

Egészségügyi mérnökök képzése Magyarországon

Interjú Jobbágy Ákossal

A magyarországi egészségügyi mérnökök (biomedical engineer), eredeti nevén az orvosbiológiai mérnökök képzése 1995-ben indult a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki és Informatikai Karának gesztorálásával és a Semmelweis Egyetem, valamint az Állatorvostudományi Egyetem közreműködésével. Jelenleg folyik a mesterképzésre való átállás. A gesztor kar változatlan, és a képzés most is több más kar együttműködésével folyik, Jobbágy Ákos egyetemi tanár, az MTA doktora vezetésével.

Az interdiszciplináris szakma oktatásában a három egyetem 35 tanszéke, továbbá 5 országos intézet vett és vesz részt tantárgyak oktatása, laborok rendelkezésre bocsátása, hallgatók fogadása, önálló feladatok konzultálása formájában. A közreműködők nagy száma érthető, ha figyelembe vesszük, hogy ez az interdiszciplináris szakterület felöleli a biokémiát, a biomechanikát, az orvosi méréstechnikát, az élettani szabályozások elméletét, az egészségügyi informatikát, az orvosi képzést és képfeldolgozást, valamint elmélyült fizikai, matematikai, anatómiai és folyamatszabályozási ismereteket is feltételez.

2009-től, az európai felsőoktatási struktúra harmonizálását célul kitűző Bolognai Nyilatkozatnak megfelelően az egészségügyi mérnökképzés Magyarországon mesterképzés (MSc) formájában működik tovább. A szak – lényegét tekintve – eddig is mesterképzésnek volt tekinthető. Kimenete 130 kredit volt, így az áttérés a mesterképzésre minimális változást jelentett. A mesterdiploma megszerzése feljogosít a doktori képzésben való részvételre.

Az egészségügyi mérnökképzésre elsősorban azok jelentkezését fogadják el, akik korábban villamosmérnöki, biomérnöki, gépészmérnöki, szerkezet építőmérnöki, mérnök informatikus, programtervező informatikus, gazdaságinformatikus, orvosi laboratóriumi és képződiagnosztikai analitikus, biológia, fizika, kémia (BSc) alapképzési szakokon, valamint az orvos, fogorvos és gyógyszerész szakokon szereztek diplomát.

Jobbágy Ákost családi háttere az orvosi pályára predesztinálta. Édesapja Kecskeméten baleseti sebész főorvos, nagyapja sebész főorvos volt, rajtuk kívül belgyógyász, urológus, fogorvos is akad a családban. Mint elmondta, valószínűleg éppen ezért nem lett belőle orvos, hanem villamosmérnök. Ugyanakkor műszaki emberként sem akart – vagy tudott – elszakadni az emberi testtől, a gyógyítástól. Nem véletlen, hogy végzett mérnökként első tanszéki munkája egy légzésvizsgáló műszer fejlesztése volt. Életre szóló tanulsággal járt a Medicor és ifj. Böszörményi György tü-

dőgyógyász közreműködésével végzett munka: megtapasztalta, hogy az egészségügyi kutatások és fejlesztések során nélkülözhetetlen az orvos és a mérnök szoros együttműködése. E felismerés gyümölcse, hogy ma az egészségügyi mérnökképzés során orvosok és mérnökök egy iskolapadban ülve szereznek kölcsönös tapasztalatokat a másik szakma művelőjének ismereteiről és gondolkodásmódjáról. Ugyanez igaz az azonos szakon, de más és más tudományterületről érkezett oktatókra is. Az egyetemen kialakult kapcsolatoknak később is meghatározó szakmai jelentősége marad.

E gondolatok jegyében hozták létre négy évvel ezelőtt – ugyancsak a Villamosmérnöki Kar gesztorsága mellett, Dr. Hanák Péter vezetésével – az Egészségügyi Mérnöki Tudásközpontot, amelynek feladata a Műegyetem különböző karain felhalmozódott tudásanyag, illetve energiák koncentrációja.

