

MÉRNÖKÖK ÉS KÖZGAZDÁSZOK

MICHELBERGER PÁL: MÉRNÖK A XXI. SZÁZADBAN

A cím igényes, a teljes huszonegyedik századot említi, azaz közel 100 évre kellene jósolnom. Az előző század nagy részét végigéltem, közel a felét tudatosan az iparban töltöttem, de 50 év tapasztalata kevés a 100 éves jósláshoz. Ki tudta volna a huszadik század első évtizedében a *Wright* fivérek és *Bleriot* repülése alapján a századvégi interkontinentális és űrrepülést megjósolni? A legragyogóbb szaktudósok sokkal rövidebb időtávon is tévedtek előrejelzéseikben. *Rutherford*, az atommag felfedezője az 1930-as évek közepén kijelentette. „Aki energiaforrást vár az atomok átalakításától, az holdkóros”. *Thomas Watson* az IBM megalapítója 1947-ben azt mondta, hogy egyetlen számítógép megoldhatja a világ összes tudományos problémáját, de nem látta előre a számítógépek tudományon kívüli használhatóságát.

A tudomány és technológia világa a tizenkilencedik században lassanként, a huszadik században egyre gyorsabb ütemben megváltozott. Mi jellemzi ezeket a változásokat:

1. A kézzel fogható, érzékszerveinkkel közvetlenül érzékelhető jelenségek (pl. mechanikai mozgás, hőmérséklet, látható sugárzás stb.) helyébe a közvetlenül nem – csak hatásaiban, műszereinkkel – megfigyelhető jelenségek kerülnek a tudományos vizsgálatok látókörébe (elektromosság, mag- és részecskefizika, elektromágneses sugárzás a látható tartományon kívül stb.)
2. A műszaki életben a biológiailag megszokott (közepes, emberi) mérettartományból kiléptünk és lényegesen (esetleg nagyságrendekkel) nagyobb tartományokat is vizsgálunk, illetve megvalósítunk. Ez a növekedés a geometriai és tömegméréteken kívül kiterjed az erők, sebességek, fordulatszámra, gyorsulásokra is. Mivel a világ nem lineáris, ezért e növekedés nem írható le egyszerű arányosítással, hanem teljesen új – eddig fel sem ismert – problémákat kell megoldani. (pl. egy nagy fordulatszámú belsőégésű motor vezértengelyének megtervezéséhez szükséges a newtoni mechanika és a differenciálszámítás ismerete.)
3. A biológiailag megszokott, közepes mérettartományból lefelé is ki kell lépnünk, ami kvantumfizikai problémák felmerüléséhez vezethet (mikrochip, nanotechnológia stb.).
4. Korábban egy-egy tudományos probléma, vagy mérnöki feladat megoldásánál a lényegi kérdésre koncentrálhattunk, a mellékes kérdéseket tudatosan kizártuk. Ma előtérbe kerül a komplex, kölcsönhatásokat figyelembe vevő, átfogó kutatás, átfogó megoldás keresése. Ezekben a vizsgálatokban, a műszaki feladatok megoldásában a természettudományi és műszaki szempontok mellett tekintettel kell lenni a gazdasági, biológiai, ökológiai és társadalmi hatásokra is, sőt etikai kérdések is felmerülhetnek.
5. *Kármán Tódor* a huszadik század első felében definiálta a tudós és mérnök fogalmát: „a tudós próbálja megérteni azt, ami van, a mérnök létrehozza azt, ami korábban még nem volt”.

A huszonegyedik században ez a definíció már pontatlan, a tudós és mérnök összefonódik: „a tudós csak akkor tudja megérteni azt, ami van (a természetet), ha ehhez olyan vizsgáló eszközöket hoz létre, amelyek korábban nem léteztek (pl. elektronmikroszkóp), a mérnök csak akkor tudja létrehozni a korábban nem létező gépeket, berendezéseket, ha minél alaposabban ismeri és megérti a természet törvényeit.”

Az előzőekben 5 pontban összefoglalt változásokból egyértelműen következik, hogy a huszonegyedik század mérnöke az elődeinél mélyebb és összetettebb ismeretekkel és képességekkel kell rendelkezzen, és tevékenysége sokrétűbb mint elődeié volt. A madáchi megfogalmazásban szereplő „a gép forog, az alkotó pihen” a huszonegyedik században nem elegendő. A mérnöki alkotásnak a pusztán funkcionális működésén túl gazdaságosnak, esztétikusnak, környezetkímélőnek, társadalmilag, jogilag elfogadhatónak és etikusnak is kell lennie. A gép, berendezés történetét a működési időtartományán kívül is követnünk kell az újrahasznosításig. Ezt a bonyolult, sok szempontú, szerteágazó komplex feladatot a mérnök a huszadik század hagyományos eszközeivel nem tudja megoldani. Szerencsére azonban a huszadik század végére kialakult az az eszköz, amivel nagy rendszerek is kezelhetőek. Az informatika eszköztára teszi lehetővé az új feladatok megoldását.

