhoz, hogy a KKV-szektor lehessen a növekedés motorja?, Figyelő 2015/38. 24-45.o.

[30] https://e-a.hu/megkapta-a-siemens-az-elso-megrendeleset-az-sf6mentes-gazszigetelesu-tiszta-levegos-kapcsoloberendezesekre

Mondanál erről pár szót?

Az EGI szárazhűtési technológia bevezetése jól szemlélteti a kihívást. Az első kísérleti berendezés megépítése után Angliában és Németországban próbálkoztak, és mint az várható volt a visszajelzések igen kedvezőtlenek voltak, első sorban az alumínium hőcserélők légoldali (nem kizárólag természetes) korróziója miatt. Ezt azonban később a hűtőelemek felületének lakkozásával egyszerűen megoldották. Az első nagyméretű erőműi szárazhűtés 2x200 MW-os blokkokra azután Hrazdanban (Örményország) épült meg. Addigra kialakult a szabadalom hasznosító fogalom, így biztosított volt a Szovjetunióban az első nemzetközi bemutatkozás. Ezt követték sorban az iráni majd a török és a szír megrendelések. A Hrazdani áttöréses sikerig kb. 20 év telt el a kezdetektől, kisebb feladatok addig is voltak, de ez volt az első külföldi hírértékű referencia.

Miért van szükség száraz hűtési technológiára, és milyen megoldások születtek erre?

Az erőműi turbinák végét hűteni kell. Ennek klasszikus módja a kondenzátor (egy hatalmas csöves hőcserélő) a aminek hűtését tengervíz, vagy valamilyen nagy víztömeg biztosítja. Létezik a hűtésnek olyan megoldása is ahol víz elpárologtatásával kerül a hűtővíz hője elvonásra. A párologtatás vagy mesterséges huzattal (ventilátorok) vagy természetes huzattal (hűtőtorony) történhet. Amennyiben az erőművet piaci vagy stratégiai okokból olyan helyen kívánják üzemeltetni, ahol nem áll megfelelő mennyiségű hűtővíz rendelkezésre, ott légkondenzátort kell alkalmazni, azaz a kondenzátorkör hűtővizét víz levegő hőcserélő hűti, ami szintén mesterséges vagy természetes huzattal működhet. A német GEA olyan száraz hűtést kínált a piacon, ami horganyzott acél hőcserélőkből készült, és a hűtőfelületet vagy mesterségesen ventilátorokkal hűtötték, vagy természetes huzatú toronyban vízszintesen helyezték tartókra, így a tornyok átmérőjét az elhelyezendő hűtőfelület határozza meg. A GEA Dél-Afrikában akkora üzletet kötött, amire fel tudta építeni az ottani gyárát. A száraz hűtéssel elérhető erőműi hatásfok 6-10%-kal kisebb, mint a hagyományos tengervíz hűtéssel. A szárazhűtő technológia ára és a hűtés hatásfoka erre a fent vázolt technológiára alapozva vonult be a köztudatba, a potenciális vevők ezt ismerték. Tehát ismert volt egy adott cél a turbina hűtőkapacitásra vonatkozó fajlagos költség. Az EGI mögött álló feltalálók egy szabadalmakkal is levédett megoldáscsomaggal álltak elő. Ennek elemei a következők.

1) Heller féle keverőkondenzátor lényegesen olcsóbb, mint a csöves kondenzátor, kevesebb karbantartást igényel a teljes életciklusban és a hőcsere hatásfoka néhány százalékkal jobb, a hűtővíz közvetlenül a fáradt gőzáramba kerül befecskendezésre, a hőcsere felület is nagyobb. Egyetlen hátránya, hogy az egyébként zárt (bár lényegesen nagyobb) hűtővíz körben is a kazánvízzel megegyező minőségű vizet kell keringetni.

2) Forgó féle apróbordás hőcserélő, alumíniumból jól gépesíthető módon állítható elő. (alumínium csövekre ráfűzik a bordákat majd hidraulika segítségével rögzítik azokat). Miután egy erőműhöz 800-1000 ezer m^2 hőcserélő felületre van szükség, ezért lényeges a jól automatizálható, egyszerű előállítás)

3) A hűtőelemek a hűtőtorony alsó kerületén harmonika-szerűen rendezhetők el, úgyhogy több hűtőelem helyezhető egymásra. Ezeket a harmonikaelemeket hívják hűtődeltáknak. Ez az elrendezés első sorban a könnyebb hűtőelemek miatt lehetséges, és a hűtőtorony mérete is kisebb lehet.

4) A hűtőtorony építésére az Ipartervvel közösen, egy alumíniumborítású acél rácsszerkezetű önépítő toronyszerkezet kínál alternatívát a betonból készült toronyszerkezetnek.

Az előbb felsorolt szabadalmaztatott megoldások alapján készült hűtési ajánlat kedvező önköltsége miatt mindig a hagyományos megoldásokat kínáló konkurens ajánlatok alá volt beárazható. Nagyon leegyszerűsítve azt mondhatjuk, hogy ebben a felállásban az akkoriban 1700 USD/tonna áron beszerezhető és 300 USD/tonna áron hűtőelemmé alakítható alumínium a szabadalmaknak köszönhetően 6000-6500 USD/tonna áron volt értékesíthető. A konkurensek megpróbálkoztak a műszaki megoldásokban kétséget kelteni a vevő szakembereiben. Túl nagy az egységes kazán és hűtővíztér alumínium légoldali korrozió stb. Amikor ez nem járt sikerrel el kellett fogadják a vereséget. A privatizáció során a legnagyobb konkurens a GEA le is csapott a cégre, amely kisebb összegért került eladásra, mint a cég készpénz és ingatlanvagyona.

A fenti példád jó szemlélteti a stabil gazdasági viszonyok alatti sikeres működés felépítését és a gazdasági háború következtében létrejövő átalakulásokat. Milyen más példákat tudsz mondani az anyagipari innovációk gazdasági hatásaira?

Ritkán szoktunk belegondolni abba, hogy a gépkocsik megjelenése nagy ugrást jelentett, de elterjedésükhöz szükség volt az üzemanyag ellátás megszervezésére és az úthálózat kiépítésére. Még emlékezetünkben van, hogy a mobiltelefon és az internet is a semmiből lett alapvető emberi igény. Mindkét említett kiragadott példa esetén

igen sok innováció és szabadalom készült és készül ma is azok tökéletesítésére. A szerkezeti anyagok és megoldások innovációjára is rengeteg példát lehetne felsorolni. Néhány ilyen kiragadott példa: a vasúti kerekek kéregöntése, a nagyobb hatásfokú erőműi kazánok magasabb hőmérsékleti és nyomásviszonyaihoz (kritikus, szuperkritikus paraméterek) alkalmazandó ötvözött anyagok. Egy másik példa lehet a magasabb hozzáadott érték (értéktöbblet) elérésére, amikor az erőműi hőhasznosító kazán egyre komplexebb tervezési feladatai alapján lehetett a bérmunka oldaláról (több szakmai tudás) magasabb szintre jutni. Egy másik megközelítés a hulladékégető kazánok korróziós problémájának kezelésére a kazánbélés belső falát korrózióálló rozsdamentes acéllal való plattírozása, külföldi licenc alapján. Teljesen más megközelítés az újonnan felmerülő vevői igények kielégítése, amire példa az önjáró trolibuszok kifejlesztése, először felsővezeték nélkül a depóig kellett eljutniuk, majd a városi dugók kikerülését kellett megoldani és végül Rómában városképi szempontok miatt 10 km felső vezeték nélkül önjárónak kellett lennie trolibusznak. A kisebb kihívásokat még egy kis dízelmotorral is teljesíteni lehetett, de végül kialakult az akkumulátorról is üzemelő hajtásrendszer. Ezt a vállalat, a Ganz Transelektro Közlekedési Zrt is olcsón értékesítésre került a Skoda részére. Ebben a vállalatban fejlesztették ki a fékerő visszatáplálással is rendelkező, korszerű vezérléssel ellátott metró hajtásrendszert, amit az ALSTOM a budapesti 4. vonalra épített ALSTOM metrókocsikba épített be. Látható, hogy az **értéktöbbletet generáló innovatív vállalkozások jól értékesíthetők**, különösen akkor, ha már bevezetett piacokkal rendelkeznek.

További más hozzáállást tanúsított egy barátom (volt kollégám), aki olyan területet keresett, amivel ő a nyersanyag árát több mint megduplázhatja, majd az általa **eladott terméken a kereskedő további 50% feletti hasznot tud realizálni**. Több területet nézett át. Végül az **üveg dísztárgyak piacá**t elemezte részletesen, és ebben találta meg elméletének visszaigazolását. Ablaküvegből kiindulva rogyasztott ablaküvegből készített, modern design-nal kivitelezett üveg dísztárgyakat. A kulcsfeladat a megfelelő értékesítési csatornák kialakítása mellett az a műszaki kihívás volt, hogy a rogyasztó kemencéhez olyan kerámiaanyagot azonosítson, aminek a hőtágulása egyezik az üvegével[31]. Szinte végtelenül lehetne sorolni a példákat.

Egy családi vállalkozásnál az utódok a cég Achilles sarkai. Hosszú távú magas hozzáadott értéktöbbletet csak megfelelő érdekszövetségű csapat irányította cégben lehet létrehozni. Mit gondolsz erről?

Röviden a Transelektro szétesésához az vezetett, hogy a tulajdonos feleségét meggyőzte egy külső, arról, hogy az férje után a két gyereknek kell átvenni a cég irányítását, a fiuk ötleteibe kezdtek beállni a főtulajdonos beállt a gyerekek mögé, a hét első két három napja a gyerekeké volt a kotta utána a menedzsment szája íze szerint játszott ekkor a céget összetartó érdekek felbomlottak és magától darabjaira hullott. Kívülről felismerték, hogy a vállalat nem működik óramű pontosan. Ez meggyengítette a céget. A stratégia rendbe volt, de a végrehajtás nem volt rendben. A gyerekeknél a látható dolgokra koncentráltak, hogy nem volt szétválasztva a feladatok megfelelően. Persze a tényállás még ennél is komplexebb. A fő tulajdonosnak volt egy családi barátja, aki jóval korábban még az állami időkben szintén a cégnél dolgozott. Ezután ez az illető speciális a szocialista és a kapitalista világ lehetőségeit kombináló finanszírozásokkal Magyarország nagyvállalataival bécsi székhellyel jó egzisztenciát épített fel ott házat vett a gyerekei ott járták iskoláikat stb. Tehát egy sikeres emberről beszélünk. Igenám, de a rendszerváltáskor szép lassan ezek a magyar tulajdonú vállalatok és a speciális finanszírozási igények elkoptak. Adott volt egy jópofa sramlizenés bandában játszó sikeres pénzember, aki a sok munkával agyonterhelt főtulajdonos feleségének folyamatosan azt duruzsolta, hogy a felnőtt gyerekek, majd átveszik az apjuk helyét a cég irányításában. A barát, aki nem volt a management tagja, de már a cégnél dolgozott ismét, majd segít nekik. A cégcsoport hagyományos irányítása egy management (tulajdonosok, ahol a legfőbb vezető volt a legnagyobb tulajdonos) kezében volt, akik sok piaci stratégiaalkotó képességgel, piacismerettel rendelkezett és a közös profitérdek és évtizedes munka, majdnemhogy barátság kötötte össze ezt a csapatot. A napi irányítási megoldások eltértek a multinacionális gyakorlattól, kevésbé voltak hatékonyak és kevésbé voltak a rövid távú profitra kiélezve. Erre hivatkozva kívülről multi standardoknak megfelelő menedzsereket hoztak, és cégcsoport átszervezésébe is belekezdtek. Az új menedzsernek nem volt, aki stratégiát adjon, mivel fontos volt a főtulajdonosról a menedzser társak leválasztása, ezért azok nem szóltak és szólhattak bele. Az átszervezés pedig nem pénzügyi átvilágítás, hanem funkcionalitás alapján történt. Ténylegesen az történt, hogy a hét elején az utódok a hét vége felé a régi management tagok elképzelései szerint mentek az ügyek. Párhuzamosan a külső kihívásoknak az új vezetőségek nem tudtak megfelelni, ezért állami segítségkérés, politikai felosztás és kimazsolázás történt. Például az elektromos hajtásrendszer így került felszámolásból a Ganz Skoda-ba.

[31] www.carneol.hu

Összefoglalnád a hozzáadott érték növelésének és az innovációnak a kapcsolatát?

A hozzáadott érték teremtésében az innováció szerepével kapcsolatban az alábbi tanulságokat tudnám összefoglalni:

- Jelentős értéktöbblet csak a magasabb, komplexebb feladatokból, komplett gépsorok gyártása és komplett fővállalkozás megléte esetén származhat. A komplexebb feladatok egy részének innováció alapúnak kell lennie, azonban az itt realizálható tudásból eredő értéktöbblet csak kivételes esetben nem éri el, vagy haladja meg a kereskedelem hasznát[32].
- A létező piaci igények és megoldások diszruptív módon való a hagyományostól eltérő megközelítése magas haszonkulccsal jár, nem a költség, hanem létrehozott értékből levezetett árazás miatt.
- Az innováció szorosan összekapcsolódik az eddig nem létező lehetőségek azonosításával és új piaci igények felismerésével.

Egy gyártó vállalat vagy ipari ökoszisztéma pénzügyi sikerességének háttérfeltételei:

- létező vagy megteremtendő saját ipari környezet,
- piaci ismeretek ebben a vevők érdekeinek a teljeskörű azonosítása, illetve saját értékesítési hálózat,
- az innováció finanszírozás mikéntje, aminek vagy iparhoz, vagy vevőhöz, vagy tudatos iparfejlesztéshez kell kapcsolódnia, és megfelelően össze kell tudni hangolni az egyéni és a közösségi érdekekkel.
- a fenti összes feltételnek megfelelő humán erőforrás összeszedése.

Mit gondolsz milyen legfontosabb sarokpontokat lehetne megfogalmazni az anyagtechnológiai innovációk validálása kapcsán?

1) Meglévő megoldás, technológia kiváltásáról beszélünk-e? Ekkor ehhez tartozó műszaki és piacismereteket kell rendelni. Meg kell vizsgálni kik a stakeholderek:
- a vevők, akik megtakarítanak (a vevő embereinek jelenlegi érdekeltsége),
- az eddigi szállítók (általában nem szoktak támogatóan fellépni),
- a jelenlegi és a jövőbeni gyártók,

Meg kell tudni, hogyan lehet igazoló, verifikáló méréseket végezni, típusengedélyt szerezni.
2) Teljesen új vevői igény kielégítése.
3) Teljesen új, még vevőkkel sem rendelkező igény.
4) Új eljárás vagy anyag és az alkalmazási területek azonosítása.

Mindegyik esetben a legfontosabb az elérhető eredmény előre vetítése számokba öntése.

Innovációval kapcsolatban az alábbi gondolatokat érdemes megfontolni:

- Hogyan határozható meg az innováció és mik a határterületei pl. hol a határ az újítás a racionalizáció és az innováció között.
- Az innováció lényege általában a többlet nyereség, de lehet piaci részesedés növelése, vagy egyébként működésképtelen, vagy nem profitábilis dolgok lehetővé tétele (pl. CO2 emisszió megoldható félelemtől hajtott drága megoldással, vagy technológiával).
- Az innovációt hagyományosan a műszaki területre értik, de ez lehet, mind a művészi, mind a közgazdasági vagy pénzügyi és finanszírozási, de akár vezetéstechnikai, média kommunikáció vagy akár jogi stb. is (pl. offshore pénzügyi, de akár London City, Washington D.C., CO2, vagy dízelbotrány).
- az innováció lehet

i) más területekről átvitt megoldás pl. structured finance, de vezetési irányítási ismeretek,
ii) több terület ismereteinek addig nem létező kombinációja,
iii) evolúciós vagy diszruptív,
iv) és persze ezek szabad keveréke.

A diszruptív elgondolások akár meglévő törvények, akár természeti, akár emberi újra fogalmazását is jelenthetik.

[32] Szerk. megj.: A kapcsolati tőke nagyobb hasznot hoz, mint a tudástőke. A mérnök kereskedő több hasznot tud realizálni, mint az innovátor.

4.2.5. Szénássy Péter – német - magyar gazdasági kapcsolatok kitörési pontjai

Életrajz

Az Esztergomi Gépészmérnöki Technikumban érettségizett és szerzett technikusi szakképesítést. A Drezdai Műszaki Egyetem diplomázik gyártervezés / technológiai üzemtervezés, ügyvitel -szakos mérnökként. 1990-1991 között a Syntax Sprachmittlerdienst GmbH ügyvezető igazgatója. 1991-1994 között az Euro Schulen Dresden vezetője[33]. 1994-2017 között értékesítés-ösztönzési és együttműködési projektmenedzser Wirtschaftsförderung Sachsen GmbH (Szász Gazdaságfejlesztési Minisztérium állami vállalata)[34]. 2017 óta tudományos munkatárs a Chemnitzi Gépészeti és Üzemmérnöki Intézetben Szabadúszó munka: fordítások, tolmácsolás, üzleti kapcsolatok Németország-Magyarország[35].

Riport

Kérdező Dr. Babcsán Norbert

Elég beszédes www.ungarn-kontakt.de a saját honlapod. A Szászországi Gazdaságfejlesztési Minisztériumának munkatársaként számos gazdaságdiplomáciai kapcsolatot alakíthattál ki. Említetted, hogy nemrég vettél részt egy a jövőt meghatározó német-magyar rendezvényen Berlinben.

A gazdasági folyamatoknak megvannak a maguk törvényei és erős integrációs erejük. Németország és Magyarország gazdasági kapcsolatai évtizedek óta pozitívan fejlődnek. A mai változó geopolitikai helyzet ellenére is erős kapcsolata Magyarországnak Németországgal. Magyarország egyrészt fontos német célpont érdekes értékesítési és beszerzési piaccal. A megfelelő kapcsolat kialakításához azonban Németországban egy Magyarországot nagyon jól ismerő németországi partnerre van szükség. A Német-Magyar Ipari és Kereskedelmi Kamara (www.ahkungarn.hu) együttműködő partnereként sok éves üzleti tapasztalatom, tudásom és kapcsolataim vannak, amik rendelkezésére állnak a magyar partnerekkel való kommunikációban.

Egy ilyen fontos német magyar gazdasági kapcsolatokat elősegítő esemény volt a hidrogénnel foglalkozó német-magyar rendezvény[36], amelyre 2022. február 11-én került sor. Magyar oldalról kormányszinten Steiner Attila, jelenleg Európai Uniós Kapcsolatokért Felelős Helyettes Államtitkára vett részt és tartott előadás[37]t. Német oldalról a német – magyar gazdaságfejlesztésben és hidrogéngazdaságban meghatározó emberek: *Dr. Marie-Theres Thiell* Geschäftsführende Gesellschafterin DialogUngarn[38], *Katherina Reiche* Vorsitzende Nationaler Wasserstoffrat der Bundesregierung, *Uwe Kerkmann* CEO H2UB GmbH és *Barbara Zollmann* Geschäftsführendes Vorstandsmitglied der Deutsch-Ungarischen Industrie und Handelskammer (DUIHK) vettek részt. Németországban számos kész megoldás van, amit a feltörekvő magyar gazdaság adaptálhat. Ilyen hidrogén előállítást és tárolást tartalmazó doboz az én környezetemben is megtalálható. Magyar partnerre vár.

Marie-Theres Thiell egyben a Miskolci Egyetem alapítványának kuratóriumi tagja is. Érdemes volna a DialogUngarn nonprofit gazdasági hálózatát, akár helyileg is Miskolcon jobban kihasználni. Miskolci Egyetem anyag és gépészeti háteréhez és a borsodi régió fejlesztéséhez van-e a tarsolyodban még projekt?

Mikromat – szemléletváltás az anyag- és energia-megtakarítás terén. A **Mikromat** cég azért foglalkozik nagyon komolyan **az öntészet és az öntészeti ismeretek oktatásának a „forradalmasításával”**, mert a **precíziós szerszámgépeken gyártott termékek esetében is döntő fontosságú a számára beszállító öntöde tudása**, felkészültsége egy-egy adott projekt sikeres lebonyolítása szempontjából. Ennek oka: főleg az öntési technológia révén lehet nagyobb mértékben anyagot és energiát megtakarítani. Egy mikrométeres tűréshatárokkal zajló gyártási folyamat csupán a termékek rendkívüli pontosságát tudja biztosítani, ami óriási előny ugyan az ágaztat

[33] http://www.eso.de/dresden/
[34] http: //www.wfs.sachsen.de
[35] http://www.icm-chemnitz.de
[36] https://youtu.be/b9nnO5BpN9k
[37]https://dialogungarn.us5.list-manage.com/track/click?u=75b89c6b90315d3f4cd1a4f72&id=7fa5e7c3a6&e=189c4452a9
[38] https://www.dialogungarn.com/

piacain, ám a **Mikromat nem termékekben, hanem folyamatokban, projektekben gondolkodik**, s ezt kínálja az ügyfeleinek is. Éppen ezért az a célja, hogy a vele kooperáló öntödék közül az arra legalkalmasabbakat kiemelt partnerekként bevonja a projektekbe. Persze nem könnyű olyan öntödét találni, aki a megszokott, „bevált" eljárások helyett belevág egy számára teljesen új technológia bevezetésébe – még a jelentős anyag- és energia-megtakarítás kecsegtető lehetőségei mellett sem. Tekintettel az egyre növekvő árakra, mind az alapanyagok, mind pedig az energia területén, nyilvánvalónak látszik, hogy az új szemlélet mellett döntő, innovatív vállalkozások lesznek a piaci verseny nyertesei.

A precíziós szerszámgépek gyártásával foglakozó drezdai MIKROMAT GmbH felajánlotta közreműködését egy olyan BIONIC PROTOTYP (BIOPRO) kompetencia központ létrehozásában Magyarországon, amely az öntészet területén egyedülállónak tekinthető. Az itt alkalmazandó zöld technológia, amellyel jelentős mennyiségű (akár 50 % és több) anyag és energia takarítható meg, a más cégekkel könnyen pótolható beszállítót (öntödét) értékláncba integrált, pótolhatatlan fejlesztő partnerré alakítja át. A MIKROMAT freibergi üzeme (MIKROMAT RAPID TECHNOLOGIES - MRT) ezt a kísérleti technológiát immár 20 éve mind gazdasági, mind pedig műszaki szempontból sikeresen alkalmazza.

Míg a különböző hálózatokhoz tartozó öntödék manapság függőségi viszonyban álló beszállítónak számítanak, a tervezett magyarországi kompetencia központnak az a célja, hogy technológia-transzfer és kooperáció révén egy világviszonylatban is jelentős öntészeti fejlesztő központ jöjjön létre a gépipar számára.

Ez a projekt széles körű tervezést igényel, ám mérföldkövek mentén történő megvalósítása csekély kockázattal jár. A MIKROMAT kész megtenni az első lépéseket, megbízást adva újszerű bionikus szerkezetek gyártására, biztosítva az ahhoz szükséges technológiát is. Ehhez elsőként a Csepel Metall Vasöntöde Kft.-vel került (Kalmár István segítségével) kapcsolatba. További hasonló kontaktusokat is terveznek. A projekt során egyértelművé válik az MRT technológia óriási előnye, megalapozva a teljes technológiatranszfert elősegítő részletes projekttervezés és az ahhoz szükséges befektetés kivitelezését.

Jelen projekt, amely a termék- és a gyártási folyamat optimalizálását szolgáló prototípusokhoz újszerű technológiáját biztosít, kiválóan összefonódhat a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Hálózat vezetője, dr. Grasselli Norbert által Berlinben bemutatott magyar innovációs ökorendszerrel is.

Különösen fontos szempont a tervezett kompetencia központ létrehozása során az abban közreműködő vállalkozások együttműködése K+F partnerekkel és a témakörhöz kapcsolódó szakmai képzés intézményeivel is. Olyan önellátó rendszerek alapjainak a megteremtése áll a középpontban, amelyeknek a kifejlesztéséhez, ellátásához és későbbi felszámolásához egy teljesen újnak tekinthető szerkezettan nyújthat majd tudományos hátteret.

A MIKROMAT kapcsolódik az öntészeti vonalhoz, ezen kívül érdemes lenne német magyar alumíniumipari kapcsolatokat tematikusan kibontani. Nekem magyar oldalon jó kapcsolatom van a Fémalkkal és a CsabaCasttal. Ezen kívül a Preccast és a Certa is kapcsolható. A Mátrametál értékesítve lett a TUBEX-nek, aki német cég itt is lehetne valamit tenni. Mindenesetre a Miskolci Egyetemen egyedülállóan jelentős alumínium öntészeti tudásbázis és kutatási infrastrukturális háttér van. Milyen más a magyar anyagipari termékek számára lehetséges projektet tudnál még említeni, amiben a magyar anyaginnovációk pl. az általam favorizált alumínium hab technológiai beilleszthető?

A modul-rendszerben készülő, vontatott trélerrel szállítható (vagy később viszonylag egyszerű módon bárhova áthelyezhető) **mobil házak exportja Magyarországról – például Németországba vagy Ausztriába** – azért különösen érdekes téma, mert egyrészt ezekben az országokban nagyon nagy az igény az olyan, kisebb méretű családi házak iránt, amelyek még a mai telekárak mellett is lehetővé teszik (főleg fiatal) családok számára az otthonteremtést. Egy ilyen mini otthon állhat eleinte csupán egy-két modulból – például a szülők telkén elhelyezve –, melyet a későbbiek során újabb modulok beiktatásával tetszés szerint, persze pénztárcától függően, könnyedén bővíteni lehet (LEGO-elv). A modulok felhasználásának a lehetőségeit növeli számos további, hasonló jellegű kereslet, például a menekültek elhelyezéséhez rendelkezésre bocsátandó lakások számának ugrásszerű növekedése, de a különféle kisebb méretű szolgáltatói egységek iránti igény is. Jó példa erre a városoktól távoli, vidéki körzetekben elhelyezendő, alapvető egészségügyi tevékenységet, vérnyomás-, vércukormérést, tanácsadást, virtuális orvoslást végző rendelők iránti igény Németországban.

Ilyen jellegű modulházak gyártására olyan magyar építőipari cégek vállalkozhatnak sikerrel, amelyek rendelkeznek a megfelelő technológiával és kapacitásokkal, s van erejük elindulni külföldi, például a német és/vagy osztrák piacon. Mindehhez szükség van persze tapasztalt lokális partnerekre is, akikkel közösen kell megszervezni a marketinget, az értékesítést, a projektek lebonyolítását. Nincs viszont szükség építőipari munkások külföldre küldésére, akiknek az adott országban az ott előírt béreket kellene fizetni. Ez a tény már önmagában is jelentős költségmegtakarításhoz vezet, vagyis komoly piaci előnyt jelent. Még a házak alapjainak a lerakásához sem kell munkásokat külföldre küldeni, legtöbb esetben úgynevezett talajcsavarokra is rá lehet helyezni a modulházakat.

Tekintettel arra, hogy a modulházak esetében ma még egy viszonylag újnak számító építési módszerről van szó, amely esetében nincsenek évtizedes tapasztalatokkal rendelkező, a piacokat régóta uraló, neves cégek, van arra esély, hogy egy kiforrott technológiával készült, magas színvonalat képviselő, ám kedvező áron kínált magyar termék, a Rubik-kocka sikerére emlékeztető módon betörjön külföldi, például a német és/vagy osztrák piacokra.

Az alábbi link alatt található a Németországban jelenleg forgalmazott modulházak aktuális árszintje[39],, amit a ráfordítások, bevételek és nyereség kalkulációja során figyelembe kell venni. 2022.09.28-ei információ: „A kulcsrakész modulházak ára négyzetméterenként 1.500 eurónál kezdődik. Az átlagár 2.000 és 2.500 euró között mozog. Kiemelkedően jó minőségű anyagok felhasználása esetén egy négyzetméter ára 3.000 euróra vagy akár még annál is többre rúghat."

Ahogy említed a modulház lehet az új magyar Rubik-kocka egy olyan szimbólum, ami megérteti velünk, hogy ez a projekt nem csak egy gyártási és kereskedelmi projekt, hanem olyan új megközelítése az építőiparnak, ami modern igényekre reagálva egy platform a magyar design kreativitásnak és anyagipari innovációknak, mint komplex termék.

[39] https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=max-haus+modulhaus+preise

4.2.6. Prof. Dr. Kroó Norbert – A fizikus tudománypolitikus, aki tud esztergálni is, de a diszruptív technológiákat sem hanyagolja el

Életrajz

Kroó Norbert (1934) a Magyar Tudományos Akadémia rendes tagja. A budapesti Fáy András Gimnáziumban érettségizett, majd az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Karán, szerzett fizikus diplomát. Diplomájának megszerzése után a Központi Fizikai Kutatóintézetének (KFKI) munkatársa lett, munkája során 1963 és 1964 között Svédországban, illetve 1968 és 1971 között a dubnai Egyesített Atomkutató Intézetben is dolgozott, ahol igazgató-helyettesi rangot töltött be. 1999 és 2005 között az MTA főtitkára, majd 2005-től alelnöke. 1981 és 1998 között az MTA Központi Fizikai Kutatóintézet Szilárdtestfizikai Kutatóintézetének alapító igazgatója volt. Az Eötvös Loránd Tudományegyetem és a Budapesti Műszaki Egyetem címzetes egyetemi tanára. Eötvös Loránd Fizikai Társaság elnöke volt. Európai Fizikai Társaság elnöki posztját is betöltötte. 1998 és 1999 között az Oktatási Minisztérium helyettes államtitkára. Az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság munkájában is részt vett. Fontos eredményeket ért el a szilárdtestlézerek fizikája, fejlesztései és alkalmazásai területén. Munkája során foglalkozott a nemlineáris optika, a felületi plazmonok és a nanofizika egyes kérdéseivel is. Jelenleg a fúziós reaktor technikai megvalósításán dolgozik. Több mint negyven szabadalmat jegyeztetett be.

Riport

Kérdező: Dr. Babcsán Norbert

Marx György azt írta rólad a Marslakók érkezése című könyvében, hogy Gábor Dénes nyomdokain jársz: „Az amplitudót és a fázist egyaránt regisztrálva a hullámhossznál kisebb tárgy képe is regisztrálható. Ma a holografikus mikroszkóppal egyes atomok elektronfelhője is láthatóvá tehető. Ezen dolgozik Budapesten Kroó Norbert csapata is.” A kísérleti szilárdtest fizika közel áll a valósághoz, alkotómunkádat pedig a több, mint 40 szabadalom fémjelzi. Honnan ered ez az erős alkotóvágy?

Sokat merítettem abból, hogy én csepeli vagyok, egészen addig, amíg megnősültem Csepelen éltem. Édesapámék 8-an voltak testvérek, mind a 8-an iparosok és elég magasra vitték. Az egyik nagybátyám a motorkerékpár gyár technológia főnöke volt. Volt 2 olyan nyár, amikor présszerszámokat terveztem. Ez egy bonyolult dolog, figyelembe kell venni, hogy egy nyomással mennyit lehet alakítani és hány nyomásra van szükség. Ez egy érdekes logikai feladat volt. Ez után esztergáltam és martam. Annak idején volt egy Shiff marógép a Szerszámgépgyárban Csepelen. Az egyik nagybátyám volt a főnöke és bevitt az egyik nyáron és segédkeztem neki. Ott akkor már majdnem nanotechnológiával foglalkoztak, hiszen volt egy mikrométer pontosságú marógép egy légkondicionált teremben állandó hőmérsékleten és mindenféle precíz dolgok voltak benne. Ezt kipróbáltam. Később a Fémműben is dolgoztam. **Nekem nagyon sokat jelentet a kísérleti fizikában, hogy az iparban láttam, hogyan működnek a dolgok**. Az ismereteim ide nyúlnak vissza.

Mit gondolsz a nanotechnológiákról?

Annak idején a Lepsényi Istvánnak volt egy Tanácsadó Klubja, amikor ő volt a gazdasági minisztérium államtitkára Én két technológiára hívtam fel a figyelmet a kvantumtechnológiák és a plazmonika, amit csinálok. **Mindennek az alapja az anyagtechnológiákban gyökerezik.** A különbség a hagyományos és a nanotechnológia között az, hogy amihez mi gyerekként hozzászoktunk, hogy esztergálunk, marunk és öntünk, azaz felülről lefelé csináljuk a méreteket, a nanotechnológiában ez egyre inkább alulról felfelé van. Itt három olyan alaptechnológiát különböztetünk meg, amik még nem igazán érettek: 1) kémiai önszerveződés, egy felületet úgy lehet kiképezni, hogy az adott molekulák glédába állíthatók rajta olyan struktúrában, amit akarsz; 2) írni lehet; 3) atomokat tologatva építkezni lehet a 100 nm-alatti tartományban. Magyarországon úgy látom, hogy a nanotechnológiáknak, még elég gyönge az alapja.

Ha a nanotechnológiáknak magyarországi történetét és az iparosítását nézzük, akkor két dolog jut eszembe. Az egyik a félvezető ipar kicsírázása…

és elégése.

Két ember jut eszembe a Gyulai József és a Bársony István. A Mikroelektronikai vállalattal kapcsolatban kíváncsi vagyok a véleményedre.

Nem véletlen volt, a leégése, de semmi bizonyítékom nincs rá, ez olyan lehetett, mint a mostani gázvezeték robbantás csak kisebb jelentőségű. 10 éve tartottam előadásokat nanotechnológiai témában különböző helyeken, többek között Tajvanon, mondták, hogy valakit vihetek magammal és én a Bársony Pistát vittem magammal.

Nagyon érdekes, hogy a Tajvani óriásvállalat az SMTC, ami nem is egy vállalat, hanem egy ökoszisztéma, amit valami oknál fogva csak egy helyen a világon, ott lehetett megcsinálni. Viszont Európában pontosabban Hollandiában van az a cég, ami a berendezéseket gyártja és fejleszti az ASML. Tehát a tudás valójában itt van Európában. A fejlesztés egyik vezetője a volt csoporttársam Fancsali Ernő. Mi egy olyan személyre szabott mérnök-fizikus képzésben vettünk részt, ami egyszerre a tudományos alaposságot az ELTE éveiben, másrészt a mérnöki hozzáállást tanította meg a képzés Miskolci Egyetemi éveiben. Európában az erőnk a tudásban van, és a globális konnektivitású megnövekedése miatt, ezt ki is lehet használni és piaci előnyre lehet szert tenni.

Azt szoktam mondani, hogy a termelés globális a tudás pedig lokális.

Sajnálatos, hogy a Mikroelektronikai vállalat nem futott fel, mert most Magyarország ezirányú tudáspotenciálja és gyártási potenciálja felértékelődhetett volna, de valószínűleg Kissingerék jobban tartottak az oroszoktól, mint a kínaiaktól, és mi magyarok voltunk a szovjet blokk COCOM lista megkerülői, meg a fegyverkereskedők is.

Sándory Mihály[40,41], KFKI MSZKI Mérés és Számítás Technika Intézet igazgatója volt korábban, és akkor volt mikroelektronikai kormánybiztos, illetve a Mikroelektronikai Vállalat ötletgazdája, legnagyobb pártfogója, amikor én a KFKI Szilárdtestfizika Intézet Igazgatója voltam.

Hasonlóan nem volt itt az ideje a nanotechnológiának anno a BayNano intézet megalapításakor sem. Azonban valakiknek sikerült a rendszerváltás után is magyar anyagipar teremtésében részt venni Magyarországon igaz nem nanotechnológiával, pl. a Zoltek, a Giflo acél, a Polinvent és az Admatis. Szerinted hogyan lehetne az anyagipart, mint főnixmadarat poraiból újjáéleszteni Magyarországon? Számomra ez egy nagy kérdés. Te mit gondolsz?

Csepelen sajnos nincs már Fémmű. Ha a nanotechnológiát nézzük, és ha ebbe az irányba akarunk elmenni akkor 0 ról építkezhetünk, a legmodernebb dolgokkal indulunk és azt a fájdalomutat, amit mások megtettek megspórolhatjuk. Ezen kívül arra kell építeni, ami itthon van, a lézerfúziós eredményeink ilyenek. Miniszterelnökünk Orbán Viktor is mondja, hogy **nem számíthatunk mások segítségére**. Ez persze így nem teljesen igaz, de **ha valamink már van akkor tudjuk, hogy mi hiányzik hozzá és azt be tudjuk szerezni.**

Igen, ha van valamink akkor lehet építeni rá. A kérdés mégis az marad, hogy hogyan tudunk itthon ipart teremteni és versenyezni, de ahhoz azonban kellőképpen erősre kell nőnünk, hogy nemcsak a technológiákban, hanem a piaci területek elfoglalásában és megvédésében is jók legyünk.

Ehhez az én generációm, nem az ideális generáció, mert **minket arra neveltek, hogy a profit a legpiszkosabb dolog**. **Ettől a filozófiától nekem megszabadulni nem nagyon egyszerű**.

Igen ezt Mátyásfalvi György is egy korábbi beszélgetésben megerősítette, hogy a Ti generációtoknál a műszaki értelmiség volt igazán partner, azonos színvonalú és versenyképes a Nyugaton. Azonban a piaci tudás hiányzott, csak pl. a CAOLA műszaki igazgatója értett szót az amerikai partnerrel a kereskedőknek nem volt meg a tudása. Később már alakult egy átmeneti generáció, amit már pl. a Transelektro esetében képes volt a külföldi üzleti tapasztalatokat is hazahozni és felépíteni egy versenyképes magyar céget, mert tudatosan észrevett és megtámadott egy piaci rést. Egy másik beszélgetésből, egy az én generációmhoz tartozó barátomnál, azonban azt látom, hogy Ő, aki kereskedelemből teremtette meg az anyagi hátterét, most a hasznot befekteti egy adattovábbító titkosított rendszer fejlesztésébe. Az innovatív cégben azonban már a dinamikusan fejlődéshez kreatív csapatot is kell teremtenie, kreatív környezettel (vannak babzsákok, de ez nem elég és ezt Ő is tudja). A Mi generációnk kérdése és igénye az, hogy hogyan lehet létrehozni egy olyan szellemi műhely hálózatot, ahol nagyon sok eszmecserét folytatunk. A mostani világban Mi úgy élünk klubéletet, hogy elbiciklizünk egy magyar borászatba

[40] https://www.youtube.com/watch?v=xLINNecYUoY

[41] https://itf.njszt.hu/szemely/sandory-mihaly-3

Tolcsván, aminek pl. véletlenül a Spanyol királyi családhoz is van köze, és ott egy elegáns kastélyban egy könyvtárteremben megpihenve cserélünk eszmét.

Apropó Spanyol király. Tudod, hogy van olyan, hogy **European Research Council**[42]. Annak **én az egyik alapítója voltam**. Az első 22 tag között voltam 10 évig és volt egy ülésünk Santiago de Compostélába ez egy híres zarándokhely is egyben, de előtte Madridban találkoztunk a Spanyol királlyal. 15-an lehettünk ott a 22 fős tanácsból. Sorban egy valaki bemutatott minket a királynak, hogy X Y és honnan jött. **Amikor hozzám ért a spanyol király csak ennyit mondott Puskás.**

Igen vitathatatlan, hogy a sport az, amiben a magyar nemzet a legjobban látszódik a világon a tömegek számára, hiszen az egy főre jutó olimpiai aranyérmek számában benne vagyunk az első 10-ben. A foci is egy klub és ez a klub, ha jól van szervezve nyerni tud a legnagyobbak ellen. Azonban a versenyszerű sport klubjaiban nem a szellemi élet művelésén van a hangsúly. A tudományban és a technológiákban is élen tudunk járni, de ez a tömegeket nem érdekli annyira, viszont a versenyképességünkhöz elengedhetetlen. A tudománynak a haszna hosszabb távon jelentkezik, mint a sporté ezért az átlagembernek haszontalannak tűnik, és talán az elismerésekben sem annyira jeleskedünk, mint a fociban.

Had, mondjam el, hogy én **sokkal több elismerést kaptam külföldön, mint itthon**, összehasonlíthatatlanul. Te éltél az USA-ban és környékén, tehát érted, mit mondok. Én az **USA-ban tanácsadóskodtam**, évente egyszer mentem ki a Texas A&M University Institute of Quantum Science and Engineering[43]-be. Ez egy műszaki egyetemen 60.000 hallgatóval. Tavaly **az igazgatótól jött egy levél, hogy távolról is sokat érnek tanácsaid**, küld a számlaszámodat és utaltak.

Az MTA ülései viszont nem klubok itt a lényeg egymás előadásainak meghallgatásán vagy a szakmai nyelv művelésén van, vagy akadémiai vitákban, nagyon szűk területeket górcső alá vételében. A klubélet ennél szélesebb tematikájú összetettebb, zártkörű és egyben közösség formáló ezért kell az eszmecsere mellé még egy plusz tevékenység pl. biciklizés vagy egy közös vacsora. A jó klubhoz hasonlít a Gábor Dénes Díjasok Klubja, ahol azt is meg tudjuk beszélni, amit a nyílt fórumokon nem szabad. A nagy kérdés azonban, hogy a különböző szervezetek[44], klubok[45], hogyan segíthetik a magyar iparosítás szellemi hátterét[46]. Jó példák a külföldi mérnökakadémiák, akik nagyon nyitottak arra, hogy megosszák a jó gyakorlatokat. A Magyar Mérnökakadémia (MMA)[47] tagja az International Council of Academies of Engineering and Technological Sciences-nek (CAETS)[48]. Lehetne az MMA is a kezdeményezője ilyen hálózatosodásnak. Szerinted, mint lehetne az MMA-ból kihozni?

Ilyen beszélgető csapatot. Ez teljesen egyértelmű. Ilyen közös eszmecserékből jönnek ki az új dolgok. Nem tudom tudod-e, de **Én voltam az, egyike, a Glatz Ferenc a másik, aki kezdeményezte és létrehozta az Akadémiai Klub ot**. A modern kor tudásalapú gazdaságot épít, ahol a legfontosabb maga a tudásgenerálási folyamat. A tudásgenerálási folyamat képzési része sok paraméterű dolog, ami annál sikeresebb minél jobban elszakítják a politikától. **A tudás létrehozása azonban nem igazán egyéni, hanem egy kollektív folyamat** nem egy emberhez kötődik, hanem csoportokhoz, akik egymással beszélgetnek. Ezért nem szeretem azt a liberális véleményt, hogy mindenek felett az egyén számít, amikor létrejön a tudás. Az emberiséget a közösség tette naggyá. Nem véletlen, hogy **Anglia attól is lett nagy, hogy a klubok működtek**. Ez van Franciaországban és az USA-ban is. A klubélethez hozzá tartozik az öltözködés. Londoni Savoy szállodában adtam egy speachet, mert meghívtak. Felhívtak, hogy adjam meg a méretemet a szmoking bérlésre, de nekem természetesen volt szmokingom és mondtam, hogy viszek magamnak. **Én az Admirál klubból vettem a példát**, hogy milyen az, amikor eszmét cserélnek dolgokról. **A Mérnökakadémiának is lehetne egy ilyen klubja**.

A magyar anyagtudományi kompetencia felméréssel kapcsolatban Palkovics Miniszter Úr megbízta az NKTIH-t, aki elkészített egy profi kérdőívet. Ezt kutatócsoport vezetők az anyagtudomány területéről töltötték ki. A kérdőívet Prof. Grüner György koordinálta, aki a 70-es évek végétől az USA-ban dolgozik.

---

[42] https://erc.europa.eu/homepage

[43] https://iqse.tamu.edu/

[44] Gazdálkodási és Tudományos Társaságok Szövetsége

[45] Szervezési és Vezetési Tudományos Társaság Műszakiak Bolyai Köre

[46] Koltai Péter, Kik mentik meg a világot? Papírusz Book 2020,

[47] https://www.mernokakademia.hu/

[48] https://www.newcaets.org/

A Grüner Györgynek főnöke voltam. A KFKI Szilárdtestfizikai intézetben dolgozott. Amerikában több céget hozott létre, ahogy az ott lenni szokott, ezt egy kaliforniai barátomtól tudom.

Az NKTIH egy kompetenciafelmérés egy lazább áttekintést ad, de csak az egyetemi és a kutatóintézeti kutatócsoportokat méri fel, akik visszaküldték a kérdőívet. De arra pont nem ad választ, hogy hogyan tud fennmaradni a magyar ipar, mert itt a Kárpát medencében a szövetségi rendszer folyamatosan változik, mert egy örvényben vagyunk. Ahol most úgy néz ki, hogy a franciák vannak soron ők lesznek Európa erős állama.

„A Kárpátoktul le az Al-Dunáig

Egy bősz üvöltés, egy vad zivatar!

Szétszórt hajával, véres homlokával

Áll a viharban maga a magyar."[49]

Jaj, de szép vers. Minket ez az örvény kreatívabbá tesz, mert folyamatos alkalmazkodás az életünk. Azt mondtad arra kell építenünk, amink van. Én visszakérdezek mink van a nanotechnológiában?

Szeretném megmutatni neked az új könyvemet[50]. Ez választ ad a kérdésedre. A Steier Jóska (energetikai cége van) kezdeményezte, hogy gyűjtsem össze a korábbi előadásaimat és a kiadásra meg is szerezte a pénzt. Ő is már szintén MMA tag. Én javasoltam.

Igen ismerem találkoztunk, a Szaharát szeretné beültetni Smaragdfa alapú karbon-klíma ültetvényekkel[51], de hozzá fűződik a szén-dioxid sokrétű hasznosításának kidolgozása, a földgáz alapú műtrágya kiváltása, valamint a hidrogén alapú energiatárolás.

Húzódoztam, a végén Abert Einstein győzött meg, hogy a könyvet megírjam: „**Az ember életében elérkezik az az időpont, amikor már nem más könyvét olvassa, hanem a magáét írja meg**„ Egyenlőre a nanotechnológiai, ahol azt a közember számára is láthatóan alkalmazzák az a kozmetikai ipar. Nálunk azok a területek, amikre építkezhetünk a nanotechnológiában már több nemzeti laborban[52] is megjelentek. Eddig összesen 26 nemzeti labor[53] indult köztük a kvantum a másik a mienk a nanoplazmonikus. Jelenleg a KFKI területén számos nanotechnológai kutatás van a Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutatóintézetben[54], aminek korábban Gyulai József, majd Bársony Pista és most Pécz Béla a vezetője. Ott a Bíró László Péter foglalkozik nanocsövek és grafén kutatásokkal.

Én azt halottam, hogy pl. a BME szeretne most egy Nanotechnológiai Nemzeti Laboratóriumot indítani a Miskolci Egyetem, a Bay Zoltán Hálózat[55] és a portugál Nemzetközi Ibériai Nanotechnológiai Kutatóközpont (INL) együttműködésével. Az első kifejezetten nanotechnológiai intézet alapítása az országban a BayNano volt. Egy ideig vezettem az intézetet, de már csak a BayLogival való összevonást követően. Innen tudom, hogy az oroszok régi katonai technológiákat próbáltak volna polgárosítani és ezt várták volna el a magyar partnertől is.

Mindenütt ez történik.

Az intézetet mégis a projekt vége után megszüntették, lehet olyan technológiákat próbáltak volna polgárosítani, ami még nem jöhetett volna ki?

Ezen még nem gondolkodtam.

A BayNano legnagyobb eredménye a végén a Richter által létrehozott Doxil rákgyógyszer generikus változatának létrehozása. Ismered ezt a sztorit? A könyvedet lapozgatva megakadt a szemem egy vírusrészecskén.

---

[49] Petőfi Sándor: ÉLET VAGY HALÁL!, Erdőd, 1848. szeptember 30.

