

Emberi erőforrás elemzése szimulációs modellezéssel¹

1. Bevezetés

Köztudott, hogy nehezen strukturálható komplex folyamatok empirikus leírása nem könnyű feladat. Még nehezebb a helyzet, ha ilyen folyamatok elemzése során a prognosztikai megközelítést is megkíséreljük. Mindazonáltal, legyen szó bármilyen bonyolult rendszerről, a tervezés — a korlátokat és lehetőségeket felismerő tudatos előrelátás — igénye hatókörébe von minden olyan módszert, amely információt nyújthat a komplex folyamatok előrejelezhető változásairól.

Az erőforrás elemzés jellemzője, hogy egymással kölcsönhatásban álló sok tényező vizsgálatára vállalkozik. A társadalmi-gazdasági folyamatokkal való szoros összefüggés a relatíve könnyen kezelhető fizikai tényezők mellett olyan hatásrendszert alkot, amelyet a stratégiai tervezéssel foglalkozók általában adaptív módon szemlélnek. Ez a felfogás abban is kifejeződik, hogy az előrejelzés-tervezés outputjai egyre inkább alternatív forgatókönyvek vagy közgazdasági-matematikai modellek vagy szakértői vélemények által kialakított verbalizált modellek eredményei.

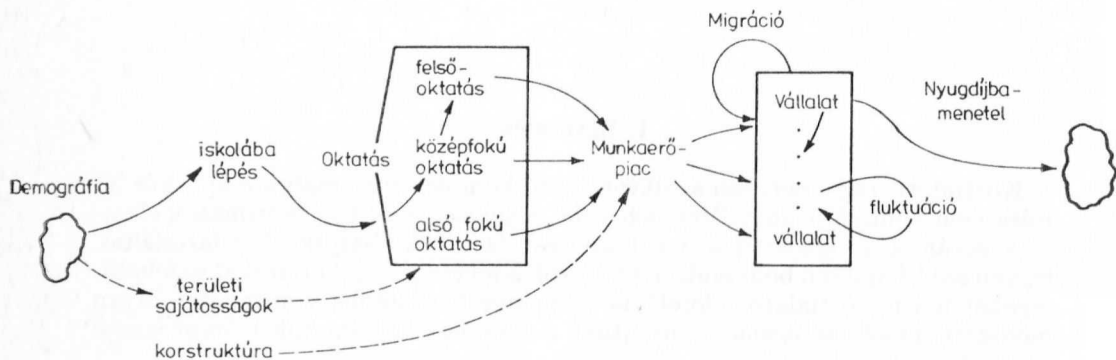
Különösebb indoklást nem igényel az az állításunk, hogy az emberi erőforrás hasznosítási folyamatában számos olyan tényező van, amelyet viszonylag egyszerű eszközökkel formalizálhatunk. Ilyennek tekinthetjük például azokat a demográfiai tényezőket,² amelyek a népesség jelenlegi nagyságát, területi megoszlását, korösszetételét, iskolázottságát a jelenben statisztikai adatokkal, illetve a jövőben prognózisok segítségével adják meg.

Hasonlóan „kemény” struktúrájának tekinthető a felnövekvő nemzedék szakmastruktúrájának kialakításában meghatározó szerepet játszó oktatási rendszer. Még ha jól strukturált folyamatnak tekinthető is a munkaerő felkészítése — noha az oktatási rendszer fejlesztésének problematikája sem írható le és szimulálható egyszerűen — annál bonyolultabb a helyzet az elsősorban a foglal-

¹ A jelen tanulmány a rendkívül széles spektrumú erőforrás-elemzéseknek elsősorban azon részével érintkezik, amely a számítógépes modellezés módszerét alkalmazza; az erőforrások hasznosítási folyamatait tervezési szempontból elemzi. E megközelítés, bár széles körben ismerik, a gyakorlatban még alig alkalmazzák. Az a tény azonban, hogy 1982-ben hazánkban az UNESCO támogatásával konferenciatorozat kezdődött (Balaton Group), amelynek célja a modellezést erőforrás elemzésre alkalmazni (Resource Management), feltehetően ösztönzően hat a magyar tervezés-tudomány fejlődésére is. Ehhez kapcsolódik az Ipari Minisztérium által koordinált kutatás az emberi erőforrás hasznosításáról. Erről adunk itt esetelemzést is bemutatató áttekintést.

² A demográfiai tényezők determinisztikus hatását az oktatási, fejlesztési modellek konstrukciójára számos tanulmány meggyőzően mutatja be. Így utalhatunk Deif (1980) és Batey (1981) munkáira. Ezek a modellek inkább elméleti jelentőségűek, s csupán Deif esetében kapcsolódnak számítógépes realizáláshoz.

koztatási rendszerbe belépő munkaerő elosztása, majd fluktuációs, migrációs mozgása. A munkaerőpiac sajátos „puha” szférája a foglalkoztatási rendszernek, e piacot politikai, elsősorban foglalkoztatáspolitikai és szociálpolitikai hatások befolyásolják. E ponton jut el minden modellkonstrukció ahhoz a kritikus szakaszhoz, amikor a tényleges adatkezelés vagy transzformáció végső-



1. ábra. A munkaerőforrás faktografikus összefüggéseinek sémája

soron kvalitatív elemzést, pontosabban olyan információkat eredményez, amelyek nem határozzák meg, de mindenképpen orientálhatják a szociálpolitikát.

Valójában a faktografikus megközelítés érvényesítése sem egyszerű feladat, mivel különböző struktúrák egymásra épüléséről van szó (1. ábra). Akár e demográfiai tényezőket, akár az oktatást, vagy a vállalatokat szemléljük, egyértelmű, hogy strukturált jelenségről, illetve szervezetekről beszélhetünk.³

Ezeknek a struktúráknak a rendszerbefoglalása explicit modellnek még nem nevezhető, s a leíró megközelítést a konstrukció eme szintje nem haladja meg. Az adott szinten csupán az oksági összefüggések egyik lehetséges formáját adhatja meg a bemutatott séma. Megváltozik a helyzet, ha a rendszer lényegi funkcióit befolyásoló preferenciákat fogalmazzuk meg, illetve ha empirikusan olyan állapotjellemzők regisztrálhatók, amelyek a működés szempontjából kritikusnak tekinthetők.

Viszonylag könnyű, akár a felvázolt séma alapján is, a rendszer funkcióit befolyásoló állapotjellemzőket találni. Ilyenek például: a demográfiai hullámmás, az iskolarendszerben oktatott szakmák és a foglalkoztatási szerkezet közötti strukturális eltérés. Mindezek egyidőben hoznak létre hiányt és felesleget a munkaerőpiacon. Ez az ismert állapot globálisan kezelhető, sőt a valóságos piaci automatizmusok valamiféle kvázi egyensúlyt létre is hoznak. Problématiság ugyanakkor, ha egy-egy ágazat, régió vagy vállalat preferálása a feladat. (Kimutatható, hogy a társadalmi törekvések egyértelműen erre irányulnak.)

³ A modellkonstrukció számára, a szélesebb értelemben felfogott erőforráshasznosítási folyamat strukturális összefüggéseinek leírásához, jelentős szemléletformáló segítséget nyújtottak Marchetti (1980), Hajkamp és Nijkamp (1981) és Mulligan (1983) munkái.

2. A modellkonstrukció általános orientációja

A probléma nem csupán a konkrétizálás oldaláról modellezéstechnikai kérdésként fogalmazható meg. A preferenciák megállapításának társadalom- és gazdaságpolitikai meghatározottságával összefüggő jóval súlyosabb kérdés az, hogy mennyiben és milyen eszközökkel preferálható egy-egy terület, gazdasági szervezet.

