

Dinamikus modell a különböző energiaigényességű ágazati fejlesztések hatékonyságának vizsgálatára¹

I. Bevezetés

Közhelyszerű hivatkozás, hogy energia nélkül nincs termelés. Az egyes ágazatokban azonban különböző energiamennyiségekre van szükség az egységnyi eredmény eléréséhez. Konkrétabban, az al- és szakágazatok energiaigényessége egymáshoz viszonyítva szélsőségesen, akár 10—20-szoros arányban is eltérhet.

Közismert az is, hogy az *energetika a népgazdasági elsődleges erőforrások tekintélyes hányadát köti le*. Az utóbbi évek világgazdasági viszonyai miatt mind az importban, mind a beruházásokban különösen kedvezőtlenül nőtt az energetika aránya. Mindkét népgazdasági erőforrás helyzete jelenleg és a jövőben is közismerten kedvezőtlen, ennek felszámolásában, illetve az egyensúly megteremtésében tehát hangsúlyozott szerepe van az energetikának.

A modell az energetikának csak a beruházásokra gyakorolt hatásával foglalkozik, mivel az import és export szerepét korábbi tanulmányok vizsgálták.

Attól függően tehát, hogy *milyen energiaigényességű gazdaságfejlesztést irányozunk elő*, a hozzá kapcsolódó energetikai fejlesztésben is többszörös arányú különbségek léphetnek fel. Emiatt a *fejlesztés hatékonysága is széles sávban változhat*, amely a jelen helyzethez képest jelentős javulást, illetve romlást eredményezhet. Az ezt előidéző két ok:

- egyrészt az összes beruházásból az energetika — a fejlesztés energiaigényességétől függően — különböző hányadot von el,
- másrészt az eltérő ágazati összetételű fejlesztések hatékonyságát az energetika más-más arányban rontja.

Az energiaigényesség szerepét helyesen csakis a népgazdasági hatékonyságra gyakorolt hatásával mérhetjük. Önmagában az energiaigényesség alacsony vagy magas volta még nem dönt a hatékonyság kérdésében, bár jelentősen predesztinál. Az *energiaigényes tevékenység ugyanis népgazdaságilag általában kedvezőtlen*, bár e szabály alól esetenként lehetnek kivételek. (Az ilyen termékek kivételes helyzetét kell bizonyítani.)

¹ A cikkben, az Ipargazdasági Intézetben folyó vizsgálataink első eredményeiről számolunk be, amely témakörben a XIII. Magyar Operációkutatási Konferencián tartottunk előadást.

2. Célkitűzés

A bemutatásra kerülő modell az alábbi kérdés megválaszolását tűzte ki célul:

Hogyan alakul a különböző struktúrájú gazdasági (ipari) fejlesztések jövedelemtermelő képessége egy közép-, illetve hosszútávú fejlesztés során, és ebben mennyi a szerepe a struktúránként eltérő energiaigényességnek.

Cikkünkben az ipari beruházások hatékonyságának rendkívül összetett problémáját *elsősorban az energetika oldaláról vizsgáljuk*. Az energetikán kívüli jelentős tényezőket (külgazdaság, foglalkoztatáspolitikai stb.) — a bevezető szemlélete szerint — szándékosan hagyjuk ki vizsgálatainkból.

Cikkünkben egy számítógépre szervezett számítási eljárást, úgynevezett szimulációs modellt mutatunk be. Modellünk *döntésselőkészítő eszközként* használható iparpolitikai, beruházáspolitikai döntésekhez, amennyiben segítségével az energiaigényesség hatását számszerűsíthetjük. Módszerünk ugyanis az állóeszköz-hatékonyság alakulásával jellemzi az eltérő energiaigényességű ipari fejlesztéseket.

A modell a különböző hatékonysági mérőszámok közül az egységnyi állóeszközre vetített megtermelt társadalmi tiszta jövedelem mutatójával dolgozik. Ennek a mutatónak a hosszú távon való alakulását szimulálja különböző feltételezések mellett.

3. A modellezés köre és a vizsgált időszak

A népgazdaság teljes tevékenységéből az *ipart vizsgáltuk*. Az ipar tevékenysége ugyanis döntően befolyásolja a népgazdasági termelési struktúrát, hatékonyságot, energiaigényességet stb., az ipar népgazdaságon belüli nagy súlya és a többihez viszonyított nagy energiaigényessége miatt.

Az ipart a vizsgálatban az *energetika nélkül értjük*, tehát a bányászat nem tartalmazza a szénbányászatot, valamint a kőolaj- és földgázkitermelést, a vegyipar pedig a kőolajfeldolgozást és gázgyártást, továbbá a villamosenergiaipar adatait sem vesszük a statisztika által értelmezett ipar körébe.