[50] Kroó Norbert, A tudomány és technológia forradalma a 21. században

[51] http://sunwo.eu/

[52] https://nkfih.gov.hu/palyazoknak/innovacios-okoszisztema/nemzeti-laboratoriumok

[53] https://nkfih.gov.hu/palyazoknak/innovacios-okoszisztema/nemzeti-laboratoriumok/laboratoriumok-bemutatasa

[54] https://www.mfa.kfki.hu/

[55] https://bayhalozat.org/

Ó, itt csupán a művészet és a tudomány kapcsolatáról van szó a nanotechnológia és a víruskép kapcsán. A Doxil sztorit nem ismerem. Viszont **a nanotechnológiákkal a napelemek hatásfokát óriási mértékben meg lehet növeln**i. Az **akkumulátoroknál is van az előbb említett szekrénybe zárásos dolog**. Kanadában sokkal jobb akkumulátort csináltak, mint a lítiumos. Gyorsabban tölthető, nagyobb a fajlagos kapacitása, de mégis néma csend van, de ez neked sokkal jobban kell tudnod.

*Nálam az **alumínium** a liebling. **Háromszor nagyobb fajlagos kapacitása van, mint a lítiumnak** és a földkéreg harmadik leggyakoribb eleme. Amikor kint voltam Ulmban a német akkukutató központban az igazgató világosan elmondta, hogy engem nem engedhet ott dolgozni, mert én mindent átlátok, itt csak olyanok dolgoznak, akik egy szegmenst látnak át és fél az autóipartól, ami mögötte ál. A félvezetőiparban a Moore törvény sem egy természettörvény.*

Pontosan ez is azaz a **Moore törvény egy programozott valóság, azaz egy piaci törvény, az árképzésnek a korrelációja néhány folyamattal**. A rendszerváltás előtt nem ismertük a piac törvényeit és még egy generáció kell, hogy ezeket a folyamatok belénk ivódjanak. Nagyon lassan mennek ezek a folyamatok.

A múltkor elmondtad, hogy elmúltál 88, de most vagy a leglelkesebb életedben. A téma okán nyilvánvaló, hogy Te is a fizika diszruptív[56] elméletein és alkalmazásain dolgozol. Mesélnél erről a nanotechnológián alapoló az energiatermelést forradalmasító felfedezéscsoportról?

A **kvantum hatásoknak a nanotechnológiában** van nagy jelentőségük, **de** publikáltam olyan cikket, ahol **mezoszkópikus és makroszkópikus rendszerek** is bírnak kvantum tulajdonságokkal, például a plazmonok. Pedig egy ilyen felületi **plazmon mintegy 10^{12}-en elektron kollektív mozgása**, mégis találtam kvantumtulajdonságokat. Már a társadalomtudományban is vannak olyan cikkek, hogy kvantum társadalomtudomány, de az agyműködés is kvantumtulajdonságokkal írható le. A Szentágotai János is mondta, hogy az agyműködés elektronok mozgásával kapcsolatos. Az elektronok kvantumrendszerek és ott is bejön a kvantummechanika. Döntés esetén, ha két dolog között kell dönteni, azaz van két állapot, a mérés az, ami ezt eggyé hozza össze a kvantummechanikában. Amikor eldöntöd vagy jót vagy rosszat döntesz. Schrödinger ezt a macskával hozta össze. Dobozban lévő macskáról nem lehet eldönteni halott vagy élő, ha kinyitod a dobozt, ez a mérés. A **kvantummechanikának** van **néhány alapvető tulajdonsága**, **az egyik** a ***részecske hullám kettősség.*** Ráadásul ezt már Wigner is mondta, hogy egy adott dolog részecske vagy hullám, egyszerre mindkettő nem lehet, az tőled függ, hogy melyik tulajdonság jelenjék meg. Ha jön egy sugárzás és egy rácsot (rést) teszel az útjába akkor a fény úgy viselkedik, mint egy hullám, ha fotokatódot akkor részecske tehát Te döntötted el a méréssel minek látod. Ugyan ez van a biológiában is. A **másik** alapvető kvantummechanikai tulajdonság az ***összefonódás***. Ha itt *van egy elektronspin és a világegyetem végén van egy másik* azok össze vannak fonódva, *ha az egyiket átfordítom, akkor automatikusan azonnal átfordul a másik is*. Ugye ez a fénysebesség korlátnak ellent mond. E mögött pedig az van, hogy a kvantummechanikában az alapérték nem az idő és a tér, hanem ez az összefonódás. Amikor pedig ez az összefonódás szétbomlik, akkor megjelenik az idő és a tér. Amíg össze vannak fonódva a részecskék, addig azok nem tudják, hogy össze vannak fonódva egymástól, nincs is tér és nincs egyidejűség, mert nincs idő.

Ha elképzeljük a 3D teret és az időt, egy 4D térnek akkor kapunk egy darab statikus teret, ez egy világkép.

Igen ez egy természetkép, mert **a természeten túli rész is hozzátartozik a világképhez** és ez ebben nincs benne.

Ha ehhez a statikus 4 dimenzióhoz kapcsolok egy új idődimenziót, akkor elképzelhető, hogy ebben a 5. dimenzióban megváltoztathatom a 4D objektumoknak a történését.

Én az **5. dimenzióról, mint idő nem gondolkodtam, de mint tér igen**. Ha van egy 2D-s tered, amiben a 3. dimenzió az idő. Abban az 1D egy vonal. Egy 2D térben átlépni az egyik oldalról a másikra olyan, mint átlépni egy vonalon. A 3D-ban az egy falnak felel meg. Ezt sok mindent érdekessé tesz. Ha feljebb mész akkor ugyanezt vissza lehet transzformálni.

*Ha bevezetünk egy újabb térdimenziót akkor egy 3D objektumon kell átlépni, hogy az egyik térből a másikba jussunk ez maga a térugrás. Ezt tudjuk ugye az kvantummechanika összefonódás elméletével is összekapcsolni. De volt még ma egy másik gondolatom. Barátaimmal beszélgettünk és nekem az volt a hipotézisem, hogy **az elektron***

[56] Az üzletelméletben a diszruptív innováció olyan innováció, amely új piacot és értékhálózatot hoz létre, vagy egy meglévő piac aljára lép be, és végül kiszorítja a bevett piacvezető cégeket, termékeket és szövetségeket.

***egyszerre létezik a múltban és a jövőben, van egy időkiterjedtsége**, de egy bizonytalansági faktorral. Tehát nem egy pillanatban létezik.*

Igen ez a **Heisenberg féle határozatlansági reláció**. A fénysebességnél pedig a múlt, jelen, jövő „összeolvadnak", ugyanaz.

*Ha az elektront egy kétdimenziós térben ábrázoljuk, akkor az időbeli kiterjedése egy vonal lesz. A természetfeletti dolgokhoz kapcsolódva a CAETS 2022[57] konferencián volt egy előadás[58] az agy működésének vizsgálatáról. Az agyagban elektronok viszik az információt. a modern kutatások, szerint azonban az **agyi területek között** különböző más jellegű adattovábbítás is történik. Azt állították, hogy egy funkcionális 11,7 T MRI-vel kimérték (7 T-nál semmi nem történik), hogy **a jel 2ms-al előbb érkezett, mint elindult**. A kísérlet felveti azt a kérdést, hogy ki az, aki gondolkodik az agyunkban. A mért jelenségek értelmezésére Einstein relativitáselméletét használták.*

Erről az jut eszembe, - nem tudom Te emlékszel-e rá -, hogy a neutrínónál gyorsabb sebességet mértek, a CERN és Olaszország közötti kísérletben, mint a fénysebesség. Erre én azt mondtam, hogy kábel. A neutrínónak nagyon gyenge a kölcsönhatása, gyakorlatilag zavartalanul közlekedik. A CERN-ben előállított neutrínókat elküldték Rómában, ahol van egy nagyon érzékeny detektor egy föld alatti laboratóriumban. A végén nekem lett igazam. **Nem jó kábelkorrekciót vettek figyelembe ezért mértek nagyobb sebességet**, mint a fénysebesség a neutrínók esetében.

Az MRI esetében lehet, hogy ez a mérési eredmény csupán egy hype, egy jó üzleti fogás. De hát hasonló fogásokkal él a modern narratív közgazdaságtan[59] is.

A **tudományos eredményeket akkor lehet elismerni,** ha megismételhetők, azaz **sikeresen megismételték mások is**. Ezért **fontos a diszkusszió és a tudomány minőségbiztosítási rendszere**. Mi úgy kezdtük el a fúziós dolgot, hogy én a fúzióhoz nem értek. Egy fúziós kollégával beszélgettem Csernai Lászlóval, aki egyébként magyar, a KFKI-ból került ki Bergenbe most már nyugdíjas, ott volt professzor. Mondtam neki, hogy Te Laci, ha különböző technológiákat ötvöznek, akkor abból mindig valami új jön ki. Miért nem próbáljátok a nanotechnológiákat beépíteni a fúziós dolgokba. Erre megkérdezte, hogy az mi. Ekkor elmagyaráztam neki és mondtam, hogy **plazmonok esetén nincs diffrakciós korlát**. **Nagyon kis térfogatokba össze lehet nagy energiákat hozni**. Úgy hívják, hogy **hot spot**. A hot spotokban elérhető ezerszer, tízezerszer olyan energiasűrűség, mint maga a lézer, amivel a sugárzást előállítottuk, és ezekkel nagyon vad dolgokat lehet csinálni. Ráadásul ezek a plazmonok néhány 10 femtoszekundumig élnek. Tehát azok a problémák, amik ezeknél a lassú folyamatoknál vannak, ezek az instabilitási problémák, nem léteznek. Mondtam miért nem próbáljuk meg ezt? Elkezdtünk róla gondolkodni majd beadtunk egy szabadalmi bejelentést[60]. Így indult ez a program. Semmi másról nem volt szó minthogy egy modellanyagba, amiben van hidrogén, beleteszünk arany nanorészecskéket és nézzük, hogy milyen különbség van az arany nanorészecskékkel szennyezett és nélküli modellminta között. Kiderült, hogy a kis 30mJ-os impulzusú lézerünkkel[61] hidrogént átalakítottuk deutériummá. Lézerimpulzussal besugározva az anyagban keletkezik egy krátér és a maximum, amit elértünk 3,5x akkora kráter a nanorészecskéket tartalmazó anyagban, mint az anélküliben. Ez azt jelenti, hogy **minimum 2.5x annyi energiát kreáltunk, mint, amit bevittünk**.

Hogyan kezeli a környezeted ezt a hihetetlen diszruptív és forradalmi ügyet? Megragadható, de vajon megragadják-e? A tudományos támogatás mellett, mennyire van meg a technológizálási lehetőség?

---

[57] https://caets2022.org/

[58] Science without instruments is the ruin of the soul: the MRI example Denis LE BIHAN, Fellow of the French Académie des Sciences, of the National Academy of Technologies of France, of the National Academy of Medicine, Director of Neurospin CEA, Saclay, Denis Le Bihan (born July 30, 1957) is a medical doctor, physicist, member of the Institut de France (French Academy of sciences),[1] member of the French Academy of Technologies and director since 2007 of NeuroSpin, an institution of the Atomic Energy and Alternative Energy Commission (CEA) in Saclay, dedicated to the study of the brain by magnetic resonance imaging (MRI) with a very high magnetic field.

[59] Shiller Robert J., Narratív közgazdaságtan, Hogyan hatnak a vírus módjára terjedő történetek a gazdaságra? HVG könyvek 2020

[60] Kroó Norbert, Csernai László, Papp István, Eljás lézer fúzió begyújtására, magyar szabadalmi bejelenés P1700278 ügyszám, bejelentés napja: 2017.06.23.

[61] A lézerfúzióhoz $10^{16}/cm^2$ energiájú picosekundumos lézerimpulzus kell. A Neumann Egyetemen van egy femtosekundumos lézer, ami 2x10../cm2-es impulzusokra képes.

Mikor indultunk, akkor a Süli János miniszter urat és a Kovács Pál államtitkár urat, azaz a PAKSII. -söket, meggyőztem arról, hogyha ez sikerül és mondjuk, **ha a PAKS I.-et le kell állítani oda kell rakni egy hőtermelőt fúzióval nem pedig hasadással** és az infrastruktúra összes eleme használható, de én azon is gondolkozom, hogy hogy lehetne direktbe villamos energiát termelni a fúzióval.

Biztos vagyok benne, hogy maga a technológia méretnagyítható.

Ez a technológia skálázható, ráadásul skálázható lefelé is, én azt is el tudom távlatilag képzelni, hogy mindegyik kerületben egy-egy ház pincéjében van egy ilyen kisebb erőmű.

Van-e segítséged a technologizálásban?

Van két mérnök PAKS II.-ből, de még nem vettek részt benne.

Én, amikor nekem először beszéltél a témáról, nagyon izgalomba jöttem és örömmel segítenék az ügy sikerre vitelében. Hogyan viszitek előre a szellemi tulajdonvédelmet?

Két bejelentésünk van egyik magáról az elvről, a másik a deutérium gyártásáról magáról a transzmutációról.

Nemzetközi vonalon elindult?

Nem.

Nincs hozzá elég pénz?

Még az is lehet.

Nem is biztos, hogy akarod?

Nézd az elsőt lepublikáltuk. Azt most már nem lehet, nemzetközi védelem alá venni. Ha lesz egy olyan dolog mert, jön még néhány akkor jelentkezem.

Nemcsak a hasznosíthatóság, hanem a technologizálhatóság, a méretnagyíthatóság engem kiváltképp érdekel.

Potenciálisan, mit lehetne csinálni, arról a paksi mérnökökkel beszéltünk, de még nem jutottunk semmire.

Magyarországon a diszruptív technológiáknak…

Miért hívod diszruptívnak az pont azt jelenti, hogy széttörni.

Igen, de pont nem a technológiára értik, hanem a technológia hatására a piaci viszonyokra, mert piactorzító a kialakult piaci status quo-ra bomlasztó hatással van és megváltoztatja a kialakult piaci monopóliumokat, oligopóliumokat.

Egyébként nemrég tartottam Egerbe egy előadást az Egri Egyetemen. Az ugye katolikus? Illetve a nanoról a Veszprémi Egyetemen. Mindkettőt a Gazdálkodási és Tudományos Társaságok Szövetsége (GTTSZ)[62] szervezte. A digitalizáció korában a technológiai hatásokról tartott előadásom[63] tudomány növekvő szerepéről szólt, hiszen a gazdaság igényli az egyre gyorsabban fejlődő tudomány eredményeit. **A hatékonyabb kommunikáció az új ötletek mellett azonban passzívabbá válik a társadalom és központilag ellenőrzött az információcsere.** Minden információhoz hozzájutunk pillanatok alatt az interneten - persze ennek van egy másik oldala is - erről is beszélni kell, ez veszélyeket is jelent. Minden koszhoz, szeméthez is hozzájutunk és **meg kell tanítani az embereknek, hogy hogyan tudjanak jó és rossz között különbségeket tenni**. Gondolom, hogy ez el fog majd jönni és jó, ha erről a fiatalok hallanak. **Az emberiség még sosem élt olyan jól, mint most az Ipar 4.0.-nak köszönhető eredmények**

[62] https://gttsz.hu/letoltesek/eloadas-felvetelek-prezentaciok/

[63] https://www.youtube.com/watch?v=fVCDcwh6r6s&t=2s

korában. Ugyanakkor a felszabaduló idővel sokan még nem tudnak mit kezdeni. Problémát okoz, hogy a fejlődést rossz célra is fel lehet használni, ezért az emberek részéről bölcsességre van szükség. A kvantum számítógépek, amelyek új sebességet adhatnak a fejlődésnek, ugyancsak veszélyesek lehetnek, ha rossz kezekbe kerülnek. Legalább jó az, hogy informáltan tudunk tevékenykedni, mindent gyorsan el tudunk érni. Ez a gyártási folyamatokban azt jelenti, hogy a nehéz testi munkák könnyebbé válnak, a munkahelyek magasabb fizetésű munkahelyekké alakulnak át, alacsony fizetésűek egyre több szűnik meg, magasabb fizetésű egyre több születik, tehát van nagyon sok pozitív dolog. Mindehhez persze bölcs vezetés is szükséges, mely jó utat választ. Már a mérések is megváltoztathatják az emberek véleményét. A tudomány az élet minden területére hat, ezért a **tudomány szerepe és jelentősége még sosem volt akkora, mint ma**.

*Erről az jutott eszembe, hogy Heisenberg azt mondja a Rész és az Egész című könyvében: „Hinni ugyanis nem annyit tesz, mint magától értetődőnek venni, inkább az elfogadott értékekbe vetett bizalmat jelenti. Ezért **a társadalom** valóban **veszélybe kerül, ha frissen szerzett tudása megsemmisüléssel fenyegeti az ősi szellemi formákat**". A digitális valósággal kapcsolatban már elérték azt, hogy az ember digitális ikerjét készítik el, ahol tesztelik a műtétet és kipróbálják a gyógyszerhatóanyagokat. Nálam a digitalizáciuónak az az óriási előnye, hogy a cégeknél minden elérhető és bekerül a digitalizáció Ilyen például az esetemben az, hogy a kanadai cég, ahol a Chief Technological Advisor vagyok be van kamerázva és az otthoni számítógépem segítségével **Magyarországról vezérelve Kanadában on-line tudok gyártani**. Node térjünk vissza a nanonetchnológiához. A plazmonikai eredményre helyezném a hangsúlyt, ami a mostani energiakrízisre adhatna megoldást. A technologizálásra kellene helyezni a hangsúlyt és olyan piaci szegmenst kellene találni, ahol szabadon lehet előre haladni. Nemrég hallottam egy előadást Versaillebe az ITER kutatásfejlesztési vezetőjétől. Szerinted jó irányba megyünk a fúzió jelenlegi ITER típusú technologizálásával? **Kinek lesz meg előbb ez a fúziós energiaforrás?***

Az ITER-nél nagyon elhúzzák az időt és talán nem is fog működni, mint energiatermelő reaktor. Megmondom, hogy miért. Először is a DT reakcióban nagyenergiájú neutronok keletkeznek, amelyek szétroncsolhatják a falat. A másik, hogy ehhez trícium kell, ami nincs a természetben, ahhoz, hogy olyan paramétereket adjon, amiket terveznek ehhez évi 260 kg tríciumra lenne szükség. Jelenleg évi 30 kg-ot gyártanak a világon, az előrejelzés az, hogy ez egy évtizeden belül 10 kg/évre csökken. Ráadásul a trícium kell a hidrogénbombához is. Mivel a trícium felezési ideje 12 év a hidrogénbombákat időnként fel kell frissíteni. **Van olyan cikk is az interneten, hogy a nukleáris fúzió legjobb ellenpropagandája az ITER**. Ugyanakkor Európában minden szakmai testületben ők ülnek, mi hiába pályáznánk úgyse kapnánk semmit. Bezzeg a kínaiak ezt is fogják csinálni szerintem. **Kínában van olyan lézerfúziós intézet, ahol 1000 ember dolgozik és 1 milliárd dollár a költségvetése**.

Magyarország lehetne kísérleti üzem.

Szerintem is.

*Valahogy mozogni kell a három nagy birodalom között, de az energiaügy és a trícium elpuskázása lehet egy katonapolitikai kérdés is. Van elég gáz a világban és ha megfelelő kézbe kerül újra lehet meleg szobánk télen, addig, amíg a fúziós energiatermelést technologizálja az emberiség. Sok olyan dolog van, ami nem engedi a technológiák elterjedését, de majd Kína úgyis megteszi, de előbb megszerzi az elsőbbséget. Nem tudom azonban, **hogy a kínai ember mennyire kreatív**?*

Te én 3 évig voltam tanácsadója a kínai kormánynak, kicsit beleláttam. Csak egy példa a kreativitásukra. Általában konferenciára hívtak meg, mondták mindent állnak, de sajnos nem tudják fizetni a repülőjegyemet. Megvettem a repülőjegyet és elutaztam **Hszian**ba a régi fővárosba. Megtartotta az előadásomat utána odajött a konferencia elnöke és azt mondta na ez egy fantasztikus előadás volt. Megengedné, hogy egy tiszteletdíjjal viszonozzuk ezt. Behívott az irodájába és átadott egy borítékot, amibe nem fillérre, de kerekítve akkora összeg volt, mint amennyibe a repülőjegy került.

Valamilyen kreativitásuk van.

Ugyanakkor **dobozokban is gondolkodnak**. Van egy ismerősöm, akit a Yaleen (USA egyetem) ismertem meg. Kínai. Amikor **Sencsen**ben, HongKong mellett gazdasági övezet, először ott voltam 1988-ban akkor 700 ezer lakosa volt, de 10 évvel korábban még egy 10 ezer lakosú kis halászfalucska volt. Mikor utoljára 6-8 éve ott voltam, akkor 17 mill volt már a lakosa. Meghívott a főpolgármester helyettes, aki az innovációért volt felelős egy elegáns

étterembe, a tolmácsom egy újgúr fiú volt, aki beszélt magyarul is. A különterem bejáratánál várt a főpolgármester helyettes és gyönyörű angolsággal üdvözölt, hogy milyen boldog, hogy személyesen is találkozunk, tudom, hogy Önnek gyönyörű ötletei vannak nekünk van pénzünk, dolgozzunk együtt. Az ebédnél bementünk a terembe, csodálatos ebéd, de mindent kínaiul mondott és az újgúr legény fordított.

Én mintegy hétszer jártam Kínába. Tudást próbáltak kapni, amit én szűken mértem. A kínai rendszernek van egy gátja talán belső korrupciónak hívhatnám. Egy iparágat úgy építenek fel, hogy központi vezetés a kialakuló külföldről lemásolt új technológiájú iparvállalatokat tartományonként versenyezteti egymással. Illetve a külföldi multinacionális vállalatok a kínai gyártás miatt bizonyos dolgokat meg is tanítanak nekik. Egy pekingi konferencián ebédeltem a GM Sanghaiból emigrált, Amerikában élő kínai anyagfejlesztési igazgatójával, aki elmondta, hogy mivel a németek nem akarták megtanítani a kínaiakat autót tervezni ő elintézte, hogy a GM ezt megtegye, mert ezzel nagyobb piacot kapott a GM Kínában. Viszont ezzel az innovációra is megtanították a kínaiakat egy volt kínai segítségével. A kapzsiság visszaütött, mert volt egy külföldön élő hazafi. ***Két Kína létezik egy kommunista és egy kapitalista*** *Kína és talán az emberek szerint is szét lehet választani, hogy ki az egyikhez, és ki a másikhoz tartozik, viszont ezen* ***kettősség miatt nagyon sok projekt is félresiklik****.*

Csingtaoban voltál? Ez a volt német gyarmatrész.

Nem, de Tsingtao sört sokat ittam. Szinte csak ezt lehet kapni Kínában. Ez olyan, mint Indiában a Kingfisher.

Csingtaoban egy Kempinski szállodában laktam. Egy kormányzói lakosztályban, minden reggel friss gyümölcs és friss virág az asztalon. Az ottani egyetem rektora meghívott vacsorára egy elegáns étterembe. Én voltam az egyetlen nem kínai, kerek asztal, voltak olyanok, akik kínaiak, de külföldön dolgoztak. Bemutatta ki ül az asztalnál dékánok, rektor helyettes. **Amikor a velem szemben ülőhöz elérkezett, csak ennyit mondott, ő az egyetem párttitkára, de nem sok vizet zavar**.

Nagyon sokat isznak a pártitkárok.

Igen, de mások is. 70%-os alkoholt szolgáltak fel a vacsorához. A kínaiak nem isznak olyan sokat, de ez a kicsi is könnyen megárt nekik.

A kommunista Kínával nem lehet üzletelni, a kapitalista Kínával lehet, de vigyázni kell, nehogy kilopják a szemünket.

Voltam Pekingben egy konferencián nem magyarként, hanem EU-sként. A konferencia épületében a Tienanmen téren a miniszterelnök is beszélt és az Akadémia elnöke, aki miniszterelnök helyettes ott. Jó volt a konferencia, de ott is elhangzott a copy nation. Volt egy banket egy óriási csarnokban ott a parlament épületében. Önkiszolgáló, de volt egy protokoll asztal. Talán 20-an lehettünk a protokoll asztalnál és velem szemben ült a legnagyobb kínai vállalt vezérigazgatója, aki 18 évig élt Amerikában, majd hazahívták. A cégnek másfél millió alkalmazottja van. Kérdeztem őt, hogy nem zavarja, hogy a rés a gazdagok és a szegények között egyre nagyobb? Nem, mondja mert a kínai ember olyan, ha háromszor normálisan tud étkezni és ha van egy ágya ahová lefekhet boldog. Egy évvel később Brüsszelben egy kínai kutatóintézet igazgatójával beszéltem egy zsűriben. Mondtam neki, hogy Én attól félek, hogy korrupció van Kínában és a gazdagok és a szegények közötti különbség túl nagy. Ő erre azt válaszolta, hogy az új kormány pont ezek megszüntetését tűzte a zászlajára, hogy csökkentse a gazdagok és a szegények közötti különbséget és minimalizálja a korrupciót. Emlékszem, ekkor volt az, hogy az egyik tartománynak pártitkárát kivégezték korrupció miatt.

Kínában tőkés érdekek vannak bennt. Ha nem lehet annyit kivenni Kínából, mint korábban úgy, hogy az életszínvonalat fenn tudják tartani, akkor a szegényektől fogják elvenni, tehát nőni fog a különbség. Mivel Kínában megpróbálnak ez ellen hatni, a világ úgy reagál, hogy megpróbál leszokni Kínáról. Ezt szerintem nehéz lesz megvalósítani, és a terv szerint Indiával helyettesíteni. India befolyása növekszik pl. elkezdi befolyásolni a briteket lásd új miniszterelnök, és az indiai cégek pl. az alumínium iparban teret nyernek az USA-ban is. Kínát copy nationnek nevezni elavult sztereotípia. 1780-ben, a tipikus művelt kínai ember azt gondolhatta volna, hogy az európaiak teljesen képtelenek bármi valódit építeni, és minden, ami Európában van, olcsó utánzata a Kínainak gondoljunk csak a porcelánra. Minden, ami Kínában történik ma az új technológiák területén az AI, a blokklánc, a

robotok, a zöld energia és a drónok. Olyan gyártási technológiával állítják elő, amely fényévekkel megelőzi a nyugatit.

Szerintem a jövő Kínáé. Mégpedig azért, mert ennek pszichológia alapjai vannak. Mi latin betűvel írunk, ami az analízissel korrelál, a kínaiak ákombákom szimbólumokkal, ami a szintézissel korrelál. Az analízist a számítógép átveszi a szintézist nem. Nyelvészek ezzel nem értenek egyet, de én így gondolom.

A mesterséges intelligencia sem veheti át a szintézist?

A szintetikus mesterséges intelligencia szerintem igen. De a mesterséges intelligencia sose fog az ember fölé nőni.

Miért nem?

Egyszerű vallási hátteret, mondok, az embert teremtette Isten képére és hasonlatosságára a számítógépet nem.

Én ugyanazt mondom, hogy a számítógépbe nem megy bele a lélek.

Na, hát ez ugyanaz.

Nekem van egy gondolatom a lélek definíciójára. Elektromágneses hullámok neurális hálózata, ami fénysebességgel képes utazni.

A neurális hálózatot azt most is csinálják, és ez a gépi tanulásnak az alapja.

Igen, de a kérdés az, hogy elektromágneses hullámoknak neurális hálózata lehet-e? Mit gondolsz erről?

Ezt a vallásosok szentléleknek hívják.

Igen, és ez az elektromágneses rezgések kölcsönhatása, hogy ebből neurális hálózat létrejöhessen ez egy olyan fizikai kérdés, amit meg kellene nézni, hogy lehet-e.

Ha ez az anyagi világon túlmutató, akkor ezt anyagi eszközökkel nem lehet megvizsgálni.

Ha jó értelmeztem a hangsúly az anyagi eszközökön van nem pedig a megvizsgálás lehetetlenségén. Az anyagiparra visszatérve, hogyan és milyen tematikával lehetne elindulni, ebben a bonyolult geopolitikai, geofúziós mezőben, hogy mi magyarok ügyesen mozoghassunk?

Ha valamikor ezt a kérdést lehetetlen megválaszolni az most. Egyrészt megőrült a társadalom. Nyilvánvalóan destabilizálni akarnak. Ilyenkor körülmények között mire tesz az ember. Azt hiszem, hogy **csak magunkra tudunk számítani**. **Olyanra kell prioritást adni, amiben már nekünk van valamink, amire építeni tudunk**. De lehet, hogy ez csak a kutató naivitása.

„Csak akkor születtek nagy dolgok,

Ha bátrak voltak, akik mertek

S ha százszor tudtak bátrak lenni,

Százszor bátrak és viharvertek.”[64]

Ha készen vagy ezzel a tanulmánnyal beszélgessünk erről. Van egy műsorom az Kossuth Rádióban az Estében a Házigazda Vendég. Ha készen vagy ezzel a tanulmánnyal, és a tartalma olyan, hogy azt nyilvánosságra lehet hozni, akkor meghívnálak egy beszélgetésre.

---

[64] Ady Endre: A Tűz csiholója

4.2.7. Prof. Dr. Viskolcz Béla – szellemi műhely teremtés a Miskolci Egyetemen

Életrajz

Viskolcz Béla (1967) magyar vegyész, egyetemi tanár, a kémia tudományok kandidátusa. Vegyész oklevelet a JATE vegyész szakán 1991-ben szerezte meg. MTA akadémiai ösztöndíjasaként kezdte tudományos pályáját, majd a németországi Halle-Wittenbergi Martin Luther Egyetemen doktorált. 1998-ban kapta meg a kémia tudományok kandidátusi fokozatát, majd Humboldt ösztöndíjasként folytatta elméleti gázkinetikai kutatásait. Kezdetekben a magas hőmérsékletű kémiai reakciók reakciómechanizmusának felderítésével és reakciósebességi állandószámításokkal foglalkozott, majd kutatási tevékenysége fokozatosan fordult az légkör és biokémiai jelentőségű reakciók (alacsonyhőmérsékletű oxidáció) mechanizmusvizsgálata irányába. Vizsgálta a különböző konformerek entrópia és információtartalmát is, különös tekintettel az oligopeptidekre. Ehhez a vendégprofesszorként Szegeden alkotó Csizmadia Imrével közösen prosperáló számításos kémiai műhelyt hozott létre az SZTE Kémia és Kémiai Informatika Tanszékén. A Szegedi Tudományegyetemen a Kémia Doktori Iskola Elméleti Kémiai Alprogramjának egyik alapítója. 2015 óta már a Miskolci Egyetemen, a poliuretánok és az azokat felépítő izocianátok kémiai viselkedését előállítási módját kutatja anyagtudományi és elméleti kémiai módszerek segítségével. Vendégprofesszori meghívásnak tett eleget Németországban (Universität Karlsruhe) és Franciaországban (University of Lille). Több nemzetközi nyári egyetem meghívott előadója, 2012-2019 között rendszeresen rendezett nyári iskolákat Magyarországon (Szegeden és Miskolcon), amelyre a Torontói Egyetem BSc képzésről érkeztek hallgatók. Alapító tagja és kurátora a „Meleg István Alapítvány a Kémia Oktatásáért" közhasznú szervezetnek, aminek keretében egyik szervezője az Irinyi János Országos Középiskolai Kémia Versenynek.

Riport

Kérdező: Dr. Babcsán Norbert

A Magyar Mérnökakadémiának van egy projektje, a Magyar Anyaipari Platform. Szerinted, mit lehetne tenni a magyar anyagiparért? Létezik-e magyar ipar, magyar anyagipar, Magyarországon lévő anyaggyártás?

Az a kérdés, hogy a vegyi anyag anyagnak számít?

Abszolút. Eddig Bárczy Pállal, Bartha Lászlóval, Giflo Henrikkel beszélgettem, olyan emberekkel, akik innoválnak az anyag területén.

Tetszik a csapat, egyszer elmehetnénk együtt is bizonyos partnerekhez. Pl. múlt héten voltam a Wellisnél, holnap megyek Szirmára stb. Az egyik vegyértékünk az a poliuretán, ezen a vonalon elég sok ipari partnerrel kell összeszűrni a levet. Alapvetően bármire képesek vagyunk. Minden olyan vizsgálatra, fejlesztésre alkalmas a laborunk, amit poliuretán ipar igényelhet. Azt tudom mondani, hogy ebben unikálisak vagyunk, jobbak, mint bármelyik egyetem, teljes egészében technológiáig tudunk fejleszteni bármit. Most már megkeresnek minket olyannal, hogy pl. fejlesztünk széket, illetve székbe műanyagot, poliuretánból, de a szerszámot a gépészek fejlesztik hozzá, tehát egy viszonylag komolyabb hozzáadott értéket tudunk létrehozni.

A tanulmányban három blokk kap helyet, a kitörési pontok: polimer, fém és nano.

Kettő blokkban tudnánk részt venni, az egyik a polimer, mennénk a fémben is, de mi nano fémekkel foglalkozunk, palládium, platina. Elviekben fémvisszanyerésre próbálunk ráállni, egy Ph.D. hallgatónk algákkal fog fémet visszanyerni.

Koska Péter jó barátom.

Pont ő az a Ph.D. hallgató.

Drezdában voltam egy konferencián, a téma a cellás anyagok voltak, ide tartoznak a habok. Rengeteg műanyag habos előadás volt, többek között ott volt egy nápolyi professzor, akivel jóba lettem, megcsinálta a mikro celluláris poliuretánt.

Én elsősorban most olyan kapcsolatot keresek itthon, ahol azt az innovációs képességet, amivel úgy gondolom, hogy rendelkezünk, van 8-10 Ph.D. hallgatóm és mindenféle berendezésünk is megvan, elfogadják. Pl. egy török céggel azon dolgozunk, hogy narancsléből hogyan fogok készíteni termoplasztikus poliuretán (TPU) kesztyűt. 30%-ot szeretnének beletenni narancslé hulladékból. Ha egy török céggel meg tudok csinálni egy uniós projektet, akkor valószínűleg menni fog magyar céggel is. A törökökkel nagyon nehéz együtt dolgozni, nagy erőfeszítésbe kerül.

Akkor el is érkeztünk az első kérdéshez, kikkel innováljunk? Itt éreztem egy kis repozicionálást és ez jó, ugyanis a kérdéseim között fel volt írva egy olyan, hogy „Aki dolgozik, nem ér rá pénzt keresni".

Az nem ér rá fejleszteni. A legtöbb cégnél az van, hogy termelnek, akár még innoválnak is, bár általában az innovációs folyamatokra sokkal kevesebb energiájuk marad. Itt főleg KKV-ról, illetve középvállalatról beszélek, de inkább KKV-król.

Neked most a KKV a target?

Mindegy. A Borsodchem-től kezdve, most pl. a MOL Poliol, bárki. Ez a két nagy termelő vállalat azért jó kitörési pont, mert Magyarországon ez hatalmas mennyiségű alapanyag gyártás. Ezt eladhatják mindet külföldre, de alapvetően minél magasabb feldolgozási szintre kerül egy termék, annál jobb költséggel tud valaki szállítani.

Nevezhetjük műanyagiparnak? Milyennek mondható az egyetem innovációs képességei és az ipar fejlesztési aktivitása? A műanyagipar az anyagipar része.

Három irányba megyünk. Az egyik a műanyagipar, ezen belül az új, innovatív műanyagipar és a másik, ami fontosabb, a szelektív degradáció. Ennek a fejlesztésével foglalkozunk.

Azért fontos ez, mert ti összekapcsoljátok az anyagtudományt a biotechnológiával.

Így van. És akkor jön az utolsó rész, a biotechnológia, ahol tulajdonképpen új anyagokat kívánunk termeltetni élőlényekkel. Előbb-utóbb ebből is lesz majd eredmény, de doktorandusz nélkül nincs eredmény. A műanyagiparnál a legfontosabb kérdés az az, hogy hogyan tudjuk megoldani a hulladék feldolgozását. Itt nem a tiszta műanyag hulladék feldolgozásáról beszélünk, hanem mint pl. a poliuretánnál, ami fel van hordva egy falra szigetelőként vagy autóalkatrészben társítva van fém alkatrészekkel. Itt az a probléma, hogy nem lehet ezeket leőrölni, se szétválasztani, fizikai módszerekkel teljesen tehetetlenek vagyunk ezeknél az összetett kompozitoknál. Innentől jön az, hogy a biológiai megoldás lehetne egy komoly segítség abban, hogy hogyan lehet ezeket az anyagokat feldolgozni.

Milyen anyag innovációk kapcsolódnak a tevékenységedhez eddig?

Elviekben új anyagok fejlesztésére, haváriákhoz kapcsolódó gyógyászati anyagok fejlesztésére van egy 1 Mrd forintos projektünk.

Milyen havária lehet itt?

Egy atomerőműben, képződik radioaktív jód és stroncium, jelenleg fejlesztünk olyan komplexeket, ami a vérben lévő stronciumot mutatja ki. Ezek most egér kísérletek formájában folynak. Az egér kísérleteket Pesten végzik, ebből kapjuk a vért, a csontmintát és a székletet és ebből mérjük a stroncium expozíciót. Ezen kívül fejlesztünk különböző nano részecskéket, kompozit katalizátorokat és mágneses részecskéket is. Van klasszikus katalizátor fejlesztés nano szerkezetekkel. A mágneses részecskéknek van egy nagyon sokirányú fejlesztése, az egyik irány a komplett biológiai eljáráson alapuló műanyag elválasztás. Erre is van egy projektünk. COVID-tesztet készítünk, ami centrifuga nélkül működik. Ennek eredményeképpen mi úgy gondoljuk, hogy a mágneses nano részecskéket felületmódosításra alkalmassá tudtuk tenni. Fehérjék, cukrok, örökítőanyag szelektív megkötésére, szelektív elválasztása biotechnológiával. Ez egy elég ambiciózus cél. Cukrokra biztos, hogy működik és az is biztos, hogy DNS-re és RNS-re is működik. Tehát tudjuk úgy módosítani a mágneses nano részecskéket, hogy bekeverjük, hozzáadjuk a biológiai mintához, hozzáadunk egy mágnest, szeparáljuk a mintától a mágnes segítségével, majd lemossuk a nano részecskéről egy oldószerrel a másik anyagot és ott lesz tisztán, sőt, sőt szinte veszteség nélkül tudjuk így szétválasztani az anyagokat. Van egy projekt, ami a FIEK-ben fut, műszeres diagnosztikával nem rendelkező betegségek vérmintából történő azonosítása történik, mint pl. Alzheimer kór. Ezekről cikkeink vannak

és jelen pillanatban kis mintáink. Elvileg vérmintából cukrok segítségével tudjuk azonosítani, hogy milyen betegségei vannak valakinek. Pl. agydaganatnál – anélkül, hogy bármiféle agyi mintát kellett volna vennünk – vérből meg tudtuk különböztetni a jóindulatú és rosszindulatú agydaganatot. Azért fontos ez, mert ez csupán egy kétórás vizsgálat összesen.

Egy igazi szellemi műhely van körülötted.

Minden projektre vannak kiváló kollégák. Minden területre, a biológiára, nano részecskére van 1-2 jó képességű fiatal. Jó csapatunk van, 50-en vagyunk egyébként. Fejlesztünk fluoreszcens festékeket, olyan fluoreszcens festéket, amellyel élő szervezetben is tudunk dolgozni, a Femtonics céggel kooperálunk.

Ők a mikroszkóp gyártók?

Igen, van egy külön tanszékünk, amit velük alapítottunk. Az a fajta anyagfejlesztés van a tanszéken, ami kifejezetten az ő technológiájukba vihető be, így ott kifejezetten alkalmazott tudománnyal foglalkozunk. Elég nehéz kihívás, mert egyszerre nem szabad toxikusnak lenni, viszont elvárják azt, hogy infravörös lézerrel, nagy intenzitással, akár több fotonos gerjesztésnek alávethető legyen. A fluoreszcens anyagok nagy része egyébként alkalmas erre. Nagyon sok ember foglalkozik a témával a csapatunkban.

Viszonylag új fogalom az anyagfejlesztés. A miskolci Bay Zoltán Intézetben ez volt az osztályom neve. Össze is állítottam egy tárgyat, amit tanítottam is a Miskolci Egyetemen.

A tematikát küldd majd át, mert jelen pillanatban szisztematikusan rakunk össze szabadon választott kurzusokat vegyészmérnök hallgatóknak, most összeraktunk egy olyat, amiben megtanulnak Pytonban programozni, megtanulnak saját mérőkört tervezni, saját komputert szerkeszteni adatgyűjtésre, adatfeldolgozásra, ez öt vagy hat egymásra épülő kurzusból áll, ebben van olyan is, ami arról szól, hogy hogyan kell egy Pi komputert alkalmassá tenni, hogy befogadja egy konverter csatlakozóját, leginkább egy USB-be lehet bedugni, de alapvetően bonyolultabban is meg lehet oldani. Szeretném, ha lennének olyan kitüntetett dolgok, ahol tematikusan próbáljuk összerakni, amit szabadon választottak a hallgatók.

Gratulálok a FIEK vezetői pozíciójához, az egyetemen az a folyamat, hogy hogyan tudunk végig menni a TRL1-től TRL4-5-6-ig. Ezt az egészet össze kell kötni kísérleti üzemekkel, ez már majdnem az, ami itt van nálad.

A katalizátor fejlesztés az, ami kapcsán össze vagyunk kötve, pl. a Borsodchemmel ott van egy 200 m^3-es reaktor, nálunk a FIEK laborban pedig van egy 1 m^3-es reaktor, ahol meg tudjuk nézni mi történik.

Hallottam, hogy Miskolcon szerették volna létrehozni a Nemzeti Anyaglabort?

Tudom, csak valami miatt nem tudtuk befogadni. Talán mert nem volt erős konszenzus.

Mit szólnál, ha egy Anyagipari Nemzeti Laborról együtt gondolkoznánk?

Viszont bent van egy Nemzeti Nanolabor terv, ami még nincs nevesítve.

Déjà vu érzésem van. Jó lenne tudni, mire helyezik most a hangsúlyt?

Az a baj, hogy megint megyek vezetőségi ülésre, ahol megint nem lesz konszenzus, vannak 70-en a karon, mi meg vagyunk kilencen. Ha valamit meg tudnánk csinálni, az érdekes lenne, de nehéz idehozni Miskolcra. Viszont jó lenne megcsinálni miskolci vezetéssel Magyarországon egy Műanyagipari Platformot, egy Műanyagipari Nemzeti Laboratóriumot. Mégpedig azért, mert 500000 tonna PVC-t gyártunk iszonyatos mennyiségű etilént, polietilént. Alapanyagból nagy mennyiségeket gyártunk. Tulajdonképpen ezekhez a technológiákhoz kapcsolódó feldolgozóiparban nem vagyunk erősek. Ezt a Műanyagipari Laboratóriumot támogathatja a MOL, becenevén Petrolkémia, meg a Borsodchem, ketten együtt elég komoly tételek a nemzeti összermékben. Még, ami nagyon fontos, hogy szót ejtsünk a karbon szerepéről. A magyar vegyipar iszonyatosan el van maradva a karbonsemleges átállástól. A mostani helyzet folyik ez az átállás, a MOL és a Borsodchem is most helyezett üzembe újabb 3 blokkot, földgáz alapú hidrogén gyártásra. Ezt támogatni kellene, mert versenyképtelenné fog válni a gazdaság. Nem tudom, hogy az ukrán válság mit fog nekik hozni, ugyanez vonatkozik az ammónia iparra is.

A Nemzeti Labor egy jó ügy, mindenki azt várná, hogy valamifajta integráció létrejöjjön a különböző területek között.

Mi lenne, ha az Anyagipari Nemzeti Labornak az lenne a fő témája, hogy „zöld átmenet”? Energia átmenet az anyagiparban. Ez lenne a legfontosabb küldetése. Mindegy, hogy mi lesz Ukrajnában, mindegy, hogy mi fog történni bárhol, alapvetően az energia mindig fontos téma lesz.

Számítanék rád abban, hogy a műanyagiparnak, amibe én beleértettem a karbonszálat is, annak valamilyen kitörési pontjait meghatároznánk, arra ráépítenénk a Műanyagipari Labort, zöld átmenetet, aminél társított anyagok is vannak, tehát habok, kompozitok, stb. Ezeknek persze meg kell találni a reciklizációját. Én az alumíniumnál a napenergiával történő előállítást és olvasztást vízionálom, és nem vagyok egyedül[65].

Az alumíniummal az a probléma, hogy az egy meleg technológia.

Lehet alumíniumot gyártani alumínium hidroxidból hidegen is ezt úgy hívják, hogy alumínium akkumulátor.

Érdekes gondolat a Miskolci Egyetem Akkumulátor HUB irányítása is hozzám tartozik. Beszéljünk róla. A Miskolci Egyetem egyik kitörési pontja a lítium- és egyéb új típusú akkumulátorainak a recycling-ja. Nem a fejlesztés, csak az újrafeldolgozás. Mégpedig azért, mert olyan mennyiségű fémre van szükség, ami a jelenlegi infrastruktúrával bányászattal nem kitermelhető. Azok a víziók, amiket 2030-ra, 40-re terveznek, ha a fele igaz, akkor sincs elég anyag.

Meg kell oldani a recyclingot. Az én elképzelésem szerint egy végtelen körkörös gazdaságot kell létrehozni az alumínium területén. Az alumíniumban tárolod az energiát, az akkumulátorba ki tudod venni. Egyszerre használhatod szerkezeti anyagként, ha már kimerült, akkor viszed akkumulátorba. Az alumínium egy energia bank. Az alumínium akksi háromszor annyi energiát tud tárolni. Voltam Berlinben a Helmholz Battery Zentrumban, ők végigmentek azon a folyamaton, hogy csináltak már újratölthető akkumulátort. Primer akkumulátorban nekem már vannak kapcsolódó izraeli cégek, akik ezt kifejlesztették, de ez egy olyan terület, egyrészt a lítium körkörös gazdaságra, amit említettem az alumínium kapcsán. Tehát ez lehetne a zöld és energia összekapcsolása.

Azt látod, hogy vannak elhibázott lépések, erre a minisztérium is rá fog jönni. Magyarországon a szigetszerű energiatermeléshez nem társítottak elég hálózat fejlesztést. Nemcsak a lakosságnak döntik be a napelemeit, hanem a cégeknek sem engednek többet. A probléma az, hogy nagyon gyorsan ki kellene fejleszteni hazai gyártással egy olyan akkumulátort, amit távolról vezérel az elosztó, és nekem bent van a lakásomban. Nem akkor hívja le a termelt energiát, amikor süt a Nap, hanem akkor hívja le a 30kw-ot, amikor akarja.

Ismered az Eltexet? Akkumulátor újrahasznosító cég.

Másodlagos újrahasznosítás autóakku esetében. Azonban van egy bizonyos méret, ami alatt nem érdemes foglalkozni másodlagos újrahasznosítással ilyen pl. a laptop és telefonakku.

Az akkumulátor felhasználásánál egy nagyon fontos szempont a töltéstechnológia. Ebben rengeteg lehetőség van. A NASA-ban megtanultam, hogy áramimpulzusokkal befolyásolhatjuk a kristályok növekedésének módját. Az akkumulátor egy alacsony hőmérsékletű kristálynövesztő, impulzusszerű kristályosítás, impulzusszerű töltés. Magyarországon már készítettek impulzustöltőt óriási sztori, volt Amerikát is megjárta, le kellene porolni. Ez akkutöltés egy anyagtechnológia, ami lényegében kristályosítás és nem mindegy, hogy milyen kristályok jönnek létre, mert ez az akku élettartamot jelentősen megnöveli, illetve arra is alkalmas lehet, hogy egy félig halott akkumulátort is újra használjunk. Mik az iparban meghonosodott eredményeitek?

