

HUNYADI LÁSZLÓ - RÉVÉSZ TAMÁS

## Modell az energiaár hatásainak vizsgálatára

### Bevezetés

A Világbank a Magyarországnak nyújtandó energia-racionalizálási hitel kapcsán 1986-ban assal a kéréssel fordult az illetékes magyar szervekhez, hogy Magyarországon átfogó tanulmány mérje fel a világpiaci energiaár alakulásának belföldi hatásait. A feladatot az OMFH kapta meg, amely a tanulmány kidolgozására bizottságot hozott létre. A bizottság a Világbank képviselőivel konzultálva úgy határozott, hogy a tanulmányt megalapozó számítások között kapjon helyet egy olyan modell, illetve modellrendszer, amely a fontosabb számszerűsíthető hatásokat ragadja meg. Ennek a modellnek az elkészítésével az OT Tervgazdasági Intézetét bízták meg, de részt vett a munkában az Ipargazdasági Intézet is.

Az energiagasdálkodás modelljei a korábbi időkakban elsősorban a hagyományos mennyiségi tervezéshez kapcsolódtak és erősen műssaki szemléletűek voltak [4]. Alapkérdésük az energiatermelés és elosztás egyensúlya, a technológiák közti optimális választás, valamint az optimális beruhásásallokáció körül mozgott. Az árhatások modellezése hasánkban mindesidáig viszonylag háttérbe szorult; mindössze néhány ÁKM típusú árszámítás, egy — a mi munkánkkal időben párhuzamosan készült — ökonometriai elemzés [11] és modellezési munkánk közvetlen előzményeként egy egyszerűsített hatásvizsgálat [3] említhető meg.

Modellünk, amely a bizottsági munka keretében 1986-ban és 1987-ben készült, megkísérelte keresleti oldalról feltárni az árhatások közvetlen és tovaágyűrűző hatásait. A modellezési munka egyes fázisait menet közben dokumentáltuk; ezek a munkaanyagok részletesen tartalmazzák a modell leírását [5], a felhasznált adatbázist [6], az első számítási eredményeket és a fő következtetéseket ([7] és [8]). A modellszámítások főbb eredményei a Bizottság sárójelentésében [10] is megjelennek. A modellezés egyes kiragadott kérdéseit nyilvánosan is publikálni kívántuk; így megjelent egy cikk a munka teljes áttekintéséről [1] és egy másik az eredmények közgazdasági értékeléséről [2].

Jelen cikkünkben elsősorban a modell szerkesetét, gondolatmenetét, működési módját kívánjuk bemutatni. A bevezetést követő 1. rész a modell szerkesetét, az egyes modellrészek kapcsolatát tekinti át, majd a 2. rész az adatok kérdéseivel foglalkozik. Ezután bemutatjuk a modell lényegesebb egyenleteit, egyenletcsoportjait (3. rész), végül röviden összefoglaljuk a fontosabb számítási eredményeket (4. rész).

## 1. A modell fő célkitűzései és szerkezete

A modellszámítások célja az, hogy megkísérelje felvázolni azokat a többirányú népgazdasági hatásokat, amelyeket az energiaárak feltételezett változásai indukálnak az 1986–2000 időszakra. Ennek során a modell számba veszi a legfontosabb hatásokat, ugyanakkor eltekint egy sor lényeges kérdés vizsgálatától. Talán a legfontosabb azt megemlíteni, hogy csak a keresleti oldalt, azaz az energia iránti igényeket vizsgálja, de nem foglalkozik az ellátás, a kínálat kérdéseivel.

Az ágazati, illetve cikkcsoportos bontású makromodell az 1970–1984-es időszak alapján statisztikai-ökonometriai eszközökkel becsült magatartási egyenletekből és 1983. évi — jórészt ÁKM bázisú — rögzített koeficienssekkel leírt technikai összefüggésekből áll. Ezek segítségével méri fel az energiaárak változásának tovagyrűző hatásait.

As első lépésben azt vizsgálja, hogy az energiahordozók termelői árának és egyéb fontos tényezőknek (pl. ágazati termelési értékeknek) a változása hogyan befolyásolja a nem energiatermelő ágazatok energia felhasználását. A becsült felhasználások és a feltételezett árak alapján meghatározható az egyes ágazatok energiaköltsége, amelynek változása egy ÁKM ármodellen keresztülvetve megadja a nem energiatermelő ágazatok számított termelői árindexeit. (Ezek nem igazi termelői árindexek, hiszen nem a magyar árpolitika elveinek megfelelően képezzük őket, hanem azonnali és teljes költségtovagyűrűzést feltételező, az árváltozások irányába ható nyomásnak tekinthetők.)

A következő lépésben az ugyancsak kívülről adott (feltételezett) fogyasztói árak hatásait vizsgáljuk a lakossági energiafelhasználás struktúrájára és volumenére. A lakossági energiafelhasználás becsülésénél természetesen más tényezőket is figyelembe vesszünk, így egyebek közt a lakossági jövedelmeket és a hőmérsékleti tényezőket. A modell ezután egyszerű számítások útján kiterjeszti a vizsgálatot a lakossági fogyasztás egészére. Abból a feltételezésből, hogy a kiszámított „termelői árak” arányosan növelik a nem energia jellegű cikkek fogyasztói árait, levezethetők a lakossági fogyasztás feltételezett cikkcsoportos fogyasztói árindexei. Másfelől, ismerve az energia jellegű cikkekre vonatkozó becsléseket, és feltételezve, hogy a lakosság összes fogyasztása a reáljövedelmekkel arányosan nő, továbbá megtartva a nem energetikai cikkek fogyasztásának bázisidőszaki arányait, meghatározhatók a fogyasztási szerkeszetnek azok az elmosdulásai, amelyeket az energiaár változások hoznának létre.

