KORNAI JÁNOS

A BERUHÁZÁSOK MATEMATIKAI PROGRAMOZÁSA

KÖZGAZDASÁGI ÉS JOGI KÖNYVKIADÓ, BUDAPEST 1962

Írta:
Dr. Kornai János

Lektorálta:
Dr. Aczél István
és
Dr. Cukor György

©
Kiadásért felel
a Közgazdasági és Jogi
Könyvkiadó igazgatója

Felelős szerkesztő:
Dr. Fébó László

Műszaki vezető:
Király Ernő

Műszaki szerkesztő:
Dr. Réday Lajos

Tartalomjegyzék

Bevezetés

Első rész

BERUHÁZÁSOK LINEÁRIS PROGRAMOZÁSA

I. fejezet: A számítás feladata 27
1. §. A döntési problémák 27
2. §. A programozási szektor 29

II. fejezet: A tevékenységek 33
1. §. A tevékenységek fajtái 33
2. §. A tevékenység terjedelme 37
3. §. A program 38
4. §. Egyszerűsítő feltevések 39

III. fejezet: A korlátozó feltételek 43
1. §. A korlátozó feltétel fogalma 43
2. §. Az extern kibocsátási kötelezettségek 44
3. §. A bruttó beruházás 46
4. §. A beruházási jellegű ráfordítások korlátai 48
5. §. Az üzemeltetési ráfordítások korlátai 50
6. §. A belső arányosság feltételei 50
7. §. A „status quo" adottságai 53

IV. fejezet: A célfüggvény 55
1. §. A költségek minimalizálása 55
2. §. Az akcióköltségek köre 56
3. §. A költségfüggvény linearitása 57
4. §. A kalkulatív kamat 58
5. §. A feladat matematikai összefoglalása 59

V. fejezet: A modellszerkesztés nehézségei 62
1. §. A modellalkotás — kompromisszum 62
2. §. A számítástechnikai korlátok 62
3. §. A pamutszövő iparági vizsgálat „kis modelljei" . . . 64
4. §. Előzetes szelekció 65
5. §. Az adatgyűjtés problémái 67
6. §. „Próba modell" 69

VI. fejezet: A pamutipari programozás gyakorlati eredményei 71
1. §. Fő irányok és operatív részletek 71
2. §. Az építés 72
3. §. A géppark 74
4. §. A források átcsoportosítása 75

VII. fejezet: Rangsorolás és programozás 77
1. §. A szokásos gazdaságossági számítások 77
2. §. Szélesebb és szervezettebb választási lehetőség 78
3. §. Gazdaságosság és realitás 81

Második rész

A PROGRAMOZÁS KIBŐVÍTÉSE — MÁS MODELLTÍPUSOK

VIII. fejezet: A költségek minimalizálása — a hozadék maximalizálása 87
1. §. A két feladat ekvivalenciájának esete 87
2. §. A két feladat eltérésének esete 90
3. §. Az eladási árak problémája 91
4. §. A modelltípus megválasztásának gyakorlati szempontjai 92
5. §. A költségminimalizálás és a hozadékmaximalizálás összekapcsolása 93

IX. fejezet: Költségprogresszió és degresszió — Konvex és konkáv programozás 96
1. §. A linearitási feltevés 96
2. §. Költségprogresszió 98
3. §. Költségdegresszió 102
4. §. Konkáv költségfüggvény-típusok 106

X. fejezet: Az indirekt hatások — Az ágazati kapcsolatok mérlegének felhasználása 110
1. §. Az ágazati kapcsolatok mérlege 110
2. §. A mérleg felhasználása az alumíniumipari modellben 115
3. §. Az indirekt beruházási költség 117
4. §. Hazai eredetű anyag felhasználásának reálköltsége . . 118

5. §. Néhány egyszerűsítő feltevés 121
6. §. Összehasonlítás a szokásos számítási módszerrel . . . 123
7. §. A továbbgyűrűzések részleges figyelembevétele . . . 124
XI. fejezet: A ráfordítások és az eredmények dinamikája — Kamatozási formulák 128
1. §. A beruházásokkal kapcsolatos tevékenységek dinamikája 128
2. §. A diszkontált hozadékösszeg 130
3. §. Az évi törlesztéses hozadék 133
4. §. A dinamika tükrözésének fokozatai 136
5. §. A szokásos gazdaságossági számítások és a dinamika 139
XII. fejezet: A ráfordítások és az eredmények dinamikája — Elszámolási problémák 141
1. §. Élettartam és fenntartási költség 141
2. §. Az elszámolási időszak hossza 143
3. §. Az értékcsökkenési leírás 144
4. §. A bérek változása az időben 146
5. §. Külföldi hitel 148

Harmadik rész

ÉRZÉKENYSÉGI VIZSGÁLATOK — A BIZONYTALAN ADATOK KEZELÉSE

XIII. fejezet: A bizonytalan adatok osztályozása 153
1. §. A probléma felvetése 153
2. §. Az adatok két fő csoportja 155
XIV. fejezet: Az érzékenységi vizsgálatok matematikai apparátusáról — Paraméteres programozás 158
1. §. A paraméteres programozás fogalma 158
2. §. Könnyebbségek a feladat megoldásánál 160
3. §. Néhány gyakorlati paraméteres programozási feladat . 162
4. §. A feladat leszűkítése 164
5. §. A modell szerkezeti módosítása 165
6. §. Relatív optimum 167
XV. fejezet: Gazdaságpolitikai paraméterek 168
1. §. Az eredeti előirányzatok kontrollja 168
2. §. Az optimális program a kibocsátási kötelezettség függvényében 170
3. §. A kalkulatív értékelések felhasználása 175
4. §. A konzekvenciák kimutatása 179
5. §. Támpontok külkereskedelmi, államközi tárgyalásokhoz 181

XVI. fejezet: A kalkulatív kamatláb 183
1. §. Vita a kamat alkalmazásáról 183
2. §. A matematikai programozás szerepe 188
3. §. A pamutszövőipari program kamatérzékenysége . . . 190

XVII. fejezet: A kalkulatív devizaárfolyam 196
1. §. Egységes kalkulatív devizaárfolyam szükségessége . . 196
2. §. Az exportgazdaságossági mutatók felhasználása . . . 199
3. §. Az ágazati kapcsolatok mérlegének felhasználása . . 200
4. §. A továbbgyűrűző ráfordítások és az egységes devizaárfolyam 204
5. §. Hiperbolikus programozás 207
6. §. Ellenőrző számítások 208

XVIII. fejezet: Becsült műszaki és költségadatok. 209
1. §. Gyakorlati példa egy ellenőrző számításra 209
2. §. Kényszerű és „önkéntes" bizonytalanság 211
3. §. Becslés „-tól-ig" formában 214
4. §. A bizonytalansági fok számszerű meghatározásáról . 215

XIX. fejezet: A jóváhagyási dokumentumokban szereplő adatok . 217
1. §. Véletlen és tendenciózus becslési hibák 217
2. §. Az utólagos gazdaságossági vizsgálatok 217
3. §. Az előirányzatok teljesítésének aránya, mint valószínűségi változó 222
4. §. A tárgyilagosság biztosítása 225
5. §. Ellenőrző számítások 227

XX. fejezet: A világpiaci árak becslése 230
1. §. A világpiaci ár szerepe a számításban 230
2. §. A világpiaci ár definíciója 231
3. §. Áralakulási tendenciák 232
4. §. Az új cikkek tipikus áralakulása 234
5. §. A becslés formája és támpontjai 243

XXI. fejezet: Óvatosság és kockázatvállalás a beruházási döntésben 247
1. §. A „-tól-ig" adatok felhasználása a programozási modellekben 247
2. §. Programozás a középértékek alapján 248
3. §. Programozás a kedvezőtlen határértékek alapján . . 249
4. §. Programozás biztonsági értékek alapján 250
5. §. Óvatosság és kockázatvállalás 252
6. §. Egy kis közvéleménykutatás 257
7. §. Biztonsági programozás. 261
8. §. Néhány általános tanulság 264

Negyedik rész

A PROGRAMOZÁS ALKALMAZÁSÁNAK PERSPEKTÍVÁIRÓL

XXII. fejezet: A beruházások programozásának helye a népgazdasági tervezésben 269
1. §. A metodika alapgondolatai 269
2. §. A programozási modellek „vízszintes" és „függőleges" hálózata 272
3. §. Szektorprogramok összehasonlítása 275

XXIII. fejezet: A kutatás feladatai 281
1. §. Közgazdasági problémák 281
2. §. Matematikai és számítástechnikai feladatok 283
3. §. Elméleti munka és „kísérletezés" 284

Függelék: A pamutszövőipari programozás számítási anyagából

1. §. Az 1960. évi géppark 287
2. §. A cikkösszetétel jellemzői 289
3. §. A géptípusok műszaki jellemzői 289
4. §. A létszámarányos és területarányos költségekről . . . 296
5. §. Az építéssel kapcsolatos adatok 297
6. §. Az eredeti tervek 298
7. §. A „nagy modellek" 302
8. §. Az 1. számú modell számszerű adatai 302
9. §. Az 1—8. számú optimális programok 302
10. §. Az 1—8. számú optimális programok pontossága . . 302
11. §. A „kis modellek" jellegzetességei 304
12. §. A béremelkedés figyelembevételének hatása 305
13. §. Az eredeti gépberuházási programról 306
14. §. Egy gépcsere nélküli program 308

Jelölések 309
Irodalomjegyzék és névmutató 313
Tárgymutató 323

*

Содержание

Введение

Отдел первый

ЛИНЕЙНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ КАПИТАЛЬНЫХ ВЛОЖЕНИЙ

Глава I.: Цель расчетов 27
§ 1. Проблемы решения 27
§ 2. Сектор программирования 29

Глава II.: Деятельности 33
§ 1. Виды деятельностей 33
§ 2. Об"ем деятельности 37
§ 3. Программа 38
§ 4. Упрощающие предположения 39

Глава III.: Ограничивающие условия 43
§ 1. Понятие ограничивающего условия 43
§ 2. Обязательства экстерного выпуска 44
§ 3. Брутто капиталовложение 46
§ 4. Затраты капитального характера и их ограничения 48
§ 5. Эксплоатационные затраты и их ограничения . . . 50
§ 6. Условия внутренней пропорциональности 50
§ 7. Условия 53

Глава IV.: Целевая функция 55
§ 1. Минимализация расходов 55
§ 2. Круг затрат действия 56
§ 3. Линейность целевой функции 57
§ 4. Коэффициент эффективности 58
§ 5. Математическая сводка задачи 59

Глава V.: Затруднения составления модели 62
§ 1. Создание модели — компромисс 62
§ 2. Ограничения происходящие от техники расчета . . 62
§ 3. „Малые модели" исследования проведенного в хлопкоткацкой отрасли 64
§ 4. Предварительная селекция 65
§ 5. Проблемы сбора данных 67
§ 6. „Пробная модель" 69

Глава VI.: Практические результаты программирования в хлопчатобумажной промышленности 71
§ 1. Основные направления и оперативные детали . . . 71
§ 2. Строительство 72
§ 3. Машинный парк 74
§ 4. Перегруппировка источников 75

Глава VII.: Определение очередности и программирование . . 77
§ 1. Общепринятые расчеты экономичности 77
§ 2. Более широкая и организованная возможность выбобора 78
§ 3. Экономичность и реальность 81

Отдел второй

РАСШИРЕНИЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ — ДРУГИЕ ТИПЫ МОДЕЛЕЙ

Глава VIII.: Минимализация расходов — максимализация доходов 87
§ 1. Случай эквиваленции двух задач 87
§ 2. Случай расхождения двух задач 90
§ 3. Проблема цен сбыта 91
§ 4. Практические условия подбора типа модели 92
§ 5. Соединение минимализации расходов с максимализацией приходов 93

Глава IX.: Прогрессия и дегрессия затрат — Конвексное и конкавное программирование 96
§ 1. Предположение линейности 96
§ 2. Прогрессия затрат 98
§ 3. Дегрессия затрат 102
§ 4. Типы конкавных функций затрат 106
Глава X.: Косвенныв влияния — Использование баланса отраслевых связей 110
§ 1. Баланс отраслевых связей 110

§ 2. Использование баланса в модели алюминиевой промышленности 115
§ 3. Косвенные капитальные затраты 117
§ 4. Реальные расходы по использованию материала отечественного происхождения 118
§ 5. Несколько упрощающих предположений 121
§ 6. Сравнение с обычным методом расчета 123
§ 7. Частичный учет расширения программирования на другие отрасли 124

Глава XI.: Динамика затрат и результатов — Формулы приращения процентов 128
§ 1. Динамика деятельностей связанных с капиталовложениями 128
§ 2. Дисконтированная сумму прихода 130
§ 3. Годовой аннуитетный приход 133
§ 4. Степени отражения динамики 136
§ 5. Обычные расчеты экономичности и динамика . . . 139

Глава XII.: Динамика затрат и результатов — Проблемы по отчету 141
§ 1. Срок службы и затраты по уходу 141
§ 2. Продолжительность отчетного периода 143
§ 3. Аммортизация 144
§ 4. Изменение заработной платы во времени 146
§ 5. Заграничный кредит 148

Отдел третий

ИССЛЕДОВАНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ — НЕНАДЕЖНЫЕ ДАННЫЕ

Глава XIII.: Классификация ненадежных данных 153
§ 1. Способ поднятия проблемы 153
§ 2. Две основные группы данных 155

Глава XIV.: О математическом аппарате исследований чувствительности — Параметрическое программирование 158
§ 1. Понятие параметрического программирования . . . 158
§ 2. Облегчения при решении задачи 160
§ 3. Несколько практических задач по параметрическому программированию 162
§ 4. Сужение задачи 164
§ 5. Конструкционная модификация модели 165
§ 6. Относительный оптимум 167

Глава XV.: Параметри экономической политики 168
§ 1. Контроль предварительных смет 168
§ 2. Оптимальная программа и обязательство выпуска . 170
§ 3. Использование калькулативной оценки. 175
§ 4. Показ последствий 179
§ 5. Опорные точки для межгосударственных и загранично-торговых переговоров. 181

Глава XVI.: Коэффициент эффективности 183
§ 1. Вопрос применения процентов 183
§ 2. Роль математического программирования 188
§ 3. Коэффициент эффективности программирования хлоптацкой отрасли 190

Глава XVII.: Калькулятивный девизный кур 196
§ 1. Необходимость единого калькулятивного девизного курса 196
§ 2. Использование показателей экономичности экспорта 199
§ 3. Использование баланса отраслевых связей 200
§ 4. Затраты распространяющиеся на другие отрасли и единый девизный курс 204
§ 5. Гиперболическое программирование 207
§ 6. Контрольные расчеты 208

Глава XVIII.: Оценочные технические данные и расходы . . 209
§ 1. Практический пример контрольного расчета 209
§ 2. Принудительная и „добровольческая" ненадежность 211
§ 3. Оценка в форме „от — до" 214
§ 4. Цифровое определение степени ненадежности 215

Глава XIX.: Данные фигурирующие в утвердительных документах 217
§ 1. Случайные и тенденциозные ошибки оценки 217
§ 2. Дополнительные анализы экономичности 217
§ 3. Пропорция выполнения планов, как переменная расчета вероятностей 222
§ 4. Обеспечение об"ективности 225
§ 5. Контрольные расчеты 227

Глава XX.: Оценка мировых цен 230
§ 1. Роль мировой цены в расчетах 230
§ 2. Дефиниция мировой цены 231
§ 3. Тенденции образования цен 232
§ 4. Типическое образование цен новых изделий 234
§ 5. Форма и основы оценки 243

Глава XXI.: Осторожность и риск в решении о капиталовложении 247

§ 1. Использование данных „от — до" в моделях программирования 247
§ 2. Программирование на основании средних величин . 248
§ 3. Программирование на основании неблагоприятных предельных величин 249
§ 4. Программирование на основании безопасных величин 250
§ 5. Осторожность и риск 252
§ 6. Поиски общественного мнения 257
§ 7. Безопасное программирование 261
§ 8. Несколько общих выводов 264

Отдел четвертый

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Глава XXII.: Место программирования капитальных вложений в народнохозяйственном планировании 269

§ 1. Основные принципы методики 269
§ 2. „Горизонтальная" и „вертикальная" сеть моделей программирования 272
§ 3. Сравнение секторных программ 275

Глава XXIII.: Задачи исследовательской работы 281

§ 1. Политико-экономические проблемы. 281
§ 2. Математические задачи и задачи по технике расчета 283
§ 3. Теоретическая работа и „экспериментирование" . . 284

Приложение: из расчетов программирования для хлопкоткацкой промышленности

§ 1. Машинный парк 1960 г. 287
§ 2. Показатели состава ассортимента 289
§ 3. Технические показатели различных типов машинного парка 289
§ 4. О затратах пропорциональных с штатом и площадью . 296
§ 5. Данные связанные с строительством 297
§ 6. Оригинальные планы 298
§ 7. „Большие модели" 302
§ 8. Числовые данные модели № I. 302
§ 9. Оптимальные программы № I—8 302
§ 10. Точность оптимальных программ № 1—8 302
§ 11. Характерные черты „малых моделей" 304

§ 12. Влияние учета повышения заработной платы . . . 305
§ 13. О оригинальной программе капитальных вложений о машинному парку 306
§ 14. Программа без замены машин 308

Обозначения 309
Литература и именно указатель 313
Предметный указатель 323

Contents

Introduction

Part I.

LINEAR PROGRAMMING OF INVESTMENTS

Chapter I. The purpose of the computation 27
1. §. Decision problems 27
2. §. Sector of programming 29

Chapter II. The activities 33
1. §. Classification of activities 33
2. §. The volume of activities 37
3. §. The program 38
4. §. Simplifying assumptions 39

Chapter III. The constraints 43
1. §. The notion of constraint 43
2. §. Final output obligations 44
3. §. Gross investment 46
4. §. Constraints of investment outlays 48
5. §. Constraints of production outlays 50
6. §. Constraints of internal proportions 50
7. §. Present circumstances as determinants 53

Chapter IV. The objective function 55
1. §. Minimization of costs 55
2. §. The scope of the costs of activities 56
3. §. The linearity of the cost function 57
4. §. Shadow interest accounted 58
5. §. Mathematical resumption of the task 59

Chapter V. On the difficulties of constructing the modell 62
1. §. Modelling — a compromise 62
2. §. Limitations of the computation techniques 62
3. §. „Small models" of the investigation in the cotton textile industry 64
4. §. Previous selection 65
5. §. Problems of data collection 67
6. §. The „pilot-model" 69

Chapter VI. The practical results of the programming in the cotton textile industry 71
1. §. Main trends and operative details 71
2. §. Building 72
3. §. Machinery 74
4. §. Regrouping resources 75

Chapter VII. Ordering and programming 77
1. §. Traditional efficiency calculations 77
2. §. Wider and more organised choice 78
3. §. Economic efficiency and realities 81

Part II.

AN EXTENSION OF THE APPARATUS
OF PROGRAMMING — OTHER TYPES OF MODELS

Chapter VIII. Minimization of costs, maximization of returns. . 87
1. §. The case of equivalence of the two tasks 87
2. §. The case of divergence of the two tasks 90
3. §. Problems of producer's prices 91
4. §. Practical points of view of choosing models 92
5. §. Connecting costs minimization with returns maximization 93

Chapter IX. Progressivity and degressivity of costs — Convex and concave programming 96
1. §. The linearity assumption 96
2. §. Progressivity of costs 98
3. §. Degressivity of costs 102
4. §. Concave types of cost functions 106

Chapter X. Indirect effects — Use of input-output tables 110
1. §. The balance of intersectoral relations 110
2. §. Use of the balance in the model of aluminium industry 115

3. §. Indirect investment outlays 117
4. §. Real costs of home material consumption 118
5. §. Some simplifying assumptions 121
6. §. Comparison with the usually applied computation method 123
7. §. Partial consideration of indirect effects 124

Chapter XI. Dynamics of outlays and results — Formulae of interest computation 128
1. §. Dynamics of investment activities 128
2. §. The present value of returns 130
3. §. The yearly amortization of returns 133
4. §. Different degrees of reflecting dynamics 136
5. §. The usual efficiency calculations and dinamycs . . . 139

Chapter XII. Dynamics of outlays and results — Accounting problems 141
1. §. Life expectancy and maintenance costs 141
2. §. The length of the accounting period 143
3. §. The allowance for depreciation 144
4. §. The change of wages in the course of time 146
5. §. Foreign loan 148

Part III.

SENSIBILITY INVESTIGATIONS — COUNTING WITH UNCERTAIN DATA

Chapter XIII. Classification of uncertain data. 153
1. §. Raising the problem 153
2. §. Two main categories of data 155

Chapter XIV. The mathematical device of sensibility investigations — Parametric programming 158
1. §. The notion of parametric parogramming 158
2. §. Facilitating. 160
3. §. Some practical tasks for parametric programming . . 162
4. §. Restricting the task 164
5. §. Constructional modification of the model. 165
6. §. Relative optimum 167

Chapter XV. Parameters of economic policies 168
1. §. Control of preliminary estimates 168
2. §. Optimal program as a function of output obligations 170
3. §. Utilization of shadow prices 175

4. §. Pointing to consequences 179
5. §. Footing for foreign trade negotiations 181

Chapter XVI. Shadow interest rate 183
1. §. A review of the dispute 183
2. §. The role of mathematical programming 188
3. §. The interest-sensibility of the program for cotton industry 190

Chapter XVII. Shadow exchange rate 196
1. §. Need for an universal shadow exchange rate 196
2. §. Utilization of export efficiency indices 199
3. §. Utilization of the input-output table 200
4. §. Indirect outlays and the exchange rate 204
5. §. Hyperbolic programming 207
6. §. Control computations 208

Chapter XVIII. Estimated technical and expenditure data . . . 209
1. §. Practical example for a control computation 209
2. §. Necessary and „voluntary" uncertainty 211
3. §. Estimation in the form „from to" 214
4. §. On the quantitative determination of the grade of uncertainty 215

Chapter XIX. Data of the permission deeds 217
1. §. Random and tendentious errors in estimation 217
2. §. The ex post efficiency investigations 217
3. §. The proportions of the fulfillment of estimates as probability variable 222
4. §. Securing objectivity 225
5. §. Control computations 227

Chapter XX. The estimation of world market prices 230
1. §. The role of world market prices in the computation 230
2. §. Defining world market prices 231
3. §. Price trends 232
4. §. Typical price trends of new commodities 234
5. §. The form and footing of the estimation 243

Chapter XXI. Caution and risk in investment decisions — Safety strategies 247
1. §. Using „from to" data in programming models . . . 247
2. §. Programming on the basis of mean values 248
3. §. Programming on the basis of the worse limit values 249
4. §. Programming on the basis of „safety-values" 250
5. §. Caution and taking risk 252

6. §. Industrial executives interviewed 257
7. §. Safety programming 261
8. §. Some general conclusions 264

Part IV.

ON THE PERSPECTIVES OF THE USE OF PROGRAMMING

Chapter XXII. The role of the investment programming in the planning of the national economy 269
1. §. The basic concepts of the methodology 269
2. §. „Horizontal" and „vertical" network of programming models 272
3. §. Comparison of sectoral programs 275

Chapter XXIII. Research tasks 281
1. §. Problems of economics 281
2. §. Tasks of mathematics and computation techniques . 283
3. §. Theoretical work and „experimentation" 284

Appendix: From the computation work of the programming in the cotton textile industry
1. §. The machine fleet in 1960 287
2. §. The characteristics of the product-mix 289
3. §. The technical indicators of the types of machines . . 289
4. §. Costs proportional to the staff number and costs proportional to the floor space. 296
5. §. Data about building 297
6. §. The original plans 298
7. §. The „large models" 302
8. §. Numerical data of model No. 1. 302
9. §. Optimal programs No. 1. to 8. 302
10. §. Accuracy of programs No. 1. to 8. 302
11. §. The characteristics of the „small models" 304
12. §. The effect of considering the increase of wages. . . 305
13. §. On the original program of the investment of machines 306
14. §. A program without machine replacement 308

Symbols 309
Bibliography and author index 313
Subject index 323

Bevezetés

Néhány évtized múlva természetes és magától értetődő lesz, hogy a távlati tervek előkészítésében matematikai módszereket alkalmaznak; elektronikus számológépek ontják majd a számoszlopokat a tervezők részére. Bennünket azonban, akik a pamutszövőipar második ötéves beruházási tervének programozásában részt vettünk, az újdonság, a járatlan úton haladás izgalmával villanyozott fel a feladat, hogy matematikai módszerek, elektronikus számológép segítségével dolgozzuk ki javaslatainkat.

Első ízben került sor hazánkban ilyen munkára — többféle értelemben is.[1] Újszerű volt a munka a *tervezési metodika* szempontjából: elsőként alkalmaztuk a beruházás-tervezés hagyományos eszközeinek kiegészítéseként matematikai programozási eljárásokat. Újszerű volt a *számítási feladat* szempontjából is: először került sor nagyméretű általános lineáris programozási feladat megoldására magyarországi elektronikus számológépen.

Könyvemben elsősorban ennek a számításnak a tapasztalatait dolgoztam fel.

[1] Első ízben a [40] cikkben publikáltam a pamutszövőipari beruházási terv matematikai programozására vonatkozó elgondolásaimat. A kutatás alapján készültek a [41], [43], [44] publikációk.

A szögletes zárójelben szereplő számok itt és a továbbiakban az Irodalomjegyzék sorszámaira utalnak.

A pamutipari vizsgálat befejezésekor már munkában volt két másik — akkor még le nem zárt — kutatás is: az egyik a műszálgyártás, a másik az alumíniumipar beruházási, távlati fejlesztési terveit dolgozta ki matematikai programozási módszerekkel.[2] Könyvemben ismertetem e vizsgálatok néhány tapasztalatát is, bár a fő példa — amelyre többször visszatérek — a pamutipari programozás.

A könyv feladata nem a speciális pamutipari vagy műszálgyártási, alumíniumipari eredmények, hanem az *általános* tanulságok ismertetése. Könyvemben a pamutipar és az említett másik két iparág az a gyakorlati példa, amelyen az általánosabb mondanivalót bemutatom, az ajánlott számítási elveket és módszereket illusztrálom.

Könyvem elsősorban azoknak a gazdasági szakembereknek szól, akik valamilyen formában beruházásokkal, pontosabban: a beruházások gazdasági tervezésével és gazdaságossági számításaival foglalkoznak. Ez igen széles kör; beruházási előadók, tervosztályvezetők, műszaki referensek, a Beruházási Bank és a tervezőirodák közgazdászai, akik maguk készítik ezeket a számításokat, s igazgatók, főmérnökök, minisztériumi és tervhivatali vezetők, akik — az eléjük terjesztett számítások alapján — a beruházásokról döntenek. Valamennyien gazdag tapasztalatokkal rendelkeznek a beruházások ügyeiben: jól ismerik a beruházások lebonyolítását, a jelenleg hivatalosan előírt számítási formulákat, az érvényes rendelkezéseket. Legtöbbjük azonban nem járatos a matematikai programozás irodalmában. Könyvemet ezért *bevezetőnek szántam* a beruházások matematikai programozásába. Igyekszem részletesen megmagyarázni a programozás közgazdasági alapgondolatait, fő fogalmait; megismertetni a kínálkozó sokféle számítási módszert.

Tisztában vagyok azzal, hogy azok az olvasók, akikhez elsősorban fordulok, nem matematikusok (mint ahogy magam sem vagyok az). A könyv zömének elolvasása nem igényel különösebb matematikai képzettséget.[3] Nem arra törekszem, hogy a programozási eljárások matematikáját (az ezzel kapcsolatos matematikai tételeket, azok bizonyítását, a numerikus számítások technikáját stb.) adjam elő. Inkább a *matematikai gondolkodásmód* elsajátítását szeretném elősegíteni. A közgazdásznak ugyanis képesnek kell lennie

[2] A műszálgyártási kutatás első eredményeit a [42] tanulmányban, az alumíniumiparét pedig a [67] tanulmányban írtuk le.

[3] A könyv nagy részének megértéséhez elegendő a középiskolai matematikai anyag, továbbá egy-két olyan kézikönyv ismerete, mint pl. *Bacskay—Krekó:* Matematikai zsebkönyv közgazdászok számára [4], *Krekó—Bacskay:* Bevezetés a lineáris programozásba [46] vagy *Krekó B.:* Lineáris programozás [47].

arra, hogy a maga problémáit a matematika *nyelvén* fejezze ki. A közgazdasági-matematikai modell felállítása elsősorban a közgazdászra hárul; a modell megoldási módszereinek kidolgozása már főként a matematikusra vár. Könyvem fő hivatása segítséget adni az előbbihez: a közgazdászt kívánja arra tanítani, hogyan kell beruházási döntések megalapozásához közgazdasági-matematikai modelleket felállítani. Ehhez persze tisztában kell lennie azzal, hogyan oldottak meg hasonló feladatokat a matematikusok, nehogy modell helyett légvárakat építsen. Ezért erről is igyekszem némi tájékoztatást adni.

A könyv bevezető jellegéből következik, hogy a programozás irodalmában jártas közgazdász vagy matematikus olvasó több ismert dolgot talál a következő oldalakon. Szeretném azonban, ha számukra is hasznosat adhatna a könyv. A programozás szakirodalma jórészt elméleti művekből áll, amelyek arra oktatnak, hogyan *kell* programozni. Ez a könyv viszont arról számol be, hogyan *ment végbe ténylegesen* néhány számítás; ismerteti a munka közben felmerült nehézségeket, problémákat, s a próbálkozásokat e nehézségek leküzdésére.

Ez a „munkamódszerátadás" talán nem érdektelen a programozás specialistái számára sem.

A könyv matematikus olvasói számára általában nem írtam le az alkalmazandó matematikai eljárásokat, hanem ehelyett lábjegyzetben utalok a megfelelő szakirodalomra.

A matematika a közgazdasági munkában többféle célt szolgálhat; felhasználható elméleti elemzéshez, összetett közgazdasági folyamatok összefüggéseinek megvilágítására matematikai szimbólumok, formulák segítségével. Az ilyen *leíró* jellegű matematikai modellek a közgazdaságtudományi kutató munka fontos segédeszközei lehetnek. Könyvemben azonban nem leíró, hanem *döntési* modelleket ismertetek. Hivatásuk gyakorlati: a gazdasági vezetés döntéseihez kell támpontot adniuk. Ennek megfelelően *kizárólag olyan modellekről lesz szó, amelyek a gyakorlati tervezésben felhasználhatók, numerikusan megoldhatók, mégpedig a jelenlegi magyar gyakorlatban, az adott tervezési, statisztikai és számítástechnikai lehetőségek mellett.* A modellek nagy részét már alkalmaztuk is, kisebb részüket most próbáljuk ki.

A könyvnek ez a jellege egyúttal persze korlátokat is szab a tárgyalásnak. Nem vállalkozom arra, hogy a beruházások gazdaságosságának kerek, befejezett elméletét adjam. Vizsgálatainknak természetesen számos elméleti vonatkozása van, amelyekre a könyvben is utalok. Mégis, a munkára rányomja bélyegét az, hogy célom szűkebb, gyakorlatiasabb.

