

A mérnöki tudományok sokszínűsége

Bemutatkozik az MTA VI.

(Műszaki Tudományok) Osztálya

ELŐSZÓ

Somlyódy László

az MTA rendes tagja, a Műszaki Tudományok (VI.) Osztályának elnöke

A jelen kötet az MTA Műszaki Tudományok Osztályát mutatja be. Az Osztály tagjai túlnyomórészt mérnökök: a műszaki tudomány a mérnök tevékenységét alapozza meg. Jellegebén sok eltérést mutat a „tisztá” tudományokhoz képest, ami megnehezíti a terület áttekintését és megítélését. Ezért nem haszontalan valamiféle definíciót ajánlani, még ha ez távolról sem lesz teljesszerű és pontos.

A mérnök körülírására sok megállapítás ismert, amelyek jól tükrözik az időben változó igényeket és megítéléseket. Így például *Vitruvius* (i. e. 80) szerint a mérnök ismérve a tudás a rajzolásban, geometriában, optikában, matematikában, történelemben, filozófiában, zenében, jogban és csillagászatban, azaz mai szemmel igazi polihisztor. Akadémiánk első mérnök tagja, *Beszédes József* azt írja, „az inzsenérség a legszükségesebb tudásoknak a tára”. A hangsúly tehát itt a gyakorlatiasságon fekszik. Borbély Samu, a nagyszerű matematikus mérnök ezt kissé másképpen fogalmazza meg: „a mérnök az az ember, aki egy adott feladatot, adott eszközökkel, adott idő alatt megold”. *Kármán Tódor*, a zseniális tudós mérnök letalálását megállapítása mögött a kreativitást fedezhetjük fel: „a tudós próbálja megérteni, ami van, a mérnök létrehozza, ami korábban nem volt”.¹ A gondolatmenetet folytatva, *Akio Morita* (1992) úgy véli, a

mérnökség a tudomány kreatív alkalmazása révén befolyásolja a társadalmat, annak jólétét és életminőségét. *Sir Robert Malpas* és *S. J. J. Watson* (1991) szerint a mérnökség nemcsak a megértést szolgálja, hanem eszközöket és rendszereket hoz létre az emberiség igényeinek kielégítése céljából. *A Révai Lexikon* meglehetősen bürokratikus öndefiníciót ajánl: a mérnök minden olyan ember, aki a technikai tudományok alkalmazásával foglalkozik, és erre képesítése van (erről a mai kamarai jogosítványok juthatnak az eszünkbe, amelyekhez a különböző mérnöki tervezési és egyéb tevékenységek gyakorlását kötik).

A néhány évvel ezelőtti akadémiai diszciplína-vita során azt írtuk (Somlyódy et al., 2002), hogy „A tudós feladata tudni, a mérnöké tenni. A mérnök sajátja az intuíció... a mérnök gyakran tudós és alkotó egy személyben”. A mérnök tehát ideális esetben olyan „szuperman”, aki egy személyben polihisztor, tudós és alkotó. Kreatív és intuitív a gondolkozása, és gyakorlatias is. Munkáját alapvetően a társadalmi hasznosság jellemzi.

A teljesítmény mérése a műszaki tudományok területén roppant nehéz. Ennek az

¹ Kármán gondolata felbukkan Michelberger Pállal folytatott beszélgetésben is (518 oldal) – nyilván nem véletlenül.

MTA doktori cselekmények és a habitusvizsgálatok során nap mint nap tanúi vagyunk, különösen a gyarapodó számú, hatványozottan interdiszciplináris esetekben. A gondok természetesen világszerte jelentkeznek. Az értékelésre különböző módszereket kísérlelnék kifejleszteni. Így például a Royal Academy of Engineering (2000) a kiválóság mérésére a mérnöki kutatási programok, csoportok és intézetek területén öt indikátor használatát javasolja:

(1) A vonatkozó alaptudomány(ok) erőssége, amit a scientometria módszereivel mérnek;

(2) Az alkalmazott, transzdiszciplináris tudomány mikéntje, ami többek között azt fejezi ki, hogy az elért eredmények mennyire versenyképesek-e a piacon. Hasznosak és relevánsak? Társadalmilag elfogadottak? Költséghatékonyak?

