

Rejtő Sándor Könnyűipari Mérnöki Főiskolai Kar**Informatikai és Matematikai Intézet****Cím: 1034 Budapest, Doberdó út 6.****Tel.: 1/666-5920****Fax: 1/666-5873****E-mail: bako@bmf.hu****Honlap: <http://www.bmf.hu/>****Intézetigazgató: Dr. Bakó András egyetemi tanár****1. Bevezető**

Az informatika és matematika oktatása a Könnyűipari Műszaki Főiskola megalakulásától az Alaptárgyi Tanszék keretében tartozott. A tanszékéből 1983-ban kivált a Számítástechnikai Osztály, majd Tanszék. 1993-tól a két tanszék összevonásával Matematika és Számítástechnika Tanszék, majd Intézet keretében folyt matematika, fizika, informatika-számítástechnika oktatása.

A 2000-ben megalakult Budapesti Műszaki Főiskola. A koncepció szerint az összes informatikai és matematikai jellegű intézet a karhoz került. Az alpinformatikai és matematikai oktatást főiskolaszerte a kar látta el. Ekkor alakult át némileg az intézetünk oktatási és kutatási profilja is. Az intézet nevébe bekerült a multimédia, és intenzív oktatási felkészülést indítottunk el ezen a területen. A területhez tartozó oktatási profilt a következő fejezetben részletezzük.

A csak matematikát oktatók a Matematikai és Számítástudományi Intézethez tartoztak, az intézet többi dolgozójából az Általános Informatikai és Multimédia Intézet alakult. Ez az intézet gondozta a főiskola teljes alpinformatikai képzését. Az egyes karokon az alpinformatikát oktatók a mi intézetünkhöz kerültek.

A 2004-ben újabb átszervezésre került sor. Az új koncepció szerint a matematikai és informatikai alapoktatás átkerült a karokra. A matematikát korábban a könnyűipari főiskolán oktató kollégák ismét visszakerültek intézetünkhöz. Az intézet az átszervezést visszakerült eredeti anyaintézetéhez, az Doberdó úti telephelyen lévő Rejtő Sándor Könnyűipari Mérnöki Karra. Az intézet újra felvette az Informatikai és Matematikai Intézet nevet. Az intézet dolgozói felelnek a Rejtő karon az összes szak matematika oktatásáért, az informatika oktatásért, továbbá gondozói vagyunk a Keleti karon folyó BsC képzés alpinformatika oktatásáért is. A Keleti karral közösen dolgoztuk ki a vállalatirányítás szakirány tantervét, a szakirány több tárgyát is mi gondozzuk.

2. Oktatási profil

Az intézet eredeti, mindmáig alapvető oktatási profilja az alap matematika és számítástechnika oktatása. A könnyűipari főiskolán a tematika kialakítása a szakmai intézetekkel közösen kialakított anyag alapján készült. A matematika az 1. és 2. szemeszterben került oktatásra, az informatika pedig a 2. és harmadik félévben. A főiskolán az alaptárgyak mellett egy sor fakultatív tárgyat is oktattunk. Ezek többek között az alábbi tárgyakat jelentették: hálózati programozás, számítógép hálózatok, excel programozás, adatbáziskezelés, tárolási és visszakeresési módszerek, információs rendszerek, stb.

A Neumann karra kerüléssel a matematikai oktatás elkerült az intézettől az azt oktató kollégákkal együtt. Az informatikai oktatók száma viszont magnőtt az egyéb karokon alapinformatikát oktató kollégákkal. Mind az alapinformatika, mind a matematika tematikájának kidolgozását a tantárgyi felelősök mellett a karok szakmai tárgyakat oktató kollégái végezték. A matematika tárgy tantárgyfelelőse Rudas Imre professzor, az informatikáé pedig Bakó András professzor. Mindkét tárgyból elkezdődött a jegyzetek írása. A matematika jegyzetet Rudas professzor és Zoller Vilmos írta meg. Az informatika jegyzetet egy, az intézetünk oktatóiból alakult team készítette el, szerkesztette Bakó professzor.

