

KORNAI JÁNOS:

Bizonytalanság és kockázatvállalás a beruházási döntésekben

Az utóbbi időben több közgazdasági mű hívta fel a figyelmet: kel-
lő óvatossággal, fenntartással kell kezelni a gazdaságossági számítások-
kat, mert a számítások alapjául szolgáló adatokban sok a pontatlanság,
bizonytalanság.* E művek behatóan tárgyalják, mennyire torzíthatja a
számítás végeredményét a pontatlan kiinduló adat, s hogyan lehetne az
adatokat megbízhatóbbá tenni.

Cikkemben a kérdést más oldalról vizsgálom.** Abból indulok ki:
gyakran elkerülhetetlen, hogy a beruházás-gazdaságossági számítások-
nál fel ne használjunk többé-kevésbé bizonytalan adatokat is. *A gazda-
sági vezetés tehát kénytelen beruházásokról dönteni olyankor is, amikor
e döntés egyes konzekvenciái bizonytalanok.* Kérdés: hogyan lehet ilyen
helyzetben a népgazdaság érdekeit viszonylag legjobban szolgáló, racio-
nális döntést hozni?

Az adatok bizonytalanságának természetéről

Mindenekelőtt szeretném cikkem témáját körülhatárolni.

Előfordul, hogy a beruházási javaslatok előterjesztői öntudatlanul
vagy szándékosan *torzítják* az adatokat. Ném durva csalásokra gondolok,
hanem a részrehajlás „finomabb” módszereire, például a bizonytalan
adat „optimista” becslésére olyankor, ha a javaslatot lehetőleg el akar-
ják fogadtatni a felsőbb hatósággal. Ez a beruházások tervezésének egyik
alapvető problémája — most azonban, a rövidség kedvéért nem térek
ki erre. Cikkemben mindvégig feltételezem, hogy az adatokat elfogult-
ság, részrehajlás nélkül állították össze, a becsléseket tárgyilagosan vé-
gezték.

Sok múlik azon is, hogy milyen gondosan végeztük az adatok össze-
állítását, felhasználtuk-e a rendelkezésre álló összes információt stb. Ez-
zel most ugyancsak nem foglalkozom. Feltételezem, hogy az adatok ösz-
szeállítása — az adott lehetőségek határai között — kifogástalanul gon-
dos.

* A külkereskedelem-gazdaságossági számításokkal kapcsolatban *Cukor György* cikke (Az ipari export gazdaságosságának számítása, *Közgazdasági Szemle*, 1958. 346–365. l.), az ön-
költség- és nyereségszámítással kapcsolatban *Lukács László-Sági Márton* könyve (A pontos-
ság korlátai a vállalati eredménymegállapításban, *Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó*, 1958.),
az ágazati kapcsolatok mérlegét illetően pedig *Bródy András* (Az ágazati kapcsolatok mér-
lege, kandidátusi disszertáció, kéziratban, 1961.) mutatott rá a bizonytalanság problémájára.

** A cikk megírásához felhasználtam „A beruházások matematikai programozása” című
könyvem anyagát. A könyvet 1962. elején kívánja megjelentetni a *Közgazdasági és Jogi
Könyvkiadó*.

Ha a részrehajlás, a gondatlanság hatásait ki is kapcsoljuk vizsgálatunk köréből, van még számos más tényező is, amely bizonytalanná teheti egyik-másik adatunkat. Ezek szemléltetésére lássunk egy példát: egy iparág beruházási vizsgálatainak tapasztalatait.

Hazánkban most készítik elő a *műanyagok és műszálak* széleskörű gyártását. Ez az iparág rohamosan fejlődik világszerte, országunkban azonban mind ez ideig csupán „előőrsei” jelentek meg. Ma már a világ vegyipara a szintetikus anyagok és szálak egész seregét gyártja. Mint-hogy azonban mi nem kezdhetünk egyszerre százféle termék előállításához, felmerül a kérdés: milyen műanyagok és -szálak gyártására rendezkedjünk be Magyarországon? S mivel a legtöbb terméknel több alternatív gyártási eljárás kínálkozik: milyen technológiát válasszunk? E rendkívül aktuális döntési problémák jelentőségére rávilágít az a tény, hogy a kormányzat a következő 10—20 évben sok milliárd forintot szándékozik a műanyag- és műszálipar fejlesztésére fordítani.*

A döntést számos bizonytalansági tényező nehezíti. Csupán néhányra szeretnék rávilágítani, a teljesség igénye nélkül:

1. *A világpiaci árak.* A szocialista országok együttműködve, terveiket egyeztetve fejlesztik iparukat. Döntéseinkben azonban figyelembe vesszük a tőkés piacokon kialakuló árakat is. A szocialista országok a jövőben is importálnak műanyagokat és -szálakat tőkésországo kból, s emellett exportálni is akarnak a kapitalista piacra, különösen a kevésbé fejlett államokba. Az iparág létrehozásakor arra kell törekednünk, hogy mind az import, mind az export előnyös legyen számunkra. Ez azonban attól függ majd — mint minden ilyen esetben —, hogy hogyan aránylik a hazai költség az import-, illetve exportárhoz.

A tőkés világpiaci árak figyelembevétele egyébként is bevett szokás a beruházás-gazdaságossági számításoknál. Az Országos Tervhivatal által kötelezően előírt mutatószám, a közismert „ g^n ” mutató például nem hazai, hanem világpiaci áron veszi számba a beruházás révén elérhető termelés értékét. A mutatószám ilyen meghatározásakor abból a jogos feltevésből indultak ki, hogy hazánkban, ahol a gazdaságban rendkívül nagy szerepet játszik a külkereskedelem, minden beruházás import pótlásának tekinthető. A beruházás tehát csak akkor kedvező, ha a termék hazai gyártása előnyösebb, mint a behozatal. Ez a helyzet a műanyagokkal és a műszálakkal is. Bármelyik importálható tőkés piacról. Hazai gyártásuk csak akkor előnyös, ha — a tartós ár- és költség-irányzatokat tekintve — olcsóbb, mint a behozatal.

A világpiaci áráktól tehát nem lehet eltekinteni — noha tudjuk, hogy ingatagok, változékonyak. Igaz, megfigyelhetők jellegzetes ártrendek, amelyek fontos támpontot nyújtanak a számításhoz. (Pl. a műanyagok relatív árcsökkenése a természetes anyagokhoz képest; az új termékek kezdeti újdonsági árának lemorzsolódása a konkurrencia hatására stb.) De így is nagy a bizonytalanság; az újabb és újabb termékek megjelenése nyomán állandóan forrong a piac. Ez azonban már átvezet a következő tényezőkhöz.

* A Számítástechnikai Központ és a Műanyagipari Kutatóintézet keretében vizsgálat folyik a magyar műszálgártás távlati fejlesztési tervének meghatározására, matematikai programozási módszerekkel. A munkában, amelyet a cikk szerzője vezet, a Vegyterv, a Magyar Kereskedelmi Kamara, a Műanyagipari Kutatóintézet és a Számítástechnikai Központ több munkatársa működik közre.

A cikkben kifejtett elgondolások egy része e vizsgálat keretében, elsősorban Lipták T. matematikus és Vidos T. közgazdász közreműködésével került kidolgozásra.

2. *A technikai fejlődés.* A vegyipar napjainkban permanens technikai forradalomban él. Szinte minden év új vívmányokat — új termékeket vagy új eljárásokat — hoz. A technikai fejlődésnek vannak jellegzetes irányzatai, amelyekkel számolhatunk, de mindig érhetnek bennünket — a tudomány, a technika haladásának eredményeképpen — meglepetések.

3. *A fogyasztói szükségletek.* A műanyagok s különösen a műszálak nagy része — ipari továbbfeldolgozás után — fogyasztói felhasználásra kerül. Ismeretesek a fogyasztói kereslet befolyásolásának, s tudományos tervezésének lehetőségei, de e lehetőségek korlátai is. Ezért a jövő fogyasztói kereslet felmérésében is rejlik bizonytalanság. Ezt tovább növeli, hogy jórészt eddig ismeretlen cikkek iránti keresletet kell megbecsülnünk; sokszor egyáltalán nem áll rendelkezésre statisztikai megfigyelés, vagy legfeljebb igen rövid időszak adata. Ez pedig néha megtévesztő, hiszen a termék iránt újdonság korában esetleg rendkívül nagy, de csak időleges kereslet nyilvánul meg.