Eddigiekben a modellel az *extenzív* fejlesztések hatékonysági viszonyait vizsgáltuk. Rendszerünk azonban alkalmas az *intenzív* fejlesztések vizsgálatára is, mivel az intenzív fejlesztésekre is — szakértői becslések alapján — minden nehézség nélkül, exogén változóként felvehető az állóeszköz-hatékonysági mutatók. Ezzel a teljes körű — extenzív és intenzív — beruházási lehetőség bevonható a beruházási allokációs vizsgálatokba.

A különböző ágazati fejlesztések vizsgálata természetesen magában foglalja egyes ágazatok visszafelvezetési lehetőségét is. (Ezek ugyanis még szinttartó beruházást sem kapnak a modellben.)

Összhangban az energetikai fejlesztési koncepcióval, *hazai bázisú energia- és villamosenergia ellátást tételezünk fel*; a primer energiahordozó igénynövekedés fedezése a szénbányászat feladata.

A kidolgozott modell alkalmas az ipari termelés bármilyen összetételű fejlesztése esetén meghatározni az állóeszközök, a társadalmi tiszta jövedelem, és ezek segítségével az energia felhasználás távlati alakulását. A dolgozat az adott lehetőségek közül, 1980. évi bázison, 1981—2000 közötti időszakban, évenkénti szakaszolásban, különböző „ágazati” összetételű fejlesztési változatok összehasonlításával vont le a döntésekhez figyelembe vehető következtetéseket.

4. A vizsgálat főbb módszertani jellemzői

4.1 *A modell működésének alap gondolata*

A modell alapján Harrod-Domar típusú növekedési elv alapján működő dinamikus modell.² Eszerint a társadalmi termelés — amelyet mi a társadalmi tiszta jövedelem időben változó nagyságával mérünk — a termelésben lekötött állóeszközök mennyiségével arányos. Az egységnyi ágazati állóeszközök különböző mértékű tiszta jövedelmeket hoznak létre.

A növekedés úgy megy végbe, hogy a létrejövő társadalmi tiszta jövedelem meghatározott részét beruházzuk és az eszközölt beruházások adott hányada növeli az állóeszközök állományát. A megnövelt állóeszközállományon nagyobb társadalmi tiszta jövedelem jön létre; a növekedés azonban a beruházások ágazatok közötti elosztásától függ. Az állóeszközállomány-összetétellel jellemzett struktúra módosulása — fejlesztési változatonként — így eltérő átlagos ipari állóeszközhatékonyságot eredményez.

A különböző változatokban az 5, 10, 15 és 20 éves ciklusok végére más és más lesz a fejlesztés „eredménye”. Az eltérő eredmények alapján a fejlesztési változatok összevethetők és különböző szempontok szerint értékelhetők.

A vizsgálat jelenlegi szakaszában időben változatlanak tételeztük fel az egyes szektorok állóeszköz-hatékonysági mutatóit, a társadalmi tiszta jövedelem beruházásra fordítható hányadát és a beruházásokból aktiválásra kerülő hányadot. Nincs akadály, hogy a modellben e feltételezések egy része maga is változtatható legyen, és így eleme lehet a szimulációnak.

Az eddig szavakban megfogalmazott folyamat egyszerű jelölésekkel a következőképpen írható le:

$$(A^{(1)} \rightarrow m^{(1)} \rightarrow B^{(1)} \rightarrow \Delta A^{(1)}) \dots (A^{(k)} \rightarrow m^{(k)} \rightarrow B^{(k)} \rightarrow \Delta A^{(k)}) \dots \\ \dots (A^{(n)} \rightarrow m^{(n)} \rightarrow B^{(n)} \rightarrow \Delta A^{(n)}).$$

A közbeeső folyamatokat is feltüntetve, az n -edik évben a következőképpen alakul a logikai lánc:

$$\dots \left(\begin{array}{cccc} A^{(n)} & \longrightarrow & m^{(n)} & \longrightarrow & B^{(n)} & \longrightarrow & \Delta A^{(n)} \\ & \mu^{(n)} A^{(n)} & & \delta \cdot m^{(n)} & & \gamma B^{(n)} & \end{array} \right)$$

ahol:

$A^{(k)}$	k -adik év halmozott állóeszközállományának bruttó értéke (nyitó állomány)
$m^{(k)}$	a vizsgált időszak k -adik évében felhasználható társadalmi tiszta jövedelem,
$B^{(k)}$	a k -adik év társadalmi tiszta jövedelméből beruházásra fordítható összeg,
$\Delta A^{(k)}$	a k -adik év állóeszköz-növekménye (halmozott),
k	a vizsgált időszak futóindexe ($k = 1, 2, \dots, n$)
n	a vizsgált időszak záró évének indexe,
$\mu^{(n)}$	az n -edik év átlagos állóeszköz-hatékonysági mutatója,

² Lásd pl. Andorka—Dányi—Martos: Dinamikus népgazdasági modellek című könyvben, KJK 1967.

