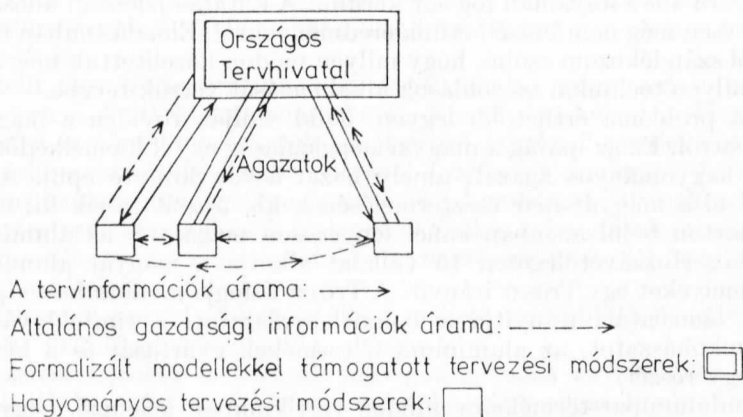


## Stratégiai döntések az alumíniumipar fejlesztéséről<sup>1</sup>

A népgazdasági tervezés folyamata szervezett párbeszéd a népgazdaság különböző egységei és a központi tervező szerv között. A párbeszéd célja: a részegységek tervjavaslatai alapján kialakítani a népgazdaságnak, mint egésznek, a fejlődési útvonalait; olyan pályákat, amelyeken a fejlődés egyensúlyban van és hatékony.

Az 1968-ban bevezetett magyar gazdaságirányítási rendszerben a gazdasági tervezés több szinten folyik. A központi tervező szerv alapján a gazdaság makrofolyamataival kapcsolatban dönt; míg a mikroökonomiaia jellegű döntések a különböző gazdasági egységek hatáskörébe tartoznak. A népgazdasági tervezés folyamatában a központi tervező szerv és az alsóbb szintű tervező egységek között információcsere bonyolódik le. Az 1. ábra vázlatosan mutatja ennek a menetét.



1. ábra. A tervezési folyamatban lezajló párbeszéd vázlata

A népgazdasági tervezés módszereinek fejlesztése terén az elmúlt 10–15 évben számottevő eredményeket sikerült elérnünk. Ezek közül az egyik legfontosabb, hogy a központi tervező szerv munkájában jelentős szerephez jutottak a formalizált tervezési modellek. Különösen vonatkozik ez a megállapítás a hosszútávú (15–20 évre kitekintő) népgazdasági tervezésre;

<sup>1</sup>A cikk a szerző 1979 augusztusában, Montrealban, tartott előadásának magyar változata. Az angol eredeti a X. Nemzetközi Matematikai Programozási Szimpózium Programbizottságának a felkérésére íródott.

amelynek központi számításait sikerült számítógépre szervezett modell-rendszerre építeni. A rendszer magja matematikai programozási modellekből áll.

1978 júniusában alkalmam volt ennek a rendszernek a működését a Velenében tartott „Mathematical programming and its economic applications” konferencián ismertetni. Az előadás anyag „On the role of mathematical programming methods in the Hungarian long run national economic planning” a konferencia kiadványkötetében meg fog jelenni.

Míg egyfelől a matematikai tervezési modellek jelentős szerephez jutottak a népgazdasági tervezés központi szintetizáló számításaiban; másfelől megmaradtak az ún. hagyományos, nem formalizált tervezési módszerek az alsóbb szintű gazdasági egységek tervező munkájában; azoknál, akik éppen párbeszédben állnak a központi tervező szervevel. Ez a helyzet arra ösztönözte a tervezési technológia további tökéletesítésére irányuló kutatásokat, hogy elsősorban olyan, gyakorlatilag is használható szektormodellek kialakítására törekedjenek, amelyek a népgazdasági szintézis létrejött modellrendszernek keretei között képesek a tervezési folyamatban megalósuló információcserét szolgálni.

Egy ilyen irányú kutatási erőfeszítésről szeretnék Önöknek beszámolni. Néhány éve, közgazdászokból, matematikusokból és műszaki szakemberekből álló munkacsoport dolgozik vezetésem alatt egy, a vázolt rendszer keretei között működőképes hosszútávú tervezési modell kialakításán a magyar alumíniumipar számára<sup>2</sup> A modell teljesen specifikált formában elkészült és paramétereinek számszerűsítése jelenleg van folyamatban. Az első kísérleti számításokra 1980 folyamán fog sor kerülni. A kutatás jelenlegi állása mellett természetesen még nem beszélhetünk eredményekről. Előadásomban mindenek előtt arról szándékozom szólni, hogy milyen módon közelítettük meg a problémát, és milyen technikai megoldások alkalmazását vettük tervbe.

Hogy a probléma érthetőbb legyen, hadd szóljak röviden a magyar alumíniumiparról. Ez az iparág a magyar népgazdaság egyik kiemelkedően fontos ágazata; hagyományos ágazat, amely hazai ásványkincsekre épül. Az ágazat kibocsátásai a magyar ipar össztermelésének kb. 5%-át teszik ki; a magyar ipari exporton belül azonban ennél lényegesen magasabb az alumíniumipar részesedése. Hozzávetőlegesen 15 vállalat alkotja a magyar alumíniumipar zömét, amelyeket egy Tröszt irányít. A Tröszt átfogja az alumíniumipar teljes termelési láncolatát; irányítja a bauxitbányászatot, a timföldgyártást, az alumíniumkohászatot, az alumínium féltermékek gyártását és a késztermék gyártás egy részét.

