

# Oktatási kísérlet a korszerű mérnökképzés érdekében

*Polinszky Károly – Kanczler Gyula – Geszti P. Ottó*

Napjainkban, a tudományos és technikai forradalom korszakában gyors fejlődésnek vagyunk tanúi gyakorlatilag minden természettudományos és műszaki területen. Új tudományágak születnek, a meglévő tudományok rendkívül gyors mértékben expandálnak, szétválnak új ágakra, más tudományok a határterületeken összeolvadnak. A tudományban és a kutatásban dolgozók létszáma állandóan növekszik, a publikációk száma, azok volumene is igen gyorsan fejlődik, sok esetben már-már egy szakterületen nem is lehet azokat nyomon követni.

E tudományos háttér mellett az ipar által kibocsátott termékeknek nemcsak a volumene, hanem az összetétele is igen gyorsan változik, és ma igen nagy arányban és igen nagy értékkel szerepelnek olyan új termékek, amelyek 10–15–20 év előtt még egyáltalában nem léteztek, vagy olyan technológiai eljárásokkal készülnek, amelyek néhány év előtt még nem voltak ismeretesek. Így példaként említhetjük azt a gyors fejlődést, amely kb. két évtized alatt az elektroncsövektől a tranzistorokon és integrált áramkörökön át az ún. LSI technikáig vezetett, amelynek révén sikerült elérni, hogy kb. 1 cm<sup>2</sup> felületen mintegy 100 000 elemet helyeznek el. De hivatkozhatnánk még a különböző nagyhatású új gyógyszerekre, a sokféle műanyagra, különböző új építési módszerekre, komputerekre, automatizált termelésirányításra, atomtechnikára, rakétatechnikára stb.

A kiemelkedő nagy tudósok közül többen, így pl. a magyar *Wigner Jenő*, tagadják azt, hogy tudományos technikai forradalomban élünk, miután szerintük az ember életét alapvetően befolyásoló nagy találmányok túlnyomó része nem korszakunkban született, mint pl. a tűz, a kerék, a ház, a mezőgazdasági termelés, az erőgépek stb. Mi ezt a kérdést nem óhajtjuk vitatni, hiszen valóban az emberiség sok ezer, sőt több tízezer éves múltja alatt, érthető módon, az emberi kultúra és civilizáció szempontjából igen sok eredmény halmozódott fel.

## A hagyományos mérnökképzés korlátai

Vizsgálatunkat mindössze arra kívánjuk leszűkíteni, hogy az oktatás szempontjából, sőt még azt is szűkebbre véve: a műszaki egyetemi oktatás vonatkozásában találunk-e eltérést a múlthoz képest és ha igen, milyen irányban.

Ha ebből a szempontból figyeljük korszakunkat, úgy azt kell látnunk, hogy a természettudományok, a műszaki tudományok és a technológia rendkívül gyorsan változik, fejlődik egy emberélethez vagy inkább egy szakember mun-

kába állása és nyugdíjazása közti időhöz képest. A változás sebessége a legdöntőbb különbség a múlthoz viszonyítva az, hogy maga az evolúciós sebesség átlaga nő, de ugrásszerű változások is bekövetkeznek.

Az a mérnök, aki a századforduló táján ugyanabban a szakmában helyezkedett el, amelyet kitanult, alapjában véve azt várhatta, hogy a szakma lassú fejlődésben lesz, de még hosszú idő múlva is nyugodtan támaszkodhatott túlnyomórészt az egyetemen tanultakra. Ha megvizsgáljuk pl. egy híd-építő vagy hőerőgépész egykori munkáját (de mondhatnánk sok más szakterületet is), úgy elsősorban azt tapasztaljuk, hogy az általuk készített berendezések mérete, teljesítőképesége növekedett, de nem az általuk felhasznált elvi módszerek. Egy „Hüttét” vagy valamilyen más kézikönyvet évtizedekig igen jól lehetett használni. Ha ma nézzük meg, hogy egy mérnök tevékenységének ideje alatt milyen változás következik be, azt kell látnunk, hogy gyakorlatilag kevés az olyan terület, ahol 10–15–20 évig ugyanazokat az elveket és módszereket lehet használni, és tulajdonképpen kevés olyan mérnök van, aki ugyanabban a szakmában maradt egész életében, vagy ha így történt, ne kellett volna szakmáját időnként újra tanulnia.

A szakmák nyomon követése az egyetemek által oktatott tárgyakban is rendkívül nehézé vált. A helyzet ugyanis az, hogy egy mérnök, miután diplomát szerzett, 2–3 évig kezdőnek tekinthető, és így inkább tanul, specializálódik, mielőtt teljes értékű munkát végezne. Ha tehát elfogadjuk, hogy a színvonalasabb mérnöki tevékenység 3–5 évvel a diploma megszerzése után kezdődik el, és valamilyen szakmai részletet 2–3 évvel a diploma megszerzése előtt tanult még mint mérnökhallgató, úgy mire az illető a tényleges műszaki tevékenységhez hozzáfog, már 5–8 év eltelt a kérdéses ismeretek elsajátítása óta.

Lényeges új módszereket a nagy ipari országokban szoktak kidolgozni, rendszerint igen nagy titokban, és ebben az időben olyan publikációkat, amelyekből jól lehet informálódni, nem tesznek közzé a szóban forgó kérdésről. (Műszaki területen nagyjában fordított a helyzet, mint a természettudományoknál a publikációk vonatkozásában: a ténylegesen új és iparilag használható témákat nem publikálják, és különösen nem könyvekben, csak olyan általános elvi módszereket ismertetnek, amelyek még nagyon távol vannak attól, hogy közvetlen hasznot hozhassanak. Pl. sok szó esik arról, hogy ezzel vagy azzal a számítógéppel mit lehet elvégezni, de a gép szerkezetéről annál kevesebb információ jelenik meg. Vagy pl., hogy egy óriásturbina szabályozását hogyan oldják meg, arról semmit nem mondanak stb.) Az új berendezések és technológiák sok esetben 5–10 év alatt futnak ki és már kezdenek elavulni. Mire az erről szóló publikációk, könyvek — az előbb említett késés után — elkerülnek hozzánk, fontosságukat felismerik, azokat elolvassák és ezekből a magyar hallgatóság részére előadás, jegyzet, könyv készül, ismét 2–3 év telik el.