A könnyűipar vezetőitől megbízást kaptunk arra, hogy megadott határidőre készítsük el javaslatainkat a pamutszövőipar ötéves tervére. Hasonló a helyzet a másik két területen is. Nem hivatkozhattunk arra, hogy számos elméleti probléma még tisztázatlan: a közgazdászok még nem állapodtak meg abban, hogyan kell a számításokban figyelembe venni az időtényezőt, vagy, hogy miképpen határozható meg a közgazdaságilag indokolt devizaárfolyam és így tovább. Mindezek a kérdések még ma sincsenek lezárva, pedig már a második ötéves terv megvalósítása javában folyik. Nem várhattunk tehát a végleges elméleti tisztázásra, hanem kénytelenek voltunk megelégedni ideiglenes megoldásokkal is — annak érdekében, hogy számításainkat olyan időpontra készíthessük el, amikor azok még a gyakorlatban hasznosíthatók. A mérce, amelyet magunk elé állítottunk, az volt, hogy az általunk alkalmazott számítási elvek, módszerek lehetőleg egy fokozattal jobbak legyenek a szokásos tervezési, gazdaságossági számításokban használtaknál. Mindaddig ugyanis, amíg a beruházások közgazdasági elméletének nyitott kérdései nem tisztázódnak, az is eredmény, ha *egy lépéssel* előre haladunk a jelenlegi gyakorlathoz képest. Meggyőződésem, hogy ez elősegíti az elméleti fejlődést is: a gyakorlattól kapott számítási feladatok megoldása közben, a gazdasági élet igényei által ösztönözve, a sokoldalú tapasztalatok fényében könnyebben világosodnak meg az elmélet nehéz kérdései.

Az elmondottakból következik, hogy könyvemben nem foglalkozom a beruházásgazdaságossági számítások eddigi irodalmának kritikai értékelésével. Rendszerint csak azokra a szakirodalmi forrásokra hivatkozom, amelyekből valamilyen formában magam is merítettem, anélkül azonban, hogy részletes elemzésükbe bocsátkoznék.

Egy másik előzetes, a témakört korlátozó megjegyzés: könyvemben nem adok részletes, átfogó leírást és elemzést arról, hogyan történt a beruházások tervezése és gazdaságossági számítása az eddigi gyakorlatban, a matematikai programozás megjelenése előtt.

A gazdaságossági számítások módszerei igen sokat fejlődtek az elmúlt öt-hat évben. Ma már minden egyes beruházás előtt a számítások egész sorát végzik el. A matematikai programozás az eddigi eredmények továbbfejlesztését célozza, s ehhez hozzátartozik az eddigi gyakorlat fogyatékosságainak megszüntetése. Ennek megfelelően könyvemben több helyen összehasonlítom az általunk alkalmazott módszert és az eddigi gyakorlatot; ennek velejárója a régebbi eljárások bírálata is. Mindez azonban a teljesség, az összefoglaló értékelés igénye nélkül történik. A hangsúly ugyanis nem a szokásos módszerek elemzésén van, hanem az általunk alkalmazott eljárások, saját pozitív javaslataink ismertetésén.

Az az anyag, amely a könyvből az olvasó elé tárul, *kollektív munka* eredménye. Nem a szokásos formális köszönetmondás a célom, amikor felsorolom mindazokat, akik a tanulmány megírásához hozzásegítettek, hanem — ha szabad így kifejezni — a „szerzőtársakat", a közös munka aktív résztvevőit szeretném bemutatni.

A könyv alapjául szolgáló pamutipari vizsgálatban, amelyet a könyv szerzője vezetett, a következők vettek részt: *Kotányi Ferenc*, a Kistext főmérnöke, *Marcsányi Zoltán*, a Könnyűipari Minisztérium statisztikai osztályának vezetője, *dr. Pécsi János* és *dr. Papp Zoltán*, a Goldberger Textilművek üzemgazdasági osztályának vezetője, illetve helyettes vezetője, *Szabó László* közgazdász és *Wellisch Péter* matematikus, a Textilipari Kutató Intézet munkatársai. Az elektronikus gépen végzett számításokat *Frey Tamás* kandidátus, a Számítástechnikai Központ osztályvezetője irányitotta.

A műszálgyártás vizsgálatában, amelyet ugyancsak a könyv szerzője vezetett, közreműködött *Lipták Tamás* matematikus, egyetemi tanársegéd és *Vidos Tibor* közgazdász, a Műanyagipari Kutató Intézet munkatársa.

Az alumíniumipari vizsgálatot *Martos Béla*, a Számítástechnikai Központ munkatársa vezette. A vizsgálatban — rajtam kívül — részt vett még *Nagy András* kandidátus, a Külkereskedelmi Minisztérium munkatársa, továbbá a Nehézipari Minisztérium munkatársai: *Csébfalvi Károly* matematikus, *Horváth László* főmérnök, *Jeszenszky István* és *Lándori Péter* osztályvezetők.

E speciális vizsgálatokon túl segítséget nyújtott a könyv matematikai jellegű problémáinak kidolgozásában *Lipták Tamás* és *Wellisch Péter*. Számos olyan gondolat van a tanulmányban, amely nem született volna meg matematikus munkatársaim alkotó közreműködése nélkül.

Rendkívül hasznosnak, további kutatásra ösztönzőnek bizonyultak azok a javaslatok és kritikai megjegyzések, amelyeket a könyv alapjául szolgáló zárójelentések lektorai: *Jederán Miklós*, a Műszaki Egyetem textiltanszékének adjunktusa, *Kováts Gábor*, a Vegyiműveket Tervező Vállalat osztályvezetője, *Simán Miklós*, a Könnyűipari Minisztérium osztályvezetője, *Tóth Béla*, a Pamutipari Igazgatóság főmérnöke, *dr. Turánszky Miklós* kandidátus, a Beruházási Iroda vezetője és *dr. Zilahy Márton*, a Textilipari Kutató Intézet osztályvezetője tettek.

Számosan segítették adatok szolgáltatásával, gondolatébresztő javaslatokkal kutató munkámat. Ezek közül is ki kell emelnem *dr. Bod Péter* kandidátus (Matematikai Kutató Intézet), *Deák Jánosné* (Beruházási Bank), *dr. Fülöp Sándor* (Goldberger Textilművek) és *dr. Sugár György* kandidátus (Textilipari Kutató Intézet)

értékes támogatását. Sokat köszönhetek azoknak az értékes kritikai észrevételeknek, javaslatoknak, amelyeket könyvem lektorai, *dr. Aczél István* (Számítástechnikai Központ) és *dr. Cukor György* kandidátus (Közgazdaságtudományi Intézet), valamint *Bródy András* kandidátus (Közgazdaságtudományi Intézet), *Martos Béla* és *Nagy András* fűztek a könyv kéziratához.

Köszönettel tartozom azoknak a tudományos intézményeknek, amelyek keretei között kutatásaimat végeztem, így elsősorban a Textilipari Kutató Intézetnek, továbbá a Magyar Tudományos Akadémia Számítástechnikai Központjának és a Műanyagipari Kutató Intézetnek, valamint azoknak az állami szerveknek, amelyek a kutatási feladatokkal bennünket megbíztak: a Könnyűipari Minisztériumnak és a Nehézipari Minisztériumnak.

Hosszan soroltam fel az első magyarországi matematikai beruházási programozások munkálatainak résztvevőit, továbbá a kutatásokat hathatóan támogató személyeket és intézményeket. A hosszú felsorolás is annak bizonysága, hogy ma már kialakult a matematikai programozás iránt érdeklődő közgazdászok, gyakorlati gazdasági szakemberek, matematikusok köre, s hogy a kutatásnak ez az irányzata értékes támogatást kap számos gazdasági és tudományos szervtől. A tervezés matematikai programozási módszereinek meghonosítása tehát mindinkább közüggyé válik. Ehhez a munkához szeretne hozzájárulni ez a könyv is.

Budapest, 1961 december.

Kornai János

1.
RÉSZ

BERUHÁZÁSOK LINEÁRIS PROGRAMOZÁSA

Az első rész fő hivatása az, hogy megértesse a beruházások programozásának *koncepcióját*, alapgondolatait.

Erre a célra az látszik legalkalmasabbnak, ha elvont fejtegetések helyett egy konkrét példán — a pamutszövőipari programozás példáján — bemutatom, hogy mit is jelent a valóságban a beruházások matematikai programozása. Minthogy a beruházások programozására alkalmazott mindegyik modell összefüggő, kerek egészet alkot, ennek a belső egységnek könnyebb megértése céljából a bemutatásra szánt modellt A-tól Z-ig, a maga teljességében ábrázolom.

E részben ismertetem, hogy hogyan igyekeztünk a pamutszövőipar speciális adottságainak megfelelő, annak „testére szabott" modellt szerkeszteni. Minthogy azonban a pamutipar csupán példa, s bővebb taglalásra didaktikai meggondolások alapján kerül sor, a szakmai részleteket, a programozással kapcsolatos adatok zömét, s azok indokolását külön függelékben közlöm. Ott szerepelnek mindazok az anyagok, amelyeket — nem utolsó sorban eredményeink dokumentálására — közölni akartam, de

amelyek nem feltétlenül szükségesek az általános mondanivaló megértéséhez.

Az első rész további hivatása: a pamutipari modell ismertetése során számos, a beruházások programozásával kapcsolatos fontosabb *fogalmat* vezetünk be és definiálunk.

Matematikai szempontból a könyv első része kizárólag a legegyszerűbb programozási modellel, az ún. *lineáris programozással* foglalkozik.

Előre jelzem, hogy a pamutipari modell ismertetése során magyarázat, közgazdasági indokolás nélkül írom le a modell egyes olyan elemeit, amelyek valójában nagyonis problematikusak (pl. milyen kamatlábbal, devizaárfolyammal számoljunk és így tovább). E problémák részletesebb tárgyalására később kerül sor. A nehezebb elvi kérdések vizsgálatát azért halasztjuk későbbre, hogy az olvasó előbb megkapja az első áttekintést a programozási modell *egészéről*.

I.

FEJEZET

A számítás feladata[1]

1. §. A DÖNTÉSI PROBLÉMÁK

A gazdasági vezetésnek mindennap számos kérdésben kell határoznia (dolgozók felvételéről és áthelyezéséről, anyagok beszerzéséről és termékek értékesítéséről, munkanormákról és gépek leterheléséről stb.). A sokféle gazdasági elhatározás közül kiemelkedik — jelentősége, a népgazdaságra gyakorolt nagy hatása miatt — a *beruházási döntés.*

A beruházási döntések hosszú évekre megszabják az ország gazdasági fejlődésének irányát, a népgazdaság szerkezetét. E döntések alakítják ki az iparágak, ágazatok arányait, meghatározzák a termelés technikai színvonalát. A rövidlejáratú, operatív elhatározások már csak azok között a keretek között mozoghatnak, amelyeket a hosszúlejáratú döntések megszabtak. Egy iparág, egy vállalat minden negyedévben megtervezi az előállítandó termékeket, de választási lehetőségét eleve korlátozza a rendelkezésre álló kapacitás — mit és mennyit termelhet a meglevő állóeszközök segítségével. A meglevő kapacitás viszont a korábbi beruházási döntések nyomán alakult ki.

Mindezek miatt igen nagy felelősség hárul azokra, akik a beruházásokról határoznak. Egy-egy döntés sokszor tíz, sőt több száz-

[1] A pamutszövőipari programozás során párhuzamosan több modelltípust használtunk. A könyv I—V. fejezeteiben — didaktikai okokból — a 4. számú modellt írom le. A pamutszövőipari programozás modelljeinek ismertetését lásd a Függelék 7. és 11. §-ában.

millió forint felhasználásáról rendelkezik. A határozat nyomán bonyolult gépezet indul meg: megkezdődik az építés, megrendelik a gépeket és így tovább. Ha ilyenkor ismerjük fel az eredeti döntésről, hogy hibás volt, megváltoztatása (pl. a beruházás leállítása) esetleg nem jár kisebb veszteséggel, mint a megalapozatlan elhatározás végrehajtása. A már befektetett eszközök befagyasztása, az erők átcsoportosítása ugyanis tetemes költséget, károkat okozhat.

A beruházási döntéssel járó nagy felelősség indokolja, hogy minden eszközt — egyebek között a matematikai módszerekkel végzett gazdaságossági számítás eszközeit is — igénybe vegyük az elhatározások megalapozására.

A beruházások tervezése során sokféle kérdésben kell állástfoglalni. Melyik iparágat, az iparág melyik termékének gyártását fejlesszük? Milyen technológiát alkalmazzunk? Hová telepítsük az új üzemet? Hazai vagy importált anyag felhasználására rendezkedjünk-e be — és így tovább.

A gazdaságossági számítás céljaira szerkesztett matematikai modell kialakításakor egyik legelső feladatunk meghatározni azokat a *döntési problémákat*, amelyekre felelnünk kell.[2] A modell döntési problémáinak nevezem azokat a kérdéseket, amelyek megoldására több alternatív lehetőség kínálkozik, s a modell alapján végzett számításnak kell támpontot adnia a legkedvezőbb alternatíva kiválasztásához.

Vegyük például a pamutszövőiparban végzett számítást. A második ötéves terv előirányzatai szerint a pamutszövettermelést a jelenlegihez képest jelentős mértékben növelni kell. Hogyan érhetjük el a leggazdaságosabban? A következő döntési problémák állottak előttünk:

1. Milyen módon növeljük a szövetgyártást: a meglevő szövödék technikai rekonstrukciója révén, vagy pedig új szövödék építésével?

2. A jelenlegi géppark egy részénél választhatunk a között: a gépet a régi formájában működtessük-e tovább, vagy átalakítás, kiegészítő beruházás segítségével korszerűsítsük, vagy pedig végképp leszereljük.

[2] Az itt bevezetett vagy speciális értelemben használt fogalmakat első előfordulásuk helyén *ritkított* betűkkel emelem ki és definiálom. A speciális értelemben használt fogalmakról — betűrend szerint — áttekintést ad a Tárgymutató, amely utal a definíció, az első magyarázat helyére is.

E fogalmak nagy része egyébként általánosan használatos a matematikai programozás irodalmában, kisebb részük saját fejtegetéseim céljaira konstruált fogalom.

3. A jelenlegi géppark másik részénél csak két alternatíva kínálkozik: a gépet vagy megtartjuk vagy leszereljük.

4. Új gépek vásárlása esetén sokféle típus között választhatunk. Melyik típust válasszuk, s egy-egy típusból hányat szerezzünk be?

Ne higgyük, hogy a gazdasági vezetés „készen tálalja" a programozó közgazdász számára a döntési problémákat. A kutatónak a problémák sokaságából kell kiemelnie azokat, amelyek bizonyos értelemben egységet képeznek, s egy közös modell keretei között vizsgálhatók. Kutatásaink során a gazdasági vezetőkkel folytatott megbeszélések egész sorozatára volt szükség, hogy a döntési problémák körét végképp körülhatárolhassuk.

2. §. A PROGRAMOZÁSI SZEKTOR

A pamutipari vizsgálat körét — nagy körvonalakban — a Könnyűipari Minisztériumtól kapott megbízás határozta meg.

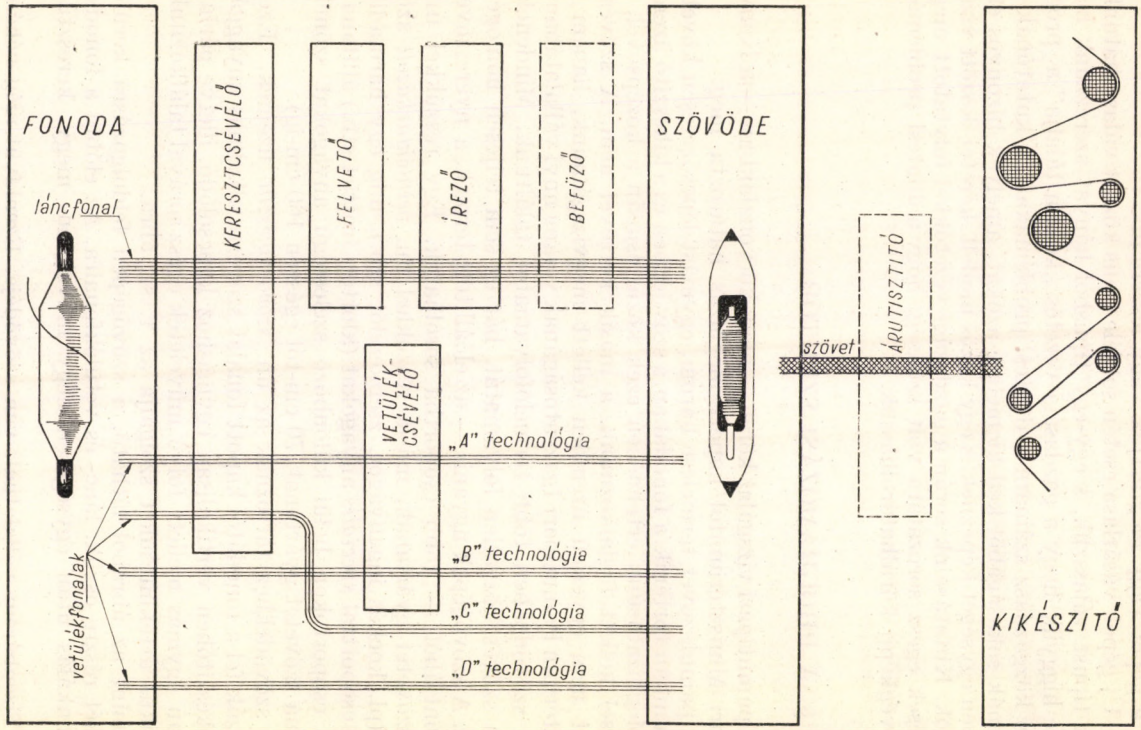
A pamutszövet termelése három, egymást lépcsőzetesen követő vertikumban történik: a fonodában, a szövödében és a kikészítő üzemben. Megbízatásunk értelmében ezek közül csupán a középsővel, a szövéssel kellett foglalkoznunk, a másik kettővel nem. A szövést viszont nem egyetlen üzemben kellett megvizsgálnunk, hanem a minisztérium Pamutipari Igazgatóságának valamennyi vállalatában.[3]

A szövödékben több termelőfolyamatot találtunk. Mindenekelőtt a szövés közvetlen folyamatát, bár ez sem teljesen homogén jellegű. A szövőgépek ugyanis — az előállított termék, a nyersszövet szempontjából — több csoportba sorolhatók. Egy részükkel ún. *sima* szövetet gyártanak, másik részükkel ún. *vetüléktarkázott* szövetet (pl. kockás inganyagot, zsebkendőt stb.), míg egy harmadik kisebb csoporttal *speciális* anyagokat (klottot, frottirt stb.) állítanak elő. E csoportokon belül különböző szélességű anyagokat szőnek (pl. sima szövetet gyártanak 70 cm-től egészen 160 cm-ig).

A szövödékhez tartoznak az ún. *szövőelőkészítő* üzemek. Ezek dolgozzák fel a fonodától kapott fonalat szövésre alkalmas anyaggá. Az előkészítőben vertikálisan egymáshoz kapcsolódó, illetve párhuzamosan egymás mellett folyó műveletek egész sorával találkozunk. Sematikus áttekintésüket szolgálja az 1. sz. ábra.

Amint az ábrából látható, a szövőgépen feldolgozásra kerülő fonal két részre oszlik: lánc- és vetülékfonalra. Az előbbi a fonodai megmunkálás után egységesen négy műveleten megy keresztül:

[3] Tizenhárom vállalatnak van szövödéje. Ezenkívül még néhány horizontális fonoda keresztesévélő részlegét is bevontuk a programozás körébe.



1. ábra. A pamutszövödei műveletek sémája

a keresztcsévélésen, a felvetésen, az írezésen és a befűzésen. A vetülékfonal előkészítésének viszont négyféle alternatív technológiája van. Az „*A*" technológia esetén a vetülékfonal keresztülmegy mind a kereszt-, mind a vetülékcsévélésen, a „*B*" technológia esetén csak a vetülékcsévélésen, a „*C*" technológia esetén pedig csak a keresztcsévélésen megy át, végül a „*D*" technológia esetén a vetülékfonal a fonodából egyenesen a szövőgépre kerül.

A szövés után a nyerssszöveten az árutisztító műveleteket végzik el, s csak ezután szállítják a kikészítő üzembe.

Az 1. sz. ábrán jelzett műveletek közül — a szövés mellett — a négy legfontosabb előkészítő munkát emeltük ki modellünkben: a keresztcsévélést, a vetülékcsévélést, a felvetést és az írezést. Ez nem jelenti azt, hogy a többi, számításba nem vett művelet (az ábrán szaggatott vonallal jelzett) technológiailag nélkülözhető. Az említett négy művelet azonban a legtöbb, legdrágább állóeszközt köti le (a többié elenyésző hozzájuk képest), ezért a beruházási döntésnél elsősorban ezeknek kell figyelmet szentelnünk.[4]

Most már világosan előttünk áll, hogy melyek azok a termelőfolyamatok, amelyeket vizsgálatunkba bevontunk. Ezeket együttesen p r o g r a m o z á s i s z e k t o r nak nevezem. A programozási szektor a termelésnek (illetve általában: a gazdálkodásnak) az a szférája, amelynek problémáival a programozás keretében foglalkozunk.

A programozási szektor nem esik szükségképpen egybe a termelés, a gazdálkodás „hivatalos" szervezeti egységeivel. Így pl. a pamutiparban szervezeti egység *1.* a szövöde (üzem) a vállalaton belül, *2.* a vállalat és *3.* az iparág. Programozási szektorunk nem fogja át az egész iparágat, hanem annak csupán egyharmadát; lényegében az összes szövödéket öleli fel, de csak „lényegében", mert egyes kisebb jelentőségű részlegeit számításon kívül hagyja.

A programozási szektor meghatározásakor nem a szervezeti struktúrát kell mérvadónak tekinteni, hanem azt: mi az a szféra, amely a vizsgált gazdasági-tervezési probléma szempontjából többé-kevésbé szerves egységet képez.[5] Jelen esetben a pamutszövés fejlesztésének fő irányait akartuk összevetni, s *ebből a szempontból* az látszott a legcélszerűbbnek, ha a programozási szektort a leírt módon határoljuk körül.

[4] A géppark megoszlásáról lásd a Függelék 1. §-át.

[5] Így pl. az alumíniumipari modell programozási szektorába soroltuk a bauxit-timföld-alumínium-termelést, amely a Nehézipari Minisztérium hatáskörébe tartozik, továbbá e termékek exportját és importját, amelyet a Külkereskedelmi Minisztérium bonyolít le. Nem soroltuk ide viszont az alumíniumipar egyes melléktermékeit, noha ezeket is a Nehézipari Minisztérium vállalatai termelik.

A programozási szektor körülhatárolása nehéz feladat. A pamutszövőipari kutatás során (de a műszálgyártási és az alumíniumipari vizsgálatnál is) sok vita előzte meg a szektor végleges kijelölését. Mindig vannak olyan meggondolások, amelyek a szektor *bővítése mellett* szólnak. A bővítés leginkább kézenfekvő indoka: a megbízó gazdasági szerv szeretné, ha minél szélesebb szektor problémáira kapna választ a számítás keretében. Ami a *bővítés ellen* szóló szempontokat illeti — ezekre később még többször visszatérünk.

A programozási szektor megszabásával határozzuk meg a modell „szélességét", a döntési problémák kijelölésével pedig a modell „mélységét". Noha a könyvben előbb a döntési problémák, majd a programozási szektor meghatározását tárgyaltam, ez nem jelenti a két feladat időrendi sorrendjét. Mindkét munkát együttesen, párhuzamosan kell elvégeznünk. A két kérdés a legszorosabban összefügg, márcsak azért is, mert a modell méreteit végső soron számítástechnikai szempontok korlátozzák. A programozási szektor kiszélesítéséért a vizsgálat mélységében tett engedményekkel kell fizetnünk, viszont minél szűkebbre vonjuk a programozási szektort, annál részletesebben, több alternatíva figyelembevételével vizsgálhatjuk azokat a problémákat, amelyek e körön belül felmerülnek.

A tervezés sokrétű munkájában szélesebb, de összevontabb és szűkebb, de mélyrehatoló programozási modellekre egyaránt szükség van. Ezek kiegészítik egymást.

II.

FEJEZET

A tevékenységek

1. §. A TEVÉKENYSÉGEK FAJTÁI

Tevékenységeknek nevezem a modell keretei között vizsgált gazdasági folyamatokat (pl. termelés, beruházás, építés, gépleszerelés, export, import stb.). A modell alapján végzett számítás feladata megállapítani az egyes tevékenységek végrehajtásának célszerűségét.[1]

A pamutszövőipari modellben vizsgált tevékenységek ismertetése előtt két megjegyzést kell tennem:

1. A sima szövetet gyártó szövőgépeket két szélességi kategóriába soroltuk: keskeny és széles (115 cm-nél keskenyebb, illetve szélesebb) gépekre.

2. A régi, már 1960-ban is meglevő gépállomány legnagyobb csoportjait — a sima szövőgépek, valamint a kereszt- és vetülékcsévélő gépek csoportját — két-két technikai kategóriára bontottuk: a „jobb" és a kevésbé termelékeny „rosszabb" gépek kategóriájára.[2]

Összesen 43 féle tevékenységet vettünk számításba. Ezeket — a könnyebb áttekintés céljából — az 1. sz. táblázatban is összefoglaltam. A táblázat magyarázataként ismertetem a tevékenységek teljes jegyzékét. (A táblázatban az új épületben elhelyezett írező-, felvető-

[1] A programozás orosz, illetve angol nyelvű irodalma leginkább a „gyejátyelnoszty", illetve az „activity" elnevezéseket használja a „tevékenység" fogalmának jelölésére.

[2] A régi géppark megoszlását e kategóriák szerint lásd a Függelék 1. §-ában.

A PAMUTIPARI MODELLBEN VIZSGÁLT TEVÉKENYSÉGFK

1. táblázat

Régi vagy új épületben megy végbe a tevékenység	Milyen gépfajtát érint a tevékenység	Régi gépekkel kapcsolatos tevékenységek			Új gépekkel kapcsolatos tevékenységek		
		továbbműködtetés változatlan formában	leszerelés	részleges korszerűsítés	új gép beszerzése (kevésbé beruházásigényes)	új gép beszerzése (közepesen beruházásigényes)	új gép beszerzése (a leginkább beruházásigényes)
		a modellben szereplő tevékenységek sorszáma					
Régi épületben	Keskeny szövőgép	1 (rosszabb) 3 (jobb)	2 (rosszabb) 4 (jobb)	5,6 (jobb)	7	9	11
	Széles szövőgép	13	14	—	—	15	—
	Vetüléktarkázó szövőgép	17	18	—	19	—	21
	Írezőgép	23	24	25	26	—	—
	Felvetőgép	27	28	—	29	—	30
	Vetülékcsévélőgép	31 (rosszabb) 33 (jobb)	32 (rosszabb) 34 (jobb)	—	—	—	35
	Keresztcsévélőgép	36 (rosszabb) 38 (jobb)	37 (rosszabb) 39 (jobb)	—	40	42	—
Új épületben	Keskeny szövőgép	—	—	—	8	10	12
	Széles szövőgép	—	—	—	—	16	—
	Vetüléktarkázó szövőgép	—	—	—	20	—	22
	Írezőgép	—	—	—	+	—	—
	Felvetőgép	—	—	—	+	—	—
	Vetülékcsévélőgép	—	—	—	—	—	+
	Keresztcsévélőgép	—	—	—	41	43	—

és vetülékcsévélőgépeknél szereplő „+" jel magyarázata e jegyzék 8. pontjánál található.)

1. A régi, rosszabb, sima, keskeny szövőgépek továbbműködtetése. (Továbbműködtetésen a változatlan technikai állapotban való további üzemeltetést értjük.)

2. A régi, rosszabb, sima, keskeny szövőgépek leszerelése. (Leszerelésen a gép végleges leszerelését és kiselejtezését értjük. Nem minősítjük tehát leszerelésnek egy régi gép leszerelését, s áthelyezését egy másik üzembe. Ez a mi fogalmaink szerint „továbbműködtetés".)

3. A régi, jobb, sima, keskeny szövőgépek továbbműködtetése.

4. A régi, jobb, sima, keskeny szövőgépek leszerelése.

5. A régi, jobb, sima, keskeny szövőgépek „gyorsítása". (Ez kisebb műszaki átalakítást jelent, ami lehetővé teszi a fordulatszám jelentős emelését.)[3]

6. A régi, jobb, sima, keskeny szövőgépek automatizálása import beruházással. (Ez esetben úgynevezett „ráépített automata" felszerelésével korszerűsítik a gépet.)

7. Új, vetélőváltós, sima, keskeny, automata szövőgépek felállítása a régi üzemekben. (Ez a legolcsóbb, de legkevésbé termelékeny típus.)

8. Új, vetélőváltós, sima, keskeny, automata szövőgépek felállítása új üzemben. (Ez a tevékenység a szövőgép beszerzésén és felállításán kívül még a következő akciókat foglalja magában: *A)* a szövőgépet kiszolgáló írező-, felvető- és vetülékcsévélő-kapacitás, vagyis az ún. „előkészítő gépcsoport" megteremtése;[4] *B)* a szövőgép és az előkészítő gépcsoport elhelyezéséhez szükséges épülettér megteremtése. Hasonlóan kell majd értelmezni azokat a további tevékenységeket is, amelyek keretében új üzemben helyezünk el szövőgépet.) Az új épületben elhelyezett, a szövőgépekhez kapcsolt előkészítő gépcsoport keretében felállított új írező-, felvető- és vetülékcsévélő-gépekre utal az 1. táblázat megfelelő helyén szereplő „+" jel.

9. Új, cséveváltós, sima, keskeny, automata szövőgépek felállítása a régi üzemekben. (Ez az előbbinél termelékenyebb, de drágább típus.)

[3] A műszaki szakértők körében vitatott kérdés, hogy a régi géppark mekkora hányadát lehet felgyorsítani. Mi talán túl óvatosak voltunk, amikor a gyorsítandó gépek körét a „jobb" kategóriára korlátoztuk.

[4] Új gyár építése esetén feltétlenül a helyszínen kell működnie a megfelelő írező-, felvető- és vetülékcsévélő-kapacitásnak. Ezért ezeket az új üzemben elhelyezendő szövőgéphez kapcsoljuk. A keresztcsévélt fonal szállítható, ezért a keresztcsévélőt nem vontuk be a gépcsoportba.

10. Új, csóveváltós, sima, keskeny, automata szövőgépek és a hozzájuk kapcsolt előkészítő gépcsoport felállítása új üzemben.

11. Új, vetélő nélküli, sima, keskeny, automata szövőgépek felállítása a régi üzemekben. (Ez mindkét előbbi típusnál termelékenyebb, de drágább gépfajta.)