Az alumíniumipar termékeire minden vertikumban jellemző, hogy jelentős hányaduk exportálható és importálható. Ennek következtében a belső piac semmilyen tekintetben sem korlátozza az alumíniumipar fejlesztési lehetőségeit. Sőt: olyan fejlődés is lehetséges, amelynek a során a termelés egymást követő vertikumaiban a kibocsátási és felhasználási kapacitások nem esnek egybe. A hazai timföldgyártás kapacitásai például meghaladhatják a hazai alumíniumkohászat timföldigényét, mert a hazai piacon felesleges timföld exportálható és egyidejűleg importból fedezhető az az alumínium mennyiség, amely mondjuk hiányzik a hazai félgyártmány gyártás igényeinek kielégíté-

<sup>2</sup> A munkacsoport az MTA Matematikai Kutató Intézete és a Magyar Alumíniumipari Tröszt munkatársaiból áll.

séhez. Azonban ellenkező irányú eltérések is elképzelhetők az iparág vertikális struktúrájában, mert pl. ha több fémrel rendelkezünk, mint a hazai fémigény: a fémalumínium minden piacon jól értékesíthető exporttermék.

Ilyen körülmények között egyáltalában nem kézenfekvő a válasz arra a kérdésre, hogy mi a magyar alumíniumipar célszerű hosszútávú fejlesztési stratégiája. Azt kell mondanunk, hogy a vizsgált rendszer igen nagy szabadságfokkal rendelkezik. Bonyolítja a problémát az a körülmény is, hogy az alumíniumipar fejlesztése igen szoros kölcsönös kapcsolatban áll más gazdasági ágak fejlődésével. Így pl. az alumíniumiparon belül lehetséges különböző fejlesztési alternatívák rendkívül különböző mértékű és minőségű igényeket támasztanak az energiaiparral szemben. Ugyanakkor figyelembe kell venni azt is, hogy az alumíniumipari fejlesztések beruházásigényesek, a beruházások átfutási ideje hosszú, és minden jelentősebb fejlesztés hosszú távon ható és irreverzibilis következményekkel jár.

Mindezeket figyelembe véve úgy döntöttünk, hogy stratégiai típusú döntések megalapozására alkalmas modellt dolgozunk ki. Olyant, amely első sorban a hosszú távon lehetséges fejlesztési változatok közötti választást illetően tud segítséget nyújtani.

A meglevő modellel elvégzendő vizsgálat központi kérdése az, hogy a magyar alumíniumipari komplexum mely részeit fejlesszük az elkövetkező 15–20 évben; milyen mértékben és milyen technológiák alapján. Nyilvánvaló, hogy csak olyan fejlesztési stratégiák jöhetnek számításba, amelyek mind pénzügyi, mind anyagi tekintetben megalapozottak. Ugyanakkor csak olyan stratégiák valósíthatók meg, amelyek a hosszútávú tervidőszak minden részidőszakában biztosítják az ágazaton belüli anyagi egyensúlyt, valamint lehetővé teszik az alumíniumipar és a többi népgazdasági ág közötti anyagcsere zavartalan lebonyolódását.

A modellt úgy szerkesztettük meg, hogy minden megengedett megoldása eleget tegyen a fenti követelményeknek. Ennek érdekében a Tröszt teljes tevékenységi területét úgynevezett „fejlesztési körökre” particionáltuk. Fejlesztési körön a tevékenységeknek olyan jól definiált csoportját értjük, amelyek meghatározott nagyságú (rendszerint beruházott állóeszközök formájában megtestesült) kapacitások tartoznak. Ezek a kapacitások meghatározott termékekre (illetve termékcsoportokra) vonatkoznak és jól meghatározott technológiát tételeznek fel.

A modellben a kutatás jelenlegi állása mellett az alábbi fejlesztési köröket definiáltuk: (Táblázatot lásd a 174. oldalon.)

A fejlesztési köröket a jövőről való gondolkodás egységének tekintjük. Ez azt jelenti, hogy fejlesztési körönként több változatban konkrét fejlesztési variánsokat dolgoztatunk ki. Ezek 15 évről szóló alternatív csomagtervek az alumíniumipari komplexum fent felsorolt részterületeire. A fejlesztési körökre kialakított alternatív koncepciók többsége szerves egységet képez. Ezek elfogadhatók megvalósításra, vagy elvethetők, de nem valósíthatók meg részlegesen. Éppen ezért ezeket a modellben (0, 1) értékű, ún. bivalens döntési változókkal ábrázoljuk, amelyek a hosszútávú terv teljes időszakára vonatkoznak. Néhány fejlesztési körben a fejlesztési koncepciókat egymással kombinálhatóknak tételezzük fel, ezért ezeket folytonos fejlesztési változókkal írjuk le.

