

ELŐSZÓ

A jegyzet, amelyet az Olvasó most a kezében tart, a 2007-től induló BSc-szintű műszaki pedagógusképzésben résztvevő hallgatók számára készült. Témáját a pedagógiai kutatások, elemzések és a hétköznapi értelemben vett pedagógusi munka során felhasználható mérnöki, közelebbről operációkutatási, kibernetikai és statisztikai módszerek, modellek áttekintése képezi.

Több évtizedes tapasztalatunk szerint a mérnökstanárok többsége a tanítás folyamatát is egzakt módszerekkel kezeli, és ennek érdekében szívesen alkalmaz mérnöki eszközöket saját szakterületéről is. A mérnöki tudomány ugyanis ma már legtöbbször nem elégszik meg a termelési folyamatokban résztvevő műszaki objektumok tárgyalásával, hanem maga is aktív részese az összetett géprendszerek, gyártási folyamatok létrehozásának. Így napjaink műszaki szakemberének foglalkoznia kell a rendszerek tervezésének, létrehozásának és működtetésének általános szervezési kérdéseivel is.

Ennek eredményeként kialakult egy olyan sajátos üzemszervezési és gyártásirányítási szakterület, amelynek elemeit minden mérnök elsajátítja, sokan közülük pedig kifejezetten ebben az irányban specializálódnak.

Az ilyen rendszertervező mérnökök ha pedagógiai tanulmányaik során megismerkednek a tanítás sajátos jellemzőivel, képesek arra, hogy e speciális, a műszaki tevékenységektől távol álló folyamatot a többi pedagógusokétól eltérő, újszerű perspektívákból lássák. Ennek hatására olyan eszközöket és módszereket használhatnak fel e területen is, amelyek növelik a tanári munka hatékonyságát és minőségét.

A rendszermodellezés mérnöki módszerei például alkalmasak lehetnek egyes oktatási, oktatásszervezési problémák vizsgálatára és megoldására, a tanári munka tudatosságának fokozására, egyes elemeinek algoritmizálására. A rendszertechnika által kidolgozott kibernetikai eszközök könnyen adaptálhatók a tanulás irányításának területére, és az üzemszervezési eljárások is segíthetnek a tanulás folyamatának kialakításában.

A rendszertechnika napjainkra elérte a tudományvá válásnak azt a fokát, amelyen már maga is tovább differenciálódik, illetve egyre több alkalmazási területet hódít meg. Bizonyos esetekben a szervezetpszichológia kérdéseivel foglalkozik, máskor a gazdasági vezetés, az informatika, az ipargazdaságtan, az

operációkutatás vagy a modellezés irányába fordul. Jegyzetünk ezek közül az utóbbi kettővel foglalkozik, mert azok alkalmazhatók legáltalánosabban a pedagógiai kutatások területén is.

A mérnök-tanár-jelöltek szakmódszertani tanulmányaik előtt, mérnöki tanulmányaik során elsajátítják azokat a szakmai (műszaki-gazdasági) alapismereteket, amelyek középfokú tanítására készülnek. Ezek során mérnöki szintű matematikai tudásra és ezen belül közgazdasági szintű statisztikai ismeretekre tehetnek szert. Ezért a módszertani kurzus kutatási módszerekkel foglalkozó fejezetét már lényegében felsőfokú szakismeret birtokában tárgyalhatják.

Nem szükséges tehát foglalkozniuk a mérnök-tanári tanulmányoknak a rendszermodellezés és a statisztika alapfogalmainak tisztázásával, az általuk használt matematikai eszköztár kialakításával és az alkalmazott összefüggések bizonyításával. A kutatómódszertan tananyagának elsajátítása során a hallgatók arra koncentrálhatnak, hogy az általuk már jórészt ismert eszközöket hogyan alkalmazhatják a gyakorlatban, közelebbről a pedagógiai munkában. Mivel azonban ennek alapját a rendszermodellezés és a folyamatirányítás, valamint a statisztikai módszerek alkotják, nem tekinthetünk el jegyzetünkben ezek egyes elemeinek tárgyalásától sem. Különösen indokoltá teszi ezt az is, hogy e módszerekkel sokszor közvetlenül is nyerhetünk új információkat az oktatási folyamatról.