12. Új vetélő nélküli, sima, keskeny, automata szövőgépek és a hozzájuk kapcsolt előkészítő gépcsoport felállítása új üzemben.

13. A régi, sima, széles szövőgépek továbbműködtetése.

14. A régi, sima, széles szövőgépek leszerelése.

15. Új, sima, széles, automata szövőgépek felállítása a régi üzemekben.

16. Új, sima, széles, automata szövőgépek és a hozzájuk kapcsolt előkészítő gépcsoport felállítása új üzemben.

17. A régi vetüléktarkázó szövőgépek továbbműködtetése.

18. A régi vetüléktarkázó szövőgépek leszerelése.

19. Új, olcsóbb, automata vetüléktarkázó szövőgépek felállítása régi üzemekben.

20. Új, olcsóbb, automata vetüléktarkázó szövőgépek és a hozzájuk kapcsolt előkészítő gépcsoport felállítása új üzemben.

21. Új, drágább, de az előbbinél termelékenyebb vetüléktarkázó szövőgépek felállítása a régi üzemekben.

22. Új, drágább vetüléktarkázó szövőgépek és a hozzájuk kapcsolt előkészítő gépcsoport felállítása új üzemben.

23. A régi írezőgépek továbbműködtetése.

24. A régi írezőgépek leszerelése.

25. A régi írezőgépek korszerűsítése. (A szekrényt átépítik, automatikus szabályozó berendezéseket szerelnek be stb.)

26. Új, automata írezőgépek felállítása a régi üzemekben.[5]

27. A régi felvetőgépek továbbműködtetése.

28. A régi felvetőgépek leszerelése.

29. Új, olcsóbb felvetőgépek felállítása a régi üzemekben.

30. Új, drágább, de az előbbinél termelékenyebb felvetőgépek felállítása a régi üzemekben.

31. A régi, rosszabb vetülékcsévélők továbbműködtetése.

32. A régi, rosszabb vetülékcsévélők leszerelése.

33. A régi, jobb vetülékcsévélők továbbműködtetése.

34. A régi, jobb vetülékcsévélők leszerelése.

35. Új, automata vetülékcsévélők felállítása a régi üzemekben.

36. A régi, rosszabb keresztcsévélők továbbműködtetése.

[5] A jegyzékben csupán az új írező-, felvető- és vetülékcsévélő gépek régi üzemben történő elhelyezése szerepel. Az új üzemben elhelyezett írező-, felvető- és vetülékcsévélő-gépeket a szövőgépekhez kapcsolt előkészítő gépcsoport foglalja magában.

37. A régi, rosszabb keresztcsévélők leszerelése.
38. A régi, jobb keresztcsévélők továbbműködtetése.
39. A régi, jobb keresztcsévélők leszerelése.
40. Új, olcsóbb automata keresztcsévélők felállítása a régi üzemekben.
41. Új, olcsóbb automata keresztcsévélők felállítása új üzemben.
42. Új, drágább, de az előbbinél termelékenyebb automata keresztcsévélők felállítása a régi üzemekben.
43. Új, drágább automata keresztcsévélők felállítása új üzemben.

Amint látható, a felsorolásban szereplő tevékenységek közül egyik-másik tulajdonképpen *akciókombináció*. Így pl. a *8.* vagy a *10.* tevékenység magában foglalja szövő-, írező-, felvető- és vetülékcsévélő-gépek beszerzését és felállítását, valamint új épület emelését is.

A modellben szereplő tevékenységek jegyzékének összeállítása nem könnyű feladat. A pamutipari vizsgálat során is számos vita előzte meg a végleges döntést. Itt ismét a „bőség gondjaival" kellett megküzdeni; tulajdonképpen jóval több tevékenység kerülhetne szóba: többféle a megvásárolható új géptípus, a régi gépek korszerűsítésének is számos egyéb módozata ismeretes stb. A modell méreteinek kényszerű korlátozása azonban a lista szűkítésére késztetett. A szakértőkkel folytatott vita alapján igyekeztünk a legjellemzőbb, a műszaki fejlődés alternatív irányait leginkább reprezentáló tevékenységeket építeni be a modellbe.

2. §. A TEVÉKENYSÉG TERJEDELME

Az előbbi §-ban ismertetett 43 féle tevékenység a gazdasági cselekvés 43 *irányát*, egymástól *minőségileg* különböző lehetőségét adja meg. Ha eldöntjük, hogy az egyiket megvalósítjuk, a másikat nem, ezzel még nyitva hagytuk azt a kérdést, hogy a megvalósítandó tevékenységet milyen t e r j e d e l e mben hajtjuk végre. Terjedelmen a szóban forgó tevékenység méretét, szélességét, *mennyiségét* értjük.

A modell — s ezen belül az adott tevékenység — természetétől függ a terjedelem dimenziója, s ezzel együtt a mértékegység is. A pamutszövőipari modellek esetében a dimenzió: a tevékenység által érintett gépek száma; a mértékegység: a darab.

Jelöljük x_1-gyel az *1.* tevékenység terjedelmét. Ha pl. $x_1 = 2000$, ez azt jelenti, hogy a régi, rosszabb, sima, keskeny szövőgépek közül 2000 darabot működtetünk tovább. Az $x_7 = 500$ viszont azt jelenti, hogy 500 új, vetélőváltós, sima, keskeny szövőgépet állítunk fel a régi üzemekben.

Általános jelölésként x_j-t vezetjük be ($j = 1, 2, \ldots, 43$).

Tevékenységeink közgazdasági természetéből adódik a következő kikötés:[6]

(II. 1) $\qquad x_j \geqq 0 \qquad (j = 1, 2, \ldots, 43).$

A terjedelme tehát lehet 0 (ha a tevékenységet elvetjük) vagy pozitív szám (ha megvalósítjuk), de negatív szám nem lehet.

3. §. A PROGRAM

Számításunk eredményeképpen meg akarjuk határozni modellünk valamennyi tevékenységének terjedelmét. A $43 x_j$ érték együttesét nevezzük p r o g r a mnak. Jelölése: $(x_1, x_2, \ldots, x_{43})$. Ha azonban — az általánosabb tárgyalás kedvéért — nem kötjük magunkat pontosan 43 féle tevékenységhez, hanem összesen n féléről szólunk, akkor a program jelölése: $(x_1, x_2, \ldots, x_n)$.

Matematikai szempontból az x_j értékek lesznek a programozási modell *változói*. Itt most csak az elnevezést bocsátjuk előre, indokolására később térünk vissza.

Ha a számítás eredményeképpen meghatároztuk a programot, akkor ezzel válaszoltunk a modell összes döntési problémájára. Vessünk egy pillantást a 43 tevékenység jegyzékére, s utána lapozzunk vissza az I. fejezet 1. §-ához, ahol modellünk döntési problémáit soroltam fel. Valóban, ha megszabtuk mind a 43 tevékenység terjedelmét, elvetve egyeseket, s meghatározott értéket adva másoknak, úgy máris eldöntöttük, hogy

1. mennyi új épületteret létesítsünk s milyen mértékben hajtsunk végre technikai rekonstrukciót a régi üzemekben;

2—3. mi történjék a régi gépparkkal;

4. milyen új gépeket szerezzünk be, s mennyit?

A döntési problémákra adott felelet egyszerre kvantitatív és kvalitatív. Kvalitatív, mert megszabja a tevékenységek irányát, megadja, hogy mely feladatokat kell megvalósítani, s melyeket kell elvetni, de egyúttal kvantitatív is, mert megszabja, hogy mennyit valósítsunk meg egy-egy tevékenységből.

A program végeredményben megadja az egész pamutszövőipar gépparkjának összetételét, továbbá az összépülettér nagyságát egy meghatározott időpontra.

[6] A képletek sorszámozásánál az első, római szám a fejezetszámra utal, a második, arab szám pedig a képlet sorszámára a fejezeten belül.

4. §. EGYSZERŰSÍTŐ FELTEVÉSEK

Amikor eldöntöttük, milyen kérdésekre akarunk felelni a programozással, ezzel nyilván azt is elhatároztuk, hogy mire *nem* fogunk választ adni.

Lássunk egy-két példát. Amint említettem, vannak keskenyebb és szélesebb szövőgépek. A szélesebb gépeken gyártható keskeny szövet is, viszont a keskenyekkel nem készíthetünk széles szövetet. A szélesebb gépek drágábbak és kevésbé termelékenyek, mint a keskeny gépek. Mármost felvetődik a kérdés: milyen legyen a sima szövőgéppark összetétele a szélesség szempontjából?

Mivel ez a probléma beruházási döntést érint, modellünk döntési problémái közé sorolhatnánk. A kérdésről folytatott kiterjedt vita után azonban úgy határoztunk, hogy mégsem vesszük fel a modell döntési problémái közé. Miért határoztunk így? A géppark szélességi megoszlása összefügg a fogyasztói *kereslettel*, vagyis azzal, hogy milyen széles árukat igényelnek a hazai és külföldi vevők. A keresletet viszont befolyásolják az árak, s ennyiben a kérdés összefügg az árakkal. A szövet egy része a konfekcióiparba kerül. Tisztázni kell, hogy keskenyebb vagy szélesebb szövet szabható-e ki előnyösebben; problémánk tehát összefügg *konfekcióipari technológiai kérdésekkel*. Mivel a szélesebb gépeken gyártható keskeny szövet, a széles gépek a keskenyszövetgyártás kapacitástartalékának tekinthetők; ennyiben a probléma összefügg a *tartalékképzés* kérdéseivel.

Látjuk, a kérdés sokfelé ágazik. Éppen ezért az volt az álláspontunk, hogy ezt a problémát egy másik, speciálisan ezzel foglalkozó számítás keretében kell megvizsgálni.

Azzal azonban, hogy egy jelenséget kirekesztünk vizsgálatunk köréből, nem szűnik meg a jelenség hatása a vizsgálatba *bevont* összefüggésekre. A példánál maradva: az összes beruházási költségek, az épületigény stb. végeredményben függ a géppark szélességi összetételétől is. A modell megszerkesztésekor tehát kénytelenek vagyunk abból kiindulni, hogy ez a probléma valamilyen módon eldőlt; a sima szövőgéppark meghatározott szélességi összetételű, s a mi problémánk szempontjából *adott*.

Modellünkben azt a feltevést alkalmaztuk, hogy a szövettermelés szélességi összetétele a második ötéves tervben azonos lesz az 1959. évivel.[7]

Lássunk egy másik példát. Sok vita folyik a pamutiparban a vetülékfonal előkészítésének technológiájáról. (A problémára már utaltam az I. fejezet 1. §-ában.) Az egyik álláspont szerint a vetülékfonal kereszt- és vetülék-csévélésére szükség van, mert ez javítja a

[7] Lásd a Függelék 2. §-át.

fonal minőségét. A másik álláspont szerint viszont e műveletek — legalábbis a fonalmennyiség tekintélyes hányadánál — mellőzhetők, ami nyilván tetemes költségmegtakarítást jelent.

Ennek a problémának is beruházási konzekvenciája van; eldöntése befolyásolja a kereszt- és vetülékcsévélő orsók szükséges mennyiségét. Mivel azonban a kérdés műszaki vonatkozásai kellőképpen nem tisztázottak, nem vettük fel a modell döntési problémái közé, hanem a következő feltevést alkalmaztuk:

A nem automata (mechanikai) szövőgépeken feldolgozott vetülékfonalak kereszt- és vetülékcsévélését a korábbi arányban végzik. Az automata szövőgépeken feldolgozott vetülékfonalnak viszont teljes mennyiségben keresztül kell mennie a kereszt- és vetülékcsévélés műveletein. Ez egyébként megfelel a Pamutipari Igazgatóság jelenlegi álláspontjának.

Még két nagy jelentőségű egyszerűsítő feltevésre kell rámutatni:

A programnak csupán arra kell feleletet adnia, hogy milyen legyen a géppark összetétele, valamint az épülettér nagysága egy megadott időpontban. Ezt az időpontot 1965-ben, az ötéves terv végében jelöltük meg. A programnak tehát nem feladata a tevékenységek *időbeli ütemezését* megszabni az 1961—65-ös időszakon belül. Egy *időpont* (1965 vége) állóeszközállományának összetétele hivatott kifejezni egy egész hosszabb *időszak* (1961—1965) beruházási, technikai fejlesztési, behozatali, építési stb. tevékenységének következményeit.

A programnak továbbá választ kell adnia arra, hogy valamely tevékenység régi vagy új üzemben menjen-e végbe, ennél közelebbi megjelölést azonban nem kell adnia a tevékenység *helyére*. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy az egyes tevékenységek adatainak (beruházási költségeinek, teljesítményadatainak stb.) meghatározásakor nem egyik-másik vállalat sajátosságaiból indulunk ki, hanem az *iparági átlagból*. A program csak azt írja elő, hogy a régi üzemek széles gépparkjából 2000 gépet le kell szerelni, s helyébe 1600 újat kell állítani, de nem határozza meg, hogy a gépcsere melyik üzemben menjen végbe.

Röviden így jellemezhetnénk: a program felel a „*mit*" és a „*mennyit*" kérdésekre, de nem felel arra: „*mikor*" és „*hol*".

Most meg kell állnunk egy pillanatra az előbb többször is használt, de mindeddig nem definiált fogalomnál: egyszerűsítő f e l t e v é s. A feltevés a modellalkotás egyik legfontosabb kategóriája. Nem könnyű a fogalmat általánosságban meghatározni. Azt mondhatnánk: *feltevés alkalmazásakor egyértelműen leírt jellemző vonásokat tulajdonítunk egy olyan jelenségnek, amelynek jellemző vonásait nem ismerjük pontosan, vagy ha pontosan ismerjük is, az más (rendszerint bonyolultabb), mint a mi leírásunkban.*

Miért alkalmazunk feltevéseket? Különféle meggondolások vezethetnek erre:

1. A jelenséget, amellyel kapcsolatban a feltevést alkalmaztuk, nem ismerjük pontosan, mert jellemző vonásai jövőbeli döntéstől függnek, mégpedig olyan döntéstől, amely *nem* szerepel a modell döntési problémái között. Ez a helyzet az ismertetett négy feltevésnél: az áruszélesség, a vetülékfonalelőkészítés technológiája, a tevékenységek időbeli ütemezése és vállalatok közötti elosztása nem tartozik modellünk döntési problémái közé.

2. A jelenséget nem ismerjük pontosan, mert a megismerés nehézséggel jár. Ez a helyzet akkor, ha pl. számításunkban szerepet kap valamilyen jövőbeli világpiaci ár. Ezt az árat nem láthatjuk pontosan előre, de feltételezzük: ennyi és ennyi lesz.

3. A jelenséget ismerjük ugyan, de a feladat megkönnyítése érdekében nem valódi formájában vesszük számításba, hanem valamilyen egyszerűsített formában. Pl. az írezőgép nagyjavítási költsége lökésszerűen, 4—5 évenként merül fel, de mi ehelyett az egy évre jutó átlagos nagyjavítási költséggel számolunk.

Feltevések alkalmazása révén az első két esetben *esetleg* eltérünk a valóságtól, mert nem tudhatjuk pontosan, hogy milyen lesz a valóság. A harmadik esetben *biztosan* eltérünk a valóságtól, hiszen tudatosan egyszerűsítettünk.

A modellalkotás tényleges gyakorlatában persze ez a három meggondolás nem különül el szigorúan egymástól, hanem sokszor együtt jelentkezik, márcsak azért is, mert mindegyik (különösen az *1.* és *3.* meggondolás) közös törekvésre vezethető vissza: *a lényegest akarjuk elválasztani a lényegtelentől.* A lényeges és a lényegtelen itt természetesen relatív fogalmak; lényeges az, aminek fontos szerepe van a modell döntési problémái szempontjából, s lényegtelen az, ami ilyen szempontból elhanyagolható. Feltevések alkalmazása, a valóság egyes jelenségeitől való elvonatkoztatás, vagyis az absztrakció nélkülözhetetlen eszköze minden lényegretörő elemzésnek.

A pamutszövőipari modellben számos feltevést alkalmaztunk. Ezek egy részét a további tárgyalás során érintem, más részüket — mivel speciális pamutipari szakmai problémákkal kapcsolatosak — a Függelékben ismertetem.[8]

Az olvasóban — a sok feltevés láttán — az a benyomás támadhat, hogy matematikai programozás esetén sokkal több absztrakciót kell alkalmazni, mint a gazdaságossági számítás eddig szokásos módszereinél. Ez a nézet egyébként is elterjedt. De bármilyen elterjedt — téves. A matematikai programozásnak éppen az a je-

[8] Lásd a Függelék 3—6. §-át.

lentősége, hogy rendszerint sokkal inkább képes tükrözni sok tényező együttes hatását, sokféle, bonyolult összefüggés kölcsönös kapcsolatát, mint az egyszerűbb módszerek. Mégsem véletlen, hogy ez a téves felfogás elterjedt. Magyarázata az, hogy a matematikai módszerek alkalmazásáról szóló tanulmányok nagy része igyekszik *kimondani* saját feltevéseit, egyszerűsítéseit, s ezzel együtt eredményeinek korlátait. (Az egzakt módszerek alkalmazása valósággal kényszerít arra, hogy feltevéseinket végiggondoljuk.) Viszont a szokásos gazdaságossági számítások, képletek alkalmazásakor — amelyek esetleg *implicite* lényegesen több egyszerűsítést tartalmaznak — többnyire senki sem mondja ki ezeket. Gondoljunk csak arra, hogy a felső szervekhez beterjesztett beruházási javaslatok kötelezően előírt gazdaságossági mutatószámait is valamilyen várható cikkösszetétel és technológia alapján határozzák meg. Itt is feltevést alkalmaznak, legfeljebb nem írják le a beadott irásbeli dokumentumban. Ezt nem egyszer már csak azért sem teszik meg, mert néha éppen a cikkösszetétel, a technológia, a nyersanyagminőség, az export eladási árak „optimista" összeállítása teszi lehetővé, hogy a várhatónál kedvezőbb színben tüntessék fel a beruházás gazdaságosságát.

III.

FEJEZET

A korlátozó feltételek

1. §. A KORLÁTOZÓ FELTÉTEL FOGALMA

Nem hajthatunk végre tetszőleges programot. Vannak reális adottságok, amelyekhez alkalmazkodni kell.

Az adottságokat két nagy csoportba sorolhatjuk:

Az első csoport: *a felső szervek előírásai.* Ilyen pl. a népgazdasági tervnek az a követelménye, hogy a pamutszövőipar meghatározott mennyiségű nyersszövetet termeljen 1965-ben.

A második csoport: *a műszaki adottságok.* Így pl. műszakilag meghatározott aránynak kell lennie az írező- és a szövőkapacitás között, ha a szövőgépeket zavartalanul el akarjuk látni láncfonallal.

A két csoport a valóságban persze nem határolódik el mereven. A műszaki adottságok is — legalábbis bizonyos határok között — módosíthatók. Az írező- és szövőkapacitás aránya például függ attól, hogy mennyi kapacitástartalékot kíván a gazdasági vezetés az előkészítő üzemben biztosítani.

Az adottságok csoportosítása a gyakorlatban mégis hasznos. Egy részük ugyanis a programozási probléma szempontjából *elsődlegesen, közvetlenül* gazdaságpolitikai követelményként, felső szervek előírásaként jelentkezik, más adottságokat viszont azért kell figyelembe venni, mert — minden előírástól függetlenül — érvényre jutnak.

A korlátozó feltétel olyan adottság kifejezése matematikai formában, amely a program tetszőleges megválasztását korlátozza.

Minden olyan lényeges adottságot, amely a program megválasztását érdemlegesen korlátozza, korlátozó feltételek formájában beépítünk modellünkbe. Csak azt a programot tekintjük m e g e n g e d e t t programnak, amely a korlátozó feltételeket teljesíti.[1]

A pamutipari modellben 24 egyenletből, illetve egyenlőtlenségből álló korlátozó feltételi rendszer szerepel. A továbbiakban ezt tekintjük át.

2. §. AZ EXTERN KIBOCSÁTÁSI KÖTELEZETTSÉGEK

Modellünk a népgazdaság egy kiszakított darabkáját, a pamutszövőipart vizsgálja. Ez a kiszakított rész azonban sokféle szálon át kapcsolódik az egészhez, a népgazdaság többi ágazatához. A korlátozó feltételek egyik hivatása e kapcsolatok kifejezése.

A kapcsolat két irányú: egyfelől a pamutszövő iparág termékeket *ad* a népgazdaság számára, másfelől a pamutszövő iparág eszközöket kap a népgazdaságtól.

Vegyük most előbb a *kibocsátási* kötelezettségeket. A pamutszövőiparon kívüli, extern felhasználásra kerül elsősorban a nyers szövet, valamint a keresztcsévélt fonal egy része. Az utóbbira később térünk vissza, most csak a szövetet tárgyaljuk.

A szövettermeléssel kapcsolatban a következőkből indulunk ki:

Számításunk időpontjában már készen állott a pamutszövőipar ötéves tervjavaslata. Ezt a továbbiakban e r e d e t i t e r v nek nevezem.[2] Számításunknak éppen az volt a feladata, hogy az eredeti terv

[1] A szó hasonlósága ellenére a korlátozó „feltétel" és a „feltevés" merőben más fogalmat fejez ki. Némi egyszerűsítéssel úgy mondhatnánk: egy korlátozó feltétel beépítése a modellbe azt jelenti, hogy egy összefüggést *figyelembe vettünk* számításunkban, míg egy feltevés alkalmazása egy összefüggés *elhanyagolását* jelenti.

Sajnos, a magyar szakirodalomban ez a két rokonhangzású szó terjedt el a két fogalom megjelölésére, ami időnként félreértésekre vezet. Az idegen nyelvekben szerencsésebbek az elnevezések. Így pl. a programozás orosz, illetve angol nyelvű irodalmában a feltevés szót leginkább a „predpolozsenyije", illetve a „supposition" vagy az „assumption" kifejezéssel, míg a korlátozó feltétel szót többnyire az „uszlovije", illetve a „constraint" kifejezéssel jelölik. A fogalomzavar elkerülésére általában kiteszem a feltétel szó elé a „korlátozó" jelzőt.

[2] Ez a valóságban nem egyetlen, egységes dokumentum volt. A termelési előirányzatok, a minisztérium által már jóváhagyott hivatalos „beruházási programok" és egyes fontosabb szóbeli megállapodások *összességét* tekintem „eredeti tervnek", vagyis mindazokat az állásfoglalásokat, amelyek 1960 júniusában, az adatgyűjtés lezárásakor a Pamutipari Igazgatóságon érvényben voltak. (Egyébként az 1961-ben véglegesen jóváhagyott terv eltér ettől az „eredeti tervtől".)

kontrollját végezze el a tervezett beruházások gazdaságossága szempontjából. Így tehát az extern kibocsátási kötelezettségekkel kapcsolatban a következő feltevéseket alkalmaztuk:

a) A pamutszövőiparnak 1965-re az eredeti tervben előírt szövettermelést kell biztosítania. Ez kb. 29%-kal több az 1960. évinél. Ezen belül a vetüléktarkázó géppark kapacitását kb. 6%-kal kell emelni; az összvolumen növelésének többi részét több sima szövet termelésével kell elérni.

b) A három termékcsoporton belül (sima keskeny, sima széles és vetüléktarkázott szövetek csoportja) a részletes cikkösszetétel azonos marad az 1960. évivel. Ennek megfelelően nem változnak e termékcsoportok átlagos műszaki jellemzői sem.[3]

A szövettermelés mértékegységéül a vetésszámot választottuk. Beruházási modellünkben ugyanis a gépek teljesítő képességét kell összevetnünk a kibocsátási kötelezettséggel, s a teljesítő képesség a vetésszámmal mérhető a legjobban.[4]

Mindezek alapján a következő korlátozó feltételeket írjuk elő:

1. korlátozó feltétel. Keskenyszövet-kibocsátási kötelezettség

$$(\text{III. } 1) \qquad \begin{aligned} &a_{1,1}x_1 + a_{1,3}x_3 + a_{1,5}x_5 + a_{1,6}x_6 + a_{1,7}x_7 + \\ &+ a_{1,8}x_8 + a_{1,9}x_9 + a_{1,10}x_{10} + a_{1,11}x_{11} + a_{1,12}x_{12} = b_1. \end{aligned}$$

Az egyenlet baloldalán azok a tevékenységek szerepelnek, amelyek eredménye az 1965. év végén működő keskeny, sima szövőgép. (Nem szerepel itt a *2.* és *4.* tevékenység, amely a régi, keskeny, sima szövőgépet leszereli.)

A baloldalon szereplő pozitív $a_{1,j}$ együtthatók a j-edik tevékenység egy gépének évi keskenyszövet-termelését jelentik a gép teljesítő képességének normális kihasználása esetén. A jobboldalon levő pozitív b_1 konstans: a keskenyszövet-kibocsátás 1965. évi kötelezettsége.[5]

A korlátozó feltétel azt mondja ki, hogy az 1965. évi keskenyszövőgép-park teljesítő képessége legyen egyenlő az 1965. évi kibocsátási kötelezettséggel.

A következő két korlátozó feltétel teljesen analóg az elsővel, ezért nem kíván bővebb magyarázatot.

[3] Ilyen műszaki jellemző az átlagos árusúly, a vetülék- és láncfonal sűrűsége stb. (Lásd a Függelék 2. §-át.)

[4] Mivel ismerjük a cikkösszetétel műszaki jellemzőit, az eredetileg m²-ben megadott termelési terv könnyen átszámítható vetésszámra.

[5] Az együtthatókat minden korlátozó feltételben a_{ij}-vel jelöljük. Az első index a feltétel sorszáma, a második a tevékenység sorszámára utal. A jobboldalon szereplő konstans tagokat b_i-vel jelöljük. Itt az index a korlátozó feltétel sorszámára utal.

2. korlátozó feltétel. Szélesszövet-kibocsátási kötelezettség

(III. 2) $$a_{2,13}x_{13} + a_{2,15}x_{15} + a_{2,16}x_{16} = b_2.$$

3. korlátozó feltétel. Vetüléktarkázottszövet-kibocsátási kötelezettség

(III. 3) $$a_{3,17}x_{17} + a_{3,19}x_{19} + a_{3,20}x_{20} + a_{3,21}x_{21} + a_{3,22}x_{22} = b_3.$$

3. §. A BRUTTÓ BERUHÁZÁS

Mielőtt a következő korlátozó feltételekre rátérnénk, tisztáznunk kell a b r u t t ó b e r u h á z á s fogalmát.

Az állóeszközök egyszerű és bővített újratermelését a ráfordítások sokféle válfajával biztosítjuk. Ezek a következők:

a) Az állóeszközök tervszerű megelőző karbantartása (kis- és középjavítások).

b) Az úgynevezett „felújítás", gyakorlatilag az állóeszközök nagyjavítása.

c) A régi gépek korszerűsítése (kisebb, kiegészítő berendezések felszerelése stb.). Hasonlóképpen javítható az épületállomány technikai színvonala is.

d) Az elhasználódott állóeszközök pótlása új állóeszközökkel.

e) Új, az eddiginél korszerűbb állóeszközök beállítása.

Az egyszerű és a bővített újratermelés szembeállítása nagy jelentőségű a társadalmi termelés dinamikus folyamatainak átfogó elemzésében, de az állóeszközökre vonatkozó konkrét részletdöntésekben elválaszthatatlanul összefonódik az egyszerű és a bővített újratermelés szolgálata. Ha pl. egy elhasználódott gépet korszerűbb gépre cserélünk ki, az egyszerre jelenti az egyszerű újratermelés szolgálatát (hiszen pótlásról van szó), s ugyanakkor a termelés bővítését (hiszen termelékenyebb gépet állítottunk be).

Hasonló a helyzet az állóeszközökkel kapcsolatos többi ráfordításnál is. Például a nagyjavítást gyakran kötik össze részleges korszerűsítéssel. Tulajdonképpen csak a felsorolás *a)* pontjában szereplő kis- és középjavítás tekinthető „tiszta" típusnak; ez nyilván csak az egyszerű újratermelés biztosítását célozza.

Csupán a *b)—e)* pontban felsorolt tevékenységek együttes eredményének felmérése mutatja meg, hogy végeredményben változatlan maradt-e, nőtt-e vagy csökkent az állóeszköz állomány kapacitása, azaz egyszerű, bővített vagy szűkített újratermeléshez jutottunk-e. Ez az összefonódás, az éles határvonalak hiánya már önmagában is indokolttá teszi a ráfordítások *együttes* vizsgálatát. Az együttes

tárgyalás létjogosultságát azonban elsősorban az adja meg, hogy *nincs valamilyen eleve determinált arány e ráfordítások között; módunk van rá, hogy — bizonyos korlátok között — válasszunk közöttük.*

Ugyanazt a termelési volument elérhetjük úgy is, hogy a régi gépeket továbbműködtetjük, s ennek érdekében a szokásos időben nagyjavítást hajtunk végre; de úgy is, hogy a régi gépeket a nagyjavítás előtt leszereljük, s helyébe újakat állítunk. Azonos termelési eredmény mellett a különbség csupán a költségekben – a nagyjavítás, a korszerűsítés, az új beszerzés költségeiben, valamint az üzemeltetési költségekben — jelentkezne. Éppen ezért a ráfordítások arányának meghatározása *közgazdasági döntést* igényel.

Mindezeknek a meggondolásoknak az alapján vezetjük be a bruttó beruházás fogalmát. Bruttó beruházáson *általában* mindazokat a ráfordításokat kell érteni, amelyek az előző felsorolás *b)—e)* pontjában szerepelnek.

Speciális pamutszövőipari modellünkben — gyakorlati okokból — még a következő megszorítást tesszük:

Az építőipar népgazdaságilag szűk keresztmetszet. Reálisan tehát fel sem merülhet az a lehetőség, hogy a régi épületet gazdasági meggondolások alapján lebontsuk, s helyébe újat emeljünk. A régi épület fenntartása (kis- és közép javítások mellett az épületfelújítás is) elkerülhetetlen. Az épületek fenntartásához szükséges összegeket tehát nem lehet másra fordítani. Így viszont ezzel kapcsolatban nincsen választási probléma, ezért számításunkban figyelmen kívül hagyhatjuk.

Ily módon modellünkben a bruttó beruházások körébe vontuk a következő feladatok ráfordításait:

1. Gépek nagyjavítása.
2. Régi gépek korszerűsítése.
3. Új gépek beszerzése.
4. Új épülettér létesítése.

Ezekkel kapcsolatban kimondjuk a következő feltevést:

A bruttó beruházás céljait szolgáló összeget (a későbbiekben megvilágításra kerülő korlátok között) szabadon oszthatjuk fel a felsorolt négy feladatra, vagyis gépek nagyjavítására, korszerűsítésére, beszerzésére és az új épületek létesítésére.

Ez a feltevés eltérést jelent a szokásos tervezési gyakorlattól és a pénzügyi-szervezeti formáktól, amelyek elég éles határvonalat húznak „felújítás" és „beruházás" közé.[6]

[6] Lásd erről a [78] könyvet (256—272. old.).