A döntési változók értékeinek minden egyes kombinációja a Tröszt valamilyen hosszútávú fejlesztési stratégiáját írja le. Minthogy azonban minden

## A modellben definiált fejlesztési körök

Megnevezés	Az alternatívák száma	Az alternatívák típusa
1. Bakonyi Bauxitbánya	2	folytonos
2. Fejér megyei Bauxitbányák	2	folytonos
3. Ajkai timföldgyártás	3	diszkrét
4. Almásfüzitői Timföldgyár	2	diszkrét
5. Mosonmagyaróvári timföldgyártás	1	diszkrét
6. Mosonmagyaróvári egyéb fejlesztés	3	diszkrét
7. A hazai kohászati bázis fejlesztése	4	diszkrét
8. Magyar - szovjet egyezmény	2	diszkrét
9. Magyar - lengyel egyezmény	2	diszkrét
10. Félgyártmánygyártás meglévő üzemekben	3	diszkrét
11. Félgyártmánygyártás további bővítései	3	diszkrét
12. Alumíniumfólia termelés	3	diszkrét
13. Ajkai öntöde	3	diszkrét
14. Balassagyarmati öntöde	2	diszkrét
15. Készárutertermelés I.	2	folytonos
16. Készárutertermelés II.	2	folytonos

egyes döntési változó egy bonyolult interdependens rendszer különböző részeinek fejlesztési változatait ábrázolja, nyilvánvaló, hogy a döntési változók értékeinek nem minden kombinációja jelent megengedett stratégiát. Egyes fejlesztési részlekpézelések ugyanis kizárják vagy feltételezik más részlekpézelések megvalósítását. Vagyis bizonyos logikai kapcsolatoknak kell érvényesülniük a variánsok között ahhoz, hogy egyidejűleg kivitelezhetők legyenek.

Ezeket a logikai követelményeket általában biztosítjuk, hogy a bivalens döntési változókra különböző korlátokat írunk elő. Ezek a feltételek képezik a modell ún. logikai blokkját. A logikai blokk biztosítja, hogy a modell csak logikailag ellentmondásmentes stratégiákat generálhasson.

A modell logikai blokkja a következő:

1.  $z_{31} + z_{32} + z_{33} = 1$
2.  $z_{41} + z_{42} = 1$
3.  $z_{51} = 1$
4.  $z_{61} + z_{62} + z_{63} = 1$
5.  $z_{71} + z_{72} + z_{73} + z_{74} = 1$
6.  $z_{81} + z_{82} = 1$
7.  $z_{91} + z_{92} = 1$
8.  $z_{10,1} + z_{10,2} + z_{10,3} = 1$
9.  $z_{11,1} + z_{11,2} + z_{11,3} \leq 1$
10.  $z_{12,1} + z_{12,2} + z_{12,3} = 1$
11.  $z_{13,1} + z_{13,2} + z_{13,3} = 1$
12.  $z_{14,1} + z_{14,2} = 1$
13.  $z_{74} + z_{82} \leq 1$

14.  $z_{11,1} - z_{73} - z_{74} \leq 0$
15.  $z_{11,2} - z_{82} \leq 0$
16.  $z_{11,2} + z_{73} + z_{74} \leq 1$
17.  $2z_{11,3} - 2z_{74} - z_{73} - z_{82} \leq 0$

Az 1–2, 4–8 és 10–12 sorszámú feltételek biztosítják, hogy a megfelelő fejlesztési körökben pontosan egy alternatív fejlesztési variáns valósuljon meg. A 3. sorszámú feltétel megmutatja, hogy ebben a fejlesztési körben nincs választási lehetőség. A 9. sorszámú feltétel lehetővé teszi, hogy ebben a fejlesztési körben valamelyik variáns megvalósuljon, de nem feltétlenül kell bármelyiknek is megvalósulnia. A 13. feltétel megmutatja, hogy a hetedik fejlesztési kör negyedik variánsa és a nyolcadik fejlesztési kör második változata együtt nem változhatnak meg. A 14. feltétel szerint a tizenegyedik fejlesztési kör első változata megvalósulhat, ha a hetedik fejlesztési kör harmadik vagy negyedik változata megvalósul. A 15. feltétel megmutatja, hogy a nyolcadik fejlesztési kör második variánsának a megvalósulása előfeltétele a tizenegyedik fejlesztési kör második változatának. Ugyanakkor ez a változat – a 16. feltétel miatt – összeférhetetlen a hetedik fejlesztési kör harmadik és negyedik változata közül bármelyikkel. Végül a 17. feltétel kiköti, hogy a tizenegyedik fejlesztési kör harmadik változata csak akkor valósulhat meg, ha vagy a hetedik fejlesztési kör negyedik változata megvalósul, vagy együtt megvalósulnak a hetedik fejlesztési kör harmadik és a nyolcadik fejlesztési kör második változatai.

A logikai feltételek teljesülése azonban nem elégséges ahhoz, hogy a kialakuló stratégia gazdaságilag ténylegesen megvalósítható legyen. A fejlesztési döntési változók ugyanis csak bizonyos kereteket teremtenek a trösztii gazdálkodáshoz. Valamely stratégiát akkor tekinthetünk csak megvalósíthatónak, ha a logikai ellentmondásmentességen túl biztosítja, hogy a trösztii gazdálkodás az adott keretek között egyensúlyban legyen.

Ezért nem elégséges a modellben csak a döntési alternatívákat ábrázolni, jöllehet főként a fejlesztésekről akarunk majd a modell segítségével dönteni. A modellnek szimulálnia kell a különböző fejlesztési lehetőségek által biztosított keretek közötti trösztii gazdálkodást. Ezért a modellben ábrázoljuk a Tröszt valamennyi lényeges gazdasági tevékenységét és explicit módon megfogalmazzuk ezeknek a tevékenységeknek valamennyi fontos belső és külső feltételét.