Mindezt számba véve lényegében azt lehet tapasztalni — bár ez természetesen nem minden területre vonatkozik —, hogy valamilyen „hipermodern” dologról, szakmai részletéről csak akkor tudunk hallgatóinknak beszámolni, amikor az már gyakorlatilag elavult. Ha tehát meggondoljuk hogy a hallgató valamilyen szakmai részletkérdésről ismereteit 5–6 évvel annak megjelenése után szerzi meg, amit esetleg további 7–8 év múlva használ fel, akkor láthatóvá lesz, hogy nagyon sok vonatkozásban vált problematikussá a műszaki egyetemi képzés. Ha a hallgató egyetemi éve alatt sok ilyen elavuló anyagot tanul, akkor tulajdonképpen a későbbiek számára használható anyagot csak

az el nem avuló ismeretek vonatkozásában kapott. A hasznos egyetemi félévek száma ilyen oktatás mellett állandóan csökken.

A számítógépek ugyanakkor egy sor tervezési, konstrukciós, üzemeltetési rutinfeladatot átvesznek. Mindaz, ami rutinmunka és így programozható, számítógépen gyorsabban, pontosabban, olcsóbban elvégezhető. Érdekességként meg lehet említeni, hogy régebben a világ legnagyobb villamosgép-gyárában, a General Electricben sokszáz főnyi részleg végezte kézi úton a villamosgépekkel kapcsolatos számításokat. Ma ezen a területen néhány ember dolgozik csupán, miután minden villamosgép számítása és lényegében véve tervezése számítógépes programokkal történik, és a mérnökök csak ezeket a programokat fejlesztik, kiegészítik, gazdaságilag optimális megoldásokhoz figyelembe veszik az áreltolódásokat stb. Ilyen értelemben tehát a mérnöki rutinmunka lépésenként megszűnik, ami rendkívül lényeges változás, mert a múltban a mérnökök túlnyomó része ezt végezte egész élete folyamán, és évfolyamonként csak néhány ember dolgozott fejlesztői munkakörben, ahol legalábbis munkájának jelentős része már nem rutinmunka volt.

### A jövő mérnökeivel szembeni igények

A jövőben megmaradó mérnöki, műszaki rutinmunka túlnyomó része olyan részlettevékenység, amihez általában nem szükséges nagy teherbírású elméleti megalapozás, és az illető munkaköre, amely főleg üzemeltetésből, karbantartásból áll, inkább részlet-, ill. speciális ismereteket kíván. A részletmunka nagymértékben automatizált termelés esetében is inkább üzemeltetés jellegű. Ezt a tevékenységet viszont a főiskolai végzettségű (3 éves) üzemmérnököknek kell végezniük. A mérnöki tevékenység — miután a rutinmunkát az üzemmérnökök és a számítógépek fogják végezni — jelentős része áttevéődik fejlesztési, kutatási tevékenységre, általában új feladatok és problémák megoldására.

Régebben a termelést úgy képzelték el, hogy van egy gyár, amely valamilyen technológiával valamilyen adott terméket gyártott hosszú időn keresztül; de ma, amikor a termékeknek a korszerűsége mind technológia, mind használhatóság és önköltség vonatkozásában állandóan javításra szorul, a termelőegységhez szorosan hozzátartozónak kell tekinteni azt a kutató és fejlesztő részleget, amely az új termékek és technológiák kidolgozásán tevékenykedik. A termékek önköltségének egyre növekvő százaléka a kutatásra és fejlesztésre eső összeg. Az egyetemeknek és így a műszaki egyetemnek is, a holnappal, a jövővel kell foglalkoznia, és olyan mérnököket kell kibocsátania, akik nem a múltban kifejlesztett és jelenleg működő, nem teljesen korszerű iparunk mai és már megoldott technológiai problémáinak területén jártasak, hanem azokra a kérdésekre tudnak választ adni, amelyek működésük során, tehát a jövőben kerülnek elő.

Miután a tudomány is a holnap problémáit oldja meg, igen fontos, hogy az egyetemeken olyanok oktassanak, akik az általuk oktatott tárgyak tantervét oly módon képesek összeállítani, hogy azok még igen hosszú ideig jól használhatók legyenek.

Fentiekből arra a következtetésre jutottunk, hogy olyan mérnököket kell képezni a társadalom számára, akik szakmájuk és a műszaki tudományok fejlődését képesek nyomon követni, és maguk is látják ennek fő irányait. Ez azt

jelenti, hogy a jövő mérnökének tudás-összetételét úgy kell kialakítani, hogy az matematikailag teherbíró legyen. A tapasztalat azt mutatja, hogy a természettudományok és a műszaki tudományok területén a matematika egyre mélyebben behatol minden ágazatba, és így több konkrét esetben látni lehet, hogy *kutató és fejlesztő mérnökeink nemegyszer matematikai tudásuk gyengesége miatt nem fejlődőképeseek*. Sokszor nem is csupán a matematikai probléma, hanem a bonyolultabb fizikai jelenségek és az egyre bonyolultabbá váló modellek megértése okoz nehézséget. Meggyőződésünk szerint, miután senki előre meg nem tudja mondani a fejlődés speciális irányait, fejlesztésre és alkotásra képes mérnökök képzésében nem szabad specializálni.

A II. világháború folyamán érdekes módon, mind a radar, mind a komputer, mind az atomtechnika területén kitért, hogy a fejlesztési munkákra a mérnökök gyakorlatilag (egy-két kivételtől eltekintve) nem voltak használhatók. A fejlesztési munkát még műszaki területen is elsősorban matematikusok, fizikusok végezték, akiknek alapbeállítottságuk, hogy új jelenségeket megmagyarázzanak, míg a régi mérnöki oktatási szemlélet szerint egy mérnök bizonyos speciális területen nagyon sok ismeretet szerzett, de onnan eltávolodva, amikor is fogalmai és képletei már nem voltak megfelelőek, nem tudott az új irányba lépni. Ennek és a több más hasonló felismerésnek következtében az utóbbi két évtizedben világszerte erős eltolódás tapasztalható olyan irányban, hogy a képzett mérnökök tudás-összetételét a matematika-fizika irányába tolják el, legalábbis addig a mértékig, hogy képesek legyenek bonyolult új jelenségeket nyomon követni, ezzel kapcsolatosan bonyolult fizikai modelleknek matematikai modelljét precízen felállítani és vagy egyedül, vagy matematikusokkal-fizikusokkal együtt megoldani.