A bruttó beruházás kategóriáját természetesen csupán olyan modellekben érdemes alkalmazni, amelyeknek döntési problémái, alternatívái között szerepel a régi állóeszközállomány továbbműködtetése vagy korszerű állóeszközökre való kicserélése is. Ahol kizárólag új kapacitások, új létesítmények megteremtése kerülhet szóba, ott nyilván elegendő a szokásos értelemben, felújítások nélkül számított beruházásokkal számolni.[7]

4. §. A BERUHÁZÁSI JELLEGŰ RÁFORDÍTÁSOK KORLÁTAI

E kis kitérő után térjünk vissza a modell korlátozó feltételeire. Az *1—3.* korlátozó feltételek a pamutszövőipar kibocsátását szabályozták, míg a most következők a felhasználható ráfordításokat korlátozzák.

4. korlátozó feltétel. Bruttó beruházási keret

$$\text{(III. 4/a)} \qquad \sum_{j=1}^{43} a_{4,j} x_j \leqq b_4.$$

Az egyenlőtlenség baloldalán szereplő $a_{4,j}$ együttható az a bruttó beruházási költség, amely a j-edik tevékenység egy gépével kapcsolatban felmerül:

— A jelenlegi géppark továbbműködtetett gépeinél az öt év alatt felmerülő nagyjavítási költség.

— Az új gépeknél a beszerzési és felszerelési költség.

— A leszerelésre kerülő gépeknél a kiselejtezési érték révén keletkező bevétel. (Mivel ez csökkenti a programozási szektor összköltségeit, ezért ez a bevétel negatív költségként szerepel.)

— Az új épületben elhelyezett gépek esetében építési költség.

A jobboldalon szereplő b_4 konstans a bruttó beruházási költség.

A számítás matematikai természete megköveteli, hogy a korlátozó feltételeket egyenlőtlenség helyett egyenlőség formájában adjuk meg. Ezért bevezetünk egy úgynevezett maradék változót, amelyet a (III. 4/a) képlet baloldalához hozzáadunk s így az egyenlőséggé alakul át.[8] Az x_{44} maradékváltozó közgazdasági tartalma:

[7] Ezt tettük például a műszálgyártási modellben.

[8] A „maradékváltozó" kifejezést az angol nyelvű programozási irodalomban használatos „slack variable" (szó szerint: üres változó) magyar megfelelőjének használom.

Krekó B. [47] könyvében a „slack variable"-t „duális változónak" nevezi. Ez az elnevezés nem e változók *gyakorlati gazdasági* tar-

ez a bruttó beruházási keretből fennmaradó, a program által igénybe nem vett rész. A maradékváltozó nulla, ha a beruházási keret kimerül, s pozitív szám, ha a keret egy része felhasználatlan marad.

$$\text{(III. 4/b)} \qquad \sum_{j=1}^{43} a_{4,j}x_j + x_{44} = b_4.$$

A bruttó beruházási kereten belül külön korlátozzuk a tőkés deviza felhasználását beruházási célra:

5. korlátozó feltétel. Tőkés devizakeret

$$\text{(III. 5)} \qquad \begin{aligned} &a_{5,8}x_8 + a_{5,10}x_{10} + a_{5,11}x_{11} + a_{5,12}x_{12} + a_{5,16}x_{16} + \\ &+ a_{5,20}x_{20} + a_{5,21}x_{21} + a_{5,22}x_{22} + a_{5,30}x_{30} + \\ &+ a_{5,35}x_{35} + x_{45} = b_5. \end{aligned}$$

Az $a_{5,j}$ együttható a j-edik tevékenység egy gépével kapcsolatos tőkés devizaigény, a b_5 konstans a tőkés devizakeret, az x_{45} maradékváltozó pedig a keret fel nem használt része.

Mivel — mint említettem — az építés szűk keresztmetszete a népgazdaságnak, korlátozottnak tekintjük az építési lehetőséget is.

6. korlátozó feltétel. Építési keret

$$\text{(III. 6)} \qquad \begin{aligned} &a_{6,8}x_8 + a_{6,10}x_{10} + a_{6,12}x_{12} + a_{6,16}x_{16} + a_{6,20}x_{20} + \\ &+ a_{6,22}x_{22} + a_{6,41}x_{41} + a_{6,43}x_{43} + x_{46} = b_6. \end{aligned}$$

A baloldalon természetesen csak azok a tevékenységek szerepelnek, amelyek új épületteret igényelnek.

Az $a_{6,j}$ együttható a j-edik tevékenység egy gépével kapcsolatos építésigényt jelenti, a b_6 konstans az építési keretet, az x_{46} maradékváltozó pedig az építési keret fel nem használt részét. (Az egyszerűség kedvéért valamennyit mindjárt m²-ben fejeztük ki, mivel a szövödékben az épületek adott belmagasságával számolhattunk.)

A *4—6.* korlátozó feltételek meghatározásakor azt a feltevést alkalmaztuk, hogy a pamutszövőipar összes beruházási kerete, tőkés devizakerete és építési kerete adott. (E feltevés közgazdasági problémáira a könyv egy későbbi részében térek majd vissza.)

talmát hangsúlyozza, mint a maradékváltozó elnevezés, hanem egy fontos *matematikai* tulajdonságukat emeli ki: azt a szerepet, amelyet e változók a lineáris programozási feladathoz tartozó úgynevezett duális feladatban betöltenek. Tekintettel könyvem közgazdasági jellegére, célszerűbbnek látszik a gyakorlatiasabb elnevezés használata.

5. §. AZ ÜZEMELTETÉSI RÁFORDÍTÁSOK KORLÁTAI

Az előbbi §-ban kizárólag beruházási jellegű ráfordításokat tárgyaltunk. Felmerül a kérdés: nem kellene-e korlátozottnak tekinteni a pamutszövőiparban a folytonos üzemeltetéshez szükséges anyag- és élőmunka-felhasználást, az üzemeltetési ráfordítások egyik-másik kategóriáját is?

Nagy munkaerőhiány esetén indokolt lenne korlátozó feltétel formájában is előírni, hogy például a pamutszövőipar munkaerőigénye 1965-ben nem lehet több meghatározott létszámnál. Minthogy azonban e területen jelenleg nincs munkaerőhiány, ilyen korlátozó feltételt nem kellett modellünkbe beépíteni.

Nem tekintettük korlátozottnak az anyagráfordítást sem.

Más kérdés persze, hogy az összes üzemeltetési ráfordítással *takarékoskodni* kell. Ezt a követelményt a modell — amint majd látjuk — figyelembe veszi.

Az a tény, hogy az üzemeltetési ráfordítások közül egyet sem kellett korlátozottnak tekinteni, a pamutszövőipari modell speciális adottságaiból következik, s nem általánosítható.[9]

6. §. A BELSŐ ARÁNYOSSÁG FELTÉTELEI

Áttekintettük azokat a korlátozó feltételeket, amelyek programozási szektorunkat — mint termelőt és mint felhasználót — a „külvilággal", a népgazdasággal összekötik.

Most azokra a feltételekre térünk rá, amelyek a programozási szektor „belügyeit" szabályozzák, a pamutszövőipar vertikumai közötti arányosságot biztosítják.

A szövödei terveket megszabják a pamutszövőipar számára. Az előkészítő termelési kötelezettsége azonban már *levezetett*, a szövödék termeléséből következő feladat.[10] A következő feltételcsoport tartalma: az előkészítő részlegek teljesítő képessége fedezze a szövödék összigényét.

Lássuk az írező feladatait.

A korlátozó feltételt először a tervezési gyakorlatban jól ismert *anyagmérleg* formájában írjuk fel.

[9] Így pl. a műszálgyártás modelljében korlátozottnak tekintjük a műszálgyártás egyes, műszaki okokból nem importálható, s hazailag csak korlátozott mennyiségben rendelkezésre álló anyagait.

[10] Pontosabban: *zömében* levezetett feladat. A keresztcsévélőknek vannak iparágon kívüli szállítási feladataik is.

7. korlátozó feltétel. Általános írezőmérleg

$$\text{(III. 7/a)} \qquad a_{7,23}x_{23} + a_{7,25}x_{25} + a_{7,26}x_{26} = \sum_{j=1}^{22} a_{7,j}x_j + b_7.$$

Az egyenlőség baloldalán szerepelnek azok a tevékenységek, amelyek eredménye: 1965-ben működő írezőgép. Az itt szereplő $a_{7,j}$ együtthatók egy-egy írezőgép évi termelését adják meg.

A jobboldalon szereplő összegezés a programozás körébe bevont szövőgépek írelt hengerre irányuló igényét foglalja össze. Az itt szereplő $a_{7,j}$ együtthatók adják meg egy-egy szövőgép évi *igényét*. (Ez természetesen a leszerelési tevékenységeknél és az előkészítő gépcsoportokkal összekapcsolt szövőgépeknél nulla, s csupán a többi szövőgép tevékenységnél pozitív szám.)

A jobboldalon szereplő b_7 konstans a programozásba be nem vont szövőgépek (a frottír-, jacquard- stb. gépek) igényét adja meg.[11]

A (III. 7/a) képletet a következő formába rendezzük át:

$$\text{(III. 7/b)} \qquad -\sum_{j=1}^{22} a_{7,j}x_j + a_{7,23}x_{23} + a_{7,25}x_{25} + a_{7,26}x_{26} = b_7.$$

Amint látjuk, a baloldalon szereplő negatív előjelű együtthatók igényt, a pozitív előjelű együtthatók pedig termelést jelentenek. A továbbiakban a hasonló korlátozó feltételeket már — bővebb magyarázat nélkül — ebben a formában adjuk meg.

8. korlátozó feltétel. Általános felvetőmérleg

$$\text{(III. 8)} \qquad -\sum_{j=1}^{22} a_{8,j}x_j + a_{8,27}x_{27} + a_{8,29}x_{29} + a_{8,30}x_{30} = b_8.$$

9. korlátozó feltétel. Általános vetülékcsévélő-mérleg

$$\text{(III. 9)} \qquad -\sum_{j=1}^{22} a_{9,j}x_j + a_{9,31}x_{31} + a_{9,33}x_{33} + a_{9,35}x_{35} = b_9.$$

10. korlátozó feltétel. Általános keresztcsévélő-mérleg

$$\text{(III. 10)} \qquad -\sum_{j=1}^{22} a_{10,j}x_j + a_{10,36}x_{36} + a_{10,38}x_{38} + a_{10,40}x_{40} + a_{10,41}x_{41} + a_{10,42}x_{42} + a_{10,43}x_{43} = b_{10}.$$

[11] Ezt és a 8—10. korlátozó feltételeket — a könnyebb áttekintés céljából — némileg egyszerűsítve közlöm. Lásd erről Függelék 1. §-át.

Itt a jobboldalon szereplő b_{10} konstans nem csupán a programozási szektorba be nem vont szövőgépek igényét foglalja magába, hanem az iparágon kívüli, extern igénylők (gyapjúipar, kötszövőipar stb.) szükségletét is.

A *7—10.* korlátozó feltételek az előkészítők és a szövödék közötti *általános* arányosságot biztosítják. Ezen túlmenően azonban szükség van bizonyos *speciális* arányosságok biztosítására is. Az automata szövőgépek teljesítő képességét ugyanis számszerűen úgy határoztuk meg, hogy eközben feltettük: nem akármilyen előkészítő gépektől, hanem kiváló minőségű fonalat szolgáltató, korszerű előkészítő gépektől kapják a fonalat. Ezt a régi üzemekben elhelyezett automatákra vonatkozóan speciális feltételek formájában rögzítjük le. Az új épületekben elhelyezett szövőgépekre természetesen ezt nem kell feltételek formájában előírni, hiszen azokhoz már eleve korszerű előkészítőt kapcsoltunk.

11. korlátozó feltétel. Írező rekonstrukció

$$\text{(III. 11/a)} \quad \begin{aligned} &a_{11,25}x_{25} + a_{11,26}x_{26} \geqq a_{11,6}x_6 + a_{11,7}x_7 + a_{11,9}x_9 + \\ &+ a_{11,11}x_{11} + a_{11,15}x_{15} + a_{11,19}x_{19} + a_{11,21}x_{21}. \end{aligned}$$

Az egyenlőtlenség baloldalán szerepel a régi épületben elhelyezett korszerű írezők termelése, a jobboldalon pedig a régi épületekben elhelyezett automata szövőgépek írelthenger-igénye.

Ez a korlátozó feltétel hasonlít a (III. 7/a) képletre. A különbség az, hogy a baloldalon nem az összes írezőgép szerepel, hanem csak a korszerűek, a jobboldalon pedig nem az összes szövőgép, hanem csak az automaták. Ezért itt nem is kell egyensúlynak lenni; csak azt kell biztosítani, hogy a termelés ne legyen kevesebb, mint az igény.

Az egyenlőtlenséget itt is egyenlőséggé alakítjuk át:

$$\text{(III. 11/b)} \quad \begin{aligned} &- a_{11,6}x_6 - a_{11,7}x_7 - a_{11,9}x_9 - a_{11,11}x_{11} - a_{11,15}x_{15} - \\ &- a_{11,19}x_{19} - a_{11,21}x_{21} + a_{11,25}x_{25} + a_{11,26}x_{26} - x_{47} = 0. \end{aligned}$$

Az x_{47} maradékváltozó azt az írelthenger többletet adja meg, amelyet a korszerű írezőgépek az automata gépek igényén felül termelnek.

A következő két korlátozó feltétel analóg az előbbivel:

12. korlátozó feltétel. Felvető rekonstrukció

$$\text{(III. 12)} \quad \begin{aligned} &- a_{12,6}x_6 - a_{12,7}x_7 - a_{12,9}x_9 - a_{12,11}x_{11} - a_{12,15}x_{15} - \\ &- a_{12,19}x_{19} - a_{12,21}x_{21} + a_{12,29}x_{29} + a_{12,30} - x_{48} = 0. \end{aligned}$$

13. korlátozó feltétel. Vetülékcsévélő rekonstrukció

$$\text{(III. 13)} \quad \begin{matrix} -a_{13,6}x_6 - a_{13,7}x_7 - a_{13,9}x_9 - a_{13,11}x_{11} - a_{13,15}x_{15} - \\ -a_{13,19}x_{19} - a_{13,21}x_{21} + a_{13,35}x_{35} - x_{49} = 0. \end{matrix}$$

Az általános anyagmérlegek az anyagtermelés és igény *mennyiségi* összhangját biztosítják. A speciális, rekonstrukciós anyagmérlegek az anyagtermelés iránti *minőségi* követelményt fejezik ki.

7. §. A „STATUS QUO" ADOTTSÁGAI

A korlátozó feltételek következő csoportja a programozáskor fennálló, az előző időszaktól örökölt állapotot, a „status quo"-t fejezi ki, amelyet természetesen számba kell venni, amikor a további teendőket meghatározzuk.

Mindenekelőtt adottak a jelenlegi épületek. Azoknak a gépeknek a helyigénye tehát, amelyeket a régi épületekben kívánunk elhelyezni, nem lépheti túl a jelenlegi épülettér határait.

14. korlátozó feltétel. A régi üzemterület korlátja

$$\text{(III. 14)} \quad \sum_{j=1}^{43} a_{14,j}x_j + x_{50} = b_{14}.$$

Az $a_{14,j}$ együttható a régi üzemterületre vonatkozó helyigény. Ez pozitív szám azoknál a tevékenységeknél, amelyek régi üzemterületet igényelnek; viszont nulla a többinél.

A b_{14} konstans: a régi üzemterület.

Adott továbbá a régi géppark is, amelyről a programnak rendelkeznie kell: a régi gépeket vagy továbbműködtetjük, vagy — ha van ilyen tevékenység a modellben — korszerűsítjük, vagy leszereljük.

15—24. korlátozó feltétel. A régi géppark elosztása

$$\text{(III. 15)} \quad x_1 + x_2 = b_{15}.$$

$$\text{(III. 16)} \quad x_3 + x_4 + x_5 + x_6 = b_{16}.$$

$$\text{(III. 17)} \quad x_{13} + x_{14} = b_{17}.$$

$$\text{(III. 18)} \quad x_{17} + x_{18} = b_{18}.$$

$$\text{(III. 19)} \quad x_{23} + x_{24} + x_{25} = b_{19}.$$

$$\text{(III. 20)} \quad x_{27} + x_{28} = b_{20}.$$

$$\text{(III. 21)} \quad x_{31} + x_{32} = b_{21}.$$

$$\text{(III. 22)} \quad x_{33} + x_{34} = b_{22}.$$

$$\text{(III. 23)} \quad x_{36} + x_{37} = b_{23}.$$

$$\text{(III. 24)} \quad x_{38} + x_{39} = b_{24}.$$

A jobboldalon álló b_i konstansok ($i = 15, \ldots, 24$) az egyes gépkategóriák (pl. a régi írezőgéppark, vagy a régi rosszabb keresztcsévélő géppark) gépállománya az ötéves terv kezdetén.

A (III. 1) — (III. 24) feltételek együttesen képezik a pamutipari modell korlátozó feltételi rendszerét. Tekintsük át — rövid összefoglalásképpen — ezeket a feltételeket:

1— 3. extern kibocsátási kötelezettségek;
4— 6. a ráfordítások korlátai;
7—13. belső arányosságok;
14—24. a „status quo" adottságai.

IV.
FEJEZET

A célfüggvény

1. §. A KÖLTSÉGEK MINIMALIZÁLÁSA

A korlátozó feltételek rendszerét teljesítő megengedett programok száma általában végtelen. Magunk is kiszámítottunk egész sor *egymástól eltérő* programot, amely mind teljesítette az előbbi fejezetben leírt korlátozó feltételeket.

Egyes számításokból kiderülhet, hogy az adott korlátozó feltételi rendszer mellett egyáltalán nincs megengedett program. Ez arra vall, hogy a feltételek ellentmondanak egymásnak. Például a termelési terv, az extern kibocsátási kötelezettség olyan nagy, hogy az engedélyezett erőforrásokból (beruházási keret, devizakeret stb.) nem teljesíthető. A számításnak ez a negatív eredménye, a megengedett program hiánya fontos tájékoztatást nyújt a gazdasági vezetés számára, mert felhívja a figyelmet az előírások közötti összhang hiányára.

Térjünk mármost vissza a gyakoribb esetre, vagyis arra, amikor van megengedett program, mégpedig igen sokféle. A feladat az, hogy e megengedett programok közül kiválasszuk a legkedvezőbbet. Ezzel kapcsolatban a mi vizsgálataink során a következő feltevést alkalmaztuk:

A népgazdaság érdeke azt kívánja, hogy a pamutszövőipar extern kibocsátási kötelezettségeit minimális költségekkel teljesítse. (E feltevés közgazdasági jogosultságáról később még részletesen szó lesz.)

A költségminimalizálási feladattal kapcsolatban vezessük be a következő fogalmakat és jelöléseket:

(IV. 1) $$C_j = C_j(x_j) \qquad (j = 1, 2, \ldots, n),$$

ahol C_j a j-edik tevékenység költsége. Ennek nagysága a tevékenység terjedelmének (x_j) függvénye.

(IV. 2) $$C = C(x_1, x_2, \ldots, x_n) = \sum_{j=1}^{n} C_j(x_j),$$

ahol C a programozási szektor összes költsége. Ez a program ($x_1, x_2, \ldots, x_n$) függvénye, s az egyes tevékenységek költségeiből tevődik össze.

Ezekután megadhatjuk az optimális program definícióját. Optimális az az ($x_1^0, x_2^0, \ldots, x_n^0$) megengedett program, amely mellett a $C(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ függvény a minimális értéket veszi fel.

A (IV. 2) képletben szereplő költségfüggvényt nevezzük a programozás célfüggvényének. A célfüggvény hivatott matematikai formában kifejezni a döntésthozó szerv optimum-kritériumát.

Előfordulhat, hogy az adott korlátozó feltételi rendszer és célfüggvény mellett több egyformán optimális program van. Ez azonban nagyon ritka. Az viszont gyakoribb, hogy több olyan megengedett program határozható meg, amelynek célfüggvényértéke igen közel esik az optimális program célfüggvényértékéhez. A gyakorlati döntésekhez hasznos lehet e „majdnem optimális" programok ismerete is.

2. §. AZ AKCIÓKÖLTSÉGEK KÖRE

A pamutszövőipar költségei a valóságban számos tényezőtől függnek, így pl. a termelés volumenétől és cikk szerinti összetételétől, a fonalelőkészítés minőségétől stb. E tényezők azonban kívül esnek vizsgálatunk körén. Korábban már leírt (valamint más, a Függelékben ismertetett) feltevések alapján a termelés volumenét, a cikkösszetételt, a technológia egyes jellemzőit *adottnak* tekintjük.[1] *Figyelmünket kizárólag azokra a költségekre fordíthatjuk, amelyek nagysága a programban meghatározott tevékenységek, akciók terjedelmétől függ.* A költségeknek ezt a csoportját nevezem akcióköltségeknek.

A (IV. 1) — (IV. 2) képletekben szereplő költségek kizárólag az akcióköltségeket foglalják magukba. Ide soroltuk a következőket:

1. Az új gépek beszerzési ára, az új gépek felszerelési költsége és a régi gépek átalakítási, nagyjavítási költsége.

2. Az új üzemépület létesítésének építési költsége.

[1] Egyes, ezzel kapcsolatos műszaki feltevésekre a Függelék 3. §-ában térek ki.

3. Az új épületben meginduló termeléshez szükséges kiegészítő beruházási költségek.

Az akcióköltségeknek ezt a három elemét együttesen i n i c i á l i s b e r u h á z á s i k ö l t s é g e knek nevezem.

4. A gépek nagyjavítási költsége.

5. A bérköltségek olyan munkaköröknél, ahol a létszám a géptípustól függ (közvetlen gépkiszolgálók, lakatosok, alsófokú műszaki vezetők).

6. Az általános költségek (rezsiköltségek) körében elszámolt közvetett bérek általában nem tartoznak az akcióköltségek körébe. Ez alól egy esetben kell kivételt tenni. Az iparág összes közvetett bérköltsége ugyanis más, ha ugyanazt a volument a meglevő régi üzemek szolgáltatják, s más, ha melléjük új gyárakat is létesítünk, ahová új közvetett létszámot kell beállítani az eddigin felül. Ezért az akcióköltségek sorába tartozik az új üzem építésével együttjáró közvetett bér-növekmény.[2]

7. A gépek meghajtásához szükséges villamosenergia költsége.

8. Azok a segédanyag- és karbantartási anyagköltségek, amelyek nagysága a géptípustól függ.

9. A közvetlen anyagköltségek általában nem tartoznak az akcióköltségek közé. Ennek megfelelően nem kellett ide sorolni a lekötött forgóeszközök utáni kamatterhet sem; adott volumen és cikkösszetétel mellett ez is megközelítően konstansnak tekinthető. Ezzel szemben az akcióköltségek közé számítottuk az egyes szövőgéptípusoknál jelentkező hulladékköltség-többletet.

Megvizsgáltuk, nem kellene-e az akcióköltségek körét tovább bővíteni. Számításaink szerint további bővítésre nem volt szükség.[3]

Az akcióköltségeknek a felsorolás *4—9.* pontjai alatt említett elemeit együttesen ü z e m e l t e t é s i k ö l t s é g e knek nevezem.[4]

3. §. A KÖLTSÉGFÜGGVÉNY LINEARITÁSA

Alapvető fontosságú a célfüggvénnyel kapcsolatos következő feltevésünk:

Az akcióköltségek nagysága arányos a tevékenység terjedelmével:

[2] Lásd a Függelék 5. §-át.

[3] Lásd a Függelék 4. §-át.

[4] A nagyjavítási költséget a bruttó beruházási keretből kell fedezni, ezért a 4. korlátozó feltétel szempontjából ez beruházási költségnek számít. A felmerülés időpontja szerint azonban nyilván nem *iniciális* beruházási költség, hanem *folytonos* üzemeltetési költség. Ezért a célfüggvénybeli együttható képzésekor az üzemeltetési költségek közé kell sorolnunk.

(IV. 3) $C_j(x_j) = c_j x_j \qquad (j = 1, 2, \ldots, n),$

ahol c_j a j-edik tevékenység egy egységével (egy gépével) kapcsolatos költség. Ezt a továbbiakban egységköltségnek nevezem. Amint látjuk, a (IV. 3) függvény lineáris függvény.

Azt a tényt, hogy a linearitási feltevés *megközelítésként* elfogadható, könnyű belátni. Nyilvánvaló, hogy 1000 vetélőváltós automata gép beszerzéséért tízszer annyit kell fizetnünk, mint 100 ugyanilyen gép vásárlásáért, vagy hogy 50 új írezőgép áramfogyasztása ötször annyi, mint 10 ugyanilyen gépé.

Már itt is szeretném azonban hangsúlyozni: az a feltevésünk, hogy a linearitás fennáll, a valósághoz képest egyszerűsítést jelent.[5]

4. §. KALKULATÍV KAMAT

A különböző akcióköltségek lényegesen eltérnek egymástól *felmerülésük időpontja* szempontjából. Az új gép árát rendszerint egyszerre kell kifizetni, mégpedig a gép üzemeltetésének megkezdése előtt. Ezzel szemben a közvetlen gépkiszolgálók bérét folyamatosan kell fizetni, attól kezdve, hogy a gép termelni kezd.

Minden beruházásgazdaságossági számítás egyik központi problémája: megtalálni a különböző időpontokban felmerülő költségek (és esetleg bevételek) összegezésének módját. Itt, a könyv első részében, amely csupán a modell alapvonásainak ismertetését célozza, különösebb indoklás nélkül ugyanazt a formulát használjuk fel, amelyet az Országos Tervhivatal által kötelezően előírt beruházásgazdaságossági mutatószám, az ismert „G_n" képlet is alkalmaz.[6]

(IV. 4) $c_j = g_j\beta + h_j \qquad (j = 1, 2, \ldots, n),$

ahol:

g_j = a j-edik tevékenység egy egységére jutó iniciális beruházási költség;

h_j = a j-edik tevékenység egy egységére eső évi üzemeltetési költség;

β = a kamatláb.

Az iniciális beruházási költségek előlegezésével a népgazdaságra háruló terhet azzal reprezentáljuk, hogy az évi üzemeltetési költ-

[5] A lineáris és nem-lineáris költség-összefüggésekről később még részletesen szó lesz.

[6] A mutató jelenleg érvényes definícióját az OT 3/1960. rendelete [112] tartalmazza. Ismertetését lásd [78] (73—100. old.).

séghez hozzáadjuk az iniciális beruházási költségek meghatározott hányadát, $g_j\beta$-t. Az Országos Tervhivatal képletében $\beta = 0{,}2$. Mi azonban egyelőre nem foglalunk állást abban, mekkora legyen β számszerű nagysága, csupán azt mondjuk ki, hogy a számítás elvégzésekor β numerikus nagysága ismert és adott.[7]

Félreértések elkerülése végett megjegyzem — akárcsak az Országos Tervhivatal képletében — a (IV. 4) formula sem jelenti azt, hogy elvárnánk valamiféle kamat *tényleges* fizetését a beruházás révén keletkezett létesítménytől. (Annak eldöntése, hogy indokolt-e valamilyen használati díj fizetése az állóeszközök után, nem tartozott vizsgálatunk körébe.) A kamat itt egyfajta kalkulatív „szimbolikus" nagyság, amely csupán a beruházásgazdaságossági számításban létezik, a beruházással kapcsolatos népgazdasági teher kifejezésére.[8]

5. §. A FELADAT MATEMATIKAI ÖSSZEFOGLALÁSA

Az eddigiekben leírt feladatot még tömörebben felírhatjuk az ún. vektor- és mátrix-jelölés alkalmazásával:[9]

$$\text{(IV. 5)} \qquad \mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \dots & \cdot \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

[7] A szovjet és a magyar közgazdasági irodalomban gyakran használják a Δ jelet ugyanannak a kategóriának a jelölésére, amelyre én a β szimbólumot használom. A szokásosabb jelöléstől azért tértem el, mert a Δ szimbólumot a matematikában más célra (kis egységgel való változás reprezentálására) szokták használni.

[8] A szocialista országok szakirodalmában egyes szerzők a kamat kifejezést használják, mások — ugyanennek a kategóriának a jelölésére — más elnevezéseket használnak („hatékonysági együttható", „jövedelmezőségi normatíva", „átlagos gazdasági együttható" stb.). Nézetem szerint a kamat kifejezés nem okoz félreértést. Világos, hogy itt nem a tőkés tulajdon után járó, kizsákmányolásból eredő tényleges pénzbeli jövedelemről van szó, hanem a szocialista gazdaság egy kalkulatív kategóriájáról.

[9] A könyvben többször alkalmazok vektor- és mátrixjelöléseket. A vastagon szedett kisbetű vektort jelent, mégpedig csillaggal jelölve (pl. $\mathbf{c}^*$) sorvektort, csillag nélkül (pl. **b**) oszlopvektort. A vastagon szedett nagybetű (pl. **A**) mátrixot jelent.

A vektorokkal és mátrixokkal végzett műveletekről bevezetőként lásd pl. *Beckenbach* [5] könyvében az erről szóló fejezetet, továbbá *Lovas Nagy* [57] és *Krekó* [47] könyvét. Részletesebb, összefoglaló műként szolgálhat *Bodewig* [8] könyve.

A korlátozó feltételi egyenletekben szereplő együtthatók együttese alkotja az **A** mátrixot. Ez m sorból és n oszlopból áll.

(IV. 6) $$\mathbf{b} = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ b_m \end{bmatrix}$$

A korlátozó feltételek jobboldalán szereplő konstansok együttese alkotja a **b** vektort. Ez m komponensből álló oszlopvektor. A vektor komponensei — közgazdasági tartalmukat tekintve — kibocsátási kötelezettségek, beruházási keretek, mérlegegyenlegek, gépállományok. Összefoglaló elnevezésük a továbbiakban: k o r l á t o k.

(IV. 7) $$\mathbf{c}^* = (c_1, c_2, \ldots, c_n).$$

A célfüggvényben szereplő egységköltségek együttese alkotja a $\mathbf{c}^*$ vektort. Ez n komponensből álló sorvektor.

(IV. 8) $$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ x_n \end{bmatrix}$$

A tevékenységek terjedelmének együttese, a program alkotja az **x** vektort. Ez n komponensből álló oszlopvektor.

E jelölések bevezetése után feladatunkat így fogalmazhatjuk meg:

Meghatározandó az a nem-negatív $\mathbf{x}^\circ$ vektor, amely teljesíti az

(IV. 9) $$\mathbf{Ax} = \mathbf{b}$$

feltételrendszert, és amely mellett

(IV. 10) $$\mathbf{c}^*\mathbf{x} = \min!$$

Ebben a feladatban az **A** mátrix, valamint a **b** és $\mathbf{c}^*$ vektor minden komponense *konstans*. Az **x** vektor komponensei a feladat *változói*.

A pamutipari modell **A** mátrixában és $\mathbf{c}^*$ vektorában vegyesen vannak pozitív, negatív és zérus komponensek. A **b** vektorban csak pozitív és zérus komponensek szerepelnek.[10]

[10] A pamutszövőipari programozásban felhasznált 1. számú modell **A** mátrixának, **b** és $\mathbf{c}^*$ vektorának numerikus értékeit közli a Függelék 8. §-a.