A folyó gazdasági tevékenységeket a modellben folytonos változókkal írjuk le, amelyek a hosszútávú tervidőszak részidőszakaihoz kapcsolódnak. A modell folytonos változói részben ún. külső, részben pedig ún. belső változók. A külső változók a gazdasági környezetre vonatkozó információkat közvetítik. Ilyenek pl.: a Tröszt termékei iránt várható kereslet nagysága, a Tröszt részére biztosítható külső anyagi erőforrások terjedelme, a várható anyag- és termékek-árak, stb. A külső változók értékei a népgazdasági tervezés szintetizáló bizmításáiból származnak és a tervezési dialógus során változhatnak. Minden egyes konkrét trösztii modellszámításban azonban ezek az értékek numerikusan rögzítettek és általában a feltételek jobb oldalán jelennek meg. A külső változókra vonatkozó érzékenységvizsgálatok éppen arra az összefüggésre világítanak rá, hogy miként függ a célszerű trösztii fejlesztési politika a gazdasági környezet különböző jövőben lehetséges fejlődési pályáitól.

A belső változók értékeit a modell határozza meg. Ezek a számítások tulajdonképpeni ismeretlenjei. A modell globális szerkezetét a 2. ábra mutatja.

Látható, hogy amennyiben rögzítjük a döntési változóknak valamilyen, a logikai feltételeket kielégítő értékrendszerét, vagyis generálunk egy ellentmondásmentes stratégiát, a modell egy strukturált lineáris programozási feladattá változik. Ha ez a feladat megoldható, akkor megvalósítható stratégiával rendelkezünk. Ennek a megvalósítható stratégiának az „értékét” a feladat célfüggvényei értékelik. Vagyis megmutatkozik, hogy a szóban levő stratégia milyen gazdálkodási feltételeket teremt hosszú távon. Ha sikerül találnunk egy másik megvalósítható stratégiát, amely ennél jobb gazdálkodási feltételeket ígér: úgy ez utóbbi nyilván „jobb stratégia”, mint az előző. A modell egzakt matematikai megoldása pontosan azt a megvalósítható stratégiát generálja, amely az adott feltételek figyelembevételével a lehető legkedvezőbb gazdálkodási körülményeket biztosítja. Ezt a stratégiát tekintjük majd optimális stratégiának.

A 3. ábrában bemutatjuk az egyes részidőszakokra érvényes feltételek szerkezetét. Az első kísérleti számítások céljaira a hosszútávú terv 15 éves időszakát három öt éves részidőszakra bontottuk. Az ábrán láthatók a modell méretei is.

Modellünk a vegyes-egészértékű lineáris programozási modellek családjába tartozik. A lineáris jelző itt azonban csak a modell megoldásához használható technikára utal. A modell, tartalmát illetően, távolról sem lineáris; bonyolult, nem is mindig konvex összefüggéseket ír le olyan megközelítő pontossággal, amely összhangban van a folyamatokról rendelkezésünkre álló információk pontosságával.

A modell elsősorban azáltal képes nem-lineáris kapcsolatok kifejezésére, hogy a fejlesztési változatokat  $(0, 1)$  változókkal kezeli. A modell endogén módon generálja a fejlesztési stratégiákat és a fejlesztési stratégiák meg-

	$X^{(1)}$ $n_1 = 497$	$X^{(2)}$ $n_2 = 497$	$X^{(3)}$ $n_3 = 497$	$Z$ $n_0 = 31$	$n = 1522$
Változók: $n$	1981–1985	1986–1990	1991–1995	1981–1995	
Feltételek: $m$					
Logikai feltételek $m_0 = 17$				$L^{(0)}$	$= (\leq) 1$
1981–1985-re vonatkozó feltételek $m_1 = 340$	$T^{(1)}$			$L^{(1)}$	$= 0$ $\sum f^{(1)}$ $\sum k^{(1)}$
1986–1990-re vonatkozó feltételek $m_2 = 340$		$T^{(2)}$		$L^{(2)}$	$= 0$ $\sum f^{(2)}$ $\sum k^{(2)}$
1991–1995-re vonatkozó feltételek $m_3 = 340$			$T^{(3)}$	$L^{(3)}$	$= 0$ $\sum f^{(3)}$ $\sum k^{(3)}$
$m = 1037$ .					