Az intézet profilja bővült a multimédia tárggyal. Ennek folyamán több oktató részt vett a megfelelő tematikák és oktatási anyagok kidolgozásában. Az egri főiskola hasonló tárgyakat oktató kollégáival (vezető Kiss Tóth professzor) megkezdtük egy főiskolai multimédia szak kidolgozását. A szakalapításra vonatkozó anyagunkat 2002-ben adtuk be a minisztériumhoz, illetve a megfelelő bizottságokhoz. A kérelem időközben okafogyottá vált, mivel a Bolognai-folyamat eredményeképp kidolgozandó Bsc szakok számának drasztikus csökkentését határozta el a szakminisztérium. Ennek folyamán a szakok számát mintegy harmadára csökkentették, így új szak alapítására nem nyílt lehetőség. A szak helyett így szakirány kidolgozása és indítása látszott lehetségesnek.

A szakirányok közül először az informatikai főiskolai szakra dolgoztuk ki a multimédia szakirányt. Ezt követte az informatika Bsc képzés részére kidolgozott szakirány. Mindkét szakirány a Neumann karon készült el, és hagyatott jóvá. A szakirányok kidolgozásával párhuzamosan elindult az egyes tantárgyak fakultatív tárgyként való meghirdetése. A területhez tartozó tárgyak közül a Neumann, a Keleti és a Rejtő karokon a következő fakultatív tárgyakat hirdettük meg és folyamatosan tartjuk: bevezetés a multimédiába, digitális képfeldolgozás, digitális hangfeldolgozás, digitális mozgóképfeldolgozás. Egy további tárgyat oktattunk külföldi hallgatóknak angolul a multimédia alapjai címen. A Rejtő karon a szakirány engedélyezési folyamata most folyik. A fenti tárgyak prezentációs anyagát a hallgatók rendelkezésére bocsátjuk, e mellett most készült el egy 200 oldalas elektronikus jegyzet a fenti tárgykörben.

A fenti tevékenység mellett megemlítendő, hogy mi gondozzuk az operációkutatás c. kétféléves tárgyat, amit mind a főiskolai, mind a Bsc szakokon oktatunk. A vállalatirányítási szakirányt a Keleti karral közösen indítottuk be, ahol 4 tárgyat oktatunk a témakörben.

3. Kutatás és tudományos aktivitás

3.1. Közlekedési problémák megoldása

A közlekedési problémák matematikai modellezése, és az ezeket megoldó matematikai eljárások elkészítése az intézet egyik fő tudományos profiljába tartozó tudományos kutatási tevékenység. Ennek témában egy kandidátusi és egy MTA doktori cím született. Az intézetünk egyik munkatársa e területen készíti PhD disszertációját. A területen részt veszünk a doktori iskolák oktatásában és egyéb munkájában is a BME-n és a Széchenyi egyetemen.

Alapvetően az alábbi területeken értünk el eredményeket:

- nagyidőtávlatú forgalomtervezési feladat,
- mérnöki szerkezetek leromlási folyamatai,
- úthálózat optimális felújítási és karbantartási tevékenységének meghatározása,
- a fenti rendszerek adatbázishátterének kialakítása,
- a fenti menedzsment rendszerek általánosításai.

A nagyidőtávlatú forgalomtervezési feladat egy város vagy ország úthálózatának fejlesztését oldja meg 10-20 éves időtávlatban. A munka során egy sor matematikai problémát kell megoldani, amelyek segítségével akár Budapest optimális tömegközlekedése is előre tervezhető (l. [1, 2]). Ez utóbbi munkát irányította a szerző a 70-es évek végén. A kutatási eredményeket legteljesebben a [3] publikáció tartalmazza. Az eredmények az utóbbi időben újra felhasználásra kerülnek az optimális útgazdálkodási feladat új modelljének kidolgozásánál (l. [4]).