E ponton tűnik az egyik legtöbb információt nyújtó megoldásnak a szimuláció, amely a modellkonstrukció befejeztével alkalmazható operatív, kísérleti módszer. A szimuláció ebben a felfogásban — elsősorban számítógépes elemzési módszer. Ez a módszer különböző struktúrák relevanciáját a forrás-felhasználás íve mentén differenciáltnan vizsgálja, és így lehetővé teszi a fejlesztési alternatívák politikai mérlegelését lokális és centrális szempontból. Ugyanakkor a szimuláció, mint rendkívül gyors struktúramódosítási lehetőség, a komplex kiértékelés jóvoltából a fenti problémák megoldásához szintén hozzájárulhat. Egyfelől, a modell-technika oldaláról, a flexibilis struktúra kialakítását és kezelését teszi lehetővé, másfelől a preferenciák módosításával lehetőséget nyújt alternatív elemzésekre.

Explicite formalizált vagy implicite elfogadott modell nélkül szimulálni nem lehet. A számítógépes szimuláció lényeges előfeltétele, hogy a modell állapotának leírására változókat vezessünk be, s a változók közötti kapcsolatokhoz függvényeket rendeljünk. Ez nem jelent — mint ahogy ezt a következőkben részletesen is bemutatjuk — és az adott modell jellegéből adódóan nem is jelenthet teljesértékű matematikai-logikai modellt.

Visszatérve az erőforráselemzéshez, a tényleges modellkonstrukciót a következő hipotézis alapján kezdtük el:

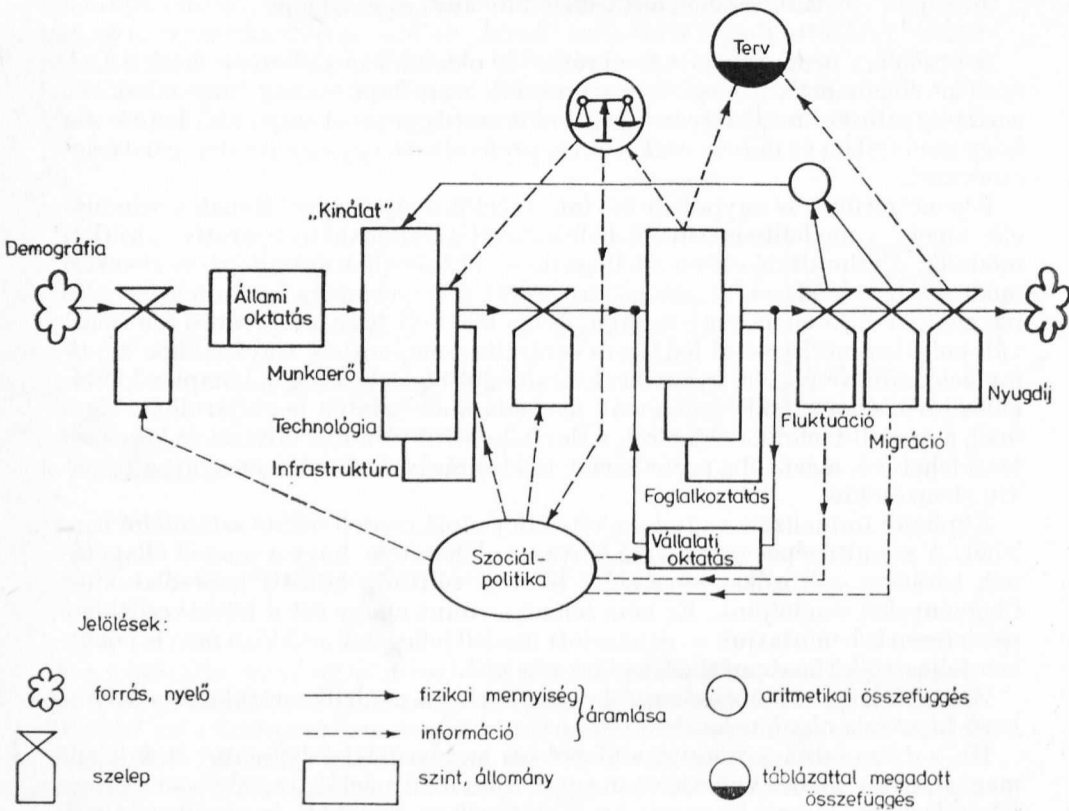
Ha a társadalmi-gazdasági erőforrások hasznosítási folyamatairól a jelent meghaladva a jövőre vonatkozóan egyre több információval rendelkezünk, úgy feltételezhető, hogy a tervezés „mozgástere” növekedhet, és az alternatívák kidolgozásával a stratégiai tervezés a valóságformálás hatékonyabb eszközévé válhat. Ehhez a fejlődéshez a szimuláció azzal járulhat hozzá, hogy az adott rendszerről rendelkezésre álló információkat eltérő struktúrák és dinamikák figyelembevételével dolgozza fel.

A munkaerőforrás elemzéséhez pedig a következő — részben a preferenciálást is érintő — hipotézis megfogalmazásával kezdtünk:

Kielégíthető-e egy vállalat hosszabb távon megfogalmazott munkaerőigénye (mennyiségi és minőségi komponenseit együttesen szemlélve) a területi munkaerőforrásoknak, alapvetően a szociálpolitikai tervezés és intézkedés által végrehajtott intenzifikálásával.

A hipotéziseket a szimuláció nem döntheti el, de a bemutatandó DMDS (Dynamics of Manpower Demand and Supply) modell hozzájárulhat az élőmunka hasznosítási folyamatainak szimulációs elemzéséhez. Mivel távlati célunk az, hogy az élőmunka, a holtmunka és a technológia közötti kölcsönhatást is vizsgáljuk, ezért a modell a „materializált technológiát” hasonló mechanizmusként kívánja kezelni mint az élőmunkát, s elemezni kívánja a helyettesítés lehetőségeit.

Munkánk konkrét célja tehát az volt, hogy a népesség, az oktatás, a foglalkoztatás és a szociálpolitika dinamikus összefüggéseit leíró modellel a stratégiai tervezés információs bázisát kiegészítsük, újabb dimenziókkal gazdagítsuk. Arra törekedtünk, hogy a DMDS modell integrálható legyen egy globális



2. ábra

h
a
összútavú tervezési modellbe, azonban a feladat konkretizálása során csupán az emberi erőforrás hasznosítási folyamatainak leírására vállalkoztunk. Az élőmunka alrendszer szoros összefüggésben van a nyersanyag-hasznosítás alrendszerével, s a kettő közötti dinamikus kölcsönhatást fejezi ki az alkalmazott technika/technológia később sorra kerülő prognosztikai elemzése.

A DMDS modellben a demográfiai helyzetnek és prognózisnak, az oktatási rendszer dinamikájának, valamint a foglalkoztatás szerkezetének térbeni és időbeli kapcsolatait kívántuk elemezni. Kísérletet tettünk arra, hogy 2000-ig az energetika és az ipar felé irányuló potenciális munkaerőkínálat függvényeit, s a szociálpolitika stratégiai elemeit kvalitatíve leírjuk. A modell folyamatokat ábrázol, leírja a „kínálat” és állomány struktúráját, és összehasonlítja ezt a tervekben rögzített „szükséglet”-tel. Lehetővé teszi a differenciált hasznosítási stratégia, sőt távlatilag a munkaerő-hasznosítási folyamat optimalizálását.

A hosszabb távú elemzés keretei között a számítógépes szimuláció eljárását alkalmaztuk. A kutatás első szakaszában kialakítottuk az élőmunka hasznosítási folyamatának elemző modelljét. A blokkvázlatokon alkalmazott jelölések általános értelmezését és a DMDS modell főbb összefüggéseit a 2. ábra mutatja be.