2. ábra. A MAT modell áttekintő sémája



L <sup>(t)</sup>	T <sup>(t)</sup>																		b <sup>(t)</sup>				
	31	67	67	14	18	26	26	28	22	24	65	23	18	11	9	19	23	34			3		
Z	X <sub>1</sub> <sup>(t)</sup>	X <sub>2</sub> <sup>(t)</sup>	X <sub>3</sub> <sup>(t)</sup>	X <sub>4</sub> <sup>(t)</sup>	X <sub>5</sub> <sup>(t)</sup>	X <sub>6</sub> <sup>(t)</sup>	X <sub>7</sub> <sup>(t)</sup>	X <sub>8</sub> <sup>(t)</sup>	X <sub>9</sub> <sup>(t)</sup>	X <sub>10</sub> <sup>(t)</sup>	X <sub>11</sub> <sup>(t)</sup>	X <sub>12</sub> <sup>(t)</sup>	X <sub>13</sub> <sup>(t)</sup>	X <sub>14</sub> <sup>(t)</sup>	X <sub>15</sub> <sup>(t)</sup>	X <sub>16</sub> <sup>(t)</sup>	X <sub>17</sub> <sup>(t)</sup>	X <sub>18</sub> <sup>(t)</sup>					
Bakonyi Bauxitbánya	T <sub>11</sub> <sup>(t)</sup>																			b <sub>1</sub> <sup>(t)</sup>	34		
Fejérmegyei Bauxitbányák		T <sub>22</sub> <sup>(t)</sup>																			b <sub>2</sub> <sup>(t)</sup>	34	
Közös bauxit feltételek	T <sub>31</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>23</sub> <sup>(t)</sup>																			b <sub>3</sub> <sup>(t)</sup>	6	
Bauxit-timföld feltételek	T <sub>41</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>42</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>43</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>44</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>45</sub> <sup>(t)</sup>																b <sub>4</sub> <sup>(t)</sup>	17	
Ajkai Timföldgyár	L <sub>5</sub> <sup>(t)</sup>		T <sub>53</sub> <sup>(t)</sup>																		b <sub>5</sub> <sup>(t)</sup>	7	
Almásfüzitői Timföldgyár	L <sub>6</sub> <sup>(t)</sup>			T <sub>64</sub> <sup>(t)</sup>																	b <sub>6</sub> <sup>(t)</sup>	10	
Monosmagyaróvári Timföldgyár	L <sub>7</sub> <sup>(t)</sup>				T <sub>75</sub> <sup>(t)</sup>																b <sub>7</sub> <sup>(t)</sup>	15	
Timföld-kohászat feltételek	L <sub>8</sub> <sup>(t)</sup>		T <sub>83</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>84</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>85</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>86</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>87</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>88</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>89</sub> <sup>(t)</sup>						T <sub>8,15</sub> <sup>(t)</sup>						b <sub>8</sub> <sup>(t)</sup>	8	
Ajkai Alumíniumkohó	L <sub>9</sub> <sup>(t)</sup>					T <sub>96</sub> <sup>(t)</sup>															b <sub>9</sub> <sup>(t)</sup>	14	
Inotai Alumíniumkohó	L <sub>10</sub> <sup>(t)</sup>						T <sub>10,7</sub> <sup>(t)</sup>														b <sub>10</sub> <sup>(t)</sup>	15	
Tatabányai Alumíniumkohó	L <sub>11</sub> <sup>(t)</sup>							T <sub>11,8</sub> <sup>(t)</sup>													b <sub>11</sub> <sup>(t)</sup>	11	
Új kohó és blokk-anódagyár	L <sub>12</sub> <sup>(t)</sup>								T <sub>12,9</sub> <sup>(t)</sup>												b <sub>12</sub> <sup>(t)</sup>	15	
Kohászat féggyártmány feltételek	L <sub>13</sub> <sup>(t)</sup>					T <sub>13,6</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>13,7</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>13,8</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>13,9</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>13,10</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>13,11</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>13,12</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>13,13</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>13,14</sub> <sup>(t)</sup>		T <sub>13,16</sub> <sup>(t)</sup>					b <sub>13</sub> <sup>(t)</sup>	9	
Székesfehérvári Könnyűfémmű	L <sub>14</sub> <sup>(t)</sup>									T <sub>14,10</sub> <sup>(t)</sup>											b <sub>14</sub> <sup>(t)</sup>	38	
Kőbányai Könnyűfémmű	L <sub>15</sub> <sup>(t)</sup>										T <sub>15,11</sub> <sup>(t)</sup>										b <sub>15</sub> <sup>(t)</sup>	14	
Féggyártmány-készáru feltételek						T <sub>16,6</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>16,7</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>16,8</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>16,9</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>16,10</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>16,11</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>16,12</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>16,13</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>16,14</sub> <sup>(t)</sup>			T <sub>16,17</sub> <sup>(t)</sup>				b <sub>16</sub> <sup>(t)</sup>	12	
Balassagyarmati Fémmfeldolgozó Váll.	L <sub>17</sub> <sup>(t)</sup>											T <sub>17,12</sub> <sup>(t)</sup>									b <sub>17</sub> <sup>(t)</sup>	14	
Alumíniumszerkezeti Gyár													T <sub>18,13</sub> <sup>(t)</sup>								b <sub>18</sub> <sup>(t)</sup>	9	
Hódmezővásárhelyi Fémmfeldolgozó V.														T <sub>19,14</sub> <sup>(t)</sup>							b <sub>19</sub> <sup>(t)</sup>	8	
Közös készáru feltételek						T <sub>20,6</sub> <sup>(t)</sup>						T <sub>20,12</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>20,13</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>20,14</sub> <sup>(t)</sup>				T <sub>20,17</sub> <sup>(t)</sup>			b <sub>20</sub> <sup>(t)</sup>	5	
Folyó ráfordítások	L <sub>21</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>21,1</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>21,2</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>21,3</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>21,4</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>21,5</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>21,6</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>21,7</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>21,8</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>21,9</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>21,10</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>21,11</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>21,12</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>21,13</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>21,14</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>21,15</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>21,16</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>21,17</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>21,18</sub> <sup>(t)</sup>		b <sub>21</sub> <sup>(t)</sup>	13	
Spec. bauxit ráfordítások		T <sub>22,1</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>22,2</sub> <sup>(t)</sup>																			b <sub>22</sub> <sup>(t)</sup>	5
Spec. timföld ráfordítások	L <sub>23</sub> <sup>(t)</sup>			T <sub>23,3</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>23,4</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>23,5</sub> <sup>(t)</sup>																b <sub>23</sub> <sup>(t)</sup>	9
Spec. kohászati ráfordítások	L <sub>24</sub> <sup>(t)</sup>						T <sub>24,6</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>24,7</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>24,8</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>24,9</sub> <sup>(t)</sup>												b <sub>24</sub> <sup>(t)</sup>	7
Egyéb spec. ráfordítások											T <sub>25,11</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>25,12</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>25,13</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>25,14</sub> <sup>(t)</sup>								b <sub>25</sub> <sup>(t)</sup>	2
Beruházási ráfordítások	L <sub>26</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>26,1</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>26,2</sub> <sup>(t)</sup>									T <sub>26,12</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>26,13</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>26,14</sub> <sup>(t)</sup>								b <sub>26</sub> <sup>(t)</sup>	6
Eredmények		T <sub>27,1</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>27,2</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>27,3</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>27,4</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>27,5</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>27,6</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>27,7</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>27,8</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>27,9</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>27,10</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>27,11</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>27,12</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>27,13</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>27,14</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>27,15</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>27,16</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>27,17</sub> <sup>(t)</sup>	T <sub>27,18</sub> <sup>(t)</sup>		b <sub>27</sub> <sup>(t)</sup>	3	
Fejlesztési változások																							
Bakonyi Bauxitbánya																							
Fejérmegyei Bauxitbányák																							
Ajkai Timföldgyár																							
Almásfüzitői Timföldgyár																							
Monosmagyaróvári Timföldgyár																							
Ajkai Alumíniumkohó																							
Inotai Alumíniumkohó																							
Tatabányai Alumíniumkohó																							
Új kohó és blokk-anódagyár																							
Székesfehérvári Könnyűfémmű																							
Kőbányai Könnyűfémmű																							
Féggyártmány-készáru feltételek																							
Balassagyarmati Fémmfeldolgozó Váll.																							
Alumíniumszerkezeti Gyár																							
Hódmezővásárhelyi Fémmfeldolgozó V.																							
Közös készáru feltételek																							
Folyó ráfordítások																							
Spec. bauxit ráfordítások																							
Spec. timföld ráfordítások																							
Spec. kohászati ráfordítások																							
Egyéb spec. ráfordítások																							
Beruházási ráfordítások																							
Eredmények																							