Továbbmenve, a modell nagyon leegyszerűsített módon ugyan, de becslést ad arra is, hogy az energiaár változások függvényében hogyan változna az egyes társadalmi-gazdasági csoportokba, illetve jövedelemkategóriákba tartozó háztartások átlagos fogyasztói árindexe. Ennek becslésére az egyes rétegek rögzített kiadási arányait, a fogyasztás szerkeszetének átlagos elmosdulásait, valamint a becsült fogyasztói árindexet használtuk fel. Végül a lakossági fogyasztás fogyasztói illetőleg termelői áron számított értékének összevetésével becslést kaphatunk a fogyasztáson realizálódó forgalmi adók és árkiegészítések egyenlegére, amely a költségvetés egyik jelentős tétele.

A modell egyik ága alkalmas arra, hogy segítségével kívülről adott ágazati termelési árindexek esetén ÁKM összefüggésekből becsülje a nem energetikai ágazatok jövedelmi helyzetében bekövetkező változásokat, de ilyen számításokat a jelenlegi munkafázisban nem végeztünk. A modell szerkezetének, működésének áttekintését megkönnyíti az 1. ábra, amely a modell folyamatainak blokk-sémáját adja meg.

A modell magatartási egyenleteinek becslését részben C64-es személyi számítógépen, részben az OTSZK Honeywell számítógépén végeztük. A modell szimulációs programját IBM kompatibilis személyi számítógépre készítettük el, részben egy táblázatkezelő program felhasználásával, részben pedig BASIC célprogram formájában. A szimulációs rendszer működési módja interaktív.

## 2. A modellben alkalmazott bontások és kapcsolataik

A modell központi magját egy ÁKM bázisú árszámítási blokk képezi, ennek következtében az alkalmazott szektorbontás meghatározó a modell többi részét illetően is. A felhasznált — 1983. évi 15 szektoros — ÁKM jellegzetessége az, hogy kiemelten kezeli az energiatermelő ágazatokat és viszonylag összevontan a többi szektort.<sup>1</sup>

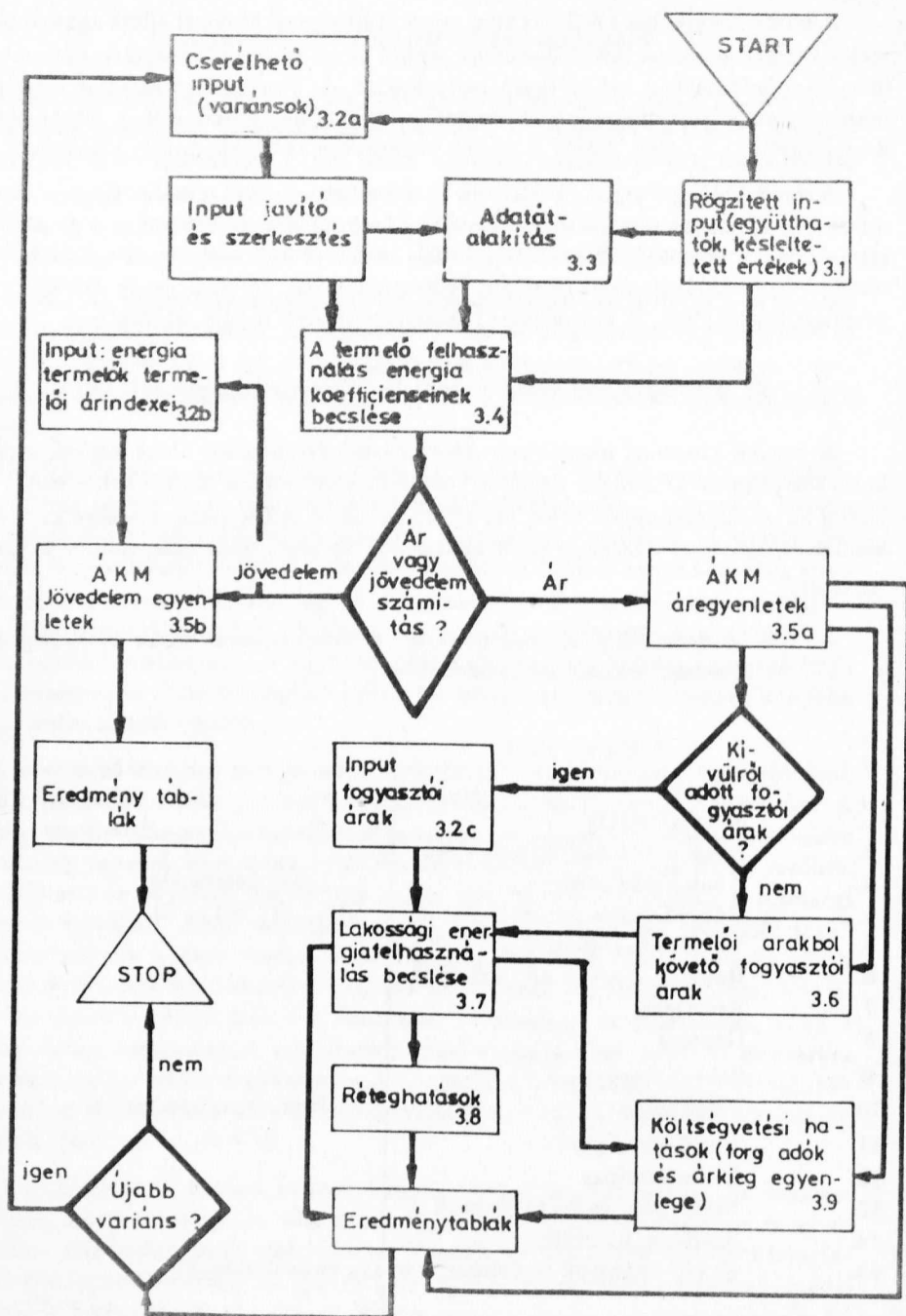
Az alkalmazott ÁKM ágazati bontása (a formális leírás során az ágazatokat  $j = 1 \dots 15$  indexszel jelölve) tehát az alábbi:

### Á g a z a t o k

1.	Szénbányászat	}	Energiatermelők ( $j = 1 \dots 5$ )
2.	Kőolaj- és földgáskitermelés		
3.	Kőolajfeldolgozás		
4.	Gásgyártás és -elosztás		
5.	Villamosenergiaipar		
6.	Bauxit- és egyéb ércbányászat	}	Nem energiatermelők ( $j = 6 \dots 15$ )
7.	Kohászat		
8.	Gépipar		
9.	Szűkebb vegyipar <sup>2</sup>		
10.	Könnyűipar		
11.	Építőanyagipar		
12.	Élelmiszeripar		
13.	Mezőgazd. erdő- és vízgazd.		
14.	Szállítás, hírközlés		
15.	Egyéb ágazatok (építőipar, keresk., szolgáltatások)		

<sup>1</sup> A megalapozó számítások során néhány fő energiafelhasználó ágazatot is kiemelten kezeltünk, de az ÁKM-be ezek már aggregáltan kerültek be.

<sup>2</sup> Nem tartalmazza a 3. és 4. sz. ágazatokat.



1. ábra. A modell folyamatábrája

A számítások során 6 energiahordozót különböztettünk meg. Ennek a bontásnak a jelentőségét az adja meg, hogy a keresleti egyenletek becslésénél energiahordozó fajtánként álltak rendelkezésre idősoros adatok (a termelő szféra ill. a lakosság felhasználása), így a becsléseket ilyen bontásban végeztük el. A vizsgált 6 energiahordozó (a formális leírás során  $i = 1 \dots 6$  indexszel jelölve) a következő:

### E n e r g i a h o r d o z ó k

1. Szilárd energiahordozók
2. Folyékony energiahordozók
3. Gáz
4. Villamosenergia
5. Távhő
6. Benzín

A fentiekkel kapcsolatban meg kell jegyeznünk, hogy ezt a bontást a lakossági fogyasztás egyenleténél alkalmaztuk, míg a termelő felhasználás esetében a benzín nem jelent meg külön energiahordozóként, hanem a folyékony csoport része volt. Ott tehát az  $i$  index tartalma értelemszerűen módosul.

A számítások során a lakossági fogyasztás szerkezetét a tervezésben használatos cikkcsoportos bontásban vizsgáltuk. A szolgáltatások egy csoportba való összevonásával így 14 cikkcsoportot használtunk ( $l = 1 \dots 14$ ). Ezek a cikkcsoportok az alábbiak voltak:

### C i k k c s o p o r t o k

1. Élelmiszerek
2. Élvezeti cikkek
3. Ruhászati cikkek
4. Vas- és műszaki cikkek
5. Járművek
6. Háztartási vegyi cikkek
7. Bútorok
8. Kultúrcikkek
9. Üzemanyagok
10. Tüzelőanyagok
11. Gyógyászati cikkek
12. Egyéb cikkek
13. Víz, villany, gáz, távfűtés
14. Szolgáltatások

Végezetül a réteghatások vizsgálatakor 5 társadalmi-gazdasági csoportot különböztettünk meg (az egyes háztartások családfőjének hovatartozása szerint), és

mindegyiken belül három jövedelemkategóriát (alacsony, átlagos, magas) határoztunk meg. (Az egyes jövedelemkategóriák tartalmát az adatbázis kiadványunkban [6] részletezzük.) Így tehát összesen 15 réteggel ( $k = 1 \dots 15$ ) számoltunk.

A modell működése szempontjából lényeges kérdés, hogy biztosítani tudjuk-e a közlekedést a különböző bontások között. Tekintve, hogy a különböző modellrészek egymástól lényegesen eltérő szemléletű és forrású adatokra épülnek, ez a közlekedés korántsem egyértelmű, sőt, teljes pontossággal meg sem valósítható. Ezért a munka során több olyan gyakorlati aggregációs és dezaggregációs problémát kellett megoldanunk, amelyek legalább nagy vonalakban biztosították a megfelelő átmeneteket. A legfontosabb ilyen lépéseket az alábbiakban foglaljuk össze.