Jobbágy Ákos megfontolt, hűséges típusú ember: villamosmérnöki diplomájának megszerzése óta ugyanannak az egyetemnek ugyanazon – bár megváltozott elnevezésű – tanszékén oktat, kutat. Az új épület megszületése előtt 25 évig az R épület ugyanazon szobájában dolgozott.

Szakmai és tudományos életútja töretlen: 2007 óta egyetemi tanár, az orvosbiológiai mérnökséggel foglalkozó 150 ezer egyéni tagot tömörítő szervezetek világszövetségének, az International Federation for Medical and Biological Engineering (IFMBE) Administrative Council-jának tagja, Membership Committee-jének elnöke.

Jobbágy Ákos kutatási témáihoz is hűséges, ezek a vérnyomásmérés és a mozgásanalízis, pontosabban a páciensek állapotának otthoni monitorozása, az eddigieknél megbízhatóbb vérnyomásmérési eljárások, az erek rugalmasságának minősítése, a mozgáskoordináció mérése, passzív markerbázisú mozgásanalízis, EKG jelfeldolgozó algoritmusok és egyéb intelligens orvosi készülékek fejlesztése.

Előjáróban arra kértük, beszéljen arról, mi a tudományos kutatás és a fejlesztés viszonya egymáshoz.

– A kutatások során úgy vizsgálunk egy-egy jelenséget, hogy nem tudjuk előre, milyen eredményre jutunk, és az az eredmény a gyakorlatban mire lesz használható. A fejlesztés nem lehet meg kutatás nélkül. A vérnyomásméréssel kapcsolatos kutatásaink során is olyan eredményekre jutottunk, amiknek az orvostudomány nagy valószínűséggel hasznát látja majd, de erre nincsen garancia. Az erek állapotáról szeretnénk tájékozódni, mégpedig noninvazív módon. Valameddig eljutottunk már. Sorozatméréseket végeztünk, amelyeket kiértékelünk és a vérnyomás mérést támogató modellt alkottunk. Igazoltuk, hogy az EKG jel és a vérnyomásmérés során felvett fotopletizmográfiás (PPG) jel közti késleltetés, mint addicionális információ, növeli az indirekt vérnyomásmérés pontosságát, és lehetővé teszi a vér-

nyomás változás mandzsetta nélküli monitorozását. Ez például egy olyan kutatási folyamat, aminek nem tudjuk a végpontját, nem tudjuk, hogy lesz-e, és mikor lesz olyan áttörés, amely új vizsgálati eljárást, műszert eredményez.

– Volt már olyan kutatása, amely konkrét fejlesztési folyamatot, netán készüléket eredményezett?

– Igen, mégpedig a mozgásanalízis területén, egy passzív markerbázisú analízátor, amelynek orvosi alkalmazásai között említhetjük a járásvizsgálatot, a végtagprotézisek vizsgálatát, a rehabilitációs célú vizsgálatokat, az idegrendszeri betegségben szenvedők mozgásának elemzését és a minél tökéletesebb fogpótlás érdekében végzett vizsgálatokat. Ebből létezik már egy három éve jól működő példány, amelyet egy neurológus kolléga eredményesen használ a praxisában. Gyártani is lehetne, ha a tanszék mellett működne olyan szervezet, amely a sorozatgyártáson túl a szervizelést is megoldaná.

– Nem akad olyan cég, amelyik vállalkozna erre?

– Vannak érdeklődők, de lassan haladunk, ami érthető, hiszen nem tömegtermékről van szó, így egy-egy készülék igen drága lenne, ami a klinikai alkalmazását megnehezíti.

– Milyen az orvostudomány és a kutatás-fejlesztés viszonya? Az orvostudomány mintegy megrendelője a kutatásoknak? Vagy a műszaki tudományok kínálnak fel megoldásokat az orvosi gyakorlat számára?