Célunk olyan általános elemző eljárás konstruálása volt, hogy a munkálatok következő szakaszában a típusmodellel több ágazatot lehessen szimulálni, — például: az energetika, a kohászat, és az építőanyagipar munkaerőgazdálkodását. Ezért arra törekedtünk, hogy a folyamatok együttfutását, a „keresleti” és „kínálati” állományok egymásraépülését úgy oldjuk meg, hogy a szimuláció a stratégiai tervezés számára alkalmazható eredményeket szolgáltatson.

Utalnunk kell arra, hogy ez a számítógépes szimuláció, bár feltárja a komplex kölcsönhatásokat is, elsősorban a makró folyamatokat elemzi. Olyan folyamatokat, amelyek vertikálisan tagoltak ugyan, de horizontálisan nem osztottak, annak ellenére, hogy a folyamat jellemző paramétereit térség, régió szinten aggregálják. Éppen ezért tovább kutatandó, hogyan lehet a térszerkezet figyelembevételével, a lineáris programozás alkalmazásán túl a számítógépes szimulációt is a stratégiai tervezés folyamatába illeszteni. A modellszerkesztésnek ezen a szintjén foglalkozni kell azzal a problémával, hogy a stratégiai jellegű döntések operacionalizálása során az erőforrások allokációja elengedhetetlen. Vagyis a globális szemlélet minden határon túl nem tartható fenn; szembe kell nézni azzal a ténnyel, hogy az ilyen modellezés a politika formálásához, a döntések előkészítéséhez alig nyújthat segítséget.

Más jellegű, de a struktúrák bonyolultságával összefüggő kérdés a modellezés „értelmezési tartománya”. Ezek az értelmezési keretek esetenként szinte kizárólagosan az anyagi-technikai folyamatokra korlátozódnak, a nagyobb bizonytalanságú társadalmi-emberi viszonylatokat is csupán az elsődleges fizikai paraméterek mentén (népesség létszáma, korösszetétele, átlagéletkora stb.) kísérlük meg kezelni.

3. A munkaerő hasznosítási folyamatának matematikai formalizálása

Az általános modell-struktúra részletes formalizációjának lényege az volt, hogy bevezettünk létszámfüggvényeket — ezeknek dimenziója értelemszerűen emberfő —, továbbá valószínűségi változókat. Ez utóbbiak a szimuláció, a stratégiai tervezés alternatíváinak értelmezése során változhatnak. Viszonylag részletesen, kvázi-lineárisan felépíthető a munkaerő-kínálati és -keresleti struktúra. A kettő kapcsolata — a fluktuációs és migrációs munkaerőáramlás miatt — a linearitást hosszabb távon szükségszerűen felbontja. A kereslet — kínálat mérlegének „kilengése” esetén bizonyos, elsősorban stratégiai elemektől függő, döntések születnek, melyek egyes valószínűségi változók értékeinek diszkrét változásában jelentkeznek.

A függelékben definiált függvények és valószínűségi változók segítségével felépítettük először a „kínálati”, majd a „keresleti” oldalt, s végül a szimuláció menetéhez szükséges beavatkozó (szabályozó) függvényeket.

Az alkalmazott jelölések a következőképpen értelmezhetőek:

- nagybetűvel jelöljük a létszám-függvényeket, kisbetűvel a valószínűségi változókat,
- a bemeneti függvények I betűvel, a kimeneti függvények O betűvel kezdődnek,
- a kínálati állományt felépítő függvények S betűvel, a keresletiek D betűvel kezdődnek,

— a PE-vel kezdődő függvények az általános iskoláztatásra, az SE-vel kezdődők a gimnáziumi iskoláztatásra, a TE-vel kezdődők a középfokú szakképzésre vonatkoznak,

— t az időindex (abszolút), k a pótindex (relatív), s az iskolaév indexe.

— i a szakmaindex, j a pótindex (szakma és foglalkozás-váltás)

— m — ágazati, területi szektorális index.

1. Kínálati oldal formalizálása során kialakíthatók az $SPE(T, i, m)$ $SSE(T, i, m)$ és az $STE(T, i, m)$ függvények.

$SPE(T, i, m)$: szakképzetlenül el akar helyezkedni az i -edik szakma m -edik szektorában T évben.

$SSE(T, i, m)$: gimnáziumi végzettséggel el akar helyezkedni az i -edik szakma m -edik szektorában T évben.

$STE(T, i, m)$: szakképzettséggel el akar helyezkedni az i -edik szakma m -edik szektorában T évben.

Első lépésként az általános iskolába lépők számát leíró függvényt kell meghatározunk:

$$IPE(T) = \sum_{k=6}^{\infty} epe(k) \cdot P(T - k), \quad (1)$$

ahol

$IPE(T)$: az általános iskolába lépők száma T évben,

$epe(k)$: k évesen általános iskolába lépés valószínűsége.

Ez a jelenlegi gyakorlatot figyelembe véve a 6 éves korosztály és ennek iskolába lépési valószínűségének szorzatösszegével adható meg.

Hasonló összefüggésként írható le az általános iskolából kilépők száma:

$$IPE(T) = \sum_{k=8}^{\infty} spe(k) \cdot IPE(T - k), \quad (2)$$

ahol

$spe(k)$: k év alatt az általános iskola elvégzésének valószínűsége.

A kilépők a szakképzetlen foglalkoztatás, a középfokú szakképzés és a gimnáziumi képzés irányában összegező kifejezéssel is megadhatók:

$$OPE(T) = \sum_i \sum_m SDE(T, i, m) + \sum_i ITE(T, i) + ISE(T), \quad (3)$$

ahol

$OPE(T)$: az általános iskolából kilépők száma T évben.

$SDE(T, i, m)$: T évben általános iskolát végzett és szakképzetlenül munkábaállók száma.

$ITE(T, i)$: az i -edik szakma szakképzésébe lépők száma T évben.

$ISE(T)$: gimnáziumba lépők száma T évben.

$SDE(T, i, m)$ a következő összefüggéssel adható meg:

$$SDE(T, i, m) = ede(T, i, m) \cdot OPE(T) \quad (3.1)$$

ahol

$ede(T, i, m)$: T évben az általános iskolából való kilépés és szakképzetlenül munkába lépés valószínűsége.

A középfokú képzésbe történő belépést két további függvény írja le, az egyik a szakképzésre, a másik a gimnáziumba lépésre vonatkozik:

$$\text{ITE}(T, i) = \text{ete}(T, i) \cdot \text{OPE}(T) \quad \forall i \quad (4)$$

$$\text{ISE}(T) = \text{ese}(T) \cdot \text{OPE}(T), \quad (5)$$

ahol

$\text{ete}(T, i)$: T évben i -edik szakképzésbe lépés valószínűsége

$\text{ese}(T)$: T évben gimnáziumba lépés valószínűsége.

A kimeneti függvények a képzés időtartamát figyelembe véve:

$$\text{OTE}(T, i) = \sum_{k=3}^{\infty} \text{ste}(k, i) \cdot \text{ITE}(T - k, i) \quad \forall i, \quad (6)$$

ahol

$\text{OTE}(T, i)$: az i -edik szakma szakképzéséből kilépők száma T évben.

$\text{ste}(k, i)$: az i -edik szakképzés k év alatti sikeres elvégzésének valószínűsége.

A szakképzés esetében 3 éves képzési időt számolva, s értelmezve a szakmastruktúrát (i), a gimnázium esetében

$$\text{OSE}(T) = \sum_{k=4}^{\infty} \text{sse}(k) \cdot \text{ISE}(T - k), \quad (7)$$

ahol

$\text{OSE}(T)$: gimnáziumból kilépők száma T évben.

$\text{sse}(k)$: a gimnázium k év alatti sikeres elvégzésének valószínűsége.