A mérnöki szerkezetek leromlási folyamatainak modellezése többek között azok optimális karbantartási, felújítási politikájának meghatározásához szükségesek (l. [5]). Itt a statisztikai módszerek mellett a szakértői rendszerek felhasználási lehetőségét is megvizsgáljuk. Ez utóbbiak előnye, hogy idősor nem szükséges a leromlás meghatározásához, elegendő az előző állapot és néhány szakértői becslés (l. [6]).

Úthálózat optimális felújítási és karbantartási tevékenységének meghatározása egy nemzetgazdaságnál néhány tízmilliárdos megtakarítást is eredményezhet. Érdekes

módon a gazdagabb országok (USA, Japán, stb.). A modellezés 20 évvel ezelőtt kezdődött hazánkban. Az első hazai matematikailag korrekt modellt a szerző készítette el (l. [7]). Az alapmodellt, amely egy egyperiódusos eljárás, az alábbiakban mutatjuk be.

A továbbiakban a következő jelöléseket alkalmazzuk az indexekre:

s úttípus (1: aszfaltbeton, 2: aszfaltmakadám)

f forgalmi kategória (1: alacsony, 2: közepes, 3: nagy)

t beavatkozás típusa (1: rutinszerű fennt., 2: felületi bevonás, 3: új aszfalt réteg).

A burkolatállapot leromlására a Markov átmeneti valószínűség mátrixot alkalmazzuk. Erre azért került sor, mert megfelelő idősor nem áll rendelkezésünkre. A mátrix elkészítését szakértői becslések alapján végezzük.

A fenti jelölésekkel Q_{sft} jelenti az s úttípus, f forgalmi kategória és a t beavatkozási típushoz tartozó átmeneti valószínűség mátrixot. Ennek i,j eleme azt mutatja annak a valószínűségét, hogy az elem a periódus végén az i. állapotból a j. állapotba kerül. Öt állapotosztályzatot különböztetünk meg forgalmi kategóriánként. Az összes lehetséges állapotok száma ésszerű összevonás után 41, így a mátrix mérete 41X41.

Jelölje X_{sft} az s úttípushoz, f forgalmi kategóriához és a t beavatkozási típushoz tartozó vektort, X_{sfti} eleme az s,f,t indexekhez tartozó utak i. állapotába eső részére mondja meg, hogy az utak hány százalékán kell a t karbantartást végrehajtani. A továbbiakban az egyszerűség kedvéért az i indexet nem tüntetjük fel, így az X_{sft} vektorral dolgozunk.

A modell egy sor feltételt tartalmaz, amelyek nagy részét opcionálisan használhatjuk. Az első feltétel az ún. Markov-stabilitást biztosítja:

$$\sum_{s=1}^2 \sum_{f=1}^3 \sum_{t=1}^3 (Q_{sft} - U) X_{sft} = 0, \quad (1)$$

Úttípusonként feltételezhetően az összforgalom nem fog változni a tervezési időperiódus alatt, vagy ha változik, akkor nem vesszük figyelembe ennek változását, mivel rövid periódus esetén a változás nem jelentős.

Jelölje a Q_{sft} az átmeneti valószínűség mátrixhoz tartozó 41 elemű ismeretlen vektort X_{sft} , amely az s. burkolattípus és f. forgalmi kategória esetén a t. beavatkozással kezelt területi arányt jelenti.

A modellben feltételezzük, hogy az egyes forgalmi kategóriákba tartozó útburkolatok mennyisége a periódus végére nem változik meg. Az alábbiakban b_{sf}

jelenti az s . burkolattípusú és f . forgalmi kategóriájú utak mennyisége. A fenti feltételt a következőképp fogalmazhatjuk meg:

$$\sum_{t=1}^3 X_{sft} \leq b_{sf}, \quad f = 1, 2, 3, \quad s = 1, 2 \quad (2)$$

ahol b_{sf} az s úttípushoz és az f forgalomnagysághoz tartozó utak mennyisége.

A beavatkozás után keletkező terület-hányadokat az alábbi összefüggésekkel határozhatjuk meg:

$$\sum_{t=1}^3 Q_{sft} X_{sft} - Y_{sf} = 0, \quad s = 1, 2, \quad f = 1, 2, 3 \quad (3)$$

ahol Y_{sf} az s burkolattípus f forgalmi kategóriába tartozó mennyisége a tervezési periódus után.