*Természetesen a mérnököknek bármilyen sokat is tudnak matematikából, fizikából, meg kell maradniuk mérnököknek*. A műszaki tevékenység és így alapjában véve a műszaki tudomány alkalmazott tudomány, olyan értelemben, hogy a természettudományok által feltárt ismeretekből elsősorban a fizikaikat és a kémiaiakat használja fel, miközben a jelenségeket az igényeknek megfelelő pontosságú matematikai modellel írja le. Amíg azonban a fizika, a kémia elsősorban a jelenségek okait, összefüggéseit vizsgálja, a megfigyelések és mérések alapján azokat összeveti az általa ismert elmélettel, és szükség esetén az elméletet bővíti, érvényességi körét tágítja, majd az elméleti megoldások alapján végez további kutatásokat, addig a mérnök munkájában a már ismert fizikai összefüggéseket használja fel és ezeket valamilyen gyakorlati cél érdekében alkalmazza. Ilyen értelemben *olyan világot épít fel, amely a természetben nem található meg*.

A mérnöki tevékenységnek, a műszaki tudományoknak a gyakorlat céljaira való alkalmazása alapvető követelménye. Ilyen értelemben tehát a mérnök tevékenységének mindig hasznosnak kell lennie a társadalom számára. A hasznos más vonatkozásban gazdaságosságot is jelent, miután a társadalom számára való hasznosítás szempontjából azt kell vizsgálni, hogy az új berendezés a már meglévőnél jobban, termelékenyebben, olcsóbban tudja feladatát ellátni, és általában eredményes legyen. A matematika, a fizika, a kémia és a szakmai tudás mellett ez az alapvető, ha tetszik, gyakorlati nézőpontú szemlélet, gondolkodásmód az, amelyet a hallgatónak ki kell fejleszteni. Ez utóbbi megfontolás nagyon fontos és nem csak mellékes körülmény, sem az általános szakmai szemlélet, sem az oktatás irányának megválasztása szempontjából.

Magyarország hosszú évtizedekig a német tudomány emlőin nevelkedett, és ennek hatása még ma is érezhető. A természettudományokban nem vitathatók a német tudósok hosszú sorának kiváló eredményei, de ezen elismerés mellett meg kell állapítani, hogy elsősorban műszaki területen érezhető bizonyos, a gyakorlattól elszakadó teoretizálási hajlam. Ez sok területen egyáltalában nem jelent hátrányt, de műszaki vonatkozásban nem engedhető meg. Egy alkalmazott tudományban, mint a műszaki tudomány, csakis gyakorlati eredményeket felmutatni tudó, a mindennapos gyakorlati problémákból kiinduló, azokat elméleti úton megoldó és megint a gyakorlathoz visszatérő elmélet lehet hasznos és elfogadható, véleményünk szerint ugyanakkor minden „elméletieskedés” haszontalan, amely a társadalom számára nem ad tényleges eredményt.

Ezt a körülményt rendkívül fontos erőteljesen hangsúlyozni egy olyan oktatási irány kitűzésénél, amely az elmélet, a matematika fokozott használata irányába mutat, mert mi sem áll távolabb tőlünk, mint az öncélú elméletieskedés. Országunk viszonylag kicsi, nyersanyagban és energiában szegény, fejlettsége közepes, igen fontos tehát, hogy műszaki fejlesztési feladatait eredményesen végre tudja hajtani. Műszaki fejlesztési szempontból pedig a leglényegesebb elem, hogy mérnökeink (valamint művezetőink és munkásaink) akiknek problémája azonban túlnyúlik a jelen cikk keretein) képesek legyenek az újat időben felismerni, a legmegfelelőbbet elvileg és gyakorlatilag helyes szempontok szerint kiválasztani, a problémák lényegét megérteni és tudásukat napi munkájukban alkalmazni. Egyáltalában nincs arról szó, hogy azt tekintenénk kizárólagos feladatnak — az ország méreteit figyelembe nem véve —, hogy ezentúl mindent nekünk kell saját mérnökeinkkel kitaláltatni, kifejleszteni és gyártani. Megfelelő iparpolitikai nézet kialakítása azonban nem lehetséges úgy, hogy a külföldön kialakult vagy kialakulóban levő, esetleg kialakítás előtt álló problémákat, azok felületi és mélyebb összefüggéseit, lényegeseket és lényegteleneket ne tudják mérnökeink gyorsan és önállóan megkülönböztetni és ezek birtokában időben eldönteni, mit kell Magyarországnak kifejlesztenie, mit kell licenciából vásárolnia, ez a licenc-vásárlás honnan és hogyan történjék, mit kell ehhez hazailag, szellemileg hozzáfűzni, és az esetleg eltérő paraméterű nyersanyagok kapcsán mi fog történni stb. A szakmailag nagyobb tudás tehát ezekhez a döntésekhez is szükséges. Ha visszatekintünk saját kb. 25 éves tevékenységükre, látnunk kell pl., hogy az atomenergia-kutatás jelentőségét hazánk szempontjából túlbecsültük, a félvezetőtechnika és a számítógépek gazdasági jelentőségét és saját lehetőségeinket pedig lebecsültük.

Mind hazai, mind külföldi tapasztalatok arra mutatnak: a műszaki fejlesztés szempontjából igen nagy fontosságú, hogy a legkiválóbb mérnökök magas szintű és korszerű tudás-összetétellel rendelkezzenek. Általában megállapítható, hogy a műszaki fejlesztési feladatokat egy-egy gyárban, tervezőirodában, kollektívában mindig a legkiválóbbak végzik, és a többiek elsősorban kiegészítő feladatokat teljesítenek. Ilyen értelemben utalunk például arra, hogy a fejlesztő funkciókat a Szovjetunióban általában néhány meghatározott egyetemről kikerülő szakemberek, Amerikában pedig a MIT és a Caltech, Franciaországban az École Polytechnique diplomáját megszerzők végzik. E tevékenység alapján véve igen jó elméleti és elvi alapokat, jó fejlődőképességet és versenyben való helytállási képességet igényel.