(3) A kutatás alapjául szolgáló stratégiai terv megléte;

(4) A kutatás függetlensége politikailag és a finanszírozás szempontjából, és végül:

(5) Fenntarthatóság: biztosított-e a folyamatosság és a kritikus tömeg?

A nehézséget az jelenti, hogy a fenti kritériumok közül csupán az első mérhető viszonylag jól. Az öt indikátor együttesen valamely „láblenyomatot” határoz meg. Minél közelebb áll ez a szabályos ötszöghöz, annál erősebb és kiegyensúlyozottabb a kérdéses kutatási iskola. Ezzel szemben a szabálytalanság gyengeségekre utal. Ha például a (2) kritérium gyenge, az alapkutatói eredmények „diffúziója” gátolja az eredményességet. Amennyiben az alapkutató „vékony”, nincsen elegendő „muníció” a tudásáramláshoz, az újszerű és kreatív technológiák létrehozásához. A többi jellemzőről aligha szükséges szólni, sajnos itthon folyamatosan tapasztaljuk a kapcsolódó hiányosságokat, amelyek a hosszabb távú fejlődés gátjait képezik.

A mérnöki szakma igen szerteágazó, az informatikától az építészetig terjed. A klasszi-

kus felosztás szerint beszélünk gépész-, villamos- (ma főleg informatikus), vegyész-, építő- (korábban általános vagy kultúr-), építés-, közlekedési, bányá- és kohómémokról. Érdemes megjegyezni, hogy például Akadémiánkon belül a vegyész-mérnöki szakma a Kémiai Tudományok Osztályához tartozik, a viszonylag friss környezetmérnöki képzés pedig egyelőre „hontalan”.

A Műszaki Tudományok Osztálya három tudományos szakcsoportból áll: a gépészeti és kohászati, az elektrotechnikai, valamint az építő-, építés- és közlekedésmérnöki szakcsoportok, amelyekhez tudományos bizottságok tartoznak. Ezek felsorolását a *keretes írásban* található az Olvasó.

A MŰSZAKI TUDOMÁNYOK OSZTÁLYA ÁLLANDÓ BIZOTTSÁGAI

Akusztikai Komplex Bizottság,
Anyagtudományi és Technológiai
Bizottság,
Áramlás- és Hőtechnikai Bizottság,
Automatizálási és Számítástechnikai
Bizottság,
Elektronikai Eszközök és Technológiák
Bizottsága,
Elektrotechnikai Bizottság,
Energetikai Bizottság,
Építészettörténeti és Műemléki
Bizottság,
Építészettudományi Bizottság,
Gépszerkezeti Bizottság,
Informatikai Bizottság,
Közlekedéstudományi Bizottság,
Metallurgiai Bizottság,
Szál- és Rosttechnológiai Bizottság
Szilárd Testek Mechanikája Bizottság,
Távközlési Rendszerek Bizottság,
Településtudományi Bizottság,
Vízgazdálkodás-tudományi Bizottság.

A mérnöki szakma számos gonddal néz szembe (Somlyódy et al., 2002). Így említ-

hetjük a társadalmi felmérések nehézségeit, a társadalmi igények nem megfelelő vagy késői felismerését, a szemlélet változását (például a környezeti szempontok és elvek megjelenése), amelyet a gyakran évszázados élettartamú létesítmények nem tudnak követni, a problémák bonyolultságának növekedését, és végül az intézményi rendszerek távolról sem kielégítő működését. Utóbbiak a törvények és rendeletek által beépített automatizmusok révén részproblémákká dekomponálják a mérnök számára a feladatokat, igen gyakran oly módon, hogy az egyébként helyes rész megoldások integrálása nem vezet az „egész” megoldásához. Sajnos nap mint nap találkozunk ilyen esetekkel, függetlenül attól, hogy építészetről, vízgazdálkodásról, közlekedésről vagy más szakterületről van szó. A gyakorló mérnök tevékenységét „külső” tényezők, igények és nem visszautasíthatóan gondolt megrendelések alapvetően befolyásolják, ami fontos etikai kérdéseket is felvet.