A fejlődés látszólag korlátatlannak tűnik. A valóságban azonban igen kemény természeti, tudományos, gazdasági, társadalmi és politikai korlátok tartják mederben a tudományos kutatást és mérnöki alkotások létrehozását.

Befejezőként – mint nyugalmazott egyetemi tanárnak – beszélnem kell az oktatásról és nevelésről is. A mérnökképzés krédóját egy idézettel szeretném hangsúlyozni:

„Szükséges ezért, hogy a mérnök legyen tehetséges és kiművelt a tudományokban és művészetekben – mert sem a tehetség iskolázottság nélkül, sem az iskolázottság tehetség nélkül nem hozhat létre tökéletes alkotásokat. A mérnöknek tájékozottnak kell lennie az irodalomban, ügyesnek a rajzolásban, gyakorlottnak a geometriában, ismernie kell az optikát, tudatosan használnia kell a matematikát, tudnia kell a történelem fontosabb eseményeiről, szorgosan hallgatnia kell a filozófusokra (etikára), értenie kell a zenét és az orvosi tudományokat, legyen járatos a törvénytudók véleményében, tudjon a csillagászatról és az égitestek mozgásáról”.

Az idézetet minden idők egyik legnagyobb mérnöke, *Marcus Vitruvius* fogalmazta meg jó 2000 évvel ezelőtt. Zseniális gondolkodóként már akkor átlátta a mérnöki munka komplexitását, bár a feladatok végrehajtásához az eszközök (informatika) nem álltak rendelkezésére, de zseniális alkotók korlátozott eszközökkel is létrehoztak máig csodált alkotásokat.

(A jövő járműve. FISITA 2010 különszám.)

PALKOVICS LÁSZLÓ: AZ IPAR KÖVETELMÉNYEI A KÖZGAZDÁSZOKKAL ÉS A MÉRNÖKÖKKEL SZEMBEN

Napjaink ipari kihívásainak megoldásában elengedhetetlen az adott szakággal kapcsolatos minimális mérnöki tudás, de ez a „mérnöki rész” kisebb, mint a másik része, amit hívhatunk összefoglaló néven *közgazdaságinak*, hiszen rengeteg mindent foglal magában az elemzői feladatoktól az üzletkötéseken át a gazdasági modell megtervezéséig bezárólag. A mérnök-közgazdász együttműködés, egymás szakmájának megismerése és megértése kiemelkedő fontosságú.

Az együttműködés sarokpontjai a stratégiai tervezés, az innováció, a hazai és európai járműipar sikeressége, valamint a mérnök- és közgazdászképzés összehangolása, az ipari elvárásoknak való megfelelés. Ez az együttműködés különösen jól látszik a járműiparban, aminek a gazdasági súlya mindegyik újonnan csatlakozott uniós tagállamban jól látható.

Sikerese-e a magyar járműipar? Az iparági számokat vizsgálva megállapíthatjuk, hogy a hazai járműipar kifejezetten sikeres, csakúgy mint az európai járműipar. Az iparág sikerességét a termék iránti kereslet és a termék versenyképessége határozza meg. A jelentősebb járműipari bázisokkal (Észak-Amerika, Ázsia) összehasonlítva belátható, hogy az európai járműgyártás elég versenyképesnek tűnik, mind a technológiai szintet, mind a használhatóságát tekintve.

Ennek viszonylag egyszerű indoka, hogy ha megnézzük az első hat legfontosabb európai iparágat, a K+F ráfordítások aránya abszolút értékben és arányaiban is a járműiparban a legjelentősebb Európában. Minden más piac – Észak-Amerika, Ázsia – lényegesen kevesebbet fordít K+F-re. Ha megnézzük az európai ipar többi részét, a biotechnológiától kezdődően az információtechnológiáig, nem igazán versenyképes sem Észak-Amerikával, sem Ázsiával, a járműipar mégis ezek közül kivétel. A legfontosabb üzenete mindennek, hogy a technológia fejlődése és fejlesztése pénzbe kerül, elegendő figyelmet igényel, és ha erre a szükséges mennyiségű forrásokat és figyelmet rászánjuk, akkor valószínűleg ez az iparág valóban versenyképes lesz.

Hosszú távon vizsgálva, a magyar járműipar a következő kihívásokra kell, hogy megtalálja a válaszokat:

1. *Munkaerő*: Közép- és Kelet-Európában a munkaerő még mindig olcsó, a terhek viszonylagosan magasak, a hatékonyság nem növekedett az elvárt mértékben, a képzési rendszer hiányosságai problémát okoznak mind a szak-, mind a felsőoktatás területén.