A szakképzetlen munkaerőkínálat blokkja viszonylag több forrásból is táplálkozik, a (3.1-ben) már szerepelt SDE-t is magában foglaló SPE függvényt a következő kifejezéssel adhatjuk meg:

$$\begin{aligned} \text{SPE}(T, i, m) = & \sum_i \sum_m \text{SDE}(T, i, m) + \sum_{k=1}^n \text{fse}(k) \cdot \text{ISE}(T - k) + \\ & + \sum_{k=1}^3 \text{fte}(i, k) \cdot \text{ITE}(T - k, i), \end{aligned} \quad (8)$$

ahol

$\text{SPE}(T, i, m)$: szakképzetlenül el akar helyezkedni az i -edik szakma m -edik szektorában T évben.

$\text{fse}(k)$: lemorzsolódás valószínűsége a gimnázium k -adik évében.

$\text{fte}(i, k)$: lemorzsolódás valószínűsége az i -edik szakképzés k -adik évében.

Vagyis e blokkba kerülnek az általános iskolát követően szakképzettség nélkül elhelyezkedők, a középfokú képzésből lemorzsolódók és azok is akik szakképzettséggel nem rendelkeznek és foglalkozásukat elhagyják.

A fenti kifejezéshez a valószínűségi változókra vonatkozó két összefüggést is meg kell adnunk:

$$\sum_{k=1}^n \text{fse}(k) + \sum_{k=4}^{\infty} \text{sse}(k) = 1 \quad (9)$$

$$\sum_{k=1}^n \text{fte}(i, k) + \sum_{k=3}^{\infty} \text{ste}(i, k) = 1. \quad (10)$$

A továbbiakban a kvalifikált munkaerőkínálatot leíró függvényt ismertetjük. A szakmastruktúrát tükröző STE(T, i, m) felépülése a következő:

$$\text{STE}(T, i, m) = \text{ewte}(T, i, m) \cdot \text{OTE}(T, i) + \text{SMTE}(T, i, m) + \text{FTE}(T, i, m) \quad \forall i, \forall m, \quad (11)$$

ahol

$\text{ewte}(T, i, m)$: a T évben szakképzettséggel munkába lépés valószínűsége.

$\text{SMTE}(T, i, m)$: szakképzettséggel az i -edik szakma m -edik szektorába áramlás migrációval (állományba).

A szakképzésből kilépők és munkavállalók mellett a vállalati-üzemi oktatásban kiképzettek és a szakképzettséggel migráció következtében megjelentek alkotják ezt a blokkot.

Ide tartozó segédösszefüggés:

$$\sum_i \sum_m \text{ewte}(T, i, m) \leq 1 \quad \forall T. \quad (12)$$

A részleges hiányt az adja, hogy a felsőfokú továbbtanulás miatt a középfokú szakképzettséggel munkába állók száma nem egyezik a középfokú szakképzés teljes outputjával.

2. A kereslet oldalon három domináns függvény van: a $\text{DPE}(T, i, m)$, a $\text{DSE}(T, i, m)$ és a $\text{DTE}(T, i, m)$.

Leírásukhoz először értelmeznünk kell a migrációs összefüggéseket:

$$\text{MPE}(T, i, m) = \text{mpe}(T, i, m) \cdot \text{EPE}(T, i, m), \quad (13)$$

ahol

$\text{MPE}(T, i, m)$: az i -edik szakma m -edik szektorának elhagyása T évben munkahelyváltás miatt.

$\text{mpe}(T, i, m)$: szakképzetlen kiáramlás valószínűsége az i -edik szakma m -edik szektorában T évben.

$$\text{MSE}(T, i, m) = \text{mse}(T, i, m) \cdot \text{ESE}(T, i, m), \quad (14)$$

ahol

$\text{MSE}(T, i, m)$: az i -edik szakma m -edik szektorának elhagyása T évben munkahelyváltás miatt.

$\text{mse}(T, i, m)$: gimnáziumi végzettségű kiáramlás valószínűsége az i -edik szakma m -edik szektorában T évben.

$$\text{MTE}(T, i, m) = \text{mte}(T, i, m) \cdot \text{ETE}(T, i, m), \quad (15)$$

ahol

$\text{MTE}(T, i, m)$: az i -edik szakma m -edik szektorának elhagyása T évben munkahelyváltás miatt.

$\text{mte}(T, i, m)$: szakképzett kiáramlás valószínűsége az i -edik szakma m -edik szektorában T évben.

A kereslet változásában, szabályozásában jelentős szerepe van a vállalati-üzemi oktatás stabilizáló hatásának.

A vállalati oktatás rendszerét a következő két függvény írja le:

$$\text{FSE}(T, i, m) = \text{fse}(T, i, m) \cdot \text{EPE}(T, i, m) \quad (16)$$

$$\text{FTE}(T, i, m) = \text{fte}(T, i, m) \cdot \text{EPE}(T, i, m), \quad (17)$$

ahol

- $\left. \begin{array}{l} \text{FSE}(T, i, m) \\ \text{FTE}(T, i, m) \end{array} \right\}$: vállalati oktatásban részt vevők száma.
 az i -edik szakma m -edik szektorában T évben.
- $\text{EPE}(T, i, m)$: szakképzetlenül az i -edik szakma m -edik szektorában dolgozók száma T évben.
- $\left. \begin{array}{l} \text{fse}(T, i, m) \\ \text{fte}(T, i, m) \end{array} \right\}$: a gimnáziumi, ill. a szakképzés valószínűsége
 vállalati keretben az i -edik szakma m -edik szektorában T évben.

Vagyis az egy adott szakmában dolgozók száma függ az előző évi állománytól, az aktuális évben belépőktől, a vállalati oktatásból az $i - 1$ -ről i -re, ill. az i -ről $i + 1$ -re átképzettek számától, valamint a fluktuáció és migráció következtében eltávozottak és végül a nyugdíjba mentek számától.

Erre vonatkozóan értelmezzük a következő három függvényt:

$$\begin{aligned} \text{a) } \text{EPE}(T, i, m) = & \text{EPE}(T - 1, i, m) + \text{IWPE}(T, i, m) - \text{FSE}(T, i, m) - \\ & - \text{FTE}(T, i, m) - \text{MPE}(T, i, m) - \text{RPE}(T, i, m), \end{aligned} \quad (18)$$

ahol

$\text{IWPE}(T, i, m)$: szakképzetlenül az i -edik szakma m -edik szektorában ténylegesen alkalmazottak száma T évben.

$\text{RPE}(T, i, m)$: nyugdíjazás az i -edik szakma m -edik szektorában T évben.

$$\begin{aligned} \text{b) } \text{ESE}(T, i, m) = & \text{ESE}(T - 1, i, m) + \text{IWSE}(T, i, m) - \text{MSE}(T, i, m) - \\ & - \text{RSE}(T, i, m), \end{aligned} \quad (19)$$

ahol

$\text{ESE}(T, i, m)$: gimnáziumi végzettséggel az i -edik szakma m -edik szektorában dolgozók száma T évben.

$\text{IWSE}(T, i, m)$: gimnáziumi végzettséggel az i -edik szakma m -edik szektorába ténylegesen felvettek száma T évben.

$\text{RSE}(T, i, m)$: nyugdíjazás az i -edik szakma m -edik szektorában T évben.

$$\begin{aligned} \text{c) } \text{ETE}(T, i, m) = & \text{ETE}(T - 1, i, m) + \text{IWTE}(T, i, m) - \text{MTE}(T, i, m) - \\ & - \text{RTE}(T, i, m), \end{aligned} \quad (20)$$

ahol

$\text{ETE}(T, i, m)$: szakképzettséggel az i -edik szakma m -edik szektorában dolgozók száma T évben.