3. ábra. A t-ik időszakon belüli kapcsolatok

határozzák az alkalmazásra kerülő technológiákat. Ilyen módon a modellben érzékelhetővé válik az esetleges „növekvő hozadék” is, mégpedig mind a beruházási, mind a termelési folyamatokban.

A (0, 1) változók jelenléte kényelmessé teszi az ún. fix költségek és egyéb, a tevékenységek terjedelmétől független, állandó nagyságú ráfordítások figyelembevételét. Ismeretes, hogy a vegyipari és kohászati jellegű technológiákban az ilyen típusú ráfordítások gyakoriak. A termelés energiaigénye, a szükséges munkáslétszám és néhány más ráfordítás nagysága részben a berendezések és a technológia adottságaitól függő konstans érték; részben pedig a tevékenységek terjedelmével arányos.

Az alumíniumipar termelési folyamataiban léteznek olyan nem-lineáris kapcsolatok is, amelyek nem ragadhatók meg a modell logikai változói révén. Ezeknek a folyamatoknak a valósághű ábrázolása speciális megfontolásokat igényel.

Az alumíniumiparban az egyik legbonyolultabb nem-lineáris kapcsolat a timföldgyártási folyamat modellezésénél lép fel. Ha azt vizsgáljuk, hogy adott mennyiségű bauxit feldolgozásából mennyi timföld nyerhető és ehhez milyen nagyságú ráfordításokra van szükség, kiderül: a felhasznált bauxit minősége jelentősen befolyásolja mind a kihozatal, mind a ráfordítások nagyságát. A bauxit minőségét egyfelől kémiai összetétele, másfelől kristálytani szerkezete határozza meg. Minthogy azonban a bauxit természetben előforduló ásvány, minősége lelőhelyről lelőhelyre változik, és az átlagos minőség az időben általában rosszabbodó tendenciát mutat.

A timföldgyártás modellezésénél a bauxitminőség eltéréseiből adódó nehézségeket általában úgy szokták megkerülni, hogy feltételeznek valamilyen átlagos minőséget, és ehhez állapítják meg az átlagosan érvényes kihozatali és ráfordítási fajlagosokat. Ezt a megközelítést saját modellünkben nem tartottuk megfelelőnek, mert egy stratégiai modelltől nem hiányozhat az ásványvagyonnal való gazdálkodás lehetősége sem. Ha előírnánk egy átlagos bauxit minőséget a modellben, megszűnnék a bányafejlesztés terén a döntési szabadság.

Modellünkben a bauxit minősége nem előre rögzített. Azt a modell alakítja ki időszakról időszakra azáltal, hogy keveri a különböző minőségű bauxitokat. A modell úgy alakítja ki a különböző felhasználóknak biztosított bauxit minőségét, hogy egyfelől figyelembe veszi a különböző lelőhelyek geológiaiilag adott fejlesztési lehetőségeit, másfelől a felhasználók igényeit, valamint azt, hogy miként értékesülnek a különböző minőségű bauxitok a feldolgozás során. Ilyen módon a modell meghatároz egy bizonyos optimálisnak tekinthető bauxitminőséget, ahol az optimális nem a bányászat és nem is a timföldgyártás érdekei szerint definiálódik, hanem a Tröszt szintjén.