– Mikor hogy. Hadd legyen példa a már említett mozgásanalízátor esete! Akkori tanszékvezetőm hozott össze egy neurológus orvossal, aki éppen olyan vizsgálatok sokaságát végezte vizuálisan, amelyekre én egy készüléket próbáltam kikísérletezni. Majd egy évtizedbe telt, amíg együtt eljutottunk odáig, hogy megszületett egy olyan készülék, amelyet a felhasználó kívánt. Azóta több neurológussal konzultáltunk, meghallgattuk kívánalmaikat, protokollokra tett javaslatokat, s hallgatóimmal továbbfejlesztjük a készüléket, majd a félév végén újabb konzultáció keretében ismét bemutatjuk ugyanazoknak. Együttműködésről, kölcsönhatásról van tehát szó, amelynek eredményeit az Orvosi Hetilapban publikáltuk.

– Mérnökember létére az orvosi szakirodalmat is figyelemmel kíséri?

– Igen, de bevallom, hogy amikor valami témánkba vágó írással találkozom, felkeresek egy-egy orvos ismerőst és megkérdezem, hogy jól értem-e azt, ami oda le van írva.

– Kérem, térjünk át az egészségügyi mérnökképzésre! Mióta létezik ez a fogalom?

– A magas szintű műszaki ismeretek egészségügyben történő alkalmazása három területen hasonló, de sok eltérést is mutató szakembereket igényel. Az első a biomedical engineer, amelyről éppen szólnak. Megjegyzem, hogy a mostanában használatos magyar elnevezése, az egészségügyi mérnök, nem pontos. Feltehetően az illetékesek nem akarták, hogy egy mérnöki szakma neve az orvos szóval kezdődjön. A második nagy terület a clinical engineer, azaz a klinikai mérnök, akinek nem kell tisztában lennie az anatómiai háttér minden részletével, fő feladata a kórházban használt műszerek hatékony működtetése. A harmadik, a hospital engineer, a kórházi mérnök feladata pedig az

egészségügyi intézmény mindenféle műszaki-technikai berendezésének az üzemeltetése a liftektől a műtők steril levegőjén át a csatornarendszerig. Klinikai mérnököket a Semmelweis Egyetem Egészségügyi Főiskolai Kara Orvostech-nikai és Számítástechnikai Tanszékén képeznek. Kórházi mérnökképzés intézményes formában Magyarországon megszűnt.

Az orvosbiológiai mérnökképzés önálló szakként az 1970-es években jelent meg, eleinte elsősorban az Egyesült Államokban. Ma már a világban mintegy 300 orvosbiológiai mérnökképzési program létezik, ebből az egyik, amit mi nyújtunk a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen.

Az előzmények hazánkban is az 1970-es évek elejére nyúlnak vissza, ekkor kezdte meg működését a BME orvosbiológiai mérés-technikai szakmérnöki szaka. Az itt szerzett tapasztalatokat is felhasználva, több éves előkészítés után, 1994-ben, a Semmelweis Orvostudományi Egyetemen és a Szent István Egyetem Állatorvostudományi Karával együttműködve indította a Műegyetem az orvosbiológiai (2002 óta egészségügyi) mérnökképzést.

A bolognai folyamat bevezetése előtt a hároméves egészségügyi mérnöki képzés a magyar felsőoktatásban egyedi, rendhagyó módon folyt, amely megfelelt a mai mesterképzés követelményeinek. A tanulmányok megkezdésének feltételeit a mérnök hallgatók a 7., illetve az orvostan-hallgatók a 9. félév elvégzésével teljesítették, vagyis a „be-lépő” a mérnöki vagy orvosi, esetleg más természettudományos alapképzésben megszerzett minimálisan 180 kredit volt. A felvételt nyert hallgatók alapszakjuk utolsó három, illetve az egészségügyi mérnökképzés első három félévét párhuzamosan teljesíthették, majd alapidiplomájuk megszerzését követően két félévet csakis az egészségügyi mérnöki tanulmányokkal töltöttek, és a záró félévben diplomáztak. Ez a metódus az első két évben mintegy egyharmadnyi többletterhelést jelentett, ami az elhivatott és célra törő diákok számára teljesíthetőnek bizonyult.