Az oktatásmódszertani tanulmányok során nem várhatjuk el hallgatóinktól, hogy teljes képet alkossanak a felhasznált matematikai eszköztár összes lehetséges pedagógiai alkalmazásáról. Ez a pedagógiai jelenségek sokszínűsége miatt nem is lehetséges, és nem is lenne célszerű törekvés. A tárgyalt eszközök és módszerek általános jellege, rendszertechnikai alkalmazhatóságának sokrétűsége miatt inkább csak arra vállalkozhatunk, hogy felvillantsunk olyan pedagógiai területeket, ahol a legtöbb eredményt várhatjuk tőlük, és ötleteket adjunk arra vonatkozóan, hol kereshetnek a hallgatók, a gyakorló és a kutató pedagógusok további kreatív alkalmazási lehetőségeket. Az érintett eljárások általános alkalmazhatóságát pedig azáltal kívánjuk érzékeltetni, hogy bizonyos számításokat a pedagógián kívül álló szakterületek adatbázisán mutatunk be. Így kerülnek példánk közé műszaki, egészségügyi és szabadidős problémák, feladatok is. E „szakmai kirándulások” azonban nem feledtethetik velünk azt az igényt, hogy minden téma megtárgyalásához konkrét iskolai alkalmazást is kössünk.

A jegyzet szemléletére egyfajta jóindulatú laikusság jellemző. A problémamegoldó mérnököt ugyanis az különbözteti meg a precíz matematikustól, hogy eszközeit bátran alkalmazza ott is, ahol egyébként talán csak korlátozottan tehetné ezt meg. Ez legtöbbször azért fordul elő, mert bizonyos problémáknál nem vagy csak értelmetlenül nagy ráfordítással lehet teljesíteni olyan egzakt feltételeket, amelyeket megkívánna az a matematikai módszer, amely elhanyagolásokkal alkalmazva mégis jó, jól hasznosítható eredményre vezet. A mérnök sokszor nem is ismeri ezeket a gátakat, esetleg a módszer matematikai alapjai maguk sincsenek teljesen tisztázva. Ez azonban nem jelent akadályt, legfeljebb az eredményt közelítésnek, valamifajta heurisztikus algoritmus által nyújtott szuboptimum-

nak fogadja el. Jegyzetünk sem foglalkozik az eljárások matematikai alapjainak egzakt ismertetésével, ezt meghagyja a matematika-tankönyveknek. Ez a hiányosság azonban talán még inkább elősegíti a praktikus alkalmazást, és remélhetően nem riasztja el a jegyzettől azokat a tanár kollégákat sem, akik humán alapképzettségűek.

Ugyancsak nem vállaljuk fel a pedagógiai kutatás módszertanának tudományos szintű tárgyalását sem. Ezt nemcsak azért mellőzzük, mert nem ez az elsődleges célja a hallgatók módszertani képzésének, hanem főleg azért, mert az itt tárgyalható kérdések többsége következik a mérnöki tanulmányokból, a rendszerelmélet törvényszerűségeiből.

Mivel a rendszerelemzés és a rendszermodellezés általában hatalmas mennyiségű számítást igényel (nem véletlen, hogy e terület az elmúlt 10–20 évben fejlődött a legnagyobb mértékben), szükségszerűen megköveteli a számítógépes hátteret. Az alkalmazhatóság érdekében a jegyzetben bemutatott eljárások számítógépes programjait úgy válogattuk össze, hogy azok minél könnyebben hozzáférhetőek legyenek. Bár modelljeink nem kötődnek konkrét programcsomagokhoz, a feladatok kiszámítását, a gyakorlati alkalmazások elemzéseit ilyenekkel végeztük el. Ahol tehát lehetett, a legelterjedtebb programcsomag, a MICROSOFT OFFICE részeként rendelkezésre álló EXCEL programmal dolgoztunk (e módszereket jellegük és hozzáférhetőségük alapján „elemi” statisztikai módszereknek neveztük el). A bonyolultabb rendszermodellező programokat pedig úgy válogattuk össze, hogy megtalálhatóak legyenek az Interneten könnyen hozzáférhető „freeware”, „demo”, illetve „student version” formában. Ezek közül minden esetben megpróbáltuk kiválasztani az adott feladatot a felhasználótól a legkevesebb munkát igénylő, legegyszerűbben megoldó változatokat. A különböző statisztikai programok egymástól eltérő grafikai ábrázolást alkalmaznak részben a készítőik arculatának kialakítása céljából, részben pedig a programok szolgáltatásainak eltérő ábrázolási igényei miatt. Ezzel magyarázható az, hogy a jegyzet ábraanyaga kivetelben és formában kissé eklektikus lett.