$\text{RTE}(T, i, m)$: nyugdíjazás az i -edik szakma m -edik szektorában T évben.

Ezeknek ismeretében kialakítható már a kereslet függvényhármasa.

$$\text{a) } \text{DPE}(T, i, m) = \begin{cases} \text{PPE}(T, i, m) - \text{EPE}(T, i, m), & \text{ha ez a különbség pozitív,} \\ 0, & \text{ha } \text{PPE}(T, i, m) - \text{EPE}(T, i, m) \leq 0, \end{cases} \quad (21)$$

ahol

$\text{DPE}(T, i, m)$: szakképzetlen munkaerő igény(kereslet) az i -edik szakma m -edik szektorában T évben.

$\text{PPE}(T, i, m)$: szakképzetlenül foglalkoztatottak tervezett száma az i -edik szakma m -edik szektorában T évben.

$$b) \quad DSE(T, i, m) = \begin{cases} PSE(T, i, m) - ESE(T, i, m), & \text{ha ez a különbség pozitív,} \\ 0, & \text{ha } PSE(T, i, m) - ESE(T, i, m) \leq 0, \end{cases} \quad (22)$$

ahol

$DSE(T, i, m)$: munkaerő igény(kereslet) gimnáziumi végzettséggel az i -edik szakma m -edik szektorában T évben.

$PSE(T, i, m)$: az i -edik szakma m -edik szektorában T évben gimnáziumi végzettséggel foglalkoztatottak tervezett száma.

$$c) \quad DTE(T, i, m) = \begin{cases} PTE(T, i, m) - ETE(T, i, m), & \text{ha ez a különbség pozitív,} \\ 0, & \text{ha } PTE(T, i, m) - ETE(T, i, m) \leq 0, \end{cases} \quad (23)$$

ahol

$DTE(T, i, m)$: szakképzett munkaerő igény(kereslet) az i -edik szakma m -edik szektorában T évben.

$PTE(T, i, m)$: az i -edik szakma m -edik szektorában T évben foglalkoztatottak tervezett száma.

Beavatkozó függvények

Ezeket a függvényeket csak a PE szintre mutatjuk be, hasonlóan értelmezhetőek természetesen SE és TE szintekre is:

Ha $SPE(T, i, m) = DPE(T, i, m)$, optimum áll fenn, és $IWPE(T, i, m) = SPE(T, i, m)$. (24)

Ha $\max_{pe}(T, i, m) - SPE(T, i, m) - DPE(T, i, m) > 0$, kvázi-optimum van és $IWPE(T, i, m) = SPE(T, i, m)$, (25)

ahol $\max_{pe}(T, i, m)$: az a munkaerő-túlkínálati érték, ameddig a felesleg még elhelyezhető.

Ha $SPE(T, i, m) - DPE(T, i, m) > \max_{pe}(T, i, m)$, elfogadhatatlan a munkaerő-túlkínálat, így $IWPE(T, i, m) = \max_{pe}(T, i, m)$. (26)

Ha $\min_{pe}(T, i, m) - DPE(T, i, m) < 0$, azaz elfogadható munkaerőhiány van, akkor $IWPE(T, i, m) = SPE(T, i, m)$ és $\xi(T, i, m)$ növekszik. (27)

Itt

$\min_{pe}(T, i, m)$: az a munkaerő-hiány érték, mely még nem készlet kompenzáló technológiai fejlesztés bevezetésére.

$\xi(T, i, m)$: a feszültség függvény kritikus értéke, amelynél a szociálpolitika által determinált valószínűségi változók inkrementálódnak.

Ha $0 > \min_{pe}(T, i, m) - SPE(T, i, m) - DPE(T, i, m)$ azaz elfogadhatatlan a munkaerőhiány, akkor belép az intenzív technológiai fejlesztés, vagyis a $IWPE(T, i, m) = SPE(T, i, m) + TPE(T, i, m)$ függvény értéke nő, $\xi(T, i, m)$ is növekszik. (28)

Itt

$TPE(T, i, m)$: a szakképzetlen munkaerőt helyettesítő, kiváltó technológia („fő”).

És elérve a kritikus értéket, ha $\xi(T, i, m)$, $\xi_{\max}(T, i, m)$ akkor a *-gal jelölt valószínűségi változók értékei inkrementálódnak, módosítva a modell valószínűségi változóinak jelentős körét, új feltételeket megfogalmazva a rendszerben.

A bemutatott modellel az MTA IBM 3031-es számítógépe segítségével 1982 óta végeztünk szimulációt, az oktatás komplex tervezésének korszerűsítésére irányuló OKKFT program keretei között. A kialakított programanyag forrásnyelven FORTRAN IV., jellemző sajátossága, hogy maximálisan kétezer függvényt képes processzorként rendszerbe szervezni, illetve szimulálni.⁴

4. A szimuláció eredményeiről

A DMDS modell alapján végzett elemzés arról győzött meg, hogy a területi orientáció, mint megközelítési mód nem nevezhető irreálisnak. Az extenzív tartalékok kimerülésével világszerte a területi adottságok válnak meghatározókká mindennemű fejlesztés esetében. Különösen így van ez a nehéziparban s kivált a bányászatban, ahol igen kedvezőtlenek a munkakörülmények.

A komáromi körzet egy vállalatára vonatkozó szimulációs elemzés abból a helyzetből indult ki, hogy a már közel egy évtizede erősödő és jelentőssé váló létszámhiány okait a következő tényezőkkel hozhatjuk kapcsolatba:

1. A vonzáskörzet településeinek népessége a legutóbbi 20 évben növekedett ugyan, de az ipari aktív keresők száma az utóbbi tíz évben jelentősen csökkent, s e tendencia megváltozására nem számíthatunk.

2. Az ifjúsági munkaerőforrás most még kedvező strukturális és mennyiségi bővülése a 90-es évek elejétől jelentősen csökkenni fog (mintegy 20–30%-kal). Vagyis e területen is olyan szűkülő munkaerőforrással kell gazdálkodni, amelynek jelenlegi strukturális összetétele sem nevezhető optimálisnak.

3. A demográfiai helyzet tíz éven belül megromlik, szinte minden állománycsoportban a kínálat csökkenése regisztrálható.

4. Az első ízben munkát vállalók számának csökkenése és a létszámtervekben jelzett állománynövekedés — betanított munkás (1985–86), bányászati szakmákban dolgozók (1986–88), középfokú végzettségűek (1988–89), felsőfokú végzettségűek (1989–91) — olyan időbeli egybeesés, amely jelentős létszámfeszültséget okoz.

Modellünkben a munkaerőpiac mozgását is megyei szinten értelmeztük, s az ÁBMH rövidtávú ágazati munkaerő prognózisait használtuk fel. A szimulációs időtartam szempontjából — mivel ez esetünkben közel 20 év volt — a munkaerőpiacra vonatkozó előrejelzés rendkívül rövidnek bizonyult (0,5–1 év). Feltételezésünk szerint a bányászat preferált helyzete a jövőben sem változhat meg, azonban e tényező kedvezőbb megváltoztatását nem szimuláltuk. Vagyis a munkaerő ágazati mozgásának arányait közel azonosnak tekintettük a szimuláció teljes tartományában.

⁴ A kidolgozott programcsomag a már sokszor kipróbált időszelletes („step by step”) digitális folyamatszimuláció módszerével dolgozik. A program kidolgozásakor és felhasználásakor különös gondot fordítottunk az egyszerű input-output adatkezelésre, az eredmény áttekinthető megjelenítésére, hogy a számítástechnikában járatlan tervezők is használhassák a rendszert. Egy-egy modellszimuláció végrehajtásának gépi ideje 2–3 perc volt. Ez a tervező számára lehetővé teszi, hogy az előkészített modellen, közvetlenül a gép mellett interaktív módon elemezheti a stratégiai és taktikai variációk hatását, s a prognosztizált folyamat jellemzőit figyelembe véve döntéseit jól előkészítheti.