4. *A műszaki információk hiányosságai.* Az első három pontban a *jövendő* egyes adatainak bizonytalanságáról volt szó. Akadnak azonban a *jelenre* vonatkozó adatok között is — legalábbis a mi számunkra — bizonytalanok. Felfedeztek például egy új eljárást, amely egyelőre még valamelyik tőkés cég üzleti titka. Igaz, a szakfolyóiratokban megjelentek már közlemények, de adatközlésük hiányos, s megbízhatóságuk is kétséges. Az eljárás azonban létezik, a hírek alapján előnyösnek látszik, egy idő múlva feltehetően az alkalmazás monopóliuma is megtörik — létével tehát számolnunk kell terveink összeállításakor.

A felsorolt négy összefüggésből látható: a műanyag- és műszálipar esetében a számítás egyes adatainak kisebb-nagyobb mérvű bizonytalansága *elkerülhetetlen*. Ráadásul itt szükségképpen távlati, tíz-húsz éves időszakra kiterjedő döntésekről van szó. Sok éven át tartó, hatalmas méretű beruházásokat kell végrehajtani. Emellett az elsőként megépített új üzemek messzemenően befolyásolják a fejlődés későbbi irányát, hiszen egymással szorosan kooperáló üzemek komplexumát kell kiépíteni. Hosszú időre kell tehát előre tekintenünk — márpedig minél távolabbi jövő adatait vesszük számba, annál nagyobb a felsorolt bizonytalansági tényezők hatása.

Mindezek ellenére, a gazdasági vezetés *kénytelen dönteni*. Egy-egy részdöntést persze érdemes ideig-óráig elhalasztani az adatok jobb előkészítése kedvéért, amennyiben a számok megbízhatósága valóban fokozható. Csakhogy tudnunk kell: nem csupán a hibás döntés, hanem a döntés halogatója is veszteséget okozhat. Akadályozza, hogy korábban jelenjünk meg a piacon (esetleg még olyankor, amikor az újdonság-jellegű termékért rendkívüli árat lehet kapni); hogy előbb mentesítsük a népgazdaságot az import terheitől és így tovább. Emellett, mint láttuk, a bizonytalanságot jórészt olyan tényezők okozzák, amelyek később is fennmaradnak — a döntés elodázása tehát nem segít.

Természetesen a gazdasági vezetés határozhat úgy, hogy — az adatok bizonytalansága miatt — egyelőre leveszi a napirendről ennek az iparágak a fejlesztését. *De ez is döntés!* Nem kevésbé felelősségteljes elhatározás valamely beruházási javaslatot (amely esetleg igen kedvező lenne a népgazdaság szempontjából) elvetni, mint egy másikat elfogadni.

Végeredményben tehát kirajzolódott előttünk az a helyzet, amelyet bevezetőben jeleztem: *beruházásokról határozunk, miközben a döntés egyes konzekvenciái (külkereskedelmi hatások, termelési költségek, a helyettesítő termékekhez képest elérhető megtakarítások stb.) kisebb-nagyobb mértékben bizonytalanok.*

Igaz, hogy a példa, amelyet illusztrációként felhoztam, kiélezetten mutatja ezt a jelenséget; más, „megállapodottabb” iparágakban esetleg sokkal kevesebb a bizonytalanság. De azért — élesebben, vagy jóval enyhébb formák között — hasonló problémák más beruházási döntések-nél is jelentkezhettek.

A becslések jelenlegi és javasolt formája

A beruházás-gazdaságossági számításokban felhasznált adatok egy részének bizonytalansága köztudott a gyakorlati szakemberek körében. Ezért a gazdasági vezetők, érthetően, fenntartásokkal fogadják a számításokat. Megkísérik mérlegelni az adatokban rejlő bizonytalanságot — de mindig csak *kvalitatív* módon.

A beruházás-gazdaságossági számításokra vonatkozó hivatalos előírások semmit sem szólnak arról, mit kell tenni olyankor, ha egyik-másik adat bizonytalan, s nincs rá gyakorlati lehetőség, hogy az adatot pontosabbá tegyék. De ha előírás nincs is, van kialakult *gyakorlat*. Ez a következő: *úgy kell tenni*, mintha az adat pontos, biztos lenne. A szokásos számításokban mindig ilyen számokkal találkozunk: a világpiaci ár 305 dollár — akkor is, ha a jelen pillanatban az ár 280 és 310 dollár között ingadozik; nem szólva arról, hogy a jövőben még az ár középértéke is eltolódhat felfelé vagy lefelé.

Sajátos kettősség alakul ki ennek nyomán. A gazdaságossági számítások *írásban*, a számok nyelvén azt a látszatot keltik, mintha minden adat pontosan ismert lenne. A beruházásokkal foglalkozó gazdasági vezetők tudják, hogy ez nem így van, mégis tudomásul veszik és aláírják a számításokat.

Röviden: *a kialakult gyakorlatban a gazdaságossági számítások elleplezik az adatokban rejlő bizonytalanságot.** Nézetem szerint célszerű lenne, ha a gazdaságossági számítások nyíltan feltárnák az alapul vett számok, adatok esetleges bizonytalanságát. Többször felmerült már, szóban is, írásban is az az elgondolás, amelyhez magam is csatlakozom: *egyetlen szám megjelölése helyett „-tól-ig” formában kell megadni a bizonytalan, becsült adatokat a gazdaságossági számításokban.*** A becslésnek ez a formája egyszerű és áttekinthető.

A további fejtegetésekhez bevezetünk néhány fogalmat és jelölést.

Jelöljük azt a becsült adatot, amelynek pontos értékét nem ismerjük, y -nal. Nagyságáról esupán azt tudjuk, hogy valahol egy ismert *alsó határ* (\underline{y}) és egy ismert *felső határ* (\bar{y}) között helyezkedik el:

$$(1) \quad \underline{y} \leq y \leq \bar{y}$$

* Az egyik ipari minisztérium beruházásokkal foglalkozó előadója elmondotta: ha valamilyen számításban olyan adatot talál, amelyről az előterjesztés benyújtói elismerik, hogy bizonytalan, a számítást visszaadja átdolgozásra. Megköveteli, hogy addig vizsgálják tovább a kérdést, amíg a bizonytalan helyébe biztosat tehetnek. Az eredmény: a számítást végzők igyekeznek *elleplezni* az adataikban rejlő bizonytalanságot.

** Ezt a formát természetesen csupán a döntést *megelőző* gazdaságossági számítás során célszerű alkalmazni. Ettől teljesen független az a kérdés, milyen legyen a döntés *után* a beruházók feladatait megjelölő tervutasítás formája. Ezt nyilván helytelen lenne „-tól-ig” formában megadni; a teendőket egyértelműen kell előírni.

Az alsó és felső határ közötti $[y, \bar{y}]$ intervallumot *adattartomány*-nak nevezzük. Könnyen megállapítható az adattartomány (számtani) középértéke, y^0 :

$$(2) \quad y^0 = \frac{y + \bar{y}}{2}$$

Az adat bizonytalanságát jellemezhetjük a *bizonytalanság fokával*, amelyet W -vel jelölünk, s amelyet a gyakorlatban ‰-ban adhatunk meg (pl. $\pm 20\%$).

$$(3) \quad W = \pm \frac{\bar{y} - y^0}{y^0} = \pm \frac{y^0 - y}{y^0}$$

Természetesen csak akkor van értelme a becsült adatokat „tól-ig” formában megadni, ha olyan alternatívák között választunk, amelyek jellemző adatai nemcsak számszerű nagyságukban különböznek egymástól, hanem a bizonytalanság fokában is.

A műszáliparban például a különböző szálfajták gyártásának a bizonytalanság szempontjából legalábbis négy fokozata van:

1. Viszkóz-szálat már évtizedek óta gyártunk; a hazai gyártás műszaki és költség-jellemzői statisztikailag pontosan ismertek. Emellett jól ismertek a külföldi tapasztalatok is.