A (IV. 9) — (IV. 10) képletekben leírt feladattípust hívják *általános lineáris programozási* feladatnak.[11]

Az általános lineáris programozási feladat numerikus megoldásának legismertebb eljárása az úgynevezett *szimplex-módszer*. Azoknál a pamutipari számításoknál, amelyekhez nem vettük igénybe az elektronikus számológépet, ezt az eljárást használtuk.[12] Az elektronikus számológépen végzett számítások során a szimplex-módszer némileg módosított változata került alkalmazásra.[13]

[11] Az „általános" elnevezés azért szükséges, mert vannak *speciális* lineáris programozási feladatok is, amelyeket különleges kikötések jellemeznek. Ilyen például az úgynevezett *szállítási probléma*.

[12] A módszer megismerhető a szakirodalom számos művéből. Így például magyar nyelven *Krekó—Bacskay* [46] könyvéből és *Krekó* [47] új művéből. A lineáris programozás gazdag külföldi irodalmából csupán néhány összefoglaló jellegű munkát említek: [13], [27], [35], [95]. A programozás közgazdasági alkalmazásait részletesebben tárgyalja *Dorfman—Samuelson—Solow* [22] munkája.

[13] A felhasznált eljárást *Frey T.* írta le a [43] tanulmányban (126—130. old.).

V.
FEJEZET

A modellszerkesztés nehézségei

1. §. A MODELLALKOTÁS — KOMPROMISSZUM

Az eddigi fejezetekben leírt modellt magunk sem éreztük „ideálisnak". Kénytelenek voltunk egyes alternatívákat figyelmen kívül hagyni, bizonyos összefüggéseket elhanyagolni, noha szívesen számításba vettük volna ezeket is.

Számos tényező korlátozza a matematikai modellt szerkesztő közgazdászt a modell megalkotása közben. Ezek közül itt csak kettőt emelek ki:

1. a számítástechnikai lehetőségek;

2. az adatgyűjtés korlátai.

A modell szerkesztése közben mindig csábító az a gondolat, hogy még szélesebbre vonjuk a vizsgálat körét, még több problémára igyekezzünk felelni. E kísértésnek engedve tetszetős papirostanulmányok születhetnek. Aki azonban valóban számolni akar, annak *józan kompromisszumot kell kötnie egyfelől a teljesség, részletesség és pontosság igénye, másfelől a reális számítástechnikai és adatgyűjtési lehetőségek között.*

A továbbiakban ezekkel a korlátozó tényezőkkel kapcsolatban ismertetek néhány tapasztalatot.

2. §. A SZÁMÍTÁSTECHNIKAI KORLÁTOK

Azok, akik az elektronikus számológépekről csak a napi sajtó hasábjain olvastak, talán csodálkoznak a „korlátok" kifejezés láttán, hiszen köztudomású, hogy ezek a gépek rendkívül sebesen dolgoznak

(pl. az általunk igénybe vett gép percenként 1800 műveletet képes elvégezni). Ugyan miféle korlát lehetséges itt?

Nos, a pamutipari programozásnál főként az úgynevezett memóriakapacitás korlátozottsága okozott gondot. A gépnek ugyanis „fejben kell tartania", raktároznia kell a menet közben kapott eredményeket a következő műveletsorozathoz.

A pamutszövőipari számítás elvégzésekor a Magyar Tudományos Akadémia Számítástechnikai Központjának M—3-as gépe csak olyan általános lineáris programozási feladatot tudott megoldani, amely megfelelt a következő feltételeknek:

$$m\,(n - m) \leqq 650 \qquad (n > m),$$
$$m \leqq 70, \tag{V. 1}$$

ahol m a korlátozó feltételek száma, n pedig a változók száma (maradékváltozókkal együtt).[1]

Nem közömbös azonban a gép sebessége sem. A modell nagyobb méreteivel hatványozottan nő a szükséges műveletek száma.[2] A gép adott sebessége is korlátot szabhat tehát a modell méreteinek.

Az előző fejezetekben ismertetett modellben 24 korlátozó feltétel és 50 változó szerepelt. Mivel $24\,(50 - 24) = 624$, a feladat a gép memóriakapacitásának határán volt.

A számítás sok gondot, nehézséget okozott a számológép kezelőinek. Az ő szempontjukból túl nagy volt a modell, nekünk, közgazdászoknak viszont túl kicsi; szűknek éreztük a gép adta határokat. Jellemző, hogy „első nekifutásban" egy 40 korlátozó feltételes és 90 változós modellt szerkesztettünk. Ezt később szűkítettük le, mérlegelve: mely tevékenységek és feltételek elhagyása, milyen összevonás csökkenti aránylag legkevésbé a számítás tartalmasságát.

Ilyenkor mutatkozik meg világosan, hogy milyen szorosan összefügg a modellépítésnél a korlátozó feltételek rendszere és a változók

[1] Az M—3-as számológép jellemző adatait *Kovács Gy.* [45] és *Dömölki B.* [23] cikkei ismertetik.

A pamutipari programozás numerikus számításait 1960-ban végezték az M—3-as gépen. Azóta a gépet továbbfejlesztették. Jelenleg az (V. 1) felső képlet jobboldalán szereplő korlát már nem 650, hanem 840. A közeljövőben további eredmények várhatók mind a memóriakapacitás, mind a sebesség növelésében.

[2] Így pl. a pamutipari programozás keretében az elektronikus gépen alkalmazott eljárás egyik első lépése egy (m, m)-edrendű mátrix invertálása, ahol m a korlátozó feltételek száma. A tapasztalatok szerint az invertálás során a műveletek száma megközelítően m^4-nel arányos. Ilyen hatalmas számításigény mellett az említett sebesség sem túl nagy, az elektronikus gép mércéjével mérve!

rendszere. Így pl. eredetileg nem akartunk előkészítő gépcsoportokat beállítani a modellbe. Elgondolásunk szerint korlátozó feltételek biztosították volna azt, hogy az új gépekhez a *helyszínen* álljanak rendelkezésre az előkészítő gépek. Ezeket azonban — a méretek csökkentése érdekében — el kellett hagynunk. A gépcsoportok révén „megtakarítottunk" három korlátozó feltételt. Ugyanakkor — ennek fejében — némileg szűkült a választási lehetőség. (Így előre el kellett dönteni, hogy milyen felvetőtípus szerepeljen a gépcsoportban.)

Vagy egy másik példa. Kénytelenek voltunk lemondani arról, hogy a széles és a vetüléktarkázó régi gépparkot is egy-egy „rosszabb" és „jobb" technikai kategóriára bontsuk. Ily módon ugyanis 2—2 változót és 1—1 feltételt takarítottunk meg.

E tapasztalatok fényében még sürgetőbbnek érezzük, hogy a jövőben lényegesen fejlődjék a magyar elektronikus számológépkapacitás, elsősorban a memóriakapacitás és a sebesség tekintetében.

Külföldön működnek olyan elektronikus számológépek, amelyek teljesítő képessége sokszorosa a magyarországiakénak. Ezek képesek megoldani olyan lineáris programozási feladatot, amelyeknél a feltételek száma 255, a változók száma pedig gyakorlatilag korlátlan.[3] Ha a pamutszövőipari programozáskor ilyen gép állt volna rendelkezésünkre, modellünk sokkal részletesebben tisztázhatja az építés problémáját, jóval több géptípus között választhatunk, figyelembe vehetjük nemcsak az általános iparági adottságokat, hanem a vállalati specialitásokat is.

3. §. A PAMUTSZÖVŐ IPARÁGI VIZSGÁLAT „KIS MODELLJEI"

A gép memóriakapacitásának korlátozottságán kívül számítástechnikai nehézség az is, hogy a magyar elektronikus számológéppark túlterhelt munkával. Ezért egy-egy feladat megoldására nem vehetjük túl hosszú ideig igénybe a gépet.

Ilyen körülmények között, a nehézségek áthidalására az elektronikus gépen számított „nagy modellel" párhuzamosan szerkesztettünk „kis modelleket" is. Míg az előbbi 24 feltételt és 50 változót foglal magában, utóbbiak legfeljebb 7 feltételt és 18 változót.[4] A „kis modell" számítási feladatait elvégezhettük „kézi erővel", azaz elektronikus számológép igénybevétele nélkül is.

[3] Lásd *Gass* [27] könyvét (132. old.).
[4] Lásd a Függelék 11. §-át.

A kis modellek programozási szektora szűkebb volt, mint a nagyé; a szövőgépek közül csupán a keskeny gépekre terjedt ki. Emellett leszűkítettük a választási lehetőséget is; jóval kevesebb tevékenységet vettünk fel e modellekbe. A kis modellek megszerkesztésére *azonban már olyankor került sor, amikor kezünkben voltak a nagy modell alapján kapott optimális programok, s ezek tanulságai alapján szelektálhattunk a tevékenységek között.*

A módszert érdemes lehet más számításoknál is alkalmazni. Kb. 6—8 feltételes, 15—20 változós modellek még elég egyszerűen és gyorsan számíthatók elektronikus gép nélkül is.

4. §. ELŐZETES SZELEKCIÓ

Az előző §-okban leírt szelekció — egyes tevékenységek előzetes kirekesztése a modellből — többnyire részletes számszerű elemzés nélkül történik. Megadható azonban a pontos kritériuma annak, mikor *nem* érdemes egy tevékenységet a modell változói közé felvenni.

Ezzel kapcsolatban valamennyi korlátozó feltételt abban a formában írjuk fel, hogy a kibocsátást jelző együtthatók pozitív előjelűek legyenek, a ráfordítást jelző együtthatók pedig negatív előjelet kapjanak.

(Eszerint pl. a pamutszövőipari modellben a kibocsátási kötelezettségeket előíró *1—3.* korlátozó feltételek, valamint az írező, a felvető és a vetülékcsévélő rekonstrukciójára vonatkozó *11—13.* feltételek megmaradnak eredetileg megadott alakjukban, a többieknél pedig az előjeleket megfordítjuk.)

Modellünk célfüggvénye a költségek minimalizálását írja elő. Ilyen körülmények között a *j*-edik tevékenység d o m i n á l j a a *j'*-edik tevékenységet, ha a következő két dominálási kritérium egyike érvényesül:

1. dominálási kritérium

(V. 2) $$c_j = c_{j'},$$

(V. 3) $$a_{ij} \geqq a_{ij'} \qquad (i = 1, 2, \ldots, m),$$

és legalább egy *i*-re

(V. 4) $$a_{ij} > a_{ij'},$$

vagy:

2. dominálási kritérium

(V. 5) $$a_{ij} \geqq a_{ij'} \qquad (i = 1, 2, \ldots, m),$$

(V. 6) $$c_j < c_{j'}.$$

A két kritérium közgazdasági tartalma a következő:

1. kritérium: a *j*-edik és a *j'*-edik tevékenység a célfüggvény szempontjából egyenlő. Legalább egy korlátozó feltétel szempontjából határozottan kedvezőbb a *j*-edik (nagyobb a kibocsátása vagy kisebb a ráfordítása), s a többi korlátozó feltétel szempontjából sem kedvezőtlenebb. (Tehát pl. kisebb a helyigénye, miközben egyébként nem rosszabb, mint egy másik hasonló tevékenység.)[5]

2. kritérium: a *j*-edik tevékenység a korlátozó feltételek szempontjából nem rosszabb a *j'*-ediknél, miközben a célfüggvény szempontjából határozottan kedvezőbb.

Ha a programozás előtt azt látjuk, hogy a *j*-edik tevékenység dominálja a *j'*-ediket, akkor az utóbbit kihagyhatjuk a modellből. Az utóbbinak semmi esélye sincs arra, hogy az optimális programba kerüljön, mert a *j*-edik szükségképpen kiszorítja onnan.

Amint látjuk, a dominálás kritériumai elég szigorúak. Két tevékenység összehasonlításakor együttesen kell mérlegelni a célfüggvényt és valamennyi korlátozó feltételt. Meg kell mondani, elég ritka, hogy a két kritérium közül bármelyik teljesüljön a gyakorlatban. Sokkal gyakoribb, hogy az egyik tevékenységnek a másikhoz képest vannak előnyei és hátrányai (pl. a két hasonló rendeltetésű gép közül az első olcsóbb, mint a másik, viszont drágábban termel stb.). Ezért az előzetes szelekciók, amelyek túlteszik magukat ezeken a dominálási kritériumokon, sokszor elég önkényesek. Gyakran „érzés alapján" hajlamosak vagyunk egyes tevékenységeket eleve reménytelennek tekinteni, noha előzetesen nem bizonyítható, hogy az optimális programból szükségképpen kiszorulnának.[6] Ezért az előzetes szelekció során nagy körültekintésre van szükség, annál is inkább, mert egy lehetséges tevékenység határozott *elvetése* nem kevésbé felelősségteljes, mint egy másik elfogadása. A negatív döntés is járhat „veszteséggel". Ha ugyanis az elvetett tevékenység lett volna a valóságban az opti-

[5] Amint már említettem, ha kivételesen is, de előfordulhat, hogy a feladatnak több egyformán optimális programja van. Ez esetben az 1. kritérium alkalmazásával esetleg előzetesen kiszelektálhatunk olyan tevékenységeket is, amelyek, ha nem is valamennyi, de legalább egyikmásik optimális programba bekerülnének.

[6] Gyakori például, hogy műszaki előítéletek befolyásolják a gazdaságossági számításban közreműködő mérnököket. Emiatt egyes alternatívákat eleve elvetnek, noha nincs bizonyítva, hogy előnytelenek.

mális megoldás, akkor *ehhez képest* veszteséget okoz az elfogadott, megvalósított, nem-optimális tevékenység.

Egyes esetekben valamely korlátozó feltétel teljesülése eleve biztosítja a modell egy másik feltételének teljesülését. Ilyenkor az előbbi dominálja az utóbbit, az utóbbi tehát nyugodtan elhagyható a modellből.

Egyébként a modell természetétől, főképp a korlátozó feltételek rendszerétől függően esetleg megszabhatók más kritériumok is arra, mikor szelektálhatunk ki előre bizonyos tevékenységeket, illetve korlátozó feltételeket a modellből. Ezt azonban minden egyes modellnél külön-külön kell tisztázni.

5. §. AZ ADATGYŰJTÉS PROBLÉMÁI

A számszerű adatok összeállítása a jelenlegi körülmények között, amikor a matematikai programozás még fehér holló, nagy nehézségeket okoz. A nehézségek azzal függnek össze, hogy a programozási modellben többnyire más kategóriák, más egységek szerepelnek, mint a „mindennapi" szervezeti keretek között, a szokásos számviteli, statisztikai gyakorlatban. Nézzünk néhány példát erre, a pamutipari számítás tapasztalatából:

1. Programozási szektorunk nem egyezik pontosan azzal, amit a gyakorlatban „pamutszövőiparnak" neveznek, hanem annál némileg szűkebb (lásd: I. fejezet 1. §). Ezért nem állíthattuk be a pamutszövőipar egész beruházási keretét számításunkba, hanem részletes elemző munkával kellett meghatároznunk, mi jut ebből a programozási szektornak.[7]

2. Az iparágban nem tartották központilag nyilván, hogy mennyi a szövödék összes üzemterülete, s azt persze végképp nem ismerhették, hogy mennyi a mi modellünk programozási szektorának üzemterülete.

3. Az egyes géptípusokra, műszaki alternatívákra jellemző műszaki és költségadatok nem álltak készen; valamennyit magunknak kellett összegyűjtenünk, kiszámítanunk, egyeztetnünk. Igaz, a Pamutipari Igazgatóság messzemenően segítségünkre volt az adatok összegyűjtésében, ellenőrzésében, a becslések elvégzésében. Ez azonban nem változtat a tényen: az adatokat külön, speciálisan a mi számításunk céljaira kellett összeállítani, mert nyilvántartásuk nem tartozik a szokásos statisztikai gyakorlathoz.[8]

[7] Lásd a Függelék 6. §-át.
[8] Lásd a Függelék 3. §-át.

Természetesen jelenleg is rendszeresen kiszámítanak bizonyos fajlagos adatokat, műszaki-gazdasági mutatókat. Ezeket azonban céljainkra kevésbé használhattuk, a következők miatt:

a) A statisztika, a számvitel szervezeti egységenként (igazgatóság, vállalat, üzem) tartja nyilván az adatokat. Ha szerencsénk van, akkor valamely szervezeti egység műszakilag homogén vagy legalábbis megközelítően az.[9] Az esetnek nagy részében azonban nem ez a helyzet, hanem az illető szervezeti egységben együtt találhatók a legkülönfélébb géptípusok. Ilyenkor a vállalati vagy iparági átlagadat nem ad támpontot a géptípusok, műszaki alternatívák közötti választáshoz. Az olyan, aránylag könnyen megfigyelhető adatot, mint pl. a gép fordulatszáma, esetleg géptípusonként is vezetik, viszont a gépre jellemző segédanyagfogyasztás, karbantartási költség stb. már összekeveredik a számvitel „nagy fazekában".

b) A különböző géptípusok, műszaki alternatívák más-más vállalatnál működnek, s a vállalati speciális adottságok miatt nem hasonlíthatók össze. Például a Kőbányai Textilgyár régi, nem automata szövőgépeinek teljesítménye magasabb volt, mint a Szombathelyen működő vetélőváltós automatáké. Vajon helyes lenne-e ebből arra következtetni, hogy a vetélőváltós automata kevésbé termelékeny, mint a régi mechanikai rendszerű gép? Nem feladatunk elemezni a két gyár speciális adottságait; nem tudjuk megmondani, vajon az eltérés magyarázata a műszaki vezetés színvonalában, a műszaki gárda és a munkások szakképzettségében, a szervezettségben, az anyagellátásban vagy a cikkösszetételben keresendő-e. Annyi azonban bizonyos, hogy mindezek az eltérések a *géptípus* szempontjából esetlegességek, véletlen körülmények; ugyanaz az automata többet termelne Kőbányán, mint Szombathelyen. A tárgyilagos összehasonlítás azt követeli meg, hogy *azonos körülmények között* működő gépeket hasonlítsunk össze.[10]

4. Az egyes műszaki alternatívákra jellemző adatok mellett vannak olyan adatok is, amelyekkel kapcsolatban éppen az a kívánalom, hogy az *ipari átlagot* reprezentálják. Lássunk erre is egy példát. Mivel nem vizsgáltuk, hogy az írezőgép végül is a Goldberger Textilművekbe vagy a Kispesti Textilgyárba kerül-e, ezért nem egyik

[9] Ezen az alapon tekintettünk egyes üzemeket bizonyos géptípusok reprezentánsának. Lásd a Függelék 3. §-át.

[10] A 3. pont alatt ismertetett statisztikai nehézségek nem a matematikai programozás speciális problémái. Bármilyen módszerrel végezzünk is gazdaságossági számítást műszaki alternatívák, géptípusok összehasonlítására, ugyanezekkel a nehézségekkel találkozunk.

vagy másik gyár speciális gőz- és áramtarifájára volt szükség, hanem az iparági átlagos tarifákra. Ezek az iparági átlagadatok azonban — s velük együtt jónéhány más, a számításhoz szükséges iparági átlagszám — nem álltak készen rendelkezésünkre.

Hasonlóak a tapasztalatok más iparágakban is. *A tervezés, a gazdaságossági számítás módszerei most a matematikai eszközök felhasználása révén hirtelen előretörnek. A számvitelt, a statisztikai adatszolgáltatást tehát úgy kell fejlesztenünk, hogy kielégíthesse az ilyen számítások megnövekedett igényeit.*

Ez egyébként a fejlődés szokásos menete; rendszerint a tervezés, a gazdasági számítás szükségletei adják fel a „leckét" a számvitelnek, az adatszolgáltatásnak.

Azoknak, akik ma a beruházások matematikai programozásával foglalkoznak, szembe kell nézniük ezekkel a nehézségekkel, s kénytelenek rendkívüli adatgyűjtéssel, speciális megfigyelésekkel előteremteni a szükséges számokat. De ahogy a matematikai programozás alkalmazása általánosabbá válik, úgy erősödik majd az igény arra, hogy a *szervezett adatszolgáltatás* keretében biztosítsák a programozásokhoz szükséges adatokat, vagy legalábbis azok nagy részét.

Az adatgyűjtés nehézségei most még engedményekre kényszerítenek; a modell összevonása, szűkítése, az alternatívák számának csökkentése irányában hatnak.

6. §. „PRÓBA MODELL"

A fejezet eddigi részeiben a programozás „objektív nehézségeiről" volt szó. Meg kell azonban említenünk egy szubjektív nehézséget is — saját tapasztalatlanságunkat. Mivel ez volt az első ilyen természetű munkánk, a modell szerkesztésének és alkalmazásának számos „fortélyát" magunknak kellett kitapasztalnunk. Elsősorban tapasztalatszerzés céljából (és azért, hogy a munkában részt vevő textilipari szakértőket a programozás módszereivel megbarátkoztassuk) az *iparági* méretekben végzett számítás előtt egy *üzem* (a Goldberger-gyári szövöde) méreteiben próbáltuk ki a programozási metodikát.

Itt egy lényegesen kisebb „próba modellel" dolgoztunk. Egyrészt sokkal szűkebb volt a programozási szektor, miután csupán egyetlen szövöde homogénnek tekintett szövőgépparkjára terjedt ki, s nem foglalkozott sem más szövőgépekkel, sem pedig az előkészítő gépekkel, másrészt kevesebb döntési problémát vizsgáltunk (pl. az épületteret adottnak tekintettük, s csupán a gépekkel kapcsolatos választási lehetőségek szerepeltek a modell döntési problémái között).

A modellben négy korlátozó feltétel és tíz változó volt. Ezek a kis méretek lehetővé tették a numerikus számítások viszonylag gyors elvégzését „kézi erővel", elektronikus gép igénybevétele nélkül.[11]

Ezt a munkamódszert érdemes lehet más esetekben is alkalmazni. Célszerű lehet a nagyméretű végleges számítások *előtt* előbb kisebb, összevontabb modell segítségével kipróbálni az alkalmazni kívánt metodikát, s ily módon gyakorlati tapasztalatokat szerezni a további munkához.

Természetesen az ilyen kisebb, összevontabb, a metodika kipróbálására szolgáló modellt fenntartással kell kezelni. A számszerű eredmények nem tekinthetők mérvadónak, hiszen olyan összefüggések elhanyagolásával születtek, amelyeket a végleges, nagy modell figyelembe vesz majd.

Különösen olyankor van szükség nagy óvatosságra, amikor a próba modell nem csupán a változók és korlátozó feltételek kisebb számában különbözik a véglegestől, hanem abban is, hogy *szűkebb a programozási szektora*, amint az a Goldberger-gyári számítás esetében történt. Az egyetlen üzem keretei között végzett számításból levonható következtetések esetleg alapvetően különbözhetnek azoktól, amelyek egy egész iparág, vagy éppen az egész népgazdaság méreteiben végzett számításból erednek.

Mindezek alapján a Goldberger-gyári próbaszámítás eredményeinek megvitatásakor felhívtuk az illetékes gazdasági vezetők figyelmét, hogy helytelen lenne a programozásból gyakorlati gazdaságpolitikai következtetéseket levonni. A tapasztalat valóban igazolta is az óvatosságot: a végleges iparági programozásból levont gyakorlati következtetések sok tekintetben eltértek a próba modell eredményeitől.

Egyébként — az eredeti célon túlmenően — a Goldberger-gyári számítás azt mutatta, hogy *a beruházások matematikai programozása jól alkalmazható az iparágnál kisebb egységek (pl. vállalatok, üzemek) beruházási döntéseinek megalapozásához is.*

[11] A kísérleti programozás eredményeiről a [41] cikkben számoltam be.

VI.
FEJEZET

A pamutipari programozás gyakorlati eredményei

1. §. FŐ IRÁNYOK ÉS OPERATÍV RÉSZLETEK

Röviden beszámolok azokról a gyakorlati következtetésekről, amelyeket a pamutszövőipar programozása alapján levonhattunk.[1] Ez az ismertetés azt mutatja, hogy a beruházások programozása *gyakorlatilag hasznosítható* javaslatokhoz vezet.

Javaslataink előterjesztésekor felhívtuk a figyelmet arra, hogy számításunk kizárólag a beruházási politika, a műszaki fejlesztés *fő irányait* képes meghatározni, s nem adhat útmutatást az aprólékos részletekben. Ebből következik, hogy magunk sem akarjuk számításaink részleteredményeit túlbecsülni. Matematikai módszerek alkalmazása, elektronikus számológép igénybevétele senkiben se keltse azt az illúziót, hogy az ilyen számításokban már a tizedszázalékoknak is jelentőségük van. A matematikai módszerek nyilván nem azért szükségesek, hogy a számítás végülis több tizedesig pontos legyen. Valójában a matematika alkalmazása egészen más meggondolások miatt szükséges, azért, mert igen bonyolult, sokrétű összefüggéseket kell egységes számítási modellbe összefogni.

Nem szabad tehát a beruházásokkal, távlati tervezéssel kapcsolatos számítások végeredményeinek részadatait az utolsó számjegyig biztos, egyértelmű utasításként felfogni és mechanikusan alkalmazni.

[1] Az előző fejezetekben a pamutszövőipari számítás 4. számú modelljét ismertettem. Gyakorlati javaslatainkat azonban nem erre, hanem az 1. és 2. sz. modellek alapján nyert optimális programra alapoztuk.

Ha pl. számításunk azt eredményezi, hogy 7760 új keresztcsévélő orsóra van szükség, akkor gondosan mérlegelni kell, hogy nincsenek-e olyan — a számításban elhanyagolt — szempontok, amelyek ehelyett 7900 vagy 8000 orsó beállítását teszik szükségessé.

A matematikai módszerek segítségével végzett programozás tehát nem a tervezőmunka befejezését jelenti, hanem újabb szakaszát vezeti be. Nem pótolja az iparvezetés munkáját, hanem annak segédeszköze. A programozás kereteket ad meg, amelyeket még élettel kell kitölteni; meg kell tervezni a végrehajtás részleteit, s eközben *szükségképpen korrigálni is kell a programozás eredményeit, azoknak az összefüggéseknek, vállalati adottságoknak, műszaki-gazdasági szempontoknak a figyelembevételével, amelyeket a programozás — a matematikai modell kezelhetősége érdekében — nem vehetett számításba.* Ez természetesen nem lehet ok arra, hogy szubjektív előítéletek, önkényes megfontolások miatt térjünk el a matematikai módszerekkel meghatározott optimális programtól. A programot csak annyiban célszerű korrigálni, amennyiben az objektív körülmények, a modellben figyelembe nem vett adottságok erre kényszerítenek.

Mindezek miatt a programozás alapján kidolgozott gyakorlati ajánlás a beruházás, a műszaki fejlesztés „stratégiai tervéhez" szól hozzá, s nem feladata a „taktikai terv", az operatív részletek meghatározása.

Egyébként ebben az értelemben határozott a Könnyűipari Minisztérium Műszaki Tanácsa is azon a vitán, amely kutatásunk zárójelentését tárgyalta. A Műszaki Tanács leszögezte, hogy a számítás alapján előterjesztett gyakorlati ajánlásokkal mint követendő *fő irányvonalakkal* egyetért, s felhívta a Minisztérium Iparfejlesztési Főosztályát, valamint a Pamutipari Igazgatóságot, hogy vegye az ajánlásokat figyelembe a tervek végleges meghatározásakor, az eredeti előirányzatok korrekciójánál. Ez meg is történt.

2. §. AZ ÉPÍTÉS

A következőkben összehasonlításokat teszünk számításaink eredményei és az eredeti terv, vagyis az 1960. június 1-én érvényes előirányzatok között.[2] Itt is kizárólag a főirányok összehasonlítására törekedtünk, mellőzve a részletek vizsgálatát.

A programozás egyik fő tanulsága: *az építést a lehető legkisebbre kell szorítani. A többtermelést lehetőség szerint építés nélkül, a meglevő szövödék rekonstrukciója és bővítése révén kell megoldani.* Számításunk

[2] Az eredeti tervet lásd a Függelék 5., 6. és 13. §-ában.

A GÉPBERUHÁZÁS ÉS AZ ÉPÍTÉS ARÁNYA *2. táblázat*

	Az eredeti program szerint (%)	A javasolt program szerint (%)
Az összes *bruttó* beruházásból:		
nettó gépberuházás	54,0	89,5
gép-nagyjavítás	19,5	9,3
építés	26,5	1,2

— amint az a 2. sz. táblázatból látható — teljes mértékben igazolja azt az irányelvet, amelyet korábban már számos hivatalos dokumentum a Szovjetunióban és Magyarországon is kiemelt.

A gépcsere vagy új építés gazdaságosságának szemléltetőbb összehasonlítása céljából elvégeztünk egy számítást. Kidolgoztunk egy programot, amelynek koncepciója: megtartjuk az összes régi gépet, s a régi géppark kapacitása feletti igényt kizárólag új épületben elhelyezett új gépekkel elégítjük ki. Ez tehát a *tiszta típusa* a gépcsere nélküli többlettermelésnek. Az így kidolgozott program „megengedett program", vagyis teljesíti az összes előírt korlátozó feltételt. Ennek a programnak az összes költsége azonban kb. 15%-kal több, mint a sokkal kisebb építést igénylő optimális programé.[3]

Tisztában vagyunk azzal, hogy az építés ajánlott csökkentése bizonyos nehézségeket okoz. A rekonstrukció, a gépcsere, a régi üzem átszervezése, bővítése ugyanis általában vesződséges és sokkal hálásabb feladat egy új, eleve korszerűen épített üzem létesítése. Emiatt egyes műszaki vezetőknél tapasztalható némi húzódás a rekonstrukciótól.

Figyelembe kell azonban venni a következő szempontokat:

1. A régi üzemek elmaradottságát nem cipelhetjük örökös koloncként magunkkal. „Túl kell esni" a korszerűsítés, a műszaki rekonstrukció periódusán, míg az *efölött* jelentkező többletigényt már korszerű épületekben elhelyezett új gépekkel biztosíthatjuk.

2. Köztudomású, hogy az építőipar teljesítőképessége ma szűk keresztmetszete a népgazdaságnak. Emiatt esetleg ott is csökkenteni kell az építést, ahol egyébként gazdaságos lenne. Hogyne kellene tehát ott, ahol az építést az illető terület saját gazdaságossági számítása sem jelzi célszerűnek.

Mindezek alapján javasoltuk a gépberuházás-építés arány módosítását a gépek javára.

[3] Lásd a Függelék 14. §-át.

3. §. A GÉPPARK

Számításaink szerint érdemes lényegesen messzebbre menni a régi gépek kicserélésében, az automatizálásban, mint ahogyan az eredeti terv előirányozta. Különösen áll ez az előkészítőre, amelynek korszerűsítése rendkívül előnyösnek bizonyul.

Lássuk előbb az előkészítőt. Az eredeti terv az előkészítő részleges rekonstrukcióját írta elő. Számításunk alapján lényegében a teljes rekonstrukciót javasoltuk. Ezt mutatja a 3. sz. táblázat.