- δ a társadalmi tiszta jövedelemből beruházásra fordított összeg részaránya (jelenleg időben konstans exogén tényezők),
 γ a beruházásokból aktiválásra kerülő hányad (jelenleg időben konstans exogén adat).

Az előbbieken bemutatott logikai láncnak megfelelően az alábbiak szerint írhatunk le egy, tetszőleges évre vonatkozó, fejlesztési ciklust; pl. a záró évre:

$$A^{(n)} = A^{(1)} \prod_{k=1}^{n-1} \left(1 + \gamma \delta \sum_{i=1}^N \mu_{ih} \cdot a_i \cdot s_i^{(k)} \right)$$

$$m^{(n)} = \mu^{(n)} A^{(n)}$$

$$B^{(n)} = \delta \mu^{(n)} A^{(n)}$$

$$\Delta A^{(n)} = \gamma \delta \mu^{(n)} A^{(n)}.$$

A fenti képlet segítségével — a számítás terjedelmes volta miatt célszerűen számítógéppel — számítható a különböző gazdaságfejlesztési változatokkal egy-egy fejlesztési periódus során elérhető népgazdasági eredmény, amelyeket különböző mennyiségi jellemzőkkel mérhetünk. Ilyenek:

- Az n -edik évben elért $m^{(n)}$ jövedelmek és a következő év termelését szolgáló $A^{(n+1)} = A^{(n)} + \Delta A^{(n)}$ állóeszközállomány (és ennek megoszlása energetikai és termelő hányadra).
- A fejlesztési periódus során elért $\Delta m^{(n)} = m^{(n)} - m^{(1)}$ n -edik évi jövedelemnövekmény, esetleg ennek kumulált $\sum_1^n \Delta m^{(k)}$ értéke.
- A $\mu^{(n)}$ népgazdasági átlagos állóeszközhatékonysági mutató alakulása a periódus végére.
- Növekedési ütemek a különböző jellemző tényezőkre, illetve — elsősorban energia/tiszta jövedelem tartalmú — rugalmassági tényezők.
- Az energia és villamosenergia igények növekedése, az átlagos népgazdasági energiaigényesség alakulása.

4.2 Ágazatközi szemlélet

Az állóeszközökre vetített szokásos hatékonysági vizsgálatokkal szemben a bemutatott modell új vonása, hogy bevezetünk a dolgozatban „halmozott” mutatónak nevezett mérőszámokat. A „halmozott” fogalmat azonban nem a statisztikai gyakorlatban megszokott (ÁKM) értelmezésben használjuk. Abból indulunk ki, hogy az energiaipar a többi termelő ágazat kiszolgálója. Ezért az energiaipart jellemző mutatókat — állóeszközök, beruházás, tiszta jövedelem stb. — az energiát felhasználó termelő ágazatokhoz rendeljük, energiafelhasználásuk arányában. Így jutunk a továbbiakban „halmozott”-nak nevezett mutatóinkhoz, amelyek csak a termelő ágazatokra vonatkoznak és a közvetlen ágazati értékeken felül tartalmazzák az energiaipar mutatóinak az ágazatokra szétoztott részét. Vagyis „halmozott” nem más, mint „termelő + energetikai”.

A vizsgálatban szereplő valamennyi tényező felosztható E , illetve T indexű energetikai és termelői részre. Az alapösszefüggések tehát $m_T = \mu_T \cdot A_T$ és

$m_E = \mu_E \cdot A_E$ formában, a népgazdasági átlagos állóeszközhatékonysági mutató pedig súlyozott átlagként írható fel.

$$\mu = \frac{\mu_T \cdot A_T + \mu_E \cdot A_E}{A}.$$

Köztudott, hogy a hazai szén- és villamosenergia termelés μ_E állóeszközhatékonysága általában kisebb, mint μ_T , tehát az *energetika általában csökkenti (rontja) a népgazdasági átlagos állóeszközhatékonyságot*.

Az (energetika nélküli) A_T és m_T felírható az összes i termelő ágazat eredőjeként

$$A_T = \Sigma A_i \text{ és}$$

$$m_T = \mu_T \cdot A_T = \Sigma m_i = \Sigma \mu_i \cdot A_i = A \cdot \Sigma \mu_i \cdot s_i.$$

A képletben a $\mu_i = m_i/A_i$ az ágazatok saját állóeszközhatékonysága és $s_i = A_i/A$, vagyis az ágazat saját állóeszközének aránya az $A_T + A_E$ összes állóeszközhöz (tehát: $\Sigma s_i < 1$).