2. *Beszállítók*: a magyar járműipar alapvetően beszállítói jellegű, a gazdaságban a szerepük kiemelkedő, a fejlesztésük kiemelt stratégiai feladat. Alapvető probléma a vállalkozási kultúra és az innovációs képesség, a közgazdasági szemléletmód, az integrált megközelítés hiánya.

3. *Innováció és kutatás-fejlesztés*: bár a keretek adottak, kihasználtsága kismértékű, alapvetően a multinacionális vállalatok határozzák meg mértékét.

4. *Közlekedési infrastruktúra*: a közúti logisztikai rendszer a kiemelt térségekben elfogadható, a vasúti, vízi és légi szállítás lehetőségei problematikusak, mindenképpen fejlesztésre szorul.

5. *Ösztönző környezet*: beruházási, adózási feltételek, együttműködő környezet (gazdasági, közösségi).

Hogyan építsünk új járműipari régiót 3 év alatt? Az ipari követelmények bemutatására az egyik legjobb példa egy új ipari régió létrehozása Magyarországon, azaz a kecskeméti Mercedes projekt. A már 3 éve zajló tevékenység mindenképpen tanulságos, mind az eredménye, mint az eredményekhez vezető út folyamatának szempontjából. Az ipari vagy autóipari régió teljes felépítéséhez 3 év nem lehet teljesen elég, hiszen ez egy hosszabb folyamat, de a kecskeméti projektben a szereplők elégedettek a folyamat jelenlegi állapotával. Vizsgáljunk meg néhány példát ebből a projektből!

Elsőként a Kecskeméti Főiskola fejlesztését és a Mercedesszel kialakított kapcsolatát tekintjük át. A Mercedes kijelentette, hogy nem akar más felsőfokú oktatási intézménnyel kapcsolatot, csak a Kecskeméti Főiskolával, így ebből a főiskolából kell egy olyan intézményt létrehozni, ami a Mercedes stratégiai partnerévé válhat. Ebből az igényből kellett gyakorlatilag levezetni mindent; a stratégiákat, az infrastruktúrát, a szervezetet, a folyamatokat, illetve mindazokat a partneri viszonyokat, amiket aztán időközben létrehoztunk, vagy még most is folyamatban vannak. Ez alatt a 3 év alatt sikerült megalapozni a többrétegű (beszállítói) ipari kapcsolatokat, ingatlanfejlesztéseket, folyamatos kétirányú kommunikációt, és ami a legfontosabb fókuszterület volt, az emberi erőforrás fejlesztését a Kecskeméti Főiskolának, aminek keretein belül az új Jármű Tanszék egész Magyarország legmodernebb járműtanszéke lett, a Mercedes erőteljes támogatásával.

A közösen kitűzött célok között szerepel egy olyan cél, ami nem csak Kecskemétre, hanem a magyar járműiparra összességében jellemző. Talán a közgazdászok is megemlíthetők lennének itt, de jellemzően a mérnökökre vonatkozik, miszerint *az egyetemeken elsajátított gyakorlati képzés hiányos* vagy legalábbis nem túl erőteljes. Magyarul, a legtöbb iparvállalat a mérnökök jelentős részét nem K+F tevékenységre akarja használni, hanem technológiai üzemeltetésre és fejlesztésre, ezekben az esetekben a gyakorlati tudás elengedhetetlenül fontos! Magyarország a magas hozzáadott értékű termelés tekintetében a harmadik az OECD országok között, míg ezzel szemben a műszaki felsőoktatásban résztvevők arányában hazánk hátulról második a sorban, a két tény ellentmondást hordoz magában. Gyakorlatilag a high-tech gyártás és termelés igényelne megfelelő képzettségű szakembereket, viszont a magyar oktatás nem vagy közel sem elegendő számban bocsátja ki őket. Képesek lennének rá, de nem tesszük meg! Ezt felismerve kapcsolódott be a Mercedes a hazai viszonyokba a duális képzés alapjainak lefektetésével, hasonló folyamat generálásában bízva, mint Németországban a 70-es évek felsőoktatási reformja (De Lux Akadémie).

Eredményes felsőoktatás nélkül nincs eredményes ipar. *Duális képzésre*, a járműipar és az egyetem közötti együttműködésre van szükség.