Az nálunk kevés, mert mi még fiatalok vagyunk.

Miben látsz potenciált?

Ami biztos, hogy átmegy az ipari megvalósításba, azok a katalizátorok és nemesfém visszanyerés, főleg a palládium visszanyerése. Akkumulátor újrahasznosításra komplett technológiát ajánlunk ki jelen pillanatban. Közös fejlesztésben dolgozunk.

---

[65] https://www.reveal-storage.eu/

4.2.8. Mátyásfalvi György – A gépészmérnök külkereskedő és befektető, akinek hitvallása, hogy társadalmunk gerincét a kis- és középvállalkozások (KKV-k) alkotják

Életrajz

Kérdező: Dr. Babcsán Norbert

Mondanál magadról egy pár szót, amit fontosnak tartasz?

Gépészmérnökként végeztem, szülői indíttatásra szereztem 'reál' diplomát 1972-ben. A diplomaszerzés évében egy dologban tértem el az átlagtól, volt három nyelvvizsgám, ami akkor ritkaságnak számított. Ez meghatározta pályámat. 1972-ben léptem be az Ikarusba, ez volt az első munkahelyem. Nem éreztem magam sem mérnöknek és nem is dolgoztam mérnökként. 1973-ban az Ikarus karosszéria összeszerelő gyár építésére szerződött Irakban, és mint angolul jól beszélő fiatalember rövidesen Irakban találtam magamat. 1974-1977-ig dolgoztam a közel-keleti országban, vezetőként tértem haza. Remek szakmai, emberi, üzleti iskola volt. Irakból ismertem meg Magyarországot. Hazajövetelem után a külkereskedelemben helyezkedtem el és az Ikarus tőkés (értsd dollárelszámolású) exportjával foglalkoztam.

1987-ben kaptam egy ajánlatot, az akkor alapított, amerikai többségi tulajdonú Citibank Budapest Rt.-től. Kereskedelemfinanszírozás, főosztályvezetői cím, jó fizetés. Elfogadtam. Könnyelmű döntés, keserves évek, nagyon sok tanulással. Egy teljesen új szakma, a bankszakma, multinacionális kultúra, amerikai cégszokások, rohamosan változó magyarországi környezetben. Turbulens időszak volt, nemcsak Magyarországnak, de az én személyes sorsomban is. Mint utólag kiderült sok és később nagyonis jól használható pénzügyi ismeretet szereztem. Hitelezési, vállalatértékelési képzést is kaptunk. Érdekes volt. 1991-ben, banki főnököm, Kovács Gábor javaslatára kiléptünk a Citibankból, megalakítottuk a Bankár Kft-t, pénzügyi tanácsadó és befektető céget. Megéreztük a pillanatot, most vagy soha! Belekerültünk a 90-es évek változásainak forgatagába, elmondani is sok, hogy mi mindent csináltunk. Visszatekintve, nem is tudom, hogyan csináltuk? Az első nagy befektetés a Röltex Rt. volt, aminek vezérigazgatója lettem, utána már csak azon befektetések nevét sorolom fel, ahol igazgató vagy elnök voltam. A FÉG Konvektorgyár Rt., jött utána az Aranykapu Kft., annak is volt 150 dolgozója Kunfehértón. 1995 januárjában megalapítottuk a Hungarian Capital Fund Ltd.-t az EBRD és Abu-Dhabi, kuvaiti befektetőkkel együtt. Salgglas, Terimpex, Solami, Ceglédhús Kft., Vasi hús Rt., Fonyódi Ásványvíz Kft., Goldsun Zrt., Zalai Nyomda Rt. lettek az új mérföldkövek. Később jött a Bakony Művek Rt., az MMG Automatika Művek Rt. Emellett voltak ingatlanüzletek, tanácsadás, devizaügyletek.

2001-ig voltunk együtt, ekkor Kovács Gábor kivásárolt, azóta saját cégem van. Befektetésekkel foglalkozunk, több-kevesebb sikerrel. A Bakony Művek Rt.-vel később is sokat foglalkoztam, nem váltotta be a reményeket. Keserves tapasztalat volt. 2003-ban egyik korai (seed-capital) befektetője voltam a WizzAir-nek, mely start-up (!) légitársaság volt. EU belépésünk után 2004. májusában kezdett repülni 2 géppel. Fantasztikus sikersorozat után, a több mint száz (!) Airbus 320 típusú repülőgépet üzemeltető WizzAir 2015-ben ment a londoni tőzsdére. Ma a Ryanair-rel közösen, Európa két legnagyobb ultra-low-cost légitársaságának egyike. Hat magyar szakember alapította! Az alapító vezérigazgató, Váradi József a legnagyobb magyar gazdaságtörténeti szereplők – Weisz Manfréd, Goldberger Lipót, Richter Gedeon, Aschner Lipót stb. – méltó utóda.

Visszatérve cégünkre, ma portfoliónk erősen diverzifikált, Görögországban ingatlan befektetőként, Ausztriában tudományos kutatások kockázati tőkés résztvevőjeként, az Egyesült Államokban, Kanadában private equity befektetőként vagyunk jelen. Általában pénzügyi befektetők vagyunk, szerény részesedéssel, közép vagy hosszútávú koncepcióval dolgozunk.

Magyarországon IT cégekbe, robotikával foglalkozó cégekbe fektettünk. A befektetéseink között kakukktojás egy filmforgatásokat előkészítő cég. Körülbelül ez az, ami az elmúlt 22 évben mögöttünk van.

Riport

Kérdező: Dr. Babcsán Norbert

Ez egy nagyon szép életpálya, ami 72-ben kezdődött, amikor születtem.

Szeretem a pályámat három nagy hullámhoz hasonlítani, amelyeket sikerült jól meglovagolni, vagyis kihasználni a hullámok feldobó erejét. Az első a 70-es években, még a szocializmus keretei között, a tőkés gépipari export volt,

aminek akkor kiemelt jelentősége volt, hogy az ország eladósodottsága megálljon. Miután a bevételt tényleges dollárokban számolták, ez lehetőséget adott valódi teljesítményekre, valódi eredmények elérésére, amelyeket egyre jobban megbecsültek. A második hullám 1987-ben kezdődött, amikor az első vegyes tulajdonú, már forinttal is foglalkozó bankba, a Citibank-ba beléptem. A Citibank Budapest Zrt. megjelenése, a két szintű bankrendszer kialakításának az első érdemi lépése volt. Utána jött a mindent elsöprő erejű bankrendszeri átalakulás. A harmadik hullám 1991-ben kezdődött az igazi, mindent átfogó gazdasági rendszerváltozással, amikor már céget lehetett alapítani és teljesen szabadon a piac törvényeinek megfelelően lehetett dolgozni. Sok botladozással, sok tévedéssel, de a piaci pályát járva lehetett előrébb jutni.

Te dinasztiát alapítottál?

Nem. A nagyobbik fiam (38) egy nagy számítástechnikai cégnek a gazdasági vezetője, a kisebbik fiam (36) velem mozog, de a saját útját keresi.

Hogy lettél végül ipargazdasági szakember nem pedig gépészmérnök?

Végül nem jött rosszul a gépészmérnöki diploma a különféle iparvállalatok vezetésében. A pénzügy és a vezetés, de legfőképpen a STRATÉGIA érdekelt igazán, mert nagyobbat lehet vele alkotni. A vállalat jövőképe, hogy ti. hol lesz a cég helye öt év múlva és mi a mi tervünk, ennek elérésére. Ez hozott lázba.

Nagyon érdekes, hogy ha belepillantunk XX. századi magyar történelembe és a hasonló sorsokat vizsgáljuk mit a Te gyermekkorod kitelepítése, akkor hasonló embereket találunk. Bárczy Pál, aki az egyetemi mentorom volt és a magyarországi anyagtudományi és anyagmérnökségi oktatás megteremtője szívósságát a családi kitelepítésnek is köszönheti. A felmenője volt Bárczy István a volt budapesti főpolgármester, aki majdnem miniszterelnök lett. Az életem során a vele való ismeretség adott lehetőséget arra, hogy elindulhattam egy pályán, és elindult valamiféle építkezés. Másik példám Rumy Zsolt egy anyagipar teremtő 56-os amerikai magyar, akivel nem találkoztam személyesen, de ő volt az, aki a magyar karbonszál ipart megvalósította azzal, hogy megvette a Viszkózát és felépítette a Zoltek-et. Igazán a sztorik érdekelnek abból a szempontból, hogy egy globális világban, ahol már egy magyar dolgozószobából lehet Kanadába gyártani, akkor feltétlen menjen-e ki Amerikába start-up céget alapítani az ember, vagy lehet ezt online-ban és kiutazgatva itthonról is működtetni. A modern világ eszköztára részben más, több jelentős változás történt a múlthoz képest, nekem közeli ismeretségem a pénzügyi világgal a kanadai gyár kapcsán már több is van. Magyarországon az Aluinvent gyár, amit létrehoztam, a befektető Leisztinger Tamás volt, majd beszállt az Albrecht Ottó is. Ezt a két csapatot ismerem jobban. De a 100 leggazdagabb magyarnak a 10%-ával találkoztam már. Amiről veled szeretnék egyrészt beszélgetni, hogy milyen tapasztalataid voltak az anyagiparban. A Bakony Műveknek a műszaki kerámiás sztorija kifejezetten érdekelne.

A Bakony Művek műszaki kerámiás részlegét hamar eladtuk, mert nem tekintettük azt core-business-nek, és jól eladható volt. Ez volt a Bakony Ipari Kerámia Kft.[66] Tudtommal ma is nagyon sikeresek.

Ehhez hozzá kell tenni, hogy a kilencvenes években mi inkább, mint befektetési bankárok működtünk. A Hungarian Capital Fund Ltd., egy ún. Restructuring Fund volt. 1995 januárjában jegyezték be és ebben a Bankár Kft. is tulajdonos, és Fund manager volt, ez hozta a nagy anyagi lehetőségeket. Megvenni a céget, rendbe tenni, aztán a low performing asset-eket leválasztani, a létszámcsökkentéseket megcsinálni, a TMK-t leválasztani, a reklám és propagandaosztályokat megszűntetni, a nemhasználatos eszközöket értékesíteni, a piac korábban nemlétező szolgáltatásait (pl. frissen megalakult szervizek, szolgáltató cégek) igénybe venni, ezek voltak az átalakulás első fázisai, ez volt a mi specialitásunk. Amikor ennek vége lett, akkor általában eladtuk a cégeket. A megmaradt autóipari szegmenset képviselő Bakony Művek végső története sajnos nem a várakozásoknak megfelelően alakult, mert végülis felszámolás alá került. Ugyanis Hajdúnánáson építettünk egy evaporátor gyárat. Ez a gyár működött, termelt, nem váltotta be a reményeket, mert veszteségesen dolgozott, amikor árat emeltünk, az legfőbb vevőnk talált egy nem EU-s, török beszállítót, aki számíthatott török export kedvezményekre, tőle vette meg azt az egyetlen terméket, amit addig gyártottunk. Ez lett az Electrolux nyíregyházi üzemében is a beszállító, majd ez a hajdúnánási cég magával rántotta a Bakony Műveket is. Ez életemnek ez egy kevésbé rózsás szakasza. Mindenkinek ajánlom, hogy csináljon végig egyszer egy felszámolást, másképp fogja látni a dolgokat.

Mit csináltál volna másképp ebben a helyzetben?

[66] https://www.bakonycer.hu/

Nem lett volna szabad átmenni a járműiparból a fehéráru világába. Más ritmusú, más paraméterekkel, más szokásokkal dolgozó ipar. (Fehéráru alatt értem a hűtőgépet, mosógépet, mosogatógépet és mindent, ami a háztartási gépiparhoz tartozik.) A Bakony Művek Zrt. pedig járműipari alkatrész beszállító volt, nagy megrendelés állománnyal. Csak a Suzukinak 200-220 ezer ablaktörlő garnitúrát gyártottunk évente.

Nem volt meg a tapasztalat? Olyan piacra akartatok bemenni, ahol foglalt volt a terep? Vagy nem volt meg a tapasztalat, hogy a megfelelő áron tudjátok gyártani a terméket? Bár, ahogy mondtad szubvencionált volt a termék a törököknél. Tehát a törökök ezzel az eszközzel szereztek piacot maguknak, lényegében gazdasági háborút folytattak.

Ez az egyik dolog. A másik, - amivel nem számoltunk, ergo nem lett volna szabad beszállni - hogy nagy a két iparág közötti különbség. A járműipar egy hihetetlenül nagy stabilitású iparág, ez azt jelenti, hogy annak idején, most a kilencvenes évek számait mondom, a Suzuki novemberben összehívta a beszállítókat, több, mint 300 beszállítója volt, ahol elmondta, hogy jövőre tervezünk 210 ezer autót +/- 4%. Ettől nem nagyon tértek el, mert olyan bonyolult a termelési folyamat, nem szívesen váltanak menet közben beszállítót. Ha nagyon nagy baj van és nagyon sok autó van a raktáron, akkor is csak rövid időre, néhány napra tudnak leállni a termeléssel, de sokkal kevesebbet nem tudnak gyártani, mert ez egy zárt rendszer. Egy hűtőszekrény gyártónak van 15-20 beszállítója. Ha neki feltöltődnek a készletei, akkor egész egyszerűen megállítja a termelést. Nem néhány napra áll meg, hanem sokkal többre. Nagy volatilitású rendszer. A fehérárugyártók könnyebben tudnak szállítókat is cserélni. Egy autógyár viszont sokkal nehezebben. Ha pl. a Suzuki leszerződött a Bakony Művekhez, akkor ez egy 7-8 éves stabil szerződést jelentett. Azon belül, persze fel kellett vállalni, hogy minden évben x %-kal csökkentjük az árakat. Az ő részükről teljesen jogos volt, mert ha tudod, hogy 8 évig tudod gyártani az adott ablaktörlő motort, vagy hasonló terméket, akkor másképp tudsz tervezni, másképp tudsz beruházni és minden évben folyamatosan javítani tudod a hatékonyságot ergó csökkenteni az árat. Neked folyamatosan fejleszteni kell és időben és pontosan szállítani. Gyakorlatilag a sorra szállítottunk és ott nem következhetett be sem mennyiségi, sem minőségi hiba.

Mennyi hasznot engedélyeznek az autóiparban, illetve a fehéráru iparban?

Fehéráru iparban haszonról nem tudok beszélni. Az autóiparban nagyon szerény, viszont, ahogy mondtam az utóbbinak komoly stabilitása van. De azért itt is kell készülni a nehéz időkre, mert anyagáremelkedések esetére, jobb, ha van egy kis tartalék.

A fehérárunál említetted, hogy nincs haszon. Te ezt láttad előre?

Nem láttam, meggondolatlanul léptünk ebbe bele.

Az a közösség, akikkel együtt voltál, nagy tapasztalatokkal rendelkező, különböző kapcsolatokkal rendelkező magyarországi emberek voltak?

Szűk körben döntöttünk.

Hogy jött létre ez a csapat?

Úgy jött létre, hogy a Kovács Gáborral kiszálltunk a Citibankból, majd jó szakemberek csatlakoztak hozzánk.

Ott összegyűlt annyi tapasztalat, hogy bele tudtatok vágni?

Az eredmények azt bizonyították, hogy jó döntéseket hoztunk. Azt kell, hogy mondjam, hogy 91-92-ben ha mellé nyúltunk, ott is üzlet volt. Hát még ha pénzünk is lett volna ebben a nagyon korai szakaszban.

A rendszerváltással a „nemes emberek" számára, akinek tapasztalata, tudása volt, azoknak megnyílt a lehetősége arra, hogy azokat a történelmi tapasztalatokat, amit a család átörökölt, felhasználva érvényesülni tudjanak. Én ezt így tudom elképzelni. Jól gondolom?

A rendszerváltásnál sok minden történt. Volt, akinek jó kapcsolatrendszere volt, de volt, akinél a család nem játszott szerepet. A Bankár Kft. többségi tulajdonosa, Kovács Gábor, egy kis magyar faluból indult, és orosháza-i gimnázium és egy külföldi egyetem elvégzésével került a Nemzeti Bankba, Fekete János csapatába. Tehetsége, szorgalma, munkabírása utat tört számára egy olyan korban, amikor a szakmaiság is fokozatosan tört utat magának. 1980-ban került a Magyar Nemzeti Bankba, akkor jött a nagy krízis, az adósság-válság, kellett a

szakember. 1986-ban alakult meg Magyarországon a Citibank Budapest Rt., ennek első magyar alkalmazottja volt. Utólag úgy látom, hogy a nyolcvanas évek végén a Citibank volt a faltörő kos és törte az utat, hogy a számvitel, a mérleg valós képet adjon egy cég működéséről.

Érdekes ez a történelmi vonal. 5 éve, amióta kiléptem az Aluinventtől, önállóvá váltam a magam kis mikrovállalkozásával. Szabadúszó mérnök-fizikus vagyok, aki elkezdett társadalom-fizikával foglalkozni. Rengeteget olvasok, próbálom összerakni, hogy mi történt Magyarországon a XX.-ik században. Fekete János egy érdekes momentum. Pár éve meghívtak a budapesti Bank of China egyik rendezvényére, nézegettem a kiadványukat és kiderült, hogy Fekete János alapította meg 2004-ben a Bank of China fiókját Magyarországon. Az ő szerepvállalása nemcsak az IMF hitel megszerzése volt Kádárnak, hanem az a szerepkör, ami az új kínai kapcsolatokat is érinti. Szeretném, hogy egyrészt tudományos pályáról indulva cégalapítással, start-up-osítással, 50 évesen legyen még az ember mögött nem csak vagyon, hanem inkább eredményes alkotás. Az izgat, hogy Magyarországon kivel, hogyan lehet valamit létrehozni. Az iparosításnak három olyan skálája van, amit én pénz (technologizálás), paripa (piacosítás), fegyver (finanszírozás) modellnek hívok. A technológizálás, méretnagyítás és csoportszervezés, mint műszaki embernek, jól megy. A piacosítás, azt látom, - amikor találkoztam egy pár emberrel – hogy pl. alumíniumiparon belül, amit a spanyol alumíniumkirály világosan meghatározott nekem, hogy csak az mehet be a piacra, akit ő beenged. Elég erős, ami abból is látszik, hogy ő privatizálta ki az ALCAN európai vállalatát és megalkotta a spanyol Aliberico-t. Az érdekkör meghatározza azt, hogy kit engednek be a piacra, ha piactorzító tényező vagy és veszélyezteted a status quo-t, nagyon nehezen lehet bármit is elérni. Hiába van egy mindent megoldó áttörő technológiád, ha az túlságosan disztruptív nem fogják engedni. Akkor működhet egy disztruptív technológia, ha az a piaci réseket tömi ki és ezzel az egész piaci rendszert erősíti. A piacon belül háborúk vannak, a piac uraihoz valahogy hozzá kell férkőzni, hogy az ember el tudjon indulni. A pénz, paripa, fegyver modell skálái kilenc szintű skálák. Ennek az innovációs modellnek megvan a maga tudománya, ami a technológizálást és piacosítást elég jól leírja, de a pénzügyi vonalon, a befektetésnél, ki, mibe, hogyan fektet be, azt Ti jobban tudjátok. Arra lennék kíváncsi, hogy egy befektető hogyan dönti el, hogy milyen start-up-ba fektet be? Milyen tanácsokat tudsz adni Magyarországon az iparfejlesztés kapcsán?

Ahogy így hallgatlak, egy pár dolog eszembe jutott. Hihetetlen, hogy mennyire nem hasonlítható össze a ’91-es környezet a 2022-hez képest. 1991-ben a legjobb tudású emberek könyörögtek, hogy velünk dolgozhassanak. Idézek egy kedves barátomat, a talán legsikeresebb magyar software tervező cég alapítóját: „Azokat, akikkel a céget megalapítottam, ma nem tudnám megfizetni.”. Az első dolog az, hogy elképesztően jól képzett szakemberállomány állt rendelkezésre, ma a jó emberek szakmától függően 1-2-3 millió Ft-ba kerülnek. 91-ben ők jelentkeztek nálunk. Kopogtattak az emberek, hogy figyeljetek ide, valamit azért fizessetek, de veletek akarunk dolgozni. Ez mára már eltűnt.

Vannak ma is tehetséges emberek? Van annyi, mint 1991-ben?

Az a probléma – és itt már áttérünk a politika szintjére – ezt az országot itt hagyta 500 ezer ember az elmúlt 30 évben. Ne menjünk messzire, unokaöcsém 27 évesen tanulni ment az Egyesült Államok egyik legjobb egyetemére, ahol az operációkutatás tanszékén magyarul is lehetett szakmai beszélgetést folytatni. Az egyetemi tanárok egy része Magyarországon kapta kiképzését, itt tanult, tanított majd távozott az USA-ba. Unokaöcsém matematikus, megszerezte PhD.-t, tanított a Rutgers egyetemen, dolgozott a Princeton-on is és belekerült egy olyan spirálba, hogy 12 év elmúltával a világ legjobbjaival dolgozik együtt. Ő, ha itthon marad, akkor talán valamelyik banknál vagy valamilyen nagy állami szolgáltatónál, helyezkedik el, de az is lehet, hogy tanár lenne Szegeden valamelyik tanszéken, háromszázezer forintért. Azt gondolom, hogy iszonyatos mennyiségű ember ment el, a vérveszteség drámai, és nem tettünk ellene. Az ambíciózus, a tanult, a szakma krémje ment el és a másik oldalon pedig, - nincs utánpótlás. A ’90-es években volt utánpótlás, lehet, hogy el fogsz csodálkozni, de a ’90-es években Erdélyből magyarnak átjönni Magyarországra buli volt. Más kérdés, hogy ezzel az erdélyi magyarság marad szép lassan szellemi gerinc nélkül. Ma a képzett erdélyi magyar egyenesen megy Németországba vagy tovább, nem áll meg Magyarországon. Nincs bejövő, friss tudást magával hozó utánpótlás. (Ez alól kivétel lehet a labdarúgás.) Akkor totális tőkeszegénység volt, ma van tőke. Magyar is, meg külföldi is, csak a magyar nem dugja ki a fejét. Azért nem nagyon dugja ki a fejét, mert – és akkor megint a politikánál vagyunk – kialakult egy olyan vagyonos osztály, ami nem piaci körülmények között szerezte meg a vagyonát. Olyan emberek kezében összpontosul a friss vagyonok döntő része, akik Magyarországon kívül életükben nem kötöttek üzletet. Politikai kapcsolat nélküli cégek csak akkor tudnak valami elérni, ha exportra tudnak dolgozni.

De Magyarországon vannak.

Magyarországon vannak, bízzunk benne, hogy most már egyre több helyen vannak külföldön is.

Hogy lehet külföldi az ember Magyarországon magyarként? Az én esetemben is ez van, magyarként külföldre dolgozom, Magyarországon csak egy zsebpénzre elegendő kapcsolati rendszer van, de mégiscsak az ember itt él, mert kötődik. Milyen előnye van még Magyarországnak, a jó az időjáráson kívül?

Sok előnye van.

Örömmel hallgatom.

Budapest nagyon élhető kultúrváros, a klíma kellemes, elképesztően jó helyen van Európában (ez volt a fapados főváros), ez azt jelentette, hogy ha külföldiként idejössz, itt dolgozol, hétvégén hazamehetsz. 2019-ig Londonba egy nap 14 repülőjárat volt. Csendes megjegyzés: azáltal, hogy nem volt magyar légitársaság, illetve a MALÉV megszűnt, piac megmutatta azt, hogy mit tud produkálni. A mostani kormány egyik jó döntésének tartom a MALÉV megszűntetését. Nézd meg, hogy a LOT mennyit fizet rá, főleg a COVID után mit fizettek rá, a 8 db 787-esüknek a lízing díjára meg az üzemeltetésére.

A WizzAirnek ugyanaz lett a vezetője, mint a MALÉV-nek volt, nem?

Igen, csakhogy Váradi Józsefet, 2002-ben felmentették a Malév vezérigazgatói posztjáról, és akkor kezdve foglalkozott a WizzAir megalapításával, megvolt a víziója arról, hogy a légiipar merre megy a következő 20 évben. Ehhez tudott repülőgépet, pilótát, stewardess-t, számítástechnikát és ki tudja még mit hozzászervezni! Tudod mennyivel alapították meg a WizzAir-t? Mekkora tőkével? 17 millió Ft-tal, ami 3 hónapig tartott.

De visszatérve a 2000-es évek elejére. A térkép teljesen megváltozott, túl voltunk a kezdeti befektetési, piacszerző, piacfoglaló szakaszon. A kilencvenes években nem volt kérdés, hogy a Coca-Cola bejön vagy nem jön be Magyarországra, egy kérdés volt, hogy hogyan jön be? A Coca-Cola egyszerűen bejött, megvett négy darab töltőüzemet, ahol addig a Coca-Colát töltötték, és azokat bezárták. Fölépített egy state-of-the-art üzemet, ami azóta is a nagy kelet-európai szállító. Vagy vegyük például a dohánygyárakat. Villámgyorsan bejött a British-American Tobacco meg a Philip Morris, fölvásárolták Pécset, Egert, stb… Ezek a piacszerző befektetések voltak.

Akkor az volt a jellemző, legalábbis nekem az volt a tapasztalatom, hogy a nagyobb magyar cégek műszaki káder állománya tudta, hogy mi van a nagyvilágban, de a nagyobb cégek marketingje, a pénzügye, a kereskedelme – finoman fogalmazva – messze volt a világszínvonaltól. 1991-ben jártam az Egyesült Államokban a Caola privatizációja ügyében. A Caoláé volt a magyar háztartási ipar árucikk piac 44%-a! A Colgate-Palmolive akarta megvenni. A Caolának a műszaki igazgatója egy egyetemi ember volt, teljesen egyenrangúan beszélt a Colgate-Palmolive műszaki embereivel. Mindent tudott a samponról, szappanról, mosogatószerről, a háztartási vegyiparról. Ugyanakkor a Caolának nem volt értelmezhető kereskedelmi politikája vagy marketing politikája.

A 2000-es évek már sokkal nehezebb befektetési terepet jelentett. Az alacsonyan csüngő gyümölcsök elfogytak, külföldiek a zöldmezős beruházásokat preferálták. A hazai befektetők feltételei megváltoztak, már nem lehetett gyors sikereket elérni, a hosszabb felfutáshoz meg nem volt meg a tőke.

Én úgy képzelem el a magyar társadalmat, mint egy globális mátrixot és ebben vannak valamilen fajta magyar entitások.

Általában ezek a magyar entitások nagyon szerény hatékonyságúak. Azonban itt is vannak kivételek, akik nagyon jól léptek vagy lépnek tovább. Például nagyon terjeszkednek az egészségügyben, mert megvannak azok a kapcsolataik, hogy az állammal megegyezzenek. De azt látom, hogy a kis- és középvállalkozási szektor és az ezt mozgató befektetői garnitúra, ez az, ami messze nem nőtt úgy az elmúlt évtizedben, ahogy kellett volna, és nem lett a magyar gazdaság gerince.

Engedd meg, hogy megemlítsek egy mostani hírt. Látjuk a jeleni energiaháborújának az európai eredményeit, aminek az egyik eredménye, hogy a németországi KKV szektor egyik része annyira meggyengült, hogy kénytelenek eladni. Németország KKV szektora a gazdaság 80%-a, 20%-a multi., nálunk fordítva van.

Itt van a lényeg, amit most mondtál. Franciaországban az összes munkahely 86%-át a KKV szektor adja. Mondok egy példát. Ismerek egy kitűnő éttermet, a belvárosban, Váci utca – Kristóf tér. A múltkor beszéltem a korábbi tulajdonosával, megkérdeztem, hogy hányan dolgoznak nálatok? Mondott egy számot, nem akartam elhinni, 59-en. Hogyhogy 59-en? Kiderült a következő: 7 nap nyitva vannak, reggel 8-kor már reggelizni lehet és éjfélig vannak nyitva, tehát 7 nap két műszakban megy. Ahhoz, hogy ki tudják szolgálni az embereket, az egy olyanfajta beszerzést, előkészítést igényel, amihez minimum 5-6 garnitúra ember kell. Gondolj bele, hogy ki kell adni a szabadnapot, szabadságot, betegséget. Számoljunk az ottani pincérekkel, szakácsokkal, mosogatókkal. Ha úgy számolom, hogy a legszűkebb garnitúra 8-10 ember, az 40-50 ember, és ebben még nincs benne, aki reggel a piacon bevásárol, rendezvényt szervez, stb… Ez is érték. Ez nem került az államnak semmibe, ezt hozza létre a kisvállalkozói szektor. Viszont a multi munkahely teremtését finanszírozza az állam, mert ha multiként azt mondod, hogy Kisvárdán csinálsz egy összeszerelő üzemet és lesz 60 munkahely, akkor kapsz fejenként 3-10 millió Ft-ot, pedig lehet, hogy a cég csak 'csavarhúzó' munkát végez Magyarországon, és nincs magyar szellemi input. Amit bármikor meg lehet szüntetni és tovább lehet vinni.

Éppen három hete voltam Versailles-ban magyar delegáltként, a Nemzetközi Mérnök Akadémiák Kongresszusán. Franciaország úgy mutatkozott be, mint az nyugat egészségiparának disztruptív technológiáinak központja. Az volt a benyomásom, hogy Franciaország nemsokára átveszi Németország vezető szerepét az Európai Unióban. Nagyon érdekes információ, hogy az összes munkahely 86%-t ott a KKV szektor adja. Ez nemzetbiztonságot ad. Franciaországban boldog emberekkel találkoztam, kint voltam Drezdában is, ott mindenki fél, szomorú arcokat láttam az utcákon az ipar aggregátorokat vásárol. Franciaországban nem beszélnek energia krízisről. Európában jelenleg egy nagyon érdekes folyamat zajlik éppen, ez a geopolitikai- vagy geofúziós háttérrel. A kérdés az, hogy 2019-hez képest az ide-oda ingázás megszűnt, viszont aki itt van, az biztonságban van, tudunk online dolgozni. A COVID elzárta a közlekedést, de megnyitotta az online kommunikációs csatornákat. Online már szinte bármit meg lehet csinálni, technológiai folyamatokat lehet vezérelni. A riport után egy adatbiztonsági céggel fogok találkozni, akik azzal foglalkoznak, hogy hogyan küldjünk adatokat teljesen titkosítva egyik helyről a másikra. Azt szeretném megkérdezni, hogy hogyan látod, a mostani állapotban milyen struktúrában lehetne jobbá tenni az ipart? Mondtad, hogy van sok tőke, ezt hogyan lehetne kiaknázni? Vannak versenyzők ezen a területen, vigyázni kell, nehogy einstandolják az embert, tehát hogyan lehet ma érvényesülni? Mi az, amit az iparfejlesztésben lehetne tenni?

Ez borzasztó nehéz, de nem lehetetlen. Biztosítani kell, hogy a KKV-k is részesüljenek az állami, önkormányzati megrendelésekből.

Állami megbízást kapnak bizonyos szektorok, ezeket nevesíthetjük is, a turizmus, az építőipar és most az egészségügy is szóba kerül.

A turizmusban óriási potenciál van, azt a kormányzat kiemelte, de a saját baráti körét támogatta. Hogy az mit jelent, hogy a szálloda építéshez, kormánykörökhöz közel állók x milliárd Ft támogatást kapnak, amit egyszerűen nem tudok fölfogni, hogy miért. Tehát a turizmusban, egészségügyben óriási a nyomulás. Az egészségügyben annyit tudok hozzátenni, hogy a Bankár Kft.-é volt, Magyarország első magánkórháza a Telki Kórház. Ez a kórház egy koraszülött eset volt, nem tudott az álammal megegyezni. Pedig, ha a 2000-es évek elején a kórház megkapta volna a TB támogatást, sokkal hamarabb és sokkal több pénz áramlott volna az egészségügybe.

Valószínűleg ezek is eléggé zárt szegmensek.

Pontosan. Olvasom, hogy X nagyvállalat a nyereségének 100%-t minden évben kifizeti osztalékban. Láttál már olyan céget, amelyik a jövő építését célozva a nyereséget kifizeti 100%-ban osztalékban? Nem. Vajon miért?

Hadd mondjak egy másik példát. Jártál-e az Átrium Színházban? Az Átrium Színház egy magánszínház, kezdetben TAO támogatás nélkül indult. Az első előadásokat az én cégem finanszírozta, Vaknyugat, Igenis miniszterelnök úr!, Örült nők ketrece és így tovább. Az „Őrült nők ketrece" eddig 320-szor ment teltházzal. 2018-ban már közel száz embert foglalkoztatott, színészként, sminkesként, világosítóként stb. Többet fizetett be az államnak adó, TB stb. formájában, mint amennyi TAO támogatást kapott és ami talán még fontosabb számos színésznek adott trambulint, hogy a budapesti nagyszínházak is megismerjék, hogy aztán szerződtessék. Vagyis az államnak megéri hizlalni a kis és középvállalkozásokat, mert ezeket lehet majd megfejni. De 2018. novemberében jóváhagyott TAO törvény változások egy pillanat alatt szétverték a jól működő rendszert.

2019-ben az Átrium színház egyik alapítójával és a szcenikus kollegával alapítottunk egy filmforgatásokat kiszolgáló céget. Elindultunk, jöttek az első megrendelések, majd jöttek az óriási pofonok, 2020 márciusa, bejött a COVID, mindenkit elbocsátottunk, 2020 közepén, majdnem nulláról újra kezdtük, tavaly szép évet zárt a cég, idén újabb hatalmas pofon, jött az ukrán háború, minden befagyott. Most, hogy ilyen szupererős a dollár, visszajöttek a filmesek, most megint repül a cég.

Ezeket a pofonokat csak a kis és középvállalkozások tudják jól állni, mert azok tudnak gyorsan fordulni. Sokat segít, ha mögöttük már középerős KKV befektetők is vannak. Ezért én maximálisan kis- és középvállalkozás párti vagyok, de azt gondolom, hogy ez csak nevében lett igazán támogatva, vannak ilyen-olyan finanszírozási formák, amihez vagy hozzá lehet jutni, vagy nem lehet hozzájutni. Ausztriában nincs nagy autógyár, viszont van 15000 panzió. A vidéket is ez tartja meg. A panzió az régen azt is jelentette, hogy 7 napot dolgoztak, vasárnap este voltak csak zárva és amikor volt egy üres órája a tulajnak, akkor taxizott. Ez építette fel Ausztriát. Ma persze már kevesebbet dolgoznak az osztrákok, a bosnyák, a magyar, a szlovák, ukrán emberek dolgoznak, de ez a folyamat, az eredeti tőkefelhalmozás.

Mi az elképzelésed, hogyan lehet elősegíteni a KKV szektor gyarapodását?

Igazi piaci viszonyokat kell teremteni. Az állami és önkormányzati gazdasági döntéseket helyben kell meghozni. A gazdasági szabályzórendszereknek hosszú távon stabilnak kell lenni. Évekre előre viszonylag pontosan lehessen tervezni! Nem lehet év közben egyik hónapról másikra többszázezer ember gazdasági sorsát megváltoztató döntések hozni. (pl. KATA)

Nagyon örülök, ha az emberek kimennek külföldre, de még jobban örülök, ha visszajönnek. Most az van, hogy általában egy irányú a forgalom. Az oktatási rendszerünk katasztrófája, hogy most segítenem kell a családból két tanárt, Írországba vándorolnak ki, 47 éves a férfi, a foglalkozása, nem hiszed el, angoltanár. A felesége 45 éves, aki a Pasaréten egy általános iskolában 6. osztályos osztályfőnök, 240000 Ft-ot kap nettóban.

Nagyon sok a kényszer. A középosztály problémája nagyon nagy. Sokan vannak kint, nemzetközi tudással rendelkeznek, mindenképpen be kellene őket kapcsolni a vérkeringésbe. Amikor Németországban éltem, létrehoztam a Németországi Magyar Kutatók Társaságát, össze lehetett kötni Magyarországgal, terveztem, hogy a magyar hálót tovább szövöm. Most azt látom, hogy a Magyar Mérnök Akadémián belül össze lehetne szervezni a külföldi értelmiséget, vannak entitások, de a tudományban is vannak entitások. A hálózat generálás nagyon sokat segítene azon, hogy az a külföldi tudás, tapasztalat és azok az emberek, akik kimentek, szerves részei legyenek online az itteni hálózatnak. Ebben szeretnék most tevékenykedni. A saját sorsom, saját családom sorsa miatt is – nekem is van két fiam, 11 és 17 évesek, az idősebb már Gábor Dénes Ösztöndíjas, szépen halad előre. Itthon is vannak jó képzési formák, el lehet indulni, aztán be lehet kapcsolódni külföldi vérkeringésbe. Jómagam is hazajöttem, 4 évet voltam Németországban, korábban 1 évet voltam a NASA-nál, 5 éve Kanadába utazgatok, így lett egy nemzetközi rálátásom.

NASA alkalmazottként voltál kint?

Igen a NASA-tól kaptam a fizetésem. Az úgy volt, hogy a Miskolci Egyetemről az űrkemencét én vittem ki, Bárczy Pál mentorálásával, lényegében volt egy közös projekt, aminek keretén belül egy speciális miskolci kristályosító berendezést teszteltünk kint. Azokat az első kristálynövesztéseket, amivel bizonyítottuk, hogy mozgásmentesen is lehet kristályosítani, olyan minőségű kristályokat tudtunk növeszteni, amit addig nem lehetett. A kristályosító kemencét később el is tudtuk adni, a NASA-nak. Ez hozta létre az ADMATIS Kft. start-up céget. Benne voltam pár évig, majd kiléptem. Egyaránt erősek az amerikai, kanadai, németországi kapcsolataim, de voltam Kínában 7-szer, Japánban 3-szor, Koreában, Vietnámban, Oroszországban többször, tudósként az ember nagyon sok helyre el tud jutni, amikor már lényegében iparosítással foglalkozik, amikor átmegy abba a szakaszba, hogy hogyan lehet a saját know-how-ját technologizálni, piacosítani. Most Kanadában van meg a lehetőség, mert ott nagyobb a tőkekoncentráció, és tőzsdén van a cég, New York-i tőkésektől kezdve a spanyolig, egy nagyon érdekes közeg. Persze lehet, hogy kint kellene lennem ahhoz, hogy irányítani is tudjam kanadai céget, mert nem úgy lépnek, ahogy azt a piac kívánná és egy új csapatot is föl kellene építeni. Látom az irányítási hibákat, ráadásul az itthoni közeget jobban szeretem, mármint az időjárást és az rövid utazási távolságokat, Amerikában, Kanadában nagyon sokat kell autózni. Nekem Ausztria is nagyon tetszik, ott is kutattam annak idején, a doktori disszertációm ott indult. Most Franciaországba szerettem bele egy kicsit.

Ez jó hír. Egy-két éve beszéltem egy francia emberrel, aki San Antonióban volt és repülőgép ügyekben, hajtómű ügyekben utazott. Azt mondta, hogy Franciaországban semmit sem lehet csinálni, bezzeg Amerika és Kanada milyen jó. Nézőpont kérdése.

Az elkövetkező időszakban a tudásközpont építésén dolgoznék maximálisan nemzetközi bekapcsolással, fontos lenne, hogy sok kapcsolatot építsünk. A Nemzetközi Mérnökakadémia vonal azért jó, mert hálózatokhoz és egyénekhez is beköt. Több, mint 300 nagyon prominens szakmabeli van Kanadában, akik a Kanadai Mérnökakadémia tagjai. Nálam a start-up-osítást egyének végzik és KKV-t hoznak létre befektetéssel. Természetesen spin-off tojásrakó helyeket csinálnak a multik is egyetemek is. Pl. a Bosch egy egész start-up gyárat hozott létre most Budapesten. Szerencsére a Boschnál magyar érdek is van, amit érdemes használni. Érdeke a multinak is, hogy rugalmas, kreatív cégek szülessenek meg. A start-upok mögött lehet különböző tőkebefektető, komplex műszaki tudásbázis, piacot uraló alapítványi struktúra vagy multi. Drezdában voltam most, találkoztam egy nápolyi professzorral, megcsinálta a mikorcelluláris poliuretán haboknak a technológiáját, amit a DOW finanszírozott. A habok szigetelőképességet tudja javítani. De, ezen a technológián alapulva megcsinálta az élesztőmentes pizzát is. Benne volt a BBC-ben, CNN-ben. Az ragadott meg benne, hogy egy nagyon komoly egyetemi háttérrel rendelkezik, de olyan alapos tudományos tudással, ami elengedhetetlen ahhoz, hogy disztruptív technológiát hozzon létre. A magyar ember is kreatív.

Azt gondolom, hogy nem vagyunk se jobbak, se kreatívabbak, mint a lengyelek, vagy szlovákok, vagy szerbek. Egyetlenegy dolgot tudok mondani, hogy volt egy nagyon jó képzési rendszerünk, ennek a képzési rendszernek bizonyos részeit amputáltuk, gondolok itt például az ipari tanulók képzésére. 1990 ig a hatalmas ipari nagyvállalatoknál (Ikarus, Tungsram, Csepel stb.) működtek az ipari tanuló intézetek, melyek biztosították a szakmunkás utánpótlást. A rendszerváltozáskor a nagyvállalatok elsőként ezeket az ipari tanuló intézeteket szüntették meg. Azóta se tudom, hogy mi van helyettük. Tudtommal Németországban ma is remekül működött a szakmunkásképzés. A kis- és középvállalatoknál támogatási rendszer működik, hogy minél több szakmunkást képezzenek. Ez is lehet üzlet. A kis- és középvállalati igazgató pénzt, támogatást kap azért, ha szakmunkást képez.

Nem tudom, hogyan kellene csinálni, de a szakképzés egy nagyon fontos ügy, a KKV-k és a társadalom szempontjából is. Magyarországon a duális képzés lett előtérbe helyezve, mint németországi modell. Kérdés, hogy mi a jó rendszer? A saját cégemnél nem alkalmaztunk hallgatót duális képzésben, de hallgatókat fogadtam és fizettem nyári gyakorlatra. Nem tudtunk megfinanszírozni a hallgatót, abban az időszakban, amikor az egyetemen tanult ezért nem volt duális hallgatónk.

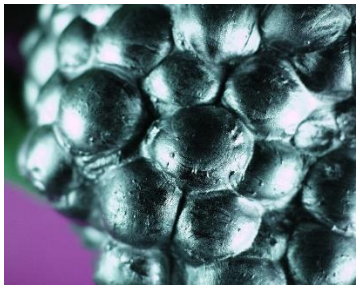
Egy dolgot biztosan tudok, hogy ma a világ újrafelosztása zajlik.

A nyugati világ újra értékeli a kínai kapcsolatrendszerét. Felismerik tévedésüket, ugyanis attól, hogy Kína a világ egyes számú beszállítója lett, a kínai rendszer nem változott meg. Kína nem lett egy liberális ország. Persze sok kínai szeretne Audit vezetni, és szeretne Gucci cipőben járni, de ettől az ország hatalmi rendszere ugyanúgy működik. Erős központi hatalom, továbbra is a Kommunista Párt szigorú, politikai alapon történő irányítása mellett. Jól irányba állítva a kínai ember gazdasági törekvéseit, a külföldi tapasztalatokat direkt módon megszerezve, de továbbra is Párt ernyője alatt. Ebben a rendszerben bárkit és bármit meg lehet állítani és politikai alapon el lehet dönteni, hogy ki kedves és ki nem kedves. Ez a nyugati világnak túl nagy rizikó, de éppen ez az óriási lehetőség Kelet-Európának, de csak akkor, ha van (szak)ember.

Jómagam akkor voltam sikeres, ha a projektekhez megtaláltuk a még jobb embereket. Ez egyre nehezebb, – voltak tévedéseink is, kinek nincsenek – de sok jó embert találtunk.

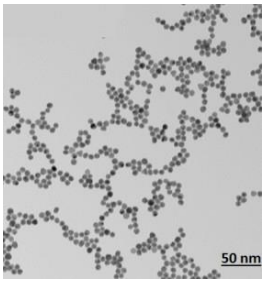
5. JÖVŐ: Anyagiparfejlesztési javaslatok (Babcsán Norbert)

Víziónk az, hogy a modern magyar iparunk egy globális mátrixba ágyazott nemzeti aspektusokkal erősített kompozit, azaz duplex iparrá kell váljon, amiben olyan anyagipari cégek működnek, amelyek biztosítják, Magyarország versenyképességét, erősségét, szívósságát, beágyazott függetlenségét, energia és anyagbiztonságát és nagy hozzáadott értéket termelnek, de ezek az anyagipari erősítő fázisok maradó feszültség nélkül jól beleilleszkednek a globális cégek mátrixába. A vízió megvalósítását egy az új kompozit és nanoanyagok gyártásán, mint kitörési pontokat és az energetikai, védelmi, közlekedési és építőiparban keresztül történő alkalmazását tartalmazó anyagipari stratégián keresztül látjuk megvalósíthatónak.



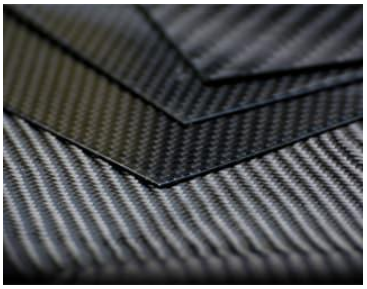
Alumínium habok

Fém kompozitok



Arany nanorészecskék gyanta mátrixban

Nanoanyagok



Karbonszál erősítésű műanyagok

Műanyag kompozitok

Ez a kettősségből eredő tulajdonságjavulás a kompozit vagy duplex szerkezetek esetén az anyagmérnökségben bizonyítottan működik, az ipar estébe a mátrix, azaz a globális szövet megteremtődött viszont a társadalommérnökséghez az anyagtudományból és technológiából ismert erősítő azaz lokális fázisokra is szükség van. Ennek mérete és koncentrációja meghatározza az anyag tulajdonságait, ami valószínűleg igaz lehet az ipar szövetére is. Például a duplex acélban az erősítő és a mátrix fázis hasonló koncentrációban van jelen, ami kifejezetten szívős anyagot eredményez, a karbonszál erősítésű anyagok nagyon erősek, de mivel túl sok az erősítő fázis törékenyek. Ha az erősítő fázis mérete nagyon pici, kis mennyiségben is el tudunk érni tulajdonság módosításokat, ami leginkább egy új funkciót eredményez. Ilyen az arany nanorészecskék esetében, ha azt gyanta mátrixba helyezzük és ez az anyagot besugározva lézerimpulzussal fúziós energiatermelést idézhetünk elő. Egyes mátrixok esetében az anyagok erősségét nagyban növelheti a nanofázis. Ilyen nanorészecskék pl. a nanocső és grafén karbonstruktúrák. A társadalom analógia esetén elmondhatjuk, hogy a második azaz erősítő fázisra szükség van, ha a mátrix tulajdonságait javítani akarjuk. Nagyon kicsi erősítőfázis esetén a számosság óriási, de az anyaga különleges.

Magyarországon, hasonlóan a világ más országaihoz, a tudomány, azaz az ismeret generálása elsősorban az egyetemeken és az kutatóintézetekben történik, magas színvonalon.