A speciális, a merev szabályozás kereteit szétfeszítő metódus kidolgozásában és főként elfogadtatásában elévülhetetlen érdemei voltak Benyó Zoltán professzornak, valamint Monos Emil professzornak, aki a SOTE oldaláról szorgalmazta és segítette a szak megindítását. Mindketten máig meghatározó személyiségei az oktató munkának.

1994 óta mintegy 250-en – köztük 55 orvos – szereztek egészségügyi mérnöki diplomát.

– Hogyan találták meg helyüket a munkaerő piacon?

– Nem mindegyikük az egészségügyben helyezkedett el, de ez így van mindenhol a világon. Előfordult, hogy egy villamosmérnök számára ez csak egy ismereteket bővítő kitérő volt, és továbbra is villamosmérnök maradt. Az egészségügyi mérnöki diplomával rendelkezőknek hozzávetőlegesen a fele dolgozik az egészségiparban. Sokan közülük nagy fejlesztő cégeknél – 77 Elektronika, Innomed, Siemens, GE Healthcare stb. – helyezkedtek el, ami nagy öröm, mert mérnökként közvetlen hasznát látják anatómiai és élettani ismereteiknek. A „pályaelhagyók” többsége is

olyan munkakörben dolgozik, ahol hasznos, hogy megtanul-
ták a más szakmákkal való egyeztetés, együttműködés
technikáit.

– Milyen jövőt jósol a szakmának a magyar egészségügy viszonyai között?

– Meggyőződése, hogy rohamosan emelkedni fog a közvetlenül az egészségügyi ellátásban, pontosabban az egészségügyi intézményekben foglalkoztatott mérnökök száma. Sajnálatos módon hazánkban megszűnt a klinikai mérnökök képzése, így az intézményi feladatok nagy része is a nálunk végzett szakemberekre hárul.

– Mérnökök gyógyítanak az orvosok helyett?

– Szó sincsen arról, egyáltalán nem erre gondolok. Arra viszont igen, hogy az egészségügyi ellátás, a gyógyító munka hatékonyságát nagyban tudjuk segíteni. Csakis mérnökember tudja eldönteni, hogy egy kórház az adott feladatra milyen műszert vásároljon, azt miként telepítse, üzemeltesse, tartsa karban, hogyan, hol szervizelje, az alapfeladaton túl mire, hogyan használja, a kapott adatokat hogyan értékelje ki...a sor szinte a végtelenségig folytatható. Meggyőződése, hogy egy egészségügyi mérnök bőségesen „megéri az árát”, azaz több hasznot hajt az adott intézménynek vagy kórházi osztálynak, mint amennyi a bére.

Jelenleg egy nagy TEMPUS projektnek köszönhetően 23 európai egyetem életébe nyerhetek betekintést, így tudom, hogy a magyarországi egészségügyi mérnökképzés létszámát tekintve messze le van maradva a többiek mögött. A környező országok, Csehország, Szlovákia, Szlovénia vagy Olaszország is messze előttünk járnak.

– Kin, min múlik a képzésben résztvevők számának növelése?

– A mesterképzési keretszámokat – előzetes pályázat-
tás után – az Oktatási és Kulturális Minisztérium határozza meg. Sok múlik ugyanakkor az egészségügyön is. Sok kérdésünk talál süket fülekre. Csak egy példa: eddig hiába kértük, hogy ne nehezítsük a mérnökképzés iránt érdeklődő fiatal orvosok dolgát. A bolognai rendszer bevezetése után már csak diplomával lehet megkezdeni az egészségügyi mérnöki tanulmányokat. Ez az osztatlan alapképzésben részesülő orvosok esetében, beleértve a szakvizsga megszerzéséhez szükséges időt is – szemben a más alapszakok 3 vagy 4 évével – 9 év. Igencsak elhivatottnak kell lennie annak, aki 9 év után még újabb 2 éves mesterképzést elvállal. Azt szerettük volna elérni, hogy az Egészségügyi Miniszté-

rium az egészségügyi mesterképzésben való részvételt valamiképpen fogadja el a rezidens-képzés elemének.

