

# MÉRNÖKKÉPZÉS A 21. SZÁZADBAN

Ginsztler János

az MTA levelező tagja, a WFEO<sup>1</sup> Oktatási Állandó Bizottság elnöke  
ginsztler@mti.bme.hu

Az Egyesült Államok mérnökképzésért felelős Akkreditációs Bizottsága (ABET – Accreditation Board for Engineering and Technology) már néhány évtizeddel ezelőtt kidolgozta azokat az alapkövetelményeket, amelyek a mérnökképzések tanterveiben meghatározták a képzéshez szükséges minimális elvárásokat, illetve követelményeket. 2000-ben az ABET az alábbiaknak megfelelően korszerűsítette elvárásait (Jones, 2001).

A mérnöki programoknak demonstrálniuk kell, hogy az adott intézményben diplomát szerzett hallgatók

- képesek matematikai, műszaki és tudományos ismereteket alkalmazni;
- képesek kísérletek megtervezésére és lebonyolítására, valamint az ezekből nyert adatok analizálására és interpretálására;
- képesek a felmerült igényeknek megfelelő rendszerek, komponensek és/vagy folyamatok megtervezésére;
- képesek együttműködni egy-egy multidiszciplináris háttérrel (kémiai, fizikai és biológiai ismeretek iránt is fogékony munkatársakkal) rendelkező „csapatban”;
- képesek a műszaki (mérnöki) problémák felismerésére, megfogalmazására és megoldására;
- átértik a szakmai és etikai felelősséget;
- hatékony kommunikációra (tárgyalásokra) képesek;
- képesek érthető dokumentációk összeállítására;

<sup>1</sup> WFEO (World Federation of Engineering Organizations) – Mérnökszervezetek Világszövetsége

• széleskörű háttérismeretekkel rendelkeznek ahhoz, hogy megértsék egy-egy mérnöki megoldás globális és társadalmi kihatásait;

• felismerik az életen át történő tanulás szükségességét és nélkülözhetetlenségét;

• tisztában vannak a legújabb szakmai ismeretekkel;

• képesek hasznosítani mindazon modern mérnöki eszközöket, amelyeket a mérnöki gyakorlat megkíván.

A fenti elvárások természetesen nem csupán az Egyesült Államokban képzett mérnökökre vonatkozathatóak, de valamennyi mérnökképzéssel foglalkozó intézmény számára is iránymutatóak kell hogy legyenek.

Az ismertetett, ABET-kritériumok szerinti elvárások rendkívül magas (szinte ideálisnak tekinthető) követelményszintet jelentenek. Talán ez is oka lehet annak, hogy a mérnöki pályák iránti érdeklődés korábban visszaesett. Ugyanakkor a műszaki megoldások rendkívül gyors fejlődése az elmúlt években – legalábbis néhány szakterületen – megfordította ezt a trendet, amit örömmel kell nyugtáznunk, hiszen ha visszatekintünk az elmúlt évszázadokra, a társadalmi fejlődés meghatározó elemét egy társadalomban meghatározó mértékben a mérnökök tevékenysége jelenti. Egy-egy jelentős mérnöki alkotás – értékeremtő szerepén túlmenően – a társadalmi fejlődés sarokpontjait jelentette és jelenti ma is. Ezért is létkérdés, hogy mérnökképzésünket a jövőben is a legkorszerűbb és legszínvonalasabb mérnökkép-

zések között tartásuk számon világszerte.

Annak tárgyalása, hogy jelenlegi mérnök-képzésünk hogyan illeszkedik a fentebb említett sokrétű követelményrendszerhez, meghaladja jelen cikk kereteit, ugyanakkor fontos lenne erről a témáról széleskörű társadalmi vitát folytatni egy esetleges konszenzus elérése érdekében.

A 21. század mérnökeivel szemben támasztott követelmények – a technológiák rohamos fejlődése következtében – jelentősen eltérnek azoktól a követelményektől, amelyeket a 19. és 20. század támasztott a mérnökökkel szemben. Ezek a mérnökök egy-egy gép felalálói, konstruktőrei voltak. A ma mérnökeinek már rendszerekben kell tudniuk gondolkodni, képesek kell hogy legyenek például egy multimédiás komputer-hálózat, egy szatellit navigációs rendszer vagy egy katasztrófafigyelő és előrejelző rendszer megtervezésére és üzemeltetésére.