„A tudomány nem nélkülözheti a művészetet. A művészet az ember lelkéből fakad, akárcsak a tudomány. Az igazi tudós egyúttal művész is, mert a helyes mellett meglátja a szépet is. Az igazi művész és tudós a jó diadaláért küzd, ezért pap is.”

G. Hajnóczy Rózsa
magyar írónő (1892-1944)

Az újító tapasztalatszerzéshez azonban szükséges a kísérleti üzemi vagy gyártási környezet, ami feltételezi az innovatív ipari tevékenységeket. Ez az ipari környezet, a múlt még élő ipari mentorain keresztül átadható, illetve a multinacionális cégek jelenlétéből fakadóan elsajátítható. Mindezekhez azonban szükség van a kollektív diszkusszió környezetének megteremtésére, hogy a fenti a vízióban megfogalmazott anyagiparunk megerősödése is létre jöhessen. Az anyagiparral kapcsolatos országos ismeretgeneráláshoz szükséges kollektív diszkusszióra alkalmas platformok a Magyar Tudományos Akadémián belül léteznek. Ilyenek pl. az MTA anyagokkal foglalkozó a Műszaki Osztályon belüli tudományos bizottságai: Anyagtudományi és Technológiai Tudományos Bizottság, Metallurgiai Tudományos Bizottság, Szál- és Kompozittechnológiai Tudományos Bizottság. A tapasztalat generáláshoz (magas TRL szint) és szintézishez azonban szükséges volna megteremteni egy technológiai tapasztalatokat kicserélni és szintetizálni képes Anyagipari Platformot, célszerűen a technológizálást és mérnökséget tömörítő Magyar Mérnökakadémia szervezete alatt. **Célszerűen az MMA platformjainak tagjai az MMA tagjaiból, az adott terület stakeholderjeinek képviselőiből és a Magyar Mérnökkamara tagjaiból kellene szerveződniük. Az MMA klubok végezhetnék a döntéselőkészítést és a stratégiai anyagok elkészítését, tagjai az MMA tagjaiból állnának.** Tudásunk akkor teljes, és iparunk akkor lesz, ha ismeretünk és tapasztalatunk is van, azaz egyszerre rendelkezünk a tudomány és a technológia tudásával. A tudomány az ismeretek és összefüggéseinek tudása és maga az ide vezető folyamat. Az alkotó tevékenység mérnöki tudása, ami egyben a

tapasztalatszerzésen alapul azonban szintén a tudásgenerálás körébe tartozik. Így a tudásközpontok lehetnek tudományosak és műszakiak (technológizálók) is egyben.

Egy **erős társadalom olyan, mint egy duplex szerkezetű vagy kompozit anyag** egyszerre tartalmaz nagy és kicsi szemcséket is a nagy szemcsék teszik szívóssá a kis szemcsék pedig erőssé. A globális multinacionális hálózatok megadják egy társadalom szívósságát, de ahogy a jelenlegi társadalomfejlődési folyamatok mutatják, hiányzanak a többszörös redundanciát biztosító lokális társadalmi szövetelemek, amik erőssé és biztonságossá tehetik. Ilyenek az ipar esetében a független és rugalmas KKV-k (pl. Polinvent Kft. stb.) illetve a tudásgenerálás esetében a szakspecifikus tudást felhalmozott tanácsadó cégek - tudásközpontok (pl. Innobay Hungary Kft. stb.) megléte. A társadalom szövetének durvulási folyamata és a blokkosodás, meggátolja pl. a félvezető ipari chipek rendelkezésre állását, hiszen a Tajvanra koncentrálódott és egy cég a TSMC alá rendelődött világ chipgyártásának többsége. A költségcsökkentés hajtotta monopolizáció hatására a társadalmunk kilágyul és nem csak a versenyképesség csökkenését és az iparágak lebutulását eredményezi, hanem ma már ez a negatív hatás az ellátási láncok biztonságánál is megfigyelhető. Mindezek miatt, ahogy az anyagtudományból megtanultuk a társadalom szövetét újra kell kristályosítani vagy szemcsefinomítót bevinni, amik által a társadalmunk szívósabbá fog válni. Az anyagtudományi analógiából eredően, azonban azzal is tisztában vagyunk, hogy ha csak apró szemcsékből, azaz pl. a társadalom esetében csak kisvállalkozásokból épülne fel társadalmunk akkor az anyag, illetve a társadalom törékennyé válna. A KKV fázisok mennyisége változó Franciaországban ez a gazdasági termelés 86%-a, Németországban a 80%-a, Magyarországon a 20%-a. A szívós anyag jellemzője a megfelelő mennyiségű kicsi, de erős kristályos azaz rendezett szemcsék jelenléte, a nagy szemcsék mellett. A kormányzati szervek számára ezen fel vázolt gondolatmenet okán általánosságban az alábbiakat javasoljuk:

Szellemi műhelyek generálása, illetve megerősítése első lépésként a ***három szakmai terület fém-, nano- és polimer-technológiák*** és ezen belül ***a fém-, nano- és polimer kompozitok*** területén.

A hazai nagy hozzáadott értékű anyaggyártási innovációk iparosításával kapcsolatos javaslatok megfogalmazása a már létező ***kompeteciák***, ***infrastruktúrák és innovációk harmonizálásával***, figyelembe véve ***a stratégiai anyagok erőforrás-hatékony gazdaságának (resource-efficient economy), a klímaváltozásnak, a körkörös gazdaságnak, a megújuló energiáknak és a fenntarthatóságnak a szempontjait.***

5.1. Magyarország anyagiparának stratégiai első körös, kitörési pontjai (Babcsán Norbert – Orbulov Imre)

Az új anyagok létrehozása olyan nemzetstratégiai irány, aminek elsőként való technológiai birtoklása nemzeteket emelhet ki vagy hiánya nemzeteket taszíthat a mélybe. A nemzeti sorsokat vizsgálva a nyersanyagok hiányában is lehet egy nemzet versenyképes, gondoljunk a Japán acél (anyag) iparra. Tudás, illetve szándék nélküliség esetén a gazdag nyersanyagforrások megléte sem emeli ki az adott nemzetet, gondoljunk itt az afrikai országokra. A nyersanyagok hiánya esetén nem szégyen mások kényelme miatt a hulladékaikat biztonságosan feldolgozni, ha rendelkezünk olyan technológiákkal, mik nem károsítják környezetünket, ezért **minden a körkörös gazdaságba fektetett pénzügyi erőforrás nemzetbiztonsági kérdés**. Az anyagkutatások és a hozzá tartozó fizika segítségével magyarországi tudással olyan energiaforrásokat, energiatárolókat, energiamegtakarítási eszközöket fejleszthetünk és gyárthatunk, amivel hosszú távon a nemzeti energiabiztonságunk szavatolható olyan módon, hogy az ország működése beágyazott egy Európai Uniós és azon kívüli globális mátrixba, de a történelem vihar esetén az adott szituációban aggregátor üzemmódba is kapcsolható. A jövő tervezéséhez elsőként azonban pillantsunk vissza a múltba és próbáljuk levonni tanulságait.

„Hogyan és miért omlott össze a magyar ipar," kérdés megválaszolásához érdemes áttekintenünk Csath Magdolna professzorasszony könyvét[67], illetve Lóránt Károlynak a magyar vaskohászattal és annak „zászlóshajójának elsüllyedésével" foglalkozó munkája[68]. A „miért"- tel kapcsolatban Balázs Ervin akadémikus egy interjúban ezt így vélelmezi:

[67] Csath M.: Rendszerváltás a gazdaságban, avagy hogyan tűnt el a magyar ipar? Kairosz kiad, 2015.

[68] Lóránt K. (szerk): Az acélváros végnapjai. Hogyan semmisült meg húszezer ember munkahelye a Lenin Kohászati Művekben? Antológia Kiadó, Lakitelek 2017.

„1990-ben a rendszerváltás hajnalán az egyik nagy baj a mezőgazdaság területén az volt, hogy a rendszerváltó politikus értelmiség között a mezőgazdaság részéről nem volt senki. És a fiatal jogászok, közgazdászok elfelejtkeztek arról…”[69]

„A rendszerváltáskor összeomló magyar ipari rendszer tönkre tette a kutatóintézetek nagy részét is, a kutatók szétszéledtek, nyugdíjba mentek, vagy valamilyen kft-ben próbáltak közvetlenül pénzt hozó tevékenységre átállni. Hatalmas, több évtizeden, egy évszázadon keresztül felhalmozódott tudás vált az enyészet martalékává, pedig a magyar tudósgárda nemzetközileg is elismert volt. A rendszerváltást megelőzően mintegy 130 ipari és mezőgazdasági kutatóintézet létezett. Ezek a rendszerváltás során vagy megszűntek, vagy kft-kre estek szét. Nagyon kevés az, amely erősen megfogyatkozott létszámmal, de megmaradt”[70]

A rendszerváltás óta eltelt több, mint 30 év. Magyarországon új kompetenciák alakultak ki- A meglévő kompetenciatérképből kiindulva az NKFIH vezetésével tervezik a Nemzeti Anyagtudományi és Anyagtechnológiai Stratégiát. A jelen tanulmány az eredményeket és a „mink van az iparban és mire lehet építkezni” gondolat mentén próbál a társadalmi igények felől közelítve a stratégiához kitörési pontokat meghatározni. Az a szerencsés helyzet állt elő, hogy a Szegedi Egyetem által készített „Anyagtudomány és Anyagtechnológia Magyarországon: pillanatfelvétel, nemzetközi kontexus és lehetőségek” tanulmány, hasonló térképet rajzol, mint a jelen tanulmány innovátorai által feltárt kép alapján kirajzolódó kitörési pontok elemei (polimer kompozitok, aluhabok, kétdimenziós anyagok, azaz nanoanyagok, illetve a confinment jelenség, ami a fúziós energiatermeléshez kapcsolható).

„Anyagtudomány és Anyagtechnológia Magyarországon: pillanatfelvétel, nemzet nemzetközi kontexus és lehetőségek” szófelhője a legkiválóbb tevékenységekről[71]

A magyar iparpolitika vízióit a Technológiai és Ipari Minisztérium az alábbi kitörési pontokban jelölte meg:

Vasúti ipar (gördülőállomány + vasúti infrastruktúra)

2030-ra *10-ből 7 vasúti jármű* magyar emberek által *hazai gyárakban* fog készülni. A járműállomány átlagéletkora a jelenlegi 40-ről 25 év alá csökken. *Budapestről minden V4 főváros nagysebességű vasútvonalon lesz elérhető* Magyarország geopolitikai helyzetének kihasználásával Közép Kelet Európa logisztikai elosztója lesz. A *Kelet Ázsia és Európa* közötti *vasúti áruszállítás időtartama 24-ről 14 napra csökken*.

Buszgyártás

2030-ra a forgalomba kerülő *buszok 70%-át hazai gyártású járművek* fogják adni Magyarországon gyártjuk az összes szükséges iskolabuszt, egészségügyi célú és védelmi célú buszokat. A járműállomány átlagéletkora a jelenlegi 14-ről 10 év alá csökken. 2022. január 1-től a *25 ezer fő fölötti városokban kizárólag elektromos buszok állíthatók forgalomba* állami támogatással.

Védelmiipar

2030-ra a hazai védelmi ipar olyan fejlődésen megy keresztül, amely által *önellátási szinten tudja biztosítani a Magyar Honvédség igényeit*. Megvalósul a Zrínyi 2026 haderőfejlesztési terv: képesek leszünk megvédeni

---

[69] A Fémipari Kutató Intézet (FKI) 70 éves jubileuma (1951-2021) Anyagtudományi töredékek (1971-1997), Összeállította: Csanády Andrásné Dr. Bodoky Ágnes, Anyagvizsgálók Lapja, 2021/IV. lapszám, p. 61-75.

[70] Lótránt K.: A műszaki és természettudományos kutatóhelyek átalakulás a rendszerváltás során és azt követően. (kézirat). RETÖRKI, 2015. december.

[71] „Anyagtudomány és Anyagtechnológia Magyarországon: pillanatfelvétel, nemzet nemzetközi kontexus és lehetőségek” tanulmány, Szegedi Egyetem, NKTIH

magunkat jelentős mértékben itthon gyártott eszközökkel fegyveres támadás esetén. Csúcstechnológia a gyártásban: *exportképes magyar hadiipar* jön létre.

Acélipar

A járműiparunk, a védelmi iparunk és az építőiparunk acéligényének 50% át Magyarországon állítjuk elő. *Zöld acélipar: itthon tartjuk az acélhulladékot*, felhasználásával és technológiai átállással csökkentjük az acélgyárak károsanyag kibocsátását. *Magas minőséget gyártó, exportképes magyar acélipar jön létre*.

Egészségipar

2030-ra több, mint duplájára emeljük a hazai termékek és szolgáltatások jelenlétét a hazai egészségügyben, valamint a magyar szaktudásra és a kutatás fejlesztési területen képviselt régiós vezető szerepünkre építkezve tovább erősítjük jelenlétünket a nemzetközi piacokon is. Önellátók leszünk a különböző vírusok elleni oltások terén: Oltóanyaggyár és Koronavírus *Oltóanyaggyár épül Debrecenben*.

Magyar Akkumulátor Stratégia: az akkumulátor fejlesztési, gyártási és újrahasznosítási képesség kialakítása stratégiai előny. Hogy lesz Magyarország az európai akkumulátor
gyártás egyik európai központja?

Fenntartható, társadalmilag elfogadott akkumulátor „értéklánc" létrehozása

- A gyártás környezeti „lábnyoma" meghatározó, optimalizálni kell
- Az akkumulátorok életciklusának vége, az újrahasznosíthatóság technológiája kialakítandó

Versenyképes hazai ipar kialakítása

- A gyártás mellett a kutatás fejlesztési, a tesztelési és jóváhagyási képesség is kialakításra kerül.
- Organikusan kialakult értéklánc az összes szereplő részvételével: nagyvállalat, KKV, kutató helyek.
- Az értéklánc első eleme, az alapanyag kinyerése a hazai geotermikus lehetőségek kihasználásával.

Hidrogén stratégia a hazai zöld energetika, zöld ipar, zöld közlekedés alapeleme

Hidrogénstratégiai jövőkép

Célunk, hogy erős kompetenciákat fejlesszünk ki a hidrogén értéklánc kulcsfontosságú elemei mentén, mely célzott K+F+I, valamint gazdaságfejlesztési tevékenységekkel kiegészítve a karbonsemleges társadalom felé való elmozdulást és a magyar gazdaság versenyképességének fenntartását szolgálja.

2030-as célok:

1. *Nagyvolumenű karbonmentes hidrogénelőállítás.* A felhasználói igényekhez illeszkedő, versenyképes árú, alacsony karbonintenzitású hidrogénelőállítás feltételeinek megteremtése. 16 ezer tonna karbonmentes**, 20 ezer tonna karbonszegény hidrogén 240 MW elektrolizáló kapacitás.

2. *Ipari felhasználás dekarbonizációja.* Ipar termelési folyamatainak és termékhasználatának „zöldítése" kezdetben főleg karbonszegény hidrogén felhasználásával, hosszabb távon karbonmentes hidrogénfelhasználásra történő átállással. 20 ezer tonna karbonszegény hidrogén + 4 ezer tonna karbonmentes hidrogén. 95 ezer tonna CO2 elkerülés.

3. *Közlekedés zöldítése.* Tiszta közlekedési módokra való átállás felgyorsítása a gázolaj felhasználás fokozatos kivezetésével. 10 ezer tonna hidrogén. 40 töltőpont***, 4,8 ezer hidrogén üzemű jármű, 130 ezer tonna CO2 elkerülés.

4. *Támogató villamosenergia és (föld)gázinfrastruktúra*. Szektorintegrációs képesség - elsősorban szezonális áramtárolási képesség - kiépítése a szektorok közötti szinergiák kihasználásával, a karbonsemleges áttérést lehetővé tevő infrastruktúra kiépítésével és a meglévő infrastruktúra átalakításával. ** Alapvetően zöld hidrogén némi nukleáris, ill. grid árammal kiegészítve. 60 MW éves átlagos leszabályozási képesség****. 2-15% térfogatarányos bekeverés lehetővé tétele a földgázrendszerben*****

5. *K+F+I, ami támogatja a hidrogén sikerét az átmenetben.* Olyan tudományos, technológiai és horizontális kompetencia együttes kiépítése, amely megalapozza az új technológiák kifejlesztés ében való részvételünket és demonstrálja azok hazai létjogosultságát.

6. *Ipar és gazdaságfejlesztési lehetőségek kihasználása.* Az iparági trendek és a hazai erősségek közös metszetében található tevékenységek megerősítése a versenyképesség növelése és a hazai penetráció elősegítése céljából

7. *Horizontális feltételrendszer: ösztönző működési környezet kialakítása*. Átfogó szabályozási keretek kialakítása, oktatás és képzési háttér átalakítása, partnerség és nemzetközi együttműködésének erősítése.

IFUA számítás a Nemzeti Tiszta Fejlődési Stratégia (NTFS) kapcsán végzett modellezés projekcióira építve. Az ipar esetében azonban a legújabb trendek (technológiai fejlődés, várhatóárak alakulása) és tervezett politikák miatt korrigálásra került az NTFS projekció. ** Alapvetően zöld hidrogén némi nukleáris, ill. gridárammal kiegészítve. ***Töltőállomásonként 2 töltőpont. ** Fehér Könyv számításaira építve. ***** Ahol indokolt.*

Az elkövetkező 10 év iparpolitikai prioritásai az alábbi területeket foglalja magába:

Az elkövetkező 10 év iparpolitikai prioritásai.

A jövő meghatározó technológiai irányai Magyarországon:

A jövő meghatározó technológiai irányai Magyarországon.

Az iparpolitikai célok megvalósításának és a jövő technológiai irányainak való megfelelőség alapja a megfelelő innovációs ökoszisztéma. Csák János miniszter úr megfogalmazásában:

"Segítenünk kell mind a vállalatokat, mind az akadémiai kutatóintézeteket és egyetemeket, és ösztökélnünk kell őket arra, hogy együttműködjenek, és valóban termékek jöjjenek létre."

Szegedi Egyetem AKAT kompetencia felmérése alapján a jelen és jövő kitörési pontjait az alábbiakban jelöli meg.

A JELEN	A JÖVŐ
IPAR4.0	IPAR5.0
G5	G6
ROBOT	COBOT
ELEKTROMOS	HIDROGÉN/CCU
ATOMREAKTOR	FÚZIÓS REAKTOR
Si BIT	QUANTUM BIT
RÉZ, ACÉL	FUNKCIONÁLIS ANYAG
MILLIÁRD $ FAB	3D, 4D ELŐÁLLÍTÁS

Az anyagkutatás/anyagtechnológia jövőjét meghatározó tényezők, és a jövő ipari trendjei.

A magyar anyagtudomány és anyagtechnológia fejlődésének előmozdítására javaslatok között az ökoszisztéma ipari oldalának felmérése is szerepelt, amihez a jelen tanulmány kívánja hozzáadni az első lépést. Az ipar oldaláról való megközelítés révén lehet, majd megfogalmazni egy a magyar anyagipart érintő Nemzeti Anyagipari Stratégiát. Ahhoz, hogy a tudás termőre fordulhasson azonban mindenekelőtt az iparért és az innovációért felelős minisztériumok együttműködésére van szükség. *Az anyagmérnökség kontra anyagfejlesztés olyan, mint a gasztronómián belül, a szakács szakma kontra szakácsművészet, azaz több komponensből lehet egytálételt főzni vagy valamilyen gurmet*[72] *is. A tudás a lényeg, mit mivel, mikor és hogyan párosítunk és kinek.*

A **Magyar Innovációs Szövetség 2022. október 28-ai, rendes közgyűlésén Csák János, kultúráért és innovációért felelős miniszter, az alábbi főbb gondolatokat osztotta meg a magyar innováció tekintetében** (a teljes beszéd a mellékletben található):

"...a Kormány, illetve Magyarország elkölti a felsőoktatásra majdnem a GDP 1,92 százalékára rugó összeget. Ebben van persze beruházás, működés, kutatás. Összesen Magyarországon elköltjük a **GDP 1,64 százalékát innovációra**. Ez rengeteg pénz, nagyjából innovációra elment **2021-ben 907 milliárd forint**, nagyjából **kétharmadát multik vagy KKV-k saját forrásból fedezik**, és a maradék 318 az, amit az állam magyar költségvetési forrásokból vagy EU-s források allokálásából költ el..."

"...hogy ebbe ide az állam, ahogy az imént elmondtam, rengeteg pénzt betesz ahhoz, hogy **innováció** legyen, kellenek a PhD-sok, élettudományokban, műszaki tudományokban, ahhoz a magyar állam betesz egy rakat pénzt a **felsőoktatás**ba. Tehát mi, amit tudunk, megteszünk. Csak ezen a két ágon elmegy, hogy befektetődik a **GDP**-nek több mint **3,6%**-a. Ennek a **hozamát kéne látnunk**, ebben a robosztus gazdaságban **különben nem lesz meg a finanszírozás a társadalmi és gazdasági céljainkhoz**, mert ott fognak megszületni azok a gyerekek, akik aztán a közoktatásban és a felsőoktatásban bejönnek az innovációban és ezt a körforgást fenntartják..."

„...Én ezért dolgozom, hogy ezt a körforgást a kollégáimmal meg tudjuk olajozni, hogy lássuk azt, hogy ebből, amit az állam inputként betesz a felsőoktatásba és az innovációba, abból hogy jön ki az output. Ugyanez, mint mikor az ember akar egy utat építeni: először azt döntöm el, hogy hová akarok menni, a mi esetünkben ugye ez a családjaink, Magyarország jövője, a kultúránk, a közoktatásunk, a közbiztonság, a munka, a közegészségügyünk. Ez tiszta, és akkor el tudom dönteni, hogy hogyan juthatok el abba célba: makadámúton, földúton, betonúton vagy akárhogy. Én szerintem az út az innováción keresztül vezet, mert **ha nem vagyunk innovatívak, nem vagyunk versenyképesek, akkor** nem lesz betáplálás, **nem lesz robosztus hazai gazdaságunk**..."

[72] Az ínyenc a finom ételek és italok kulináris művészetéhez, vagy a haute cuisinehez kötődő kulturális eszme, amelyet több kontrasztos, gyakran meglehetősen gazdag fogásból álló, rafinált, akár kidolgozott elkészítési és esztétikailag kiegyensúlyozott ételek bemutatása jellemez.

"...**Palkovics** miniszter úr nagybecsű elődöm rendkívül **jó munkát végzett** abban, **hogy minél szélesebbre nyissuk ki azt a mezőt, ahol az innováció megy**. Ezért van az, hogy mi is továbbvisszük azt a célt, hogy a jelenlegi **6123 kutató/1 millió fő az felmenjen 9000-re**, mert azt mondjuk, hogyha **van egy ilyen kritikus tömeg**, akkor nagyobb a valószínűsége annak, van egy efféle korreláció a statisztikákban, hogy azok az országok az Európai Unióban meg a világban, ahol az egymillió vagy egységre jutó **kutatók száma magasabb, ott magasabb az innovációs output** is. Ez rendben van, hogyha nincsenek silók, ez valószínűleg működik is. Működhet is. A másik lehetőség az, amit ugyancsak rendkívül jól elkezdett Palkovics miniszter úr, hogy **célzottan megtalálni azokat a kutatókat, kutatócsoportokat, akikben, vagy műhelyeket, akikben benne van a remény**..."

"... **Mi a minisztériumban, az NKFIH-ban mindent meg fogunk tenni azért, hogyha vannak jó ötletek, hogy a mögé odaálljunk**. Mi nem fogunk a vállalatok, a kutatóintézetek, az egyetemek helyett innoválni, minden jó ötlet mellé odaállunk. **Hozzanak bajnokokat!**..."

„Szeretném megosztani önökkel azt, hogy mi **a diagnózisom. Az első, hogy silókat látok. Látok fantasztikus multikat. Nem is silókat látok, erődöket! Mondjunk egy német céget példaként, mondjuk a Boscht. 3200 magyar kutató dolgozik ott, akik a mi felsőoktatási rendszerünkön nőttek föl, és heti 3 szabadalom születik itt Budapesten. Tudják, hogy mennyi abból a magyar hozzáadott érték? 100 százalék, és mekkora a hozamból való részesedésünk? Persze itthon dolgoznak a kutatók, és ez remek, csakhogy a silónak az a tulajdonsága, hogy nem hallatszik ki belőle a hang. A Silicon Valley-ben a legnagyobb ötletek ebéd közben születnek. Kávéznak, bisztróban ülnek, nagyon különböző területekről érkező kutatók, vezetők. Üzleti titkokat egymásnak nem árulnak el, de megtermékenyítik egymás agyát. Silókban ezt nem lehet. „**

5.1.1. Kitörési lehetőségek a fémek területén – fém mátrixú kompozitok, habok, hibrid anyagok és nanofémek (Babcsán Norbert)

GLOBÁLIS TRENDEK

Az **alumínium** a földkéreg **3. leggyakoribb elem**e, ezért az Al fém kinyerésének forrása elméletileg szinte kiapadhatatlan. Fémes állapotban nem fordul elő a természetben[73], de oxidjának redukálásával már több, mint 100 éve állítanak elő fémalumíniumot. A világban rejlő folyamatok az ezredforduló alumínium iparának megduplázását vetítik előre 2030-ra. Az alumínium felhasználásának megoszlása szempontjából 30-30% a járműipar és az építőipar aránya, a maradék 40 % lényegében egyenlően oszlik meg, a fogyasztási cikkek, az elektromos vezetékek, a csomagolóanyagok és a gépalkatrészek között. Az alumínium redukálásához jelentős mennyiségű energiára van szükség, ezért kohósítása jelenleg az olcsó energiát biztosító vagy nagy mennyiségű saját energiaforrással rendelkező országokhoz kapcsolódik, pl. Izland (Alcoa, Rio Tinto, Century Aluminium) – vízenergia, geotermikus energia, Quatar (Quatar Alumínium) – olaj, Norvégia (Norsk Hydro, Rio Tinto), Kanada (Rio Tinto) vízenergia, Kína (kínai gyártók a világ termelésének fele) - szén, ami egyrészt meghatározza a primer alumínium, mint nyersanyag előállításának helyét. Az alumínium hulladék nem korrodálódik és szinte 100%-ban újrahasznosítható, az eredetivel megegyező állapotú fém nyerhető, akár egyedülállóan megújuló energiák felhasználásával. **A szekunder alumínium előállítására ideális helyet nyújt hazánk is**. Az alumínium fém jelentős mennyiségű energiát tárol (**energia bank**). Felfogható energiát hordozó anyagként, sőt energiahordozóként is. Ezért szerepe meghatározó lehet a jövőben. Az alumínium többek között a nukleáris ipar és a naperőművek egyik fontos szerkezeti anyaga. Várhatólag *a járművek szerkezeti anyagfelhasználásának is a többsége alumínium lesz, sőt könnyebb szerkezetű épületeket, mobilházakat is építhetünk majd alumíniumból,* hiszen **az alumínium nagyobb fajlagos szilárdsági tulajdonságokkal rendelkezik, mint az acél**; a szilárdság maximum az acélnál (1500 MPa), az alumíniumnál (650 MPa) a sűrűség 7,8 és 2,7 g/cm^3, ebből eredően a maximális fajlagos szilárdság 192 és 240, azaz az alumínium nyer.

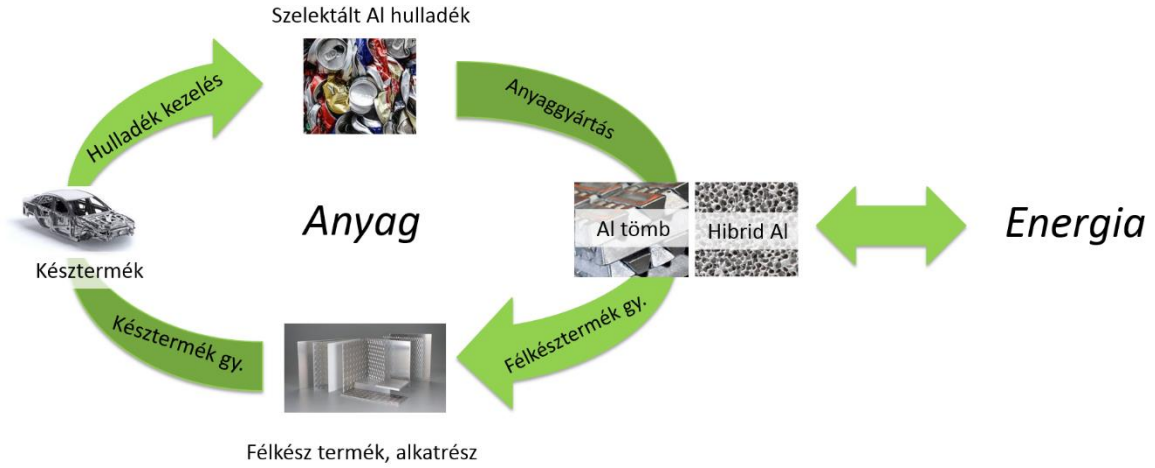
A **világban az alumíniumipari szereplők két nagy csoportban tömörültek:** az alumínium **nyersanyag** és az alumíniumból készült **termék gyártók** (alumínium transzformerek). A korábbi bauxit bányászati cégek és az alumínium kohászati cégek nyersanyaggyártó részlegének fúziójával jönnek létre a nagy **alumínium nyersanyaggyártó** konszernek. Pl. az Alcoa kettéválása New Alcoa-vá, ami megmaradt nyersanyaggyártónak és

[73]https://www.ga.gov.au/education/classroom-resources/minerals-energy/australian-mineral-facts/aluminium

Arconic-ká, ami alumínium transzformerré vált. Az Alcan bekebelezése a Rio Tinto bányavállalat által, pedig a bányászat és a kohászat összekapcsolódását jelzi. Az **alumínium termékgyártókat** ma már az adott húzóágazati szereplők alkotják pl. Magna (járműipar), Arconic (mindhárom), Alucoil (építőipar).

Alumínum körkörös gazdaság

Az alumínium életciklusa az ércből való primer (elsődleges) alumíniumgyártással kezdődik. A tömbi alapanyag alakadását (hengerlés, extrudálás, öntés stb.) követően félkész termékek, majd a félkész termékeket különböző kötéstechnológiákkal (hegesztés, ragasztás, csavarozás stb.), felületkezelési eljárásokkal (festés, eloxálás stb.) illetve megmunkálásokkal (forgácsolás, csiszolás, polírozás stb.) módosítva késztermékeket hozunk létre. A termékek élettartama végén az alumíniumot begyűjtik, majd lehetőleg ötvözetfajta szerint válogatják. A szelektált alumínium hulladékot olvasztókban tömbösítik közel 95%-os hatásfokkal. Az így előállított már másodlagos (szekunder) alumínium tökéletes példája egy jól működő körkörös gazdaságnak és a szekunder alumínium előállításának energiaigénye csupán 5%-a a primer eljárásnak.



Alumínium körkörös gazdaság elemei

Az **alumínium** sok szempontból **a jövő anyaga**:

- A világ második leggyakrabban használt ipari fémje, amely 2012-ben 112 milliárd dolláros piaccal rendelkezett (Visiongain.com).
- Az elmúlt 3 évtizedben a fémek közül a legmagasabb fogyasztási növekedéssel rendelkezett (Macquarie Bank of Australia 2011).
- Az elkövetkezendő 30 évben a legmagasabb keresleti arányt mutató fém a többi főáru között (Rio Tinto 2011).
- A legmagasabb keresletet nyújtó fém az összes többi fém között, az urbanizáció, a növekvő jövedelem és a GDP növekedés viszonylatában.

Az alumínium a világpiacon primer (ércből kohósított elsődleges) és mint tökéletesen újrahasznosítható anyag szekunder (másodlagos) nyersanyagként is rendelkezésre áll (az alumínium nyersanyag 1/3-a másodlagos újrahasznosított nyersanyag), jelenleg a világ fémalumínium készlete már eléri az 1100 mill tonnát. A világ alumínium ipara 2000-ben még 35 mill tonna alumíniumot használt fel évente, 2019-ben ez a mennyiség már 107 mill tonna[74], amiből 34 mill tonna a hulladékból előállított másodlagos nyersanyag. **Az alumíniumipar hihetetlen növekedésének vagyunk tanúi a világban.**

Fontos, hogy a szakpolitika megértse és a nemzet, illetve a politika számára elmagyarázza az alumíniumipar modern jelentését: **A nemzetközi porondon, így Magyarországon is jelen lévő alumíniumiparon belül már nem**

[74] http://www.world-aluminium.org/statistics/massflow/

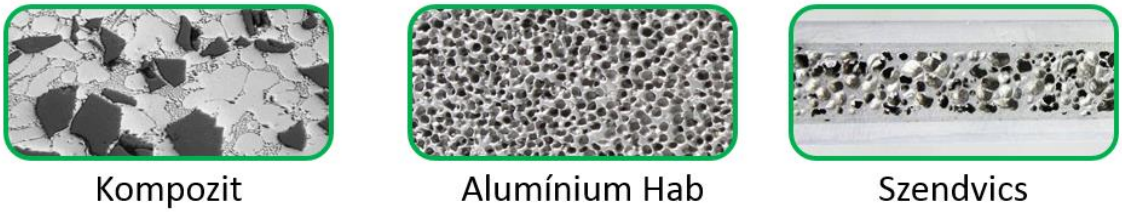
az alumínium kohászat dominál, hanem az alumínium transzformációs ipar, azaz a hulladék alumíniumból új anyag gyártása, illetve az alumínium félkész és késztermék gyártás.

Alumínium feldolgozottsági fokai

Az **alumínium ipar jövője** az új típusú úgynevezett **hibrid alumíniumok**ban, illetve alumínium, mint **energia hordozó** mivoltában rejlik. A világban most ért be a hibrid alumínium temékesítési folyamata. Új iparág van születőben, ami akár létrehozhatja az acél szilárdságú alumíniumot is. A születendő iparág egyik jelentős lehetősége, hogy az új típusú alumínium hab magú építőipari burkolati panel elfoglalhatja a 9 milliárd US$-os alumínium kompozit szendvics panel piacot[75]. Ezen kívül a hibrid alumínium lesz az alumínium öntészet egyik új alapanyaga is (erősebb, kopásálóbb, könnyebb öntvényeket lehet majd előállítani).

Hibrid alumínium és tulajdonságai

A hibrid alumínium az alumínium mátrixú kompozitok, az alumínium habok és a szendvics struktúrájú alumínium anyagcsalád összefoglaló neve.



Hibrid alumínium fajtái

Maga az anyagcsalád fajtái nem teljesen újak, de a gyűjtőfogalom az. A hibrid alumíniumok szerkezete lehet mind a nano-, mikro-, milli- vagy makroszkópikus szinten tudatosan megtervezett, aminek az eredményeképpen, széles intervallumban változtathatóak a hibrid alumínium anyagok tulajdonságai, így az adott felhasználáshoz alakítható az anyag. Az egyszerű ötvözés és hőkezelés mellett az adalékolás, habosítás és különböző kötéstechnológiák (hegesztés, brazingelés, forrasztás, ragasztás) kerülnek még alkalmazásra. Az újrahasznosítható hibrid alumínium az alumíniumon kívül - az alumínium mátrixban vagy a felületen - oxigént tartalmaz alumínium-oxid formájában. Mondhatnánk, hogy ***a „zöld" hibrid alumínium: oxigénnel ötvözött, tudatosan strukturált alumínium***. A hibrid alumínium gyártása során az alumínium hulladékot a salaktól nem feltétlenül kell megtisztítani, ezáltal még környezetbarát eljárásban tudjuk az alumínium hulladékot újrahasznosítani. A struktúra bonyolultságától függően beszélünk egyszeresen (alumínium mátrixú kompozit), kétszeresen (alumínium hab) és háromszorosan (alumínium szendvics) hibrid alumíniumról.

A hibrid alumínium **nyersanyag**a a kedvező karbon lábnyommal rendelkező *szekunder alumínium fém*, ami rendelkezésre állhat még költséghatékonyabb és környezetbarátabb módon is a salakot is tartalmazó (kezeletlen) újraolvasztott alumínium hulladék formájában. Ebben az esetben a salakszemcsék ultrahangos diszpergálásával tudunk megfelelő alapanyagot gyártani.

Kompozit: *1x-esen hibrid alumínium*. Az *alumínium mátrixú kompozitok* (MMC vagy AMC) alumínium ötvözet mellett nano- vagy mikroméretű az alumínium megolvasztását követően is szilárd (pl. kerámia) részecskéket

[75] https://investingnews.com/daily/tech-investing/cymat-provides-sandwich-panel-development-update/

tartalmaznak. Ilyen pl. a habosítható alumínium. Elméletileg az alumínium mátrixú kompozitok egyéb előnyös tulajdonsággal is rendelkezhetnek, pl. nagyobb szilárdságú, keménységű, kopásálóbb, mint a hagyományos alumínium. A szintaktikus alumíniumhabok (üreges gömbökkel erősített kompozitok) is aluminium mátrixú kompozitok. Előnyük az alumíniumhabokkal szemben, hogy nagy fajlagos mechanikai tulajdonsággal rendelkeznek, hátrányuk a magas költség és a nagy sűrűség.

Hab: *2x-esen hibrid alumínium*. Az *alumíniumhab* egy új anyag, ami olyan könnyű, hogy úszik a vízen. Jelenleg félkész termék formájában építőipari design burkolati elemként, robbanásvédelmi anyagként, illetve rezgés és hangcsillapítására is használható. Jelenleg a világon 1 kínai, 1 kanadai, 1 magyar, és 1 német gyártó mintegy 300 ezer m^2-t értékesít félkésztermék (panel) formájában.

Szendvics: *3x-osan hibrid alumínium*. Valójában az alumíniumhab makroszkopikusan strukturált változata. Szerkezetéből adódóan félkész- vagy késztermék. Ilyen az alumíniumhab magú szendvics lemez, illetve az alumíniumhab magú öntvény.

Energiaciklus

Új „alumíniummal tölthető" akkumulátoron dolgozik az Alcoa (Arconic) együttműködve egy izraeli start-up céggel[76], illetve a jelenlegi újratölthető alumínium-ion akkumulátorok kapacitása a lítium-ion akkumulátorok 2,5 szeresét (1 kWh/kg) is elérheti[77]. Valószínűsíthető, hogy hibrid alumíniumból fog készülni az az **alumínium-levegő akkumulátor**[78] is, aminek elméleti energia sűrűsége 8.1 kWh/kg[79] (az érték megegyezik a szén energia sűrűségével és közel azonos a gázolaj és a benzin energia sűrűségével[80], térfogatra vonatkoztatva viszont csupán a harmada). Egyelőre a primer alumínium előállítása 15-13,5 kWh/kg energiát igényel, azaz az elméleti Al-levegő akkumulátor energiatartalmának mintegy 2 szerese. A legjobb jelenlegi Li-ion akkumulátorok energia sűrűsége csupán 0,25 kWh/kg[81]. Az akkumulátorok energiatartalmának növelése először az elektromos autózást fogja forradalmasítani. *Jelenleg a Tesla S* Model 100 kWh-jú akkumulátorral 539 km-t tud elmenni messze a legtávolabb az újratölthető elektromos autók piacán[82] (0,207 kWh/kg energia sűrűség, 0,19 kWh/km, 0,90 kg/km, *483 kg Li-ion akkumulátor*). Összehasonlításul az ólom akkumulátorok fajlagos tárolókapacitása 0,040 kWh/kg. Az *új Alcoa-Phinergy elektromos autó* 1750 km-t tett meg egyhuzamban a jelenleg 0,3 kWh/kg energiasűrűségű Al-levegő akkumulátorral, aminek a kapacitása könnyen megnövelhető 1 kWh/kg-ra. Ez esetben egy Tesla S Model jelenlegi teljesítményéhez 100 kg Al-levegő akkumulátor elég lesz, azaz *elég lesz 100 kg Al-ot tankolni.* **Ha az elméleti 8,1 kWh/kg Al energiakapacitása kihasználható, a jelenlegi elektromos meghajtási technikával 1000 km megtételéhez csupán 23 kg alumíniumot kell tankolni, ami mindössze 8,5 liter alumínium. Jelenleg ez benzinből minimum 32 kg és 40 liter.**

Az alumínium egyben hidrogén tabletta is. Megfelelően dópolva galliummal, illetve megfelelő formában nagy felülettel ellátva vízbe helyezve tiszta hidrogént produkál. Így kiegészítő eleme lehet a hidrogén gazdaságnak[83].

Az alumínium életciklusában az energia oldalon új redukálási (kohósítási) technológia is megjelent, ami jelentősen javítani fogja a primer alumínium gyártás környezetbarát voltát, és költséghatékonyságát, hiszen a **CO_2 helyett O_2 a melléktermék**[84]. Ezen kívül a másodlagos nyersanyag gyártók területén is jelentkező technológiai fejlődés

---

[76] http://www.phinergy.com/2

[77] G. A. ELIA, K. MARQUARDT, K. HOEPPNER, S. FANTINI, R. LIN, E. KNIPPING, W. PETERS, J.-F. DRILLET, S. PASSERINI AND R. HAHN, An Over-view and Future Perspectives of Aluminium Batteries, Advanced Materials, Volume28, Issue35, September 21, 2016, pp. 7564-7579.

[78] https://www.inensto.com/

[79] https://insideevs.com/alcoa-teams-with-phinergy-to-develop-claimed-1000-mile-aluminum-air-battery-technology-wvideo/

[80] https://deepresource.wordpress.com/2012/04/23/energy-related-conversion-factors/

[81] K. E. AIFANTIS, S. A. HACKNEY, R. VASANT KUMAR, High Energy Density Lithium Batteries: Materials, Engineering, Applications, 2010 Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, DOI:10.1002/9783527630011

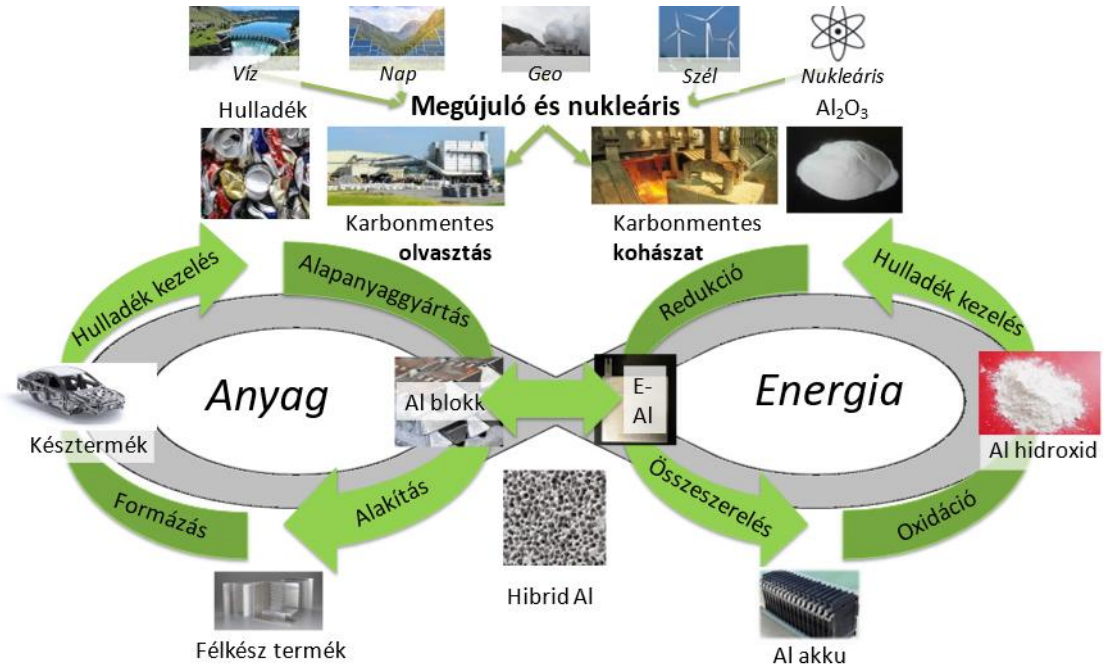
[82] https://en.wikipedia.org/wiki/Tesla_Model_S

[83] https://energy.mit.edu/news/using-aluminum-and-water-to-make-clean-hydrogen-fuel-when-and-where-its-needed/

[84] https://www.riotinto.com/media/media-releases-237_25362.aspx

környezettudatos só mentes hulladék tömbösítési technológiát produkált[85].Globális szinten az épületszektor a szén-dioxid kibocsájtás 40%-ért felelős, melyből ~11% az építőanyagok előállításához, illetve kivitelezésekhez, a fennmaradó 29% pedig az épületek üzemeltetéséhez köthető. A **hibrid alumíniumok** ennél az értéknek **szignifikánsan kisebb karbon lábnyommal rendelkeznek**.

A fenntarthatóság, a körkörös gazdaság, az újrahasznosíthatóság szempontjából az alumínium gyakoriságának és a teljes technologizálhatóság szempontjából egy csodálatos anyag. A szerkezeti anyag ciklust lehet vele teljessé tenni, hiszen az újrahasznosítás alatt a veszteség elhanyagolható, az új technológiák már nem használnak veszélyes kémiai anyagokat (Scepter eljárás). Az újrahasznosított alumínium a primér, érceiből előállított alumíniumhoz mérten sokkal kisebb karbonlábnyommal rendelkezik. Ráadásul az új technológiákkal az eddig ki nem választható ötvözők is elválaszthatók az alumíniumtól (pl. Fe)[86]. A **végtelen alumínium körkörös gazdaságban** az anyagciklushoz hozzákapcsolható az alumínium energiahordozó ciklusa is[87], ami egyrészt a hidrogén gazdaság egyik energiatárolója, másrészt mint akkumulátor komponens és elektrontároló tör előre.



Az anyag és az energiaciklus összekapcsolása megújuló és alternatív (nukleáris és fúziós) energiatermelésen alapuló végtelen alumínium körkörös gazdaság megvalósításához[88]

Hibrid alumínium piaci lehetőségei

Az alumínium jelenleg 95%-ban újrahasznosítható nyersanyag. Magyarország teljes alumínium termék előállításunk 500 ezer tonna (mintegy a világ alumíniumiparának 1%-a). Az alumínium iparunk jelentős hagyománnyal és tudásbázissal rendelkezik. A magyar ezüst korszakában 2%-a volt a világ alumínium termelésének magyarországi. A globális alumínium ipar az elmúlt húsz év alatt megduplázódott és várható, hogy az elkövetkező 10 évben szintén duplázóik. **A hibrid alumínium** bármilyen alumínium hulladékból gyártható. Ebben az esetben az alumínium már **100%-ban újrahasznosítható**. A hibrid alumínium a feldolgozottsági foktól függően, alumínium rozsda vagy karbon szál bejuttatásával ***alumínium kompozit*** gyártható, további levegő buborékoltatásával ***alumínium hab***, alumínium lemez és a habpanel összeolvasztásával ***alumínium hab szendvics.***

[85] https://www.riotinto.com/media/media-releases-237_25708.aspx
[86] Schoss, J. (Speaker)'; Becker, H.'; Kessler, A.[1]; Leineweber, A.'; Szucki,M.r; Wolf, G. Influence of different filter materials and coatings on removal of iron in a secondary aluminum-silicon alloy using a laboratory filtration apparatus, 1'Technische Universitet Bergakademie Freiberg, Germany, presented on Cellmat2022 Dresden
[87] https://www.reveal-storage.eu/
[88] Norbert Babcsán, Aluminium infinite green circular economy – theoretical carbon free infinite loop, combination of material and energy cycles, Solutions for Sustainable Development – Szita, Jármai & Voith (eds.) 2020 Taylor & Francis Group, London, ISBN 978-0-367-42425-1, p. 205-210.