A KORSZERŰ GÉPEK ÁLTAL TELJESÍTETT ELŐKÉSZÍTŐI SZOLGÁLTATÁS

3. táblázat

	1960 Tényleges helyzet (%)	1965 Az eredeti program szerint (%)	1965 A javasolt program szerint (%)
Írező	0	56,6	100,0
Felvető	0	52,8	100,0
Vetülékcsévélő	0	54,1	59,6
Keresztcsévélő	36,4	65,9	100,0

Csupán a vetülékcsévélésnél nem javasolhattunk teljes rekonstrukciót, mert ezt a devizakeret nem tette lehetővé. Nagyobb devizakeret esetén a vetülékcsévélés teljes rekonstrukciója is bekerülne az optimális programba.[4]

A szövődékre vonatkozóan a számítások elsősorban a régi gépek felgyorsításának gazdaságosságát igazolták. Minden olyan gépet, amely megfelelő átalakítással felgyorsítható, fel kell gyorsítani.

A gépcsere és az automatizálás célszerű arányait a 4. sz. táblázat mutatja be.

A SZÖVŐGÉPPARK KORSZERŰSÍTÉSE

4. táblázat

	1960 Tényleges helyzet	1965 Az eredeti program szerint	1965 A javasolt program szerint
A termelés hány %-át adja mechanikai gép	86,2	65,2	43,4
A termelés hány %-át adja automata gép	13,8	34,8	56,6
Leszerelendő szövőgépek száma		795	4943

[4] Ezt bizonyította a „kis modellel" végzett egyik ellenőrző számítás, amelyben feloldottuk a tőkés devizafelhasználás kötöttségét.

A döntési problémák között szerepelt az a kérdés is, hogy milyen géptípusokat szerezzünk be. A számítások alapján határozottan állást foglaltunk a következő néhány vitatott kérdésben:

1. A régi szövőgépeket nem érdemes importból származó „ráépített" automatával korszerűsíteni.

2. A legkorszerűbb, de legdrágább vetélő nélküli automata beállítása a mi viszonyaink között célszerűtlen.

3. A vetüléktarkázó szövőgépek közül a kevésbé termelékeny, de olcsóbb típust kell beszerezni.

4. Az írezőgépeknél a régi gépek korszerűsítése helyett inkább új gépek beszerzésére kell törekedni.

5. A felvetőgépek közül a kevésbé termelékeny, de olcsóbb típust kell beszerezni.

6. A keresztcsévélőgépek közül a termelékenyebb (és drágább) típust kell beállítani.

4. §. A FORRÁSOK ÁTCSOPORTOSÍTÁSA

Milyen forrásokból valósítható meg az eredetileg tervezettnél nagyobb arányú gépcsere és automatizálás, amikor kikötöttük — s a modell korlátozó feltételei közé vettük —, hogy a program beruházásigénye nem lehet több, mint az eredeti terv beruházási költségeinek előirányzata?

A feladat megvalósítható a források átcsoportosítása révén:

1. Az ajánlott program igénybe veszi lényegében az egész bruttó beruházási keretet. Ezen belül azonban — mint a 2. sz. táblázatból is kitűnik — lényegesen megváltoztatja a gépberuházás és az építés arányát, a gépek javára.

2. Az ajánlott program nagyarányú gépcserét ír elő. Az esetek nagy részében a cserére kerülő gépeket *már* nem kell, az új gépeket pedig *még* nem kell generálozni. Ezért a bruttó beruházási keretnek csupán kis részét kell nagyjavításra fordítani. Az eredeti program szerint az összes bruttó gépberuházás 26,5%-át kellett volna nagyjavításra fordítani, a javasolt program szerint csupán 9,4%-át.

Ez is mutatja, hogy célszerű a bruttó beruházási keret előírása, mert módot ad ésszerű átcsoportosításra a „felújítási" és a (nettó) „beruházási" keret között.

3. Számításunkban abból az általános követelményből indultunk ki, hogy az előkészítő termelése legyen egyensúlyban a szövödék igényével. Ennek kielégítésén túlmenően jelentős kapacitástartalékot kell biztosítani az írezőben és a felvetőben, mivel itt egy-egy gépegység nagy számú szövőgépet szolgál ki, tehát komolyabb

üzemzavar sok szövőgép munkáját zavarhatja meg. Ezért számításainkban az írező- és felvetőgépek hatásfokát eleve úgy határozzuk meg, hogy 16%-os kapacitástartalékot biztosítson. Minden hatodik gép mindig tartalékban van.[5] Ennek előrebocsátása után tekintsük át az 5. sz. táblázatot.

AZ ELŐKÉSZÍTŐ KAPACITÁSA
A SZÖVŐDE IGÉNYÉNEK SZÁZALÉKÁBAN *5. táblázat*

	1960 Tényleges helyzet	1965 Az eredeti program szerint	1965 A javasolt program szerint
Írező	99	130	100
Felvető	105	122	100
Vetülékcsévélő	97	132	100
Keresztcsévélő	99	115	100

Lehet, hogy érdemes az általunk előirányzott 16%-os üzembiztonsági kapacitástartalékon (ezt jelenti a 100%-os egyensúly) *felül* is némi többletet biztosítani.[6] Emellett az eredeti tervben előirányzott kapacitástöbblet egy részét indokolhatja e nagy gépek „oszthatatlansága" is. Mindig legalább egy egész gépet kell beállítani ott is, ahol mondjuk elég lenne egy gép kapacitásának háromnegyede is.

Ha azonban mindezt figyelembe vesszük is, az eredeti terv nyilvánvalóan „túlbiztosított". Ennek csökkentése indokoltnak látszik. Az aránytalanság megszüntetése jelentős beruházási összeget szabadít fel, amely ismét gépcserére, a géppark korszerűsítésére fordítható.

[5] Lásd a Függelék 3. §-át.

[6] Túlzottan nagy kapacitástartalék azonban nem indokolható üzembiztonsági megfontolások alapján. Üzemzavar elhárítása vagy a gépek nagyjavítása általában legfeljebb néhány napos munka, ennyi kiesést pedig fedezni lehet anyagtartalékból is.

VII.
FEJEZET

Rangsorolás és programozás

1. §. A SZOKÁSOS GAZDASÁGOSSÁGI SZÁMÍTÁSOK

Végezzük el az első összehasonlítást az eddigiekben leírt programozási eljárás és a szokásos gazdaságossági számítások között. Ez utóbbin a beruházások gazdaságossági számításainak 1960-ban általánosan alkalmazott metodikáját értem. Ezt részben hivatalos előírások szabályozták kötelező erővel,[1] részben pedig inkább a „szokásjog", a kialakult gyakorlat rögzítette.

A szokásos gazdaságossági számítások döntő részét az úgynevezett „beruházási program" alátámasztására végzik el. Ezt könyvemben „jóváhagyási dokumentum"-nak fogom nevezni.[2]

Az a célfüggvény, amelyet a IV. fejezetben leírtam, hasonló az Országos Tervhivatal által előírt alapvető beruházásgazdaságossági mutatószámhoz, a „G_n" mutatóhoz.[3] Egyelőre feltesszük tehát, hogy az *optimum-kritérium* tekintetében nincs különbség a programozási eljárás és a szokásos gazdaságossági számítások között. Vannak azonban egyéb eltérések is; fordítsuk most ezekre figyelmünket.

[1] Az érvényes előírásokról lásd a [113] „beruházási kódexet".
[2] Kénytelen vagyok az elterjedt „beruházási program" elnevezés helyett más kifejezést használni. A matematikai programozás irodalma ugyanis a *program* kifejezést más kategóriák megjelölésére foglalta le. (Lásd a program definícióját a II. fejezet 3. §-ában.)
[3] Lásd az OT utasítását, [112].

2. §. SZÉLESEBB ÉS SZERVEZETTEBB VÁLASZTÁSI LEHETŐSÉG

Az első lényeges eltérés az, hogy *a matematikai programozás szélesebb és szervezettebb választási lehetőséget biztosít a döntést hozó szerv számára.*

A jelenlegi gyakorlatban a jóváhagyási dokumentum előterjesztésekor nem dolgoznak ki alternatív javaslatokat. A választás lényegében leszűkül arra a kérdésre: igen vagy nem, jóváhagyjuk vagy elvessük az előterjesztett dokumentumot?[4]

A jelenségre még csak példát sem érdemes hozni, mert teljesen általános.[5] Maguk a hivatalos sémák, űrlapok, amelyek alapján a jóváhagyási dokumentumok készülnek, még csak helyet sem hagynak több alternatíva feltüntetésére. Ez a beruházások tervezésének, jóváhagyásának elfogadott, normális rendszere.

Igaz, a beruházási javaslatok előkészítésének korábbi stádiumában, még jóval a beruházási döntést kimondó jóváhagyási dokumentum beterjesztése előtt rendszerint szóbakerül többféle alternatíva, sőt, egyes előtanulmányoknak éppen az a hivatásuk, hogy több variánst vessenek össze.[6] Ezek az alternatívák azonban rendszerint „elvéreznek", még mielőtt a valóban mérvadó, a jóváhagyást kimondó tárgyalásokra sor kerülne. A kritikus pillanatban az előterjesztett javaslat többnyire versenytársak nélkül szerepel.

Ez az előzetes rostálás természetesen lehet egészséges is, amennyiben meggyőző számítások bizonyítják, hogy az elhagyott alternatívák *biztosan rosszabbak* az elfogadásra javasoltnál. Valóban kár a döntést hozó szervet olyan alternatívák tanulmányozásával terhelni, amelyeket biztosan nem érdemes megvalósítani.

Az esetek túlnyomó részében azonban nem erről van szó. Csupán egy javaslat került a döntést hozó szerv elé, noha az előtanulmányok éppen azt bizonyították, hogy ugyanannak a feladatnak a megoldására komolyan szóba jöhetnek más variánsok is. (Láttuk egy korábbi §-ban, milyen szigorú kritériumai vannak annak, hogy egy alternatívát teljes biztonsággal elvethessünk, mert dominálja egy másik, biztosan kedvezőbb alternatíva.)

Így pl. a pamutiparban jóváhagyták egy új szövöde építését. A tárgyaláson *nem* is szerepelt alternatív javaslatként olyan előterjesztés, hogy vajon az új szövöde által elérhető volumennövekedés nem biztosítható-e a régi szövödék rekonstrukciójával. Amint pedig

[4] Ezen nem változtat érdemben az sem, hogy részletkérdéseken vitatkoznak a programtárgyalásokon.

[5] Lásd erről *Lukács L.* [60] tanulmányát [40. old.].

[6] Lásd pl. *Sugár—Szabó* [91] és *Széll S.* [92] munkáit.

láttuk, végeredményben éppen ez a változat bizonyult kedvezőbbnek.

Az alternatívák fokozatos rostálása, az *időben egymást követő* szelekció nem pótolja több alternatíva *egyidejű* összemérését.

Tárgyilagosan meg kell mondani: pusztán az a kívánalom, hogy biztosítsák több alternatíva egyidejű összemérését, még nem igényel matematikai programozást. Ez megvalósítható enélkül is, s nézetem szerint, meg is kellene valósítani, függetlenül a matematikai módszerek elterjedésétől. *A matematikai programozás jelentősége az, hogy szervezett formát, keretet és együttal ösztönzést is ad nagy számú alternatíva szimultán összevetésére, együttes vizsgálatára.* A programozás lényegéhez tartozik az alternatívák közötti választás; enélkül egyszerűen értelmét veszti.

Természetesen — amint már rámutattam — matematikai programozás esetén is szükség van előzetes szelekcióra; már csak azért is, mert a lehetőségek száma mindig óriási, s a modell méretei korlátozottak. De az előzetes rostálás ellenére a matematikai programozás modellje számos alternatívát állít fel még a döntés pillanatában is.

Az eddigiekben a választás problémáját mindvégig mint kvalitatív választást tárgyaltuk: „Ezt tegyük-e vagy amazt?" Építsünk-e, vagy régi üzemben legyen rekonstrukció? Vetélőváltós vagy csévéváltós automatát szerezzünk-e be? — és így tovább.

Valójában itt kvantitatív problémák is felmerülnek. Milyen méretű, mekkora kapacitású új gyárat építsünk? Hány új gépet szerezzünk be?

Többnyire nem egyszerűen arról van szó, hogy az egyik tevékenységet megvalósítjuk, s a másikat nem; rendszerint együttesen hajtunk végre többfélét, s ezek különböző arányban kombinálhatók. Például nem úgy áll a kérdés, hogy *vagy* gépcsere, *vagy* építés, hanem gépcsere *is* és építés *is* —, de milyen arányban? Nem úgy áll a kérdés, hogy vagy a szövőgépeknél hajtunk végre gépcserét, vagy az előkészítő gépeknél, hanem mindkettőnél — de milyen arányban?

A különböző tevékenységek tehát sokféle módon kombinálhatók. Nem kell ismerni a kombinatorika szabályait, hogy belássuk: egy iparágban végrehajtható különböző beruházási tevékenységek lehetséges kombinációinak száma hihetetlenül nagy.

Azokban a ritka esetekben, amikor a szokásos gazdaságossági vizsgálatok végzésekor egyáltalán több alternatívát hasonlítanak össze, igyekeznek *néhány* kombinációt számba venni. Így például egy pamutszövőipari munkabizottság az általunk is vizsgált beruházási problémákkal kapcsolatban kidolgozott néhány variánst, s ezekkel kapcsolatban gazdaságossági számítást is végzett. Ennek eredményét mutatja be a 6. sz. táblázat.

PAMUTSZÖVŐIPARI BERUHÁZÁSI VARIÁNSOK

6. táblázat

Sorszám	A vállalat neve	Géptípus	Építési feladat	A megtérülési idő szerinti rangsor
1.	Békéscsabai Szövöde (tervezett új üzem)	Vetélőváltós automata	Új épület	*9.*
2.	Goldberger Textilművek	A géppark egyik része vetélőváltós automata, másik része gyorsított mechanikai gép	Régi épület	*5.*
3.	Goldberger Textilművek	A géppark egyik része vetélőváltós automata, másik része ráépített automata	Régi épület	*10.*
4.	Goldberger Textilművek	A géppark egyik része csóveváltós automata, másik része gyorsított mechanikai gép	Régi épület	*8.*
5.	Goldberger Textilművek	A géppark egyik része csóveváltós automata, másik része ráépített automata	Régi épület	*11.*
6.	Magyar Pamutipar Fonó- és Szövőgyár	Vetélőváltós automata	Régi épület	*1.*
7.	Magyar Pamutipar Fonó- és Szövőgyár	Csóveváltós automata	Régi épület	*3.*
8.	Soproni Pamutipar	Vetélőváltós automata	Régi épület	*7.*
9.	Soproni Pamutipar	Ráépített automata	Régi épület	*6.*
10.	Soproni Pamutipar	Más gyárakból leszerelt, használt mechanikai gép	Régi épület kibővítése	*2.*
11.	Szombathelyi Pamutipar	Vetélőváltós automata	Régi épület kibővítése	*4.*

A variánsok összeállítása igen nagy munka volt. Mégis, ez csupán töredéke a beruházási tevékenységek lehetséges kombinációinak. Miért ne lehetne pl. a Goldberger-gyár egész gépparkját kicserélni csak vetélőváltós, vagy csak csévevváltós automatákra? Miért ne lehetne a Magyar Pamutiparban is alkalmazni ráépített automatát? Miért ne lehetne Sopronban is csupán a géppark egy részét kicserélni, ahogy azt a Goldberger-variánsok tervezik?

Itt most eljutottunk a szokásos számítási módszer teljesítő képességének tényleges határához. *Megoldhatatlan feladat alkalmas matematikai eljárás nélkül kiválasztani a legjobbat az összes lehetséges kombináció közül, olyan döntési problémák esetén, amelyek aránylag sok alternatíva közötti választáskor merülnek fel.* Matematikai programozással viszont ez teljes mértékben megoldható.

Itt említem meg a matematikai programozás még egy gyakorlati előnyét: könnyen és magától értetődően érvényesíthető az „egyenlő esélyek" elve, vagyis az a törekvés, hogy *azonos feltevések alapján* mérjünk össze sok alternatívát. A pamutipari számítások során például azonos bértarifákkal, azonos áramdíjjal, azonos termékösszetétellel stb. számoltuk ki valamennyi alternatíva műszaki és költségjellemzőit. Ez persze ismét olyan elv, amelynek érvényesítése nem igényel matematikai programozást; tulajdonképpen a szokásos számítás keretében is biztosítható lenne. Gyakorlatilag azonban egymástól elszigetelten szokták készíteni az alternatív javaslatokat (ha egyáltalán készítenek ilyeneket), más-más feltevések, más-más kiinduló adatok alapján. Ezzel szemben a különböző alternatívák összefogása egyetlen modell keretei közé valósággal kényszerít az összehasonlíthatóság érvényesítésére, az egységes elvek szerinti számításra.

3. §. GAZDASÁGOSSÁG ÉS REALITÁS

Térjünk vissza a pamutszövőiparban készült beruházási variánsok példájára, amelyet a 6. sz. táblázatban ismertettem. A változatokat — többféle más sorolás mellett — a megtérülési idő szerint is rangsorolták. A rangsor igen kedvező helyére, a *2.* helyre került a táblázat *10.* variánsa, amely más, rekonstruált üzemben leszerelt régi gépek felállítását irányozza elő új épületben. A gépek beszerzési áraként kiselejtezési értékük szerepelt. (A feltevés jogos, hiszen csupán a kiselejtezésből származó bevételről mondunk le, amikor nem ócskavasként értékesítjük a régi gépet, hanem másutt felhasználjuk.) Így persze érthető, ha ez a nagyon olcsó beruházási tevékenység, amely egyúttal jelentős volumennövelést biztosít, a rangsor kedvező helyére kerül.

Önként adódik a gondolat: ha ez ilyen kedvező variáns, akkor érdemes lenne az ilyen tevékenységet jóval szélesebb körben megvalósítani. Csakhogy ehhez az szükséges, hogy előbb egy régi üzemben leszereljük a régi gépeket, s helyükbe újakat állítsunk, vagyis a régi szövödékben gépcserét hajtsunk végre, noha a gépcserevariánsok (egy kivételével) hátrább kerültek a rangsorban.

A két tevékenység közötti összefüggés tehát kikényszeríti olyan beruházások végrehajtását is, amelyeket a gazdaságossági rangsor kevésbé gazdaságosnak jelez.

Ezenkívül: ha minden használt gépet fel akarunk állítani, az igen sok építést igényelne. Ezt azonban korlátozhatja az építési keret.

Itt eljutottunk az egyik alapvető eltéréshez a szokásos számítási módszerek és a matematikai programozás között. A szokásos számítási módszerek, amennyiben több alternatívát hasonlítanak össze, ezeket valamely mutatószám szerint rangsorolják. Ez a r a n g s o r o l á s i e l j á r á s azonban *elszakad a szóban forgó alternatívák, beruházási tevékenységek gazdasági „miliő"-jétől, azoktól a külső körülményektől, amelyek között a tevékenység végbemehet. Ezzel szemben a programozás, a korlátozó feltételi rendszer révén eleve számba veszi ezeket a körülményeket.*

A tevékenységek puszta rangsorolása valamelyik gazdaságossági mutatószám alapján azt a benyomást keltheti a döntést hozókban, mintha a rangsor elején álló tevékenységeket *mindig* előnyben kellene részesíteni a hátullevőkkel szemben. A programozás keretében kapott optimális programban viszont olyan tevékenység is szerepelhet, amely az előbbi rangsorban hátul volt, mert ez szükséges valamely feltétel teljesüléséhez.

Sokszor halljuk a gazdasági életben: ez és ez a tevékenység nagyon gazdaságos lenne — de, sajnos nincs rá beruházási keret. Vagy: gazdaságos lenne beszerezni ezt az importgépet —, de, sajnos nincs rá deviza. Vagy: gazdaságos lenne a kapacitást bizonyos területeken kibővíteni — de, sajnos a feldolgozó üzemek anyagigénye más, kevésbé gazdaságos kapacitás bővítést tesz szükségessé. Ezekben a kijelentésekben a „gazdaságosság" fogalmának félreértése rejlik. Nincsenek „tértől és időtől függetlenül" gazdaságos tevékenységek. *Gazdaságos az, ami az adott körülmények között relatíve a legkedvezőbb.* Az előbb idézett kifakadásokban a „sajnos" szóval bevezetett mellékmondatok világítanak rá azokra a reális adottságokra, amelyektől nem szabad elszakadnia annak, aki ezt a relatív optimumot keresi.

Természetesen a gyakorlati életben keresztültör a realitás. Azt a beruházási javaslatot, amelynek megvalósításához nincs pénz, nincs deviza, végülis elvetik, bármilyen kedvező is a „G_n" mutatója, s

megfordítva: megvalósulnak olyan javaslatok, amelyekről pedig előre tudják, hogy a gazdaságossági mutatószám szempontjából nem különösen előnyösek. Megvalósulnak, mert „szükség van rájuk". A „G_n" mutató szerinti értékelés legtöbbször nem játszik elsődleges szerepet a beruházási erőforrások elosztásánál. A mutatót legfeljebb a kifejezetten hibás tevékenységek kiszelektálására használják fel; a javaslatot elvetik, ha a „G_n" mutató nagyon kedvezőtlen.

A gyakorlatban megkísérlik valamiképpen összeegyeztetni a rangsor által sugalmazott „gazdaságossági" szempontot és a reális adottságokat. Ez az egyeztetés ismételt tárgyalások, viták, az érdekeltek rá-, illetve lebeszélése útján megy végbe. Egy bonyolult és hosszadalmas folyamattal van dolgunk, amely végülis kialakítja — vagy talán találóbban: *kitapogatja* — a „gazdaságossági szempont" és a „reális adottságok" valamiféle elfogadható kompromisszumát.

A matematikai programozás lényege az, hogy *nem tapogatódzva, kerülő úton, hanem egyenesen a célratörve alakítja ki a „gazdaságossági szempont" és a „reális adottságok" leginkább elfogadható kompromisszumát.* Ez történik ugyanis akkor, amikor meghatározzuk az adott korlátozó feltételi rendszert („reális adottságok") teljesítő programok közül azt, amely a célfüggvényt („gazdaságossági szempont") optimalizálja. A gazdaságossági követelmény itt most már nem pusztán a legkedvezőtlenebb tevékenységek kirostálásában jut kifejezésre, hanem — a célfüggvény révén — valóban a választás fő kritériumává válik.

Nem állíthatjuk persze, hogy modellünk tükröz minden reális adottságot, hiszen — ha egyéb nem is — a számítástechnikai lehetőségek önmagukban is korlátozzák a modell méreteit. Annyi azonban gyakorlatilag megvalósítható, hogy a modell vegye figyelembe a legfontosabb, a választási lehetőségeket leginkább korlátozó adottságokat. Ha tehát modellünket helyesen szerkesztettük meg, akkor a beruházások matematikai módszere biztosítja optimális programunk *realitását*, legalábbis az alapvető adottságok tekintetében.

A programozási módszernek ezt a vonását más módon is jellemezhetjük. A szocialista gazdasági tervezésnek immár hagyományos eszköze a mérlegmódszer és a gazdaságossági számítás. A mérlegmódszer biztosítja a különböző gazdálkodási szférák, a források és a szükségletek közötti *arányosságot*, a gazdaságossági számítás pedig az *optimalizálásra* való törekvést fejezi ki. *A matematikai programozás ennek a két eszköznek, a mérlegmódszernek és a gazdaságossági számításnak az intézményes, szerves összekapcsolását jelenti.*[7]

[7] Később még visszatérünk a kérdésre: melyek azok a döntések, amelyek alátámasztása nem igényel különösebb matematikai programozási módszereket.

2. RÉSZ

A PROGRAMOZÁS KIBŐVÍTÉSE – MÁS MODELLTÍPUSOK

Az első részben megismerkedtünk a legegyszerűbb modelltípussal: a beruházások lineáris programozásával. A pamutszövőipari számítás céljaira ez a modelltípus megfelelt.

Más iparágakban, más döntési problémák megoldásához azonban esetleg más modellekre lehet szükség. Ezekben az esetekben is megtartjuk számításaink alapgondolatát: *programozási* modellt használunk fel, azaz adott korlátozó feltételek rendszerén belül keressük az alternatív tevékenységek legkedvezőbb kombinációját. Egyúttal azonban módosul a programozási modell sok fontos vonása (pl. lineáris helyett nem-lineáris célfüggvényt alkalmazunk, figyelembe vesszük a programozási szektoron kívül jelentkező hatásokat és így tovább).

Matematikai szempontból a könyv első része kizárólag a lineáris egyenlet- és egyenlőtlenségrendszerek problémakörén belül maradt. Most kilépünk ebből a körből. A nem-lineáris célfüggvények leírásához felhasználjuk a differenciálszámítás fogalmait; az időtényező szerepével kapcsolatban pedig a kamatos kamatszámítást vesszük igénybe. A közvetett hatások számbavételével kapcsolatban szükségünk

lesz az ágazati kapcsolatok mérlegére — ez a mátrix algebra egyik alkalmazási területe.

A könyv első része kizárólag a pamutszövőipari számítást ismertette. A továbbiakban — amellett, hogy erre a számításra nemegyszer visszatérünk — hivatkozom majd a műszálgyártási és az alumíniumipari programozásra is. E két modellnek a pamutszövőiparihoz hasonló részletes ismertetésétől eltekintek, csupán annyit mondok el róluk, amennyi a tárgyalás során felvetődő elvi és módszertani problémák kifejtéséhez szükséges.

VIII.
FEJEZET

A költségek minimalizálása – a hozadék maximalizálása

1. §. A KÉT FELADAT EKVIVALENCIÁJÁNAK ESETE

Az első részben leírt modell célfüggvénye a költségek minimalizálását írta elő. Felvetődik a kérdés: vajon nem célszerűbb-e ehelyett a nyereség maximalizálására törekedni? Egyáltalán eltér-e egymástól a kétféle feladat, a költségek minimalizálása és a nyereség maximalizálása?

Problémánk tisztázásához vegyük példaképpen a pamutszövőipari programozást. A modellt erősen leegyszerűsítjük; kizárólag a most vizsgált kérdés szempontjából lényeges elemeit írjuk le.

Négy korlátozó feltételt szabunk meg (a szokásos nem-negativitási feltételen kívül): a keskeny, széles és a vetüléktarkázó szövőgépek extern kibocsátási kötelezettségét és a beruházási keretet.

A keskeny gépekre vonatkozó feltétel a következő:

$$\sum_j a_{1,j} x_j = b_1 \qquad (j = 1, 3, 5, 6, \ldots, 12), \tag{VIII. 1}$$

ahol:

$a_{1,j}$ = a j-edik tevékenység egy egységének (gyakorlatilag egy keskeny szövőgépnek) évi kibocsátása keskeny szövetekből;

b_1 = a keskeny szövetekre vonatkozó 1965. évi kibocsátási kötelezettség.

Analóg ezzel a széles gépekre vonatkozó korlátozó feltétel:

(VIII. 2) $$\sum_j a_{2,j}x_j = b_2 \qquad (j = 13, 15, 16),$$

valamint a vetüléktarkázó gépekre vonatkozó feltétel:

(VIII. 3) $$\sum_j a_{3,j}x_j = b_3 \qquad (j = 17, 19, 20, 21, 22).$$

A következő feltétel a beruházási erőforrások igénybevételét korlátozza:

(VIII. 4) $$\sum_j a_{4,j}x_j \leqq b_4,$$

ahol:

$a_{4,j}$ = a j-edik tevékenység egy egységére eső beruházásigény;

b_4 = a beruházási keret.

A célfüggvény a költségek minimalizálását írja elő:

(VIII. 5) $$C(\mathbf{x}) \sum_j c_j x_j = \min!$$

A (VIII. 1) — (VIII. 4) korlátozó feltételi rendszerben előírtuk a termelés, az extern kibocsátás *cikk szerinti összetételét*. Azt a programot tekintjük optimálisnak, amely ezt a konkréten előírt terméktömeget a legkisebb költségekkel teremti elő.

Szerkesszünk most egy más típusú célfüggvényt.

Bevezetjük a következő jelöléseket:

$q^{(1)}$ = egymillió vetésnyi keskeny szövet eladási egységára;[1]

$q^{(2)}$ = egymillió vetésnyi széles szövet eladási egységára;

$q^{(3)}$ = egymillió vetésnyi vetüléktarkázott szövet eladási egységára.

Ezekután könnyen megállapítható a j-edik tevékenység egy egységére jutó egységhozadék (p_j). Az egységhozadék az egységár és az egységköltség különbsége.

Az egységhozadék a keskeny szöveteknél:

(VIII. 6) $$p_j = q^{(1)} - c_j \qquad (j = 1, 3, 5, 6, \ldots, 12).$$

Analóg ezzel az egységhozadék definíciója a széles és a vetüléktarkázott szöveteknél:[2]

[1] Minthogy ismerjük a három cikkcsoport feltételezett cikk szerinti összetételét, s átlagos minőségi-műszaki jellemzőit (lásd: Függelék 2. §), megállapítható az adott összetétel szerinti átlagos ár.

[2] Az egyszerűség kedvéért itt most elhanyagoljuk a leszerelési tevékenységeket.

(VIII. 7/a) $p_j = q^{(2)} - c_j \qquad (j = 13, 15, 16).$

(VIII. 7/b) $p_j = q^{(3)} - c_j \qquad (j = 17, 19, 20, 21, 22).$

Az előkészítő gépekkel kapcsolatos tevékenységeknél nincs bevétel, csak költség, ezért ezeknek a tevékenységeknek az egységhozadéka a következőképpen definiálható:

(VIII. 8) $p_j = -c_j \qquad (j = 23, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 33, 35, 36, 38, 40, 41, 42, 43).$

Az eddigiekben azért használtam a nyereség szó helyett mindenütt a szokatlanabb h o z a d é k kifejezést, nehogy ezt a kategóriát összetévesszük a vállalatok által a költségvetésbe befizetett szokásos nyereséggel. Gondoljunk csak arra, hogy a költségek kiszámításakor kalkulatív, csupán „szimbolikus" jellegű kategóriákat is alkalmaztunk (pl. kamatlábat); nem az összes költséget, hanem csupán az akcióköltségeket vettük figyelembe stb. Így a bevétel és a költség közötti különbség sem azonos a reális „mindennapi" nyereséggel. Hozadékon tehát itt és a továbbiakban is bizonyos speciális — csupán a gazdaságossági számításban létező — kalkulatív nyereséget értek.

A hozadék fogalmának tisztázása után térjünk vissza modellünkhöz. Megtartjuk a (VIII. 1) — (VIII. 4) korlátozó feltételrendszert, de a (VIII. 5) célfüggvény helyett most a következőket írjuk elő:

(VIII. 9) $$P(\mathbf{x}) = \sum_j p_j x_j = \text{maximum!}$$

ahol P a programozási szektor összes hozadéka.