Ami a szakmai profilokat illeti, a természettudományi tárgyakra alapozott hagyományos mérnöki profilok egy részére továbbra is szükség lesz. Szükség lesz a mechanikában és az anyagtudományban jártas konstruktőrökre, építőmérnökökre, építészmérnökökre, gépészmérnökökre, villamosmérnökökre, távközléshez, elektronikához, automatikus rendszerekhez értő – erős informatikai háttérrel rendelkező – mérnökökre, repülő-, gépjármű- és hajóépítő mérnökökre, agrármérnökökre, bányamérnökökre és vegyészmérnökökre.

Új szakmai profilokként jelentek meg néhány évtizeddel ezelőtt a nukleáris technika, az űrkutatás, a komputerhálózatok, a mesterséges intelligencia, a környezetvédelem, a biomézőség, az orvostechika, a minőség-ellenőrzés, a mechatronika, a robotika, a rendszertechika és a megbízhatóság. Az ilyen profilú képzésben részt vett mérnökök tudására már ma is egyre nagyobb a társadalmi igény világszerte.

Ugyanakkor már ma is látszik, hogy

további profilbővítéssel kell a mérnökök képzésénél szembenézni. A nanotechnológiák robbanásszerű fejlődését az integrált áramkörök fejlődése provokálta, amely végül is elvezetett a példátlan tempójú „miniatürizáláshoz” (Gyulai, 2003). Az ún. *microengineering* terület lefedi a mikrogépek, a nanotechnológiák és a nanorobotok témakörök ismeretének szükségességét. Szükség lesz továbbá olyan mérnökökre, akik az energiaátalakítás terén, továbbá a logisztika területén (raktározás, elosztás, szállítás, kiszolgáló rendszerek) rendelkeznek részletes ismeretekkel. A szolgáltatóipar nemzetgazdaságokban elfoglalt helyének növekedése egyre nagyobb számban fogja igényelni a mérnök-*manager*eket.

Gyakran vetődik fel az a kérdés, hogy milyen személyes adottságokkal, tulajdonságokkal kell hogy rendelkezzen a „jövő mérnöke”.

A kreativitáson és az innovatív képességen kívül kell hogy legyen benne egy különleges érdeklődés az új technológiai megoldások és ezeknek a civil szférában történő alkalmazhatósága iránt. Alkalmazkodóképesség kell hogy legyen, s képesnek kell lennie arra, hogy az elképzelései szerinti megoldásokat – szükség szerint – folyamatosan korigálja. A számítógépeket, a komputer-hálózatokat rutinszerűen kell használnia. Nélkülözhetetlen az idegen nyelvek ismerete, továbbá *management* – és vezetési ismeretekkel és az alapvető etikai elvek ismeretével is rendelkeznie kell.

A fentiek elengedhetetlenül szükségesek az ún. szakmaváltási adaptivitáshoz, amelyhez a folyamatos, egész életen át történő továbbképzésekben való részvétel biztosíthatja a feltételeket. Az ún. *life-long learning* egyúttal a hagyományos és a modern mérnök-képzés közötti „átjárást” is lehetővé teszi.

A WFEO (Mérnökszervezetek Világszövetsége) Oktatási Állandó Bizottsága éves folyóiratában, az *IDEAS*-ban a közelmúltban

jelent meg Dr. Włodzimierz Miszalski professz-szornak, a Varsói Katonai Egyetem mérnökezedésének cikke, amelyben azt a modellt vázolja fel, hogy a jövő mérnökeinek oktatóanyag ismeretanyag arányait miként kellene meghatározni attól függően, hogy milyen feladatra kívánjuk a mérnököket felkészíteni (Miszalski, 2000). Az általa javasolt, alábbiakban ismertetett táblázat különösen figyelemreméltó, ha a műszaki felsőoktatás szerkezetének tervezett átalakítását is szem előtt tartjuk.