2. Nylon-„6” szálat 1—2 éve termelünk, néhány száz tonnás kapacitású üzemben. (Ez a közismert „Danulon” szál.) Ismereteink kevésbé alaposak, mint a viszkóz-szálaknál, de némi tapasztalattal, statisztikai megfigyeléssel már rendelkezünk.

3. Vannak olyan szintetikus szálak, s olyan technológiák, amelyeket Magyarországon ugyan saját gyártási tapasztalatból még nem ismerünk, de külföldi tanulmányutak, tájékoztatások, szakirodalmi adatok, szállítási ajánlatok stb. alapján széleskörű információval rendelkezünk. Ez nyilván kevésbé megbízható, mint a 2. pontban említett közvetlen tapasztalat, mégis ad támpontokat a számításhoz.

4. Végül vannak olyan szintetikus szálfajták, amelyek csak mostanában tűntek fel külföldön (pl. a polipropilén), s műszaki és költségadataikról keveset tudunk. Mégsem lenne helyes kihagyni ezeket a számításból, mert a rendelkezésre álló gyér információk szerint sok előnyös műszaki és gazdasági tulajdonsággal rendelkeznek.

Mint látjuk, az I. kategóriától a 4. felé haladva mind nagyobb a bizonytalanság.

A gazdaságossági számítás adatainak összeállításában közreműködő szakértők — tervezőmérnökök, üzemgazdászok, külkereskedelmi szakértők — feladata, hogy becsléseket adjanak az egyes műszaki és költségadatokra, s ezzel együtt az adatokat jellemző bizonytalansági fokra is.

Ez nem könnyű, s minden bizonnyal szokatlan feladat, de azért jól elvégezhető. Könnyebb a mérnöknek egy adattartományt megbecsülni, mint egyetlen konstans számmal megjelölni az olyan adatot, amelyben maga is bizonytalankodik. A „tól-ig” forma nem mesterkél, hanem természetes és magátólértetődő formája a becsléseknek.

Nyilvánvaló, hogy ezek a jelzőszámok (az adattartomány szélessége, illetve W , a bizonytalansági fok) nem egészen pontosak. Nem is igényeljük az adat bizonytalanságát jellemző számok abszolút biztos meghatározását. De még mindig kisebb hibát követünk el, ha egy adat bizonytalanságát előzetesen 20%-ra becsültük, s utólag kiderül: a valóság 23%-kal tért el a becslés középértékétől, mintha eleve csak a középértékkel, vagy más, egymagában kiragadott egyetlen értékkel számoltunk volna, amint az jelenleg szokásos. *A bizonytalansági fok nem egészen pontos megadása esetén is közelebb járunk az objektív realitáshoz, mintha teljesen figyelmen kívül hagytuk volna a becsült adatok bizonytalanságát.*

Biztonsági programozás

Tegyük fel mármost, hogy a becsült adatok „-tól-ig” formában állnak rendelkezésünkre. Nyitva van még a kérdés: *hogyan döntsünk* ezeknek az adatoknak az alapján?

Ezzel kapcsolatban néhány „biztonsági stratégiát” ismertetek. Biztonsági stratégiának nevezem ezen a helyen a döntést hozó szerv magatartását a beruházási döntéssel kapcsolatos bizonytalanság iránt.*

A biztonsági stratégiákat egy konkrét példán mutatom be a műszálgártási vizsgálat köréből. A számítás, amely ezen a helyen kizárólag az általánosabb mondanivaló illusztrálását szolgálja, erősen leegyszerűsítve taglalja a műszálgártással kapcsolatos döntési problémákat. A cikk első részében tárgyalt bizonytalansági tényezők közül egyeseket figyelmen kívül hagyunk. Az ismertetésre kerülő adatok eltérnek a valóságosaktól.**

Számításainkat egy *lineáris programozási modell* segítségével végezzük. A modellben 11 változó — közöttük 10 gazdasági tevékenység és 1 segédváltozó — szerepel. Ezek közgazdasági tartalmát, fajlagos beruházási költségeit és célfüggvénybeli együtthatóit az 1. táblázat ismerteti.

* A biztonsági stratégiákkal foglalkozva igyekeztünk felhasználni az úgynevezett *döntési elmélet* (játékelmélet) egyes eredményeit, vagy még inkább: probléma-felvetéseit. Az elmúlt egy-két évtizedben matematikusok, matematikai statisztikusok egész sora foglalkozott a következő problémával: mi a racionális magatartás olyan helyzetben, amikor valamely döntés konzekvenciája bizonytalan, nemcsak a döntést hozótól függ. Az ezzel kapcsolatos legfontosabb, úttörő munka hazánkfia, Neumann János és O. Morgenstern könyve („Theory of Games and Economic Behaviour”, Princeton University Press, Princeton, 1953.). E könyvet követően számos más fontos mű is megjelent a tárgykörben. (Lásd pl. Chernoff, Savage, Luce-Raiffa és mások munkáit.)

A döntési elmélet kérdésfeltevései, matematikai megformulázásai gondolatébresztők. Módszereik felhasználásának azonban egyebek között vizsgálódásaink más, az említett művektől eltérő jellege is korlátot szab. A döntési elmélettel foglalkozó szerzők rendszerint nagyon absztrakt modelleken, nagyon általános posztulátumokhoz igazodva keresik a racionális döntés kritériumait. Ez bizonyos értelemben műveik érdeme; éppen ezáltal válik lehetővé, hogy egyes megállapításaikat — amelyeket ők esetleg a kártyajáték vagy a vagyonbiztosítás köréből vett példákkal illusztrálnak — felhasználhassuk a szocialista gazdaság gyakorlati problémáinak megoldásához. Műveiktől azonban nem várhatunk receptet a mi viszonyaink között felmerülő gyakorlati problémák megoldásához, a bizonytalan adatokra alapozott beruházási döntésekhez.

Emellett hangsúlyozni kell, hogy a döntési elmélet ma még gyermekcipőben jár. Tételeit, módszereit művelőik is erősen vitatják. Inkább biztató kezdetről, mintsem kiforrott teóriáról beszélhetünk.

A cikkben szereplő modellek a döntési elmélet problematikáját érintik. A kérdést azonban leszűkítettük a szocialista tervgazdaság egyes beruházási döntéseinek vizsgálatára. A fejtegetések nem lépnek fel különösebb elméleti igénnyel; figyelmünket inkább a kérdés praktikus oldala felé fordítjuk.

** Az alábbiakban leírt programozás numerikus számításait Wellisch P. matematikus végezte.

A biztonsági programozás akcióinak jellemzői

1. táblázat

Az akció sor-száma	A termék megjelölése	Az akció iránya	Hazai termelés esetén: a technológia megjelölése	Az akció jellegzetessége	Fajlagos beruházási költség 1000 Ft/t a_4	A célfüggetvényben szereplő együttható 1000 Ft/t		
						alsó határ C_j	középtérték C_j^o	felső határ C_j
1	„A” szál	termelés	„p” technológia	Ismert, bevezetett szálkajta, ismert technológia	90	14	15	16
2	„A” szál	termelés	„q” technológia	Kevésbé ismert, de kevésbé beruházás-igényes technológia	70	13	15	17
3	„A” szál	export*	—	Magyarország még nem gyártotta. Ezért az exportár feltehetően kedvezőtlenebb és bizonytalanabb, mint az importár	0	—93	—81	—69
4	„A” szál	import	—	Ismert szál, ezért nem nagyon bizonytalan az importár	0	79	85	91
5	„B” anyag	termelés	„r” technológia	Ismert technológia	100	66	67	68
6	„B” anyag	termelés	„s” technológia	Kevésbé ismert, bizonytalanabb, de olcsóbbnak ígérkező technológia	100	53	64	75
7	„C” szál	termelés	„t” technológia	Újdonság a szálak között. Aránylag biztos technológia, de nagy anyag- és energiafelhasználással	160	75	94	113
8	„C” szál	termelés	„u” technológia	Olcsóbb (kisebb anyag- és energiafelhasználással járó) technológia; de bizonytalanabb, még kísérleteket igényel	200	61	88	115
9	„C” szál	export*	⊥	Magyarország még nem gyártotta, ezért kedvezőtlenebb az exportár, mint az importár. Jelentős bizonytalanság	0	—109	—95	—81
10	„C” szál	import	—	Újdonság; ezért az importár is bizonytalan	0	86	98	110
11	segéd-változó:	a beruházási keret fel nem használt része	—	—				

* Az exporteladás bevétel, azaz „negatív költség” eredményez. Ennek megfelelően itt az alacsonyabb eladási ár a kedvezőtlen határérték. Mint a táblázatból kitűnik, az „A” szál exporteladási ára hivatott fedezni az „A” szál és a „B” anyag előállítás költségeinek összegét.