Könnyen felismerhetjük, hogy az ily módon kapott optimális program semmiben sem különbözhet attól, amihez akkor jutnánk, ha az eredeti (VIII. 5) költségminimalizálási célfüggvény szerint programoznánk. Gondoljunk arra, hogy a bevételeket megköti a kibocsátási kötelezettség. Az összes bevétel (Q) a következő:

(VIII. 10) $$Q = q^{(1)}b_1 + q^{(2)}b_2 + q^{(3)}b_3.$$

Eszerint a (VIII. 9) hozadékmaximalizálási célfüggvényt felírhatjuk ebben a formában is:

(VIII. 11) $$P(\mathbf{x}) = q^{(1)}b_1 + q^{(2)}b_2 + q^{(3)}b_3 - \sum_j c_j x_j = Q - C(\mathbf{x}).$$

A Σ jel előtt szereplő három tag konstans. Ezek tehát nem függnek a programtól, csupán az összegezett rész függ ettől. Ez pedig nem más,

mint az összes költség, vagyis az eredeti (VIII. 5) célfüggvény (most azonban negatív előjellel). Az összes hozadékot *kizárólag* azzal növelhetjük, hogy a költségeket csökkentjük.

Mivel a három konstans tag nem függ a programtól, *az optimális programra semmilyen befolyását nem gyakorol* $q^{(1)}$, $q^{(2)}$ *és* $q^{(3)}$, *vagyis az egységárak nagysága.*

Most már leszűrhetjük az elmondottak általános tanulságát: *a költségminimalizálási és a hozadékmaximalizálási feladat akkor ekvivalens a beruházás-programozási modellben, ha a modell szerkezete rögzíti a termelés cikk szerinti összetételét.*[3]

2. §. A KÉT FELADAT ELTÉRÉSÉNEK ESETE

Mi a helyzet azonban akkor, ha a termelés cikk szerinti összetétele nincs lerögzítve?

Tegyük fel, a pamutszövőipari modellt úgy módosítjuk, hogy csupán egyetlen követelményt állítunk fel: az iparágnak teljesítenie kell az össz-szövettermelés tervét. Nem kötjük meg tehát előre, mi legyen a szövettermelés megoszlása a keskeny, széles és vetüléktarkázott szövet között. Eszerint a (VIII. 1) — (VIII. 3) feltétel helyébe a következő lép:

(VIII. 12) $$\sum_j a_j x_j = B,$$

ahol a_j a j-edik tevékenység évi szövettermelése (közelebbi meghatározás nélkül). Ez a szövőgép-tevékenységeknél pozitív, a többinél nulla. A jobboldalon szereplő B konstans az össz-szövetkibocsátási kötelezettség.

Ilyen körülmények között a költségminimalizálási és a hozadékmaximalizálási feladat már *nem* ekvivalens.

Tegyük fel a következőket:

Az 1 millió vetésnyi szövet előállításához szükséges költség sorrendje a következő: legalacsonyabb a keskeny szövetnél, közepes a vetüléktarkázott szövetnél, legmagasabb a széles szövetnél. Az 1 millió vetésre jutó hozadék viszont a széles szöveteknél a legnagyobb.

Ha mármost a feladat a költségek minimalizálása, vagyis a (VIII. 5) célfüggvény van érvényben, akkor az optimális programban

[3] Jelen esetben közömbös, hogy milyen *mértékegységben* írjuk elő a cikk szerinti összetételt. Korábbi feltevéseink értelmében pontosan ismertek az egyes cikkcsoportok műszaki jellemzői (vetéssűrűség, átlagszélesség stb.). Ezért *ugyanaz* a terméktömeg jellemezhető vetésszámmal, m^2-rel vagy — adott átlagáron számolva — forinttal is.

kizárólag keskenyszövőgép-tevékenységek szerepelnek majd (természetesen a szükséges előkészítő tevékenységekkel együtt). A programból teljesen kimarad a széles és a vetüléktarkázott áruk gyártása. Ha viszont a feladat a hozadék maximalizálása, akkor csak a szélesszövőgép-tevékenységek és előkészítők kerülnek az optimális programba, míg a másik két csoport marad ki.

Az előbbi §-ban az ekvivalencia mellett bizonyított a (VIII. 11) képlet, amelyben az összes árbevétel, azaz a Σ jel előtti három tag konstans volt. Ez a képlet azonban most, a korlátozó feltételi rendszer módosítása nyomán elvesztette érvényét, hiszen már nem ismeretes előttünk b_1, b_2 és b_3, vagyis a három cikkcsoport egymástól független, konstans kibocsátási kötelezettsége. Most tehát már nemcsak az összes költség, hanem az összes árbevétel is a program függvénye:

(VIII. 13) $$P(\mathbf{x}) = \sum_j q_j x_j - \sum_j c_j x_j = \max!$$

ahol q_j a j-edik tevékenység egy egysége által előállított évi termelés árbevétele. (Ez a szövettermelést előirányzó tevékenységeknél pozitív, a többinél nulla.)

Látjuk tehát, hogy a költségminimalizálási és a hozadékmaximalizálási modell nem egyszerűen az *előjelben* különbözik. Ha csak nem a kétféle feladattípusnak az 1. §-ban körvonalazott szigorú ekvivalenciájával állunk szemben, a két modell között érdemleges *közgazdasági* eltérés van.

3. §. AZ ELADÁSI ÁRAK PROBLÉMÁJA

A (VIII. 13) képlet rávilágít a kérdés magvára: *ha a termelés cikkösszetétele nincs eleve rögzítve, akkor — hozadékmaximalizálási feladat esetén — döntő szerephez jutnak az eladásiár-arányok.* Világos, hogy az optimális programra messzemenően kihat a keskeny, a széles és a vetüléktarkázott szövetek eladási árának aránya.

Programozási modelleinkben az eladási árak két fő fajtájával van dolgunk, aszerint, hogy hol, kinek adjuk el a szóban forgó termékeket: *A)* külkereskedelmi értékesítés esetén exportárat, *B)* hazai értékesítés esetén belföldi árat kapunk az értékesített termékért.

A) Export esetén az eladási ár számbavételekor sokféle nehézség merül fel. Mindezekről a könyv későbbi fejezeteiben még szó lesz. Van azonban egy könnyebbség is: *az exportár a magyar népgazdaság számára jórészt kívülről meghatározott adottság.* Rendszerint kevéssé függ tőlünk az exportár, sokkal inkább a világpiacon kialakult hely-

zettől. Bármilyen tényezők hatására alakul is azonban ki, bármilyen közgazdasági folyamatok tükröződjenek is nagyságában, *a magyar népgazdaság szempontjából az exportár közgazdasági tartalma világos és egyértelmű: ez a magyar népgazdaság devizális bevétele, amelyet módjában van importra fordítani.*

B) Más a helyzet a hazai értékesítésért kapott belföldi árral. Ennek nagysága pontosan ismert. Az árrendezések alkalmával bekövetkező kivételes változásoktól eltekintve a hazai ár az időben állandónak tekinthető. Itt nem az ár ismerete okoz nehézséget, hanem közgazdasági tartalma.

Az illetékes gazdasági intézmények (árhatóság stb.) döntik el az ár nagyságát. Nem ennek a tanulmánynak a feladata elemezni, milyen közgazdasági elvek alapján kell az árhatóságnak eldöntenie, hogy az egyik termék ára nagyobb, a másiké kisebb mértékben térjen el az önköltségtől. Emellett közismert, hogy — bármelyik ármegállapítási elvet fogadja is el az árhatóság — az áraknak a költségektől való eltérésében szerepet játszanak nem-tervezett, véletlen tényezők is. Ezek a kérdések a hazai közgazdaságtudomány és az ármegállapítási gyakorlat leginkább vitatott problémái közé tartoznak; az elméleti közgazdászok és a gyakorlati árszakértők körében egyaránt megoszlanak a vélemények.[4]

4. §. A MODELLTÍPUS MEGVÁLASZTÁSÁNAK GYAKORLATI SZEMPONTJAI

A költségminimalizálási vagy hozadékmaximalizálási modell közötti választás elvezetett az árproblémához, s erről kénytelenek vagyunk megállapítani, hogy közgazdaságilag nem tekinthető kellőképpen tisztázottnak. Ezért nem vállalkozhatom arra, hogy elméletileg megnyugtató feleletet adjak a költségminimalizálási vagy hozadékmaximalizálási modelltípus közötti választás kérdésére. Mivel azonban a programozásokkal nem várhatunk az elméleti kérdések teljes tisztázásáig, néhány gyakorlati javaslatot ismertetek arra, hogy végülis milyen modelltípust érdemes szerkesztenünk.

1. *Azokban az esetekben, amikor elég megbízható támpontjaink vannak a termékkibocsátás népgazdaságilag indokolt, kívánatos összetételére, előnyben kell részesíteni a költségminimalizálási modelltípust.*

Ezt tettük pl. a pamutszövőipari modellben.

Ez még akkor is célszerű, ha a termékkibocsátás kívánatos összetételében nem vagyunk teljesen biztosak. Ilyenkor — amint azt majd

[4] A kérdés vitájáról lásd *Csikós Nagy* [19] könyvét.

egy későbbi fejezetben tisztázzuk — mód van arra, hogy a kibocsátási előírás többféle lehetséges összetételét feltételezzük.

2. *Azokban az esetekben, amikor az értékesítés fő iránya, vagy legalábbis a hazai felhasználással egyenrangúan fontos iránya az export, alkalmazhatunk hozadékmaximalizálási modellt. Ez esetben azonban eladási árként az exportárat kell számítanunk.*

Ezt tettük pl. a műszálgyártási vizsgálat egyik modelljében. Ilyen modell esetében közgazdaságilag indokolható, hogy a hazai értékesítésből eredő bevételt is — kalkulatíve — exportáron számoljuk el. Kiindulhatunk ugyanis az „elmulasztott lehetőség elvéből": minden tonna műszál hazai felhasználása *lemondás* ugyanannak a tonna műszálnak az exportjáról.[5]

3. *Azokban az esetekben, amikor a beruházás célja import pótlása, ugyancsak alkalmazhatunk hozadékmaximalizálási modellt.* Ilyenkor a hazai értékesítésből eredő bevétel egyenlő az importmegtakarítással. Gyakorlatilag: eladási árként az *importárat* kell felszámítanunk.[6]

A 2—3. pontokkal kapcsolatban megjegyzem, hogy a külkereskedelmi árak alkalmazása beruházásgazdaságossági számításokban általános gyakorlat nálunk. Így például a „G_n" mutató kiszámításakor a termelés bevételeit a szokásos világpiaci áron kell elszámolni.

5. §. A KÖLTSÉGMINIMALIZÁLÁS ÉS A HOZADÉKMAXIMALIZÁLÁS ÖSSZEKAPCSOLÁSA

Egyes esetekben lehetséges az előbbiekben ismertetett eljárásbeli változatok közül az 1. és 2. pontban leírt eljárások összekapcsolása. Ezt tettük pl. az alumíniumipari programozás esetében. Igen erősen leegyszerűsítve és összevontan vázolom az alkalmazott modellt.[7]

[5] Ez megfelel annak, amit az angolszász szakirodalom „opportunity cost"-nak nevez.

[6] Az MTA Számítástechnikai Központja lineáris programozási modellt dolgozott ki a *papíripar rövidlejáratú termelési tervének* meghatározására. (Lásd erről *Aczél I.* [1] cikkét.) Ez volt az első iparági programozási modell a magyar szakirodalomban. Itt egyik célfüggvénytípusként az iparág *devizaegyenlegének* maximalizálását javasolták, minthogy a hazai ráfordítások — adott kapacitás mellett — megközelítően fixek. Ez helytálló rövidlejáratú tervezés esetén. Hosszúlejáratra azonban ezen a területen sem lennének fixek a hazai ráfordítások.

[7] A modell jóval több — összesen 37 — változót tartalmazott (egy-egy vertikum bővítésének több alternatíváját, az export és import több relációját, kooperációs lehetőségeket stb.). A korlátozó feltételek közül is csak azokat írom le, amelyek a jelenleg vizsgált probléma szempontjából lényegesek.

A modell változói:

1. Bauxittermelés.
2. Bauxitexport.
3. Bauxitimport.
4. Timföldtermelés.
5. Timföldexport.
6. Timföldimport.
7. Alumíniumtermelés.
8. Alumíniumexport.
9. Alumíniumimport.
10. Alumíniumfélgyártmány-termelés.
11. Alumíniumfélgyártmány-export.
12. Alumíniumfélgyártmány-import.

A korlátozó feltételi rendszerben szereplő termékmérlegek:

1. Bauxitmérleg

(VIII. 14) $$x_1 + x_3 = x_2 + a_1 x_4 + b_1 ,$$

ahol:

a_1 = az 1 tonna timföld gyártásához szükséges bauxit mennyisége;

b_1 = a melléktermékgyártáshoz szükséges bauxit mennyisége.

2. Timföldmérleg

(VIII. 15) $$x_4 + x_6 = x_5 + a_2 x_7 + b_2 ,$$

ahol:

a_2 = az 1 tonna alumíniumtömb gyártásához szükséges timföld mennyisége;

b_2 = a melléktermékgyártáshoz szükséges timföld mennyisége.

3. Alumíniummérleg

(VIII. 16) $$x_7 + x_9 = x_8 + a_3 x_{10} + b_3 ,$$

ahol:

a_3 = az 1 tonna alumínium-félgyártmány gyártásához szükséges alumíniumtömb mennyisége;

b_3 = a félgyártmánytermelésen kívüli igényekhez (pl. öntvényekhez) szükséges alumíniumtömb mennyisége.

4. Alumínium-félgyártmánymérleg

(VIII. 17) $$x_{10} + x_{12} = x_{11} + b_4 ,$$

ahol:

b_4 = a hazai félgyártmányszükséglet.

A célfüggvényben a következő kategóriák szerepelnek:

q_j = az export egységár. Ez csupán a 2., 5., 8. és 11. változóknál pozitív, a többinél nulla. Eredetileg külföldi pénznemben merül fel, s devizaárfolyam segítségével számítjuk át forintra.

c_j = hazai termelési egységköltség. Ez csupán a hazai termelési tevékenységeknél (1., 4., 7., 10.) pozitív, a többinél nulla.

$\tilde{c}_j$ = az import egységár. Ez az import tevékenységeknél (3., 6., 9. és 12.) pozitív, a többinél nulla. Ez is — az export egységárhoz hasonlóan —, eredetileg külföldi pénznemben merül fel, s devizaárfolyam segítségével számítjuk át forintra.

Ezekután felírhatjuk a célfüggvényt:

(VIII. 18) $$C(\mathbf{x}) = \sum_{j=1}^{n} c_j x_j + \sum_{j=1}^{n} \tilde{c}_j x_j - \sum_{j=1}^{n} q_j x_j = \min!$$

vagy ami ezzel ekvivalens:

(VIII. 19) $$P(\mathbf{x}) = \sum_{j=1}^{n} q_j x_j - \sum_{j=1}^{n} c_j x_j - \sum_{j=1}^{n} \tilde{c}_j x_j = \max!$$

Arra törekszünk tehát, hogy az exportbevétel és a költségek (hazai termelési költségek + importköltségek) különbsége legyen maximális.

A (b_1, b_2, b_3, b_4) konstansok együttese jelenti a programozási szektoron kívül felmerülő hazai szükségletet. A termékmérlegek ezenkívül szabályozzák a programozási szektoron *belül* jelentkező hazai szükségletet is (a timföldgyártás bauxitszükségletét stb.). Minthogy a hazai értékesítésre kerülő termelést naturális formában írtuk elő, felesleges a bevételt forintban is számolni, elegendő csupán arra ösztönözni a célfüggvényen keresztül, hogy ezt a hazai szükségletet (valamint az exportra menő termelést) minimális költséggel állítsák elő.

A modell ilyen felépítésével *nem kellett a hazai eladási árrendszert alkalmaznunk az alumíniumipari termékek hazai értékesítésénél.* Ugyanakkor az exportárakat is csak a ténylegesen exportra kerülő termékekkel kapcsolatban alkalmazzuk.

IX.

FEJEZET

Költségprogresszió és degresszió – Konvex és konkáv programozás

1. §. A LINEARITÁSI FELTEVÉS

A könyv első részében megismerkedtünk egy *lineáris* programozási modellel. Jellegzetességei a következők:

1. A feladat változói (x_j) *folytonos* változók, azaz felvehetnek bármilyen tetszőleges (nem negatív) értéket. Ez közgazdaságilag azt jelenti, hogy feltételezzük a modellben vizsgált tevékenységek tökéletes o s z t h a t ó s á g á t.

2. Valamennyi korlátozó feltétel lineáris függvény. Ez közgazdaságilag azt jelenti, hogy a tevékenységhez szükséges ráfordítás, illetve a tevékenység által nyújtott teljesítmény szigorúan arányos a tevékenység terjedelmével. Más szóval: a tevékenység egy egységére eső, a korlátozó feltételben számba vett ráfordítás, illetve teljesítmény konstans.

3. A célfüggvény ugyancsak lineáris függvény. Ez közgazdaságilag azt jelenti, hogy a tevékenységhez szükséges költség (illetve hozadékmaximalizálás esetén a tevékenység által szolgáltatott hozadék) arányos a tevékenység terjedelmével.

A modellszerkesztés egyik nehéz kérdése: mikor célszerű, s mikor jogosult *lineáris* programozási modellt alkalmazni? A mérleg egyik oldala: a lineáris modell kezelhető a legegyszerűbben, ami pedig nagytömegű számítások esetén igen fontos. (Gondoljunk csak az V. fejezet 2. §-ában ismertetett számítástechnikai korlátokra.) A mérleg másik oldala: a linearitás feltevése gyakran a valóság egyszerűsítését

jelenti. Vegyük sorra ebből a szempontból a lineáris modell fenti három jellegzetességét.

A gazdasági tevékenységek a valóságban gyakran nem oszthatók tökéletesen, sokszor elkerülhetetlen az ugrás, a tevékenység szakaszos, lépcsőzetes növelése. Csakhogy nagyon eltérő a hiba nagysága, amit a teljes oszthatóság egyszerűsítő feltevésével elkövetünk. Így pl. a pamutipari modellben a tevékenységek mértéke: hány gépet érint. Lehet, hogy az optimális program szerint 1024,5 gépet kell beszerezni. Nyilván nem vehetünk egy fél gépet — az optimális programtól tehát el kell térni. A számot 1025-re kerekítve azonban csak kis hibát követünk el, hiszen amúgy is sok száz gépről van szó. Pontatlanabbak lennénk, ha történetesen a villamosenergia-iparban végeznénk hasonló számítást, ahol egy-egy gépegység teljesítménye, beruházási költsége egymagában is igen nagy, ahol tehát nem vehetjük olyan könnyen a kerekítés okozta hibát. Mégis elmondhatjuk, hogy az oszthatósággal járó problémák — kisebb engedmények árán — rendszerint gyakorlatilag megoldhatók.

Lehetnek egyes speciális feladatok, amelyeknél egyszerűsítésként sem fogadható el az oszthatóság feltételezése. A szakirodalom ismer úgynevezett *diszkrét* programozási eljárásokat, amelyek módot adnak nem-folytonos szakaszos változók kezelésére, programozási modellekben. A diszkrét programozási eljárások gyakorlati alkalmazása azonban — különösen nagy méretű gazdasági számítások céljaira — még nem ismeretes. Felhasználásuk esetén még matematikai és számítástechnikai kutatásokat kellene végezni, a feladat gyakorlati megoldása érdekében. Mindenesetre a mi vizsgálatainkban erre nem volt szükség, megelégedhettünk a szokásos folytonos változójú modellekkel. Ennek megfelelően könyvemben kizárólag ilyen modelleket tárgyalok.

A lineáris függvény formájában megadott feltételek egyes esetekben pontosan tükrözik a valóságot. Így például a pamutipari modell 15—24. feltételei a régi géppark elosztását szabályozzák. Az a követelmény, hogy a továbbműködtetésre, korszerűsítésre és leszerelésre kijelölt régi írezőgépek száma együttesen egyezzék meg az adott régi írezőgépállománnyal, nyilván kifejezhető lineáris egyenlettel.

Más esetekben a lineáris függvény, ha nem is tükrözi tökéletesen a valóságot, de igen közel áll hozzá. Így például adott szövőgéptípusnál a helyigény jóformán teljesen arányos a gépek számával. (Bár egy régi épületben végrehajtott gépecsere esetén némi módosítást okozhat a közfalak, oszlopok adott elrendezése.)

Végül vannak olyan összefüggések is, amelyek reprezentálása lineáris korlátozó feltétellel nagyobb mértékű egyszerűsítést jelent a valósághoz képest. Például a műszálgyártási modellben a tevékenység

egységére jutó beruházásigény jelentős mértékben változik attól függően, hogy kis, közepes vagy nagy üzemet létesítünk-e.

A szakirodalomban találhatók programozási eljárások arra az esetre, ha a korlátozó feltételek vagy egy részük nem-lineáris függvény.[1] E módszerek gyakorlati alkalmazása azonban — különösen nagyarányú gazdasági számításokhoz — nem ismeretes. Ezért vizsgálatainkban sem használtuk ezeket, hanem kizárólag olyan modellekkel dolgoztunk, amelyekben valamennyi korlátozó feltétel lineáris függvény. Könyvemben is kizárólag ilyen modelltípusokról lesz szó. Mindenesetre hasznos lenne, ha a további kutatások során kipróbálásra kerülnének nem-lineáris feltételi rendszerű programozási modellek is.

Az elmondottakból azonban nem következik, hogy egyszerűen számításon kívül hagyjuk a tevékenységek és a ráfordítások (illetve teljesítmények) közötti nem-lineáris összefüggéseket. Egyrészt egyes nem-lineáris összefüggéseket a modell megfelelő szerkezeti átalakítása révén vehetünk figyelembe (ezt tárgyaljuk a 2. §-ban), másrészt az összefüggések nem-lineáris jellegének elhanyagolását a feltételi rendszerben bizonyos fokig ellensúlyozhatja ugyanennek számításbavétele a célfüggvényben. Ez átvezet a következő ponthoz, a célfüggvénytípus kérdéséhez.

Indokolt esetekben alkalmazhatunk nem-lineáris célfüggvénytípusokat is. Számos eljárás ismert nem-lineáris célfüggvényű (bár ugyanakkor lineáris feltételi rendszerű) programozási feladatok megoldására. Vizsgálataink keretében mi is dolgoztunk ki ilyen modelleket. A továbbiakban ezekről lesz részletesen szó.

Végeredményben a modellt alkotó közgazdásznak tárgyilagosan számba kell vennie a mérleg mindkét oldalát: mind a számítások megkönnyítését, mind az egyszerűsítéssel járó pontatlanságot a linearitási feltevés alkalmazásának következtében. Nem érdemes lineáris modell helyett mást alkalmazni, ha az egyszerűsítés nem túl nagy, de ilyenkor is kötelességünk felhívni a gyakorlati eredményeket hasznosító gazdasági vezetők figyelmét a számítás korlátaira, a linearitási feltevés okozta pontatlanságokra.

2. §. KÖLTSÉGPROGRESSZIÓ

Ha a tevékenység egységére jutó költség, az egységköltség a tevékenység terjedelmének függvényében nő, költségprogresszióval van dolgunk. *Költségprogresszió olyankor lép fel, ha egy aránylag kedvezően használható erőforrás csupán korlátozott mennyi-*

[1] Lásd pl. *Karlin* [35] könyvét.

ségben áll rendelkezésre. Ez esetben — bizonyos határon felül — más, kevésbé kedvező erőforrásokat, vagy erőforráskombinációkat kell igénybe venni a tevékenység terjedelmének további növeléséhez.

Ez a helyzet pl. a pamutszövőiparban az építéssel kapcsolatban. Tekintsük most az építést, az üzemterület bővítését *egy* tevékenységnek. A jelenlegi üzemterület bővítésére törekedve, a következő lehetőségekhez jutunk:

1. Némi átrendezéssel és kiegészítő épületek létesítésével kibővítjük a meglevő régi szövödék területét. Ez aránylag elég olcsó, de lehetőségei korlátozottak. A bővítési lehetőségek kimerülése után következő megoldás:

2. Valamelyik működő horizontális fonodához építünk hozzá egy új szövödét. Ez lényegesen drágább az előbbinél, s lehetőségei ugyancsak korlátozottak, hiszen csupán néhány horizontális fonodánk van; a többi már eddig is szövödékkel épült össze. Ezért, ha ez a lehetőség is kimerült, márcsak a következőt tehetjük:

3. Új szövödét (vagy egy új szövőkombináton belül új szövőüzemet) építünk. Ez a legköltségesebb megoldás, viszont lehetőségei korlátlanok.[2]

Jelen esetben az építési költség progresszíven nő; ha nagyobb üzemterületet kívánunk létesíteni, nagyobb lesz egy négyzetméter építési költsége is.

A másik példát az alumíniumipar köréből hozom fel. Tekintsük most a timföldgyártó kapacitás bővítését egy tevékenységnek, s vizsgáljuk meg, hogy hogyan alakulnak a kapacitásegység megteremtéséhez szükséges beruházási költségek a kapacitás függvényében:

1. A termelés bővítésének legolcsóbb módja a termelés szűk keresztmetszeteinek feloldása a jelenlegi üzemekben, a vertikális arányosság biztosítása kisebb, kiegészítő berendezésekkel. Ezzel jelentős többletkapacitás létesíthető.

2. Némileg drágább megoldás a meglevő üzemek bővítése. Ezzel további kapacitás nyerhető. Itt a fajlagos beruházási költség több mint másfélszerese az *1.* alatti bővítésnek.

3. A legköltségesebb módszer: új üzem építése. Ez esetben a fajlagos beruházási költség két és félszerese az *1.* alatti bővítés költségeinek, viszont a bővítésnek (műszakilag) nincs felső határa.

[2] Lásd a Függelék 5. §-át. — Noha a költségprogresszió — mint látni fogjuk — nem okoz módszertani nehézséget, a pamutszövőipari számítás keretében nem tagolhattuk olyan mélyen az építés, az üzembővítés fokozatait, mint a fenti leírásban. Az erősebb összevonást, s ezzel a költségprogresszió némileg elnagyolt kezelését a modell méreteinek számítástechnikai korlátai kényszerítették ránk.

Mindkét esetben — általában: költségprogresszió, vagyis a kapacitásegységre jutó költség monoton növekedése esetén – úgynevezett *konvex* költségfüggvénnyel van dolgunk. Ilyenkor nem-lineáris függvényt kell alkalmazni célfüggvényként, valamint egyes korlátozó feltételek kifejezésére, például a beruházási ráfordítások, az építés stb. korlátozására.

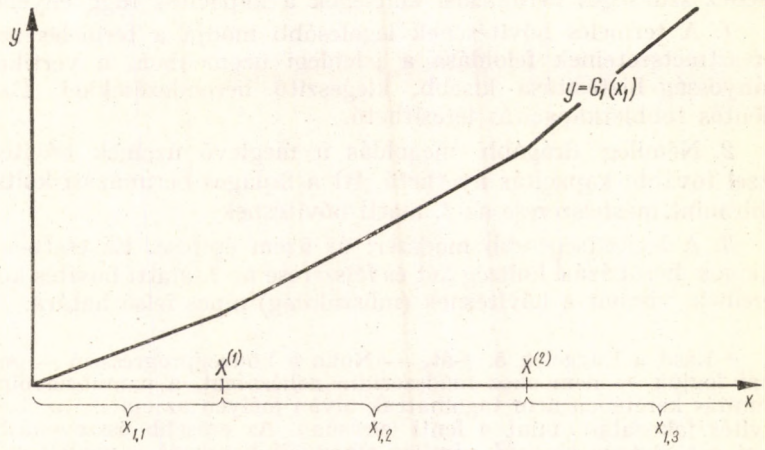
A *nem-lineáris* programozási feladat megoldása költségprogresszió esetén nem okoz nagyobb nehézséget, mert az — egy technikai fogás segítségével — visszavezethető egy megfelelő *lineáris* programozási feladatra. Az új, lineáris feladat megoldásaképpen kapott optimális programnak megfelel az eredeti, nem-lineáris feladat egy optimális programja.

A „linearizálás" technikai fogását az előbbi timföldgyártási példán mutatom be.

Tegyük fel, hogy a timföldgyártás bővítése az eredeti, nem-lineáris feladat 1. változója. Az 1. tevékenységnek a célfüggvényben figyelembe vett költsége (C_1) a tevékenység terjedelmének függvénye:

(IX. 1) $$C_1 = C_1(x_1).$$

Hasonlóképpen egyes korlátozott ráfordítások nagysága (pl. a beruházás, az építés stb.) is az 1. tevékenység terjedelmének nemlineáris függvényei. Az 1. tevékenység beruházási költségfüggvényét — amelyet most $G_1(x_1)$-gyel jelölünk — a 2. sz. ábrán mutatjuk be.



2. ábra. Konvex beruházási költségfüggvény

A teendő mármost az, hogy a nem-lineáris modell 1. tevékenységét több *résztevékenységre* bontsuk, s az új, lineáris modellben már ezeket szerepeltetjük külön-külön változóként. Ezek terjedelmét $x_{1,1}$-gyel, $x_{1,2}$-vel, $x_{1,3}$-mal stb. jelöljük. A timföldgyári esetben elegendő három lépcsőfok:

1,1. tevékenység: timföldtermelés azon a kapacitástöbbleten, amely a szűk keresztmetszet feloldása révén keletkezik.

1,2. tevékenység: timföldtermelés azon a kapacitástöbbleten, amely a meglevő üzemek bővítése révén keletkezik.

1,3. tevékenység: timföldtermelés új üzemben.

(IX. 2) $$x_1 = x_{1,1} + x_{1,2} + x_{1,3},$$

azaz az eredeti (nem lineáris) feladat 1. változójának terjedelme egyenlő az átszerkesztett (lineáris) feladat 1,1., 1,2. és 1,3. változója értékének összegével.

Ki kell még mondani két korlátozó feltételt:

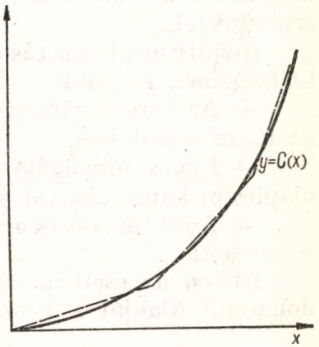
(IX. 3) $$x_{1,1} \leqq X^{(1)},$$

ahol $X^{(1)}$ = a szűk keresztmetszet feloldásával nyerhető kapacitástöbblet felső határa.

(IX. 4) $$x_{1,2} \leqq X^{(2)} - X^{(1)},$$

ahol $X^{(2)}$ = a meglevő üzemek bővítésével elérhető kapacitástöbblet felső határa. Az 1,3. tevékenységet már nem kell külön korlátoznunk. A három tevékenységre jellemző beruházási egységköltségeket a 2. sz. ábrán az egyenes szakaszok iránytangense adja meg.