A mérnöki szakma napjainkban világszerte hihetetlen változásokon megy keresztül. Exponenciálisan növekszik az informatikai eszközök alkalmazása a kutatásokban: a számítás-, a mérés- és irányítástechnika, a távérzékelés, a matematikai modellezés, a rendszerelemzés, a térinformatika, a döntéstámogató rendszerek stb. és mindezek együttes használata említhető példaként. Ezek révén a műszaki tudomány túllépi a hagyományos, tapasztalatra épülő módszereit és – az intuíciót a korábbinál magasabb szinten alkalmazva – egyre inkább közelít az egzakt tudományokhoz. Ugyanakkor a mai mérnöki metodikák nélkül már alig léteznek más alaptudományok, utóbbiak azonban visszahatnak a műszaki tudományokra: a kölcsönhatások által is befolyásolva, a fizikával, kémiával, biológiával stb. párosulva forradalmian új mérnöki korszak előtt állunk.

A példákat folytatva, az elmúlt évtizedek hihetetlen anyagtudományi eredmények-

hez vezettek, amelyeket egyre gyakrabban alkalmazunk nem csupán a mikroelektronikában és a preparatív szerves kémiában, de más alaptudományokban és a gépszerkezet-tanban is. A mikro- és optoelektronika, valamint a környezetvédelem, a közlekedés és az energetika jelentik a fő hajtóerőt.

A környezeti aggályok új jelvé és módszerek alkalmazását tették szükségessé. Példaként a megelőzés, az elővigyázatosság, a fenntarthatóság, az energia- és anyagtakarékosság, az anyagok körforgásának zárása, életcikuselemzések stb. említhetők.

A globalizáció következtében növekvő mértékben a multinacionális vállalatok uralják a piacot. A nagy tőkekoncentráció lehetővé teszi a költséges kutatás-fejlesztési programok megvalósítását és a piaci előny fokozását. Ezzel egyidejűleg csökken a kutatás decentralizációja és a kritikus tömeg hiányában a „magányos farkasok” esélyei. A legfrissebb eredmények gyakran üzleti titoknak minősülnek, de a fejlesztések ún. „prekompetitív” fázisában a helyi egyetemek és kutatóintézetek mégis fontos szerepet kaphatnak. Ezzel egy időben új, gyakran haszonérdekeltségű szervezési formák jelennek meg a K+F-ben és az innovációs lánc megvalósításában, amelyben a korszerű minőségbiztosítás alapvető szerepet játszik. Hazai példák ugyan már találhatók, azonban még messze nem a kívánatos mértékben.

A hangsúlyok eltolódását jól szemléltetik az EU – egyébként sokat kritizált – K+F programjai. Ezek többsége valamilyen társadalmi célt tűz ki, jellegük pedig alapvetően integráló és interdiszciplináris.

Napjainkban sokszor beszélünk a tudásalapú társadalomról és gazdaságról, felismerve, hogy ezek képezik a növekedés meghatározó elemét. Talán túlzottan is gyakran tesszük ezt, a szlogenek szintjén, anélkül, hogy tartalmi kérdésekkel foglalkoznánk, holott komoly szakmai háttérrel rendelkező, tervezhető területről van szó. Az új növeke-

dési elméletek és az empirikus tapasztalatok szerint a hosszú távú gazdasági fejlődésben ugyanis egyértelmű szerepet játszik az innováció és az azt jellemző ún. nemzeti innovációs kapacitás (lásd például Radosevic, 2003) és jól kitapinthatók az okok, miért is található ma Magyarország az EU huszonöt tagországának második felében.