A vizsgálat úgy alkalmaz *ágazatközi szemléletet*, hogy az ágazatok saját jellemzőihez hozzárendeli azt az energetikai jellemzőt, amely az ágazat energiaigényessége ismeretében kielégítő pontossággal meghatározható. Így például minden ágazati A_i állóeszközhöz tartozik egy-egy meghatározott A_{ie} energetikai állóeszköz, ami viszont az ágazat saját m_i hozamát megnöveli egy m_{ie} -vel. Az *ágazatok energetikával együttes, úgynevezett halmozott állóeszköze, jövedelme, valamint állóeszközhatékonysága* tehát $A_{ih} = A_i + A_{ie}$ és $m_{ih} = m_i + m_{ie}$, valamint

$$\mu_{ih} = m_{ih}/A_{ih} = \frac{m_i + m_{ie}}{A_i + A_{ie}}.$$

A korábbiakban súlyozott átlagként felírt $\mu = f(\mu_T, \mu_E)$ átlagos népgazdasági állóeszközhatékonysági mutató meghatározható az ágazati μ_{ih} halmozott állóeszközhatékonysági mutatók eredőjeként is, az alábbi képlettel (a levezetést mellőzve):

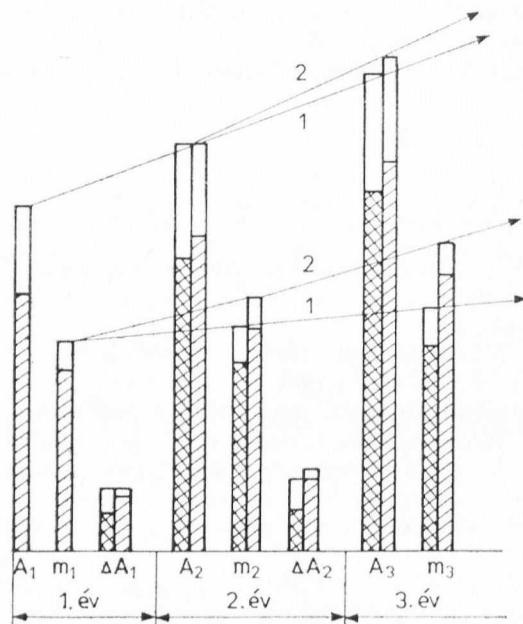
$$\mu = \sum_i \mu_{ih} \cdot s_i \cdot a_i \quad (a_i = A_{ih}/A_i).$$

Hasonlóképpen az állóeszközökhöz, minden ágazat B_i beruházásához is — annak üzemeltetése érdekében — szükséges egy B_{ie} energetikai beruházás; a halmozott ágazati beruházás tehát $B_{ih} = B_i + B_{ie}$. Az ennek alapján számított $e_i = B_{ih}/B_i$ *halmozott beruházási mutató* azt mondja meg, hogy hány-szoros az ágazat energetikával együttes halmozott beruházásigénye az ágazat saját beruházásához viszonyítva.

Az e_i mutatók segítségével kifejezhető az *ágazati és energetikai beruházások népgazdasági egyensúlyi feltétele* is a $B = \Sigma e_i \cdot B_i = B \cdot \Sigma e_i \cdot s_{iB}$ képlet segítségével, amiből az is következik, hogy $\Sigma s_{iB} \cdot e_i = 1,0$. (Az $s_{iB} = B_i/B$, tehát $\Sigma s_{iB} < 1$.) (Az e_i tényezőknak állóeszköz megfelelője az $a_i = A_{ih}/A_i$ halmozott állóeszköz mutató.)

4.3 Vizsgálati algoritmus

A fentiek szellemében az egyes fejlesztési változatok jövedelemtermelő képessége (valamint állóeszköz felhalmozó képessége) a fejlesztési struktúrától — illetve annak energiaigényességétől — függ, ami a meglévő gazdasági szerkezetet folyamatosan változtatja. A fentiek szerint *kettős hatás érvényesül*, amely gerjesztve növeli vagy csökkenti a fejlődés dinamikáját, mivel



4.3-1 ábra

- egyrészt a beruházási allokációktól függően, a B összes beruházásból az energetikán kívüli ágazatoknak jutó ΣB_i hányad — az e_i tényezőkön keresztül — az energiaigényesség függvénye, vagyis a $\Sigma \Delta A_i$ „termelő” állóeszköznövekmény erősen változó,
- másrészt az évenként változó μ népgazdasági átlagos állóeszközhatékonyság ugyancsak függvénye az energiaigényességnek.

Nagyobb energiaigényességű fejlesztés esetén kisebb a ΣB_i és az ebből aktiválható ΣA_i , egyidejűleg kisebb az átlagos ipari μ állóeszközhatékonysági tényező is.

Az előzőeket a 4.3-1 sematikus ábra is jól szemlélteti. Az oszlopdiagram sűrű, keresztsraffozással az energiaigényes⁽¹⁾ fejlesztést, a ritkább, egyirányú sraffozással a kevésbé energiaigényes⁽²⁾ fejlesztést ábrázoltuk. (Ábrázolástechnikai okokból az A , m , ΔA eltérő léptékek.) A vonalkázott területek a termelőkre vonatkoznak, a sraffozatlan ábrarészek az energetika jellemzői.