Az alumínium formaöntészet az alumínium kompozitoktól és a szemiszolid öntéstől várja a hibamentes öntvénygyártás forradalmasítását.

Az **alumínium habokat széleskörűen alkalmazzák** az **építőipar**ban épületek burkolati elemeként, az alumínium szendvics mintegy 9 Mrd dolláros piaci lehetőséggel rendelkezik évente a világban, a piacra az új alumínium hab szendvics tűzállósági előnyével lehet betörni. Az **mobilitás** területén az alumínium hab **ultrakönnyű szerkezeti anyag**ként is alkalmazható, illetve **az alumínium öntvények súlycsökkentésé**re is alkalmas, de akár az új típusú **alumínium akkumulátor**ok anyaga is lehet, amivel jelentősen akár 2,5 szeresére növelhető a jelenlegi lítium akkumulátorok fajlagos kapacitása. A **védelmi ipar** tekintetében az alumíniumhab a legjobb energiaelnyelő képességgel rendelkezik az össze versenytárs közül a **robbanásvédelem**ben, a páncélanyagok réteges anyagának a könnyítést megalapozó összetevőjeként kerül felhasználásra, de tömegoszlató tölténynek is alkalmazzák. Az építőiparban és a védelmi iparban elindult az értékesítés és számos járműipari prototípus termék került kidolgozásra a repülőgép és űripart is ideértve. A jelenlegi építőipari, járműipari és védelmi ipari piaci igény arra vár, hogy az új hibrid alumíniumipari termékekkel kiszolgálják. Így például a Rhienmetall 2020-as szabadalmi bejelentésének is (US20200263963), mint **robbanófej** kulcseleme az alumínium hab. Ezen kívül az alumíniumhab ideális szerkezeti eleme lehet a **drónok**nak is[89].

Al hab tartószerkezetű tricopter és alumíniumhab vázú motorkerékpár

A legjelentősebb piaci potenciálja a **szendvics lemezek**nek van. Az alumíniumhab mag olyan szendvicslemezt eredményezhet az építőipari burkolati panelek piacán, ami egyedülállóan felel meg az **A1-es tűzvédelmi besorolásnak, azaz nem éghető**. Ezen kívül az autóipar tárt karokkal várja az alumínium hab szendvicslemez termékeket, amik egyrészt járművek **karosszéria anyag**aként (különös tekintettel az elektromos autó súlycsökkentésére és biztonságtechnikájára – pl. **akkumulátor tartó**) használható.

Az **ALUHAB**[90] nevű alumíniumhab és kompozit technológia magyarországi kidolgozása a Bay Zoltán Kutatóintézetben történt, az üzemesítést az Aluinvent Zrt.[91] végezte. Ezen kívül Kanadában van hasonló technológián alapuló gyár a Cymat Technologies Ltd.[92]-nél, ami alumíniumhabot, illetve a RioTinto Alcan[93] és az MC21, ami alumínium mátrixú kompozitot gyárt[94]. Más technológiával, de alumínium habot tud előállítani jelenleg Németországban a HMF[95] és Kínában az SCYTD[96].

A jelentős piaci lehetőségeknek és az innovatív tudásunknak köszönhetően **a hibrid alumíniummal Magyarország alumíniumipara megduplázható.** A Tungstram vagy a Zoltek létrejöttéhez hasonló lehetőség előtt állunk. Az új alumínium **jelentős hozzáadott érték**et képvisel. A kompozit fajlagos ára az alumínium hulladék árához képest 4x-ezhető, az alumíniumhab és a szendvics a hulladék ár akár **10-20x**-a is lehet.

---

[89] https://transport.ec.europa.eu/news/drone-strategy-creating-large-scale-european-drone-market-2022-11-29_en
[90] https://aluhab.hu/
[91] https://aluinvent.com/hu/
[92] https://www.cymat.com/
[93] https://www.riotinto.com/products/Aluminium
[94] https://www.mc21inc.com/
[95] https://www.havel-mf.com/
[96] http://www.scytd.com/english/

HAZAI ALUMÍNIUMIPAR

Magyarországon évente mintegy 100 ezer tonna alumínium hulladék képződik (tömbösített értéke mintegy 70 Mrd. Ft). **Magyarország alumínium hulladékának egy részét külföldre adja el, mi pedig külföldi alumínium hulladékot veszünk másodlagos nyersanyagként.** Az alumíniumhulladék feldolgozást az alábbi cégek végzik: 10 kt alumínium hulladék tömbösítési kapacitással a magyar tulajdonú Alu-Blokk Kft.[97], 20 kt kapacitással a magyar-osztrák tulajdonú Inotal Zrt.[98], 60 kt kapacitással az amerikai tulajdonban lévő Scepter Tatabánya Kft.[99] és a 60 kt lengyel tulajdonban lévő Alumetal Group Hungary Kft.[100] Az alumínium iparon belül a formaöntészet 100 kt termelési volumennel rendelkezik (2014-es adat[101], mintegy 50 Mrd Ft bevétel), amiből 50 kt a nyomásos öntvény és 50 kt a kokilla öntvény. A folyamatos öntészet területén (elektromos vezeték huzal, lemezöntvény és Al tubus alapanyag) egyeduralkodó Inotal[102] mintegy 60 kt termelési kapacitással rendelkezik. Jelenleg hazánk a járműipar számára alumínium öntvénygyártásban és az alumínium keréktárcsa gyártásban jeleskedik. A magyar alumíniumipar legnagyobb vállalata az amerikai tulajdonú Arconic Köfém[103] Székesfehérváron (mintegy 200 kt) alumínium hengerelt lemez, illetve a keréktárcsa gyártás a fő profil. Ezen kívüli jelentős szereplő a Hydro Extrusion Hungary Kft. a Norsk Hydro[104] által megvásárolt extrudált termékeket gyártó korábbi SAPA (90 kt) gyára is, ami a közeljövőben újabb 90kt-ás hulladékfeldolgozási kapacitást ad a magyar alumínium körkörös gazdasághoz. **Ha a termelési adatokat összeadjuk a Magyarországon lévő alumíniumipar volumene mintegy 500 kt.**

Amíg jelenleg a magyar alumíniumipar tekintetében a nyugati országrész a domináns, a húzóágazatok tekintetében a keleti országrész is fejlődésnek indult (pl. az autógyártás Mercedes, BMW), ugyanitt az alumíniumipar alul reprezentált, annak ellenére, hogy az alumíniumipar már nem kötődik helyileg a nyugat-magyarországi érclelőhelyekhez, és helyileg a kelet-magyarországi Miskolci Egyetem jelenleg az alumíniumipar kompetencia központja Magyarországon (innen indult az alumíniumhab fejlesztések és a gyártás üzemesítése is, ami kiugrási pontot jelenthetne a régió számára).

Hazai alumíniumhab fejlesztések története

1990-es évek a Hungalu ALUTERV-FKI-ban történtek meg az első alumíniumhabosítási kísérletek, a német porkohászati technológián alapulva. Az ALUTERV-FKI 1996-ban, gyakorlatilag jogutód nélkül megszűnt. Az intézetben közel 50 év során összegyűlt szellemi kapacitás és a K+F tevékenység korábbi eredményei részben megsemmisültek, ami az újjáéledő hazai magán-alumíniumipar szempontjából jelentett fel nem mérhető veszteséget.
2000-2003 2000-2003 között a Miskolci Egyetemen, illetve az LKR ausztriai kutatóintézetben a Bécsi Műszaki Egyetemmel együttműködve folytatódott a magyar alumíniumhab kutatás fejlesztés a gázinjektálásos alumíniumhabosítási technológiára koncentrálva. A kutatásokat vezető Babcsán Norbert 2003-ban szerezte meg a PhD fokozatot a továbbiakban a magyarországi K+F+I az ő irányítása alatt történt Magyarországon 2007-2017-ig.
2003-2006 a kutatások a Berlini Hahn-Meitner Intézetben (HMI) és a Berlini Műszaki Egyetemen folytatódtak. Ezzel párhuzamosan az Admatis Kft. is végzett alumínium hab fejlesztéseket azonban ez a technológia megragadt prototípus állapotban.
2007-2012 a BayLogi-ban elindult egy alumíniumhab kutatások végzésére alkalmas osztály, majd a Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közalapítvány által 2008.12.04.-én az SZTNH-ban P0800736-os ügyszámon került bejelentésre az ALUHAB találmány, ami a későbbiekben nemzetközi szabadalmi családdá is alakult.
Szabadalmi család:
WO2010064059 (A2), WO2010064059 (A3), US2011262766 (A1), RU2011126081 (A), HU0800736 (A2), HU227545 (B1), HU227533 (B1), EP2370218 (A2), CA2745728 (A1), CN102307687 (A) + Hong Kong, RU2550054C2 US9168584B2, CN102307687 (B).

---

[97] https://alublock.net/hu/
[98] http://www.femszovetseg.hu/altalanos-hirek/uj-aluminium-atolvasztomu-inotan.php
[99] https://www.scepterinc.com/tatabanya.php
[100] https://alumetal.pl/hu
[101] http://www.innoteka.hu/cikk/egy_alig_ismert_sikeragazat_onteszet.1228.html
[102] https://inotal.hu/
[103] https://www.arconic.com/hu/hungary-hu
[104] https://www.hydro.com/hu-HU/a-hydro-bemutatasa/telephelyeink-vilagszerte/europe/magyarorszag/

A labortechnológiai kialakítása 2011 végére ért véget, amikor is sikerült az állami szereplők jóváhagyásával egy hazai befektetőt bevonni a kidolgozott technológiák üzemesítésére.
2012-2017 A hasznosító Aluinvent Zrt 2012.08.01.-vel kezdte el működését a korábbi anyagfejlesztési osztály tagjainak alkalmazásával. A technológia méretnagyítása megtörténik és létrejön egy alumíniummátrixű kompozitokat és építőipari habpanelek gyártására alkalmas üzem, illetve egy a szabadalmi védettség alatt álló habosítási eljáráson alapuló kísérleti üzem.
2017- Tőkehiányos állapot miatt az innovátor Babcsán Norbert tanácsadó céget alapított (Innobay Hungary Kft.) és innovációs tevékenység Kanadában folytatódik a Cymat vállalat égisze alatt. Jelenleg az Aluinvent a meglévő gyárat üzemelteti és az építőipari panelek piacosítását végzi.

HAZAI ALUMÍNIUMIPAR BAJNOKJELÖLTEI

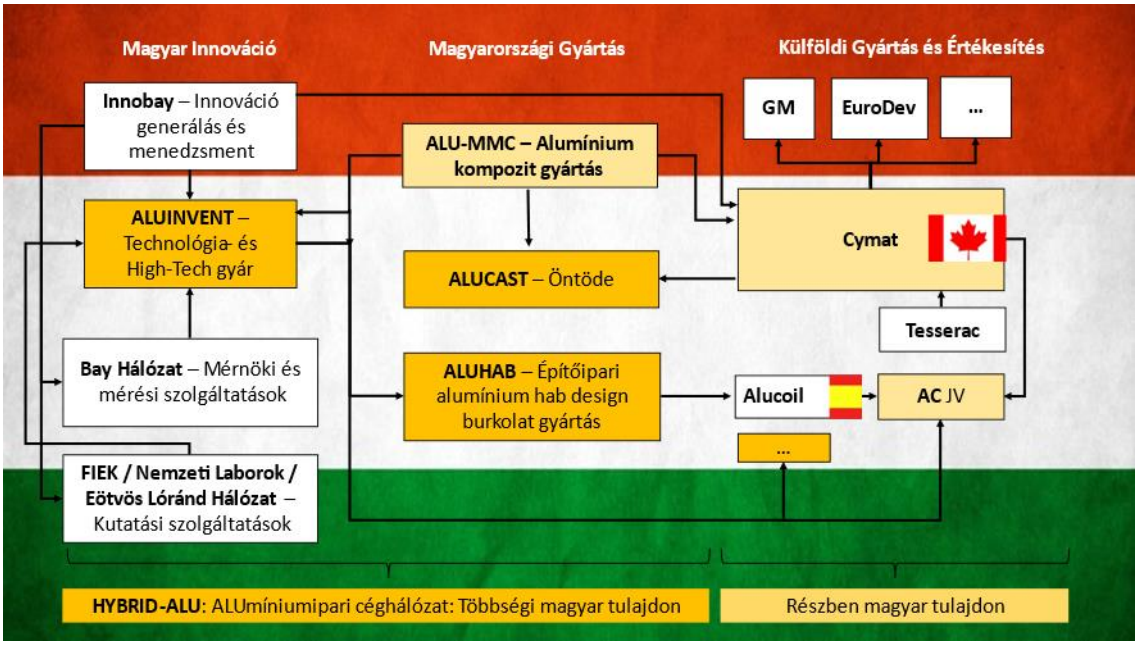
A Cymat jelenleg a világ vezető alumíniumhab gyártó cége. A legnagyobb piaci beágyazottsággal rendelkezik. Az alumínium kompozit építőipari burkolati elemeket is gyártó spanyol Aliberico a Cymat 10%-os részvényese. Ezen kívül a kanadai Woodbridge a világ egyik legnagyobb PUR hab gyártója szinten szoros kapcsolatban áll a Cymattal. A legnagyobb autóipari és védelmi ipari gyártók szintén Cymat partnerek. A habosításhoz szükséges alumínium kompozitot nagy mennyiségben mintegy 60.000t/év kapacitásig a Rio Tinto Alcan kanadai óriáscégtől tudja beszerezni. Kisebb részben (100t/év) a USA-ban lévő MC21 KKV-től. Magyarországon az kompozitgyártás tekintetében az Aluinvent Zrt.-nél rendelkezésre áll egy 1000t/éves kapacitású kompozitgyártó és habosító üzem, ami a Rio Tinto Alcan technológiájához képes fele áron tud kompozitot előállítani. Ezen kívül hatékonyabb technológiai megoldásokkal rendelkezik a teljes hibrid anyag tudásbázisával rendelkező Innobay Hungary Kft. tudásközpont.

A HYBRID-ALU egy multinacionális céghálózat létrehozásának terve, ami több korszerű alumínium gyártással foglalkozó a meglévő magyar és kanadai entitásokon alapuló vállalatcsoportot hozna létre és fogna össze a modern alumínium gyártás teljes értékláncában az alapanyaggyártástól az innováción át a termékgyártásig. A HYBRID-ALU jórészt magyar innovációs bázison működne kihasználva, Innobay Hungary Kft., Aluinvent Zrt. és ALU-MMC Hungary Zrt. mint a Cymat kanadai cég magyar leányvállalatának összekapcsolódását.

A globális cégek hálózati kapcsolatrendszerét az elit struktúrája[105] (klubjai) és a katonapolitikai erőviszonyok határozzák meg. A korporét hálózatokat vizsgálva a jelenlegi kanadai Cymat mögött a korábbi Anaconda alapította Alumina Partners, a Rio Tinto és európai szárnya a Spanyol Aliberico áll. Az Alibericohoz 35 alumíniumgyár tartozik. A Rio Tinto kapcsolatrendszerében a világ mindhárom nagy érdekszférája reprezentálja magát. A Rio Tinto érdekkör arra vár, hogy Európába tovább terjeszkedhessen. A spanyol láb az eurázsiai piacok szélén van, Magyarország fekvése, mind logisztikailag, mind geopolitikailag sokkal ideálisabb. Az autóipar tekintetében jelentős kanadai partner a Magna konszern is.

A debreceni BMW és a kecskeméti Mercedes gyár hatására tovább fog erősödni Miskolc város autóipari beszállítói központtá válását az alumínium alapú alkatrészek területén. Illetve elősegíti az ÉMI-vel együtt az építőipari alumínium fejlesztéseket. Tevékenységével létrejön egy alumínium kompozit gyár, bővül az alumínium hab gyártási kapacitás és termékprofil, a kompozit gyártó sor kiegészül egy alumínium hulladék kezelő üzemcsarnokkal, illetve megépül egy új alumínium öntöde. Inota pedig egy egyedülálló kapacitásbővítést adhat a hibrid alu építő és védelmi ipari bevezetésére.

[105] W. K. Carroll, J. P. Sapinski, The Global Corporate Elite and the Transnational Policy-Planning Network, 1996–2006: A Structural Analysis, International Sociology 25, 4 (2010) 501-538.



A HYBRID-ALU cégháló tagjai és kapcsolódásai

A cégháló cégeiben a különböző jelenleg is meglévő cégek az alábbi feladat szerint szerveződnének:

ALUINVENT: A cégháló kísérleti üzeme és high-tech termékek gyártója. Az Aluinvent Zrt. átalakításával létrejövő privát kísérleti üzem és high-tech minőségű alapanyagok gyártója az autó és védelmiipar számára. A cég innováció menedzsment partnere az Innobay Hungary Kft., ami menedzser szerepet lát el a K+F, mérnöki és mérési szolgáltatók között, illetve külső (saját) szellemi tulajdon értékesítést végez az ALUINVENT-en keresztül a HYBRID-ALU cégei számára. A magyar innovációs hálózatoktól kutatási, mérnöki és mérési szolgáltatásokat vesz igénybe, de elsősorban a cég saját technológiai és vizsgálati infrastruktúráját használja és törekszik ennek bővítésére egészen a kísérleti üzemi és prototípus gyártási szintig. Az ALUINVENT korszerű alumíniumhab alapanyagokat és egyedi alumíniumhab termékeket gyárt. Részben a védelmi ipar és az energetika (nukleáris és megújuló) számára. Partnerei: Honvédelmi Minisztérium, illetve az MVM cégei.

ALU-MMC: A cég jelenleg a kanadai Cymat cég tulajdonában van és részvénytársaságként lett bejegyezve. A cég profilja habosítható alumínium alapanyag (kompozitok) gyártása első lépésként a Cymat és az Alucoil-Cymat JV cégek számára. Potenciális vásárlók lehetnek még az öntödék. A cég alumíniummal való ellátása történhet alumínium hulladék bázison is, így a gyártósor később kiegészülhet egy alumínium hulladék feldolgozó üzemmel. Az ALU-MMC szintén értékesítene és később gyártana nagy sűrűségű alumínium hab tömböket alumíniumhab öntvények készítéséhez. Partnerei: Cymat, Aliberico, Scepter stb.

ALUHAB: Az Aluinvent Zrt. portfóliájából kiemelt, az ALUHAB építőipari termékcsalád értékesítésével és rendszerfejlesztésével foglalkozó cég. Partnerei: a KÉSZ Zrt., Market Zrt., Weinberg 98. Kft. stb.

ALUCAST: A cég által előállított anyagokat az autóipar számára öntési technológiával termékesíti, legyen az ötvözetből (szemiszolid öntés is), kompozitból vagy alumíniumhabból készült termék. Partnerei: Mercedes, BMW, Magna stb.

INNOBAY – a hibrid alumínium és az Al akku tudásközpontja: Az Innobay egy olyan független tudás és innovációs szolgáltató központ, ami képes innovációs csapatokat szervezni és az adott gazdasági terület fejlesztését - a hasznosító cégeknél a fejlesztésben dolgozó saját mentoráltjain, illetve kapcsolati hálózatán keresztül - a teljes innovációs folyamatot menedzselni. A tulajdonos CEO a nemzetközi versenykésesség és az adott terület szakmai tudásának megtestesítője. Az új hibrid alumíniummal kapcsolatos know-how és tapasztalat birtokosa. A NASA-ban és a berlini atomenergiai intézetben is több évig kutató mérnök fizikus vállalkozó, csapatszervező, szellemi tulajdonjogi tanácsadó. Jedlik Ányos és Gábor Dénes díjas feltaláló és innovátor. Az Aluinvent Zrt. alapítója az ALUHAB feltalálója és üzemesítője. Korábban a BAY-LOGI és a BAY-NANO, majd az Aluinvent technológiai igazgatója volt. Jelenleg az Innobay Hungary Kft. tulajdonos igazgatója, illetve a hibrid alumínium nemzetközi

gyártóinak (pl. a kanadai Cymat) és felhasználóinak (pl. magyarországi KAV) tanácsadója. Partnerei: Cymat, Aluinvent, ALU-MMC stb.

Magyar Oktatási, Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Szolgáltató Szervezetek

A **hibrid alumínium** termékesítését jelentősen segítené egy **Alumíniumipari (Fémipari) Nemzeti Labor** (ANL) kialakítása, a **Miskolci Egyetemi központtal,** de a kohászati hagyományok béklyójából kiszakadva, **együttműködve a BME-vel, a Dunaújvárosi és a Pannon Egyetemmel**. A hibrid alumínium építőipari felhasználása tekintetében az ÉMI, a Miskolci Egyetem FIEK tevékenységének a folytatását is elősegíti, ezáltal kapcsolódási pontot generál a Bay Hálózathoz is. A kecskeméti Neumann János Egyetemmel is a már zajló járműipari alumínium hab termék fejlesztéseken kívül (motorkerékpár váz) a duális képzés vonatkozásában is egy fontos együttműködési lehetőség. Ezen kívül fontos szempont a Pannon, Széchenyi és a Debreceni Egyetemmel, illetve az Tudományos és Innovációs Parkokkal való együttműködés is.

Bay Hálózat (BH): A Bay Zoltán Nemzeti Alkalmazott Kutatóintézet Hálózat új kutatóintézeti hálózat, aminek első tagjai a Bay Zoltán Nonprofit Kft., az ÉMI, a KTI és a Zalazone. Így a szakmai együttműködési profilt elsősorban az építőipar és az autóipar fogja meghatározni. A BH elő tudja segíteni, a HYBRID-ALU profiljába tartozó felhasználások engedélyeztetési folyamatait, alkalmazás technológiai fejlesztéseket és azokhoz szükséges vizsgálati eszközparkot.

A regionalitás tekintetében 3 régiót tudunk kiemelni, amire a magyarországi megújuló alumíniumipar alapítható: miskolci szellemi központtal az észak-magyarországi régió (Miskolc, Sátoraljaújhely gyártóbázisokkal); veszprémi szellemi központtal a közép-dunántúli régió (Székesfehérvár, Várpalota-Inota, Komárom gyártóbázisokkal); kiegészítve az alumíniumiparhoz szükséges elektromos energia ellátását biztosító dél-dunántúli régióval (Paks), ami a nukleáris energiatermelés mellet később egyéb megújuló és fúziós energiatermeléssel is kiegészülhet. **Az új hibrid alumíniumipar tömeggyártása Inotán a high-tech termékek gyártása, az innovációs központ és a kísérleti üzem, illetve az ide tartozó Alumíniumipari Nemzeti Labor Miskolcon képzelhető el a leginkább.**

Magyarország régiói

KITÖRÉSI PONTOK

A magyar gazdaság piaci szereplőinek az **értékláncban innovatív termékekkel való részvétel**e *a magyar KKV-k innovációs képességek irányába való átalakításának és eredeti technológiákon alapuló magyar nagyvállalatok létrehozásának egyik nemzetstratégiai lehetősége*. Első lépésként a **húzóágazatok - járműipari, építőipar és energetika - innovatívabb végtermékekkel való kiszolgálása** biztosíthatja a nagyobb hozzáadott érték megteremtését és a jelenlegi átlag **5%-os iparági hozzáadott értékének** (nyereség) a **növelését**, ezáltal gazdaságunk növekedésének fenntarthatóságát. A húzóágazatokhoz **kapcsolódó nemzeti alumíniumipar megteremtése egy fontos kitörési pontja Magyarország újraiparosításának**. Ezen kívül elengedhetetlen az anyag és energiaciklusok összekapcsolása és a **fémek energiatárolásba (akku és hidrogén) és energiatermelésbe (megújuló, nukleáris, fúzió) való bekapcsolása, amivel országunk energiafüggetlensége biztosítható**.

A Magyarországon lévő alumíniumipar már nem az alumínium kohászatot jeleneti, hanem a másodlagos nyersanyag gyártó (alumínium hulladék feldolgozó) és az alumínium termékgyártó alumínium transzformációs ipart. Le kell választani a múlt primer és korszerűtlen nyersanyaggyártásának történéseit a modern alumínium ipar lehetőségeiről, hiszen a magyar alumínium iparnak fel kell készülnie innovatív stratégiai beszállítóként a világ szerkezeti és energiahordozó anyag struktúrájában történő változásokra a gazdaságunk versenyképességének megőrzése céljából. A magyar iparpolitika céljaihoz a védelmi ipar, a buszgyártás, a vasúti járműszerelvények készítése szempontjából új versenyképesebb anyaggal való ellátás tekintetében egy ideális lehetőség a hibrid alumínium ipar megteremtése. Ezen kívül az alumíniumipari és az alumínium, mint energiahordozó, az akkumulátoripart és a hidrogéngazdaságot is előremozdíthatja. A **jövő globális alumíniumipari folyamataiba[106] Magyarország bekapcsolódásá**nak helye van, hiszen Európában Norvégia mellett a legnagyobb innovációs tudásbázis Magyarországon volt a rendszerváltáskor, aminek a maradványai és tanítványai még aktívak. Meglévő magyar cégekkel, állami szerepvállalással és megfelelő külföldi partnerekkel elkezdhető **a magyar alumínium ipar újraiparosítása**. Ilyen első körös innovatív csúcsprojektekre példák, aminek segítségével **Magyarország alumínium ipara megduplázható**:

- ***Hibrid alumínium*** *alapú szerkezeti anyag gyártás, mint* ***nemzetközi céghálózat létrehozása****.*
- ***Alumíniumipari nemzeti labor létrehozása****, ami az hibrid alumínium termékfejlesztését, a végtelen körkörös gazdaságát, az alumínium akkumulátor, alumínium hidrogén, illetve hő tárolási innovációit és az alumínium energetikai ciklusát kutatja.*

[106] [13] B. CONNER, S. ESSEL, S. PAUL, R. WERTHEIM, T. PASANG, D. P. BUTCHER JR., H. ZEIDLER, N. DAHOTRE, S. PANDE, R. BANERJEE, S. CUESTA-LOPEZ, N. BABCSAN, and V. SOLOMON, Technological Innovations in Metals Engineering, JOM (2018), https://doi.org/10.1007/s11837-018-3224-2

5.1.2. Kitörési lehetőségek a nanoanyagok területén (Balázsi Csaba - Babcsán Norbert)

NANOANYAG FOGALMA

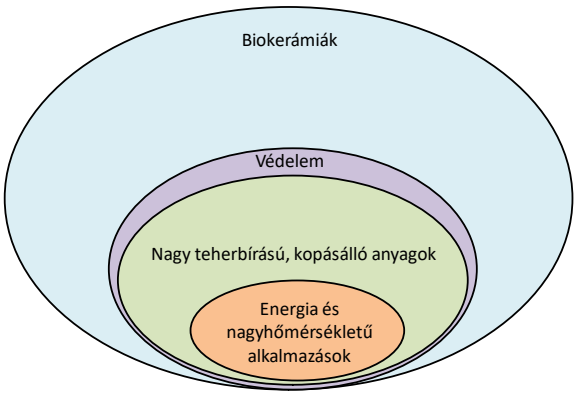
A nanoanyagok olyan nanorészecskék sokaságából tevődnek össze, amelyek méretei a 100 nm-es vagy az alatti tartományban esnek (1 nm = 10^{-9} m). A nano mérettartományban az anyag fizikai tulajdonságai lényegesen megváltoznak. A nanorészecskék teljesen új vagy különleges tulajdonságokkal rendelkeznek a sajátos jellemzők (méret, eloszlás, morfológia, fázis stb.) alapján, összehasonlítva a tömbi anyag nagyobb, a látható tartományban eső mikronos (10^{-6} m) nagyságrendű szemcséivel. Sokféle nanorészecskékből álló anyagot ismerünk, amelyek közül talán a leggyakoribbak a szilikátok, a más fém-oxid-, illetve a nem oxid kerámiák, fémek, szén struktúrák (nanocső, grafén). Annak ellenére, hogy léteznek más polimer vagy egyéb vegyület-félvezetőkön alapuló nanorészecskés anyagok, az előbbi kategóriák számítanak széleskörű ipari alkalmazásokra. A különféle anyagok nanorészecskéinek morfológiája nagyon változatos lehet (pelyhek, gömbök, dendritikus formák), míg az elterjedt fém és fémoxid nanorészecskék gyakran jellemzően gömb alakúak, a szilikát nanorészecskék pedig komplex geometriájúak is lehetnek. Általában olyan fizikai tulajdonságokkal, új funkciókkal ellátva tervezték, kísérletezték ki és gyártották, amelyek megfelelnek az adott alkalmazás igényeinek, amelyre használni fogják őket.

GLOBÁLIS TRENDEK

A nanomérettartományban új funkciókkal bíró anyagokat állíthatunk elő, az ezzel kapcsolatos K+F+I és gyártási tevékenységeket a nanotechnológia foglalja össze. Ma már széleskörben elfogadott, hogy a nanotechnológia több iparágban is radikális változást okozott, ide sorolható a nanoelektronika, fotonika, egészségügy, élelmiszeripar, környezetvédelem, építőipar, energiagenerálás és -tárolás, hadiipar, űripar. A nanotechnológiai alkalmazások sora a nanoanyagok szokatlan fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságain alapszik, amelyek a nanoméret miatt lényeges különbségeket, feljavított tulajdonságokat mutatnak a mikroméretű szemcseszerkezettel jellemzett anyagok tulajdonságaihoz képest. Egyes nanostrukturált anyagok szívósabbak vagy eltérő mágneses tulajdonságokkal rendelkeznek, mások jobb hő- vagy elektromos áram vezetők, kémiailag reaktívabbak, jobban visszaverik a fényt, vagy megváltoztatják a színüket, mivel az őket alkotó szemcseméretük vagy szerkezetük megváltozik. **A nanotechnológia alkalmazásával *diszruptív módon* több, jelenlegi high-tech ágazatnak számos termékét váltották már ki az elektronikában, gyógyászatban, vegyiparban.** A nanotechnológia forradalmasította az információtechnológiát, világítástechnikát. Az extrasík és kis feszültségű képernyők vagy a LED lámpák gyártása kiszorította a korábbi hagyományos megoldásokat.

A tanulmányban vizsgált kerámia és üvegipar jelentős helyet foglal el a többi iparág között, változatos kereskedelmi termékskálával rendelkezik: téglák, csempék, cserepek, üvegeszközök, tárolóedények, különféle tartozékok, kiegészítők kapacitorokhoz, optikai szálakhoz, orvosi eszközökhöz, repülőgép motorokhoz vagy üvegeszközök elektronikai felhasználásra. A termékek változatossága és a lehetőségek szinte végtelenek, de emellett előállításuk magas szintű tervezést igényel. A kerámiaipar alapjaiban két részre osztható: 1) korszerű kerámiák és 2) hagyományos kerámiák. Bizonyított tény, hogy a hagyományos kerámiaipar (hőálló anyagok és üvegek) olyan minőségű újszerű, innovatív termékeket állít elő, amelyek vitathatalanul elérik a korszerű technikai kerámiák minőségét.

A *Grand View Research* piackutatási felmérése alapján, mely egészen 2024-ig előrejelzi a végfelhasználás alakulását, 56,7 milliárd dollárra becsülték 2015-ben a kerámia hasznosításának bevételét[107]. A tanulmány magába foglalta az alumínium, titanát, cirkonát és ferrit komponensek piacát a többi kerámiaanyagok között a tömbi kerámiákban, kerámiabevonatokban és **kerámia-mátrix kompozitokban, amiket az elektronikában, autóiparban, gépgyártásban, környezettechnológiában és az orvosi eszközökben használnak.** Az ipari szereplők a jelentős piaci igény miatt várhatóan növelik a kutatás-fejlesztésre szánt kiadásaikat, hogy eleget tegyenek az elvárásoknak és próbálják fejleszteni a gyártástechnológiát a termelés költségeinek csökkentése érdekében. A *BBC Research* felmérése szerint, a korszerű kerámiák piaca csak Észak-Amerikában 4,5 milliárd dollár volt 2015-ben. Az alábbi ábra mutatja az egyes ipari szektorok várható hozzájárulását ehhez a növekedéshez[108]. A repülőgépipar kitűnő példát szolgáltat arra, hogyan tud egy iparág jelentős bevételhez jutni az ellátó hálózatán keresztül a kerámiák felhasználásával.



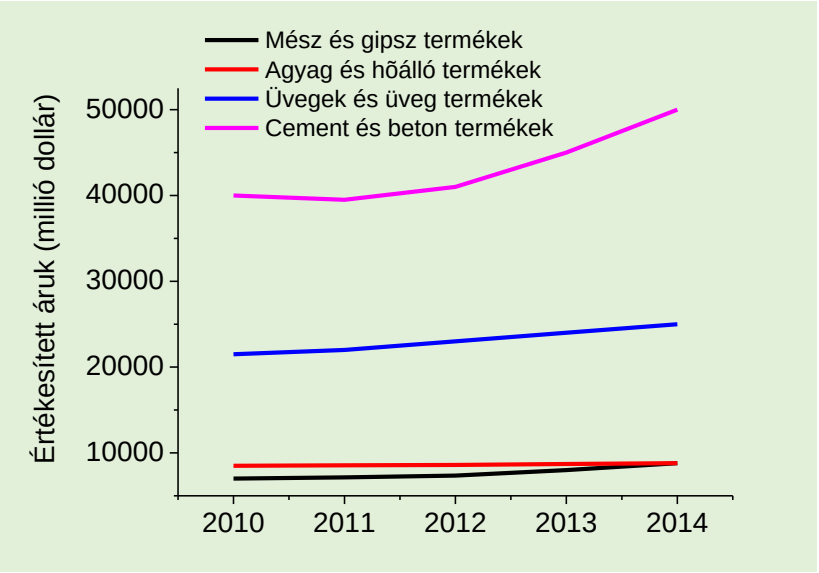
Piaci szegmensek arányainak várható alakulása az észak-amerikai korszerű ipari kerámiagyártás területén 2024-ig

A gázturbinák világméretű eladása 2015-ben elérte a 39 milliárd dollárt és várhatóan 2028-ig terjedően a civil és katonai repülőgépipar 1,07 trillió dollárt fog generálni[109]. **A kerámia védőbevonatok, amelyek ellenállnak az extrém hőmérsékleteknek és agresszív környezeti hatásoknak, fontos részei a gázturbina motoroknak**. Mindezek mellett, a Safran (GE) által tervezett 3D LEAP motor, kerámia mátrix kompozit összetevőkkel, 2016 őszén lett bemutatva. A GE weboldala szerint a vállalat már több, mint 6000 darabot rendelt belőle[110]. A jövőben az innovatív eljárások (adalékanyagok gyártása, alkalmazása, valamint polimer alapú kerámiák) újfajta anyagok és formulák felfedezését eredményezhetik. Ezen technológia kiváló lehetőségeit jól tükrözi a **3D nyomtatott kerámia anyagok**, termékek széles piaca[111]. A kerámia komponensek alkalmazási köre függ az anyag fizikai-kémiai és mechanikai tulajdonságaitól, e szerint a tömbi kerámiák, kompozitok, porózus kerámiák, szálak vagy bevonatok más és más területen használhatóak optimálisan.

A nemfémes ásványi anyagok 4 fő területre oszthatók; hőálló agyag termékek, üvegtermékek, cement és beton termékek, mész, gipsz és egyéb termékek. Az előállításuk 2004 és 2014 között éves 1.3% csökkenést mutatott a bevételben, azonban 2014 és 2024 között várhatóan 1,8 %-os növekedést fog eredményezni. A legnagyobb ütemben a cement és betongyártás fog növekedni, mintegy 2,5 %-kal évente. A legutóbbi 2014-es felmérés szerint (U.S. Census Bureau's Annual Survey of Manufactures) több, mint 50000 cég és intézmény adatait felhasználva, megfelelő statisztika kapható az előállított és értékesített, NAICS kódokkal ellátott összes termék

[107] Adv. ceramics market analysis by material, product, application, end use, and segment forecasts to 2024," *Grand View Research*, 2016.
[108] Technical and advanced structural ceramics: North American markets," *BCC Research*, March 2016.
[109] Forecast International predicts enormous world growth for gas turbines over next 15 years," *Forecast International,* 2014.
[110] T.Kellner, "Fit to print: New plant will assemble world's first passenger jet engine with 3D-printed fuel nozzles, next-gen materials," *GE Reports*, 2014.
[111] 3D printing ceramics market by type (glass, fused silica, quartz), form (filament, powder, & liquid), end user (aerospace & defense, automotive, consumer goods & electronics, manufacturing & construction, healthcare)—Global forecast to 2021," *Markets and Markets* Accessed October 6, 2016.

értékére[112]. A statisztika szerint **a megtermelt és értékesített nemfémes ásványi anyagok értéke 2004 és 2014 között összesen 26%-kal nőtt**. Ezen belül az eladott **hőálló agyag termékek értéke 15%-kal, az üvegtermékeké 20%-Kal, a cement és betontermékeké 25%-Kal és a mész, gipsz eladás pedig 45%-Kal növekedett**.



A 2010 és 2014 között értékesített összes termék (NAICS kód 327: nemfémes ásványi termékek gyártása) értéke dollár millióban. Az adatok az 'U.S. Census Bureau legfrissebb éves piackutatási eredményeinek összefoglalása.

Általánosan elmondható, hogy a kerámia és üveganyagokat főként komplex rendszerekben használják, úgymint autók alkatrészeiben és épületekben, valamint felhasználják alapanyagként más termékek gyártására is. Erre a legjobb példa a **hőálló anyagok gyártása**. Ezen kívül a végfelhasználó szektornak nagy hatása van a kerámia és üvegiparra.

A következő táblázatban összefoglaljuk néhány piacvezető kerámiaipari cég eladási adatait, valamint a cégek főbb jellemzőit. Néhány nagy multicég, úgymint a GE és a 3M, ugyanúgy tekinthetők végfelhasználónak, mint ellátóknak. Mindezek mellett széleskörű termékportfóliójuk hatalmas bevételt eredményez. A táblázat ezen kívül mutatja az egyes cégek hozzájárulását az iparág teljes bevételéhez. Látható, hogy még a kisebb cégek, úgymint a Du-Co Ceramics és a Superior Technical Ceramics is több millió dolláros vállalkozások.

Korszerű kerámia alapú termékeket fejlesztő, gyártó és értékesítő cégek eladási adatai

Vállalat	Helyszín	Eladás/M dollár	Aktualitás
General Electric Co	USA	117386	2016 júl.
A GE 5 milliárd dollárral támogatja a kutatási központjukat (GRC) évente. A technológiájuk között szerepel repülőgép motorok, vonatok és egyéb szállítóeszközök, világítási eszközök, elektromos vezérlőegységek, generátorok és turbinák valamint orvosi képalkotó eszközök gyártása. Üzleti területeik a következőek: légi közlekedés, energiatermelés, világítás, egészségügy, olaj és földgázipar, megújuló energiaforrások és szállítás.			
Saint-Gobain Group	Franciaorsz.	43500	2016 okt.
66 országban van jelen a vállalat. Az eladási adataik megoszlanak 48%-ban az építőanyagok és terjesztésük, 24%-ban innovatív anyagok, úgymint speciális síküvegek és ellenálló anyagok, valamint egyéb építkezési termékek (gipsz, szigetelőanyagok, cserépragasztók, malter, öntött vas csövek stb.) között.			
3M Co Ceradyne, 3M Co	USA USA	30274 543	2016 júl. 2016 máj.
Ennek a vállalatnak és leányvállalatának 5 működő szegmense létezik: ipari, biztonság és grafika, elektronika és energia, egészségügy és fogyasztók. Ezek közül a piacvezető termékei az egészségügyben, elektronikában és az alternatív energia területén vannak. A Ceradyne vállalat a 3M Co. tulajdona. A vállalat bevételének harmada az USA kormányához és hivatalaihoz megy. Termékeik között vannak katonai helikopterek páncélzata, rakétakilövő tartozékok, védőruhák és sisakok, dízelmotor alkatrészek, kerámiaipari termékek, napenergia hasznosító üvegek, valamint fogszabályzók. A piacvezető termékei a hadipar, védelem, autóipar és a repülőipar területén vannak.			
PPG	USA	15330	2016 júl.
A vállalat 156 gyárteleppel rendelkezik 70 országban. Termékei: bevonatok, üvegszálas anyagok, síküvegek. Ezek közül piacvezetőek a			

[112] Annual Survey of Manufactures," U.S. Census Bureau.

légiközlekedés, építészet, autóipar, ipari berendezések, elektronika, valamint a speciális bevonatok területén vannak.			
Kyocera Corp	Japán	12645	2016 jún.
A vállalat kiszolgálja többek között a telekommunikációs, autóipari, orvosi, elektronikai és a gyártástechnológiai szektorokat. A vállalat gyárt még elektronikai termékeket, úgymint vezeték nélküli telefonokat és irodai berendezéseket is. Piacvezető termékeik a szenzorok, okostelefonok, energia, elektronika és a LED gyártás területén vannak.			
Corning Inc	USA	9111	2016 júl.
A vállalatnak 17 országban 70 telephelye létezik. Piacvezető termékeik az elektronika, telekommunikáció, autóipar és az élettudományok területén vannak.			
Owens-Illinois	USA	6156	2016 júl.
A vállalat főként üveg tárolóedények gyártásával foglalkozik. Több mint 10000 féle tárolóedényt gyártanak a felhasználóknak és 85 országban vannak jelen. Piacvezető termékeik az élelmiszer és italgyártás, valamint a gyógyszeripar területéről kerültek ki.			
Federal-Mogul Corp	USA	6117	2016 ápr.
A vállalat USA bázisú, bevételeinek mintegy 38%-a az USA-ban, 24%-a pedig Németországban keletkezik. Termékei: dugattyúk, gyújtógyertyák, gyújtótekercsek, csapágyak, tömítések, biztosítékok és fékbetétek. Piacvezető termékeik az autóiparban vannak.			
Owens Corning	USA	5350	2016 júl.
A vállalat főként üvegszál szigetelőket, tetőszerkezeti anyagokat és üvegszál tartalmú kompozitokat gyárt. Piacvezető termékei főként a szállítás, ipari gyártás, infrastruktúra, tengerészeti és a szélenergia területéről kerülnek ki.			
NGK Spark Plug Co Ltd	Japán	3275	2015 jún.
A vállalat bevételének felét az autóipari alkatrészek, úgymint gyújtógyertyák és oxigénszenzorok gyártása teszi ki. A bevétel többi részét a félvezetők és elektronikai alkatrészek, orvosi eszközök (mesterséges csont, oxigén-sűrítő) és vágószerszámok eladása adja. Piacvezető termékei az autóiparban és a ortopédiában vannak.			
Osram GmbH	Németorsz.	2078	2016 júl.
A vállalat piacvezető termékei a világítástechnikában, LED-ek, fotonika, lézerek és az autógyártás területén vannak.			
Morgan Advanced Materials PLC	UK	1375	2016 júl.
A vállalat két fő ágazatra oszlik: hőálló termékek gyártása és szén tartalmú ipari kerámiák gyártása. Ezen kívül van öt üzleti egysége. A vállalat kompozitok és védelmi rendszerek gyártásának egysége kívül esik a fenti ágazati struktúrából. Piacvezető termékei az elektronika, energia, egészségügy, ipari berendezések, olajipar, védelmi eszközök és a szállítás területén vannak.			
Ferro Corp	USA	1075	2016 jún.
A vállalat termékei: átlátszó bevonatok, fényezők, színezőanyagok, pigmentek és gyanták. Ezek közül a piacvezetők a festékek és bevonatok, vegyszerek, valamint autók karosszéria alkatrészei.			
CoorsTek Inc	USA	954	2016 jún.
A vállalat érdekessége, hogy a termékek sorozatgyártásán kívül végez anyagvizsgálatot, analitikai kémiai vizsgálatokat, egyedi igényekre történő gyártást, precíziós megmunkálásokat és egyéb szolgáltatásokat is. Piacvezető termékei az autóalkatrészek, energiatermelő berendezések, orvosi eszközök és a precíziós megmunkálások.			
CeramTec GmbH	Németorsz.	538	2016 ápr.
A cég autóalkatrészek, tűzálló agyageszközök, kerámiaszálak, háztartási elektronikai eszközök és cserépáruk termelésével és eladásával foglalkozik.			
Rauschert Heinersdorf–Pressig GmbH	Németorsz.	159	2015 ápr.
A vállalat termékei: ipari kerámiák, funkcionális alkatrészek, gyújtóberendezések és fűtőelemek.			
Superior Graphite Co	USA	94	2016 máj.
A vállalt grafitot és szilícium-karbid anyagokat gyárt különböző alkalmazásokra, úgymint akkumulátorokba, tüzelőanyag cellákba, gépi kenőanyagokhoz, ipari kerámiákhoz és nyomtatók festékpatronjaihoz.			
Du-Co Ceramics Co	USA	35	2015 máj.
Ez a cég sokféle technikai kerámiát gyárt, úgymint zsírkövet, kordieritet, porcelánt, magnézium és alumínium oxidot, mullit és forsterit ásványokat. Termékei még ezen kívül csapágyperselyek, gömbcsuklók, termopár csövek, kerámia szalagok és törhető kerámiák is.			
Superior Technical Ceramics	USA	34	2016 máj.
A vállalat a technikai, ipari kerámiák fő gyártója. Főként az űripar, tüzelőanyag cellák, optika, orvostechnológia, védelem, olaj és földgázipar, papíripar, tudományos berendezések, félvezetők és telekommunikációs eszközök területén vannak jelen.			
McDanel Advanced Ceramic Technology LLC	USA	24	2015 jan.
A vállalat kerámia csöveket, rudakat, olvasztótégelyeket, laboratóriumi eszközöket, nagytisztaságú alumínium oxidból, mullit ásványból, stabilizált cirkónium oxidból és SiAlON-ból készült alkatrészeket gyárt. A termékek használhatóak korrózív környezetben és nagy hőmérsékleteken.			
Amedica Corp	USA	19	2016 júl.
A vállalat főként szilícium-nitrid alapú ízület- és gerinc-implantátumok gyártásával és eladásával foglalkozik			

Az adatok a 'Mergent Intellect' korábban a 'Dun & Bradstreet Million Dollar Database'-ból (2016/9/27) és a következő weboldalakról származnak: http://qz.com/355116/ges-5-billion-annual-rd-budget-is-transforming-advanced-manufacturing-and-theindustrial-internet/; www.saint-gobain.com/en/group/about-saint-gobain; http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en_US/3M-Company/Information/Profile/Performance/; http://www.morganadvancedmaterials.com/en-gb/about-us/strategy/; http://www.du-co.com; http://www.ceramics.net; http://www.mcdanelceramics.com/about;

A továbbiakban részletesebben bemutatunk még egy jelentős iparágat, az **elektrokerámiák** gyártását. Az elektrokerámia szektor a korszerű kerámiagyártás része. Magába foglalja a piezoelektromos kerámiák, kapacitorok, szigetelők, ellenállások és vezető kerámiák előállítását. A különféle elektronikai alkatrészek beintegrálása az autókba, orvosi eszközökbe, épületekbe, ipari és háztartási eszközökbe, valamint a széleskörű alkalmazásuk a számítástechnikában és az energiaiparban jobb, gyorsabb, könnyebb és olcsóbb elektronikát követel, így hajtóerőt biztosít az elektronikai eszközök fejlesztésére, gyártására. Elmondható, hogy a **legyártott elektronikai alkatrészek száma manapság nem mutat növekedést**. Egy jelentés szerint a kínai gyártók előállítottak mintegy 1,98 trillió többrétegű kerámia kapacitort (MLCCs) ami alatta van a csak Kínában elvárt több, mint 2 trillió kapacitornak 2015-ben[12]. Piacelemző kutatók a kerámia kapacitorok piacát mintegy 7-10 milliárd

dollárra[113], míg a piezoelektromos alkatrészek piacát több mint 20 milliárd dollárra becsülték 2015-ben[114]. Azonban meg kell jegyezni, hogy a piezoelektromos termékek piaca tartalmazza a piezokerámiákat úgymint a polimer és kompozit alapú alkatrészeket is.