A modellben 4 korlátozó feltétel van:

1. korlátozó feltétel:

$$(4) \quad x_1 + x_2 - x_3 + x_4 = b_1,$$

ahol b_1 az „A” szál iránti hazai szükséglet. A feltétel tartalma: az „A” szál hazai termelésének és importjának, az export levonása után, ki kell elégítenie a hazai szükségletet.

2. korlátozó feltétel:

$$(5) \quad a_2x_1 + a_2x_2 - x_5 - x_6 = 0,$$

ahol a_2 az anyagfajlagos (1 tonna „A” szál előállításához szükséges „B” anyag). A feltétel tartalma: az „A” szál gyártásához szükséges „B” anyagot a két technológia egyikével elő kell állítani, mert az (műszaki okok miatt) nem importálható.

3. korlátozó feltétel:

$$(6) \quad x_7 + x_8 - x_9 + x_{10} = b_3,$$

ahol b_3 a „C” szál iránti hazai szükséglet. A feltétel tartalma: a „C” szál hazai termelésének és importjának, az export levonása után, ki kell elégítenie a hazai szükségletet.

4. korlátozó feltétel:

$$(7) \quad a_{41}x_1 + a_{42}x_2 + a_{45}x_5 + a_{46}x_6 + a_{47}x_7 + a_{48}x_8 + x_{11} = b_4,$$

ahol a_{4j} a j -edik tevékenység fajlagos beruházási költsége, b_4 pedig a beruházási keret. A feltétel tartalma: a hazai termeléshez szükséges beruházásoknak nem szabad túllépniük a beruházási keretet.

A célfüggvény a költségek minimalizálását írja elő:

$$(8) \quad C(x_1, \dots, x_{11}) = \sum_{j=1}^{11} c_j x_j = \text{minimum!}$$

A c_j együtthatót nevezzük a j -edik akció *egységköltségének*. Ezt az Országos Tervhivatal beruházásgazdaságossági mutatójához hasonló formában határoztuk meg: az évi üzemeltetési költséghez hozzáadtuk a beruházási költség 20%-át.

A modellben szereplő, de az 1. táblázatban nem ismertett adatok:

$$b_1 = 3000 \text{ tonna}$$

$$a_2 = 1,1 \text{ tonna/tonna}$$

$$b_3 = 2000 \text{ tonna}$$

$$b_4 = 800 \text{ millió forint.}$$

Mindaz, amit elmondottam, „szabályszerű” lineáris programozási modellre vall. Modellünknek azonban van egy sajátossága: nem ismerjük pontosan a célfüggvénybeli együttható, c_j numerikus értékét, csupán az adattartományt, amelyben elhelyezkedik:

$$(9) \quad c_j \leq c_j \leq \bar{c}_j,$$

ahol c_j és \bar{c}_j ismert nagyságú konstansok, a „-tól-ig” formában megadott becslések határértékei, c_j nagysága pedig ismeretlen.

Háromféle biztonsági stratégiát írok le.* Ezek abban különböznek egymástól, milyen numerikus értéket helyettesítünk be a c_j szimbólum helyébe a célfüggvény számszerű meghatározásakor.

1. *Programozás a középértékek alapján.* A célfüggvényben az adattartományok középértékét szerepeltetjük:

$$(10) \quad C(x_1, \dots, x_{11}) = \sum_{j=1}^{11} c_j^0 x_j.$$

Gyakorlatilag ez a szokásos eljárás, amennyiben tárgyilagosan, s nem részrehajló módon végzik a becslést. A számítások készítői rendszerint *nem írják le*, hogy az adattartomány 80 és 120 millió forint között van, hanem — miközben erre gondolnak — mindjárt a 100 milliós adatot írják a tervezetbe.

Az igen egyszerű eljárásnak azonban nagy hátránya, hogy ilyen módon *elsikkad a relatív eltérés a különböző alternatívák bizonytalansági foka között.* Például modellünk 1. és 2. változóját — az „A” szál előállításának kétféle technológiáját — összehasonlítva láthatjuk: a középérték mindkettőnél 15 000 Ft. De az elsőnél a bizonytalanság foka kerekén 70%, míg az utóbbinál csaknem kétszer annyi. Ha kizárólag a középértéket vesszük számításba, a különbség eltűnik, holott nem közömbös, hogy az előbbinél egységenként legfeljebb 1000, míg az utóbbinál legfeljebb 2000 Ft-tal léphetjük túl a középértéket.

A középértékek alapján való programozásban *a biztonsági szempontok mellőzésének stratégiája* fejeződik ki.

2. *Programozás a kedvezőtlen határérték alapján.* A második eljárás lényege: minden becsült adatnál a kedvezőtlenebb határértéket állítjuk be. Az adat közgazdasági tartalmából következik, melyik a kedvezőtlenebb adat: költségnél, ráfordítási jellemzőnél a felső, bevételnél, kibocsátási jellemzőnél az alsó határérték.

Jelen esetben a kedvezőtlen határérték: \bar{c}_j , az egységköltség felső határa. Eszerint az egységköltség numerikus értékét „pesszimistán”, a legkedvezőtlenebb esetre felkészülve állítjuk be a célfüggvénybe.

Ez az eljárás *a maximális biztonság stratégiáját fejezi ki.* Akkor jogosult, ha a lehető legnagyobb fokú óvatosságot kívánjuk tanúsítani döntéseinkben. Mit is jelent az optimális program ennél az eljárásnál? *A programozás ilyenkor azokat az alternatívákat részesíti előnyben, amelyek még a legrosszabb esetben is aránylag a legjobbak.***

Visszatérve az 1. pontban ismertetett példára: ott mind az 1., mind a 2. változónál a 15 000 Ft-os középértéket kellett a célfüggvénybe beállítani. Itt viszont az 1. változónál 16 000 Ft-os, a 2. változónál pedig 17 000 Ft-os egységköltség szerepel a célfüggvényben.

3. *Programozás a biztonsági értékek alapján.* Ebben az esetben az egységköltség numerikus értékét a következő képlet szerint határozzuk meg:

$$(11) \quad c_j = c_j^0 + (\bar{c}_j - c_j^0) (\beta - 0,5), \quad (0,5 < \beta < 1),$$

* Elképzelhetők (s az irodalomban ismeretesek) más biztonsági stratégiák is. Tárgyalásukra azonban itt nincs módunk.

** A programozás adatainak ilyen meghatározása esetén eljárásunk analóg egy megfelelő játékelméleti feladat úgynevezett *minimax-megoldásával.*

ahol β a *biztonsági szint*. Az így kiszámított egységköltséget a célfüggvénybeli együttható *biztonsági értékének* nevezhetjük. A középértékhez hozzáadott $(\bar{c}_j - c_j)$ ($\beta = 0,5$) kifejezést *bizonytalansági pönálénak* nevezem.

Végeredményben az egységköltség biztonsági értékét a következőképpen számítjuk ki:

A középértékhez hozzáadunk egy kalkulatív, „szimbolikus” többletet, a bizonytalansági pönalét. Ennek nagysága két tényezőtől függ: A) A j -edik alternatívára jellemző bizonytalansági foktól. A pönalé annál nagyobb, minél nagyobb az alsó és felső határ közötti különbség, azaz minél bizonytalanabb az adat. B) A megkövetelt biztonsági szinttől. Minél közelebb van β 1-hez, annál közelebb kerül a biztonsági érték az adattartomány felső határához. *A biztonsági szint gazdaságpolitikai paraméter, amely a gazdasági vezetés biztonsági követelményét hivatott kifejezni.* Elemzésére még visszatérek.