A DMDS modell szimulációja során kapott eredmények közül elsősorban azokat az adatokat célszerű elemezni, melyek a létszám változásával függenek össze. A tendenciák megállapításakor figyelembe kell venni, hogy a modellt a megadott paraméterekkel (forrásadatok, migráció, fluktuáció) működtettük, s ezeken az adatokon a modellből kapott függvények verifikálása érdekében sem változtattunk. Így minden számszerűsítés és numerikus lista ellenére az eredményeket *kvalitatív* értelemben célszerű felhasználni, s a következtetések számára megfogalmazni.

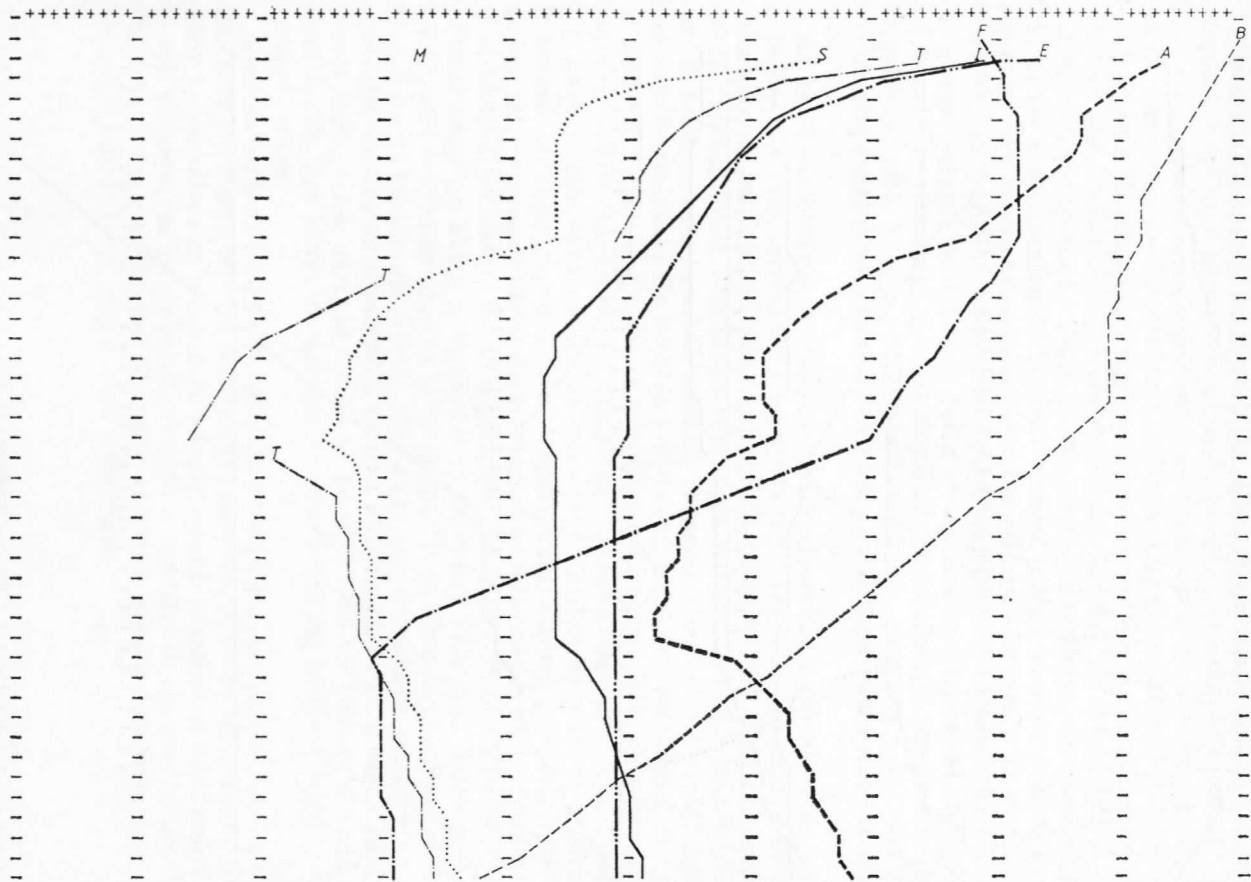
Ha a tervadatok és a szimulált létszámváltozás adatainak összevetésére vállalkozunk, úgy a napjainktól 2000-ig terjedő időtáv három nagyobb szakaszra bontható. Az első szakasz, amely közvetlenül a mához kapcsolódik, a tényadatok és a tervadatok szoros megfeleltetése következtében „stabilis” jelzővel illelhető. Gyors változások zajlanak le viszont a második szakaszban, mely a 80-as évek közepétől a 90-es évekig tart. Ezt követően — a hosszútávú tervezés időhorintjáig olyan jelentős változások regisztrálhatók, melyek az adott modell forrásadatainak és „stratégiájának” újragondolására készítetnek.

A változásokat legplasztikusabban a 3. ábrán látható görbesereg mutatja be. Itt együttesen szemlélhetők az állományok és tervek közötti eltérés görbéi a következő állományok esetében: bányász, aknász, egyéb szakmunkás, betanított munkás, segédmunkás, mérnök, egyéb középfokú végzettségű, egyéb nem fizikai állomány. Szinte minden görbén, kivéve a felsőfokú végzettségűeket, az első és második időszakaszban lassú, de monoton fogyás mutatható ki. Vagyis az állomány lefelé tér el a tervtől, s bár az eltérés mértéke változó, jelentősnek csupán a segédmunkások és az egyéb középfokúak esetében mondható. Itt a 80-as évek végére a hiány már több száz fő.

Jelmagyarázat a 3. és 4. ábrához

Értelmezés		Értékhatarok (fő)	
		alsó	felső
3. ábra			
B	Bányász	-5000	0
A	Aknász	-50	0
E	Egyéb szakmunkás	-500	0
M	Bet. munkás	-500	0
S	Segédmunkás	-250	0
F	Mérnök	-200	+50
T	Egyéb középfokú	-250	0
I	Egyéb nem-fizikai	-250	0
		} állomány eltérése a tervtől	
4. ábra			
K	Bányász továbbképzésből	-500	+500
P	Bányász potenciális kínálat	-500	+500
F	Bányász felvétel pot. kínálatból	-500	+500
V	Bányászállomány éves változása	-500	+500
N	Bányász nyugdíjba	-500	+500
M	Bányász migrál	-500	+500
A	Bányász munkaerőállományban	-2000	+8000
T	Tervezett bányászállomány	-2000	+8000
D	Bányász állomány eltérés a tervtől	-2500	+2500
H	Bányász telepítés	0	+1000

1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001



3. ábra



4. ábra

A bányász állományt kivéve minden állomány változásának mértéke, illetve eltérése a tervtől jól követhető, a „szabályozási tartományban marad”. Éppen ezért a vizsgálódás lehetőségeit jól szemlélteti a 4. ábra, amelyen az adott állomány változására hatást gyakorló legfontosabb paraméterek időbeli módosulása követhető. Mindhárom elemzési szakaszban rendkívül dinamikus változik a potenciális kínálat, a tényleges munkaerő felvétel, az állomány.

A területi szempontot a felsőfokú végzettséggel rendelkezőkre nem alkalmaztuk, mivel a bányamérnöki képzés országos jellegű és elosztású. A felsőfokú végzettségűek körében drasztikus létszámcsökkenés 1990 és 1995 között mutatkozik, ami az évenkénti változatlan telepítési létszámot figyelembe véve a felsőfokú végzettséggel rendelkezők átlag életkorának változásával függ össze és a fokozatosan előregedő mérnökállomány reprodukcióját sem teszi lehetővé. Figyelemreméltó, hogy a gyors ütemű csökkenés, vagyis a hiány mértékének növekedése ennél az állománynál és a bányász állománynál mennyire párhuzamos.