Egyetemi oktatásunk a múlt évtizedekben jelentős eredményeket ért el, és nagymértékben hozzájárult ahhoz a nagy társadalmi, ipari átalakuláshoz, amely a felszabadulás óta bekövetkezett. Igen jelentősnek lehet tekinteni azt, hogy megsokszorozódott a műszaki egyetemről kikerülő diplomások száma, ami az iparosítás extenzív folytatásához (és ez volt a felszabadulás után bekövetkezett első évtizedek feladata) abszolút szükségesnek bizonyult. A nagy létszám azzal járt, hogy (miközben a középiskolai rendszerünk nem fejlődött a megfelelő mértékben, sem kibocsátó-kapacitásban, sem minőség tekintetében) viszonylag nagyobb lett a „merítési százalék” középiskoláinkból, lényegében azonos demográfiai körülmények között. Erre a merítési százalékra illusztrációképpen álljon itt néhány szám: 25 év előtt kb. 300 gépészmérnök hallgatót vettek fel az országban, akiknek sorából lényegében véve a villamos mérnökök és a mezőgazdasági mérnökök is kikerültek (a végzettek száma ennél jóval kevesebb volt évente), így tisztán gépészmérnöki vonalon az „A” tagozaton évente mintegy 100–120-an végeztek. Ezzel szemben az 1960-as évek folyamán a Budapesti Műszaki Egyetemről és a Miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemről együttesen mintegy 700 gépészmérnök került ki évente, eltekintve az időközben alakult felsőfokú technikumoktól és főiskoláktól stb.

Ennek a kb. hat-hétszeres merítési aránynak azzal kellett járnia, hogy az átlagos hallgatói felkészültség csökkent. E körülményhez járult az is, hogy ugyanakkor az egyetemen oktató anyag volumene növekedett. Ezen a helyzeten az egyetemeken csak úgy tudtak úrrá lenni, hogy a korábbinál sokkal nagyobb mértékben támogatták a hallgatókat diplomájuk megszerzésében. Gyakorlatilag minden tárgyból előre megírt jegyzet készült, konzultációs lehetőséget biztosítottak stb. Ennek pozitív hatása feltétlenül jelentkezett a gyengébb és átlagos hallgatóknál, de néhány, a dolgok dialektikájából keletkező negatív hatás volt megfigyelhető a legjobbaknál. Miután az osztályozási rendszer olyan, hogy még a leggyengébb hallgatók is, ha erősen dolgoznak, kisebb-nagyobb döccenésekkel el tudják előbb vagy utóbb végezni az egyetemet, a kiváló képességűek viszonylag könnyebben, nagyobb erőfeszítés nélkül érik el a jeles osztályzatot, hiszen a jelesnek a jeles alsó szintjét kell meghaladnia, és itt felső szint nincs. Bár a jegyzetek megjelenése általában pozitív hatású, mégis magával hozza azt, hogy a hallgatók elszoknak az önálló munkától, és ahhoz hogy valaki tanuljon vagy továbbtanuljon, feltétlenül előadót és más, különböző segítséget igényel. Világosan kell látni azt, hogy az egyetemnek nemcsak az alaptudást és a gondolkodási készséget kell megadnia, hanem feltétlenül önállóságra is kell nevelnie, arra, hogy az emberek versenyszerű körülmények között legyenek képesek dolgozni. Nem szabad megfeledezni arról sem, hogy a hallgatónak feltétlenül meg kell szereznie legalább egy világnyelven olyan fokú nyelvismeretet, hogy olvasni, írni és beszélni minden nehézség nélkül tudjon.

Meg kell emlékezni arról is, hogy egyetemi oktatásunk jelenlegi formája, amikor is az oktatók sok hallgatóval kerülnek szembe, nagyon megnehezíti a nevelést. Ez olyan kérdés, amelyről sajnos nagyon sokat beszélünk, de — elsősorban tárgyi okonál fogva — nem sok eredményt tudunk felmutatni. Hallgatóságunk jelentős része tulajdonképpen 18–19 éves korától 23–24 éves koráig csak szórványosan és esetleges módon nevelődik, elsősorban saját környezete révén. Nevelni úgy, hogy a nevelő és a hallgató között ne alakuljon

ki személyes kapcsolat, nem lehet. Fontos, hogy az emberekben levő alkotókészséget felébresszük és fejlesszük. Ez tömegoktatásnál, ahol egy-egy vezető oktató 60–200 fő hallgatóval áll szemben, nem lehetséges. Minden olyan egyetemen, ahol kiváló mérnököket képeznek, és a nevelésben tényleges eredményeket érnek el, olyan körülmények és keretek között folyik az oktatás, amely lehetővé teszi az oktatók és a hallgatók szoros személyes kapcsolatát. Ez alapvető fontosságú, mert semmilyen társadalom — a viszonylag csekély költségmegtakarítás érdekében — nem mondhat le arról, hogy saját értelmiségét nevelje. Mind az oktatás, mind a nevelés tekintetében a további teendők a kiscsoportos oktatás irányába mutatnak. Amint említettük, a korszerű műszaki tárgyakban igen jól megalapozott fizikai ismeretekre támaszkodva, egzakt és sok esetben bonyolult matematikai modellekkel dolgoznak. Ez a jelenségek alapvető fizikai összefüggésének ismeretét és nagy matematikai megalapozottságot igényel, ami azzal jár, hogy — miután a tárgyak nagyobb mértékben épülnek egymásra — a kitűnő kvalitású mérnökök oktatási ideje világszerte hat, sőt egyes helyeken hét év.

### A „B” oktatás a Villamosmérnöki Karon

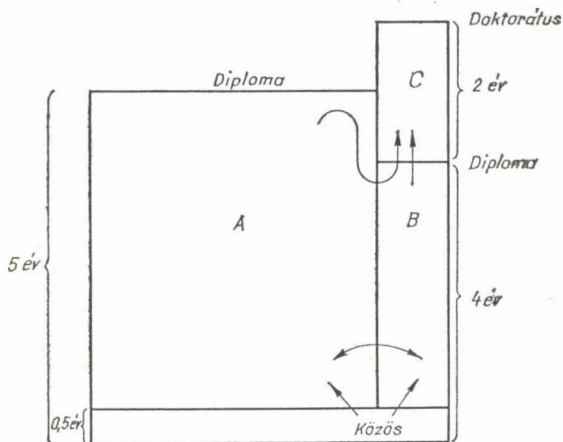
Az új oktatási rendszer bevezetésénél szem előtt kellett tartanunk a fenti analízist, amely lényegében véve megfelel a nemzetközi gyakorlatnak, de annak a körülménynek is, hogy az oktatás nagyobb átállítása nem történhet zökkenőmentesen, és sok vonatkozásban zavart okozhat. Az oktatási erőket és az oktatás anyagi feltételeit tekintve sem lehetne egy teljesen új koncepciójú rendszert teljes egyetemi, kari méretekben megvalósítani, ezért elhatároztuk, hogy egy olyan oktatási kísérletet fogunk választani a Villamosmérnöki Karon, amely a meglévő erővel különösebb zökkenők nélkül megvalósítható, de azért létszámban elég nagy ahhoz, hogy célkitűzések, módszerek stb. tekintetében konkluzív legyen. Ezért az illetékes egyetemi szervekkel egyetértésben úgy határoztunk, hogy a Villamosmérnöki Karon gyakorlatilag mind a négy irányában kísérletként elindítjuk a „B” oktatást (erősáram, műszer, híradástechnika és technológia, ez utóbbi mint a híradástechnika egyik részágazata) a tradicionális „A” oktatási módszer mellett, ahová a továbbiakban is a hallgatóknak 80–85%-a jár.