Az innovációs kapacitás kulcsfontosságú elemeit képezi a K+F szektor mérete, a K+F iránti kereslet, valamint az ún. abszorpciós (felszívó) és az elterjesztési vagy diffúziós képesség. Alapvető kritérium tehát az állami és vállalati K+F ráfordítás, a *high-tech* alkalmazása és a hazai szabadalmak száma, az oktatás finanszírozása, a természettudományos és mérnök diplomások, továbbá a PhD-fokozattal rendelkezők és a folyamatos továbbképzésben részesülők aránya, a szakképzési ráfordítás és így tovább. Mindezek okos alakítása magától értetődően követeli a választási ciklusoktól független, át gondolt K+F és innováció stratégiát, továbbá a célzottan kénevelt, magasan kvalifikált, tudós mérnököket: közhelyszerű megállapítások, amelyekről csak a mindenkori politika szeret megfélekezni.

Ahogy említettük, a jelen szám a Műszaki Tudományok Osztálya tevékenységét illusztrálja. A válogatás során messze nem törekedhettünk a teljességre. A terjedelmi korlátok között többé-kevésbé reprezentatív mintát kíséreltünk adni, olyan érdekes és időszerű témákat választva, amelyekről feltételeztük, hogy felkeltik a tisztelt Olvasó érdeklődését. Így lesz szó építészetről és várostervezésről

(szubjektivitástól sem mentesen), energetikáról, közlekedésről, irányításméletről, vízgazdálkodásról, anyagtudományról, informatikai alkalmazásokról, robotikáról és gyógyításról, valamint populációdinamikai érdekességekről (ez utóbbinál talán a kelleténél nagyobb „próbátételt” jelentő matematikai apparátus alkalmazásával). A kilenc cikket két nagy tapasztalatú akadémikussal készített interjú egészíti ki, azokhoz mintegy keretet és kitekintést biztosítva.

A felsorolásból érezkelhető, hogy a kötetből – fájdalom – sokminden kimaradt. Így nem kellő súllyal foglalkozunk a mechanikával, a gépész- és az építőmérnök tudományával (Somlyódy et al., 2002) annak ellenére, hogy négy szerzőnk, illetve interjúalanyunk is a kérdéses terület kimagasló művelője. A merev testek és a folyadékok mechanikája a BME-n és a Miskolci Egyetemen egyaránt nagy tradíciójú, kiemelkedő iskolával büszkélkedhet. Mostohán bántunk a már-már közismert, a SZTAKI és a Berkeley évtizedes együttműködésében kifejlesztett ún. analógikai áramkörökkel, amelyek elsősorban a képfeldolgozásban hoztak újat, és elvezettek az infobionikai kutatásokhoz, azaz a látás mechanizmusának informatikai megértéséhez. Sok más kutatási iskolával és eredménnyel sem volt módunk foglalkozni. Közöttük említjük például a korszerű hírközlést és a fémant, vagy a roncsolásmentes anyagvizsgálatokat. A hiányérzet feloldására az érdeklődők számára Somlyódy László és munkatársai (2002) összegző tanulmányát, illetve a vonatkozó szakkikkeket ajánljuk.

IRODALOM

- Malpas, Robert – Watson, S. J. J. (1991): *Technology and Wealth Creation*. The Fellowship of Engineering, London
- Morita, Akio (1992): “S” Does Not Equal “T” and “T” Does Not Equal “S”. *The UK Innovation Lecture*. Department of Trade and Industry
- Radosevic, Slavo (2003): *A Two-tier or Multi-tier Europe: Assessing the Innovation Capacities of Central and Eastern European Countries in the*

Enlarged EU. Working Paper No. 31. University College London, London

Royal Academy of Engineering (2000): *Measuring Excellence in Engineering Research*. Westminster, London

Somlyódy László – Bokor J. – Finta J. – Gyulai J. – Nyíri A. (2002): *Műszaki tudományok*. Glatz Ferenc (szerk.): *Tudománypolitika Magyarországon. II. A diszciplínák művelése*. MTA, Budapest