– Kérem, foglalja össze, mivel járt Önöknél a bolognai rendszer bevezetése!

– A múlt év szeptemberétől az addig hároméves, de az alapidplomával részben párhuzamosan folyó képzés megváltozott, négy féléves mesterképzéssé alakult. A mesterképzésre felvételt nyerni csak meglevő diploma (BSc, BA, osztatlan) birtokában lehet. A mesterképzésbe történő belépés előzményeként egyetlen szak sem vehető figyelembe teljes kreditérték beszámítással, mivel az egészségügyi mérnöki szakon alapképzés nem folyik. A mesterképzésbe való felvétellel feltétele, hogy az alább felsorolt ismeretkörökben legalább 30 kredittel rendelkezzen a hallgató, amelyeket korábbi tanulmányai során szerzett. Természettudományos ismeretek (35 kredit): matematika (min. 12 kredit), fizika (min. 5 kredit), anatómia (min. 6 kredit), élettan (min. 6 kredit), biokémia (min. 5 kredit), kémia, biológia. Gazdasági és humán ismeretek (10 kredit): közgazdaságtan, környezetvédelem, minőségbiztosítás. Számítástechnikai ismeretek: 5 kredit. Mérnöki alapismeretek (10 kredit): rendszerek analízise, tervezési ismeretek. A diploma kiadásának feltétele, hogy a hallgatónak a kredit megállapításának alapjául szolgáló ismeretek – a felsőoktatási törvényben meghatározott – összevetése alapján elismerhetők legyen legalább 60 kredit a fenti ismeretkörökben.

Gyakorlatilag nem létezik olyan hallgató, aki a fenti feltételeknek maradéktalanul megfelelné. A műszaki területekről érkezőknek hiányoznak az anatómiai, élettani és biokémiai, az orvosi pályáról érkezőknek pedig a matematikai, fizikai, számítástechnikai és mérnöki ismeretei. A felvételtkor a fenti lista szerint még hiányzó krediteket a mesterfokozat megszerzésére irányuló képzéssel párhuzamosan, a felvételtől számított két féléven belül, a Műegyetem tanulmányi és vizsgaszabályzatában meghatározottak szerint meg kell szerezni.

Két felvételi perióduson vagyunk túl: szeptemberben 17-en kezdték meg egészségügyi mérnöki tanulmányaikat, ehhez keresztfélévben még 19-en csatlakoztak. Időközben már történt lemorzsolódás, bár ez egyelőre a mesterképzésekben lényegesen kisebb, mint az alapképzésekben.

– Ha osztok-szorok, ezekből a létszámokból megközelítőleg ugyanannyi diplomás következik, mint amennyi az előző képzési metódusból.

– Jó lenne, ha így lenne.

Nagy András László

NÉVJEGY



Jobbágy Ákos okleveles villamosmérnök, az MTA doktora. 1976 óta a BME Méréstechnika és Információs Rendszerek tanszéken dolgozik, jelenleg egyetemi tanárként. 1998 óta a Műegyetem oktatási igazgatója. Az IFMBE Administrative Council tagja 2006 óta. Az IEEE Hungary Section Instrumenta-

tion and Measurement & Engineering in Medicine and Biology Joint Chapter elnöke 2001 óta. A MATE Elektronikus Műszer- és Orvostechikai Szakosztályának 1993-2003 között titkára, 2003 óta elnöke. K+F tevékenysége során több orvosi készülék intelligens vezérlőjének fejlesztésében vett részt. Fő szakterülete a mozgásanalízis orvosi/klinikai alkalmazása és az egészségállapot otthoni monitorozása. Mintegy 80 tudományos publikációja jelent meg angolul és 40 magyarul.