Az elektrokerámia ipar néhány kiválasztott vállalatának eladási adatai és bevételei

Vállalat	Helyszín	Eladás/ M dollár	Aktualitás	Leírás
Kyocera	Japan	12645	2016 jún.	Termékeik elektronikai és félvezető alkatrészek a telekommunikációs, autó-, elektronikai ipar és az ipari gyártástechnológia területére. A Kyocera anyavállalat előállít még passzív elektronikai alkatrészeket autókhoz, vonatokhoz, fénymásolókhoz, hallókészülékekhez és mobilokhoz. Piacvezető termékeik a tranzisztorok és ultrakapcitorok. Az AVX a Kyocera leányvállalata, termékei az egy és többrétegű kerámia kapacitorok (MLCC-k) mobilokhoz, berendezésekhez, radarokhoz, szatellitekhez valamint egyéb katonai és űripari alkalmazásokhoz. A vállalat főként passzív elektronikai alkatrészeket, kapacitorokat, szenzorokat és elektronikai berendezéseket gyárt és forgalmaz.
AVX Corp	USA	1196	2016 jún.	
American Technical Ceramics Co	USA	148	2016 jún.	
Murata Manufacturing Co Ltd	Japan	10348	2016 máj.	
TDK Corp	Japán	9847	2016 júl.	A TDK vállalat termékei főként ferromágnesek, transzformerek és MLCC-k. Piacvezető termékeik a szenzorok és elektronikai berendezések. 30 országban van jelen és bevételének 90%-a Japánon kívül generálódik. Az EPCOS AG cég Németországban a TDK leányvállalata, termékei kapacitorok, MLCC-k, kerámia alkatrészek, ferritek, induktorok és ellenállások.
EPCOS AG	Németorsz.	2487	2016 máj.	
Samsung Electro-Mechanics	Dél-Korea	5913	2016 okt.	Fő profiljuk többek között az MLCC-k és passzív elektronikai alkatrészek gyártása.
NGK Insulators Inc	Japán	3724	2016 jún.	A vállalat piacvezető az elektromos energia és a félvezetők területén.
NGK Spark Plug Co Ltd	Japán	3275	2015 júl.	A cég termékei gyújtógyertyák, szenzorok autókba, félvezetők és elektronikai alkatrészek. Az Ipari Kerámiák szegmense ezen kívül gyárt orvostechnológiai eszközöket, ipari alkatrészeket, valamint vágószerszámokat. Piacvezető termékeik az autóipar és az ortopédia területén vannak.
Taiyo Yuden Co Ltd	Japán	2054	2016 máj.	Piacvezető nagyvállalat a tranzisztorok, kapacitorok és félvezetők gyártása terén.
Vishay Intertechnology	USA	2300	2016 aug.	Termékei passzív elektronikai alkatrészek, úgymint induktorok, kapacitorok, ellenállások, valamint félvezető komponensek: diódák, szilárd fázisú elektromos kapcsoló irányítók. Piacvezető termékei a szenzorok, félvezetők, LED-ek, valamint a világítástechnikai termékek.
Nippon Chemi-con Corp	Japán	1012	2015 aug.	A vállalat elektronikai kapacitorok és ultrakapacitorok gyártásával foglalkozik személyi számítógépekben, nyomtatott áramkörökben és a mikroelektronikában történő felhasználáshoz.
Yageo Corp	Taiwan	847	2016 júl.	Profiljuk a ellenállások, MLCC-k és ferritek gyártása rádiófrekvenciás és telekommunikációs alkalmazásokra.
KEMET Corp	USA	735	2015 nov.	A cég évente 35 milliárd kapacitort gyárt az űripar, autógyártás, kommunikációs rendszerek, számítógépek és katonai eszközök számára.
KOA Corp	Japán	435	2016 márc.	A cég termékei ellenállások, kapacitorok, induktorok, biztosítékok, elektromos átalakítókat és LTCC szubsztrátokat
Morgan Technical Ceramics	UK	300	2016 okt.	A vállalat a Morgan Advanced Materials egyik ágazata, termékei nagyfeszültségű kapacitorok, rf

[113] Ceramic capacitors: World markets, technologies, and opportunities: 2015–2020.
[114] Piezoelectric devices market worth 27.24 billion USD by 2020," *Markets and Markets*.

				kapacitorok, piezokerámiák és egyéb ipari kerámiák.
Piezo Kinetics Inc	USA	6	2015 jún.	A vállalat piezoelektromos kerámiák gyártásával foglalkozik.

Az adatok forrása a 'Mergent Intellect', korábban a 'Dun & Bradstreet Million Dollar Database' (2016/9/27), és a következő vállalati weboldalak: www.murata.com/en-us/about/ir/financial/products; www.samsungsem.com, www.koaglobal.com/; www.morganadvancedmaterials.com/en-gb/investors/financialhighlights/divisional-performance/

A fenti táblázatban összefoglaltuk néhány piacvezető nagyvállalat eladási adatait. Az eladási adatok mutatják, hogy **a top 3 vállalat (mindegyik Japán bázisú)** 5-10 milliárd dolláros bevételt termel évente. A **Samsung Electro-Mechanics megelőzi a versenytársát, a TDK-t** és a jelentések szerint túlszárnyalja a többrétegű kerámia kapacitorok (MLCC) eladásban 2009 óta[12]. A szektor piacvezető vállalatai, úgymint a Kyocera, Murata, TDK és Samsung főként a telekommunikációs, autóipar, szenzor és ipari berendezések, elektronikai berendezések és az orvostechnológia területén vannak jelen. Számos jelentős cég nagyobb vállalatok tulajdonában van. Például az EPCOS a TDK tulajdona, AVX és leányvállalata a American Technical Ceramics pedig a Kyoceraé. Murata Manufacturing Company (Kyoto, Japan) kiváló példa az üzletág nagyságrendjének szemléltetésére. A Murata vállalat uralta a MLCC piacot 22,8%-os részesedéssel 2015-ben a 'Research and Markets' jelentése szerint. Az alábbi ábrán látható eladási adatok a vállalat 2015-ös éves eladási jelentéséből mutatják, hogy a portfoliójukban szereplő termékek értékesítésével egyre növekvő bevételhez jutottak az utóbbi öt évet nézve[115]. Más vállalatok (fenti Táblázat) szintén jelentős bevételt jelentettek, azonban az is nyilvánvaló, hogy az óriásvállalatok, mint versenytársak jelentős kihívást jelentenek számukra. Ezen kisebb vállalatok **piacvezető termékei főként a félvezetők, elektronikai berendezések, autóalkatrészek, szenzorok, telekommunikációs és védelmi eszközök**. Az elektrokerámiai ipar azonban jelentős fejlődésnek indult Kínában ma 2022-re ezzel a területtel foglalkozó **vállalatok számosságában Kína a második helyre zárkózott fel (24)** a messze domináns USA vállalatok száma mögött (192). Németország (14), Nagy Britannia (13), Japán (11), Tajvan (7), Kanada (5), Hong Kong (3), Csehország (3) vállalattal rendelkezik.[116]

Az **EU kerámiaipar** világvezető a jó minőségű **speciálisan tervezett kerámiák, úgymint cserepek, téglák, egészségügyi termékek és üvegszerű agyagcsövek** gyártásában és értékesítésében. A legtöbb gyártó az iparágban leginkább kis és középvállalkozás. Mint világszerte, az EU-ban is érzékenyen érintette ezt az iparágat is a gazdasági válság hatása, azonban mára már észrevehetőek a gazdasági növekedés jelei. A gazdasági adatokat figyelembe véve, az iparág mintegy 338000 munkahelyet biztosít és 27,8 milliárd dollár bevételt termel. Az iparágban nagyon fontos a versenyképesség és az innováció. A cégeknek nagyon gyorsan kell reagálniuk a piac igényeire és változásaira, ezért az automatizáció bevezetése és a költséghatékony technológiák alkalmazása létszükséglet. A fejlődéshez az is fontos, hogy a cégek új piaci területekre kerüljenek be, különböző szolgáltatásokat kínáljanak egyedi igények kielégítésére, valamint részt vegyenek a kutatás fejlesztésben. Az **innováció ezen a területen magában foglalja az ipari kerámiák és úgynevezett 'okos' anyagok fejlesztését, osztályozását, lézerek használatát, automatizálást**. A piac eloszlása szerint a nagy súlyú kerámia termékeket (téglákat, cseréptetőket) főként a helyi piacon értékesítik, a kisebb súlyú termékeket (edényeket, csempéket) viszont már szélesebb körben tudják értékesíteni. Mintegy 30%-a ezeknek a termékeknek az EU-n kívül kerül eladásra. Az USA az EU legnagyobb export partnere, majd Svájc, Oroszország és Japán. **Az import 70%-a viszont, Kínából jön**, kevesebb százalékban az USA-ból és Tájföldről is importálnak. Az iparág hátránya, hogy a gyártás energiafelhasználása nagy. Egészségügyi szempontból a gyártás, égetés során levegőbe kerülő por és gáz szennyezők lehetnek károsak. Nehézfémszennyezők (ólom és kadmium), amiket főként a dekorációkhoz használnak is kikerülhetnek a környezetbe. Azonban a gyártás során keletkező hulladék nagy része újrahasznosítható, visszaforgatható.

A másik nagy területe a kerámiaiparnak az **üveggyártás**. Az EU-ban gyártott termékek piacán 54%-ban a tárolóedények, 30%-ban a síküvegek és a maradék a különböző speciális üvegek, háztartási üvegek, üvegszálak értékesítése vesz részt. Az üvegipar 2012-ben mintegy 100000 munkaerőt foglalkoztatott és szorosan együttműködik más szektorokkal, úgymint építőipar, autógyártás, háztartási cikkek gyártása. Az üvegipar legnagyobb termelője Németország, majd Franciaország, Spanyolország, Olaszország és a UK. Mintegy 80%-át az EU-ban gyártott termékeknek az EU-n belül értékesítik[117].

---

[115] Sales by product," *Murata*. 2016.

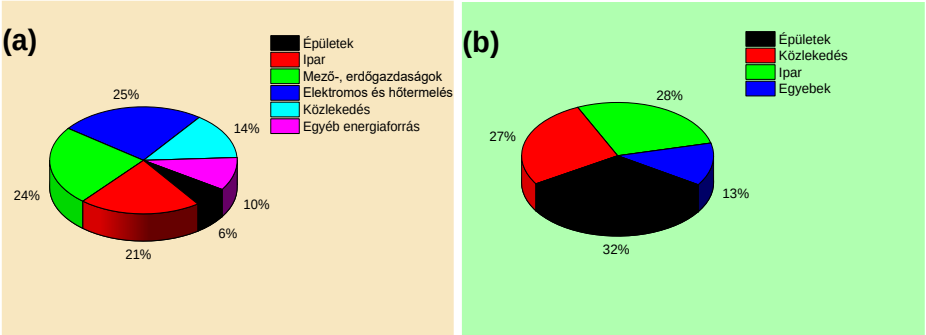
[116] https://www.globalspec.com/local/3727/C_CN

[117] https://ec.europa.eu/growth/sectors/raw-materials/industries/

Hasonlóan a korábban leírt USA-ban fennálló helyzethez, az **EU-ban** is léteznek különféle **szervezetek, amelyek a kerámiaipart képviselik**. A Ceramic Unie egy brüsszeli bázisú szövetség, amely képviseli az egész kerámiaipart. Ezen kívül az Amerikai Kerámia Társasághoz (ACerS) hasonlóan működik az Európai Kerámia Társaság-EcerS (European Ceramic Society) is, ami egy nem állami, nem profitorientált szövetsége a nemzeti kerámia egyesületeknek, képviselve az adott tagállam kerámia fejlesztéseit és iparát. Magyarországon ezt a funkciót a Szilikátipari Tudományos Egyesület[118] és a Magyar Kerámia Szövetség[119] látja el. Az EcerS-et 1987-ben alapították, hogy elősegítsék és támogassák a kerámiaipart, különösen az oktatás, képzések és kutatások segítésével, disszeminációk, konferenciák szervezésével. Céljuk, hogy összehozzák a különböző szervezetek, ipar, kutatóintézetek, állami hivatalok szakembereit, hogy információt cserélhessenek az ipar és kutatás-fejlesztés aktuális állapotával kapcsolatban. Valamint segítséget nyújtanak a kutatás-fejlesztésben elért eredmények publikálásában.

KRITIKUS NYERSANYAGOK

Környezetkímélő technológiák bevezetése kiemelt fontosságú nemcsak a fejlett, hanem a fejlődő országokban is a klímaváltozás hatásának csökkentése érdekében. A nyersanyag- és energiafelhasználás, valamint ezzel összefüggésben a káros anyag kibocsátás nagyobb ütemű növekedése várható a közeljövőben. A fő kibocsátó szektorok az alábbi ábrán láthatók.



Üvegházhatású gázkibocsátás iparágakra bontva világszerte (a) teljes kibocsátás 49 Gt CO_2eq 2010-ben és a végfelhasználó iparág szektorok energiaszükséglete világszerte (b) a teljes energiaszükséglet 2010-ben 366 EJ volt[120],[121].

Megfigyelhető, hogy az ásványi anyagok, fémek kitermelését, valamint az üvegek és kerámiák előállítását biztosító nagy iparágak felismerték ezt a problémát és lehetőséget láttak ebben a kihívásban, hogy szakterületükön forradalmi változásokat, fejlesztéseket dolgozzanak ki és vezessenek be. **Az elektromos áramtermeléssel, hőtermeléssel, építkezéssel, közlekedéssel foglalkozó iparágak, amelyek a teljes üvegházhatású gázkibocsátás mintegy 76%-áért felelősek, egyre inkább környezetbarát technológiákat alkalmaznak.** Azonban ezek a technológiák szintén jelentős nyersanyag felhasználást igényelnek, így ezen anyagok felhasználásának optimalizálása és megfelelő utánpótlás biztosítása kulcsfontosságú a fenntarthatóság biztosításához.

Környezetkímélő, környezetbarát technológiák bevezetésével több kiemelt fontosságú program foglalkozik nemcsak a fejlett, hanem a fejlődő országokban is a klímaváltozás hatásának csökkentése érdekében. A washingtoni *World Resources Institute* jelentése szerint[122] a fejlett országokban az egy főre eső átlagos üvegházhatású gázkibocsátás mintegy négyszerese a fejlődő országokban mérteknek. A 2030-ig tervezett, 17

[118] www.szte.org.hu
[119] http://www.keramiaszovetseg.hu/
[120] US EPA, Global Greenhouse Gas Emissions Data, 2019, https://www.epa.gov/
[121] IPCC, Climate Change Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014, https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/
[122] Baumert, K., Herzog, T., and Pershing, J., Navigating the Numbers: Greenhouse Gas Data and International Climate Policy; Chapter 4, World Resources Institute, 2005, pp. 21-24.

fenntartható fejlődés célkitűzései[123] közül a legfontosabbak az elérhető, megfizethető zöld energia, megfelelő, elegendő munkahely teremtése, folyamatos gazdasági fejlődés és a társadalmi egyenlőtlenségek csökkentése.

Az életciklus-analízis széleskörűen alkalmazott módszer egy termék/technológia környezetre gyakorolt teljes körű hatásának tanulmányozására a felhasználási ideje alatt. Egy példát kiemelve, megemlítjük Stamp és munkatársai tanulmányát[124] akik azt vizsgálták, hogy a Li-ion akkumulátorok jelenlegi előállítási technológiája előnyösebbé teszi-e az elektromos járművek használatát a belső égésű motorral működőkhöz képest. Kimutatták, hogy a Li-elem gyártás abban az esetben lenne hátrányos, ha a gyártási folyamatban tengervizet használnának a lítium-karbonát kinyeréshez. Azonban **a jelenleg alkalmazott érc alapú technológiával az elektromos autók előnyei túlszárnyalják a Li-akkumulátor előállítás hátrányait**.

A tudományos irodalomban többféle elemet neveznek meg **kritikus anyag**ként a zöld technológiákkal összefüggésben. A fő szempontok, kategóriák, amiket figyelembe kell venni a környezetbarát energiatermelés szempontjából: napelemek, szélturbinák, gázturbinák; az alacsony szennyezőanyag kibocsátású közlekedésben a tüzelőanyag cellák, akkumulátorok, motorok, valamint az energiatakarékos világítástechnikában a fénykibocsátású diódák, LED-ek. Ezen technológiák alapanyag-szükséglete különbözik, mindegyik más anyagon alapszik. Az USA Energiaügyi Hivatala (DOE) két fő kritériumot határozott meg az anyag kritikusságának mérésére: beszerzési kockázat; szerepe, fontossága a zöld technológiákban[125]. A **beszerzési kockázat** eredhet az adott anyag kitermelt mennyiségéből, ha politikailag instabil országból kell importálni, környezeti, geográfiai hatásokból, környezetvédelmi szabályozásokból, alacsony újrahasznosíthatóságból, valamint a nehéz helyettesíthetőségéből. A különféle anyagok kritikus jellege az energiaiparon kívül az egészségügyben, hadiiparban, valamint az elektronikai iparban is ugyanolyan fontosságú. A **DOE elemzése szerint a diszprózium, terbium, európium, neodímium és ittrium rövid és középtávon kritikus elemek, a cérium, indium, lantán és tellúr majdnem kritikus elemek rövidtávon, míg a lítium elem enyhén kritikusnak számít középtávon.** Több tanulmány alkalmaz különféle skálát az anyagok kritikusságának meghatározására. Az egyik ilyen például a Graedel és Nuss[126] által kiadott tanulmány, melyben 62 elemet osztályoznak ebből a szempontból. Erdmann és Graedel[127] összefoglaló munkájukban összesítették a témában publikált kutatási eredményeket. Az egyik legismertebb és elfogadott mérőskála a kritikusság meghatározására a Herfindahl-Hirschman index, amely az adott elem elérhető nyersanyagkészletének nagyságát, az anyag költségét, a piacon való jelenlétét veszi figyelembe. Olivetti és mtsai[128] vizsgálták a lítium, kobalt, mangán, nikkel és szén elemek kritikusságát a Li-ion elem kémiában. Ez a tanulmány összességében kimutatta, hogy a Co a legkritikusabb elem a Li-ion akkumulátorok gyártásában rövidtávon, azonban maga a lítium elem is szóba jöhet, mivel az elkövetkező években várhatóan jelentősen megnövekedik a kereslet iránta az akkumulátoripar fellendülésével és elterjedésével a közlekedésben is (elektromobilitás).

A különböző, kritikusnak számító nyersanyagokat a nagyipari felhasználásban különböző iparágak szerint csoportosíthatjuk. Az alábbi táblázatban összefoglaljuk a jelentősebb kritikus elemeket **három fő iparágban: zöld energiatermelés; alacsony kibocsátású közlekedés; energiahatékony technológiák**. A zöld energiatermelésen belül megkülönböztetünk napelem-, szélturbina- és természetes gázturbina technológiákat.

---

[123] United Nations Development Programme, 2018, Sustainable Development Goals,http://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals.html

[124] Stamp, A., Lang, D., and Wäger, P., Environmental Impacts of a Transition toward E-Mobility: The Present and Future Role of Lithium Carbonate Production, *Journal of Cleaner Production*, 2012, **23**(1), pp. 104-112.

[125] Bauer, D., Diamond, D., Li, J., Sandalow, D., Telleen, P., Wanner, B., US Department of Energy Critical Materials Strategy, 2011, https://www.energy.gov/sites/prod/files/DOE_CMS2011_FINAL_Full.pdf

[126] Graedel, T., Nuss, P., Employing Considerations of Criticality in Product Design, *Journal of Materials*, 2014, **66**(11), pp. 2360-2366.

[127] Erdmann, L., Graedel, T., Criticality of Non-Fuel Minerals: A Review of Major Approaches and Analyses, *Environmental Science and Technology*, 2011, **45**(18), pp. 7620 - 7630.

[128] Olivetti, E., Ceder, G., Gaustad, G., Fu, X., Lithium-Ion Battery Supply Chain Considerations: Analysis of Potential Bottlenecks in Critical Metals, *Joule*, 2017, **1**(2), pp. 229-243.

Fémek, ötvözetek, kerámiák és üvegek a környezetkímélő energiatermelésben, alacsony szennyezőanyag kibocsátású közlekedésben, valamint az energiahatékony technológiákban.

		Típusok	Üvegek, kerámiák	Fémek
Zöld energiatermelés	Napelemek	CdTe	SnO_2, Zn_2SnO_4, ZnO, SnO_2, Cd_2SnO_4	Cd, Te, Ni, Cr, Mo
		Kristályos Si	c-Si	Ag, Sn, Ni
		CIGS (réz-indium-gallium szelenid)	ZnO, NaO, CaO, SiO_2	In, Ga, Se, Sn, Ni, Cr, Mo
	Szélturbinák	Állandó mágnes	$Sr_6Fe_2O_3$, $Ba_6Fe_2O_3$, Si_3N_4	Dy, Nd, Mo, Tb, Pr
	Természetes gázturbinák	Szuperötvözet bevonatok	Y_2O_3-ZrO_2, CMC, Si_3N_4, Al_2O_3, SiC	Co, Ni, Re, Hf, Mo, Y
Alacsony kibocsátású közlekedés	Tüzelőanyag cellák	SOFC		Y, La, Ce, Co, Sm, Gd, Sr, Ni
		PEM		Pt
	Elemek/ akkumulátorok	Li-ion	$LiCoO_2$, $LiMn_2O_4$, $LiFePO_4$, $LiMn_{1,5}Ni_{0,5}O_4$, $LiNiMnCoO_2$, $LiNiCoAlO_2$, $Li_4Ti_5O_2$	Li, Co, Ni, Mn, Dy, Pr, Nd, V, Tb
		NiMH		Pr, Nd, La, Co, Mn, Ni, Ce, V, Tb, Dy
	Motorok	Állandó mágnes	$Sr_6Fe_2O_3$, $Ba_6Fe_2O_3$, Si_3N_4	Dy, Pr, Nd, Co, Tb
Energiahatékonyság	Világítás-technika	CFL		La, Ce, Tb, Eu, Y, Gd, Mn, Ge, In
		LFL		La, Ce, Tb, Eu, Y, Mn, Ga, Ge, In
		LED	$Y_3Al_5O_{12}$:Ce^{3+}, YAG, LuAg, GAL, $LaPO_4$:Ce, Tb, $BaMgAl_{10}O_{17}$:Eu, Y_2O_3:Eu, $(Y,Eu)_2O_3$, InGaN	In, Ga, Ce, Eu, Y, Gd, La, Ni, Tb, Ge, Ag, Sn

A ***napelem technológia*** 1954 óta folyamatosan fejlődik és manapság is az egyik vezető iparág az újrahasznosítható energiatermelés területén. 2016-ban a világ napenergia termelésének mintegy 6%-át biztosították a vékonyréteg alapú napelemek, melyeknek 3,8%-a CdTe és 1,6%-a réz-indium-gallium szelenid (CIGS) alapú volt. A maradék 96%-ot mono-szilícium (24,5%) és multi-szilícium (69,5%) vegyületfélvezetők alkották[129]. A CdTe alapú napelemekben az abszorber, vagyis az aktív réteg a kadmium és a tellúr, melyek mennyiségi aránya 48:52[130]. Általában az abszorber réteg vastagsága 1 és 3 µm közötti, azonban néhány esetben elérheti a 10 µm-t is[131]. A CIGS alapú napelemekben indium és gallium az aktív elem az abszorber rétegben és a vastagságuk 1 és 2,5 µm között változik[132]. Manapság kutatások folynak az **indiumtartalom csökkentésére a galliumtartalom növelésével, ami által növekedne az úgynevezett tiltott sáv „bandgap" és nagyobb hatékonyságot eredményezne[133].** A kristályos szilícium alapú napelem paneleknél ezüstöt használnak szitanyomó pasztaként az alacsony elektromos ellenállása miatt[134], az átlátszó, vezető oxid rétegben pedig ólom és indium elemeket.

A ***szélturbinák*** esetében a legfontosabb technológiai alkotóelemek az **állandó mágnesek**, melyeket a közvetlen meghajtású (direct-drive) szélturbináknál alkalmaznak. 2015-ben, a világszerte használatban lévő szélturbinák 23%-ánál NdFeB ötvözetet alkalmaztak, ami tartalmazhatott még a neodímium mellett egyéb lantanoidákat, úgymint diszpróziumot, prazeodímiumot és terbiumot is. A maradék 77%-ban az elektromágneses generátorok vas és réz ötvözetekből állnak, melyek nem számítanak kritikus elemeknek[135]. Általánosságban a szélturbinák két kategóriába sorolhatók: a közvetlen meghajtásúak (direct-drive) valamint az áttétellel hajtott turbinák. A közvetlen meghajtású szélturbinák alacsony fordulatszámon működnek leghatékonyabban. Fő előnyeik a nagyobb

[129] EU SETIS, 2017, Photovoltaics Report, https://setis.ec.europa.eu/

[130] McGehee, M., 2011, An Overview of Solar Cell Technology,https://web.stanford.edu/group/mcgehee/presentations/McGehee2011.pdf

[131] Helbig, C., Bradshaw, A., Kolotzek, C., Thorenz, A., and Tuma, A., 2016, Supply Risks Associated with CdTe and CIGS Thin-Film Photovoltaics, *Applied Energy*, **178**, pp. 422-433.

[132] NREL, 2017, Copper Indium Gallium Diselenide Solar Cells, https://www.nrel.gov/pv

[133] US DOE, 2017, Copper Indium Gallium Diselenide, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, https://energy.gov/eere/solar/copper-indium-gallium-diselenide

[134] Rudolph, D., Olibet, S., Hoornstra, J., Weeber, A., Cabrera, E., Carr, A., Koppes, M., and Kopecek, R., 2013, Replacement of Silver in Silicon Solar Cell Metallization Pastes Containing a Highly Reactive Glass Frit: Is It Possible?*Energy Procedia*, **43** (Suppl. C), pp. 44-53.

[135] Pavel, C., Lacal-Arántegui, R., Marmier, A., Schüler, D., Tzimas, E., Buchert, M., Jenseit, W., and Blagoeva, D., 2017, Substitution Strategies for Reducing the Use of Rare Earths in Wind Turbines, *Resources Policy*, **52**(Supplement C), pp. 349-357.

összteljesítmény, kisebb tömeg és a kevesebb fenntartási költség[34]. Az **áttétellel működő turbinák ellenben nagyobb fordulatszámon működnek hatékonyabban** (kis turbinák esetén, < 5MW), valamint **nem, vagy csak kis mennyiségben tartalmaznak ritkaföldfémeket**. Pavel és mtsai leírták, hogy az állandó mágnesek összetétele megváltozhat a jelenlegi 29-32% Nd/Pr és 3-6% Dy tartalomról 25% Nd/Pr és kevesebb, mint 1% Dy tartalomra. A **ritkaföldfémek közvetlen helyettesítése** más elemekkel nehézségekbe ütközik, de manapság is intenzív kutatómunka folyik újfajta mágnes-összetételek kidolgozására, melyek nem függenek a ritkaföldfém-tartalmú állandó mágnesektől.

A ***gázturbinák*** jellemzően még nem tekinthetők tökéletesen zöld energiát biztosító technológiának, azonban a tudományos társadalomban széleskörűen egyetértenek abban, hogy a **természetes gázok, annak ellenére, hogy véges erőforrások, mégis környezetbarátabbak a szén alapú technológiáknál**. A gázturbinák lapátjainak nagy centrifugális erőhatást és extrém hőmérsékleteket kell kibírniuk[136]. Az extrém körülményeknek való ellenállóképességet a **lapátokon levő szuperötvözet bevonatok**ba beépített kritikus elemekkel lehet megvalósítani. A manapság elterjedt Ni-alapú szuperötvözetek tartalmaznak réniumot és hafniumot a hőállóképesség növelése érdekében[137]. Az ötvözetben a rénium mennyisége jóval nagyobb, mint a hafniumé, ezért kísérletek folynak annak helyettesítésére. A rénium tartalom csökkentése azért is fontos, mivel annak ára és beszerezhetősége a legbizonytalanabb. A rénium ára 2007-ben csúcspontot ért el, ennek hatására néhány nagyvállalat, köztük a General Electric (GE) elkezdett más módszerekkel gyártani, kivonni és újrahasznosítani a réniumot a veszteségeik csökkentésére[138]. A rénium elem kritikus jellegét az is növeli, hogy a Re kitermelés mintegy 80%-a a rézbányászat melléktermékéből származik. A mostanában gyártott szuperötvözet bevonatokban a rénium mennyiségét a felére csökkentették vagy teljesen kivonták, azonban ezek az ötvözetek már nem teljesítettek olyan jól extrém körülmények között, hőellenállóképességük csökkent[139].

A környezetbarát közlekedés témakörén belül az ***elektromos járművek*** kritikus alkatrészeit érdemes vizsgálni, azon belül is a **tüzelőanyag cellák**at, mint energiaforrásokat és az állandó mágnest tartalmazó motorokat. A zöld elektromos energiatermeléshez szükséges legelterjedtebb anyagok az átjárható polimer alapú ioncserélő membránok (PEM), szilárd-oxid tüzelőanyag cellák (SOFC), Li-ion akkumulátorok és a nikkel-fém-hidrid akkumulátorok (NiMH). Napjainkban a PEM-et használó tüzelőanyag cellák uralják az elektromos jármű piacot, míg a SOFC-k alig vannak jelen. Másrészről, amíg 2015-ben a NiMH akkumulátorok domináltak a hibrid elektromos jármű piacon, azonban egyes előrejelzések alapján a hibrid autók mintegy 70%-a, a feltöltős vagy teljesen elektromos autók 100%-a fog Li-ion elemekkel üzemelni 2025-re[140]. Azonban még mindig **fokozott figyelmet kell fordítani az állandó mágnesekben és a NiMH akkumulátorokban található ritkaföldfémekre, a Li-ion akkumulátoroknál a Li és a Co tartalomra, valamint a tüzelőanyag celláknál a platina tartalomra**, mivel ezek az elemek kritikusnak számítanak[141]. Az egyik legújabb kutatási irány a tüzelőanyag cellák területén belül az úgynevezett **koordinációs polimer-üvegek fejlesztése**, melyek kellően szilárd alapot biztosítanak a PEM tüzelőanyag celláknak. Japán tudósok[142] kifejlesztettek olyan polimer-üveg anyagokat, melyek megfelelően nagy belső protonvezetéssel rendelkeztek. A hagyományos tüzelőanyag cellákhoz képest a PEM alapú cellák nagyobb teljesítményt biztosítanak, könnyebbek és kisebbek. Azonban a hátrányuk, hogy a tökéletes protonvezetéshez a szilárd polimer membránnak tartalmaznia kell folyadékot a megfelelő működés szinten tartásához. Ez *a vízigény hátrányosan hat a tüzelőanyagok hatékonyságára, ezért a kutatások fő célkitűzése szárazon is kiváló*

---

[136] Moss, R., Tzimas, E., Willis, P., Arendorf, J., Tercero Espinoza, L., et al., 2013, Critical Metals in the Path Towards the Decarbonisation of the Eu Energy Sector; assessing Rare Metals as Supply-Chain Bottlenecks in Low-Carbon Energy Technologies, European Commission Joint Research Centre Institute for Energy and Transport, https://publications.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/505c089c-7655-4546-bd17-83f91d581190.

[137] John, D., 2015, Rhenium—a Rare Metal Critical to Modern Transportation, US Geological Survey, https://pubs.usgs.gov/fs/2014/3101/

[138] Konitzer, D., Duclos, S., Rockstroh, T., 2012, Materials for Sustainable Turbine Engine Development, *MRS*, **37**, pp. 383-387.

[139] Multi-Stakeholder Platform for a Secure Supply of Refractory Metals in Europe, Rhenium, http://prometia.eu/wp-content/uploads/2014/02/RHENIUM.pdf

[140] Diouf, B., and Pode, R., 2015, Potential of Lithium-Ion Batteries in Renewable Energy, *Renewable Energy*, **76** (Suppl. C), pp. 375-380.

[141] Jacobson, M., and Delucchi, M., 2011, Providing All Global Energy with Wind, Water, and Solar Power, Part I: Technologies, Energy Resources, Quantities and Areas of Infrastructure, and Materials, *Energy Policy*, **39**(3), pp. 1154-1169.

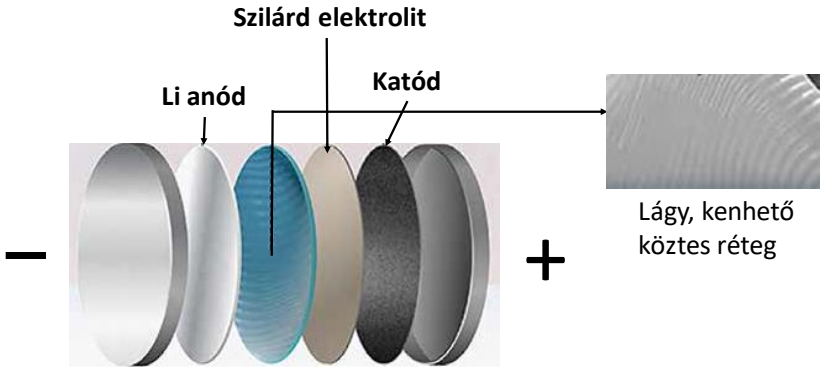
[142] Ogawa, T., Takahashi, K., Nagarkar, S.S., Ohara, K., Hong, Y., Nishiyama Y. and Horike, S. Chem. Sci., 2020, DOI:10.1039/D0SC01737J

protonvezetést biztosító PEM kifejlesztése. Az **akkumulátoripar** egyik legújabb és legdinamikusabban fejlődő területe a nagyméretű innovatív akkumulátorok gyártása. A világpiacon mintegy 61,5 milliárd dollárban kerültek forgalomba csak 2018-ban és a piaci összetett éves növekedési ráta 11,4%-ra becsülhető 2020 és 2024 között. Ezeknek az akkumulátoroknak három fő jellemzője: (1) újratölthető energiaforrások, (2) nagyméretűek és nagy az energiatárló kapacitásuk, (3) technológiai szempontból fejlettek, korszerűek. A Li-ion elemek az elektronikai piac mintegy felét adták ki és előreláthatóan tovább növekszik a piaci részesedésük több mint 60%-ra 2023-ra. Egyéb ígéretes akkumulátoroknak számítanak még a NaS és a vanádium redox folyadékáramos akkumulátorok. Azonban a régi típusú akkumulátorok, úgymint az ólomakkumulátorok, NiCd, és nikkel-fémhibrid akkumulátorok egyre inkább visszaszorulnak a piacról[143]. Az alábbi táblázatban láthatók a különböző típusú nagyméretű innovatív akkumulátorok.

Többgenerációs nagyméretű innovatív akkumulátorok

Első generáció	Második generáció	Harmadik generáció	Negyedik generáció
ólomakkumulátor	Nikkel-fémhibrid akkumulátor	Ezüst cink akkumulátor	NaS akkumulátor
NiCd akkumulátor	Li-ion akkumulátor	Ezüst-kadmium akkumulátor	Nagyhőmérsékletű Li-ion akkumulátor
	Li-polimer akkumulátor	NiH akkumulátor	Redox folyadékáramlásos akkumulátor
		Fém-levegő akkumulátor	NiFe akkumulátor
		NiZn akkumulátor	Ca-MS akkumulátor
			Na-MCl akkumulátor
			LiS akkumulátor

Svéd és kínai kutatók[144] olyan nagyteljesítményű, **szilárd elektrolitos lítiumion-akkumulátor** kifejlesztésén dolgoznak, melyben a **szilárd elektrolit mellé köztes rétegként félszilárd, kenhető kerámiaanyagot vittek fel**.



Újfajta, nagyteljesítményű, szilárd elektrolitos lítiumion-akkumulátor vázlatos felépítése

A kutatók $Li_{1.5}Al_{0.5}Ge_{1.5}(PO_4)_3$ (LAGP) **üveg/kerámia nanorészecskéket** oszlattak el **ionos folyadékban**. Ez a köztes réteg megfelelő ionvezetést, nagy hőállóképességet, illetve megfelelően stabil összekötő felületet biztosított a szilárd elektrolit és az elektródok között. A szilárd fázisú akkumulátorok alkalmazásánál az **egyik legkritikusabb pont az elektród/elektrolit határfelület stabilitásának biztosítása**, azonban ezzel a fejlesztéssel **olyan akkumulátorok gyárthatók, melyek könnyebben hozhatók kereskedelmi forgalomba**.

Az ***energiahatékony világítástechnika*** témában három különböző típusú égőt érdemes tárgyalni a kritikus anyagok szempontjából: (1) kompakt fluoreszcens égők (CFL), (2) lineáris fluoreszcens égők (LFL), (3) fénykibocsátó diódák (LED). Ezek közül mindegyik energiahatékonyabb a hagyományos izzóknál. A **világítástechnikában a legtöbb kritikus elem (főként a ritkaföldfém elemek) az égők foszfor tartalmában találhatók**[145]. A foszfort az égők belső felületére porlasztják, ezért a felhasznált kritikus elemek mennyisége az

[143] A. McWilliams, "Large and advanced battery technology and markets" BCC Research Report FCB024H, May 2020.

[144] Xiong, S., Liu, Y., Jankowski, P., Liu, Q., Nitze, F., Xie, K., Song, J. and Matic, A., Design of a Multifunctional Interlayer for NASCION-Based Solid-State Li Metal Batteries, Adv. Funct. Mater.2020, 2001444.

[145] Punkkinen, H., Mroueh, U., Wahlström, M., Youhanan, L., and Stenmarck, A., 2017, Critical Metals in End-of-Life Products; Recovery Potential and Opportunities for Removal of Bottlenecks of Recycling, Nordic Council of Ministers, http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:1103956/FULLTEXT01 (Accessed Nov. 30, 2017).

égők méretétől függ (főként az LFL esetében). Az európeum és az ittrium együtt vörös, a terbium zöld míg maga az európeum kék színű foszfor vegyületet bocsát ki besugárzás hatására[146]. A LED-ek kevesebb ritkaföldfémet tartalmaznak, mint a fluoreszcens fénycsövek, azonban **gallium és indium** is található bennük, a félvezető diódákban[147].

Az eddigiekben tárgyalt környezetkímélő technológiákban használt **kritikus elemek egy meghatározott mennyiségére mindenképpen szükség van a hatékony teljesítményhez**. Ez az alapmennyiség fontos abból a szempontból, hogy összehasonlíthassuk a különféle elemek hatékonyságát ugyanabban a technológiában, illetve az ugyanazon kritikus anyagokat hasznosító hasonló/összevethető technológiák hatékonyságát. Például amikor azt nézzük, hogy a CdTe napelem panelek mennyi tellúrt tartalmaznak az adott rendszerben, előnyösebb a Te mennyiségét az előállított napenergiához viszonyítva megadni (tömeg/kW egységben), mint csupán az adott napelem panel tellúr-tartalmát nézni. A megfelelő mennyiségű kritikus anyagok elérhetőségén kívül szintén kifejezetten fontos az adott anyag minősége is, úgymint a tisztasága, kristályossági foka, fizikai és kémiai tulajdonságai.

A környezetbarát technológiákban használt nyersanyagok

- természetének jobb megértésével,
- környezetre, társadalomra gyakorolt hatásának figyelembevételével,
- a hozzáférhetőség biztonságosságának, folyamatosságának biztosításával,

megoldásokat dolgozhatunk ki egy jobb és fenntarthatóbb világ elérésére. Már léteznek úgynevezett „**anyagkiválasztó szoftverek**”, melyek segítségével a mérnökök és tudósok könnyebben megtalálhatják az adott fenntartható technológiához és a maximális teljesítményhez optimális alapanyagot, melyek a legkevesebb káros környezeti és társadalmi hatást eredményeznek. Számos tanulmány[148] az alapján fontolja meg a megfelelő anyag kiválasztását, hogy az mennyiben járul hozzá a klímaváltozás hatásainak csökkentéséhez.

---

146 Ku, A., Setlur, A., and Loudis, J., 2015, Impact of Light Emitting Diode Adoption on Rare Earth Element Use in Lighting Implications for Yttrium, Europium, and Terbium Demand, *The Electrochemical Society*, **24**(4), pp. 45-49.

147 Alonso, E., Sherman, A., Wallington, T., Everson, M., Field, F., Roth, R., and Kirchain, R., 2012, Evaluating Rare Earth Element Availability: A Case with Revolutionary Demand from Clean Technologies, *Environmental Science and Technology*, **46**(6), pp. 3406-3414.

148 Bustamante, M. and Gaustad, G., 2014, Challenges in Assessment of Clean Energy Supply-Chains Based on Byproduct Minerals: A Case Study of Tellurium Use in Thin Film Photovoltaics, *Applied Energy*, **123**, pp. 397-414.

HAZAI ÁLLAPOT

A nanotechnológia napjaink egyik kulcsfontosságú technológiája, melynek segítségével új anyagok hozhatók létre. A nanotechnológia közvetlen hatással van a high-tech ágazatokra, alapjaiban változtatta meg az információtechnológiát, világítástechnikát, folyamatosan átalakítja a hagyományos iparágak termékeit, így az elektronikában, járműiparban, textiliparban, energetikában, építőanyag-iparban, fém-, műanyag-, kerámiaalapanyagok gyártásában és megmunkálásában, papíriparban, műanyagiparban. Ma már több, a nemzetgazdasági húzóágazatnak számító iparág sikeresen integrál radikális nanotechnológia megoldásokat, innovatív termékeket: kozmetika ipar, űrkutatás, vegyipar és gyógyszeripar, elektronika, hadiipar, egészségügy, energiatermelés és -tárolás, környezetvédelmi ipar, élelmiszeripar.

Sajnos mindkét az ipart nemzetgazdaságilag a nanotechnológiai iparosításába bekapcsoló nagyprojekt: 1) a Mikroellektronikai Vállalat és a 2) Bay-Nano Nanotechnológiai Kutatóintézet működése kudarcba fulladt, az előbbi leégett, az utóbbit leamortizálódott. A Bay-Nano, 2006 júliusában lett megalapítva az NKTH (Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal) döntésével, a nanotechnológiáról szóló orosz-magyar államközi szerződés keretein belül. Az alábbi kutatási területek lettek megcélozva:

- Nano-alakítás Osztály: intenzív képlékenyalakítással nanoszerkezetű fémek és fémötvözetek előállítása,
- Nano-diszperziós Osztály: vizes oldatból kiindulva nanométerű fém, fémoxid stb. szemcsék előállítása,
- Nano-Kompozit Osztály: olyan fémmátrixú kompozitok előállítása, melyek nanométerű erősítő fázist tartalmaznak,
- Nano-Medicina Osztály: gyógyszerek nanokapszulázása, illetve különböző nanogyógyszerek fejlesztése (célbetegségek: rák, AIDS stb.),
- Nano-Metrológiai Osztály: olyan metrológiai eszközpark beszerzése, működtetése és fejlesztése, melynek segítségével a laboratóriumi, vagy ipari minták nanométer felbontással is „láthatóvá” válnak.

Az intézet 2011-ben beintegrálódott a BAY-LOGI-ba, majd az eszközpark az elmúlt 10 év alatt leamortizálódott, részben értékesítésre is került. Két említésre méltó eredmény pedig a fiókban várat arra, hogy hasznosuljon: az ALUHAB szabadalom és a Doxil generikus rákgyógyszer technológia.

Magyarországon több egyetem és kutatóintézet foglalkozott az elmúlt években a nanotudomány különböző ágaival. Kiváló kutatások zajlottak a szegedi, veszprémi, miskolci, debreceni és pécsi egyetemeken, budapesti (MFA, TTK, Wigner), szegedi (SZBK) és a BAY kutatóintézetekben.[149] A ELKH Wigner kutatóközpontja jelentős lézerfúziós plazmonikai kutatásokat végez fém nanorészecskéket használva[150]. A BME-n pedig egy teljes Nanotechnológiai Laboratóriumi Hálózat működik. A széles „nano” kutatási spektrum lefedi a fizika, kémia, biológia és anyagtudomány szinte minden területét. A nanotudománnyal foglalkozó kutatók különféle érzékelőket, nanorétegeket, nanokompozitokat, fémhabokat, szénnanocsöveket, grafén lapkákat, fémoxid nanoszerkezeteket, aerogéleket, gyógyszermolekulákat, festékeket, „intelligens” anyagokat fejlesztettek. A modern anyagtudományi területeken végzett kutatások nagy része a nanotechnológia felé fordult. Start-up és spin-off cégek alakultak, ilyen például a Nanobakt Kft. (titanát nanocsövek), NanGenex (nanoformulázott gyógyszerhatóanyag), NanoForm, ThalesNano (kémiai reaktorok), Innobay (fémhab), Aluinvent Zrt. (fémhab). A kutatások harmonizálására jelenleg a BME, Bay Hálózat és a Miskolci Egyetem[151] illetve a Nemzetközi Ibériai Nanotechnológiai Kutatóközpont (INL) együtt készül egy új nanotechnológiai konzorcium megalapítása.

Ennek megfelelően a nanotechnológia mint az innovatív anyagtechnológia legmodernebb ágának fontosságát felismerve az Intelligens Szakosodasi Strategia_S3 (2021-2027) dokumentumaiban a nemzetgazdasági priorítások fejezetben, az olyan élvonalbeli technológiák között szerepel, mint a mesterséges intelligencia, big data, adatelemzési technológiák, felhő és nagykapacitású számítási technológiák, kvantuminformatika, újgenerációs 5G mobilhálózatok, űrtechnológia, kvantumtechnológia, és egyéb innovatív anyagtechnológiák, mint mikrotechnológia, ipari biotechnológia, fotonika, robotika. A jövő iparágainak megalapozásában fontos szerep jut az anyagtechnológiának, nanoanyagok széleskörű alkalmazásának és felhasználásának, az iparágak stratégiai

---

[149] Innotéka, 2011 május, https://www.innoteka.hu/lapszam/2011-05-01.html

[150] Innotéka, 2020 július, https://www.innoteka.hu/cikk/energiatermeles_inercialis_fuzioval.2308.html

[151] https://www.boon.hu/helyi-kozelet/2022/02/nanotechnologiai-egyuttmukodes-tradicio-es-innovacio-a-miskolci-egyetemen

tervezésében a nanotechnológia K+F+I tevékenységek a hazai vállalati, kutatóintézeti, egyetemi szféra, valamint ezeknek a szektoroknak az együttműködésében valósulnak meg.

Valójában elmondhatjuk, hogy nem a kutatók, a megvalósítók, a tőke és a piac hiány miatt nincs még jelentős nanotechnológiai iparunk, hanem egy olyan az előző riportokból is meghatározható körülmény miatt, amit csak úgy hívunk, hogy az állami védelemi ereje és geopolitikai nehézségek. Biztató lehetőség lehet azonban, hogy ma a geofúzió korában egy új struktúrában úgy lehet majd sakkozni, hogy a játékteret és a bábukat is mi biztosítjuk. Hiszen van számos start-up bábunk, ami arra vár, hogy játékba lendüljön és még mindig itt a tudástér, ahol versenyezni lehet. De nagyon kellenének a sakkozók.