Az oktatást négy tizenöt fős csoporttal kezdtük. Hangsúlyozzuk, hogy itt mérnökképzésről van szó, és nem a szakma peremén elhelyezkedő matematikusról vagy fizikusról. A „B” elképzeléssel párhuzamosan az „A”, tehát tradicionális mérnökképzés tantervét és programját korszerűsítettük. A „B” oktatást egyelőre oktatási kísérletnek tekintjük, önkéntes jelentkezők közül válogatjuk hallgatóit az első félév végén olyan fiatalokból, akik matematikából és fizikából jó eredményeket értek el, és így képességeik alapján alkalmasak intenzívebb és nagyobb absztrakciót kívánó tanulmány folytatására. A „B” képzésnél — amelynél a célunk az „A”-val elvileg azonos szintű diploma elérése — az „A”-hoz képest elsősorban a matematika és a fizika alapozásánál és a tárgyak elvi jellegénél van eltérés. Különbözik ezenkívül az „A” képzéstől abban, hogy intenzívebb körülmények között folyik az oktatás, amiről később még szólnunk.

A tantervek összeállításánál kitűnt, hogy a „B” oktatási keretben összesen négy év alatt el lehet érni ugyanazt a szintet, amit az „A”-nál öt év alatt. Ez

természetes is, mert igen jó képességű emberek, intenzív oktatással, korszerű tárgyak kapcsán elérhetik azt a szintet, amit nagyobb létszámokkal és kisebb ütemben csak öt év alatt. Ez viszont lehetővé teszi azt, hogy a „B” után két-éves, úgynevezett „C” oktatást indítsunk, és így olyan magas szintű képzést nyújtunk, ahol a „B” + „C”-t elvégzettek alkotó mérnöki tevékenységre képessé válnak. Ez alatt a hat év alatt olyan szintű oktatást tudunk biztosítani, amelyet fejlett ipari országokban a legjobb egyetemeken kapnak a „masters” fokozatot elérők (1. ábra).

A „C” oktatást nem kötelező elvégeznie annak, aki már megszerezte a „B”-ben az oklevelet, de ugyanakkor a „C”-ben lehetőséget nyújtunk (itt nem részletezett módon) arra, hogy az „A”-ban kiváló eredményeket felmutatók, még diplomájuk megszerzése előtt áttérhessenek a „C”-re, feltéve, hogy vizsgáik és eredményeik ezt indokolják. Furcsának tűnhet, hogy az első félévet a hallgatók még együtt töltik, és az „A”-ra és „B”-re való szétválás csak az első



félév végén következik be, elsősorban az első félévvégi eredmények alapján. Ezt a jelenleg fennálló felvételi vizsgák és irányítási rendszer miatt kellett megtenni. A szelektálás, a „B”-be kerülés optimális módszerét egy sor már végzett évfolyamon matematikai-statisztikai vizsgálatokkal alakítottuk ki. Megállapítottuk, hogy a középiskolából hozott pontok és a későbbi egyetemi évek alatt elért eredmények közötti korreláció mindössze  $r = 0,4$ , ugyanakkor az egyetemi felvételnél ez a korrelációs tényező  $r = 0,6$ , vagyis mindkettőt azonos súllyal figyelembe véve ez a korreláció  $r = 0,5$ . Ezek az értékek arra mutatnak, hogy jobb szelekciót tudunk elérni, ha az első félévi matematika-fizika vizsgák eredményeit még bevárjuk, miután ezzel kapcsolatosan megállapítottuk, hogy ezen vizsgák eredményei és a későbbi egyetemi eredmények közötti korrelációs tényező már  $0,8$ . Ugyanakkor azt is megállapítottuk, hogy ha a szétválasztást további félévekkel tolnánk el, úgy a korrelációs tényező már nemigen emelkednék, vagyis csak időt vesztenénk haszon nélkül. Ezért határoztunk úgy, hogy a szétválás időpontja az első félév után következzen be. Ugyanakkor tudjuk azt is: elkerülhetetlen egy ilyen szétválasztásnál, hogy néhány hallgatóról, akik a „B”-be kerültek, később kiderüljön, hogy ott nem képesek helytállni. Ezeknek lehetőséget adunk, hogy fél-



év végeken (de nem közben) visszakerüljenek az „A” oktatásba. Ugyanakkor az „A”-ban is akadhat néhány ember, aki átkerülhet a „B”-be. Vannak azonban olyan fiatalok is — valószínűleg csak néhány főről van szó —, akiknek nem annyira a tehetségével, mint inkább az emberi komolyságával van hiba az első években, vagy gyengébb középiskolai oktatás következtében az első néhány félévben az eredményeik még nem megfelelőek, és csak később, kb. a 3–4. félévre tudnak felmutatni olyan eredményeket, amelyek alapján indokolt lenne magasabb szintű továbbképzésük. Ezekről is megfelelő formában gondoskodik ez az oktatási rendszer.

A „C” oktatás nagy jelentősége az eddigi szakmérnöki tanfolyamokkal szemben az, hogy a „C”-be való bekerülés szintje a „B”-t végzett jelesek (és jók) szintje. A jelenlegi szakmérnöki szint a kényszerű körülmények folytán mindig a jelentkezők szintjéhez idomul, és így az meglehetősen változó, a „C” szint viszont állandó. Módot adunk arra is, hogy a régebben hagyományos módon végzetek is elvégezhesék a „C”-t, feltéve, hogy a „B” szintjének megfelelnek.