- a.) Az input adatoknál az árvariánsok kialakítása során a termelői árak esetében az OAÁH árvariánsait reprezentáns termékekre fogalmazta meg (vö. [6] 21. sz. tábla). Ebből kellett egyrészt ÁKM szemléletű ágazati, másrészt energiahordozónkénti átlagos árindexeket kikevernünk. Mindkét esetben a megfelelő árindexeket az 1983. évi anyagfelhasználási statisztikákból vett súlyokkal állítottuk elő. Itt kell megemlítenünk, hogy mivel a Kőolaj- és földgázkitermelés nevű ÁKM ágazat a nem energetikai szektorok felé gyakorlatilag csak a földgáz értékesíti, ágazati termelői árindexét a gáz árindexével tekintettük azonosnak.
- b.) A termelő felhasználás becslésekor az idősoros adatokból nyert saját- illetve keresztárrugalmasságok energiahordozónként álltak rendelkezésre, így ezeket kellett az ÁKM ágazati struktúrájával azonosítani. Elvben a korrekt megoldás az lett volna, ha az ÁKM ágazatok és az energiahordozók egymásnak egyértelműen megfeleltethetők lettek volna, de ez nem így volt. Ezért azt a megoldást választottuk, hogy a szénbányászat esetén a szilárd, a kőolajfeldolgozás esetén a folyékony, a villamosenergiaipar esetén a villamosenergia, míg a kőolaj- és földgázkitermelés, valamint a gázgyártás és -elosztás ágazat esetén a gáz saját elosztásával számoltunk. A hő termelését nem tudtuk így besorolni, ennél fogva modellünkben a hőárak változása az energiefelhasználás költségeit csak közvetve — a helyettesítési hatásokon keresztül — befolyásolja.
- c.) A fogyasztói árak azonosításakor a fentiekhez hasonló probléma nem merült fel. Azoknál a változatoknál, ahol a termelői árak növekedését automatikusan átvittük a fogyasztói árakra (ún. követő változatok), a benzin fogyasztói árát a kőolajfeldolgozó ipar átlagos termelői árindexéhez kötöttük.
- d.) A lakossági fogyasztást (az ÁKM szektorokból) cikkszoportos bontásba a pénzügyi tervezés 1984. évi transzformációs mátrixával vittük át. (Tekintve, hogy ez a mátrix alapvetően technológiai jellegű összefüggéseket tartalmaz és ezek időben meglehetősen stabilak, nem okoz különösebb gondot, hogy 1984. évi mátrixszal dolgoztunk 1983-as helyett; ez utóbbi ugyanis nem állt rendelkezésünkre.) A cikkszoportos bontásban a lakosság üzemanyag fogyasztását a benzin felhasználásával azonosítottuk; ez, tekintve a diesel üzemű járművek

kis súlyát, nem okoz számottevő torzítást. Az említett átmenet-mátrix az adatbázis kiadványunk [6] 14. sz. táblájában található meg.

- e.) A háztartásstatisztika kiadási szerkezeteit és a lakossági fogyasztás szerkezetét is meg kellett feleltetnünk egymásnak a réteg árindexek meghatározásához. Ennek módját — a meglévő módszertani nehézségek (pl. háztartásstatisztika torzításai) hangsúlyozása mellett — az adatbázis kiadványunk aggregációs sémája adja meg. A szimulációs számítások bázis éve 1983 volt; a számításokat az 1983–2000 időhorizontra végeztük el. Ez az előrejelzések szempontjából hosszú horizont a Világbank kifejezett kérése volt, s racionális magva az, hogy az energetikában a keresleti — kínálati alkalmazkodási folyamatok csak lassan bontakoznak ki, s így hosszabb előretekintésre van szükség. Nyilvánvaló, hogy ezek az előrejelzések csak nagy óvatossággal, igen sok fenntartással fogadhatók el.

### 3. A modell fontosabb egyenletei

A modell egyenleteit az alábbiakban az 1. ábra blokk-sémájának megfelelően tárgyaljuk. Maga a blokk-séma, amely valójában a program szerkezetét írja le, megadja az egyenletek elhelyezkedését is a rendszerben, így az egyenleteket az ottani hivatkozási számok szerint tárgyalva egyben a modell logikáját is megvilágítjuk. A rendszerben sok olyan elem (modul) van, amely „csak” az adatokkal való manipulálásra (adatelőkészítés, átszámítások az abszolút számokból indexekké stb...) szolgál. Ezek látszólag meglehetősen bonyolulttá tesszik a rendszert, holott az valójában, legalábbis elveiben, meglehetősen egyszerű. Ezért a továbbiakban formálisan csak az érdemi számításokat végső egyenleteket mutatjuk be, míg az említett adatkezelő modulokról csak rövid, verbális leírást adunk. A rendszer pontos leírását a már említett munkaanyagunk [5] adja meg.

A modell egyenletei három nagy csoportra oszthatók: az első csoport a termelő felhasználás becslését és az árszámításokat végzi, a második a lakossági fogyasztást becsüli, míg a harmadik az előző kettő alapján kiegészítő számításokat végez a réteghatások és a költségvetési hatások felmérésére.

Az első feladatcsoport sémáját jól mutatja a 2. ábra egyszerűsített ÁKM-je.

Ebben a szerkezetben az E mátrix az, amit elsődlegesen becsülni kívánunk, majd ennek felhasználásával készítünk ÁKM bázisú ármodellt a nem energetikai ágazatok termelői árainak, illetőleg jövedelmeinek becslésére.

Ezeket a feladatokat a 3.1–3.6 modulok látják el. Szervesési okokból különválasztottuk a rögzített és a cserélhető inputot, hiszen a rögzített inputot csak egyszer kell betölteni, míg a cserélhető input szimulációs változatoktól függő értékeket visz be. A rögzített input (3.1. modul) viszi be a fix ÁKM-eket, az ágazat → cikkcsoport transzformációs mátrixot, a hasznos-energia együtthatókat, a társadalmi-gazdasági rétegek fogyasztási struktúráit, valamint a számításokhoz szükséges készleteltett árakat és árindexeket. A cserélhető input (3.2. modul) az energiahordozók belföldi árait, az ágazati bruttó termelés indexeit, a lakossági jövedelmeket,

továbbá a viselkedési egyenletek egyes paramétereit olvassa be, valamint a termelő felhasználást és a lakossági fogyasztás becsléséhez szükséges egyéb, exogén változókat. Ez olvassa be — jövedelemszámítások esetén — az exogénnek tekintett fogyasztói árindexeket is. A cserélhető input kényelmes kezelésére a programba beépített saját editor szolgál.