Az úthálózat minőségi összetételével kapcsolatos feltételeket a következőképp írhatjuk le matematikailag:

$$\begin{aligned} \sum_{s=1}^2 \sum_{f=1}^3 (Y_{sf})_v &\geq \sum_{s=1}^2 \sum_{t=1}^3 (b_{sf})_v, \quad v \in J \\ \sum_{s=1}^2 \sum_{f=1}^3 (Y_{sf})_v &\leq \sum_{s=1}^2 \sum_{f=1}^3 (b_{ij})_v, \quad v \in R \\ \underline{b}_E &\leq \sum_{s=1}^2 \sum_{f=1}^3 (Y_{sf})_v \leq \bar{b}_E, \quad v \in E \end{aligned} \quad (4)$$

ahol

$\sum_{s=1}^2 \sum_{f=1}^3 (b_{sf})_v, \quad v \in J$ a jó állapotminősítő paraméterekhez tartozó területhányad a tervperiódus kezdetén;

$\sum_{s=1}^2 \sum_{f=1}^3 (Y_{sf})_v, \quad v \in J$ a jó állapotminősítő paraméterekhez tartozó területhányad a tervperiódus végén;

$$\sum_{s=1}^2 \sum_{f=1}^3 (b_{ij})_v, \quad v \in R \text{ a rossz állapotminősítő paraméterekhez tartozó}$$

területhányad a tervperiódus kezdetén;

$$\sum_{s=1}^2 \sum_{f=1}^3 (Y_{sf})_v, \quad v \in R \text{ a rossz állapotminősítő paraméterekhez tartozó}$$

területhányad a tervperiódus végén;

$$\sum_{s=1}^2 \sum_{f=1}^3 (Y_{sf})_v, \quad v \in E \text{ az egyéb állapotminősítő paraméterekhez tartozó}$$

területhányad a tervperiódus végén;

\underline{b}_E illetve \bar{b}_E az egyéb útszakaszok területhányadára vonatkozó alsó, illetve felső korlát és $J \cup R \cup E = N$.

A (1)-(4) feltételeknek eleget tevő X megoldások a lineáris programozási feladat lehetséges megoldásai. Az egyik lehetséges célfüggvény esetén ezen X megoldások közül azt a megoldásvektort (vagy vektorokat) kell a meghatározni, amelyhez tartozó összes beavatkozási költség minimális, azaz

$$C = \sum_{s=1}^2 \sum_{f=1}^3 \sum_{t=1}^3 X_{sft} C_{sft} \longrightarrow \text{MIN!} \quad (5)$$

A feladatot ezzel a célfüggvénnyel megoldva megkapjuk azt a C értéket, amennyi összeg szükséges a (1)-(4) feltételekben előírt feladatok megvalósításához.

Rendszerint ez az összeg nem áll rendelkezésre, hanem valamely $C^* < C$ összeg. Ekkor a költségkorlát bekerül a feltételek közé, azaz:

$$\sum_{s=1}^2 \sum_{f=1}^3 \sum_{t=1}^3 X_{sft} C_{sft} \leq C^* \quad (6)$$

A cél ez esetben olyan megoldás keresése, ahol az utazók összhaszna maximális.

Jelölje az s úttípushoz, f forgalmi típushoz és a t beavatkozáshoz tartozó haszon értékét H_{sft} . A célfüggvény ez esetben tehát az egyének utazásaihoz tartozó összhaszn maximalizálása:

$$\sum_{s=1}^2 \sum_{f=1}^3 \sum_{t=1}^3 Y_{sf} H_{sft} \longrightarrow \text{MAX!} \quad (7)$$

A beruházási költség minimalizálását, illetve a közlekedő hasznának maximalizálását együttesen figyelembevevő célfüggvény:

$$\alpha \left(\sum_{s=1}^2 \sum_{f=1}^3 \sum_{t=1}^3 X_{sft} C_{sft} \right) - \beta \left(\sum_{s=1}^2 \sum_{f=1}^3 \sum_{t=1}^3 Y_{sft} H_{sft} \right) \longrightarrow \text{MIN!}, \quad (8)$$

ahol α illetve β súlyozási tényezők, amelyet a felhasználó adhat meg az elérendő feladatot figyelembe véve. A modell többidőperiódusos változatát is elkészítettük, amely kijavítja a külföldön használatos modellek matematikai hibáit (l. [8]).