Az itt vázolt eljárás *a korlátozott biztonság stratégiáját* fejezi ki.* Ellentétben az első eljárással (középérték), nem mellőzi a biztonsági szempontokat. Viszont — ellentétben a második eljárással — nem törekszik maximális biztonságra sem; nem a legpesszimistább értékkel számol.

A (11) képletben kikötöttük, hogy β határozottan nagyobb 0,5-nél és határozottan kisebb 1-nél. Mi a helyzet akkor, ha $\beta = 0,5$? Ez esetben c_j azonos a középértékkel. Az eljárás tehát azonossá válik azzal, amit az 1. pontban leírtam.

Ha viszont $\beta = 1$, akkor c_j azonos az adattartomány felső határával. Az eljárás tehát azonossá válik a 2. pontban leírtakkal.

Ha tehát β nagyságára a következő általánosabb kikötést tesszük: $0,5 \leq \beta \leq 1$, úgy az 1. és 2. pontban vázoltakat a mostani eljárás két *határesetének* tekinthetjük.**

Az összehasonlítás céljaira elvégeztük a programozást mindhárom biztonsági stratégia alapján. Ügynevezett *paraméteres programozást* hajtottunk végre, amelyben β , a biztonsági szint volt a paraméter. Ez azt jelenti: megállapítottuk az optimális programokat a biztonsági szint minden lehetséges, 0,5 és 1 közötti értékéhez. Ily módon *meghatározhattuk, mennyire érzékeny az optimális program a biztonsági követelmények iránt.*

* Az itt leírt korlátozott biztonsági stratégia mutat bizonyos rokonságot L. Hurwicz és O. Lange elgondolásaival, bár egyikkel sem azonos. (L. Hurwicz: „Optimality Criteria for Decision Making under Ignorance” Cowles Commission Discussion Paper, 1951, No. 370. O. Lange: „Price Flexibility and Employment”, Bloomington, 1944.)

** A (11) képletben jelzett eljárás interpretálható a *valószínűségyszámítás* nyelvén is. A bizonytalan adatot valószínűségi változónak tekintjük. Feltesszük: egyenlő a valószínűsége annak, hogy az egységköltség a $[c_j, c_j]$ tartomány bármely értékét felveszi. Más szóval egységköltségünk az *egyenletes eloszlású* valószínűségi változók kategóriájába tartozik.

Ilyen értelmezés mellett a biztonsági érték e valószínűségi változó *kvantilise*. A kvantilis fogalmának tartalmát néhány példával szemléltetem. (A pontos matematikai definíció megtalálható a valószínűségyszámítás bármely tankönyvében. Lásd pl. Rényi Á. „Valószínűségyszámítás” című könyvét, — Tankönyvkiadó, 1954. 285–286. l.) Ha pl. $\beta = 0,5$, a biztonsági érték egybeesik a középértékkel. Ez esetben a biztonsági érték az egységköltségnek mint valószínűségi változónak 50%-os kvantilise, azaz 50% a valószínűsége annak, hogy a *tényleges* egységköltség nem lesz több, mint a programozásban *kalkulált* egységköltség. Ha $\beta = 0,75$ akkor 75% a valószínűsége annak, hogy a *tényleges* egységköltség nem több a kalkulálnál. Ha pedig $\beta = 1$, akkor 100% a valószínűsége, azaz biztos, hogy a *tényleges* egységköltség nem lépi túl a kalkuláltat.

A valószínűségre vonatkozó fenti megállapítások természetesen csak akkor helytállóak, ha a becslés helyesen állapította meg az alsó és a felső határt, s ha jogosult az egyenletes eloszlásra vonatkozó feltételezés. Ha a becslést végző szakértők nem képesek a becsült adat jellemzésére a „től-ig” tartományon kívül egyéb számszerűsíthető információt adni, *első hozzávetőleges megközelítésként* elfogadhatónak látszik az egyenletes eloszlás feltételezése.

Ezt a speciális paraméteres programozást, amelyben — a fent leírt módon — a biztonsági szint a paraméter, nevezem *biztonsági programozásnak*.

A biztonsági programozás számszerű eredményeinek ismertetése és értékelése előtt azonban még a biztonsági szint elvi problémáit kell megvizsgálunk.

Óvatosság és kockázatvállalás

A biztonsági stratégiák közötti választás a gazdaságpolitika fontos problémáihoz vezet; olyanokhoz, amelyeket eddig nemigen tárgyalt a hazai közgazdasági irodalom. Ez a kérdéscsoport: a kockázatvállalás és óvatosság jelentősége a tervgazdaság beruházási döntéseiben.*

A kapitalizmusban egy súlyosan elhibázott beruházási döntés a vállalkozó bukásával járhat. A szocialista tervgazdaságban a szocialista államot nem fenyegeti ilyen veszély; a kockázat ebben az értelemben eleve kisebb. Egyes hibás beruházási döntések káros hatását ellensúlyozza a népgazdaság egészének normális működése: az állam a rendelkezésre álló tartalékokból ellensúlyozhatja a hibás beruházási döntés miatt keletkezett veszteségeket. Emiatt azután sokakban — kimondatlanul — az az illúzió támad, hogy a beruházási döntés a tervgazdaságban nem is jár kockázattal.

Igaz, egy-egy döntéshez nem fűződnek „végzetes” konzekvenciák. Létezés vagy bukás helyett itt az alternatíva: sokkal vagy kevéssel járul-e hozzá a beruházás a gazdaság fejlődéséhez vagy éppenséggel hátráltatja azt? Dehát ez sem közömbös! Sok száz beruházási döntés születik évente; együttvéve igen nagy a befolyásuk arra, milyen ütemben, s mennyi áldozat árán fejlődik a népgazdaság.

Miben rejlik mármost a kockázat? Néhány példát hozok fel. Elhatározzuk egy bizonyos technológia alkalmazását. Mire a beruházás befejeződik, a világtechnika fejlődése újabbat, gazdaságosabbat teremtett — az általunk bevezetett eljárás máris viszonylag elavult. Nem abszolút rossz, amit megvalósítottunk, de nem a lehető legjobb. Egy másik példa: megkezdjük egy eddig importált termék hazai gyártását, mert az import relatíve drága a hazai termelés várható költségeihez képest. A hazai gyártás sok deviza megtakarítását ígéri. De mire a gyártás megindul, a termék világpiaci ára lecsökkent, viszont a hazai költség több a vártnál — különösebb devizamegtakarítás nem mutatkozik. A hazai gyártás ilyen körülmények között sem rossz, de kínálkoztak volna más, ennél jóval nagyobb devizamegtakarítást hozó lehetőségek.

Most már megkísérelhetjük a kockázat fogalmának definiálását. A *mi viszonyaink között a beruházási döntés kockázatának nevezhetjük azt a potenciális veszteséget, amely akkor éri a népgazdaságot, ha a gazdasági vezetés nem a jövőben, utólag optimálisnak bizonyuló döntést hozta meg. A kockázat a bizonytalanság következménye. Ha a beruházási döntés minden konzekvenciája teljesen biztos lenne, akkor nem járna kockázattal.***

* A kockázatvállalás, a rizikó szónak kellemetlen melléközöngéje van. Egyes polgári közgazdászok szívesen élnek vissza a kifejezéssel. A vállalkozó kockázatvállaló szerepének egyoldalú hangsúlyozásával a tőkés tulajdon kizsákmányoló szerepéről szeretnék elterelni a figyelmet. Ez azonban nem ok arra, hogy kerüljük az egyébként kifejező szó használatát.

** Ez a kockázat fogalmának általam használt definíciója. Az ezzel foglalkozó irodalomban más definíciókat is találunk.

Miért vállalja a gazdasági vezetés ezt a potenciális veszteséget? Elméletileg két eset lehetséges:

1. Vállalja, mert nem tehet mást. Ez az eset akkor, ha kizárólag bizonytalan, mégpedig körülbelül egyformán bizonytalan alternatívák között választhat. Ilyenkor a kockázat *kényszerű*.