A 3.9. modul adatátalakítást és előkészítést végez. Itt állítjuk elő — egyebek között — az ÁKM koefficienseket és számítjuk ki az 1983. ill. 1984. évi bázisú megfelelő szerkezetű fogyasztói ár- és jövedelemindexeket. A továbbiak szempontjából lényeges a hazai ill. import pénzügyi hidak kulcsos kezelése, amely elvben lehetőséget ad az adórendszerben bekövetkező változások bizonyos értelmű követésére és amelyet a 2. ábra jelöléseivel az alábbi egyenletek definiálnak:

$$RH_j = FH_j / \sum_{m=6}^{15} A_{m,j} \quad \text{és} \quad \langle RH_j \rangle = RH$$

$$RI_j = FI_j / IM_j \quad \text{és} \quad \langle RI_j \rangle = RI$$

$$M' = AM' + BE' + TJ'$$

A termelő energiafelhasználás becslése és előrejelzése a modell központi feladata. Ezt a modellezés során több különböző változatban is elvégeztük különféle, egyre bonyolultabb szerkezetű egyenletekkel és egyre több magyarázó változó segítségével. Itt csak a legegyszerűbb megközelítést mutatjuk be, amely az energiafelhasználást csak az energiahordozók relatív árindexeivel (és implicit módon bruttó termelés növekedésével) magyarázza. Az egyes energiahordozók árindexeiből ( $PP_{i,t}$ ), az ágazati bruttó termelési érték deflátor árindexeiből ( $PT_{j,t}$ ) a megfelelő relatív árak szerepeltetésével becsült saját- és keresztárrugalmasságokból<sup>3</sup> ( $EL_{i,m}$ ), valamint az exogénként kezelt ágazati bruttó termelési értékekből ( $BT_{j,t}$ ) indulunk ki. Az árindexeket — tekintettel a hatások időbeni szétterülésére — általában a tárgyév és az azt megelőző 2 év mozgó átlagaként képeztük. A felhasznált egyenletek lényege az alábbiakban formalizálható:<sup>4</sup>

$$PR_{i,k,t} = \begin{cases} (PP_{i,t}/PP_{k,t})/(PP_{i,83}/PP_{k,83}), & \text{ha } k = 1 \dots 5 \\ (PP_{i,t}/PT_{k,t})/(PP_{i,83}/PT_{k,83}), & \text{ha } k = 6 \dots 15 \end{cases}$$

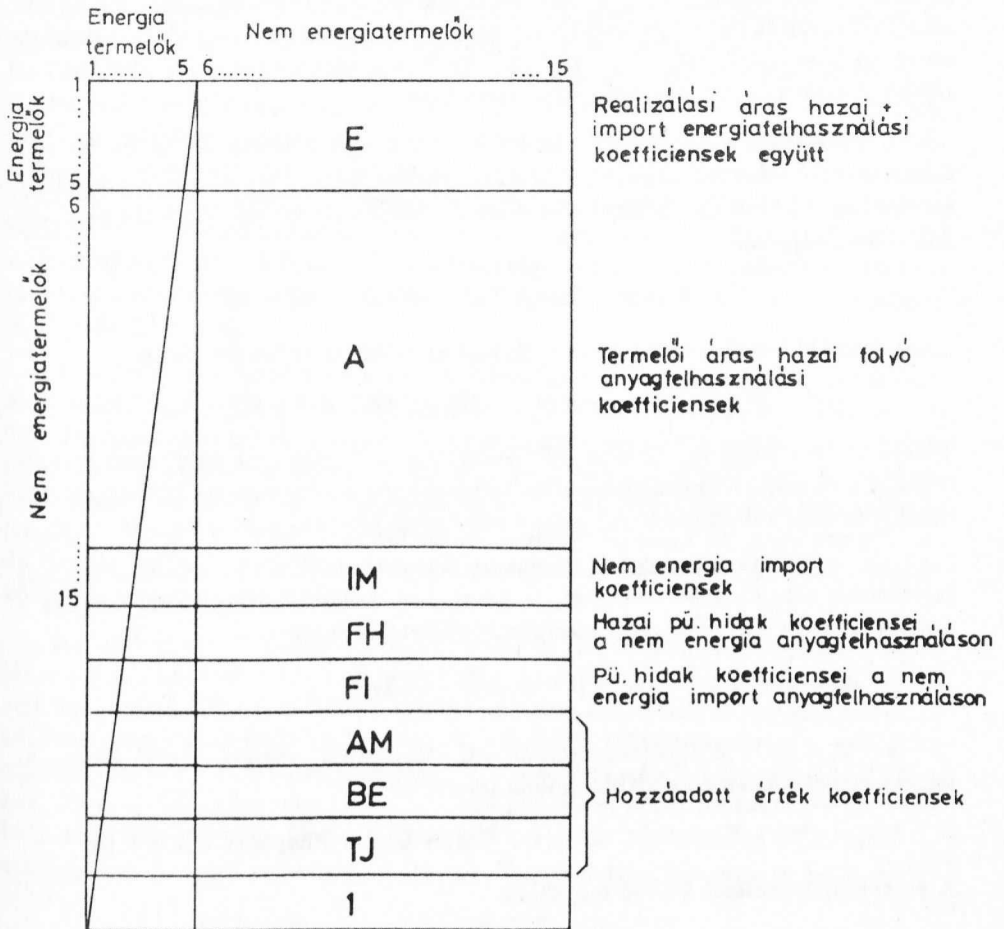
$$t = 1983 \dots 2000; \quad i = 1 \dots 5$$

(az egyes energiahordozók egymáshoz, ill. az ágazati árindexekhez és az 1983-hoz viszonyított árindexének meghatározása)

<sup>3</sup> A becslések módszerét és fontosabb eredményeit itt nem közöljük, ezek részletesen megtalálhatók az említett kiadványokban.