Ahhoz, hogy a modell fenti feladatának megfelelhessen, szükség van a bauxitminőség megfelelő módon való ábrázolására. A szokványos gyakorlat a bauxit minőségét elsősorban az ún. modulus segítségével jellemzi. A modulus a bauxitban levő  $\text{Al}_2\text{O}_3$  tartalom és  $\text{SiO}_2$  tartalom hányadosa. Mi abból indulunk ki, hogy ismerjük valamennyi létező és jövőben megnyitható bauxit-lelőhelyen az előforduló ásvány minőségi jellemzőit. A lelőhelyeket úgy határozzuk meg, hogy tartalmukat homogénnek lehessen tekinteni. Ez lehetővé teszi azt, hogy bármilyen, a modell által kialakított bauxitelegyre nézve a modell kiszámítja annak  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ;  $\text{SiO}_2$ ;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$  és  $\text{MgO}$  tartalmát, valamint az egyéb szennyeződések mértékét és az elegy nedvességtartalmát. Mindezek



a tényezők ugyanis befolyásolják a keletkező timföld mennyiségét és a timföld-gyártás egyéb ráfordításait. A befolyás konkrét mértékei az alkalmazott technológiától függenek, ezt viszont a modellben a kialakuló fejlesztési stratégia határozza meg. Így végül is a modell a bauxitminőséget körkörösén érvényesülő ellentétes hatások együttes értékelése alapján alakítja.

Az alábbiakban leegyszerűsített formában bemutatjuk, hogyan fogalmazódnak meg a fenti összefüggések.

Vezessük be a következő jelöléseket:

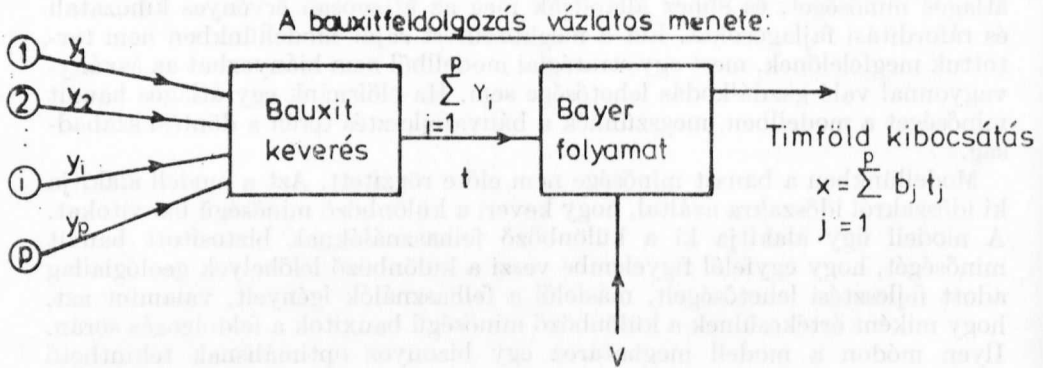
$i$ -edik sorszámú bauxitlelőhely, amely homogén bauxitot tartalmaz ( $i = 1, 2, 3, \dots, p$ ):  $\{i\}$ ,

$i$ -edik lelőhelyen kitermelhető bauxit bányanedves  $t$ -ban:  $k_i$ ,

bauxitkitermelés az  $i$ -edik lelőhelyről:  $y_i \leq k_i$ ,

$i$ -edik lelőhelyen levő bauxit százalékos összetétele:

tapadó nedvesség	$a_i^0$
$\text{Al}_2\text{O}_3$	$a_i^1$
$\text{SiO}_2$	$a_i^2$
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$a_i^3$
$\text{CaO} + \text{MgO}$	$a_i^4$
Egyéb	$a_i^5$



4. ábra.

Technológiai ráfordítások:

$$t = \begin{bmatrix} t_0 \\ t_1 \\ t_2 \\ t_3 \\ t_4 \\ t_5 \end{bmatrix} \quad v = Bt$$

A Bayer-folyamatba belépő bauxitot a  $t$  vektor komponensei jellemzik. Nevezetesen

$t_0 = \sum_i a_i^0 y_i$  a folyamatba belépő száraz bauxit mennyisége,

$t_1 = \sum_i a_i^1 y_i$  a folyamatba belépő  $\text{Al}_2\text{O}_3$  mennyisége,

$t_2 = \sum_i a_i^2 y_i$  a folyamatba belépő  $\text{SiO}_2$  mennyisége,

$t_3 = \sum_i a_i^3 y_i$  a folyamatba belépő  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  mennyisége,

$t_4 = \sum_i a_i^4 y_i$  a folyamatba belépő  $\text{CaO} + \text{MgO}$  mennyisége,

$t_5 = \sum_i a_i^5 y_i$  a folyamatba belépő egyéb szennyezők mennyisége.

A dolog lényege az, hogy ezekután a timföldgyártási folyamat kibocsátása és a feldolgozáshoz szükséges tevékenységtől függő ráfordítások már a  $t$  vektor komponenseinek lineáris függvényei.