2. A gazdasági vezetés választhat biztos és bizonytalan, vagy legalábbis relatíve biztosabb és bizonytalanabb alternatívák között. A bizonytalan természetesen nem kerülhet szóba, ha jó esetben ugyanolyan kedvező, mint a biztos, rossz esetben pedig kedvezőtlenebb. Például azonos kapacitású, azonos üzemeltetési költségű gyár építhető két műszaki variáns alapján. Az elsőnél a beruházási költség biztosan 100 millió forint, a másodiknál bizonytalan: 100 és 130 millió között lesz. Nyilvánvalóan értelmetlen lenne az utóbbit választani. Erdemes azonban megfontolni a bizonytalan alternatíva választását, ha az rossz esetben kedvezőtlenebb ugyan a biztosnál, de jó esetben lényegesen kedvezőbb annál. Az előbbi példa módosítva: a biztos alternatívánál a beruházási költség 100 millió, a bizonytalan pedig 80—110 millió. Ilyenkor a bizonytalan alternatívában van potenciális veszteség (legfeljebb 10 millió forint), de van esély *potenciális nyereségre* is.* (Ez legfeljebb 20 millió.) A gazdasági vezetés ilyenkor *önként* vállalja a kockázatot, szemben az előbbi kényszerű kockázattal, a potenciális nyereség reményében.

A választási dilemma ilyenkor a következő kérdésre vezethető vissza:

Mekkora potenciális nyereség kárpótol adott potenciális veszteséget?

A kérdés mögött másik is rejlik. Vajon a népgazdaság számára *egyenértékű-e* az a veszteség, amely a biztos alternatíva elmulasztása révén keletkezhet, azzal a nyereséggel, amelyet a bizonytalanabb alternatíva esetleg hozhat? *Mennyire érdeke a tervgazdaságnak jól tervezhető, biztos alternatívák helyett nehezebben tervezhető, bizonytalan alternatívákat választani, még ha az utóbbiak potenciális nyereséggel járhatnak is?*

Megkísérlek néhány általános szempontot kifejteni, válaszul erre a nehéz kérdésre.

1. A tervgazdaság számára, amely mennyiségileg részletesen egyeztetett, az egész népgazdaság méreteiben összefüggő, egységes rendszerként összehangolt mérlegek alapján gazdálkodik, igen fontos a tervek biztonsága. Örülünk annak, ha a valóság kedvező irányba tér el a tervektől (pl. a költség a tervezett szint alatt marad, a termelés több az előirányzatnál). De még a kedvező irányú eltérés is okozhat bonyodalmakat, éppen az általános mérlegegyensúly szempontjából. A kedvezőtlen irányú eltérés pedig nyilvánvalóan káros. Ez — a közvetlen veszteségen túl — az összefüggő mérlegrendszer, az általános egyensúly megzavarása révén, messze „továbbgyűrűző” veszteségeket is okoz.

Ezért *a bizonytalanság eleve hátrányt jelent a bizonyossággal szemben*, amelyet persze részben vagy egészben ellensúlyozhat a bizonytalan alternatíváknál ígérkező kisebb vagy nagyobb potenciális nyereség.

Emlékezzünk vissza a (11) képletben szereplő *bizonytalansági pö-*

* A „nyereség” fogalmát itt széles értelemben használom: gazdasági előnyt, társadalmi megtakarítást jelent. A szónak tehát e helyen nincs köze az állami költségvetésbe befizetendő vállalati nyereséghez.

náléra, amelynek nagysága egyebek között a bizonytalanság fokától függ. Most már látjuk, ez a pönalé a szocialista tervgazdaság reális követelményét fejezi ki matematikai formában: a tervezés szempontjából hátrányt jelent a bizonytalanság.

2. Mindebből még korántsem következik, hogy eleve csak a biztos, vagy relatíve legbiztosabb alternatívát szabad választani. A választás a várható potenciális nyereségtől függ. A szocialista tervgazdaságban kezdeményezésre, merész vállalkozó szellemre van szükség; súlyos hiba lenne, ha a beruházási döntéseken túlzott „falmelletti” óvatosság uralkodna el, amely fél minden újszerű, s ezért kockázattal járó lépéstől.

3. Előbb elutasítottuk az egyik végletet, a túlzott óvatosságot. De el kell utasítanunk a másik végletet is, a vakmerőséget, a felelőtlen, „hazard” kockázatvállalást. Mi lenne, ha csupa nagy kockázattal járó beruházásba fognánk? Reális veszély, hogy a körülmények kedvezőtlen összejárása esetén egy időben sok beruházás potenciális veszteséggel valósul meg, ami komoly megrázkódtatást okozhat.*

A kockázatvállalás határait a népgazdasági tervben tudatosan képzett tartalékok — anyag-, kapacitás-, áru-, deviza- stb. tartalékok — szabják meg. Ezek léte biztosítja, hogy egyes beruházások esetleges balsikere se vezessen a népgazdasági egyensúly megingásához.

Mi következik ezekből az alapelvekből a javasolt eljárásokra nézve?

A 2. pont alatt elmondottak azt jelentik: általában túlzás lenne a maximális biztonság stratégiáját alkalmazni, azaz a kedvezőtlen határértékek alapján programozni. Ez túl óvatos, pesszimista magatartás lenne.**

Az 1. és 3. pont alatt kifejtettek azt jelentik: hiba lenne a biztonsági szempontokat mellőző stratégiát alkalmazni, azaz a középértékek szerint programozni. Ez lebecsülné a kockázatvállalás veszélyeit, a biztonság előnyeit.

A leginkább elfogadható tehát a korlátozott biztonság stratégiája; a biztonsági értékek alapján történő programozás. Ez jól kifejezheti a sem nem túl óvatos, sem nem túl vakmerő magatartást a beruházási döntésekben rejlő kockázattal szemben.

Egy kis közvéleménykutatás

Nyitva marad a kérdés: hány %-os biztonsági szinttel számoljunk? A jellemző álláspontok felderítésére egy kis közvéleménykutatást rendeztünk a gazdasági vezetők körében. Természetesen nem lett volna értelme a kérdést közvetlenül a biztonsági szintre vonatkozóan feltenni, hiszen a megkérdezettek nem ismerhették elgondolásunkat a biztonsági érték szerinti programozásról. Ezért kerülő úton közelítettük meg a kérdést. Egyszerű példát konstruáltunk, amelyet úgy szerkesztettünk

* A szocialista tervgazdaság sok száz beruházást hajt végre egy időben. Mégsem lehet biztosan számítani a sikerek és hibák kiegyenlítésére, mert a beruházási akciók *nem függetlenek* egymástól. Egy-egy beruházásnál mutatkozó súlyosabb hiba esetleg „továbbgyűrűzhet”, kihathat más beruházásokra is. Pl. egy építkezés elhúzódása akadályozza az építőipari gépek áthelyezését egy más beruházáshoz; vagy egy új létesítmény késedelmes üzembehelyezése fennakadásokat okoz más területeken stb.

Ebben az értelemben nem tekinthetjük az egyes beruházásokat egymástól *szigorúan független* eseményeknek. Emiatt egyébként csak megfelelő fenntartásokkal alkalmazható a valószínűségszámítás apparátusa e számításoknál.

** Több szerző bírálja a „minimax”-stratégiát pesszimista jellege miatt. (Lásd pl. K. J. Arrow, H. Chernoff és L. J. Savage idevonatkozó műveit.)

meg, hogy a válaszokból leolvashatóak legyenek a biztonsági szintre vonatkozó következtetések.

A megkérdezettek elé terjesztett probléma a következő volt:

„Tegyük fel, hogy egy beruházási feladat végrehajtásához két alternatíva kínálkozik. A termelés és az üzemeltetési költség mindkettőnél azonos, de a beruházási költségek eltérőek. Az 1. alternatíva jellemzője: a beruházási költségek nagyságát pontosan ismerjük, az adat *biztos*. A 2. alternatíva jellemzője: a beruházási költségek nagysága *bizonytalan*; csupán az alsó és a felső határt ismerjük. Pontosabban: ismerjük a középértéket és tudjuk, hogy attól a lehetséges eltérés legfeljebb $\pm 20\%$.