KITÖRÉSI PONTOK

A nanotechnológia nemzetbiztonságunk egyik kulcsa…

Egészséges nemzet

A nanotudomány egy interdiszciplináris terület, ami egy adott méretskálán megjelenő jelenségeket vizsgálja. Az ezzel párban álló nanotechnológia az ezen a nanoskálán zajló folyamatok és az ilyen méretű anyagok megváltoztatását tűzte ki célul. Az egyik legelsőként alkalmazásra került antimikrobiális nanofém részecskék (arany, ezüst, réz) használatával számos fertőtlenítő oldat, textília kezelés, felületkezelési módszer került kifejlesztésre és start-up került megalapításra (DrJuice, Nanovo, Innocenter stb.). Ezen korábbi kicsi bajnokok voltak az első látható profitábilis magyar nanocégek. Nanotechnológiai nanokarrierek (liposzómák, micellumok, polimerkonjugátumok, polimeroszómák, dendrimerek, aptamerek, szén nanocsövek) és célzó ligandok 1990-es évektől vezetett nemzetközi kutatásai vezettek a COVID pandémia megoldásához a Karikó Katalin által megalkotott nanoenkapszulált RNS létrehozásával. A magyarországi kutatások a liposzómális doxorubicin (Doxil), a hosszú keringési idejű, célozható kemoterápás nanogyógyszer generikus változatát alkották meg a BAY-NANO, SOTE és Richter együttműködésében 2006-2011-ig Szebeni János vezetésével[152]. Az eredeti volt az első engedélyezett „szterikusan stabilizált" (azaz PEGilált) irányítható nanogyógyszer, amit 1994-ben alkottak meg a Kaposi szarkóma, és myeloma multiplexre gyógyítására. A magyarországi kutatások olyan tudásbázist alkottak meg, ami a debreceni **Nemzeti Oltóanyaggyár** egyes későbbi technológiáit is megalapozhatja. Ebből eredően az **orvosi és biotechnológiai alkalmazások nanotechnológiai eszközökkel való megoldása az első prioritása a hazai nanotechnológiáknak**. Ez nemcsak a gazdaság hozzáadott értékteremtés növelése miatt, hanem mert **az egészségünk az első számú nemzetbiztonsági érdek**ek miatt is fontos. Ez a kompetencia terület jelenleg Debrecen felé történő súlyponteltolódását éli meg.

Energiabiztonság

A nanotechnológiák erősen diszruptív technológia generáló módszerek is egyben. A pandémiát követő háborús helyzet megköveteli egy másik **nemzetbiztonságilag az egészség után következő terület, az energiabiztonság** megfeszített figyelmét. A rendelkezésre álló energia hatékonyabb felhasználását elősegíthetik a megfelelő nanostruktúrált katalizátorok alkalmazása. Ide sorolhatjuk még a fotokatalitikus anyagok fejlesztését is. A napelemek energia hatékonyság növelése extra félvezető vagy víztaszító nanobevonatok segítségével nanotechnológiai módszereket igényel. A hidrogén gazdaságban mind a vízbontás, illetve a tüzelőanyagcellák hatékonyságát, de az akkumulátoresetén is kapacitás és C érték növelést eredményezheti, ha a szeparátor fólia nanoszerkezetű.[153] Az újabb és erősebb nanoszerkezetű anyagok megalkotása, pl. a nanocsövek mind-mind olyan terület, ami szükségessé teheti egy-egy tematikus nanotechnológiai szellemi központ megalkotását. A Bay-Nano korábbi nyomai még a Miskolci Egyetemen és a Bay-Logiban fellelhetőek, ezért meggondolandó a korábbi geopolitikailag leamortizált nanotechnológiai innovációs potenciált egy esetleges **Nanotechnológiai Nemzeti Laboratórium Hálózat** keretében friss tervezőgárdával újraprogramozni. Az energiabiztonság nanotechnológiai innovációi elsősorban anyag és azon belül felületeinek innovációi, ennek alapvető infrastruktúrája és szakmai gárdája, mind a BME-n, mind a Miskolci Egyetemen, mind az ELKH Energiatudományi Kutatóintézetében és az ELKH Wigner Fizikai Kutatóközpontban, illetve a Pannon Egyetem Mérnöki Karán, illetve a Szegedi Egyetemen megtalálhatóak. Éhezünk az energiára. Jelenlegi tűzoltásra 0.5 MW-os „dobozos" megoldásokat veszünk, de a mostani helyzetből generációnknak tanulni kell. Számos hosszú távú megoldás ígérete van a kosárban ilyen a hidrogéngazdaság és az akku alapú energiatárolás. Ennek nanotechnológiai vonzata más célirányos projekteken keresztül már észrevehető. Ezért külön szeretnénk kihangsúlyozni olyan **más megoldások, illetve alternatív kutatások szükségességét, ami az energia más, az anyag kereteinél fogva pl. a vegyi tárolás opcióit (metanol, ammónia stb.) illetve hőben való tárolási megoldást aknázza ki. Ehhez szükséges hőtároló és hőszigetelő anyagok, illetve katalizátorok létrehozása, mind-mind nanotechnológiákat igényelnek**.

---

[152] Szebeni János, Nanomedicina: A nanotechnológia alkalmazása az orvostudományban. Lehetőségek a neuropszichiátria területén, Neuropsychopharmacologia Hungarica 2011. XIII . évf. 1. szám, p. 15-24.

[153] Hao Yang, Xiansong Shi, Shiyong Chu, Zongping Shao, Yong Wang, Design of Block-Copolymer Nanoporous Membranes for Robust and Safer Lithium-Ion Battery Separators, Advanced Science, Volume8, Issue7, April 7, 2021, https://doi.org/10.1002/advs.202003096

A növekvő létszámú emberiség fejlődésének egyik kulcsa a hatékony, bőséges és környezetbarát energiatermelés. A ma ismert fizikai folyamatok közül hosszú távon erre a magfúzió lehet alkalmas. Az ELKH Wigner Fizikai Kutatóintézetének Nanoplazmonikus Lézeres Fúzió Kutatólaboratóriuma újszerű, úttörő kutatásokat folytat a témában Magyarországon, amelyek alapján az atommagfúzió még hatékonyabbá és gazdaságosabbá válhat, ezzel kiszolgálva az emberiség egyre növekvő energiaigényét. A magyar nanoarany részecskéken femtosekundumos lézerrel gerjesztett nanofúziós kutatási eredmények méretnagyításának felgyorsítása elemi érdekünk, hiszen a megtermelt energia 2,5 szeresének az ígéretét adják az eddigi eredmények. **Nanoplazmonikus fúziós eredmények technologizálása** olyan energiatermelő lehetőséggel kecsegtet, aminek létrehozása esetén az utánunk jövő generáció megbocsát azért a sok kárért, amit a mi és az előttünk lévő generációk a fosszilis energia és nyersanyagpocsékolás terén tettünk/tettek.

Energiabiztonság tekintetében fel kell hívni a figyelmet a **karbantartási folyamatok időben való elvégzésének szükségességé**re, az energiamix és a tulajdonosi portfólió megfelelő arányaira. Magyarország jelenlegi elektromos energia szükségletében is 30%-os importra szorul, ezzel helyesen nem szigeteli el magát viszont nem alkalmas jelenleg időszakos energiaexportra. Dél-afrikai Köztársaság elektromos energiatermelésének példája mutatja, hogy 4 óránként 4 éve 4 órára nincs áram a rossz erőművi tervezés: 90%-nyi energiát biztosító, nem karbantartott szénerőművek okán a gazdaság tönkretehető.

Anyagbiztonság

Nemzetbiztonsági szempontból szintén kiemelendő, hogy egyes az ipar működéséhez szükséges anyagok beszerzése kapcsán a nemzetközi kereskedelmi hálózatok pandémiás és háborús akadályoztatása miatt túlzott függések alakultak ki. Ilyen a gáz, mint energiahordozó esetében az orosz kereskedelem, a megújuló energia jelenlegi technológiáinak anyagigénye pl. a napelem esetében, meghatározóan Kínától függ. Ez a kritikus anyagok tekintetében a **nemzeti anyagbiztonság**ra hívja fel a figyelmet hiszen, ha nincs anyag, amiből napelemet gyárthatnánk vagy elektromotort készíthetnénk, akkor megújuló energiánk sem lesz. A nyersanyagbiztonság helyett helyesebb az anyagbiztonság szó használata, hiszen, a másodlagos nyersanyagok (hulladékok) szinte nagyobb értéket képviselnek, mint az anyag előállításához szükséges nyersanyag. Gondoljunk egyszerűen a primer alumínium előállításához szükséges bauxitra és a szekunder alumínium előállításához szükséges alumínium hulladékra. Így összefoglalóan nevezzük a nyersanyag ércet, másodlagos nyersanyag hulladékot, a primer és a szekunder anyagokat együttesen „anyagnak”. Az anyagfolyamatok export és import tervezése a **Materials Passport** rendszer révén nyomonkövethetővé fog válni és igazolja, hogy az anyag megfelel a fenntarthatósági követelményrendszereknek (karbon lábnyom, életciklus). Ezen a folyamaton dolgozik az építőanyagok területén a COST CA21103 - Implementation of Circular Economy in the Built Environment (CircularB) EU-s network[154].

A nanotechnológiai tudás a **hulladékok anyagszeparációs és újrahasznosítási technológiáinak innovációjá**t is elő fogják mozdítani, azok esetében is, amelyeknél korábban a hulladék szeparációja nem volt gazdaságos, gondoljunk csak a vörösiszapban található ritkaföldfémek kinyerésére[155,156]. Kritikus nyersanyagok óriási piaci igényt generálnak, amit a fenti elemzés feltárt, csökkentése nanotechnológiai fejlesztések alkalmazásával lehetségesnek tűnik.

A magyar iparágazatok tekintetében az **akkumulátor**ipar egy olyan kiemelt ágazat, ami jelenleg óriási potenciállal rendelkezik. A **gyártásban a kritikus elemeknek a kiváltása nanotechnológiai anyagokkal** kívánatos. Ilyen például a **szilárd elektrolitos akkumulátor fejlesztése nanorészecske bevonattal**, amellyel olyan szilárd elektrolitos akkumulátorok gyárthatók, melyek könnyebben hozhatók kereskedelmi forgalomba. Akkumulátorral kapcsolatos nanotechnológiai anyagkutatások zajlanak a ELKH TTK-ban, a BME-n, a Miskolci Egyetemen, az ELKH Energiatudományi Kutatóközpontban és a Bay Zoltán Hálózaton belül is.

---

[154] https://www.cost.eu/actions/CA21103/

[155] Chenna Rao Borra, Bart Blanpain, Yiannis Pontikes, Koen Binnemans, and Tom Van Gerven, Recovery of Rare Earths from Bauxite Residue(Red Mud), Critical Materials, Underlying Causes and Sustainable Mitigation Strategies Chapter 16 https://doi.org/10.1142/9789813271050_0016

[156] https://doi.org/10.1002/ceat.202100223

Új csökkentett karbon lábnyomú **keramikus hőszigetelő nanoanyagok** pl. *nanocellás habok*, mint nanoszigetelő anyagok fejlesztése és termékesítése. Ilyenek egyrész az extrémalacsony hőátadási nanobevonatok[157,158,159] vagy az *aerogélek* (tömbi nanohabok). Ezen anyagok esetében a hőszigetelő képesség elérheti a polisztirol hab felét is, és megfelelő nanoszemcsékkel adalékolva egyben infra tükrökké tehetők is ezzel tovább javítva a hőszigetelő képességet. Az aerogéllel töltött ablaküvegek megtartják fényáteresztő képességüket, miközben az ablak hőátadási tényezője jelentősen lecsökken. Ilyen anyaggal borították a Pekingi 2022-es Téli Olimpia Ice Ribbon csarnokát[160].

Magyarország rendszerváltása okozta alapiparágainak anyagában való újrahasznosítása jelentős hátrányba helyezte a Magyarországon lévő **alapanyag előállító iparágak**at. Amíg más középkelet európai országokban az infrastruktúrát csak leporolják és az alapanyagtermelés elindulhatott. Magyarország alapanyag ipara számos kritikus helyeken az alapoknál gyengült meg. Az anyagbiztonság Magyarország **fenntartható fejlődés**ének az energiabiztonság melletti kulcseleme. Ha egyedi **különleges anyagokra tudásalapon specializálódunk** akkor pl. különleges gyanták, különleges karbonszál, különleges alumíniumhab, különleges alumínium akkumulátor, akkor ezekre a különleges anyagokra épülő termékgyártás a helyi magyar ipart és KKV-ket fogja erősíteni, **ami lehet újjáépülő alapanyagiparunk alapja**. Az anyagiparra jellemző körkörös gazdaságot így össze lehet kapcsolni az energiaiparral, ami egy közös **végtelen körkörös gazdaság**ot teremthet.

Védelmiipar

A jelenlegi háborús veszély miatt és védelmiiparunk megerősítése szempontjából is szükség van erősebb páncélanyagok, elektromágneses és nukleáris sugárelnyelő anyagok fejlesztése. Ez segítheti a NATO-ban való megfelelően pozícionálásunkat és szerepvállalásunkat. Egy kritikus helyzetben való sorban állas esetén, ha nekünk is van valami egyedi, ami csak nálunk kapható termék, cserealapként előnyt szolgáltathat. Példaként szolgáljon az az intelem, amit Thierry Breton az EU belső piacokért és a vakcinaellátásért felelős biztosa mondott el a CAETS2022 vacsora beszédében:" A COVID járvány alatt elindult amerikai vakcinagyárainkban elkészült vakcináinkhoz amerikai barátainktól csak akkor tudtunk hozzáférni, amikor mi is visszatartottuk a francia gyárainkban készült egyedi gyógyszeralapanyagokat a Johnson&Johnson számára".

Ilyen termékek lehetnek az egyedi nanotechnológiákkal előállított anyagok, ahol a receptúra titkos. Úgy, mint a Coca-Cola összetétele vagy a magyar Unicum.

[157] https://windttechnologies.com/
[158] https://gwrnano.com/hu/
[159] https://www.manti.hu/hu/
[160] https://hu.keepinsulation.com/news/aerogel-felt-and-the-beijing-winter-olympics-54809520.html

5.1.3. Kitörési lehetőségek a polimerek területén – polimer kompozitok (Meiszel László – Bárány Tamás)

A *műanyag* története valójában a fosszilis tüzelőanyagok története, ami a fogyasztói kultúra kőolaj-táplálta robbanásszerű elterjedéséhez vezetett a II. világháború után és átformálta szokásainkat. A műanyag sokkal többet jelentett az emberiségnek, mint egy egyszerű helyettesítő anyag. Anyaga jól formálható, könnyű vele bánni, és könnyebb, mint azok az anyagok, amiket helyettesít –, ráadásul sok alkalmazásban olcsóbb. Ennek köszönhetően lendületet adott a globális gazdaság átalakulásához, a mai „fogyasztói" és „eldobható" szemlélet kialakulásához. A műanyag tökéletesen beleillik ebbe a képbe: mert olcsósága miatt még arról is könnyen meg lehetett győzni a felhasználót, hogy megéri eldobni. A műanyaggyártás óriási profitot hozott egyes cégeknek. Így jutottunk bele az egyre kényelmesebb műanyaggal bélelt világba, ami mára a le nem bomló műanyagszemét nagymértékű felhalmozódása miatt komoly környezeti veszélyeket rejt. Ahhoz, hogy érdemben csökkenthessük az egyre növekvő műagyaggyártás éghajlatra és környezetre gyakorolt negatív hatását, minden szinten változtatnunk kell. A sikeres jövő stratégiájának kidolgozásához szükség van a globális trendek, hazai igények és hazai kompetenciák komplex megismerésére.

GLOBÁLIS TRENDEK

Világ minden táján átalakulás előtt áll a műanyag és gumi ipar. A fejlődés lendületét megtörte a világjárvány mind világviszonylatban, mind Magyarországon. A 2020-as évi gyárleállások, majd a globális lezárásokat követően az ellátási láncok megszakadása, a kereskedelmi korlátozások bevezetése és a fogyasztás csökkenése egyértelműen éreztették hatásukat az ágazat teljesítményében. Ez hatással lesz a műanyagipar közép és hosszútávú alakulására. A kereskedelem globalizációja, erőforrás korlátok, környezeti terhelések, verseny a lakható földért: mindezek a tényezők arra utalnak, hogy **az iparágak összetétele fél évszázad múlva nagy mértékben megváltozik, más lesz**.

Lesznek, amik eltűnnek és lesznek, amik megmaradnak. De **mennyire lesz másképp a helyzet 2030-ban, vagy 2050-ben?** Továbbra is megmaradnak ugyanazok az ágazatok? Melyiknek lesz nagyobb jelentősége, mint most, melyiknek kevésbé? Csak feltételezésekből indulhatunk ki a műanyagipar jövőképének elképzeléséhez, becslésekből a teendők meghatározásához.

Nem hagyható figyelmen kívül az sem, hogy az iparágak és az ipari ágazatok nem önállóak, hanem összefüggenek egymással egy összetett és egymásba illeszkedő szerkezetben. Ez arra figyelmeztet, hogy az egyik szektorban bekövetkezett változások elkerülhetetlenül változásokat okozhatnak egy másikakban is.

- A **műanyagipar egyik legfontosabb fejlődési területe a körforgásos gazdálkodásba való beilleszkedés**, amelynek két fókuszpontja az **újrahasznosítás**, illetve a **bioműanyagok** terjedése.
- A második **a digitalizáció**, vagyis a **teljes értékteremtési lánc hálózatba kapcsolása**.
- Mindezeken túl talán a legígéretesebb terület a **klímavédelem**, amelyhez a műanyag- és a gumiipar a legnagyobb mértékű hozzájárulással kecsegtet. (A klímavédelem ugyanis **nem valósulhat meg a műanyagok terén tett jelentős intézkedések nélkül**.)

A műanyag- és gumitermékek előzőekben említett három célirányzata nem képzelhető el egymás nélkül, hiszen például az újrahasznosítás, amely egyértelműen a jövő útja, feltételezi, hogy mind nagyobb mértékben már a műanyag termékek gyártása előtt, a tervezés során figyelembe vegyék az elhasznált produktumok utóéletét. (Ahol lehet, egyszerű anyagokat kell használni, amelyek azonosítását az **újrahasznosításnál digitális termékazonosító és ennek hálózatba kapcsolt feldolgozása** teszi lehetővé, ilyen módon pedig a **körforgásos gazdaság** szorososan **összefonódik a digitalizációval**.)

Előrejelzések szerint a **műanyagalapú fogyasztási cikkek eladásai jelentősen emelkedni fognak, főként az ázsiai középosztály rohamos gyarapodásának köszönhetően**. Az olajipar mindezek ismeretében arra számít, hogy az új műanyagok iránti növekvő igény az olaj iránti keresletet is magával húzza. Az Exxon szerint a **petrolkémiai termékek eladása világviszonylatban évi 4 százalék feletti ütemben nő a következő évtizedekben**. (Carbon Tracker). Mivel a **10 legnagyobb műanyaggyártó cég közül 7 egyben kőolaj és földgáz kitermeléssel és feldolgozással foglalkozó vállalat** – ezért egészen addig, amíg a kőolaj és földgáz kitermelése folytatódik, az a műanyaggyártást is táplálja, ösztönzi. És fordítva: amíg egyre nő a műanyag iránti igény és kereslet, addig folyamatosan növekvő igény lesz az alapanyagul szolgáló kőolajra. A Világgazdasági Fórum előrejelzése szerint

2050-re a világ olajtermelésének várhatóan akár 20%-át műanyag előállítására fordítják majd a cégek. Ezt támasztja alá az is, hogy **az olajszektor 400 milliárd dollár értékű műanyagipari beruházást tervez 2025-ig** (Carbon Tracker). Ebben a harcban az újrahasznosító vállalatok és a hulladékgazdálkodási lánc egésze veszít, így pedig a **műanyaghulladék-hegyek hamarosan az égig érhetnek**.

A műanyagok alkalmazásának előnyei ismertek és bizonyítottak. A fenntarthatóság szempontjából lényeges kritérium, hogy **előállításuk sokkalta kevesebb energiát igényel más anyagokhoz képest**. Járulékosan az energiacsökkentést szolgálja a **műanyagon alapuló könnyű szerkezeti anyagok** kifejlesztése és az ezekből készült elemek felhasználása elsősorban a gépjárműgyártásban és az építőiparban, valamint **jelentős klímavédelmi szerepe van az épületek műanyag szigetelésének**.
A műanyaghulladék hasznosítási lehetőségeinek elemzése tehát aktuális kérdés, amelynek megválaszolásához megfelelő ismeretanyag és környezettudatos hozzáállás, megvalósításához pedig megfelelő piaci háttér, és jogi szabályozás szükséges.

A **magyar műanyagipar**ban az elmúlt időszak bővülését alapvetően három tényező határozta meg: a **csomagolóipar**, az **autógyártás** mennyiségi és ezekhez kapcsolódó - ma még kevés, de gyorsan növekvő és speciális tulajdonságokat igénylő – **orvostechnika**.

- A csomagolóanyagoknál nagyon nagy a kihívás, mert a hulladékok problémáinak sokasodásával világszerte fokozódik műanyagokkal szembeni fogyasztói ellenállás. Hosszútávú megoldás a körkörös gazdaság lehet, a már előállított csomagolás újbóli felhasználása az új termékeknél.
- Az autóiparban jelenleg látványos a növekedés, de egyre több a bizonytalanság, a hajtási elvek változása, az elektromobilitás térnyerése és az autonóm közlekedés fejlődése következtében még nem kristályosodtak ki a jövő műanyagiparával szembeni igények.
- Az orvostechnikai berendezésekhez és termékekhez felhasznált polimer az összes műanyag felhasználásnak még 1%-át sem teszi ki, azonban alkalmazásuk ma már nélkülözhetetlen, és segítségükkel továbbfejleszthetők az orvosi-, a diagnosztikai berendezések, a gyógyászati segédeszközök, a sebészeti eljárások, a gyógyászatban felhasználható anyagok. Az ágazatot nagyfokú specializáció, nemzetközi munkamegosztás és a gyártmányok széles választéka jellemzi.

A kompozit anyagok világa a legkülönfélébb alkalmazási lehetőségeket rejti magában, amelyek csak arra várnak, hogy felfedezzék őket. **Azok az ágazatok, amelyek túlnyomórészt hagyományos anyagokat, például fémeket használnak, a kompozitok használatából származó előnyök kiaknázására fognak törekedni.**

- Érték a lapján ma még két fő alkalmazási ágazat használja fel a gyártott **kompozitok** 50%-át. A ~**30%-ot a repülőgépipar ~20%-ot az autóipar**.
- Az egyik gyorsan növekvő iparág, amely ki tudja használni a kompozitok előnyeit, az elektromos motorok fejlesztése és gyártása. Ezek a motorok nehezebb anyagokat tartalmaznak, mint például réz, fém mágnesek és akkumulátorok. A **motorok könnyítését** szeretnék elérni, ezért a szerkezeti elemeknek könnyűnek és erősnek kell lenniük; A kompozitok pontosan megfelelnek erre a célra, és képesek bonyolult formákhoz is alkalmazkodni, és az integrált szerkezet részét képezhetik. A **Tesla** járművek jó példája annak, ahol ez már megtörténik, ahol az **integrált akkumulátorok potenciálisan 10%-os súlymegtakarítást és 14%-os hatótávolság növekedés**t tudnak biztosítani. Az elektromos járműipar nagyot lép előre ezzel a technológiával, és mások is követik a példájukat. Az **integrált kompozit szerkezetek** legnagyobb fejlődése az **elektromos meghajtású repülőgépek és az eVTOL[161]-ok**.
- Ezenkívül a kompozit anyagokat **sport**- és rekreációs létesítményekben, **gyógyászatban, hajógyártásban, konténerek, hadipari szerkezeti anyagok**ban, szállítóeszközök, **szélturbinák lapátjai**nak szélenergia-termelésében, valamint olaj- és gázkutatásban, építőiparban is használják.
- A kompozitok előállítása jelentős mennyiségű műanyagot igényel. A nagy teljesítményű fejlett kompozitok legnagyobb mennyiségben alkalmazott **erősítő szála a szénszál (CF)**, melyek perkurzora döntően a poliakril-nitril szál (PAN), mátrix anyaga valamilyen polimer (hőre keményedő, vagy hőre lágyuló) műgyanta, vagy termoplasztikus polimer, továbbá kerámia, vagy fém.
- A kompozit anyagokat nehéz újrahasznosítani a heterogén hibrid szerkezetük miatt. Anyag- és/vagy energia-visszanyerésre mechanikai, termikus és kémiai módszerek is alkalmazhatók, de **nincsenek még**

[161] https://dronerz.hu/cikk/mi-is-az-az-evtol-es-miert-fontos-a-dronipar-szamara

tökéletesen kidolgozott, optimalizált műveletek a gazdaságos újrahasznosítására. Több és intenzívebb kutatás-fejlesztésre van szükség egyrészt az újrahasznosítható kompozitokhoz másrészt a hatékony elválasztási technológiákhoz. Sürgős megoldásra van szükség az első generációs termékek elindult lecserélése miatt.

A műanyagipar fejlődésének is egyik kulcstényezője ipar 4.0 elveinek átültetése, a gépek, berendezések hálózatba kapcsolása a többi iparághoz hasonlóan.

- Az Ipar 4.0 a magas szinten integrált rendszerek megvalósulása magával hozza az izolált termelési egységek megszűnését és egy integrált, automatizált és optimalizált, nagy hatékonyságú termelő és szolgáltató rendszerré történő összeolvadását. A szolgáltatók, a gyártók, a beszállítók és az ügyfelek között viszony integráltabbá válik és megvalósul a szenzoroknak, a gépeknek, a munkadaraboknak és az IT rendszereknek **vertikális (vállalaton belüli) és horizontális (a szereplők közötti) összekapcsolódása a teljes ellátási és értéklánc mentén**.
- Két alapeleme, amelyek utat nyithatnak a megvalósításhoz:
  - egyrészt **új üzleti modelleket** kell kidolgozni, másrészt
  - **egységes nyelvet** kell megalkotni a **gépek hálózati kommunikációjához**.

A nemzetközi innovációs trendek azt mutatják, hogy az ipari innováció irányából a szolgáltatás innováció irányába mozdultak el az elmúlt években, amelyet a magyar gazdaságpolitikának is szem előtt kell tartania. A magas szintű integrált rendszerek alkalmazása és a robotizáció járulékos hatásai miatt a 21. századi technológiai fejlesztéseknél már arra is **vigyázni kell, hogy a mesterséges intelligencia (az iparosodáshoz hasonlóan) nehogy óriási egyenlőtlenséghez vezessen, ne jelentsen egzisztenciális fenyegetést**.

HAZAI ÁLLAPOT

Az Európai Bizottság 2018-ban elfogadott egy uniós műanyagipari stratégiát, ebből született meg 2020-ban az EU körforgásos gazdaság cselekvési terve, amelyben kiemelten szerepelnek a következő célkitűzések: **2030-ra minden műanyag csomagolás költséghatékonyan újra felhasználható vagy újrahasznosítható legyen**, amihez felrajzolták azt a jövőképet, hogy olyan műanyagiparra van szükség, ami növekedést és új munkahelyeket hoz Európába, de emellett okos, innovatív és fenntartható, az újra használat és újrahasznosítás eredményeként pedig az üvegházhatású gázkibocsátást és az importált fosszilis tüzelőanyagoktól való függést is segíti csökkenteni.

A túlélésért is komoly stratégiai lépéseket kell tenni az **elhúzódó világgazdasági válság** kezelésére, de az elvárásoknak eleget tevő stratégia kialakításánál a gondolkodás megújítására is szükség van, ha nemcsak a jelenlegi élbolyt követő, és ahhoz alkalmazkodni próbáló viselkedést kívánjuk folytatni.

Magyarországi műanyagipar meghatározó adatai (MMSZ felmérés)

- **Foglalkoztatottak** száma: **80 ezer fő** Beszállítói hálózattal együtt: 160 ezer fő
- **GDP arány: 6,5%**
- Vállalkozások száma: **450 nagyvállalat és KKV + 700 egyéni- és mikró vállalkozás**.
  - Innovatív iparág – folyamatos fejlesztési igény.
  - Műanyag alapanyag felhasználás: 898 000 tonna (2020).
  - Direkt vagy indirekt export a gyártás nagy része.
  - Beszállítói tevékenység – globális hálózatokba.
  - Negatív média kampányok – rossz társadalmi megítélés.
  - A hazai kis-és középvállalatok alacsony innovációs tevékenysége nagy mértékben korlátozza termelékenységüket.

A jelenlegi hazai műanyag feldolgozás (tömegtermelés) alakulása termékcsoportonként

- Az elmúlt időszakban az egyik legdinamikusabban bővülő szakterület a **fröccstermékek**, elsősorban a nagy értékű műszaki cikkek, autóalkatrészek gyártása volt. 2007 óta töretlenül növekedett a fröccstermékek mennyisége.
- A **fóliagyártás** a teljes időszakban a műanyagfeldolgozás hol első, hol második legnagyobb volument jelentő területe. Most – az autógyártás felfutása óta – a második helyre került.
- A gyártott **csövek** mennyisége a vizsgált időszakban nagy ingadozást mutatott, a 2007-ig tartó növekedés – összhangban az építőipari visszaeséssel – erőteljesen (37%-kal) visszaesett a következő három évben.
- A **habtermékek** folyamatosan növekedtek az elmúlt években. Az építőiparban megindultak a lakásépítések, felújítások, lakásszigetelési pályázatokat írtak ki, melyek eredményeként további erősödést tapasztalhattunk az előző évhez képest 3,5%-os mértékben.
- Az **üreges** testek mennyiségében évek óta kismértékű, de folyamatos a növekedés.
- A **kábel**/huzal termékcsoport erősödése 2009 óta tart.
- A **profilok** termelt mennyisége addig nem látott mértékben 35,7%-kal visszaesett 2012-ben, ami szoros kapcsolatban állt az építőipar helyzetével.
- A **műanyagpadló** gyártás 2008 végéig a műanyag feldolgozóipar sikertörténetének számított. Sajnos a gazdasági válság építőipari vonatkozása visszaesést okozott.

Hazai kompetenciák

A műanyagipar résztvevőinek egyik és talán legegyszerűbb csoportosítása során két nagy kategóriát különböztetünk meg: az **alapanyaggyártók**at, valamint az **alapanyag feldolgozók**at. Az előbbi kategóriát közelebbről megvizsgálva további két csoportot lehet elhatárolni. Az **első** csoportba tartoznak mindazok, akik a polimereket közvetlenül monomereiből állítják elő (**polimerizálnak**), míg a **másik** csoportba tartozó cégek az alap **polimerbe adalék-, töltő- valamint társítóanyagokat kevernek** (leggyakrabban **extruder** segítségével). Ha az alapanyaggyártás alatt szigorúan azokat a gyártási folyamatokat értjük, melyek polimerizációs lépést tartalmaznak, akkor az utóbbi kategóriába tartozó cégek **határterületet képviselnek az alapanyaggyártók és a -feldolgozók között**. A polimerizáció ipari szinten egy összetett, bonyolult kémiai reakció végeredménye. A jó minőségű alapanyag előállításához a megfelelő tisztaságú nyersanyagon kívül megfelelő ipari infrastruktúra, valamint know-how szükséges. Ezek megvalósítására három olyan sarokkövet tűztek ki, ami ezt elősegítheti, egyrészt az újrahasznosítás hatékonyságát, gazdaságosságát, minőségét célzó kutatásokat és fejlesztéseket ösztönzik, másrészt kampányokat indítanak a műanyag hulladék és szemetelés visszaszorítására, illetve az innovációt és beruházásokat a körforgásos gazdaság felé terelik.

Magyarországon jelenleg mindössze négy cég foglalkozik polimerek előállításával:

1. **Wanhua–BorsodChem Zrt.**, jelenleg is az egyik leggyorsabban növekvő **poliuretán** alapanyaggyártó és -értékesítő vállalatcsoport a világon. A BorsodChem Zrt. jelenleg európai szinten az egyik vezető **PVC, MDI** valamint **TDI** gyártó vegyipari vállalata.

2. **Dunastyr Polisztirolgyártó Zrt.**, portfóliója két fő terméket tartalmazott. Az egyik gyárrészen **ütésálló polisztirolt**, míg a másikban **expandálható polisztirol gyöngyök**et állítanak elő.

3. **MOL Petrolklmia Zrt.**, a piacon jelenleg elérhető egyik legfejlettebb, legbiztonságosabb és környezetkímélő technológiát alkalmazza a széleskörűen használható termék előállításához, évente 200OOO TONNA PROPILÉN-OXIDOT állít elő, amelyet **poliol** termékekké alakítanak. MOL Petrolkémiai Zrt., közép-kelet-európai régió első olyan vállalata, amely a nyersolaj kitermelésétől a poliol előállításáig kézben tartja a műanyaggyártás teljes értékláncát.

4. **Zoltek-Toray Zrt.** Míg a legtöbb gyártó előállított termékei kereskedelmi forgalomban megtalálhatóak, addig a Zoltek Zrt. által előállított polimert (poliakril-nitril, **PAN**) közvetlenül nem vásárolható meg, hiszen ezt a cégen belül oxidált szál, szénszál, valamint **szénszál** alapú termékek előállítására használják fel.

A műszaki műanyagok feldolgozásában is elértük a nyugat-európai értéket**.**

Műanyag hulladékok feldolgozása

A műanyagipar alapanyagai a hagyományos polimerek kőolajszármazékokból készülnek. A világ ma elsősorban a kőolajra támaszkodik, és ennek feldolgozásakor nagy mennyiségű melléktermék képződik, amelyeket botor dolog volna „szemét”-ként kezelni. Ezért a kőolajalapú műanyagok valószínűleg még sokáig a piacon lesznek, a keletkező hulladék kezelését pedig úgy kell megoldani, hogy egészséges arány alakuljon ki az energetikai és az anyagában történő újrahasznosítás, valamint az egyéb feldolgozások között**. A műanyag hulladék bizonyítottan érték, ezért nem szabad exportálni a minőségi hulladékot, mert az országon belül is nagy az igény a jó minőségű regranulátumra.**

Megoldandó az egyre nagyobb teret hódító **bioműanyag hulladékok kezelése**, melyek körül ma még nagyon sok a tévhit. A hulladékhasznosítók gyakran attól tartanak, hogy a bioműanyagok megnehezítik az újrafeldolgozást, esetleg rontják a reciklátum minőségét.

Jelenleg a **polietilén és a PET a leggyakrabban és a legnagyobb mennyiségben visszaforgatott műanyag**. Biobázisú, de nem biodegradálható műanyagok közé tartozik. A *biológiai úton előállított monomerekből polimerizált makromolekulák tulajdonságai teljesen azonosak a kőolajalapú polimerekével, ezért azokkal együtt kezelhetők újrafeldolgozáskor*.

A feldolgozók aggodalma akkor indokolt, ha más kémiai összetételű műanyag - pl. *biodegradálható PLA* - kerül a hulladékáramba, ilyenkor azokat ki kell válogatni, de *célszerűbb őket elkülönítetten gyűjteni*.

A polimerek komposztálhatóságát is egyértelműbben kell kezelni, és világossá kell tenni, hogy a **biodegradálható műanyagok között vannak olyanok, amelyek egyszerű komposztálással is megsemmisíthetők**, *másokat pedig csak ipari eljárással lehet komposztálni*. Az előbbi csoporthoz tartozó hulladék a háztartási szeméttel együtt, akár házilag megsemmisíthető. A másik csoport komposztálása a célnak megfelelő, szelektált eljárással gyűjtött, erre a célra optimális megoldásokkal, átfogóan irányított hulladékhasznosító program keretében kifejlesztett eszközöket igényel. A komplett hulladékgazdálkodási programban ennek is helyet kell kapni.

Kompozit hulladékok értéknövelt újra hasznosítását érdemes kiemelten kezelni, különös tekintettel a hazai kompozit gyártási lehetőségekre, a magyar autóiparra és a benne rejlő újdonságok és még nyitott piac miatt.

Az autókhoz egyre nagyobb mennyiségben használnak **műanyag kompozit alkatrészek**et, de újrahasznosításuk még megoldásra vár. Az upcycling kutatások egyik célja olyan műszaki műanyag fejlesztése a gépjárművek műanyaghulladékából, amely ismételten felhasználható a személygépjárművekben úgy, hogy az alkalmazás során megfeleljen az elvárt minőségnek és esztétikai kritériumoknak, valamint ellenálljon a fellépő igénybevételeknek a tervezett élettartam során. Mindezt úgy, hogy a vállalat számára gazdaságilag megtérüljön a műanyaghulladék felhasználása, a presztízse emelkedjen a piaci szegmensen belül, illetve az előírt direktíváknak képes legyen megfelelni a jövőben. Annak ellenére, hogy a hőre lágyulókhoz képest jóval kisebb mennyiségben alkalmazzák őket, illetve az élettartamuk is sokkal hosszabb, az egyre bővülő felhasználási körnek és mennyiségnek köszönhetően egyre több hulladék keletkezik belőlük, ezért újrahasznosításuk mára már megkerülhetetlenné vált. A kémiai szerkezetükből adódó **látszólagos nehézségek ellenére ma már világszerte számos ipari léptékű megoldás létezik az újrahasznosításukra**.

A hőre nem lágyuló műanyagokat legnagyobb mennyiségben szálerősített kompozitok formájában alkalmazzák, illetve hasznosítják újra. Magyarországon jelenleg még a térhálós polimer kompozitok anyagában történő újrahasznosítására nem alakultak vállalkozások, ezért az elsők között lehetne belépni a kompozit hulladékok újrahasznosítási területére.

Kompozit gyártás fejlesztése

Magyarországon a kompozit gyártás gyors fejlődéséhez – különösen a szénszál (CF) erősítésű kompozitokhoz helyszínen van a világ egyik legnagyobb szénszálgyártója (Zoltek-Toray), és a speciális gyantagyártás is figyelemre méltó potenciállal rendelkezik. Erősítőrendszerek gyártása területén **óriási fejlődési tartalékok vannak a szál, szemcsés- és nano adalékok újszerű kombinációival elérhető sokféle tulajdonság kialakítására**. A mátrix képző gyanták szilárdsági tulajdonságainak tág határok közti változtathatósága, a feldolgozhatóságot könnyítő alacsony viszkozitás újabb, termelékenyebb és minőségileg jobb kompozitok előállítását teszi lehetővé. Az autóiparban a kompozitok széles körű elterjedésének egyik régóta fennálló akadálya, a nagy mennyiségű gyártás és a sokféle kompozit termék igény miatti magas árak. A legtöbb kompozitgyártási eljárás ugyanis az elmúlt öt évtizedben a repülőgépipar elvárásai szerint fejlődött, ami egyet jelent a kis gyártási volumennel. Évente néhány száz, esetleg néhány ezer elemről beszélünk, szemben a több százezerrel, amire az autógyártásban lehet szükség. A ma használt kompozitok széleskörű alkalmazását ellehetetlenítik a drága és lassú gyártási eljárások. A repülés igényei szerinti fejlesztés ahhoz is vezetett, hogy **sok kompozit – repülésen kívül alkalmazva – szükségtelenül rendelkezik extrém tulajdonságokkal, újrahasznosíthatóságuk pedig rossz**. A kompozitok szélesebb körű alkalmazása a gyártás gépesítését, új gyártási eljárást követel meg, ahhoz pedig újszerű erősítő struktúrákat. (Pl. roving helyett szalagokat, rácsokat stb). Ezeknek rendszereknek (nemcsak textil, hanem féltermék pl. prepreg formában) gyártása jelentős új piaci szegmenst nyitna.

Biopolimerek gyártása feldolgozásának jelentős növelése

A „**biopolimer**" kezdetben a „biodegradálható műanyag" szinonimája volt. Ma már gyűjtőfogalom, különböző tulajdonságú műanyagcsoportokra használják ezt a megnevezést. Leginkább arra utalnak ezáltal, hogy a műanyag **alapanyaga részben vagy egészben megújuló (növényi) forrásból származik**, de vannak közöttük biodegradálható és nem biodegradálható típusok, és *vannak kőolajalapú biodegradálható polimerek is*. Hosszú évek óta a piacon vannak, de a világ műanyagtermelésének még ma is csak kb. 1%-át teszik ki. Előrejelzések szerint a következő 5 évben felhasználásuk 20%-kal növekszik majd.

A bioműanyagok értékét növeli az a tény, hogy szerves szén tartalmuk a természetben megújuló biomasszából származik, amely a levegő szén-dioxidjából a növények fotoszintézise révén kerül oda. A bioműanyagok élettartamának végén ez a szerves szén ugyan ismét visszakerülhet az atmoszférába, de a későbbi növények ugyancsak felhasználják, belőlük pedig újra műanyagokat lehet gyártani és így tovább… A **bioműanyagok ökológiai (vagy karbon) lábnyoma** emiatt **0-nak tekinthető**.

A biopolimerek (bioműanyagok) gyártása

Egy gyorsan fejlődő ágazat, amely nagyon erőteljes hatással lehet jövő évtizedek gazdasági eredményeire. A foglalkoztatás terén is módosulhatnak a jelenlegi arányok, mert ezen a területen az átlagosnál gyorsabban nő a

munkavállalók száma. *Biopolimer gyártás megvalósítása a magyar gabonafelesleg mérséklésére adhatna megoldást és az ország egy elmaradott területének pedig kitörési lehetőséget biztosíthatna.*

A bioműanyagokat fejlesztők olyan új eljárások kifejlesztésén is dolgoznak, amelyekkel az élelmiszer-növények cellulóztartalmú *„második generációs nyersanyagaiból”* (szalmából, kukoricaszárból, cukornád hulladékából) lehet majd műanyagipari alapanyagokat készíteni. *„Harmadik generációs nyersanyagként”* szóba jöhet a kávéőrlemény, a gyümölcshéj, sőt a bogáncstól a szennyvíziszapig sok minden, pl. a metán és a szén-dioxid is. A víz körforgásáról már mindenki ismeri, a szén körforgásának fontossága azonban kevésbé van benne a köztudatban, pedig ez legalább olyan fontos a Föld eltartó képességéhez. A szén körforgásának természetes harmóniáját az emberi tevékenység az elmúlt két évszázadban megzavarta azzal, hogy túlontúl sok erdőt taroltak le, rengeteg termőföld szerves széntartalmát tették tönkre, a fosszilis tüzelőanyagok elégetésével pedig a föld alatti szenet az levegőbe exportálták szén-dioxid formájában.

A bioműanyagok is tartalmaznak számos adalékanyagot, melyeknek célja például az alapanyag előnytelen fizikai-kémiai tulajdonságainak javítása, vagy a későbbi lebonthatóság elősegítése. Ezeknek az adalékanyagoknak a környezeti és egészségügyi hatásaival azonban ugyanúgy számolni kell, mint a „hagyományos” műanyagok esetében. A jövő talán az informatika és a biotechnológia. Új irány a gyártás biológiai transzformációja, (Fraunhoffer szervezet több futó projektje ezzel a témával foglalkozik). A biológiai és a gyártási szféra összekapcsolásának több szintjét különböztetik meg.

Biopolimerek feldolgozása

A ma gyártott biobázisú PA, a bio-PUR, és az angolul „drop in” („csak pottyantsd be”) anyagok, pl. a bio-PE és a bio-PET tulajdonságai tökéletesen megegyeznek a kőolajalapú változatokéval, és feldolgozásuk, alkalmazásuk, újrafeldolgozásuk semmiféle külön módosítást nem igényel. Tehát az átállás ezekre a polimerekre a hagyományos alapanyagokról zavartalanul, veszteség nélkül lebonyolítható, viszont minden új anyag feldolgozás technológiájának és beállítható tulajdonságainak kimérése időigényes fejlesztő munka.

Egyes biopolimerek biológiai lebontása megoldatlan, és de vannak lebonthatók is. A biodegradálható műanyagok között vannak olyanok, amelyek egyszerű komposztálással is megsemmisíthetők, másokat csak ipari eljárással lehet komposztálni. Az előbbi csoporthoz tartozó hulladék a háztartási szeméttel együtt, akár házilag megsemmisíthető. A másik csoport komposztálása a célnak megfelelő, szelektált eljárással gyűjtött, erre a célra optimális megoldásokkal, átfogóan irányított hulladékhasznosító program keretében kifejlesztett eszközöket igényel.

Már több, mint 20 féle biológiailag bontható műanyagot ismerünk, ezek közül jelenleg 3 érhető el kereskedelmi forgalomban: a legismertebb a politejsav, találkozhatunk továbbá keményítő alapú és polibutilén alapú műanyagokkal. **A biológiailag lebomló műanyagok előállítási költsége jelenleg átlagosan duplája egy nem lebomló műanyag gyártási költségének**, ami azt jelenti, hogy számos alkalmazási területen egyelőre nem versenyképesek.

Ipar 4.0 bevezetése

4.0 és a mesterséges intelligencia területén rejlő lehetőségek kiaknázásba a kis-, közép- és nagyvállalatok számára. Az Ipar 4.0 elveinek átültetése, a gépek, berendezések hálózatba kapcsolása a többi iparághoz hasonlóan a műanyag- és a gumiipar fejlődésének is egyik kulcstényezője. Az ipari digitalizációs folyamat, az IPAR 4.0 egy új ipari technológiai korszakot vetít elénk, amelyben a kiber-fizikai elemek és azok rendszerei az élet valamennyi területét áthatják.

A műanyag-feldolgozók mindig az iparág legjobban felszerelt vállalkozói közé tartoztak, és legkorábban kezdték alkalmazni a legújabb technológiákat. Az Ipar 4.0 szellemében készülő digitalizálás, a hálóba szervezett gyártóegységek, a számtalan szoftver-korszerűsítés azonban a legtöbb vállalatot alapvetően új feladatokkal szembesíti. Hogy lépést tudjanak tartani versenytársaikkal, megfelelő előkészületeket kell tenniük, jól képzett munkatársakat kell toborozniuk, és korszerű adatértékelést kell teremteniük.

Minden vállalatnak magának kell eldönteni, hogy milyen célkitűzésekkel készül belépni az új világba, és mit tesz az első időszakban. A várható változások között pl. fontosabbá válik majd a szállítóképesség és a szállítás megbízhatósága, ami a piaci történéseket is meg fogja határozni. A beszállító és a megrendelő is bármilyen időpontban pontosan tudja, hogy a készülő termék éppen hol van, milyen megmunkálást végeznek rajta, mikor és miért kell beiktatni egy várakozási időt. Ez lehetővé teszi azt, hogy a megrendelő pontosan tudja, hogy a megrendelt terméket mikor fogja megkapni. Megváltozik a variációk száma, ezáltal a gyártási logisztika is. Kisebbek lesznek a gyártandó sorozatok. A variációk száma az idő függvényében gyorsan növekszik majd, emiatt az egyes sorozatok gyártásideje drasztikusan csökken.

Az okos gyár

Mesterséges Intelligencia a jövő gyáraiban. Talán a legfontosabb az a felismerés, hogy komplex és mesterséges intelligencia rendszerek összekapcsolásával sokkal nagyobb hatékonyságot érhetnek el. Lehetőség nyílik arra, hogy ne csak egyes modelleket alkossanak meg virtuálisan, hanem teljes folyamatokat. Ennek megfelelően a virtuális térben megfelelő értékkészlettel és háttértudással felvértezett modellt már a tervezés során tudják optimalizálni. Ez gazdasági szempontból is előnyös, de van egy másik, egyre fontosabb aspektusa is, ez pedig a fenntartható gyártás. Minél kevesebb selejtet termel csökkenő anyagfelhasználás mellett, annál tisztább lesz a termelés és a gyártás során keletkező ökológiai lábnyom is.