Befejezésül röviden szólni szeretnék arról, hogyan működik majd a modell a tervezési dialógusban. Mint már említettem: a modell rendeltetése a Tröszt optimális fejlesztési stratégiáinak elemzése, figyelemmel a népgazdaság egészének igényeire és lehetőségeire. Ezeket a modelltben a külső változók értékei fejezik ki. A külső változók értékeire nézve azonban nem rendelkezünk eleve konzisztens információkkal. A hosszútávú tervezési folyamat indításakor ezek inkább prognosztikus értékű becslések. Ezért az első kísérleti számításokat a külső változók általunk becsült értékeivel fogjuk elvégezni. Vagyis bizonyos feltételezésekkel élünk a gazdasági környezet várható alakulását illetően.

A modell tröszt szintű számításaiban olyan célfüggvényekkel kívánunk dolgozni, amelyek különböző tröszt érdekeket fejeznek ki. Úgy véljük, hogy egy olyan modell számára, mint a miénk, amely igen bonyolult rendszer működését írja le: nem definiálható egyetlen megfelelő célfüggvény. Nem létezik ugyanis olyan egyetlen, homogén érdek, amelyhez a Tröszt hosszútávú fejlődését hozzá lehetne kapcsolni. Ehelyett számos, egymásnak ellentmondó érdek hat.

Ezeknek az érdekeknek egyike, másika olyan erős, hogy meghatározott szinten való érvényesülésüket kötelezően elő kell írni. Ilyen érdek többek között a meglévő beruházott eszközök működésének biztosítása. Ezért a modellben nem engedjük meg létező tevékenységkörök megszüntetését. Az ilyen tevékenységkörökre vonatkozó döntési változók összege pontosan egy kell, hogy legyen. Vagyis valamilyen szinten a tevékenységek folytatódnak. Nem így a jövőre tervezett, jelenleg még nem folytatott tevékenységek. Itt a logikai változóktól csak azt követeljük, hogy összegük ne legyen egynél nagyobb. Hasonlóan, a feltételek között biztosítjuk bizonyos környezetvédelmi és szociális intézkedések végrehajtását is.

Mindezek után a tröszt gazdálkodás hatékonyságának mérésére több célfüggvény szimultán alkalmazását tervezzük. Ezek között minden bizonnyal szerepelni fog a nettó tröszt eredmény, a tröszt részesedési alap és a tröszt nemzetközi fizetési mérlegek maximalizálása. Ezen felül elemezni kívánunk olyan extrémális tulajdonságú megoldásokat, amelyek a fenti mutatók értékeinek bizonyos előre rögzített szintje mellett minimális mennyiségű beruházást, illetve minimális munkaerő mennyiséget kívánnak.

Mint láthatják, modellünket nem valamiféle tervezőautomatának szánjuk, hanem a gazdasági elemzés többé-kevésbé megbízható eszközének. A különböző extrémális megoldások között keresünk józan kompromisszumokat. Ezek a kompromisszumos megoldások lépnek majd be — a többi ágazat tervjavaslataival együtt — a népgazdasági szintézist szolgáló központi modellrendszerbe. A szintetizáló számítások keretei között az ágazati tervjavaslatok koordinálódnak és kialakulnak az ágazatokkal szembeni igények, valamint az ágazatok lehetőségei erőforrások igénybevételére. Modellünk nyelvén szólva: a szintetizáló számítások új értékeket adnak a külső változóknak.

A külső változókra nyert új információk alapján a modell trösztí szintű számításait meg kell ismételni és a megismételt számítások alapján új kompromisszumos tervjavaslatok generálódnak a központi számítások céljaira. Ilyen módon szolgálja majd a modell a hosszútávú tervezési folyamatban lezajló kölcsönös információcsere algoritmizálását.

*(Beérkezett: 1980. február 29-én.)*

## STRATEGIC DECISIONS ON DEVELOPING ALUMINIUM INDUSTRY

Experts of the Mathematical Institute of the Hungarian Academy of Sciences and of the Hungarian Aluminium Trust have collaborated for a long time on a mathematical programming type model for the preparation of structural decisions concerning the long run development of the Hungarian aluminium industry.

The model construction was finished under completely specified form in 1979. The quantification of the parameters is in progress and the first experimental computations are expected in 1980.

The basic ideas of the model are expounded. The role and place of the model in the system of Hungarian long-run national planning is outlined.

The long-run economic and technological interdependences prevailing in the aluminium industry are highly non-linear and often non-convex. It is shown how we try to describe these in the framework of a large scale, multiperiodic, mixed-integer linear programming system.

## СТРАТЕГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ О РАЗВИТИИ АЛЮМИНИЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Специалисты Научно-исследовательского института математики ВАН и Треста алюминевой промышленности уже несколько лет работают над разработкой такой системы моделей математического программирования, которая приемлема для обоснования с помощью расчетов таких структурных решений, которые связаны с долгосрочным развитием алюминевой промышленности.

Спецификация модели завершена. Идет подготовка цифрового материала. Первые экспериментальные расчеты проведены в 1980 г.

Представляется главная идея модели. Описывается ее место и роль в системе долгосрочного народнохозяйственного планирования.

Долгосрочные экономические и технологические соотношения в значительной степени являются не только нелинейными, но даже и не выпуклыми. В статье показывается, каким образом можно выразить эти большие и многоступенчатые соотношения с помощью системы смешанного целочисленного линейного программирования.