Tegyük fel, hogy öt esetben kerülünk ilyen választási probléma elé. Az 1. alternatíva beruházási költsége mind az öt esetben azonos, a 2. alternatíváé mindig más. Az öt választási problémát az alábbi táblázat foglalja össze:

2. táblázat

Választási problémák biztos és bizonytalan alternatívák között

	1. alternatíva	2. alternatíva	
	költség	költség középértéke	költség „-tól -ig”
A) eset	100	98,5	79—118
B) eset	100	94,5	76—113
C) eset	100	90,0	72—108
D) eset	100	86,5	69—104
E) eset	100	83,5	67—100

Világos, hogy az E) problémánál a 2. alternatívát kell előnyben részesíteni, hiszen ez még a legrosszabb esetben is 100 millió forintba kerül (vagyis ugyanannyiba, mint az 1. alternatíva), de az is lehet, hogy kevesebbe. De melyik az előnyösebbik az A), a B), a C) és a D) esetben?

Láthatjuk, hogy az A)-tól az E) probléma felé haladva egyre kisebb a 2. alternatíva költségének középértéke. Kérdés: melyik esetnél kompenzálja a 2. alternatíva kisebb középértéke, s jóval kisebb alsó határértéke azt a veszélyt, hogy itt a beruházási költség esetleg (nem biztosan!) túlhaladja az 1. alternatíva biztos 100 millió forintos költségét?”

Ezt a kérdést tettük fel összesen húsz személynek. Kivétel nélkül olyanokat kérdeztünk meg — tervhivatali és minisztériumi főosztályvezetőt, osztályvezetőt, előadót, vállalati igazgatót és osztályvezetőt, tehát magasabb és alacsonyabb beosztású vezetőket vegyesen —, akiknek munkaköréhez tartozik a beruházásokkal kapcsolatos állásfoglalás. A megkérdezettek különböző hatóságokhoz tartoznak: Országos Tervhivatal, Pénzügyminisztérium, Külkereskedelmi, Nehézipari és Könnyűipari Minisztérium.

A megkérdezettek kiválasztása szándékosan ötletszerű volt. Körülbelül két-három héten át gyűjtöttük a válaszokat azoktól, akikkel véletlenül (bizottsági ülésen, tudományos egyesületben, adatgyűjtés közben stb.) találkoztunk. A fent ismertetett írásbeli feljegyzés bemutatása után a kérdés tisztázása szóbeli „interjú” formájában zajlott le. Sorra vettük a választási problémákat A)-tól E)-ig, s állásfoglalást kértünk. A totó-

tipphez hasonló formában „1.” jelentette az 1. alternatíva választását, „2.” a 2. alternatíváét, „X” pedig azt, hogy a megkérdezett a szóban-forgó esetre egyformán jónak tartja az 1. és 2. alternatívát.

Az eredményeket az alábbi táblázat foglalja össze. A táblázatban csak azt kellett feltüntetni, hogy a megkérdezett melyik választási problémánál áll át az 1. alternatíva pártjáról a 2. alternatíva pártjára („2” válasz), vagy legalábbis melyik problémánál kezd ingadozni („X” válasz). Ha pl. a B) esetben már „2” vagy „X” választ ad, akkor — a példa megszerkesztéséből következően — nyilván nem választhatja a C), D) esetekben ismét az 1. alternatívát.

3. táblázat A közvéleménykutatás eredménye

Melyik esettől kezdve veti el az 1. alternatívát?	Hányan feleltek így	%-ban
A)	0	0
B)	9	45
C)	9	45
D)	0	0
E)	2	10

Mit jelent a közvéleménykutatás eredménye a biztonsági szint szempontjából? Az alábbi táblázat azt mondja meg: hány %-os biztonsági szint követelményének felel meg, ha valaki az A), vagy a B) stb. problémánál felel „X”-szel:*

4. táblázat A biztonsági szintre vonatkozó következtetés

Melyik problémánál felelt „X”-szel	Ez milyen biztonsági szintnek felel meg? %-ban
A)	54
B)	65
C)	78
D)	89
E)	100

Vizsgáljuk meg ezekután a kis közvéleménykutatás eredményét.** A válaszokban figyelemre méltó, hogy egyetlen megkérdezett sem vá-

* Egy példával világítom meg, milyen gondolatmenet vezet el a biztonsági szintre vonatkozó következtetéshez. Vegyük a C) problémát. Ha a megkérdezett személy azt feleli: nem a 2., hanem az 1. alternatívát választja, akkor ez azt jelenti, hogy a maga részéről a 2. alternatívánál 10 millió forintnál *nagyobb* bizonytalansági pónalét adott hozzá a 90 millió forintos középértékhez. Többet adott hozzá gondolatban, hiszen rosszabbnak tartotta a 100 millió forintos 1. alternatívánál.

Ha viszont a C) esetben a két alternatívát egyformán jónak tartotta, akkor — gondolatban — éppen 10 millió forint bizonytalansági pónaléval sújtotta a 2. alternatívát. Így lett ugyanis *egyenlő* az 1. alternatíva 100 millió forintja a 2. alternatíva $90 + 10 = 100$ millió forintjával.

A fenti értékeket a (11) képletbe helyettesítve:

$$100 = 90 + (108 - 72) (\beta - 0.5).$$

Az egyenletet β -ra megoldva: $\beta \approx 78\%$.

Hasonlóképpen vezethető le a válaszokból a többi esetben is a megkövetelt biztonsági szint.

* Kérdés, nem befolyásolta-e a megkérdezetteket az a gyakorlati tapasztalat, hogy a tényleges beruházási költség rendszerint több, s nem kevesebb a becsült előirányzatnál?

Nincs kizárva persze, hogy egyik-másik állásfoglalást öntudatlanul is befolyásolta ez a tapasztalat. Mindenesetre a szóbeli „interjúk” során nyomatékosan hangsúlyoztuk: itt egy elméleti esetről van szó, amelyben feltételezzük a „től-ig” formában adott becslés szigorú tárgyilagosságát; az előirányzattól való mindkét irányú eltérés esélye teljesen egyenlő. A megkérdezettek tehát e feltételezés tudatában feleltek.

lasztotta már az A) esetén a 2. alternatívát, illetve nem felelt „X”-szel. Eszerint senki sem értett egyet 54⁰/₀-os vagy ennél is alacsonyabb biztonsági szinttel.

Amint láttuk, a 2. alternatíva középértéke még az A) problémánál is alacsonyabb, mint az 1-é. A megkérdezettek mégis határozottan a biztosat választották. Számukra a 21 millió forintos potenciális nyereség nem kompenzálta a 18 millió forintos potenciális veszteséget. Számukra 1 millió forint *nem egyenlő* 1 millió forinttal, sőt 21 millió is kevesebb 18 milliónál, amennyiben az előbbi potenciális nyereség, utóbbi pedig potenciális veszteség. Ebben *egyfajta húzódozás, averzió mutatkozik a kockázattal szemben; más szóval a biztonság előnyben részesítése, preferálása a bizonytalansággal szemben.* Ezt végeredményben úgy tekinthetjük, mint *a biztonsági szempontokat mellőző stratégiát, a pusztán középértékkel való számolás határozott elutasítását* a megkérdezettek részéről. (Mint korábban említettem: a középértékkel való számolás 50⁰/₀-os biztonsági szintnek felel meg — miközben a megkérdezettek egyikének sem volt elég az 54⁰/₀-os szint.)

Figyelemre méltó, hogy lényegében ezt az elutasított stratégiát alkalmazzák a szokásos gazdaságossági számítások, amikor (korrekt becslés esetén) egyszerűen a középértékkel számolnak. Ez arra vall: ha a gazdasági vezetők végiggondolják a biztonság és a kockázatvállalás dilemmáját (erre készítette őket kérdéseink megválaszolása), akkor jól látják, hogy nem szabad mellőzni a biztonsági szempontokat. Mint már említettem, kvalitatíve figyelembe veszik ezt a szempontot a tényleges döntéseknél is. A gazdaságossági számítások eddigi formája azonban nem tárta eléjük *kvantitatív* formában is ezt a dilemmát, ellenkezőleg, elrejtette előlük.