Az előző ciklusoknál maradván az első időszakot a következők jellemzik. A potenciális munkaerőkínálat, az adott területen bányász képzettséggel rendelkezők valószínűsíthető száma, változatlanul növekszik. Ez részben a migrációból, fluktuációból, valamint a már régebben más területre kerültekből adódik. A létszámarányos továbbképzési rendszer viszonylag kedvező feltételek között két-háromszáz fős képzéssel, illetve új munkaerővel számol. A nyugdíjba-menetel, figyelembe véve az állomány korstruktúráját, szintén viszonylag kedvező módon csupán évi 2,5 százalékos létszámcsökkenést okoz. Ebből adódik, hogy az állomány csökkenésével azonos módon változik ez a görbe.

Jelentős mozgást, mondhatnánk lengést mutat a bányász-állomány éves változása, mely a számos tényező következtében több lokális szélső értékkel, illetve inflexióval jellemezhető. Az egyik szélső érték 82—83-ra érzékelhető, a teljes időtartományban ekkor a legkisebb az állomány változása (hozzávetőlegesen 100 fő, ami értelemszerűen az állománypótlás és állományfogyás következménye). A másik lokális szélső érték 1988-ra prognosztizálható, amikor is a változás sajátos és majdnem egyedülálló módon pótlási többletet mutat. Majd újabb lokális szélső érték várható 1990—91 között; 1989-től 1995-ig állandó fogyás mutatkozik. Ezt követően egészen az ezredfordulóig kedvező irányú változás jelezhető előre.

A pótlás-fogyás váltakozása egészében nem befolyásolja jelentősen a bányász állomány eltérését a tervtől, amely különösen az 1987—88-tól növekvő létszámgigény időszakában az előbb már jelzett módon rohamosan csökkenővé válik. Ennek ellenére, ha mégis megkíséreljük a tendenciák számszerűsítését, megállapítható, hogy a bányász állomány változása a szimulált időtartam egészében sehol sem haladja meg a húsz százalékot.

5. Következtetések

A munkaerő hasznosítási folyamatát elemezve egy tágabb és egy szűkebb vizsgálati tárgyat értelmezhetünk. A tágan értelmezett iparpolitika és szociálpolitika a tervezés társadalmi jellegének erősítése érdekében, a komplexitás jegyében makro (népgazdasági), mezo-(iparági, ágazati) és mikroszinten (a vállalatok szintjén) egyaránt nagyszámú változó együttes vizsgálatát, a preferen-

ciák és diszpreferenciák összetett mérlegelését igényli. Mindez az ilyen modell generatív leírását és felhasználását teszi szükségessé.

Megállapítható, hogy a számítógépes modellszimuláció a stratégiai tervezés hasznos eszköze. Komplex társadalmi folyamatoknak, esetünkben a munkaerő-hasznotásnak a tervezése során a szimulációs eredményeket kritikusan kell szemlélni, hiszen megbízhatóságuk — jó modell esetén is — a kiindulási feltételek, valószínűségi változók és függvények pontosságától függ, továbbá az időtáv növekedésével — valószínűségi alapon — csökken. Tapasztalataink szerint ahhoz, hogy a társadalmi tervezésben a számítógépes szimuláció egyre szélesebb körben terjedjen el, az egyszerű, játékos példákon túl a bonyolultabb problémák olyan kezelésére is törekednünk kell, hogy megfelelő eszközökkel azok is egyszerűeknek, könnyen megoldhatóknak tűnjenek a tervezők, politikusok stb. számára.

Felfogásunk szerint az erőforrások itteni szimulációs elemzése is ilyen. Ma még kétségtelenül bonyolult a probléma, azonban a jövőben az egyre korszerűbb számítástechnikai eszközök felhasználásával és újabb megközelítések kimunkálásával megszelídíthető lesz.

(Beérkezett: 1984. május 5-én.)

Függelék

A modell létszám függvényei

- | | | | |
|------|------------------|--|---|
| 1. | $P(T)$: | a T évben született népesség száma | |
| 2. | $IPE(T)$: | az általános iskolába lépők száma T évben | |
| 3. | $OPE(T)$: | az általános iskolából kilépők száma T évben | |
| 4. | $ISE(T)$: | gimnáziumba lépők száma T évben | |
| 5. | $ITE(T, i)$: | az i -edik szakma szakképzésébe lépők száma T évben | |
| 6. | $OSE(T)$: | gimnáziumból kilépők száma T évben | |
| 7. | $OTE(T, i)$: | az i -edik szakma szakképzéséből kilépők száma T évben | |
| 8. | $SDE(T, i, m)$: | a T évben általános iskolát végzett és szakképzetlenül munkába állók száma | |
| 9. | $SPE(T, i, m)$: | szakképzetlenül el akar helyezkedni az i -edik szakma m -edik szektorában T évben | |
| 10. | $SSE(T, i, m)$: | gimnáziumi végzettséggel el akar helyezkedni az i -edik szakma m -edik szektorában T évben | |
| 11. | $STE(T, i, m)$: | szakképzettséggel el akar helyezkedni az i -edik szakma m -edik szektorában T évben | |
| 12.* | $EPE(T, i, m)$: | szakképzetlenül } dolgozók száma az i -edik szakma m - | |
| 13.* | $ESE(T, i, m)$: | | edik szektorában T évben |
| 14.* | $ETE(T, i, m)$: | szakképzettséggel } foglalkoztatottak tervezett száma | |
| 15.* | $PPE(T, i, m)$: | | az i -edik szakma m -edik szektorában |
| 16.* | $PSE(T, i, m)$: | gimnáziumi végzettséggel } T évben | |
| 17.* | $PTE(T, i, m)$: | | szakképzettséggel |
| 18. | $DPE(T, i, m)$: | szakképzetlen } munkaerő igény(kereslet) az i -edik | |
| 19. | $DSE(T, i, m)$: | | szakma m -edik szektorában T évben |
| 20. | $DTE(T, i, m)$: | szakképzett | |
| 21.* | $FSE(T, i, m)$: | vállalati oktatásban résztvevők száma | |
| | $FTE(T, i, m)$: | az i -edik szakma m -edik szektorában T évben | |
| 22. | $MPE(T, i, m)$: | az i -edik szakma m -edik szektorának elhagyása T évben munka- | |
| | $MSE(T, i, m)$: | | helyváltás miatt |
| | $MTE(T, i, m)$: | | |
| 23.* | $RPE(T, i, m)$: | nyugdíjazás az i -edik szakma m -edik szektorában T évben | |
| | $RSE(T, i, m)$: | | |
| | $RTE(T, i, m)$: | | |

- | | | | |
|------|-------------------|--|---|
| 24. | $IWPE(T, i, m)$: | szakképzetlenül | } ténylegesen alkalmazottak száma az i -edik szakma m -edik szektorában |
| 25. | $IWSE(T, i, m)$: | gimnáziumi végzettséggel | |
| 26. | $IWTE(T, i, m)$: | szakképzettséggel | |
| 27. | $SMTE(T, i, m)$: | szakképzettséggel az i -edik szakma m -edik szektorába áramlás migrációval | |
| 28.* | $TPE(T, i, m)$: | szakképzetlen | } munkaerőt helyettesítő technológia („fő”) |
| 29.* | $TSE(T, i, m)$: | gimnáziumot végzett | |
| 30.* | $TTE(T, i, m)$: | szakképzett | |

* A jelöléssel ellátott függvények adatoknak vagy prognosztizált adatoknak tekinthetők, a többi a modell számolt függvénye.