A piacok ingadozása és a vevői elvárások átalakulása egyre gyorsabban, egyre nagyobb mértékben és magasabb minőségben igénylik a testreszabott termékek szállítását. A termékek életciklusa csökken, világszerte kiemelt jelentőségű a folyamatos rendelkezésre állás, az azonnali reagálás fizikai jelenlét nélkül is. Ez egy természetes fejlődés, amely folyamatosan gyorsul. Azok a vállalatok érvényesülnek a piacon, amelyek ezt a folyamatot időben felismerik és felkészülnek rá. A jövő gyáraiban a korábban ismertetett kiber-fizikai termelési rendszereken okos termékek készülnek majd.

Robotizáció

Az Ipar 4.0 újradefiniálja a munkaköröket, mivel azok betöltéséhez új képességek és tudás válnak szükségessé. **Egyre nagyobb jelentősége lesz az ember és robot együttműködésének (kollaboratív robotika),** ahol fontos figyelembe venni, hogy a gép nem helyettesíti az embert, hanem kiegészíti.

A robotizáció és ezen belül a kobotok[162] alkalmazásának térnyerésére a termelés és a logisztikai feladatok globalizálódása is nagy hatással van. A munkaigényes feladatok kiszervezése az olcsó munkaerejű országokba robotok alkalmazásával megfordítható folyamat lehet, és alkalmazásukkal enyhíthető az egyes területeken tapasztalható szakemberhiány is. A robotok/kobotok ugyanis sok unalmas/fárasztó tevékenységet elvégezve számos terhet levesznek a dolgozók válláról, és így azok szakmai munkájukra koncentrálhatnak. Eközben az üzem hatékonysága, nyereségessége jelentősen növekedhet. A műanyag-feldolgozó üzemekben is egyre több helyen alkalmaznak automatizált megoldásokat, amelyekben a robotoknak kiemelt szerep jut.

Terjed az ún. kobotok, vagyis a dolgozókkal közös munkatérben tevékenykedő robotok használata is. A műanyag-feldolgozó iparban a termelés digitalizációja és ezen belül a robotok használata különösen a fröccsöntő és hőformázó gépeknél, továbbá az üregestest gyártóberendezéseknél terjed gyors tempóban. De egyre gyakrabban lehet találkozni robotokkal/kobotokkal a csomagoló, komissiózó részlegekben is. Az ember és a kobot együttműködése egyesíti a két fél előnyös tulajdonságait, vagyis az emberek kreativitását és rugalmasságát a robotok kitartásával, gyorsaságával és pontosságával kombinálja. A rugalmas rendszerek az egyedi igények kiszolgálását célzó rugalmas gyártási eljárások elterjedését támogatják. A termelést gátló körülmények közül a

[162] A magyar kobot szó az angol cobot egyszerű magyarosítása. Az eredete a collaborative (együttműködő) robot szóra vezethető vissza, angol nyelvterületen kezdetben co-working vagy co-robotként is használták. Az első, kezdetleges kobotot 1996-ban hozták létre az Egyesült Államokban, de csak egy évtized múlva jelentek meg azok a szerkezetek, amelyek valóban alkalmasak voltak arra, hogy az emberrel közös térben dolgozzanak. A kobotok az úgynevezett merev automatizálás helyett a rugalmas automatizálást képviselik, ezért óriási jövőt jósolnak nekik – nemcsak a gyáriparban, hanem a szolgáltatások bizonyos területein is.

megfelelő munkaerő pótlását részben robotok alkalmazásával, részben a képzett munkaerő vállalathoz csábításával próbálják megoldani

Innovatív vállalatok részarányának növelése.

Az innováció a dolgok másképp „csinálásának” a képessége, a változáshoz való alkalmazkodás, egy olyan eszköz, aminek a hétköznapjaink minden mozdulatát át kell hatni, ami kihat egyéni és közösségi életünkre is, ezért ezzel a dologgal foglalkozni kell. Az iparban a kis- és közepes műanyag-feldolgozó cégek esetében a nehézségeket fokozza a tudás lassú áramlása. A magyar gazdaságban még a jó kutatói teljesítmények is csak ritkán hatnak a vállalati gyakorlatra, máig megmaradt a kutatás, illetve a kutatási eredmények alkalmazására hivatott vállalatok közt az elmúlt évtizedekben kialakult mély szakadék. Általánosan jellemző, a K+F szféra hiányosságai, szűkös támogatása, továbbá az ötletek kidolgozói és alkalmazói közötti kapcsolat gyengesége, a szerzői jogok és az iparjogvédelem gyakorlati érvényesítési nehézségei, valamint a technológiai transzfer segítésének hiányosságai jelentősen csökkentik az innovációs tevékenységének a hatékonyságát. Magyarország a műanyag gyártás és feldolgozás minél több területén európai szinten is magas K-F-I potenciálra tegyen szert, valamint a kis-és középvállalkozások széleskörben váljanak alkalmassá innovációk bevezetésére és létrehozására.

5.2. Anyagipari Platform az MMA gondozásában (Babcsán Norbert)

A Magyar Mérnökakadémia alapvető célkitűzése a hazai kreatív mérnöki tevékenységek és a műszaki tudományok promóciója, képviseletünk a nemzetközi integrációs folyamatokban, valamint a világtrendek tanulságainak hiteles közvetítése és adaptációja a honi közegbe. Segítő részese az olyan technológiai paradigmaváltások gazdasági és társadalmi érvényesítésének, mint az évtizedünkben immár mindent átfogó digitalizáció. ***Előmozdítja és támogatja a kiemelkedő mérnöki és természettudományos alkotó személyek és munkacsoportok tevékenységét****, a műszaki képzés modernizációját, valamint terjeszti a mértékadó új technológiai ismereteket.*

Az **MMA** célkitűzéseinek fényében olyan **anyagipari platform megalakítására tesz javaslatot, amely képes a közös műhelygondolkodást és az úttörő alkalmazásokat támogatni**. A konstrukciós ipari alkalmazásoktól az orvostechnológiáig, ahol a potenciális hasznosítók szükségletei egyszerre jeleníthetnek meg a létező pionír kínálatot felvevő piac igényeivel, valamint innovációt serkentő kutatási megbízásokkal. ***Egyszerre foglalkozik az anyagipar stakeholdereinek érdekképviseletével, de ugyanakkor az ipar igényeinek és problémáinak információgyűjtő és szintetizáló szerve is.***

AZ ANYAGIPARI PLATFORM CÉLKITŰZÉSEI

Az Anyagi Platform célkitűzései:

- **új anyagtechnológiák és eljárások hazai elterjedését és a hazai anyaginnováció előmozdítását** kívánja segíteni, serkenténi és kiaknázni, mind a követő és mind a **diszruptív technológiák feltárásá**val és **iparosításának előmozdításá**val, a következő két nagy területen:
    - A nemzeti építőipar, járműipar (autó, repülő, vasút, busz stb.), űr-, védelmi- és a gépipar (orvostechnológiai műszeripar) versenyképességét és biztonságát növelő korszerű anyagok és technológiák,
    - A hazai energiatermelés, szállítás, tárolás és felhasználás hatékonyságnövelését és biztonságát szolgáló korszerű anyagok és technológiák.
- **anyagipar stratégia lépése**inek megvalósításában való hathatós részvétel a magyarországi **anyagszakmai hálózatosodás, ökoszisztéma, és iparágak teremtése** céljából,
- egy olyan az **MMA tagokból álló kormányzati iparági döntéstámogató kör létrehozása**, ami együttműködve a szakirányú tudományos körökkel, az anyagiparral kapcsolatban **segíti a mindenkori kormányzat munkáját, javaslatokkal él és véleményezi a szakirányú anyagokat, az anyag és energiabiztonság és az ország versenyképességé**nek **céljait szem előtt tartva**.

Az anyagtechnológia a három megatechnológia közül (bio, info és anyag) az egyik. Jelentősége mindennapi életünkben is megmutatkozik. A mérnöki anyagok élettartam menedzsmentjén belül az új, jobb tulajdonságú anyagok fejlesztésével, a tartósság, szerkezetintegritás biztosításával, az élettartam előrejelzésével és a már használt anyagok újrahasznosításával illetve a még elérhető nyersanyagokból való kinyeréssel járul hozzá az életminőség javításához. A **platform működési területe** integrált szemlélettel fedi le a korszerű anyagokkal kapcsolatos technológiákat, kapcsolódik a szakmailag **hasonló európai anyagtechnológiával foglalkozó platformokhoz**[163] harmóniában a magyar kormányprogram kiemelten támogatott területeivel, pl. járműipar, gépipar, energetika és nanotechnológia. Kiemelt, anyagtechnológiát érintő platformok és fontos kapcsolódási pontokat jelenthetnek, pl. az EUMAT[164], az European Technology Platform for Sustainable Chemistry, SusChem[165], European Steel Technology Platform – ESTEP[166], European Aluminium[167] , European Technology Platform MANUFUTURE[168]. Ezen kívül kapcsolatot és együttműködést kívánunk kialakítani *más hazai technológiai platformokkal* is, amelyeknek tevékenységi területei valamilyen módon kapcsolódnak az Anyagipari Platform tevékenységéhez. Fontos kapcsolódási lehetőség a Területi Innovációs Platform-okkal (TIP) való együttműködés,

[163] https://www.fems.org/links-european-technology-platforms
[164] https://www.eumat.eu/en
[165] http://www.suschem.org/
[166] https://www.estep.eu/
[167] https://european-aluminium.eu/
[168] http://www.manufuture.org/

ezen belül helyi pl. miskolci TIP Klub-al és más TIP Klubokkal való közös tematikus rendezvénysorozatok tartása. Fontosnak tartjuk olyan a sport és a kultúra ápolását célul tűző egyesületek, klubok, szervezetekkel való kapcsolattatást, amik egyben szellemi műhelyekként funkcionálnak pl. Tour de Zemplén TDZ[169].

A platform létrehozásának és működésének célja, hogy olyan kitörési pontokat jelöljön meg a vertikális (fém, műanyag és gumi, kerámia és üveg) és a horizontális platform munkacsoportok (felületi és nanotechnológiák, életciklus menedzsment, alakadási- és kötéstechnológiák, oktatás, technológia transzfer) együttműködése segítségével, amelyek nagy hozzáadott értékű anyagtípusok és technológiák bevezetéséhez járulnak hozzá a magyar ipar fejlődéséhez, versenyképességének növeléséhez és megerősödéséhez. A nanotechnológián belül a tömbi (mérnöki) felhasználásban alkalmazott nanoanyagokra és technológiákra koncentrál.

A platform célkitűzései között szereplő **Anyagipari Stratégiai Terv** többek között a következőkre terjedne ki:

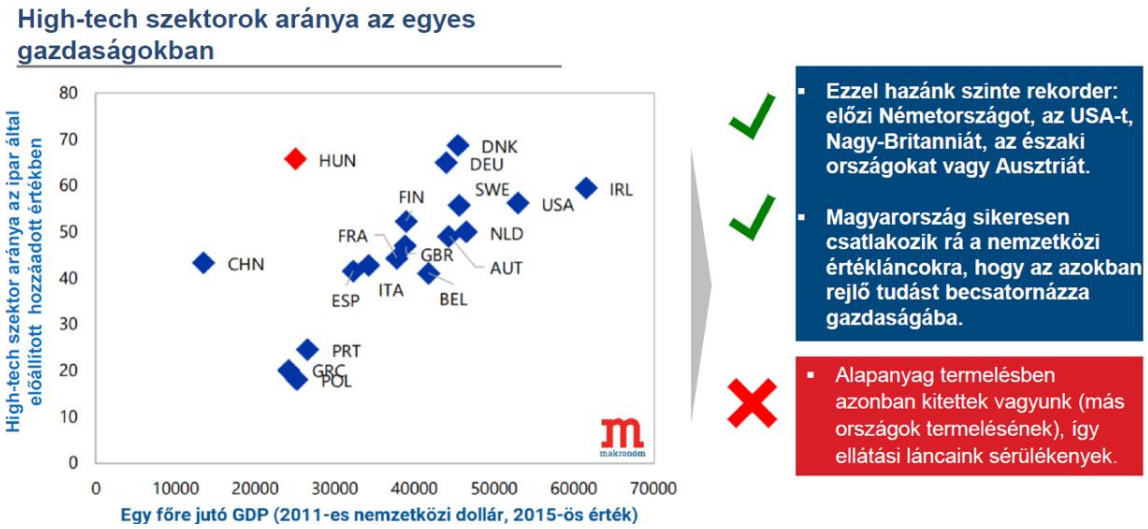
- a **hazai legnagyobb műanyaggyártó üzemek** (MOL, Wanhua) fejlesztési irányvonalainak összekapcsolása a nagy hozzáadott értéket létrehozó nanotechnológiával (nanoporok, nanohabok, hőálló műanyagok, antisztatikus műanyagok) - a kis mennyiségben hozzáadott anyagok nagy fajlagos felületük miatt jelentős módosító hatást érhetnek el,
- a **fémiparban létrehozott nanotechnológiai innovációk és hazai tudásbázis** révén olyan nagy hozzáadott értékű fémek gyártásának hazai iparosatásának továbbfejlesztése, melyek segítségével a magyarországi fémipar jelentős előnyökhöz juthat a globális gazdasági versenyben, ami már elkezdődött a nanostruktúrájú **nagyszilárdságú Giflow acél** (Giflow) és **nanostrukturált** részecskével stabilizált **aluminiumhabok** előállításával (Innobay-Cymat-ALUMMC, Aluinvent),
- a **nanoporok, nanoszerkezetű új típusú szerkezeti anyagok** előállítása és gyártása, új típusú kompozit és multifunkcionális anyagok **fejlesztése energetikai felhasználásra**, nanoanyagok fúziós alkalmazásra, akkumulátoranyagok és tüzelőanygcellák, hidrogéntárolás, szigetelő anyagok hőenergiatároló és fázisváltó anyagok fejlesztése és iparosítása,
- az információtechnológiai eszközök szinergiájából eredően az anyagok viselkedésével, előállítási technológiáival és élettartam menedzselésével összefüggésben a **korszerű modellezési eszközrendszerek fejlesztése** és alkalmazása, valamint felhasználása az új anyagok kifejlesztésére, a meglévő ipari technológiák hatásfokának javítására,
- **anyagok teljes életciklus elemzése** és az új anyagok és technológiák környezet terhelésének összevetése, új a **fenntarthatósági** igényeket szolgáló **szabvány**osítási munkák kezdeményezése, anyagok **karbonlábnyom**ának technológiafüggő adattárházi számbavétele,
- a karbonbázisú, a hidrogénbázisú és az alumniumbázisú **körkörös energia és anyagciklusok** szinergiájának megteremtése,
- **magyarországi energia és anyagbiztonság** megteremtése a hulladékhasznosítás, a megújuló energiák, a nukleáris és fúziós energiák szinergiáinak megteremtésével,
- a **magyar egészségipar** berendezéseinek, implantátumok, nanoformulációk és az anyaggyártás és újrahasznostás **biotechnológiai alapú gyártásának megteremtése**.

A PLATFORM SZEREPÉNEK BEMUTATÁSA

A **magyarországi anyagipari tudásbázis hátránya az, hogy szétforgácsolt**. Hordozói, képviselői, szervezeti nem tudnak egymásról, nincs közös platformjuk, ahol szakterületükön a legfrissebb tudást megszerezhetnék, azt frissíthetnék és közvetíthetnék. Ez pedig szükséges lenne ahhoz, hogy az országnak egy ütőképes anyagipara jöhessen létre. **Magyarországnak elismert és hosszú idő óta felhalmozott anyagtudományi és anyagtechnológiai tudása van, amelyet neves egyetemi tudósok, kutatók és ipari szakemberek képviselnek**. Az iparági stratégiának, mindkét tudásbázisra mind eszközként, mind célként támaszkodnia kellene. Ez a tudás hathatósabban tud érvényesülni és **az innovációkat, illetve a kapcsolódásokat megfelelő módon segítjük elő.** Továbbá, a magyar anyagokkal kapcsolatos szaktudás gyakran csupán alapkutatásokat szolgál, és nem jelenik meg konkrét termékek/technológiák fejlesztésében, csak tudományos publikációkban, amit más országok felhasználhatnak, anélkül, hogy a magyar ipar profitálna belőle.

[169] https://www.facebook.com/groups/1249325952066440

Magyarországon ma kétféle tendencia figyelhető meg: egyfelől az ország anyagipara még mindig primer tömegtermékeket, tömegalapanyagokat állít elő. Ennek hátránya az, hogy ennél az ipari szegmensnél legkisebb a hozzáadott érték (műanyagok kivételével). **Törekedni kell arra, hogy olyan saját különleges egyedi anyagokon alapuló alapanyag-feldolgozó technológiák honosodjanak meg, ahol magas a hozzáadott érték, azaz növelni kell a nagyobb hozzáadott értékű technológiák és termékek arányát**. Másfelől az ország igaz jellemzően a high-tech ipari szegmensekben mozog és sikeresen csatlakozik rá a nemzetközi értékláncokra, hogy az azokban rejlő tudást becsatornázza a gazdaságba, azonban a hazai hozzáadott érték gyakorlatilag még mindig összeszerelő tevékenységben és a bérmunkában jelenik meg tömegesen. Ezen felül alapanyagtermelésben kitettek vagyunk más országok termelésének, így **ellátási láncaink sérülékenyek**. Mindezek miatt az anyagok újrahasznosítására, az újrahasznosítási technológiák továbbfejlesztésére és a hulladékok okos anyagkinyerésére kell helyezni a hangsúlyt. Mindez elengedhetetlenné teszi majd a **Material Passport**[170] rendszer bevezetését is, aminek segítségével az alapanyagok a másodlagos nyersanyag rendszerből (hulladék) gazdaságosan újrateremthetőek. Ilyen igen alapanyag igényes iparág az **építőipar**, aminek **hulladékainak megfelelő újrahasznosítási technológiáinak innovációit és azok iparosítását kell előmozdítani**. Ilyen lehet a beton újrahasznosítása cementadalékként[171] illetve az új szétszedhető és mobilház anyag konstrukciók, amelyekben az anyagok könnyen szelektíve szétválaszthatóak[172].



Forrás IMF; megjegyzés: az ábra az IMF által high-tech szektornak klasszifikált ágazatok részesedését mutatja, ez azonban nem tévesztendő össze azzal, hogy az ágazaton belül valójában milyen technológiai szinten folyik a termelés

Ahhoz, hogy más országokhoz képest az ipari befektetések gyorsabban térüljenek meg, a tudás hatékonyabb felhasználásához van szükség. Ennek egyik aspektusa a gyártási folyamatok technológiájának anyagtudományi része. Ahhoz, hogy anyagtechnológiai probléma minél gyorsabban megoldódjon, koncentrált tudásra van szükség, amihez ez a platform segítséget nyújthat, hiszen nem mindegy, hogy egy komplex előállítási probléma esetén egy szakértőt milyen gyorsan találnak meg. Ehhez azonban **a tudás értelmes és célzott irányítására van szükség, azaz Magyarországnak anyagipari stratégiára van szüksége**. A kormányzati döntéshozás támogatása érdekében **egy Anyag és Energiabiztonsági Tanácsadó Testület létrehozását is szükségesnek tartjuk egy jövőbeni MMA Klub keretein belül.**

Az anyagipari platformban levők magukkal hozzák szellemi tőkéjüket és magyar és külföldi kapcsolataikat. Ez lehetővé teszi azt, hogy a platformon a legújabb külföldi és hazai ismeretek megjelenjenek. A tagok mind személyesen tarthatják a kapcsolatot rendszeres találkozókon, konferenciákon keresztül, mind elektronikus levelezésen keresztül. Az anyagipari stratégia jelentősége még abban rejlik, hogy a tudományos tudásbázisból ezen keresztül konkrét alkalmazásokat lehet fejleszteni, azaz tudástranszfert hajt végre, mégpedig úgy, hogy a már létező tudáshoz hozzáteszi az alkalmazott tudományhoz szükséges, egyelőre ki nem bontakozott képességeket. Az anyagipari **platform jelentős értéket képviselhet az anyagtechnológiák szabványosítása terén is**, pl. a nanotechnológia robbanásszerű elterjedése felveti különféle szabványok létrehozását, ami az anyagok

[170] https://en.wikipedia.org/wiki/Material_passport
[171] https://www.btclabor.hu/hu/beton-ujrahasznositas
[172] https://www.architectmagazine.com/technology/lego-houses-made-from-waste-plastic-house-the-homeless_s

gyártásához szükséges. A platform létrejötte elő fogja segíteni az egyetemi-ipari szinergikus hatást: az egyetemi kutatás jobban megismerheti a gyakorlati problémákat, amik az iparban létezhet, az ipar pedig megkaphatja termékeinek jobb ismeretét a tudományon keresztül.

Az Anyagipari Platform **megalakításának elsődleges szerepe:**

- hosszú távon összehangolja a korszerű anyagok és technológiák fejlesztésében érintett vállatok, szervezetek és intézmények K+F+I tevékenységét, meghatározza a fő K+F+I prioritásokat és megtalálja az ezekhez szükséges erőforrásokat, illetve segítse azok minél hatékonyabb kihasználását;
- tevékenységével támogatni kívánja a korszerű anyagtechnológiákkal összefüggő kutatás-fejlesztési igények és érdekek nemzeti szintű egyeztetését és egységes megjelenítését az EUMAT európai platform felé;
- a platformnak fontos szerepe lehet az érintett területeken meglévő K+F „kereslet és kínálat" összehangolásában.

Az Anyagipari Platform **hozzá kíván járulni**:

- olyan nemzeti, illetve nemzetközi K+F+I projektek elindításához, amelyek alapvetően az érdekelt ipari résztvevők érdekeit szolgálják, és amelyek hozzájárulnak az érintett szakmai területeken új mérnöki anyagok, technológiák, korszerű módszerek és eszközök kifejlesztéséhez;
- szoros kapcsolatot kíván kialakítani a szakpolitikák és ipari szövetségek képviselőivel;
- hozzá kíván járulni a partnerség és az együttműködés fejlesztéséhez a platform partnerek között. Emellett fontos szerepet kíván betölteni a partnerek közötti információáramlás és tapasztalatcsere segítésében.

A platform működésének fenntarthatóságát alapvető fontosságúnak tartjuk a hosszú távú célok elérése érdekében. Erre egyrészt az MMA-ban folyó szakmai tevékenység, a már meglévő személyi feltételek garanciát jelentenek. **Az Anyagipari Platformmal az MMA célkitűzéseinek megfelelően támogatja a dinamikus kutatóintézményi és vállalkozási hálózat létrehozását és a forrásbővítést hatékonyan hasznosító hazai „innovációs ökorendszer"-ré alakítását.**

6. Összegzés (Meiszel László)

Számos tanulmány foglalkozott az elmúlt időszakban is az agyagipar szakmai és piaci helyzetével, nemzetközi összehasonlításból levont következtetésekkel, példaképek állításával és a célok döntő többségben helyes meghatározásával, elmaradásaink ledolgozásával. Mindezek ellenére Magyarország felzárkózó, vagy inkább felzárkózásra törekvő országnak tekinthető. A felzárkózás és a gazdasági fejlődés ütemét meghatározó komplex tényezők egyike az innovációs teljesítmény. Magyarország innovációs teljesítménye csak a követő pozícióra elég. Megállapítjuk, hogy a tudományos feladatokra koncentráló Eötvös Lóránd Kutatási Hálózat kutatóintézetei jelentős infrastruktúrával és szakembergárdával rendelkeznek, addig az alkalmazott kutatásokat lefedő Bay Zoltán Hálózat a rendszerváltás következtében történt ipari kutatóintézet hálózat leépülése következtében, ez a szegmens lassan tért magához. A nemzetközi cégek magyarországi leányvállalati csak nagyon korlátozott mértékben tudnak hozzájárulni a hazai innovációs teljesítmény fokozásához. Azokat a kompetenciákat, amelyek versenyképességüket meghatározzák, sokkal nagyobb mértékben tartják meg a vállalati központokban, mint a gyártást, a kereskedelmet és a támogató szolgáltatásokat. Ennek megfelelően a technológiafejlesztési tevékenység általában az anyaországban valósul meg. A felzárkózás kulcskérdése, hogy kialakul-e a gazdaságban olyan innovációs kapacitás, amely képessé teszi azt a növekedésre. A nemzeti innovációs politikáknak az egyetlen vállalat keretei között véghez vitt innováció mellett a nyitott innováció lehetséges formáit is ösztönözni, finanszíroznia lenne érdemes.

Teendők:

- Az **innováció a dolgok másképp „csinálásának" a képességének serkentése**, a változáshoz való alkalmazkodás, egy olyan eszköz, aminek a hétköznapjaink minden mozdulatát át kell hatni, ami **kihat egyéni és közösségi életünkre is, ezért ezzel a dologgal foglalkozni kell**.
- Amikor arról beszélünk, hogy kreatívok, innovatívok vagyunk, országunk fantasztikus tudással rendelkezik és nagy előrelépéseket tettünk a kutatás-fejlesztés-innováció terén, egyetemi és vállalkozói szinten egyaránt, egy dolgot nem szabad figyelmen kívül hagynunk: azt, hogy **hogyan állunk az „eredményes munkák" hasznosításában**? Illetve, hogyan állunk a szabadalmak területén? A szellemi tulajdonjog mára komoly érték

lett. Míg 25-30 évvel ezelőtt a materiális rész határozta meg egy **cég vagyonértékét** – gépek, eszközök, infrastruktúra, technológiák, minden olyan eszköz, ami tárgyiasítható –, **jelenleg 90%-ban az immateriális javak jelentik** ugyanezt. Közép-Kelet-Európában szellemi termékeinket nem tudjuk jól hasznosítani, ezért kiszivattyúzzák innen – a hazai kisvállalkozóktól, kutatóktól, egyetemi műhelyektől, az akadémiai kutatókból. Azért kell a szabadalom mert monopoljogot teremt, véd a hamisítás ellen, felhasználási jogot lehet értékesíteni, a befektetők számára vonzóbbak az oltalmakkal rendelkező vállalkozások.

- A fejlesztési és beruházási döntéseket természetesen az adott termék jellegétől függően kell meghatározni. A műanyagipar területén maradva, merőben más feltételektől függ a célok meghatározása a **tömeganyagok esetében**, ahol a **kapacitásnagyság elsőrendű** szempont lehet, a **korszerű anyagok esetében viszont a műszaki tudás kerülhet előtérbe**.
- Egyetemek, kutatóintézetek intenzív bevonása szükséges annak megoldására, hogy a térségben meghatározó, jelentős méretű feldolgozó kapacitást lehessen létrehozni. Ehhez az **újrafeldolgozási technológiákat továbbra is folyamatosan fejleszteni kell**. Fontos az energetikai hasznosítási kapacitás növelése a hulladéklerakóba került mennyiség megszüntetése érdekében. A lakosságot ösztönözni kell a szelektív hulladékgyűjtésre az anyagok esetében. Az oktatás, szemléletformálás terén pedig be kell mutatni a hulladékok fajtáit, a **biológiailag lebontható anyagok** és az **anyagában az eredetivel azonos mértékben használható újrahasznosított fémek** szerepét. Az újrahasznosításon kívül a gyártók és a fogyasztók egyaránt sokat tehetnek azért, hogy már az előállításnál és a vásárlásnál kevesebb nem újrahasznosuló (pl. műanyag) kerüljön bele a körforgásba. Ezt az elméletet a körforgásos gazdasági modell (angolul circular economy) is megfogalmazza.
- A kompozit termékek piacának dinamikus fejlődése egyre szigorúbb követelményt támaszt a termékgyártókkal szembe a jó minőségű alapanyagok és a korszerű gyártástechnológiák tekintetében. Másrészt a környezetvédelmi szempontok és törvényi szabályozások komoly terheket rónak a piac szereplőire. **A kompozitok esetében is meg kell találni a gazdaságos újrahasznosítási technológiákat**.
- Az Ipar 4.0 újradefiniálja a munkaköröket, mivel azok betöltéséhez új képességek és tudás válnak szükségessé. Egyre nagyobb jelentősége lesz **az ember és robot együttműködése**nek (kollaboratív robotika), ahol fontos figyelembe venni, hogy **a gép nem helyettesíti az embert, hanem kiegészíti annak képességeit**.
- Két olyan alapelem van, amelyek a megkerülhetetlen **digitalizáció**nak utat nyithatnak:
  - egyrészt **új üzleti modelleket kell kidolgozni**,
  - másrészt **egységes nyelv**et kell megalkotni a **gépek hálózati kommunikációjához**.
- Az Ipar 4.0 kapcsán cselekedni kell,
  - a digitális érettség,
  - a közös standardok,
  - az erős infrastruktúra (a gyárak és gépek biztonságos összekapcsolása),
  - az európai koordináció területén.

A digitalizáció miatt beláthatatlan sebességű változás zajlik. A nagy adatokkal (Big Data) való foglalkozás, a mesterséges intelligencia, a hálózatokban való gondolkodás, és az ezekhez kapcsolódó tudáscsomópontok felépítése a tudomány és a vállalatok segítségével felgyorsíthatja Magyarország gazdasági és társadalmi fejlődését.

- A **magyar államnak a híd szerepét kell betölteni a tudást létrehozó és a tudást felhasználó szervezetek között**.
- A **vállalkozásokkal közösen kell kitalálni a programokat**, közösen kell meghatározni a **pályázatok belső tartalmi részét**.
- Az új típusú megközelítésben **a tudást létrehozó ágazatoknak**, egyetemeknek, kutatóintézeteknek **figyelniük kell a piaci igényeket**, majd a keletkező „termékeknek” azonnal el kell jutni a felhasználókhoz, a hasznosításhoz.
- A cél az, hogy a **hidak felépítésével sokkal intenzívebbek legyenek a magyar vállalkozások**, és ha ez megvalósul, akkor felgyorsulhat az a növekedés, amiről mindenki álmodik.

A diszruptív (ami lehet piaci résbe behatoló ezáltal erősítő és nem piacbomlasztó) új piaci lehetőségeket kell megkeresnünk. Ezek a diszruptív kitörési lehetőségek az adott körülmények között tudásunkat használva nagy hozzáadott értéket teremthetnek. A piaci monopóliumok mellett kell úgy lavírozni, hogy az új technológia ne sértő, hanem erősítő szerepet játsszon és az értékteremtés jelentős része a régióban maradhasson. Ezt **csak a tudással és diszruptív technológiákkal lehet elérni, amik egyben elengedhetetlen elemei is nemzetbiztonságunknak**.

"Egy olyan kicsi országban, mint Magyarország, a tudósoknak elég jó hazafiaknak kell lenniük ahhoz, hogy ne vándoroljanak ki. Egyébként hamar lesüllyedne az ország kulturális színvonala"

Szent-Györgyi Albert

„Az a civilizáció, amelyik elhidegül a tudományától és művészetétől, vagyis kultúrájától, az pusztulásra van ítélve. Az életét adja föl, elsorvad, elpusztul atombombák nélkül is."

Bay Zoltán

7. Melléklet

Csák János, kultúráért és innovációért felelős miniszter beszéde a Magyar Innovációs Szövetség XXXIII., 2021. évi közgyűlése 2022. október 28., Aquincum Hotel Budapest

Nagyon szépen köszönöm! Jó napot kívánok Tisztelt Hölgyeim és Uraim! Elnök úr, Rektor úr, Professzor úr, Vezérigazgató úr, Elnök úr, Elnök úr, Vezérigazgató helyettesek és Helyettes Államtitkár úr, Főszerkesztő úr! Nagyon örülök, hogy itt lehetek! Köszönöm szépen a meghívást és a türelmet. Igazából a meghívás tavaszra szólt, vagyis júniusra, május 24-én tette le az esküjét a kormány, akkor nagyon sokat konzultáltam egyenként önök közül is sokakkal.

A nagytekintélyű testületnek ez a 33. közgyűlése, és ha jól megnézzük, Magyarországon nagyon kevés olyan intézmény van, amely egy ilyen hosszú múlttal kitartóan egy ügy mellett kiáll. Ezt nagyon meg kell becsülnünk. A kultúra nem egy pillanatnyi dolog, hanem generációkon átnyúló tevékenység, és ezért legmélyebb tiszteletem azért, hogy ezt évek óta kitartóan és az alapeszméhez hűen végzitek. Nagyon sok interjúban és különböző helyeken elmondtam, hogy Magyarországon szükség van a kultúra innovációjára és innovációs kultúrára.

A Kormány, illetve Magyarország elkölt a felsőoktatásra majdnem a GDP 1,92 százalékára rugó összeget. Ebben van persze beruházás, működés, kutatás. Összesen Magyarországon elköltjük a GDP 1,64 százalékát innovációra. Ez rengeteg pénz, nagyjából innovációra elment 2021-ben 907 milliárd forint, nagyjából kétharmadát multik vagy kkv-k saját forrásból fedezik, és a maradék 318 milliárd forint az, amit az állam magyar költségvetési forrásokból vagy EU-s források allokálásából költ el. Ez az input. Nézzük meg az outputot, és azért helyes, hogy itt beszélünk erről, mert Ti, Önök 33 éve dolgoznak azon, hogy legyen output ebben a szövetségben, és egyénileg a cégekben. Háromféle módon mérhetjük az outputot: az egyik, hogyan nő a hozzáadott érték az országban, és elsősorban ami számunkra fontos, a hazai cégek hozzáadott értéke a GDP-n belül, vagy az exporton belül. Most úgy állunk, hogy a hazai GDP-ben kicsit az 50 százalék fölött van a hazai cégek hozzáadott értéke, a többi a multiké. Ez abban is megjelenik, hogy high tech exportban nagyon jók vagyunk a világon. Ha megnézzük például az Economic Complexity Index-et vagy az Eurostat kimutatásait, akkor az látszik, 50-60 százaléka a magyar exportnak high tech, azonban ennek több mint nyolcvan százalékát multik állítják elő. Ez az egyik: mi a gazdasági hozzáadott érték. A második, hogy mi a tudományos teljesítmény, a publikációk és a többi, amit igazából megint csak a kutatóintézetek, egyetemek publikációs outputjában tudunk megnézni, és esetleg látjuk a MOL, a Richter vagy más olyan cégek esetében, ahol esetleg kijönnek látványos termékek, de azt nem látjuk, hogy a multikban mennyi szabadalom születik.

Végül van a társadalmi hatás, ami azt jelenti, hogy kíváncsi-e maga a társadalom is arra, hogy mi a helyzet az innovációban. Minden egyes innovációnál vannak ennek követelményei, erre még mindjárt visszatérek, de tény az, hogy ha megnézem a Global Innovation Indexet vagy a European Innovation Scoreboardot, akkor abban az elmúlt - és most csak azt az időszakot nézem, amióta az EU tagjai vagyunk -, mondjuk az European Innovation Scoreboardban a 22.-ről a 21. helyre léptünk előre, vagyis a 27-ből a 21.-ek vagyunk. A Global Innovation Indexben 34. helyen vagyunk és nem változott a helyzetünk.

Ezeket a számokat nem l'art pour l'art akartam megosztani önökkel, hanem azért, mert, hogy a minisztériumomban ott van a család és a kultúra területe. A családban és kultúrában alakul ki az a közeg, ahonnan majd a gyerekek bekerülnek a közoktatásba, bekerülnek az egyetemekre vagy a szakképzésbe. Lesznek belőlük vállalkozók, innovátorok vagy tudósok, és ahhoz, hogy mi közép-, hosszútávon folytatni tudjuk a családpolitikánkat, támogatni tudjuk a kultúránkat, finanszírozni tudjuk a közbiztonságot, a közegészségügyet és a közoktatást, ahhoz robosztus, belső hozzáadott értéket termelő hazai iparra van szükség. Ehhez ez az 53 százalék, ez nem elegendő. A V3-aknál ez 60 százalék fölött van. Történetesen Európában a legjobbak a taljánok, ahol 80 százalék. Ha nem változtatunk ezen, hogyha nem tudjuk növelni a hazai hozzáadott értéket, akkor nem lesz meg az az adófizető tömeg, amely el tudja tartani az életvilágunkat, és ahhoz hogy ezt meg tudjuk tenni, nyilvánvalóan a magyar cégeknek be kell tudni kapcsolódni a világ értékláncaiba itthon is és külföldön is. Tehát ott is létre kell jönni valamilyen módon az innovációs kultúrának és outputnak. Ahhoz, hogy ez meglegyen ahhoz, hogy innováció legyen, kellenek a PhD-sok az élettudományokban, műszaki tudományokban, amit a felsőoktatásban anyagilag támogat a magyar állam. Tehát mi, amit tudunk, megteszünk. Ennek a hozamát kéne látnunk, különben nem lesz meg a finanszírozás a társadalmi és gazdasági céljainkhoz, mert ott fognak megszületni azok a gyerekek, akik aztán a közoktatásban és a felsőoktatásban bejönnek az innovációban és ezt a körforgást fenntartják.

Ezért dolgozom, hogy ezt a körforgást a kollégáimmal meg tudjuk olajozni, lássuk azt, hogy ebből, amit az állam inputként betesz a felsőoktatásba és az innovációba, abból miként lesz output. Ugyanaz a helyzet, mint amikor valaki egy utat akar építeni: először azt döntöm el, hogy hová akarok menni, a mi esetünkben ez a családjaink, Magyarország jövője, a kultúránk, a közoktatásunk, a közbiztonság, a munka, a közegészségügyünk. Utána el tudom dönteni, hogy hogyan juthatok el a célba: makadámúton, földúton, betonúton vagy akárhogy. Szerintem az út az innováción keresztül vezet, mert ha nem vagyunk innovatívak, nem vagyunk versenyképesek, akkor nem lesz input, betáplálás, nem lesz robosztus hazai gazdaságunk.

Emlékezzenek vissza, pl. 2000-ben, amikor kinyílott Kína, és rengeteg külföldi vállalat az olcsó munkaerő reményében elment Kínába, alig-alig volt olyan magyar vállalkozás, tőkeerő vagy felső középosztály, ami össze tudta volna szedni azokat a romokat, amik itt maradtak. Ebben is nagyon sokat tett a magyar kormány: a magyar középosztály megerősítésében és a nagyobb tőkével rendelkező cégek és személyek megerősítésében.

Szeretném megosztani önökkel azt, hogy mi **a diagnózisom. Az első, hogy silókat látok. Látok fantasztikus multikat. Nem is silókat látok, erődöket! Mondjunk egy német céget példaként, mondjuk a Boscht. 3200 magyar kutató dolgozik ott, akik a mi felsőoktatási rendszerünkön nőttek föl, és heti 3 szabadalom születik itt Budapesten. Tudják, hogy mennyi abból a magyar hozzáadott érték? 100 százalék, és mekkora a hozamból való részesedésünk? Persze itthon dolgoznak a kutatók, és ez remek, csakhogy a silónak az a tulajdonsága, hogy nem hallatszik ki belőle a hang. A Silicon Valley-ben a legnagyobb ötletek ebéd közben születnek. Kávéznak, bisztróban ülnek, nagyon különböző területekről érkező kutatók, vezetők. Üzleti titkokat egymásnak nem árulnak el, de megtermékenyítik egymás agyát. Silókban ezt nem lehet.**

A felsőoktatási rendszer átalakításakor kialakítottuk azt, hogy legyen külön ösztönző arra, hogy vállalati együttműködések legyenek. Szóval ez az egyik, a silók.
Fél éve lámpással keresem a jó példákat, mert én jobban szeretnék jó példákkal elől járni, ebben kérem a segítségetek, ahol ilyen jól működik, azokra a jó példákra rávilágítok egy reflektorral.

Mindig is volt egy olyan típusú vita, hogy mi a helyes stratégia? Létrehozni egy kritikus tömeget, vagy pedig fókuszáltan, célzottan - ahogy a hadászati technológiában mondják - „closework”-öt végezni. Nyilván mindig ezeknek a kombinációja a valóság. Palkovics miniszter úr rendkívül jó munkát végzett abban, hogy minél szélesebbre nyissuk ki azt a mezőt, ahol az innováció működik. Ezért van az, hogy mi is továbbvisszük azt a célt, hogy a jelenlegi 6271 kutató/egymillió fő az felmenjen 9000-re, mert azt mondjuk, hogyha van egy ilyen kritikus tömeg, akkor nagyobb a valószínűsége annak – van egy efféle korreláció a statisztikákban –, hogy azok az országok az Európai Unióban és a világban, ahol az egymillió vagy egységre jutó kutatók száma magasabb, ott magasabb az innovációs output is. Hogyha nincsenek silók, ez valószínűleg működik is, működhet is.

A másik lehetőség az, amit ugyancsak rendkívül jól elkezdett Palkovics miniszter úr, hogy célzottan megtalálni azokat a kutatókat, kutatócsoportokat, vagy műhelyeket, akikben benne van a remény. Ez nagyjából a szingapúri

modell. Szingapúrban is azt csinálják, hogy körbenéznek a világban, és egyszerűen bármennyiért megszerzik a saját egyetemeiknek a kutatókat. Erre az EU is rájött, ha megnézzük az EU új innovációs programját.
Valószínű mind a kettőt kell csinálnunk. A kritikus tömeg létrehozását is, és a célzottan kiválasztott nagy projektek megvalósítását.

Most mi azon dolgozunk a munkatársaimmal, Bódis László helyettes államtitkárral - ő felel az innovációs és tudománypolitikai ügyekért a minisztériumban - és csapatával, plusz a Palkovics miniszter úr által kidolgozott rendszerrel, hogy megnézzük, mire érdemes fókuszálni a rengeteg területből. Az egyik a digitális átállás.

Az iparon belül, járom az egyetemeket, igen vannak kvantum, informatikai, mesterséges intelligencia, autonóm autóvezetés, meg mindenféle kezdemények, de még nincs meg a sürgetés érzete. A másik terület az az egészségügy világa. Karikó Katalin bebizonyította, hogy *„a magyar név megint szép lesz méltó régi nagy híréhez”.*

A második az elöregedő társadalmak kérdése, az egészségben eltöltött idő. Ez számít a kormánynak, mert az egészségesebb társadalom azt jelenti, hogy az embereknek van ideje meg ereje is GDP-t termelni. Aki egészségesebb - nem kell mondani -, az boldogabb.

A harmadik az a zöld átállás. Ugye erről is rengeteget beszélünk energia, a geotermikus energia, a vízgazdálkodás, a körforgásos gazdaság – ezekben is jó lenne megtalálni a nagy bajnok projekteket.

Önök nálam sokkal jobban tudják, hogy mióta beszélünk arról, hogy Magyarország víz nagyhatalom, mióta beszélünk arról, hogy Magyarország geotermikus nagyhatalom? Aztán mikor szóba kerül a geotermia, akkor mindenki Izlandra mutat.

Amikor egy másik iparágban kérdeztem, hogy egy bizonyos témában van-e bajnokunk, azt mondták: ó, igen! Megkérdeztem, hogy mennyi az árbevétele: 2 millió dollár. De amikor Tokióban tárgyalok vagy Szingapúrban, akkor ez a szám kicsi. És mióta dolgozik a cég? Tíz éve, tehát amikor mi arról álmodunk, hogy bajnokaink, unikornisaink legyenek - én dolgoztam kis-közepes vállalkozásban -, első lépés, hogy az egymillió dollárról elég hamar legyen ötmillió dollár az árbevétel. A zöld átállásban is keresem a bajnokokat!

Nagyon sokszor kicsi ez a Magyarország, mégis vannak emberek, akik nem hajlandók egymással leülni beszélgetni, mint a Silicon Valley esetében. Magyarország nem sziget, ezek, amiket mondtam, nem olyan területek, amelyek teljesen újak a világban. Van lehetőség az együttműködésekre. Milyen feladatok adódnak ebből? Az első a kutatók képzése a felsőoktatási rendszerben, hogy azokat a szakokat preferáljuk vagy részesítjük pozitívabb elbírálásban, amelyek ezt támogatják. Nagyjából tíz év alatt a műszaki területre jelentkezők száma 50 százalékkal csökkent. Nem tűnik vonzónak ez a szakma! Mondhatnám az élettudományt is, de nem az orvosokat, hanem akikből PhD lesz. Egy volt amerikai külügyminiszter írt egy könyvet arról, hogy mi az országok közötti különbség, főleg Kína-Amerika összefüggésben. Azt mondta, hogy három dolgon múlik a különbség: a gazdasági erőn, a katonai erőn és a kultúra vonzerején. Az innovációs kultúra vonzerején is lehet javítani! Tudják, hogy melyik szakok növekedtek ellenkező irányban ötven százalékkal? Bölcsészettudomány, társadalomtudomány. De melyik fog jobban hozzájárulni Magyarország versenyképességéhez, melyik fog jobban hozzájárulni a robosztus gazdasághoz? Amelyik fenntartja az életvilágunkat, a gyerekeinknek meg az unokáinknak!

A kutatók képzése, itthon tartása: ez megint Szingapúr. Ők azt mondják, hogy onnan „egy fia ember ne menjen el”. Öt és fél milliós ország, három és fél millió az állampolgár, a maradék kétmillióban sok olyan elme van, akit „odavittek”. Nemcsak a tudomány, hanem az üzlet, a kutatás területére. Ezért nem támogatom, hogy magyar kutatók elmenjenek. Inkább hozzuk ide azokat a műhelyeket, akikkel együtt dolgoznának.
A jövő évtől mi, mint Kulturális és Innovációs Minisztérium, bevezetjük a középiskolai tanári ösztöndíjat. És már van egy-két vállalat, akik mondták, hogy ők is beszállnak, és ahol szemmel látható az output, ott igyekszünk szignifikáns ösztöndíjat adni. Mindezt úgy, hogy a tanárok közül fogjuk kiválasztani azokat, akik döntést hoznak. És mivel pl. a Richternél ott van a Rátz Tanár Úr Életműdíj, és más területeken is van hasonló, megpróbálunk együttműködni minden ilyen kezdeményezéssel.

Az egyik magyar átok, hogy valakinek van egy ideája, és rögtön létrehoz egy új intézményt. Annak idején Csaba testvér javasolta, hogy Csángóföldön egy középiskola finanszírozására hozzunk létre egy alapítványt. Megnéztem: 600 csángó tárgyú alapítvány van. Még egyet létrehozni?

Mindenesetre mi még forrásokat fogunk szánni mind az innovációs területről, mind a kulturális területről ezekre az ösztöndíjakra, benne a magyar meg más humán tantárgyakra is, mert az, aki művelt, az a saját szakmájában is hatékonyabb lesz.
Azt szoktam mondani diplomatáinknak, mert a külső kultúrintézetek is hozzám tartoznak, hogy nyűgözzenek le! Önöknek nem ezt mondom, hanem azt, hogy nyűgözzük le egymást! Mi a minisztériumban, az NKFIH-ban mindent meg fogunk tenni azért, hogyha vannak jó ötletek, támogassuk. Nem fogunk a vállalatok, a kutatóintézetek, az egyetemek helyett innoválni, minden jó ötlet mellé odaállunk. Hozzanak bajnokokat! Ha nem rakjuk rendbe ezt, akkor nem lesz olyan robosztus gazdaságunk, amelyik képes biztosítani a magyar jövőt, a magyar családpolitikát, a kultúra támogatását, a közegészségügyet, a közoktatást és a közbiztonságot és az ország védelmét. Nekem nagyon egyszerűen így fest a képlet öt hónap után.

Nagyon szépen köszönöm, hogy meghallgattak, és nagy örömmel nézek a további együttműködésünk elébe!