<sup>4</sup> A  $t = 1983$ -at röviden 83 indexszel jelöljük.





2. ábra. Az ÁKM számítások sémája

$$EE_{i,j,t} = \prod_{m=1}^5 PR_{i,m,t}^{EL} PR_{m,j,t}^{EL} \quad i = 1 \dots 5; \quad j = 6 \dots 15, \quad t = 1983 \dots 2000$$

(a j-edik ágazat fajlagos i-edik energiahordozók-igényének bázisindexei 1983=1.00)

$$E_{i,j,t} = E_{i,j,83} \times EE_{i,j,t} \quad i = 1 \dots 5; \quad j = 6 \dots 15; \quad t = 1983 \dots 2000$$

(a becsült ÁKM együttesek a nem energiatermelő szektorokra, az 1983-2000 évekre)

$$EF_{i,j,t} = E_{i,j,t} \times BT_{j,t} \quad i = 1 \dots 5; \quad j = 6 \dots 15; \quad t = 1983 \dots 2000.$$

A fenti számításokban  $EF_{i,j,t}$  abszolút számban forintban adja meg az induló feltételek (árak és termelési érték) függvényében az ágazati és energiahordozónkénti energiafelhasználást, míg  $E_{i,j,t}$  azokat a koefficienseket mutatja, amelyek az ár-, illetve jövedelemszámításoknál szükségesek lesznek.

A következő, 3.5. modul a termelői árakra illetve alternatív módon a termelői jövedelmekre vonatkozó ÁKM számításokat végzi. Az ebben a modulban szereplő egyenletek indoklására tekintünk az érték összetevőire felírható alapvető ÁKM összefüggést:

$$I' = I' \times E + I' \times A + FH' + FI' + IM' + M'$$

ami a korábbi koefficiensek felhasználásával az alábbi formára írható át:

$$I' = I' \times E + I' \times A \times (I + RH) + (IM') \times (I + RI) + M'.$$

Tételezzük fel, hogy RH illetve RI időben nem változik, azaz az új árak mellett is a hazai és import anyagfelhasználás fajlagos támogatásigénye az 1983-as szinten marad, és nem változik a hozzáadott értékelemek hányada sem.

Legyen P1, az energiahordozók (energiatermelő szektorok) termelői árindexeit tartalmazó vektor,  $PM = \langle PM_i \rangle$  az import árindexekből képzett diagonális mátrix G pedig egy némiképp speciális szerkezetű inverzmátrix:

$$G = [I - A \times (I + RH)]^{-1}.$$

A  $P3'_t = [P1'_t, P2'_t]$  árrendszerben a  $t$ . időszakra az energiatermelő ágazatokban az értékazonosság az alábbi módon írható fel:

$$P2'_t = P1'_t \times E_t + P2'_t \times A \times (I + RH) + IM' \times PM_t \times (I + RI) + M'.$$

A fenti alapegyenletet  $P2'_t$ -re megoldva

$$P2'_t = [P1'_t \times E_t + IM' \times PM'_t \times (I + RI) + M'] \times \underbrace{[I - A \times (I + RH)]^{-1}}_G$$

adódik, ha pedig  $M'$ -re oldjuk meg, akkor a jövedelemszámítások alapegyenlete kapható:

$$M'_t = P2'_t - P2'_t \times A \times [I + RH] - P1'_t \times E_t - IM' \times PM \times [I + RI]$$

(a nem energiatermelő ágazatok számított hozzáadott érték hányada)

$$TJ'_t = M'_t - AM'_t - BE'_t, \quad t = 1983 \dots 2000$$

(a nem energiatermelő ágazatok számított tiszta jövedelem hányada)

$$TI'_t = TJ'_t \times \langle BT_j \rangle_t, \quad j = 6 \dots 15; \quad t = 1983 \dots 2000$$

(a nem energiatermelő ágazatok számított tiszta jövedelme az 1983...2000 időszakban, 1983. évi reálértéken milliárd forint).

Ebben a felírásban — mint említettük — a termelő felhasználás változását egyszerűsített módon, az árváltozások függvényében fogalmastuk meg mivel *koefficiensekkel* számoltunk, ez implicite azt jelenti, hogy a termelő felhasználás termelésrugalmasságát egységnyire rögzítettük. Számításaink során ez csak az első, leginkább áttekinthető, megközelítési mód volt; a későbbiekben feloldottuk a termelés rugalmasságára tett korlátozó feltevést, és a rugalmasságot külön becsültük. Természetesen ez esetben a kapott árrugalmassági együtthatók értéke is eltér a korlátozott becslésnél kapottól. Mivel számításainkat az egyedi (ágazati illetve cikkcsoportos) sajátosságok figyelembe vételével végeztük el, részletes sémájukat itt nem tudjuk bemutatni — az esetleges érdeklődők ezeket az említett munkaanyagokban [7,8] tekinthetik meg.