A modell valószínűségi változói

- | | | |
|------|-------------------------|--|
| 1. | $epe(k)$: | k évesen általános iskolába lépés valószínűsége |
| 2. | $spe(k)$: | az általános iskola k év alatt elvégzésének valószínűsége |
| 3.* | $ese(T)$: | T évben gimnáziumba lépés |
| 4.* | $ete(T, i)$: | T évben i -edik szakképzésbe lépés valószínűsége |
| 5.* | $ede(T, i, m)$: | T évben az általános iskolából való kilépés és szakképzetlenül munkába lépés valószínűsége |
| 6.* | $sse(k)$: | a gimnázium k év alatti sikeres elvégzésének valószínűsége |
| 7.* | $ste(k, i)$: | az i -edik szakképzés k év alatti sikeres elvégzésének valószínűsége |
| 8.* | $ewse(T, i, m)$: | T évben gimnáziummal munkába lépés valószínűsége |
| 9.* | $ewte(T, i, m)$: | T évben szakképzettséggel munkába lépés valószínűsége |
| 10.* | $fse(k)$: | a gimnázium k -adik évében a lemorzsolódás valószínűsége |
| 11. | $fte(i, k)$: | az i -edik szakképzés k -adik évében a lemorzsolódás valószínűsége |
| 12.* | $mpe(T, i, m)$: | szakképzetlenek kiáramlási valószínűsége az i -edik szakma m -edik szektorában T évben |
| 13.* | $mse(T, i, m)$: | gimnáziumi végzettségűek kiáramlási valószínűsége az i -edik szakma m -edik szektorában T évben |
| 14.* | $mte(T, i, m)$: | szakképzettek kiáramlási valószínűsége az i -edik szakma m -edik szektorában T évben |
| 15. | $fse(T, i, m)$: | gimnáziumi képzés valószínűsége vállalati keretben i, m, T szerint |
| 16. | $fte(T, i, m)$: | szakképzés valószínűsége vállalati keretben i, m, T szerint |
| 17. | $maxpe(T, i, m)$ | } az a munkaerő túlkínálati érték, ameddig a felesleg még elhelyezhető |
| 18. | $maxse(T, i, m)$ | |
| 19. | $maxte(T, i, m)$ | |
| 20. | $minpe(T, i, m)$ | } az a munkaerőhiány érték, mely még nem készlet kompenzálható technológiai fejlesztés bevezetésére |
| 21. | $minse(T, i, m)$ | |
| 22. | $minte(T, i, m)$ | |
| 23. | $\xi(T, i, m)$: | feszültség függvény, melynek értéke a technológia függvény belépéseinek számával és a munkaerő hiánnyal együtt nő |
| 24. | $\xi_{\max}(T, i, m)$: | a feszültség függvény kritikus értéke, amelynél a szociálpolitika által determinált valószínűségi változók inkrementálódnak. |

* A jelöléssel ellátott valószínűségi változók a szociálpolitika által változtathatók, a többiek statisztikai változók.

IRODALOM

1. BATEX, P. W.—MADDEN, M.: Demografia economic forecasting within an activity-commodity framework: Some theoretical considerations and empirical result. *Environment and Planning*. A., 1981. Vol. 13, 1067—1083. p.
2. BENEDEK, A.—CSÁKÁNY, A.: Discrete modelling of structural changes in education systems. In: *Discrete simulation and related fields*. North-Holland, Amsterdam, 1982. 191—197. p.
3. COLE, S.: Towards a model for long-term education policy. In: *Computers in Education*, 1980. Vol. 4, 147—156. p.

4. DEIF, A.: A linear programming model for an optimum admissions policy in education. *Appl. Math. Modelling*. Vol. 80, No. 4, 39—44. p.
5. HAFKAMP, K.—NIJKAMP, P.: Multiobjektive modelling for economic environmental policies. *Environment and Planning*. A., 1981. Vol. 13, 7—18. p.
6. KAPOLYI L.: *A szénbányászat termelés-tervezési módszeréről* Bp., 1966. 194. p. Nehézipari Minisztérium Ipargazdasági és Üzemszervezési Intézete.
7. KAPOLYI L.: *Ásványnyersanyag- és energiapolitikánk alapjai* Bp., Kossuth K. 1981. 183. p.
8. KAPOLYI L.: *Ásványnyersanyag-gazdálkodás, matematikai módszer. Ásványi eredetű természeti erőforrások rendszer- és függvényszemlélete*. Bp., Akadémiai K. 1981. 766 p.
9. KOVÁCS J.: *A model for planning school enrolment*. Hungarian Academy of Sciences, Institute of Economics Bp., 1969. 37. p.
10. MARCHETTI, C.: Society as a learning system: Discovery, invention and innovation cycles revisited. *Technological Forecasting and Social Change*, 1980. Vol. 18, 267—282. p.
11. MASHAYEKHI, A. N.: Economic planning and growth of education in developing countries. *Simulation*, 1977. No. 4. 189—197. p.
12. MULLIGAN, G. F.: Central place populations: A microeconomic consideration. *Journal of Regional Science*, 1983. Vol. 23. 83—92. p.
13. TRUSCOTT, W. G.: Modelling the dynamic effects of multiperiod allocation decision. *Environment and Planning A*, 1981. Vol. 13, 809—818. p.
14. VAUGHTON, J. H.: Alternate scenario planning. *Technological Forecasting and Social Change*, 1977. No. 10, 169—180. p.

ANALYSIS OF HUMAN RESOURCES WITH SIMULATION MODELLING

The author analyzes resources by applying computer simulation. Over and beyond the theoretical examination of the problem he describes demographical factors of labour resources, education as well as connections between professional structure and employment in a model called DMDS (Dynamics of Manpower Demand and Supply). In the course of a case study it answered the question whether the long-run manpower demand of a concrete enterprise can be satisfied by the intensification of regional labour resources. The author presents the mathematical formalization of the model in detail, then submits results of computerized processing.

He states that computerized model simulation is a useful tool of strategic planning. With the planning of complex social processes, in our case that of manpower utilization, simulation results should be considered critically, since their reliability — even in case of a good model — depends on the accuracy of initial constraints, random variables and functions, furthermore, decreases with the time-horizon on probability basis. Experience shows that computer simulation will not permeate social planning processes unless we can make complex problems appear simple and easily solvable to planners and politicians through simple, playful problems.

АНАЛИЗ ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ РЕСУРСОВ С ПОМОЩЬЮ СИМУЛЯЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

Автор анализирует ресурсы с применением симуляции на вычислительной машине. Кроме теоретического анализа в модели принимается во внимание взаимосвязь демографических факторов, трудовых ресурсов, образования структуры отдельных специальностей. Разработанная таким образом динамическая модель спроса и предложения трудовых ресурсов при частном анализе оказала помощь при ответе на вопрос, можно ли на долгосрочный период удовлетворить потребности отдельных предприятий в трудовых ресурсах с учётом территориальной интенсификации трудовых ресурсов. Автор подробно излагает математическую формализацию модели, а затем знакомит с машинными результатами.

Автор устанавливает, что вычислительная симуляционная модель является полезным средством стратегического планирования. При планировании сложных общественных процессов, в данном случае использования рабочей силы, нужно критически подходить к

результатам симуляционных расчётов, так как их надёжность, даже в случае хорошей модели, зависит от исходных условий, от точности вероятностных переменных и функций, и с увеличением сроков их надёжность на вероятностной основе уменьшается. Опыт показывает, что для того, чтобы в процессе общественного планирования машинная симуляция нашла как можно более широкое распространение, нужно стремиться к решению через простые игровые примеры более сложных проблем, чтобы с помощью соответствующих средств они казались специалистами по планированию, политикам и т. д. также простыми и легко разрешимыми.