A táblázatban közölt arányok kiindulópontként szolgálhatnak azokhoz a többoldalú nemzetközi egyezményekhez és koordinációkhoz, amelyek a mérnöki diplomák egyenértékűségét és kölcsönös elismerhetőségét hivatottak elősegíteni, valamint a diák- és oktatócserék kiszélesítését szolgálják.

A 21. század mérnökei egy globalizálódó világban kell hogy helytálljanak. A „tudásipar” szereplői – az egyetemek és a vállalatok – egyre közelebb kell hogy kerüljenek egymáshoz. Már ma is az a helyzet, hogy a „megtermelt” tudás 90 %-át nem ott használják, ahol azt „megtermelik”. Ez a tény azt a kihívást vonja maga után, hogy hogyan lehet a tudást a világ bármely olyan részén hasznosítani, ahol arra a legjobb hatásfokkal a legnagyobb szükség van (Gibbons, 1998).

Globalizálódó világunkban megállíthatatlan a mérnökök mobilitásának fokozódása. Ez a mobilitás virtuális is lehet, amely virtuális mobilitás az informatika robbanásszerű fejlődésének köszönhető.

Az egyetemek a jövőben nagyobb szerepet kell hogy vállaljanak olyan „csoporthatásokra” alkalmas mérnökök képzésében, akiknek globális áttekintőkészségük van, de képesek lesznek közreműködni a helyi, regionális fejlesztések megvalósításában; a szükséges technológiatranszferek bevezetésében. Az egyik legnagyobb kihívást az fogja jelenteni az egyetemi képzések számára, hogyan tudják fejleszteni az egyéni kreativitás mellett az egyes „csoporthatások” kreativitását, ami rendkívül lényeges lesz, miután a jövő mérnökeinek egyre több multidiszciplináris jellegű háttérismerettel kell rendelkezniük a szakmai problémák sikeres megoldásához.

A mérnökképzés színvonalának és minőségének biztosítása érdekében meg kell erősíteni az egyes országokban tevékenykedő akkreditációs bizottságok szerepét, amelynek ki kell terjednie a doktori iskolák értékelésére is (Michelberger, 2002).

A természettudományos és a technológiai területek felgyorsult fejlődése következtében az egyetemek egyre nagyobb szerepet fognak játszani az életen át tartó tanulás kon-

	Klasszikus mérnök	Kutató-fejlesztő mérnök	Mérnök-manager
Általános természettudományi (nem technológiai jellegű) ismeretek	15%	20%	15%
Általános technológiai ismeretek	20%	30%	20%
Különleges technológiai ismeretek	50%	40%	25%
Széleskörű managementismeretek (közgazdaságtan, marketing, management elmélet, jog, iparjog-, védelmi ismeretek stb.)	10%	5%	25%
Humán ismeretek (pszichológia, szociológia, etika stb.)	5%	5%	15%

1. táblázat

cepciójához igazodva a diplomások tovább-, illetve egyes területeken átképzésében.

Ezúton fejezem ki köszönetemet Szentgyörgyi Zsuzsa okleveles villamosmérnöknek értékes gondolataiért és tanácsaiért.

*Kulcsszavak: mérnökképzés alapkövetelményei, oktatott ismeretek arányai, multidiszciplinaritás, kommunikáció-készség, rendszerszemlélet, csapatmunka, továbbképzés, akkreditáció*

---

#### **IRODALOM**

Jones, Russell C. (2001): Guidelines for Definition of Necessary Basic Knowledge in Engineering Education. IDEAS. 8. Nov. 24-27

Gyulai József (2003): Nanotechnológia – az átalakulások tudománya. Bevezető gondolatok. Magyar Tudomány. 9. 1076-1082

Miszalski, Włodzimierz (2000): XXI-st Century Engi-

neer – Personality and Professional Profile. IDEAS. 7. Nov. 15-21

Gibbons, Michael: Higher Education Relevance in the 21<sup>st</sup> Century. Education, The World Bank, 1998. 1-64

Michelberger Pál (2002): Quality, Higher Education and Vocational Training in Hungary. IDEAS. 9, Nov. 45-51