A másik nagy feladatcsoportot, a lakossági fogyasztás becslését a 3.6 és a 3.7. modulok végzik: a 3.6. előállítja a megfelelően késleltetett és átlagolt relatív fogyasztói árindexeket, míg a 3.7. az energiafelhasználás energiahordosónkénti becslését adja meg. A becslések során a tüzelőanyag felhasználást — amelyen belül elvileg lehetőség van a helyettesítésre — két lépcsőben kezeltük: először becslést adtunk az összes tüzelőanyag felhasználásra, majd az egyes energiahordozók hányadának alakulására. A többi energiahordozó lakossági felhasználását külön egyenletekkel becsültük.

Az alábbi — sematizált — egyenletekben  $TR_t$  a trendkomponenst,  $TE_t$  a hőmérsékleti hatások kifejező proxy változót (vö. [9]),  $RJ_t$  a lakossági reáljövedelemindexet,  $TL_t$  a távfűtött lakások számát,  $AU_t$  pedig a lakosság személygépkocsi állományát (ezer db.) jelöli. A reál-árindexváltozók jelentése ezeknél az egyenleteknél:  $PL1_t$  a tüzelőanyagok,  $PL2_t$  a folyékony energiahordozók,  $PL3_t$  a gáz,  $PL4_t$  a villamosenergia,  $PL5_t$  a hőenergia,  $PL6_t$  pedig a benzín relatív, — a fogyasztói árindexekhez, illetve  $PL2$  és  $PL3$  esetén a tüzelőanyag átlagárához — viszonyított, és egyes árhatások esetén 4 év mozgó átlagaként képzett árindexe.<sup>5</sup>

$$DM_t = \beta_{10} + \beta_{11}TR_t + \beta_{12}TE_t + \beta_{13}PL1_t + \varepsilon_1$$

(a tüzelőanyagok lakossági felhasználásának becslése, PJ)

$$DL_{1,t} = \beta_{20} + \beta_{21}TR_t + \beta_{22}RJ_t + \beta_{23}PL2_t + \beta_{24}PL3_t + \varepsilon_2$$

(a szilárd tüzelőanyagok részaránya a lakossági tüzelőanyag felhasználásban, százalék)

$$DL_{2,t} = \beta_{30} + \beta_{31}TR_t + \beta_{32}RJ_t + \beta_{33}PL2_t + \beta_{34}PL3_t + \varepsilon_3$$

(a folyékony tüzelőanyagok részaránya a lakossági tüzelőanyagfelhasználásban, százalék)

$$DL_{3,t} = \beta_{40} + \beta_{41}TR_t + \beta_{42}RJ_t + \beta_{43}PL2_t + \beta_{44}PL3_t + \varepsilon_4$$

(a gáz részaránya a lakossági tüzelőanyagfelhasználásban, százalék)

<sup>5</sup> Az egyenletek és a változók pontos leírását (pl. késleltetések hossza, struktúrája) az említett munkaanyagunk [5] tartalmazza.

$$DL_{4,t} = \beta_{60} + \beta_{51}TR_t + \beta_{52}RJ_t + \beta_{53}PL_{4t} + \varepsilon_5$$

(a villamosenergia lakossági felhasználásának becslése, PJ)

$$DL_{5,t} = \beta_{60} + \beta_{61}TL_t + \beta_{62}PL_{5t} + \varepsilon_6$$

(a távhő lakossági felhasználásának becslése, PJ)

$$DL_{6,t} = \beta_{70} + \beta_{71}RJ_t + \beta_{72}AU_t + \beta_{73}PL_{6t} + \varepsilon_7$$

(a benzín lakossági felhasználásának becslése, PJ), és valamennyi egyenletben  $t = 1984 \dots 2000$ .

A paraméterek becslése külön ökonometriai feladat, ennek részleteire itt nem térünk ki; a becslés módszereit, a kapott paramétereket és statisztikákat egy korábbi munkaanyagunk [7] részletesen bemutatta.

A fenti sematizált egyenletek egy kissé módosított keresleti rendszert írnak le: módosított olyan értelemben, hogy a sztenderdnek tekintett ár- és jövedelemváltozókön kívül egyéb, megítélésünk szerint fontos változók is szerepelnek az egyenletekben, továbbá azért is speciális a rendszer, mert konszisztenciafeltételeket, valamint kereszthatásokat a termékcsoportoknak csak egy résszámára határoz meg. A villamosenergia, a távhő és a benzín olyan — egymással és a többi energiahordozóval nem helyettesíthető — célokat szolgálnak, hogy indokoltnak látszott elkülönült kezelésük. Ezt a kezelésmódot egyébként az előzetes számítások igazolták.

A bemutatott fogyasztási egyenletek némi átalakítás után PJ-ban adják meg a lakossági energiafelhasználást. A 3.8. modul, amely a réteghatásokat kívánja vizsgálni, ezeket a rétegenként eltérő induló (1983. évi) kiadási szerkezet, az árak, valamint egyéb tényezők függvényében változó fogyasztási szerkezet és a számított fogyasztói árindexek alapján határozza meg. A számítások itt asszál az alapfeltevéssel élnek, hogy

- az összes lakossági fogyasztás a tervezett reáljövedelmekkel arányosan nő;
- a nem energia jellegű fogyasztási cikkek fogyasztási arányai nem változnak;
- az egyes rétegek fogyasztási szerkezete az összes fogyasztás szerkezetével arányosan változik.

Ezek az egyszerűsítő feltevések és a rájuk épített modul egy komplett, rétegenkénti keresleti rendszert hivatottak — legalábbis részben — pótolni.