Az adatbázis háttér kialakítása szükséges a modellek működéséhez. Ezt mind közúti, mind autópálya, mind település szinten támogattuk (l. [9]).

A menedzsment rendszerek számos általánosítását készítettük el. Ezek egyik vonulata a kombinált út-híd gazdálkodási rendszerekkel foglalkozik (l. [10]). A másik modellrendszer az infrastruktúra rendszerek menedzselésének leggazdaságosabb megoldását oldja meg. Végül a legáltalánosabb modell a vagyongazdálkodási feladattal foglalkozik, ahol az összes lehetséges erőforrás optimális felhasználása a cél (l. [11]).

3.2. Egyéb kutatási tevékenység

A fenti terület mellet néhány további sikeres területen is folytatunk kutatási tevékenységet. Az egyik téma vezetője Zoller Vilmos, amelyet a BME Közlekedési Karával közösen művelünk.

Ez a komoly tudományos eredményeket elérő kutatás a pálya/jármű-rendszer dinamikájának analitikus vizsgálatával foglalkozik.

Ennek keretében a következő kutatási eredmények születtek:

- A Bernoulli-Euler- és a Timoshenko-féle gerendaoperátorok matematikai vizsgálata. [12]
- A gerendaegyenletek analitikus megoldása különböző csatolt pálya-, ill. járműmodellekre diszkrét rugalmas alátámasztás esetén. [13]
- A fenti problémák vizsgálata folytonos rugalmas alátámasztás esetén. [4]
- A pálya geometriai és dinamikus egyenletlenségeinek hatása. [20]
- A járműrendszer-dinamika nemlineáris rezonanciáinak analízise. [5]
- A kerék/sín kapcsolat geometriájának vizsgálata. [9]
- Vasúti pályamérési eljárások matematikai alapokon történő kidolgozása.
- A periodikusan alátámasztott húr-, ill. gerendaprobléma Green-függvényének explicit előállítás.
- Törésdinamikai vizsgálatok.

A témában a BME Közlekedésmérnöki Kar mellett együttműködünk a következő intézményekkel: Technische Hochschule Dresden, Moscow Lomonosov University, Universität Hannover, European Consortium for Mathematics in Industry, International Society for the Interaction of Mathematics with Mechanics.

A másik terület Dénes József témavezetéséhez kötődik. A munka alapját a hidrodinamikai problémák vizsgálata képezi. Ennek során a Prandtl-féle határréteg egyenlet megoldásával néhány problémát sikerült megoldani:

- (i) Két dimenziós határréteg problémák megoldása Blasius- és Görtler-féle sorfejtéssel.
- (ii) Ritz-Galerkin-típusú módszerek alkalmazása három dimenziós határréteg problémák megoldása.

E mellett eredmények születtek a rákbetegségek kialakulásának matematikai modellezésével kapcsolatban.

Irodalomjegyzék

- [1] Bakó A.: Some Problems and Algorithm for Traffic Planning and Forecasting, Mitteilungen der Mathematischen Gesellschaft der DDR 1(1976), 11-15
- [2] Bakó A.: Forgalmelosztás megoldása számítógéppel, Alkalmazott matematikai lapok 6(1981), 351-392 (in Hungarian)
- [3] Bakó A.: Forgalom szétosztás és elosztás tervezési modelljeinek matematikai és számítástechnikai értékelése és fejlesztése, Kandidátusi értekezés; 1980, 220. o.
- [4] Bakó A., Ambrusné, S., K. Tóth L.: Traffic Dependent Pavement Management Algorithm, Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Cybernetics, Tallin, 2006, 231-236
- [5] Bakó A., Tóth, L.: Optimal Life-time Maintenance Policy and Deterioration Process, Proceedings of IEEE 9th International conference on Intelligent Engineering Systems, 2005, 229-232
- [6] Bakó, A., Gáspár, L., Szantai, T.: Optimization Procedure for Managing Pavement, Proceedings of the 3th International Conference on RAT 1081-1092, V2. 1998
- [7] Bakó A.: Linear Multistage Optimization System, Periodica Politechnika 4(1996), 53-63
- [8] Bakó, A., Klafszki, E., SzántayT., Gáspár, L.: Optimization Techniques for Planning Highway Pavement Improvements, Annal of Operations Research 58(1995) 55-66