4.4 A vizsgálati eredmények megbízhatósága

A vizsgálati eredmények alapvetően az $a_i = A_{ih}/A_i$ [Ft/Ft], valamint a $\mu_{ih} = m_{ih}/A_{ih}$ [Ft/Ft] tényezők függvénye. Az árrendszer sajátosságaitól függetlenül ugyanis mindkettőt lényegesen befolyásolhatja az állóeszközök, az utóbbi pedig a tiszta jövedelem számbavétele is. Az állóeszköz értékelésnek ezen felül még metodikai gondjai is vannak (záró-nyitó, bruttó-nettó stb.).

A vizsgálatokat 1980. évi árszinten végeztük; a számításához szükséges különféle fajlagos mutatókat a hivatalos statisztikai adatok alapján határoztuk meg. Az 1980. évben kezdeményezett, kompetitív árrendszer kifejezett sajátossága a világpiacon árszínvonal folyamatos közelítése; különösen érvényes ez a célkitűzés az energiahordozók piacán. Ezért a vizsgálati eredmények általában megfelelnek a világpiacon árszínvonal számítható hatékonysági viszonyoknak.

Az árrendszeri „bizonytalanságok” ellenére tehát a vizsgálati eredmények elfogadhatóan elégítik ki a gyakorlat igényeit. Az ágazatok egyes energiaigényességi-hatékonysági jellemzői között ugyanis nagyságrendi eltérések vannak, amint ezt a 4.4-1 és -2 táblázatok is mutatják.

4.4-1. táblázat

Az ágazatok járulékos energetikai állóeszközigénye; ($a_i - 1$) értékek

Me.: Ft en.áe/Ft ág.áe

Bányászat*	Kohászat	Gépipar	Építőanyagipar	Vegyipar*	Könnnyűipar	Egyéb ipar	Élelmiszeripar	Ipar össz.*
0,26	0,40	0,09	0,22	0,30	0,13	0,10	0,11	0,19

* Energetikai ágazatok nélkül

4.4-2. táblázat

Ágazatok „halmazott” állóeszközhatékonysága; μ_{ih} értékek

Me.: Ft ttj/Ft áe.

Bányászat*	Kohászat	Gépipar	Építőanyagipar	Vegyipar*	Könnnyűipar	Egyéb ipar	Élelmiszeripar	Ipar össz.*
0,08	0,10	0,18	0,07	0,11	0,14	0,28	0,05	0,12

* Energetikai ágazatok nélkül.

A táblázatokban szereplő adatok természetes ágazati átlagok. Egy-egy ágazaton belül a szak- és alágazatok között további, hasonló nagyságú szórások vannak.

Az adatok nagyságrendi eltérései miatt a fajlagos mutatók akár több 10%-nyi „pontatlanságai” sem tudják érdemlegesen módosítani az ágazati mutatók egymás közötti arányait. Ezért a hatékonysági vizsgálati eredményeket egy esetleges árrendszer-módosítás is alig észrevehető mértékben befolyásolhatja.

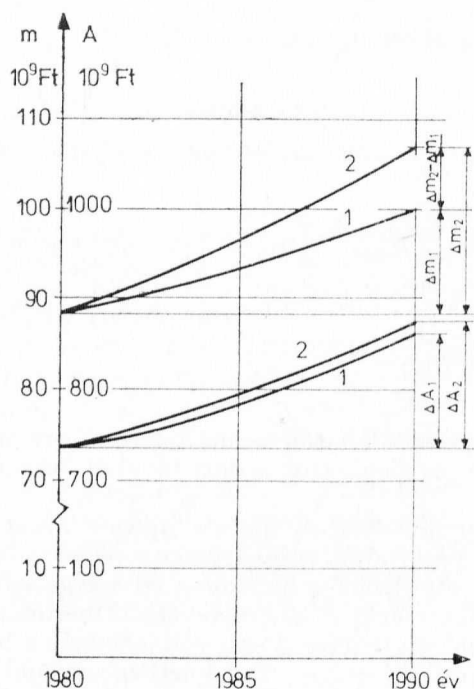
A fentiekhez hasonló nagyságrendi arányok jellemzik a beruházási allokáció egyensúlyát meghatározó $B = \sum e_i \cdot B_i$ képletben szereplő ágazati e_i mutatókat is. Ezzel kapcsolatos, említésre méltó sajátosság még, hogy a $B_{ih} = B_i +$

+ B_{ie} képletben szereplő B_{ie} ágazati járulékos energetikai beruházás egy speciális, úgynevezett „*halmozott beruházási mutató*” alapján lett meghatározva. Ennek értelmezése az, hogy az éves energiaszolgáltatás egységnyi növekményének biztosítása érdekében hány forint energetikai beruházásra van szükség hazai bázisú szénbányászat és villamosenergia-ellátás esetén. (Az előbbi nem azonos az energetikai kapacitás-létesítési beruházási fajlagossal, bár a [Ft/PJ/év] dimenzió mindkettőre azonos.)