A „B”-ben az oktatás rendszere is más, mint a hagyományosban. A hagyományos egyetemi rendszerben a professzor ismerteti az anyagot, és ennek kapcsán az előadási idő jelentős része veszendőbe megy a megértés szempontjából. Ahhoz ugyanis, hogy magára a megértésre sor kerüljön képletek, ábrák szükségesek, annak megismerése, hogy melyik betű mit jelent stb. A professzor azonban azt ismerteti, ami amúgy is a jegyzetben van, így képletek, ábrák felrajzolására tulajdonképpen nincs is szükség, mert ezeket a hallgató megtalálja a jegyzetben. Ha viszont a professzor nem azt adja elő, ami a jegyzetben van, akkor az válik kétségessé, hogy mire való a jegyzet. A hallgatóságunknál tapasztalható, hogy az előadásokra — ahol a létszám nagyon változó — nagyon sokan azért járnak, hogy szemmel tartsák, a jegyzetből mit adnak elő és mit nem, mi az, amire szükségük lehet a felkészülésnél. Egyébként évközben nem vagy alig folyik tanulás, miután a nagy terhelés, a magas óraszámok miatt a hallgatóknak csak arra jut idejük, hogy különböző kötelezettségeiknek eleget tegyenek, méréseken részt vegyenek stb. Így a hallgató ugyan tudja, hogy miről volt szó év közben, de miután az anyag mélyebb megértése hiányzik, legtöbbször nem képes az órán eldönteni, hogy érti-e a rendszerint egymásra épülő anyagokat, még ha az egymás utáni lépések plauzibilisnek is látszanak.

Az anyag megtanulását alapján véve a vizsgaszezonra bízzák, amikor is egy tárgyra kb. 5–10 nap jut, és ez rendszerint nem teszi lehetővé a mélyebb megértést. Az úgynevezett vizsgára való tanulással a vizsga napjára „formába” hozzák magukat, de az anyagot tapasztalat szerint így hamar el is felejtik, és ami a fő baj, az összefüggések is elhomályosulnak. Ugyanakkor érdekes módon a szokásos előadási rendszer a hallgatót arra kondicionálja: új ismeretanyaghoz úgy lehet jutni, hogy valaki azt először elmondja, majd utána ő elolvassa, és úgy tanul. Ez általában a mérnöki praxis alatt nincs így, és ennek az önállótlanágnak később káros kihatása van. *A hallgatót az egyetemen meg kell tanítani önállóan tanulni.*

E fejtegetések alapján a „B” oktatást úgy ésszerűsítettük, hogy az órákra a hallgatóknak jegyzetből előzetesen fel kell készülniök, természetesen nem tökéletesen, de úgy, hogy legalább lássák, mi az, amit nem értenek. Az órán magán a professzor összefoglal, az összefüggéseket megmagyarázza, megvitatja a hallgatókkal a felmerülő kérdéseket — ahol erre a kicsoportos létszám következtében lehetőség van — és illusztrációkat beszélnek meg.

A hallgatóknak csak délelőtt vannak óráik a „B”-ben (a heti óraszám elvileg 28–30), és délután a következő napra készülnek. Így alapjában véve a hallgatók az egész évet áttanulják (és ami a fő, megértik az anyagot még év közben), és az óra is — amelyen a megjelenés kötelező — jobb hatásfokkal használható ki. Ezen oktatás eredményeként az is elérhető, hogy gyakorlatilag a vizsgára való felkészülés már csak ismétlés, megtanulása egy valójában már megértett anyagnak, és remélhető, hogy a felejtés sokkal kisebb mértékű.

Rendkívül fontos eleme az oktatási módszernek, hogy az oktatók és a hallgatók között a közös munka kapcsán a félév folyamán emberi és szakmai kapcsolat alakuljon ki. Ilyen módon a nevelés is lehetővé válik.

A „C” oktatási formában még kisebb (kb. heti 25) a kötelező óraszám, és itt eredményes és jó szintű végzés esetén mód van arra, hogy a megvédett „C” diplomatervet (ugyan külön eljárással) az egyetem doktori értekezésésként is honorálja.

A „B” és „C” oktatási módszer előnye érvényesül az oktatók körében is. Az oktatók rá vannak kényszerítve arra, hogy matematikai-fizikai és szakmai elméleti ismereteiket korszerűsítsék, magasabb szintre emeljék, a „B”-foglalkozásokra jobban és mélyebben felkészüljenek, hiszen itt helyben kérdésekre is kell válaszolni. Reméljük, a módszer hozzá fog járulni ahhoz, hogy az egyetemi oktatók tudományos-szakmai irányban jobban fejlődjenek, és néhány megrekedt oktató belássa, hogy a nagyobb követelményeknek nem felel meg, és másutt keresse boldogulását.

A szakmai vonatkozásoknak magasabb szintre helyezése azt a reményt is kelti, hogy az egyetem nagyobb részt vállalhat az országos műszaki fejlesztési, kutatási, tudományos feladatok megoldásában.

Oktatási, pedagógiai szempontból előnye az ismertetett rendszernek, hogy a hallgatókat homogenizálja, és így az idő felhasználása jobb hatásfokkal történhet. Ebből a szempontból többen hátránynak tekintik azt, hogy az „A” tanulókörökből sokszor hiányzanak a jó elméleti felkészültségű hallgatók. Ez véleményünk szerint elsősorban inkább az oktatók szubjektív nézőpontja, mert a tananyagot mindenkinek saját magának kell megértenie. Egy-két kiemelkedő diák hozzájárulhat az oktató megnyugvásához azt a benyomást keltve, hogy az általa, sokszor az átlag színvonalánál magasabb fokon előadottakat mégis meg lehet érteni, mert hiszen néhányan megértették. Ez azonban a többiek számára nem vigasztalás, sőt tulajdonképpen ront a helyzeten, mert a tanár nem illeszti a nivót jobban a hallgatók zöméhez.