A duális képzés jelentése, hogy a hallgatókat az egyetem és az iparvállalat párhuzamosan és egyenlő mértékben képezi. Ezek alapján a hallgató az alapképzése alatt évente 52 hétből 48 hetet dolgozik, 48 hétből eltölt 24 hetet a főiskolán vagy az egyetemen, 24 hetet meg a vállalatnál. Amit a vállalatnál tölt, az sem gyakorlat, hanem ugyanolyan szabályozott tanterv szerint képzésben részesül. Tehát amikor nem az egyetemen vannak a hallgatók, akkor a vállalatnál dolgoznak.

Alapvetően három területre bontottuk szét azokat a készségeket, képességeket, amiket meg kell szerezni. A tárgyi tudás, az elméleti illetve gyakorlati ismeretek

oktatásán osztozik az egyetem és vállalat. Szintén fontos, hogy azokat a szociális készségeket, képességeket, ami ahhoz szükséges, hogy ki tudja fejezni az adott szakember a mondanivalóját, azt is fejleszteni kell. Tehát a prezentációs technikát, a tárgyalástechnikát is megosztjuk a két fél között, mert a gyakorlat azt mutatja, hogy az oktatási intézmények és a vállalatok nem feltétlenül értenek egyet a tárgyalástechnikák terén. Most szeptemberben indult az első évfolyam, 300 főből kiválasztott 25 legjobb hallgatóval.

A régebbi, nyugat-európai és a mindössze 20 éve működő hazai járműipari beszállító között minőségi szempontból nincs igazán különbség, megértették a magyar beszállítók a járműipari követelményeket és meg is tudnak felelni neki. Logisztikai szempontból sincs probléma, ellenben annak az ipari vállalatok jelentős többsége felől érkező igénynek, hogy javítsunk *a gyártási hatékonyságon*, annak szinte képtelenek a hazai beszállítók megfelelni. Felvetődik az olcsóbb munkaerő, az olcsóbb alapanyagár, és az új technológia alkalmazása, de a munkaerő ára gyakorlatilag régióként adott, az alapanyagár is majdnem teljesen ugyanannyi a világon bárhol, az új technológiát megvásárolhatják a versenytársak is.

Amit ezek a vállalatok megkívánnának az az, hogy *hozzá kellene nyúlni magának a terméknek a konstrukciójához*. Ez önmagában nem tűnik bonyolultnak, viszont nehezen kivitelezhető, és a magyar kkv-k jelentős része ezt a lépést nem tette meg. Vélhetően nincs fejlesztőmérnökük, illetve olyan szakemberük, aki ezt megértetné velük. Az, aki ezt megértetné velük, annak tipikusan egy közgazdásznak kellene lennie, aki érti az üzletet, például az önköltségszámítást, és aztán el tudná magyarázni a mérnök kollegáknak, hogyan lehet ezt finanszírozni, majd ezt követően a mérnök megérti az összefüggést, és képesítésének megfelelően megoldja a mérnöki kihívást.

Sajnos ezek a lépések jellemzően kimaradtak a hazai kkv-k esetében, amit nevezhetünk a *vállalkozási kultúra* hiányának is. Magyarországon mindössze 20 éve foglalkoznak vele, míg ennek mondjuk Németországban 150 éves hagyománya van. A hiányzó 130 évet természetesen nem lehet kivárni, de fel kell gyorsulni, alkalmazkodni kell. Valós szituáció, hogy néha nehéz megértetni az egyébként jól működő vállalkozás vezetőjével, hogy az éves 50 milliós profitjából 25 milliót költsön további 2 fejlesztőmérnök felvételére, mert a forgalma akár néhány év alatt megduplázódhatna, mondjuk azzal, hogy át tudna vállalni a nagyvállalattól vagy a vevőitől olyan feladatokat, amiket egyébként most még nekik kell csinálni. Előre megfelelő lenne a vállalat látens (még meg sem fogalmazódott) igényeinek, tipikus win-win (mindenki számára előnyös) szituációt kialakítva.

Bár jellemzően járműipari példákat vizsgáltunk sokszor mérnöki aspektusból, remélhetőleg mindenki számára felismerhető, hogy a közgazdaságtudomány végig erőteljesen képviselte magát. Stratégiai tervezés, üzleti tervezés, megtérülésszámítás, cégek fúziói és felvásárlása, pályázatok és közösségi források kezelése, adókedvezmények, mind-mind olyan dolgok, amelyek a vizsgált példákban szerepeltek, és összekapcsolja a mérnöki és közgazdasági tevékenységet, és ezeknek közös képzsét is igényelni fogja. Fel kell venni a gyorsuló világ tempóját, alkalmazkodni kell; hiszen a hatékony mérnök-közgazdász együttműködés az erősen járműipar-specifikus Magyarországon az ágazati kihívások megoldásában kulcskérdés!

(A Budapesti Corvinus Egyetemen, 2012. március 26-án elhangzott előadás összefoglalása.)