- [9] Bakó A., Ambrusné, S., K., Gyulai A.: Multipurpose City Data Bank, Proceedings of the 9th International Road Conference, Roads for Sustainable Development, 2006 Cd publishing, p 7
- [10] Bakó A., Tóth, L.: Optimal Life-time Maintenance Policy and Deterioration Process, Proceedings of IEEE 9th International conference on Intelligent Engineering Systems, 2005, 229-232
- [11] Bakó A., Gáspár L., Toward a Transportation Asset Management in Hungary, Proceedings of the 3rd International Conference on Decision Making, 2002, London, p. 12 (CD publishing)
- [12] V. Zoller, I. Zobory: Relations between the Motion-Responses caused by Fixed and Moving Loads Acting on Discretely Supported Strings and Beams In: M. Anile, V. Capasso and A. Greco (eds.) Progress in Industrial Mathematics at ECMI 2000, *Mathematics in Industry 1*, Springer/Berlin, 657-661 (2002)
- [13] I. Zobory, V. Zoller, Z. Zábóri: Time Domain Analysis of a Railway Vehicle Running on a Discretely Supported Continuous Rail Model at a Constant Velocity. *Zeitschr. f. angew. Math. u. Mech.* 76, S4, 169-172 (1996)
- [14] I. Zobory, **V. Zoller**: Track-Vehicle In-Plane Dynamical Model Consisting of a Beam and Lumped Parameter Components. *Periodica Polytechnica, Ser. Transp. Eng.* 25, No. 1-2, 3-8 (1997)
- [15] **V. Zoller**, I. Zobory: Dynamic Behaviour of a Railway Track with Initial Geometrical Irregularity under the Action of a Moving Load. In: A. Buikis, R. Čiegis, A. D. Fitt (eds.) Progress in Industrial Mathematics at ECMI 2002, *Mathematics in Industry*, Springer/Berlin, 405-409 (2004)
- [16] I. Zobory, V. Zoller: On Dynamical Processes in Railway Traction Units caused by Wheelset Gravity Point Eccentricities. *Periodica Polytechnica, Ser. Transp. Eng.* 23, No. 1-2, 37-44 (1995)
- [17] **Zoller V.**: A kerék-sín érintkezés differenciálgeometriája (Differential geometry of the wheel/rail contact). In: I. Tóth (Ed.), *KMF Tudományos Közlemények* (Scientific Communications of TCLI), Technical College of Light Industry/Budapest, 79-82, 1999
- [18] V. Zoller, I. Zobory: Railway Track Dynamics by Using Winkler Model with Initial Geometrical Irregularity and Stiffness Inhomogeneity. In: I. Zobory (Ed.) *Proc. 8th Mini Conf. Vehicle System Dynamics, Identification and Anomalies*, Budapest Univ. Technology Economics, 127-136 (2002).
- [19] J. Dénes, I. Patkó: Computation of Boundary Layers. *Acta Polytechnica Hungarica* 2, (79-87) (2004)
- [20] J. Denes, D Krewski: An Exact Representation for the Moolgavkar-Venson-

Knudsen Model of Carcinogenesis with Stochastic Stem Cell Growth.
Mathematical Biosciences, 1995

- [21] J. Denes, D. Krewski, J. Blakey: Application of Receptor Binding Models in Toxicology and Toxicological Risk Assessment. L. Chung ed. Marcel Dekker New York, 1995