5. Egy gyakorlati példa

A vizsgálati algoritmus segítségével, az 1980. évi statisztikai helyzetből kiindulva, 5–10–20 éves fejlesztési periódus során vizsgáltuk a *különböző struktúrájú (és energiaigényességű) ipari fejlesztések hatékonysági viszonyait*. A vizsgálatához az ipart 29 al-, illetve szakágazatra bontottuk. *Tudatosan kerülve a szélsőséges példákat*, egy mesterkéltén energiaigényes és a tényhelyezethez képest valamivel kedvezőbb energiaigényességű két alternatíva jellemzőit hasonlítottuk össze. Az 1980. évi 6,9 [MJ/Ft ttj.] energiaigényességgel szemben a fejlesztési alternatívák növekményeinek energiaigényessége 16,4, illetve 4,4 [MJ/Ft ttj.]. (Szélső esetekben az átlaghoz képest ± 5 –6-szoros arányok is lehetségesek, pl. alumíniumipar 30, feldolgozó ágazatok 1–2 [MJ/Ft ttj.]

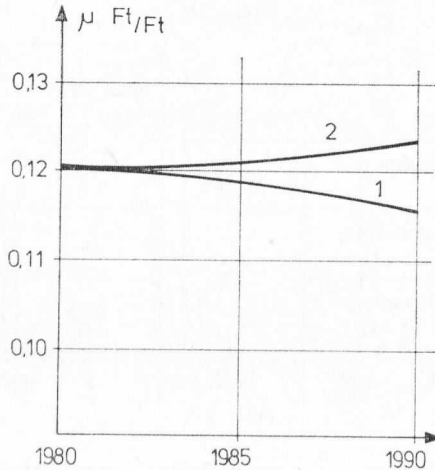
A vizsgálatához felvett fejlesztési alternatívák mérsékelt eltérő jellegét húzza alá az a körülmény is, hogy az *extenzív bővítés hatását csak az összes ipari*



5-1. ábra

beruházási lehetőségek mintegy 20%-ára végeztük, valamint az energetikai fajlagos beruházásokat viszonylag kedvező értékkel — az elmúlt időszak statisztikai adatai alapján — vettük számításba.

Ennek ellenére a fejlődés dinamikáját jellemző mutatók különbségei meglehetősen nagyok az eltérő beruházási alokációk esetén.³ A változó népgazdasági haté-



5-2. ábra

konyságot tükröző 10. évre vonatkozó eredményeket közelítő értékekkel mutatják az alábbi diagramok.

Az 5-1 ábra felső része a társadalmi tiszta jövedelem évenkénti növekedését ábrázolja. A kétféle energiaigényességű, 1 és 2 jelű görbék közötti olló erőteljesen nyílik. Ez annak az eredménye, hogy a tízéves időszak folyamán az ipari átlagos állóeszközhatékonysági mutató a teljes állóeszközállományra 0,12-ről 0,115-re csökken az energiaigényes, illetve 0,123-ra nő a nem energiaigényes fejlesztés esetén (5-2 diagram), vagyis a 10. évre a *nem energiaigényes alternatíva jövedelemnövekménye már 60–70%-kal nagyobb* az energiaigényes fejlesztésnél. Ugyanakkor az állóeszköz-felhalmozóképességük között kisebbek a különbségek, amint ezt az 5-1 ábra alsó görbepárja mutatja.

Figyelemre méltó jellemző mutatói a kétféle fejlesztésnek, hogy hogyan változik már 10 év alatt is

- az ipar átlagos energiaigényessége,
- az $(a - 1)$ tényező, amely azt mutatja meg, hogy az ipar átlagában 1,0 Ft ágazati állóeszköz működtetése hány forint „járulékos” energetikai állóeszközt igényel. (Ennek oka az, hogy a különböző összetételű fejlesztések ágazati beruházásaihoz népgazdasági átlagban eltérő nagyságú, $[e - 1]$ arányú járulékos energetikai beruházás szükséges.)

³ A beruházási alokációt a B összes (extenzív) beruházás ágazati megoszlását jellemző, időben változatlan p_i ágazati arányokkal határoztuk meg. A jövő vizsgálatokban a p_i megoszlások időbeli változtatása is beépíthető a modellbe.

Különösen feltűnő, hogy milyen szélsőségesen eltérőek a mérsékeltlen eltérő energiaigényességű fejlesztési változatok rugalmassági mutatói (az energiafogyasztás növekedésének és a jövedelem növekedésének hányadosai).

A két eltérő energiaigényességű fejlesztési alternatíva megfelelő jellemzőit az 5-1 táblázat foglalja össze.