Nézzük az ellenkező végletet. Mindössze ketten választották kizárólag az E) esetben a 2. alternatívát, s a többinél kitarítottak az 1. alternatíva mellett. Gyakorlatilag tehát a maximális biztonság stratégiáját fogadták el. Az illetők a beszélgetés során ki is fejtették: szerintük 1 millió forint potenciális veszteséget sem szabad vállalni, ha van olyan biztos alternatíva, amelynél ez nem fenyeget — még akkor sem, ha az esetleges veszteséggel 32 millió forint potenciális nyereség áll szemben. A döntő követelmény szerintük a 100⁰/₀-os biztonság.

A túlnyomó többség azonban, a megkérdezettek 90⁰/₀-a elvetette ezt az ultra-óvatos álláspontot, vagyis a maximális biztonság stratégiáját. A megkérdezettek 90⁰/₀-a vagy a B) vagy legkésőbb a C) esetben állt át a 2. alternatíva pártjára (illetve „X” válasszal habozott a két alternatíva között). Ez arra mutat, hogy lényegében a korlátozott biztonság stratégiáját teszik magukévá. A vélemények megoszlottak 65—78⁰/₀-os biztonsági szint között.

A közvéleménykutatásról szóló fejtegetések végére érve, hangsúlyozni szeretném: mivel csak kevés személyt kérdezhettünk meg, kellő fenntartásokkal kell fogadni az eredményeket. A válaszok viszonylagos egyöntetűsége azonban arra bátorít fel, hogy megkíséreljük általánosabb következtetések levonását. A gazdasági vezetők körében uralkodó általános vélemény (amennyiben ezt ebből a kis közvéleménykutatásból meg lehet állapítani) megegyezik azzal, amit a cikk előbbi része általános szempontként kifejtett: a szocialista tervgazdaság viszonyai között a korlátozott biztonság stratégiája látszik leginkább indokoltnak.

A biztonsági programozás jelentősége és korlátai

A biztonsági szintről elmondottak fényében térjünk vissza szamszerű példánkra. A biztonsági programozás eredményeit a 2. táblázat ismerteti. Háromféle programhoz jutottunk: az elsőt a nagyfokú kockázatvállalás, a másodikat a mérsékelt kockázatvállalás, a harmadikat pedig a nagyfokú óvatosság jellemzi. A maga módján mindhárom „optimális” program — aszerint, milyen biztonsági szintet követelünk meg.

5. táblázat A biztonsági programozás optimális programjai

Az akció sor-száma	Az akció megjelölése	A biztonsági szint tartománya		
		50—58,5%	58,5—83,3%	83,3—100%
1	„A” szál „p” techn.			3000 t
2	„A” szál „q” techn.			
3	„A” szál export			
4	„A” szál import	3000 t	3000 t	
5	„B” anyag „r” techn.			3300 t
6	„B” anyag „s” techn.			
7	„C” szál „t” techn.			
8	„C” szál „u” techn.	4000 t	2000 t	
9	„C” szál export	2000 t		
10	„C” szál import			2000 t
11	Beruh. keret-megtak.		400 millió Ft	200 millió Ft
	A program jellemzése.	A „kockázatosabb” szál, a „kockázatosabb” technológiával exportra is	A „kockázatosabb” szálát gyártjuk, a „kockázatosabb” technológiával, de csak hazai szükségletre	Csak a legbiztosabb alternatívát gyártjuk — nem létesítünk exportkapacitást

A biztonsági programozás tehát, mint látjuk, nem ad egyértelmű javaslatot a teendőkre. Ez természetes. *Nem mondhatunk abszolút biztosat ott, ahol a kiinduló adatok bizonytalanok; a matematika sem képes a bizonytalanból biztosat varázsolni.*

Ennek az általános korlátnak az ellenére, az eljárásnak vannak számottevő előnyei:

1. Módot ad racionális *szelekciókra*. Vannak olyan alternatívák, amelyek egyik biztonsági szint mellett sem kerültek bele az optimális programba. (Példánkban: a 2., 6. és 7. tevékenység.) Ez a negatív információ is fontos támpont a döntéshez: ezeket biztosan nem érdemes választani.

2. A biztonsági programozás *konzekvens magatartásra* készítet. Vagy óvatosak vagyunk, s akkor gyártjuk az ismertebb szálát a biztonságosabb technológiával. Vagy merünk kockázatot vállalni, s akkor választjuk az újdonság-szálát, mégpedig az olcsóbbnak ígérkező (bár bizonytalan) technológiával. Viszont úgy nem érdemes kockázatot vállalni,

hogy a már befutott „A” szálát és „B” anyagot gyártjuk ugyan, de a bizonytalanabb technológiával.

3. Eljárásunkkal *a konkrét választási problémát visszavezetjük egy általánosabb döntésre*. A konkrét választási probléma: mit valósítsunk meg a modell 10 tevékenysége közül, s melyiket milyen mértékben. Az általánosabb választási probléma: mekkora kockázatot merjünk vállalni. A gazdasági vezetés számára a választási lehetőséget a programozás magasabb síkra emeli. A programozó közgazdász a következőt mondhatja: jelölje meg a gazdasági vezetés, milyen mértékben hajlandó kockázatot vállalni, milyen fokú biztonságra törekszik. Állásfoglalása alapján megadhatjuk a konkrét akció-programot.

Az előző részben kifejtettek alapján számomra a középső program (58,5—83,3%-os biztonsági szinthez tartozó optimális program) tűnik leginkább elfogadhatónak. A biztonsági szint kérdéséről azonban nyilván nem a programozó közgazdásznak, hanem a gazdasági vezetésnek kell határoznia, a népgazdaság egészét átfogó áttekintése alapján. A biztonsági programozás mindenestre elősegíti, megkönnyíti ezt a döntést, amikor megállapítja a különböző biztonsági stratégiákhoz, az összes lehetséges biztonsági szintekhez tartozó optimális programokat.

Egyébként nem szükséges, hogy a gazdasági vezetés százalékra pontosan adja meg a megkövetelt biztonsági szintet. A számszerű példa is mutatja: a biztonsági szint elég széles tartományához azonos optimális program tartozik. (Pl. 58,5—83,3%.) A paraméteres programozás egyik előnye, hogy megadja e tartományok határait.

4. A biztonsági programozás *megmutatja a gazdasági vezetés által felállított biztonsági követelmények konzekvenciáit*. Még a mi „miniatűr” modellünk segítségével is meghatározható: hogyan módosul az export és az import struktúrája, vagy a beruházási keret igénybevétele aszerint, hogy magasabb vagy alacsonyabb biztonsági követelményt támasztunk. Ha pedig részletesebb (több változóból és feltételből álló) modellel dolgozunk, akkor a konzekvenciák kimutatása sokkal teljesebb lehet.

5. Az eljárás *elősegíti a becsült adatok tárgyilagosabb kezelését*. A szokásos számításoknál nemegyszer manővereznek a becsült adatokkal: hol a kedvezőbb, hol a kedvezőtlenebb értékkel számolnak, aszerint, hogy mit kívánnak bizonyítani. A fentiekben olyan számítással ismerkedtünk meg, amely valamennyi alternatívánál egységes elv szerint kezeli a becsült adatot. Pl. mindegyiket „pesszimiztán” állítja a számításba, vagy mindegyiknél a középértékkel számol és így tovább.



Befejezésül még egyszer hangsúlyozni szeretném: fejtegetéseim fő célja *a probléma felvetése* volt. Az előadott gondolatok, módszerek nem tekinthetők kiforrottnak. Arra azonban talán alkalmasak, hogy e rendkívül fontos, s a hazai szakirodalomban mind ez ideig feltáratlan kérdésre — a bizonytalan adatok alapján hozott racionális beruházási döntés problémáira — felhívják a figyelmet.