## Az első tapasztalatok

A Villamosmérnöki Kar Kari Tanácsa, majd az Egyetemi Tanács elfogadta az előbb vázolt elvek alapján kidolgozott oktatási kísérletet, és hozzájárult megindításához. Ez először az 1972 szeptemberében induló elsőéveseknél került bevezetésre oly módon, hogy az önkéntes jelentkezők közül 1973. február 1-én indult meg az oktatás négy tizenöt fős csoporttal, a terveknek megfelelően. (L. illusztráló mellékletként az egyik szak tantervét.) A tapasztalatok, amelyeket a félév során szereztünk, igazolni látszanak eredeti elképzeléseinket, miután a „B”-ben a hallgatók a vizsgák során, elsősorban matematikában és fizikában, sokkal mélyebb tudásról tettek tanúbizonyságot, mint az „A”-ban.

Teljesen világosan látszott, hogy sokkal több részletet értenek, nagyobb az áttekintésük az összefüggések tekintetében. Matematikából pl. az írásbeliek során igen nagy százalékban oldottak meg olyan feladatokat — láthatóan könnyedén —, amelyek versenyfeladatnak voltak tekinthetők, és a jó megoldások százaléka még az előadó várakozását is meghaladta. Ez kifejezetten ezen oktatási forma eredménye (és nem csupán egy olyan szelektálási tényé, hogy itt igen jó képességű emberek jöttek össze), ugyanis ugyanilyen jó képességű emberek a múltban, az „A” oktatásban hasonló szintet általában nem tudtak elérni. Természetesen ezzel az oktatási formával kapcsolatban, különösen az első évben, igen sok probléma és nehézség adódott, amelyek egy része még ma sem teljesen megoldott és tisztázott, és részben tapasztalatlanságból fakad.

Alapvető probléma még ma is, hogy az ideális óraszám heti 30 óra alatt maradjon, amit azonban a sok kötelező óra, valamint a tárgyak egymásra épülése miatt nem lehetett megoldani, így az egyik napon, az eredeti elképzeléstől eltérően, minden tanuló körnek du. is volt elfoglaltsága, s ez nagymértékben akadályozta a haladást. (Az ezen a napon levő órákra a megfelelő felkészülés szinte lehetetlennek bizonyult, és a következő napra való felkészülés szintén problematikusnak mutatkozott annak ellenére, hogy ezeket az órákat közvetlenül a hét vége előtt vagy után igyekeztünk beiktatni.) Bizonyos racionalizálásokkal (így pl. a hétköznapi elfoglaltságokat — honvédelmi ismeretek — igyekszünk áttenni nyárra) valószínűleg sikerül elérni, hogy heti 30 óra alá tudjunk kerülni, és így délutáni elfoglaltság valóban ne legyen.

Problémát okozott, különösen az első időben, hogy az oktatók nem tudták helyesen felmérni a hallgatók teherbíró-képességét, valamint az, hogy amit az oktatók rendkívül egyszerűnek és triviálisnak tekintettek, az sok esetben egyáltalában nem volt olyan kézenfekvő a hallgatók számára. Az sem volt teljesen világos, hogy mit kell az órán megbeszélni és hogyan, ugyanakkor a hallgatók nem voltak hozzászokva ahhoz, hogy könyvből, ill. jegyzetből önállóan tanuljanak. Ez, különösen az első időben igényelte, hogy a könyvből való tanulás és órára való felkészülés elvének megtartása mellett, a haladás ütemét csak fokozatosan növeljük, és sokkal többet és részletesebben magyarázzanak az órákon, mint a későbbiek során. Meg kell azonban említeni, hogy a dékán és helyettesei — az oktatókon kívül — állandó kapcsolatban álltak a hallgatósággal és a terhelésekre vonatkozóan folyamatosan felméréseket készítettek, így ezeknek a hibáknak túlnyomó részét sikerült menet közben kiküszöbölni. Érdekes módon különösen a fiatal oktatóknál volt néhány esetben maximalizmus tapasztalható, itt fékezni kellett, ugyanakkor egy-két idősebb professzornál éppen ennek ellenkezője következett be, itt szükség volt serkentésre. A vizsgaeredmények a „B”-ben 1973 első félévének végén kedvezőek voltak.

A leglényegesebb probléma, amely eddig a „B” oktatás során felmerült, érdekes módon a következő: az oktatási formában résztvevő hallgatók — első évekről van szó — nem látják eléggé vonzónak és érdekesnek a jelen tanulási módszer azon előnyét, hogy négy év múlva ők már diplomát fognak kapni, és így egy évvel megelőzik volt évfolyamtársaikat. Ez még nagyon messze van, és még nagyon távolinak érzik az önálló kereset teljes problémakörét. Ugyanakkor gondot jelent számukra az, hogy az egész félévben folyamatosan kell tanulniuk és nagyon kevés a szabad idejük. Látják és elismerik, hogy ők ugyanazokat a tárgyakat jobban és mélyebben tudják, mint az „A”-ban tanuló társaik, és bár érzékelik, hogy belőlük valószínűleg jobb mérnök lesz majd vala-

T A N T E R V

Sor- szám	Tantárgyak	Félévek							
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
1.	Politikai gazdaságtan	2+2v	2a	2s					
2.	Filozófia				2a	2v			
3.	Tudományos szocializmus							2a	2v
4.	Orosz nyelv	0+2g	4g	4v					
5.	Idegen nyelv						2g	2g	4v
6.	Testnevelés	0+2a	2a	2a	2a				
7.	Algebra	3+1v							
8.	Analízis I.	4+4vg	8v	7a	3s				
9.	Analízis II.					2a	1g		
10.	Algoritmusok és programozások		3g						
11.	Valószínűségelmélet				4ag	4v			
12.	Kísérleti fizika	4+2vg	6v						
13.	Kvantummechanika					4v			
14.	Szilárdtest fizika						4v		
15.	Fejezetek az elméleti fizikából						2a	2v	
16.	Villamosságtan		4v	4a	4v	4s			
17.	Kémia	3+1v							
18.	Mérnöki alapismeretek	3+3vg							
19.	Műszaki mechanika		3v	3v					
20.	Transzportfolyamatok				4v				
21.	Anyagtechnológia			4v					
22.	Híradástechnika			2g					
23.	Erősáram				2v				
24.	Elektronfizika			2v					
25.	Eszközök			2v	3ag	4v			
26.	Áramkörök I.				5v	5v	3v		
27.	Áramkörök II.						3v	3v	
28.	Logikai kapcsolástan						3v		
29.	Automatika							3v	
30.	Hírközlélmélet					2a	3v		
31.	Mérések				3v	3g	2g		
32.	Rádiórendszerek							3g	2v
33.	Vezetékes technika							3a	2v
34.	Stúdió-és vételtechnika						2a	2v	
35.	Digitális rendszerek							3a	3v
36.	Számítógépes tervezés						3g		
37.	Választható tárgyak						2v	4vv	2v
38.	Munkavédelem								2v
	Összes óraszám	19+17	32	32	32	30	30	30	17
	Vizsgák száma	6	4	5	5	5	6	6	7
	Gyakorlati jegyek száma	4	2	1	2	1	4	2	—
	Szigorlatok száma	—	—	1	1	1	—	—	—
	Aláírások száma	1	2	3	4	2	2	4	—