Bár a bemutatott eljárások jelentős része manuálisan is elvégezhető, jegyzetünkben a számítógépes alapú szimulációkra koncentráltunk. Az e célra kidolgozott programcsomagok szolgáltatásai általában végrehajtják ezeket az egyszerűbb számításokat is, ezért tartalmazzák a szükséges küszöbérték-táblázatokat is. Ez az oka annak, hogy más, hasonló témájú jegyzetektől eltérően nem közöljük a manuális számításokhoz elengedhetetlenül szükséges statisztikai táblázatokat.

A jegyzet anyagának összeállítása során a modellezés különböző formáinak tárgyalására törekedtünk. A legegyszerűbb verbális modelltől („ezt a tanárt szeretik a gyerekek”) a kibernetika több tucat oldalnyi, képleteket, egyenleteket és számsorokat tartalmazó modelljéig azonban többféle út is vezet. Ezek mindegyikét nem tárgyalhatjuk, de az biztos, hogy ezek az útvonalak tartalmazzák a rendszerek struktúráját leíró determinisztikus gráfmodelleket, a statisztika egyszerűbb és bonyolultabb alapeljárait, illetve a napjainkban különös fontosságot nyert látens változók vizsgálatát is.

Ennek megfelelően a jegyzet három fő témára összpontosít. Az első részben megismerkedhetünk a rendszerek modellezésének elméleti alapjaival, a rendszerszemlélet fő elemeivel és a rendszertechnika operációkutatási, kibernetikai vonatkozásaival.

A második részben tárgyalt modelleket olyankor lehet felhasználni, amikor a véletlen szerepe elhanyagolható. Sok esetben ugyanis olyan, rendszerint statikus rendszereket, azok szerkezetét, stacionárius folyamatait kell vizsgálni, amelyek az időben nem változnak, vagy e változások könnyen átláthatók.

A jegyzet harmadik része fontosságában és terjedelmében is a legjelentősebb. Itt tárgyaljuk azokat a sztochasztikus modelleket, amelyekben a véletlen is nagy szerepet játszik. Ezek általában statisztikai eszközökkel kezelhetők, ezért külön tárgyaljuk azokat a statisztikai fogalmakat, amelyek a bonyolultabb elemző eljárások kezeléséhez feltétlenül szükségesek. A fejezet ezután részletezi a többváltozós adatkezelés módszereit és az összetett rendszervizsgálati modelleket.

Minden fejezet végén feltüntettük a közvetlenül felhasznált, illetve a témában történő további elmélyülést lehetővé tevő publikációkat (kivéve a harmadik fejezetet, ahol minden fontos tanítási egységet tartalmazó alfejezetben megtettük ugyanezt). A fejezeteket gyakorló kérdések zárják, amelyeknél feltüntettük azt is, hogy melyik alfejezetben keresheti rájuk az Olvasó a választ.

A számításgényes témaköröket tárgyaló fejezetek végén az alkalmazási lehetőségek további szemléltetése és a modellezés technikájának begyakorlása érdekében közöltünk önálló számításra alkalmas feladatokat is. Az önellenőrzés lehetőségének biztosítása végett egyes feladatoknál az esetenként több oldalnyi terjedelmű eredmények közül véletlenszerűen megadtunk olyan adatokat, amelyek elégségesek a számítások helyességének ellenőrzéséhez.

Az egyes fejezeteket záró részben megadtuk a jegyzet második részében szereplő azon alkalmazási példák hivatkozásait, amelyek témájukban illeszkednek az előzőekben tárgyaltakhoz, és érzékeltetik a gyakorlatban való felhasználás előnyeit, jellemzőit, valamint nehézségeit is.

A jegyzet anyagát olyan részek egészítik ki, amelyek korábbi kutatások, felmérések és publikációk egyes elemeit tartalmazzák. Mivel ezek különböző időpontokban (lényegében az elmúlt tíz évben), különböző célokból (kutatási jelentésként, hallgatói segédletként stb.), különböző szakterületeken (oktatásra, kutatásra, egészségügyi, műszaki alkalmazásra) készültek, ezért szándékosan csak nagy vonalakban hangoltuk össze őket. Azt is ki akartuk fejezni ezzel, hogy meglehetősen széles e módszerek lehetséges felhasználási területe, ezért e tanulmányok egymástól függetlenül is olvashatók, amit megtört volna egy esetleges erőltetett összeszerkesztés.

A jegyzet anyagának elsajátításához, az abban olvasottak kreatív alkalmazásához sok sikert kíván:

A szerző