As egyenletek a fenti feltételezésekből azonnal következnek, de mivel sok, igen egyszerű elv technikailag csak viszonylag bonyolultan írható le, részletes felírásuktól eltekintünk. Hasonlóképpen elhagyjuk a 3.9. modulnak, a forgalmi adók és árkiegészítések egyenlegét leíró egyenleteknek a felírását is. Ezek abból indulnak ki, hogy a lakossági fogyasztás felírható fogyasztói és termelői áron is, és ezek különbségének cikkcsoportonkénti összegét képezzük változatlan (1983. évi) és becsült folyó áron.

#### 4. Számítási eredmények és következtetések

Miután bemutattuk a modell szerkezetét, felépítését, működésének módját, igen röviden szólnunk kell az eddig elvégzett számítások néhány leglényegesebb következtetéséről is.

A számítások két nagy csoportra oszthatók: egyik részük a magatartási egyenletek becslésére vonatkozott, azaz azoknak a paramétereknek a becslésére, amelyeket itt a leírásban szabadon hagytunk, míg a számítások másik része a modellel végzett szimulációkat mutatja be alternatív szcenáriók feltételezésével.

A magatartási egyenletek becslése arra a végkövetkeztetésre vezetett, hogy mind a termelő felhasználás, mind a lakossági fogyasztás esetében az energiafelhasználás gyengén ugyan és késleltetve, de statisztikailag kimutatható módon reagál az árak változásaira. Az árérzékenység kisebb, mint a fejlett piacgazdálkodást folytató országok hasonló mutatója, ami egyben azt is jelenti, hogy a változó árakhoz való alkalmazkodásunk lassú, és ez sok veszteség forrása. Kiváltképp igaz ez a termelő felhasználásra, míg a lakossági fogyasztás esetén az árérzékenységi mutatók — érthető módon — erősebbek és közelebb állnak az említett értékekhez. A becslések másik fontos paramétercsoportja a termelés, illetve a jövedelem változásaira való reagálásokat fejlesz ki. Eredményeink szerint az energia termelő felhasználása átlagosan kb. 0.7 rugalmassággal válaszol a termelés változásaira, ami magasabb érték a hagyományos tervezés által használnál, és azt mutatja, hogy távlatokban a termelés növekedése radikális ágazati és azon belüli szerkezetváltozás hiányában a tervezettnél magasabb energianövekedéssel jár.

A modellel végzett szimulációs számítások természetesen csak a nagyszámú szcenáriók ismertetésével együtt értékelhetők, ezt viszont itt nem tudjuk megadni. Így csak néhány fontosabb, minőségi következtetés bemutatására vállalkozhatunk. Az első az, hogy a becsült termelői árváltozások, amelyeket az energia világgpiaci és ezen keresztül belföldi árai indukálnak, még a gyenge alkalmazkodóképesség ellenére is kisebbek a vártnál. A másik — egyáltalán nem meglepő — következtetés az, hogy a vizsgálatba bevont árscenáriók csekély mértékben ugyan, de növelték a rétegek közötti egyenlőtlenségeket. Végül számításaink kimutatták, hogy a termelés ágazati szerkezetének kedvező irányú megváltozása (pl. a feldolgosó ágazatok gyorsabb, az alapanyagtermelő ágak lassabb növekedése) nagyon lényegesen csökkenti a gazdaság energiaigényességét.

(Beérkezett: 1988. május 12-én.)

## Irodalom

1. HUNYADI L.-RÉVÉSZ T.: Az energia árhatásvizsgálat modellje. *Tervgazdasági Fórum*, 1988 1. 41-52 old.
2. HUNYADI L.-RÉVÉSZ T.: Modellszámítások az energiafelhasználás becslésére. *Közgazdasági Szemle*, 1988 9. 1072-1086.
3. LŐVEI L.: A lakosság energiafelhasználásának statisztikai vizsgálata. Tervgazdasági Intézet (TGI), Budapest 1986.
4. PETHŐ J.: Az energiahordozó árak hatása a fogyasztás struktúrájára. ERŐTERV, Budapest 1986.
5. Az energia árhatásvizsgálat modellje (EÁM). A modell leírása. TGI és Ipargazdasági Intézet (Igi), Budapest 1987.
6. EÁM. A modell adatbázisának dokumentációja. TGI és Igi, Budapest 1987.
7. EÁM. A modell első számítási eredményei. TGI és Igi, Budapest 1987.
8. EÁM. A termelő felhasználás újrabecslése és érzékenységvizsgálatok a modellel. TGI és Igi, Budapest 1987.
9. Az energiahordozók szezonális tárolása. OMF, Budapest 1986.
10. A magyar energiaárak vizsgálata. OMF, Budapest 1987.
11. A magyar gazdaság energiaérzékenységének empirikus vizsgálata. Világgazdasági Kutató Intézet, Budapest 1987.

## A Model for the Investigation of the Impacts of Energy Prices

The article presents the formal description and operation of the model constructed on the initiative and with the cooperation of the World Bank. It also refers to the working papers and articles published elsewhere which contain the numerical results and the conclusions.

The article first shows the phases of modelling and their interrelations on a flow chart and indicates the computerized implementation of the model. Then the break-downs applied in the model are surveyed and the difficulties discussed. These emerge since the partial models (modules) were built on different approaches resulting in different levels of disaggregation and contents of the data. The central chapter of the article presents first the price equations based on input/output relations, and then the schemata of equations describing the expected development of household consumption. Finally, a brief insight into the main conclusions is provided.