mikor, de nehezen viselik el a jelenben azt az erkölcsi nyomást, amikor barátaik, kollégiumi társaik, sőt szobatársaik szórakozni mennek, ők pedig otthon maradnak tanulni, nem is egyszerű, hanem rendszeresen. Ugyanakkor nem látják biztosítva, hogy mint jobban képzett mérnökök, lényegesen többet fognak keresni gyengébben képzett társaiknál, és ez egyébként is messze van. (Külföl-

dön pl. a MIT-ben, az École Polytechnique-ben végzők, amennyiben jó eredménnyel végeznek, lényegesen magasabb kezdőfizetést kapnak, mint a más egyetemen végzettek, és a szakma legjobb helyeire kerülnek. Így egy eredményes, nagy munkával járó, kiváló egyetemről való diploma eleve kedvezőbb helyzetbe juttatja a végzőt, és ez közismert tény. Ezek a körülmények azonban nálunk még hiányoznak.)

Szükséges valamilyen megoldást keresni jelen problémákra, de természetesen ezt a kísérlet első idejében még nem tudjuk megtenni. Gondoskodnunk kell a „B” kísérlet folytatásához jobb, kisebb terhelést adó tantervekről, jegyzetéről, konzultációs lehetőségéről, és miután a „B”-be járó fiatalok munkájuk miatt kevesebbet mozognak, igyekszünk megoldani, hogy reggelente a létesítés alatt álló egyetemi uszodába rendszeresen járhasanak.

A „B”–„C”-oktatási kísérlet célkitűzése, hogy olyan tehetséges és jól képzett mérnököket adjunk a társadalomnak, akik képesek a műszaki és tudományos-technikai forradalom idejében, gyorsan változó és versenyszerű körülmények között, nemzetközi szintű műszaki fejlesztési problémák megoldására.

Budapesti Műszaki Egyetem  
Villamosmérnöki Kar  
Nappali tagozat  
„C” oktatási forma

„C”  
Híradástechnika szak  
Rendszertechnika ágazat

#### T A N T E R V

Sor- szám	Tárgyak	1. félév			2. félév		
		Heti órasz.	Félévi órasz.	Köve- telmény	Heti órasz.	Félévi órasz.	Követel- mény
1.	Társadalomtudomány						
2.	Idegen nyelv	6	180	g	6	180	g
3.	Matematika	4	120	v			
4.	Szervezés és vezetés	2	60	v			
5.	Kötelezően választható tárgyak	6	180	vv	8	240	vv
6.	Speciálkollégiumok				6	180	vv
7.	Szakszeminárium		100	g		150	g
8.	Laboratórium	6	180	g			
9.	Irodalomtanulmányozás irodalmi összefoglalás		180	g			
10.	Publikáció					250	gg
11.	Diplomaterv + előkészítés						
12.	Oktatási gyakorlat						
13.	Üzemlátogatás						
14.	Államvizsga felkészülés						
	Összes óraszám	24	1000		20	1000	
	Vizsgák száma			4			4
	Gyakorlati jegyek száma			4			4
	Aláírások száma			—			—

*Kötelezően választható tárgyak az 1. félévben*

Készülékek szerkesztése  
Digitális hírvitel és adatátvitel  
Digitális számítógépek II.  
Műszaki akusztika  
Rádió- és tv-technika  
Távbeszélőtechnika

Sor- szám	Tárgyak	3. félév			4. félév		
		Heti órasz.	Félévi órasz.	Köve- telmény	Heti órasz.	Félévi órasz.	Köve- telmény
1.	Társadalomtudomány	3	90	a	3	90	v
2.	Idegen nyelv	4	120	v			
3.	Matematika						
4.	Szervezés és vezetés						
5.	Kötelezően választható tárgyak						
6.	Speciálkollégiumok	4	120	v	3	90	v
7.	Szakszeminárium		90	g			
8.	Laboratórium						
9.	Irodalomtanulmányozás és irodalmi összefoglalás						
10.	Publikáció		480	gg			
11.	Diplomaterv + előkészítés					620	
12.	Oktatási gyakorlat		80	a		80	a
13.	Üzemlátogatás		20	a		20	a
14.	Államvizsga felkészülés					100	ÁV
	Összes óraszám	11	1000		6	1000	
	Vizsgák száma			2			2
	Gyakorlati jegyek száma			3			—
	Aláírások száma			3			2+ÁV

Vezetékes távközlő berendezések  
Adatátviteli berendezések  
Rádió rendszertechnika  
Mikrohullámú berendezések  
Adóberendezések

a 2. félévben Rendszerek analízise és szintézise témakörben:

Rádiórendszerek  
Vezetékes technika  
Stúdió- és vételtechnika  
Digitális rendszerek

*Államvizsga tárgyak:* Az államvizsga 3 tárgyas, a tárgyakat az alábbiak közül a tanszék jelöli ki.

Eszközők  
Áramkörök I.  
Áramkörök II.  
Logikai kapcsolástan  
Automatika  
Hírközlésemélet  
Mérések  
Rádiórendszerek  
Vezetékes technika  
Stúdió- és vételtechnika  
Digitális rendszerek

*Termelési gyakorlat:* 1. Szakmunka gyakorlat: a 2. félév után 4 hét  
2. Záró (diplomatervezési) gyakorlat: a 8. félévben 7 hét

A Honvédelmi ismeretek c. tárgy hallgatására kötelezettek a tárgyat az alábbi félévekben kötelesek felvenni:

2. f. é-ben 19 félévi óraszámában aláírási kötelezettséggel  
3. f. é-ben 30 félévi óraszámában aláírási kötelezettséggel  
6. f. é-ben 30 félévi óraszámában aláírási kötelezettséggel  
7. f. é-ben 21 félévi óraszámában aláírási kötelezettséggel