5-1. táblázat

		Induló állapot	Energiaigényes fejlesztés 1.	Nem energiaigényes fejlesztés 2.
Ipar átlagos energiaigényessége a periódus végén		MJ/Ft	6,9	6,2
„Járolékos” energetikai	beruházás ($e-1$)	Ft	0,93	0,40
	állószerkező ($a-1$)		0,33	0,25
Rugalmassági mutató r		%/%	1,5	0,6

A vizsgálati algoritmus — egyszerűsítési megfontolásokból — nem tesz különbséget a különböző energiaigényességű fejlesztések időben realizálhatóságai között. Az időbeli fáziseltolódásnak a hatékonyságra gyakorolt hatásait azonban közvetve, egyszerűsített módon figyelembe vehetjük. Ez úgy történhet, hogy az f évvel hosszabb idő alatt, illetve később realizálódó, energiaigényesebb fejlesztés megfelelő jellemzőit ábrázoló görbéket a diagram időtengelyén jobbra f évvel eltoljuk, mint ezt példaként az 5-3 ábra szaggatott, 1' jelű görbéje is mutatja. A fáziseltolódás figyelembevételével, az eltérő energiaigényességéből származó hatékonysági különbségek tehát még nagyobbak lennének, a jövedelemnövekmények különbsége pl. az ábra szerint $\Delta m_2 - \Delta m_1$ nagyságú szemben az 5.3 ábrán szereplő $\Delta m_2 - \Delta m_1$ különbséggel.

A kétféle energiaigényességű fejlesztés eredményességének, jövedelemtermelő képességének eltérése két hatás eredőjeként adódik:

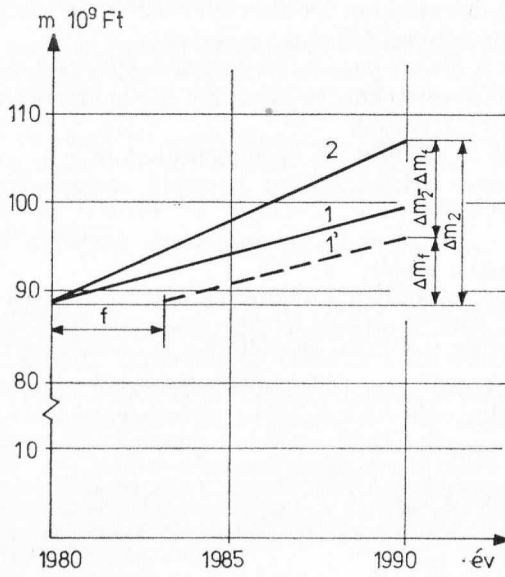
— egyrészt az ágazatok saját μ_i állószerkezőhatékonyságainak különbözőségéből,

— másrészt az ágazatok eltérő energiaigényességéből.

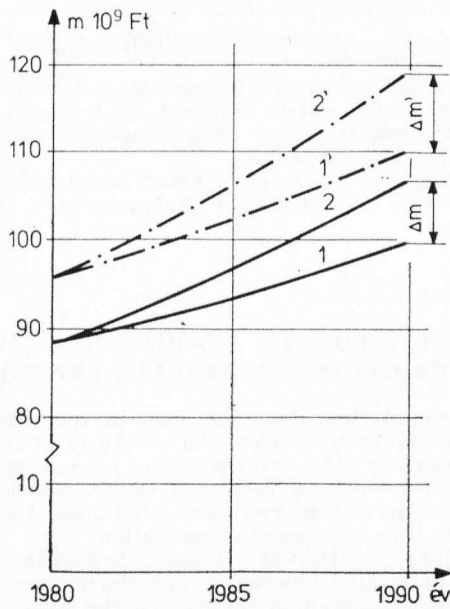
Az energiaigényesség szerepét szemlélteti az 5-4 számú ábra. Ezen az 1' és 2' jelű görbék olyan fejlesztések jövedelmének alakulását mutatják, amelyben az energetikai ágazatok is μ_T állószerkezőhatékonysággal termelnének a μ_E helyett („energetika nélküli termelés”).

Az 1' és 2' jelű görbék nemcsak hogy meredekebbek, vagyis nagyobb ütemű növekedést biztosítanak, mint a megfelelő, eredeti 1 és 2 jelű fejlesztések, hanem a vizsgálat szerint az A_E energetikai állószerkező már az első évben is — a μ_T/μ_E kb. kétszeres viszonynak megfelelően — egy $A_E \cdot (\mu_T - \mu_E) \cong \cong A_E \cdot \mu_E$ -vel nagyobb tiszta jövedelmet állítana elő. (Már az induló év jövedelme is mintegy 10% körüli értékkel nagyobb lenne.)

A kifejlesztett vizsgálati módszer alkalmas arra, hogy tetszőleges fejlesztési variánsokat rutinszerűen, viszonylag rövid idő alatt vizsgáljunk, ezzel a nép-



5-3. ábra



5-4. ábra

gazdasági fejlesztési döntésekhez hasznos információkat szolgáltatassunk. A vizsgálatok mindenesetre *bizonyítják, hogy az energiaigényesség az egyik igen fontos befolyásoló tényezője a távlati gazdaságfejlesztés hatékonyságának*, ezért az energetika a termelési tényezők között kiemelt figyelmet érdemel.

A jövőben elemezni kívánjuk

- az extenzív mellett az intenzív beruházásokat is
- a modellben exogén bázisadatként szereplő energiaellátási fajlagos beruházás drágulását,
- az energiaigényesebb termeléshez szükséges nagyobb beruházások hosszabb megvalósulási idejét,
- az energiaigényes, általában folyamatos üzemű alapanyaggyártó és a kevésbé energiaigényes, rendszerint 1-2 műszakos feldolgozó ágazatok állóeszközeinek kihasználása közötti különbséget (műszakszámnövelés arányosan javítja az utóbbiak fajlagos jövedelemtényezőjét),
- a környezetvédelmi előírások miatti többletberuházások az energiaigényes tevékenységnél nagyobbak.

(Beérkezett: 1983. október 25-én.)

IRODALOM

1. ANDORKA R.—DÁNYI D.—MARTOS B.: *Dinamikus népgazdasági modellek* Budapest, 1967. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó.
2. DRECHSLER L.: A gazdaságosság mérésének általános kérdései *Gazdaság*, 1978.
3. DRECHSLER L.: *A hatékonyság mérése és tervezése* Budapest, 1981. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó.
4. ERDŐS P.: Az energiaigényesség népgazdasági szerepe Budapest, 1980. Kézirat.
5. FÜLÖP G.: Hatékonyság és az újratermelés arányai Budapest, 1978. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó.
6. GALLA L.: *Eszközigenység az iparban (1960—1980)* Budapest, 1982. augusztus. Kézirat.
7. MEGYERI E.: A vállalati alapok optimális kihasználása és a hatékonyságmérés néhány problémája Szoc. váll. sorozat 5. kötete Budapest, 1976. Akadémiai Kiadó.
8. NYITRAI F.-né: A hatékonyságvizsgálatok tapasztalatai az iparban Szoc. váll. sorozat 5. kötete Budapest, 1976. Akadémiai Kiadó.
9. Anyag- és energiaigényesség közvetlen és közvetett összetevőinek népgazdasági elemzése az ágazati kapcsolatok mérlege alapján Budapest, 1983. Ipargazdasági Intézet. Kézirat.

A DYNAMIC MODEL FOR THE EXAMINATION OF SECTORAL DEVELOPMENT PROJECTS OF DIFFERENT ENERGY-INTENSITY

The article presents a computerized *simulation model* for quantifying how the different energy-intensities of industrial sectors affect the efficiency of industrial investments.

The model determines the long-term development of net income produced per unit of fixed assets for industrial development variants of varying sectoral composition under different technological, economic and environmental conditions. A part of the assumptions can be changed and thus become an element of simulation.

The model relies basically on the Harrod—Domar type growth principle. Accordingly, social output — measured in the model by the size of social net income — is proportionate to the quantity of fixed assets tied up in production. On the other hand, the expansion of fixed assets depends on the amount of income produced.

The basic *properties* of the development model:

- it is dynamic,
- up to now the model examined the efficiency of extensive expansion but it is also suited to analyse intensive developments,
- it is constructed at fixed (1980) prices, thus it presents quantity relations.

For illustrative purposes we examined with the model several development variants of moderately different energy-intensity. The numerical results show the economic importance of the reduction of the average industrial energy-intensity, as it generally goes with increased income generation.

The presented method is suited for a routine-like, relatively rapid examination of optional development variants.

ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТРАСЛЕЙ С РАЗЛИЧНОЙ ЭНЕРГОЕМКОСТЬ

В статье показана разработанная для ЭВМ симуляционная модель, с помощью которой можно количественно представить влияние различной энергоемкости на народнохозяйственную эффективность промышленных капиталовложений.

Модель определяет, как складывается производство удельного чистого общественного дохода на единицу основных фондов в течение длительного периода для вариантов промышленного развития различных по отраслевой структуре при разных технико-экономических условиях и разной среде. Часть посылок может быть сама изменена и поэтому может быть элементом стимулирования.

Модель по существу основана на принципе роста Харода-Домара. В соответствии с этим общественное производство, которое в модели измеряется величиной чистого общественного дохода, пропорционально количеству вложенных в производство основных средств. Возможность же расширения основных фондов зависит от величины произведенного дохода. Основные особенности модели развития: она динамична; до сих пор с ее помощью анализировались условия эффективности экстенсивного развития, однако она может быть применена и для анализа интенсивного развития; модель рассчитана в неизменных ценах (1980 г.), т.е. показывает объемную связь. Конкретные количественные результаты проанализированных с помощью модели в качестве примера вариантов развития, лишь незначительно расходящихся по энергоемкости, показывают, что одним из важнейших требований экономического развития является сокращение средней потребности промышленности в энергии. А это обычно ведет к росту доходности.

Разработанный метод пригоден для проведения общего и относительно быстрого анализа любых вариантов развития.