Mivel a programozás célfüggvénye a költségek minimalizálását írja elő, bizonyos, hogy az optimális program mindig előbb az olcsóbb lehetőséget meríti ki, s csak akkor veszi igénybe a drágábbat, ha az olcsóbbak már nem elegendők a korlátozó feltételek teljesüléséhez. A célfüggvény e tulajdonságát kihasználva automatikusan teljesül az a követelmény, hogy $x_{1,2}$ csak akkor lehet pozitív, ha már $x_{1,1} = X^{(1)}$. Hasonlóképpen $x_{1,3}$ csak akkor szerepel az optimális programban pozitív értékkel, ha $x_{1,1} + x_{1,2} = X^{(2)}$.



3. ábra. Folytonos függvény közelítése szakaszosan lineáris függvénnyel

Az ismertetett két példában, a pamutszövőipari építés és a timföldgyári kapacitásbővítés esetében önként adódtak a tevékenység tagolása, felbontása

nyomán az egyes — egymástól független változóként kezelhető — résztevékenységek. Más szóval: különösebb szimplifikálás nélkül megtehettük, hogy a konvex költségfüggvényt *szakaszosan lineáris* konvex függvényként írjuk le. (Ezt szemlélteti a 2. ábra.)

Más esetekben valójában inkább *folytonos* konvex függvénnyel lesz dolgunk. Ilyen esetekben sem jelent azonban különösebb pontatlanságot, ha a folytonos függvényt megfelelő szakaszosan lineáris függvénnyel közelítjük (lásd: 3. ábrát). Ily módon folytonos konvex költségfüggvény esetén is vissza lehet vezetni a feladatot megfelelő lineáris programozási feladatra.[3]

3. §. KÖLTSÉGDEGRESSZIÓ

Itt főként arról a közismert jelenségről van szó, amelyet úgy szoktunk emlegetni: *a nagyüzem előnye, a tömegtermelés előnyei.* Nagyobb üzem létesítésével együtt relatív megtakarítások keletkeznek, csökken az egységre eső költség. Ezt nevezik k ö l t s é g d e g r e s s z i ónak.

Relatív megtakarítások jelentkeznek a nagyobb üzem *beruházási* költségeinél. Például:

— A nagyobb üzem tervezési költségei nem arányosan magasabbak a kisebb üzem ilyen jellegű költségeinél. A tervezési költségek jelentős része ugyanis független a létesítendő üzem méreteitől.

— Egyes építési költségek (pl. a felvonulási költségek) nem nőnek arányosan az építési feladat méreteivel.

— A gépek beszerzésekor esetleg árengedményt kaphatunk nagyobb tétel vásárlása esetén. Emellett kedvezőbb hitelfeltételeket érhetünk el.

Relatív megtakarítások jelentkeznek a nagyobb üzem *üzemeltetési* költségeinél. Például:

— Az adminisztratív és kisegítő személyzet nem nő arányosan az üzem méreteivel.

— Egyes kiszolgáló üzemek kapacitását nem kell a termelő alapüzem kapacitásával arányosan növelni.

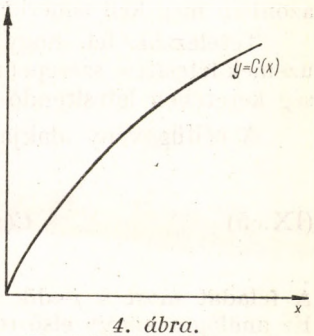
— A raktározás és az értékesítés költségei nem nőnek arányosan a kapacitással.

Ebben az esetben úgynevezett *konkáv* költségfüggvénnyel van dolgunk.[4] Alakját a 4. sz. ábrán mutatjuk be.

[3] Lásd erről pl. *Vázsonyi* [97] könyvét.

[4] Mind a költségprogresszió, mind pedig a degresszió esetéről szólva a beruházásokkal kapcsolatos költséghatásokat, azaz az úgy-

Első pillantásra hajlamosak lennénk azt mondani, hogy itt is hasonló megoldás kínálkozik, mint az előbb, a konvex költségfüggvény esetén, és a folytonos függvényt szakaszosan lineáris függvénnyel közelítjük meg, az egyes szakaszokat független tevékenységként kezeljük, megfelelő korlátozó feltételekkel korlátozzuk, s így feladatunkat visszavezethetjük egy lineáris programozási feladatra.



4. ábra.
Konkáv költségfüggvény

Sajnos azonban a dolog nem ilyen egyszerű. Célfüggvényünk ugyanis a költségek minimalizálására mozgósít. Ezért — a vázolt elgondolás szerint programozva — előállhatna az a képtelen helyzet, hogy az optimális programban szerepel például az új üzem 5000 tonna feletti, legolcsóbb szakaszának megépítése, miközben a drágább, 5000 tonna alatti szakasz megépítését a program nem irányozná elő,[5] holott az 5000 tonnás kapacitás feletti relatív megtakarítás éppen azért jelentkezik, mert az 5000 tonnás kapacitással kapcsolatban már felmerültek olyan költségek, amelyek a kapacitás további növelésekor egyáltalán nem, vagy csak aránytalanul, kevésbé nőnek. Más szóval: itt nem képezhetünk egymástól független tevékenységként kezelhető részváltozókat.

Ha tehát figyelembe akarjuk venni a költségdegresszió hatását, akkor feladatunkat nem vezethetjük vissza lineáris programozási feladat megoldására. Ehelyett úgynevezett konkáv programozást kell elvégeznünk.[6]

A költségdegresszió jelenségét programozási modellünk korlátozó feltételei nem tükrözik. Ez azonban nem okoz nagy hibát. Azért korlátozzuk ugyanis egyes erőforrások igénybevételét megfelelő feltételekkel, mert biztosítani akarjuk, hogy a program semmiképpen se igényeljen ezekből *többet* a megengedettnél. A költségdegresszió elhanyagolása tehát csupán azt jelenti, hogy némileg „túlbiztosítjuk"

nevezett *hosszúlejáratú* költségfüggvényeket írtam le. Ettől eltérő jellegű a *rövidlejáratú* (adott állóeszközállomány melletti) költségfüggvényekben jelentkező progresszió és degresszió. (A rövidlejáratú költségfüggvényekkel részletesen foglalkozott [39] munkánk.)

[5] Fordított esetben, konvex költségfüggvénynél — mint láttuk — ez a veszély nem fenyeget. A költségminimalizálási feladat először az első, legolcsóbb szakasz igénybevételére ösztönöz, s csak ennek kimerülése után a másodikra, és így tovább.

[6] Illetve hozadékmaximalizálási feladat esetén konvex programozást.

magunkat; a program a valóságban valamivel *kevesebb* erőforrást (beruházást, építést, devizát stb.) igényel majd, mint amennyit a modell korlátozó feltétele kimutat. A nagyüzemmel, a tömegtermeléssel járó előnyök így sem sikkadnak el, mert kifejezésre jutnak a célfüggvényben. Többféle módszer kínálkozik erre. Tárgyalásuk előtt azonban meg kell ismerkednünk néhány fogalommal.

Tételezzük fel, hogy a programozási modellben kizárólag új üzemek létesítése szerepel a tevékenységek között. A j-edik tevékenység keretében létesítendő új üzem kapacitását x_j-vel jelöljük.

A célfüggvény alakja a következő:

$$C(\mathbf{x}) = \sum_{j=1}^{n} C_j(x_j) = \min! \tag{IX. 5}$$

A feladat most a j-edik tevékenység költségfüggvényének leírása. Ez analóg a könyv első részében leírt célfüggvénytípussal a kamatláb alkalmazása tekintetében, csupán abban tér el attól, hogy nem lineáris:

$$C_j = \beta G_j(x_j) + H_j(x_j), \tag{IX. 6}$$

ahol:

G_j = a j-edik tevékenység keretében létesített új üzem iniciális beruházási költsége (ez az új üzem kapacitásának függvénye);

H_j = a j-edik tevékenység keretében létesített új üzem évi üzemeltetési költsége (ez is a kapacitás függvénye);

β = a kamatláb (ez konstans).

Mivel figyelmünket kizárólag a j-edik tevékenységre fordítjuk, a továbbiakban az egyszerűség kedvéért elhagyhatjuk a j futóindexet.

Vegyük most előbb az iniciális beruházási költségeket. Ezekkel kapcsolatban három fogalmat kell megkülönböztetnünk:

1. Az összes iniciális beruházási költségek függvénye $G(x)$. Ez növekedő függvény, hiszen minél nagyobb üzemet létesítünk, annál több lesz a beruházási költség.

2. Az átlagos iniciális beruházási költségek függvénye:

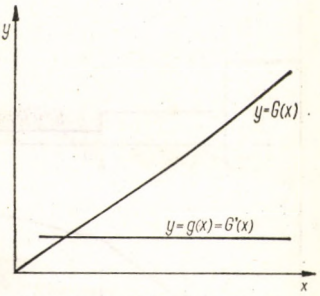
$$g(x) = \frac{G(x)}{x}. \tag{IX. 7}$$

3. A differenciális iniciális beruházási költségek függvénye:

$$G'(x) = \frac{dG(x)}{dx}. \tag{IX. 8}$$

Ez az összes iniciális beruházási költségek első deriváltja.[7]

Amennyiben az átlagos és a differenciális iniciális beruházási költség minden kapacitás mellett konstans és egymással egyenlő, úgy az összes iniciális beruházási költségek függvénye lineáris függvény (lásd: 5. ábrát).

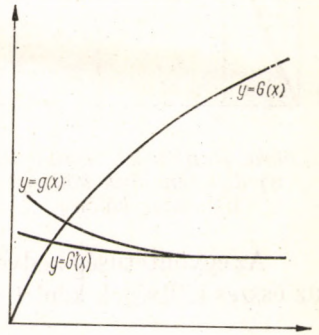


5. ábra. Lineáris költségfüggvények (összes költség, egységköltség és differenciális költség)

Költségdegresszió esetén viszont az átlagos iniciális beruházási költség a kapacitás függvényében csökken; a nagyüzem létesítése relatív megtakarítással jár. Ez a relatív megtakarítás is azonban csak bizonyos határig jelentkezik, azon túl egyre kisebb lesz, gyakorlatilag elhanyagolhatóan csekély. Ennek megfelelően a differenciális függvény is egy bizonyos kapacitásig csökken, azon túl értéke állandó. Ezt mutatja a 6. sz. ábra.

Analóg az elmondottakkal az *összes* üzemeltetési költség, $H(x)$, az *átlagos* üzemeltetési költség, $h(x)$ és a *differenciális* üzemeltetési költség, $H'(x)$ fogalma.

A (IX. 6) — (IX. 8) képlet felhasználásával most már egyszerűen meghatározható a célfüggvényben szereplő *összes* költség, *átlagos* költség és *differenciális* költség is:



6. ábra. Folytonos konkáv költségfüggvények (összes költség, egységköltség és differenciális költség)

$$\begin{aligned} C(x) &= \beta G(x) + H(x), \\ c(x) &= \beta g(x) + h(x), \\ C'(x) &= \beta G'(x) + H'(x). \end{aligned} \tag{IX. 9}$$

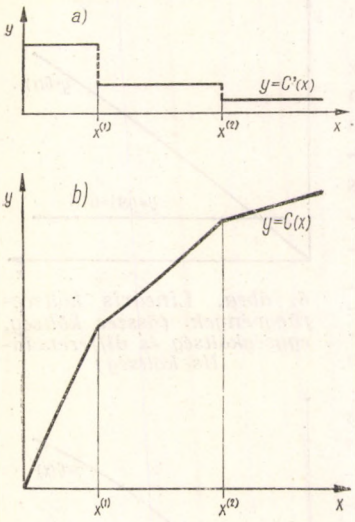
[7] Azok számára, akik a differenciálás fogalmát nem ismerik, egy egyszerű példán világítom meg a fogalom tartalmát:

Tegyük fel, hogy eredetileg elhatároztuk egy 1000 tonnás üzem létesítését. Ismerjük ennek az 1000 tonnás kapacitásnak a megte-

4. §. KONKÁV KÖLTSÉGFÜGGVÉNY-TÍPUSOK

Konkáv (költségminimalizálási) programozási feladat megoldásához többféle célfüggvénytípust alkalmazhatunk. A következőkben ismertetek néhányat.

1. A programozás szempontjából előnyös, ha a 6. sz. ábrán szemléltetett *folytonos* függvényeket nem-folytonos, *szakaszosan lineáris* függvényekkel pótoljuk. Az *1.* szakasz felső határát $X^{(1)}$-gyel, a *2.* szakasz felső határát $X^{(2)}$-vel, ..., az r-edik szakasz felső határát $X^{(r)}$-rel jelöljük. Az egyes szakaszokat a továbbiakban **kapacitás tartományoknak** nevezzük.



7. ábra. Konkáv költségfüggvény
a) *differenciális költség;*
b) *összes költség*

A differenciális költségfüggvény képletét így írhatjuk fel (lásd: 7. sz. ábra a) részét is):

(IX. 10)

$$C'(x) = \begin{cases} \gamma^{(1)}, & \text{ha} \quad x < X^{(1)} \\ \gamma^{(2)}, & \text{ha} \quad X^{(1)} < x < X^{(2)} \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ \gamma^{(r+1)}, & \text{ha} \quad X^{(r)} < x, \end{cases}$$

ahol $\gamma^{(1)}, \gamma^{(2)}, \ldots, \gamma^{(r+1)}$ a differenciális költség a megfelelő kapacitástartományokban. Ezek rendre csökkennek:

(IX. 11) $\gamma^{(1)} > \gamma^{(2)} > \ldots > \gamma^{(r+1)}$.

Az egyöntetűség kedvéért vezessük be az $X^{(0)} = 0$ jelölést. Ekkor az összes költségek képlete (lásd: 7. sz. ábra b) részét is):

remtésével járó iniciális beruházási költségeket. Mármost elhatározzuk, hogy ehelyett egy 1001 tonnás üzemet létesítünk. A költség-*növekményt*, azaz az 1001-ik tonna kapacitás megteremtéséhez szükséges pótlólagos iniciális beruházási költséget nevezzük az 1000 tonna kapacitáshoz tartozó *differenciális* iniciális beruházási költségnek.

Pontosabban szólva: ez csak a differenciális költség közelítő értéke. Pontos értékét egy *határérték* segítségével értelmezhetjük: 1 tonna növekmény helyett egyre kisebb és kisebb növekményekre eső költséget képezve. A differenciális költség ugyanis a kapacitásnövekedésre eső költségtöbblet határértéke, arra az esetre, ha a kapacitásnövekmény minden határon túl csökken.

$$\text{(IX. 12)} \qquad C(x) = \begin{cases} \gamma^{(1)}\, x, & \text{ha } x \leqq X^{(1)} \\ \gamma^{(2)}\,(x - X^{(1)}) + \gamma^{(1)}\, X^{(1)}, & \text{ha } X^{(1)} \leqq x \leqq X^{(2)} \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots\dots & \\ \gamma^{(r+1)}\,(x - X^{(r)}) + \sum_{p=1}^{r} \gamma^{(p)}(X^{(p)} - X^{(p-1)}), & \text{ha } X^{(r)} \leqq x. \end{cases}$$

A (IX. 12) képlet magyarázatául egy példát ismertetek:

Az *1.* tartományhatár, $X^{(1)} = 2000$ tonna, a *2.* tartományhatár, $X^{(2)} = 4000$ tonna. A differenciális költség az *1.* tartományban 100 000 Ft/t, a *2.* tartományban 90 000 Ft/t. Tegyük fel, hogy a program szerint az új üzem kapacitása 3000 tonna lesz. Az összes költség:

$$\begin{aligned} \gamma^{(1)} X^{(1)} &= 100\,000 \cdot 2000 &&= 200\,000\,000 \text{ Ft} \\ \gamma^{(2)}\,(x - X^{(1)}) &= 90\,000\,(3000 - 2000) &&= \underline{90\,000\,000 \text{ Ft}} \\ & && \overline{290\,000\,000 \text{ Ft}} \end{aligned}$$

Gyakorlati célokra rendszerint teljesen elegendő, ha folytonos görbe helyett a 7. ábrán szemléltetett „lépcsős" differenciális görbével számolunk. A gyakorlatban sokszor éppen ilyen formában adják meg a számításhoz szükséges adatokat. Így pl. a műszálgyártási vizsgálat során elmondották nekünk a vegyipari műveket tervező intézetben, hogy az üzemméret függvényében jelentkező megtakarításokat hozzávetőlegesen a következőképp szokták figyelembe venni:

Ha egy 2000 tonna kapacitású üzem beruházási költsége ennyi és ennyi, akkor 4000 tonnáig a 2000 tonna feletti többletköltség a 2000 tonna alatti költségnek csupán 90%-a —, és így tovább.

Ez nem más, mint konstans differenciális költség feltételezése egy-egy kapacitástartományon belül.

Többnyire elegendő 3—4 kapacitástartomány kijelölése.

2. Az üzemgazdasági irodalom ismer olyan képleteket, amelyek folytonos függvényt adnak meg a kapacitás függvényében jelentkező költséghatások kifejezésére. Így pl. a vegyiparban elterjedt a „0,6-os hatvány" képlete.[8] Ezt — saját jelöléseinkkel — így írhatjuk le:

$$\text{(IX. 13)} \qquad G(x) = G_0 \left(\frac{x}{X_0}\right)^{0,6} = \frac{G_0}{X_0^{0,6}}\, x^{0,6},$$

[8] Lásd *Peters* [81] könyvét és *Williams* [101] cikkét.

ahol:

x = a létesítmények tervezett kapacitása;

G = az összes beruházási költség;

X_0 = valamely más, korábban már ténylegesen megvalósított létesítmény kapacitása (ez konstans);

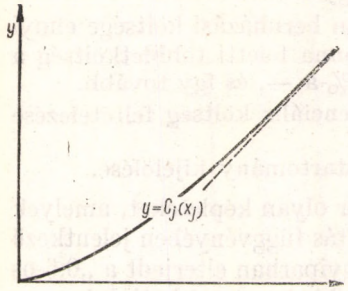
G_0 = a korábbi létesítmény tényleges beruházási költsége (ez is konstans).

A (IX. 13) képlet alapján kapott költségfüggvény alakja a 6. sz. ábrán látható függvényéhez hasonló.

A vegyipari „0,6-os hatvány" képlete nem elméleti megfontolásokon, hanem empirikus-statisztikai vizsgálatokon alapul. Más iparágakban lefolytatott hasonló vizsgálatok is kimutattak függvénykapcsolatot a beruházási, illetve üzemeltetési költségek és az üzemméret között. Ilyen vizsgálat folyt pl. hőerőművekben, vajgyárakban és más területeken.[9] Ezek a kutatások is a 6. sz. ábrához hasonló konkáv költségfüggvényeket mutattak ki.

Sajnos, hazánkban ilyen irányú széleskörű statisztikai vizsgálatok nem folytak. Ezért ezen a téren egyelőre a külföldi szakirodalomra és becslésekre vagyunk utalva. Időszerű lenne azonban e kérdés alapos statisztikai vizsgálata hazánkban és más szocialista országokban is.

3. Mint említettem, bizonyos kapacitáson felül a költségdegresszió gyakorlatilag elhanyagolható, mert érdemleges relatív megtakarítások már nem jelentkeznek. Ezért a költségek alakulását jól reprezentáljuk hiperbolával (lásd: 8. sz. ábrát).



8. ábra. Hiperbolikus költségfüggvény

A hiperbola jellegzetessége: fokozatosan közeledik, valósággal „hozzásimul" egy egyeneshez, az úgynevezett aszimptotához (az ábrán szaggatott vonallal jelezve). Esetünkben az aszimptota iránytangense nem más, mint a differenciális költség azon a kritikus kapacitáson felül, amelynél már gyakorlatilag nem jelentkeznek a nagyobb üzemmel járó relatív megtakarítások, ahol tehát a költségfüggvény megközelítően „linearizálódik".

[9] Lásd *Dean* [21] könyvét (300—301. old.).

A célfüggvényt ebben az esetben a következőképpen adhatjuk meg:

$$\text{(IX. 14)} \qquad C(\mathbf{x}) = \sum_{j=1}^{n} C_j(x_j) = \sum_{j=1}^{n} \gamma_j (x_j - \delta_j) + \sum_{j=1}^{n} \frac{\varkappa_j}{x_j + \xi_j},$$

ahol γ_j, δ_j, $\varkappa_j$ és ξ_j a hiperbola menetét meghatározó konstansok. Mivel $x_j = 0$ esetén a költség is nulla, a konstansok között a következő összefüggés áll fenn:

$$\text{(IX. 15)} \qquad -\gamma_j \delta_j + \frac{\varkappa_j}{\xi_j} = 0 \qquad (j = 1, \ldots, n).$$

Eszerint elegendő három konstanst megadni a j-edik tevékenységre jellemző hiperbolikus költségfüggvény meghatározásához. A negyedik konstans kiszámítható a (IX. 15) reláció segítségével. Gyakorlatilag elegendő tisztázni a következő adatokat.

a) Összes költség valamely tetszőleges „normális" üzemnagyság mellett.

b) Összes költség azon a kritikus kapacitáson, amelyen túl a költségdegresszió gyakorlatilag elhanyagolható.

c) Kapacitásegységre jutó költség a függvény végső, megközelítően lineáris szakaszában.

E három adat alapján egyszerűen kiszámíthatók a (IX. 14) képletbe helyettesítendő konstansok, s végeredményben a 8. sz. ábrán szemléltetett görbéhez hasonló költségfüggvényhez jutunk.

Mindhárom itt ismertetett célfüggvénytípus alkalmazása esetén a számítástechnikai feladat — megfelelő nem-lineáris programozási eljárás felhasználásával — megoldható.[10]

[10] A műszálgyártási kutatás keretében *Lipták T.* kidolgozott egy, a fentiekhez hasonló programozási feladatok megoldására alkalmas elemi eljárást (lásd [55] és [42]).

A 3. pont alatt ismertetett hiperbolikus célfüggvény alkalmazása esetén felhasználható a szimplex-módszer egy módosított válfaja, amelynek algoritmusát és gépi programját *Frey T.* dolgozta ki, ugyancsak a műszálgyártási kutatás keretében.

Egyéb nem-lineáris programozási eljárások találhatók pl. a [3], [35] és [48] művekben.

X.

FEJEZET

Az indirekt hatások – Az ágazati kapcsolatok mérlegének felhasználása

1. §. AZ ÁGAZATI KAPCSOLATOK MÉRLEGE

A beruházások gazdaságosságáról folyó vitában már évekkel ezelőtt felmerült az a gondolat, hogy nemcsak a beruházás közvetlen költségeit kell számításba venni, hanem az új létesítményt anyaggal és energiával ellátó kapacitások létesítésével járó költségeket is. Ezeket nevezik „kapcsolódó beruházási költségeknek".

Először a szovjet közgazdászok vitájában, majd más szocialista országokban is elhangzottak javaslatok a kapcsolódó beruházások figyelembevételére.[1]

Az elgondolással szemben kezdettől fogva főképp gyakorlatias ellenérveket hoztak fel; egyes közgazdászok kételkedtek abban, hogy számszerűen felmérhetők a közvetett hatások. „Figyelembe vesszük, hogy az új gyár kiszolgálásához új erőművi, gépgyári, szénbányászati kapacitás kell. Az új kiszolgáló erőművet, gépgyárat, szénbányát is el kell azonban látni anyaggal — hol van ezeknek a hatásoknak a vége?" — ez volt az ellenérvek lényege.

Nos, ezt az első látásra megoldhatatlannak tűnő számítási feladatot elvégezhetjük, vagy legalábbis korlátozott, de gyakorlatilag elfogadható pontossággal megközelíthetjük az *ágazati kapcsolatok mérlege* segítségével.

[1] Lásd a szovjet irodalomból *Msztiszlavszkij* 1949-ben írott [75] cikkét. Magyarországon *Turánszky* [94], a román közgazdászok közül *Glück* [29] vetette fel ezt a gondolatot.

Az ágazati kapcsolatok mérlege — a külföldi szakirodalomban használt néven: az input-output tábla — olyan statisztikai adattáblázat, amely összefoglalóan áttekinti a népgazdaság ráfordítási és kibocsátási folyamatait.

Tisztázzuk az ágazati kapcsolatok mérlegével összefüggő legfontosabb fogalmakat. (Csupán röviden foglalkozunk ezzel; kizárólag a fogalmak és jelölések egyértelmű definíciója kedvéért.)[2]

A táblázat l-edik szektorának teljes termelését jelöljük z_l-lel. A táblázat l-edik oszlopából kitűnik, hogy milyen szektorok, termelőágazatok termékeiből tevődik össze az l-edik szektorban felmerülő összes ráfordítás. A táblázat k-adik sorából pedig az olvasható ki, hogy milyen szektorok számára adja át termékeit a k-adik szektor. A táblázat k-adik sorában és l-edik oszlopában levő komponens eszerint azt adja meg, hogy mennyi terméket szállított a k-adik szektor az l-edik szektornak. Jelöljük ezt az komponenst z_{kl}-lel. (Táblázatunk ezt is — akárcsak a teljes termelést — forintban adja meg.) Képezzük a következő hányadost:

$$s_{kl} = \frac{z_{kl}}{z_l}. \tag{X. 1}$$

Az s_{kl} hányadost nevezzük az ágazati kapcsolatok mérlege technológiai együtthatójának. Ez megadja, hogy mennyi az l-edik szektor egységnyi teljes termelésére eső, a k-adik szektorból eredő ráfordítás.

Jelöljük a táblázatban szereplő termelőágazatok, szektorok számát N-nel. Az s_{kl} technológiai együtthatók az alábbi, N sorból és N oszlopból álló S négyzetes mátrixot alkotják:

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} s_{11}s_{12} & \cdots & s_{1N} \\ s_{21}s_{22} & \cdots & s_{2N} \\ \cdot \quad \cdot & \cdots & \cdot \\ \cdot \quad \cdot & \cdots & \cdot \\ \cdot \quad \cdot & \cdots & \cdot \\ s_{N1}s_{N2} & \cdots & s_{NN} \end{bmatrix} \tag{X. 2}$$

Ezt a szakirodalomban rendszerint a technológiai mátrix belső négyzetének nevezik. A belső négyzetben — az általunk hasz-

[2] Kiterjedt magyar és idegen nyelvű szakirodalom áll rendelkezésre. Bevezetőként szolgálhat *Lange* [50] könyve, *Dorfman—Samuelson—Solow* [22] művének 9—10. fejezete, továbbá a magyar irodalomból *Bródy* [10] és *Lukács O.* [61] cikkei. Az input-output analízis alaposabb megismeréséhez *Leontieff* [51], [52] művére kell utalni.

nált táblázatban — csupán a hazai termelő szektorok szerepelnek.[3] Ennek megfelelően az S mátrix l-edik oszlopában szereplő komponensek összege megadja az l-edik szektor hazai anyagfelhasználási hányadát.

Az ágazati kapcsolatok egyenletrendszerét mármost a következőképpen írhatjuk fel:

$$z - Sz = w, \qquad \text{(X. 3)}$$

ahol:

z = az egyes szektorok teljes termelésének vektora.
w = az egyes szektorok extern kibocsátásának vektora.

Legyen pl. a k-adik szektor a vegyipar. Ez esetben z_k a vegyipar teljes termelése. Ha ebből levonjuk mindazt a vegyi anyagot, amelyet a népgazdaság termelő célra felhasznál ($s_k^* z$), akkor csupán az a vegyi termék marad fenn, amely elhagyja a folyó hazai termelés szféráját (pl. a háztartásokban kerül felhasználásra, vagy exportáljuk stb). Ez az *extern* vegyitermék-kibocsátás (w_k). Hasonlóképpen a többi terméknél is: a teljes termelésből (z) levonva a termelő felhasználást (Sz) fennmarad az extern kibocsátás (w). Az input-output modell konkrét szerkezetétől függ, mi minősül extern kibocsátásnak. Így pl. a Központi Statisztikai Hivatal által összeállított 1957. és 1959. évi mérlegekben extern kibocsátásként kezelték a lakosság és a közületek fogyasztását, valamint az export mellett a beruházási-felújítási tevékenységet és a készletek növelését is.

Ha ismerjük a teljes termelés vektorát és a technológiai mátrix belső négyzetét, ebből kiszámíthatjuk az extern kibocsátás vektorát. A feladat azonban gyakran fordított: az extern kibocsátást ismerjük (és a technológiai mátrix belső négyzetét), s ebből akarjuk kiszámítani az egyes szektorok teljes termelését. Tehát pl. tudjuk, hogy mit igényel a fogyasztás, a beruházás és az export, s ezek ismeretében meg akarjuk határozni az egyes szektorok teljes termelésének tervét. Erre a célra átalakítjuk a (X. 3) egyenletet:

$$(E - S)\, z = w, \qquad \text{(X. 4)}$$

ahol E az úgynevezett *egységmátrix*. (Ennek főátlójában 1-esek állnak, többi komponense 0.)

[3] Az ágazati kapcsolatok mérlegének úgynevezett B-változatára gondolok, amely az importráfordítást külön sorban tünteti fel. A mérleg más változataival ezen a helyen nem foglalkozunk. (Lásd erről [107], [108].)

A (X. 4) egyenletet megoldjuk **z**-re, azaz — a mátrixszámítás speciális szabályai szerint — az egyenlet mindkét oldalát „elosztjuk" (**E** — **S**)-sel. (A részletesebb matematikai magyarázatot mellőzzük).

(X. 5) $$\mathbf{z} = (\mathbf{E} - \mathbf{S})^{-1}\,\mathbf{w}.$$

Az $(\mathbf{E} - \mathbf{S})^{-1}$ mátrix az (**E** — **S**) mátrix inverze. Ezt a továbbiakban i n v e r z m á t r i x n a k nevezzük és **R**-rel jelöljük:

(X. 6) $$\mathbf{R} = (\mathbf{E} - \mathbf{S})^{-1}.$$

Ez is N sorból és N oszlopból áll, akár **S**, a technológiai mátrix belső négyzete. Általános komponensét r_{kl}-lel jelöljük.

Az inverz mátrix közgazdasági értelmét egy példán világítjuk meg. Legyen az l-edik szektor a szénbányászat, a k-adik pedig a vegyipar. A szénbányászat többféle vegyiterméket használ fel (robbanóanyagot, karbidot a bányászlámpákba stb.). Az egységnyi szén előállításához a *bányában* felhasznált vegyipari termék: a technológiai mátrix s_{kl} komponense. Ez az egységnyi szénbányászati teljes termelés d i r e k t vegyitermék-szükséglete. Csakhogy emellett van i n d i r e k t felhasználás is.[4] A bányában használt gépek gyártásához felhasználtak vegyitermékeket (pl. műanyagalkatrészeket), a bányász-gumicsizma gyártásához is szükség volt vegyianyagokra stb. A szénbányászatot kiszolgáló gépgyár, gumicsizmagyár vegyitermék felhasználása: a *szén* indirekt vegyitermék-felhasználása. Amint látjuk, az anyagszükségletek *továbbgyűrűznek*, mint a hullámok a vízbedobott kő körül. A direkt és indirekt vegyitermék-szükséglet együttesen alkotja a szénbányászat t e l j e s vegyitermék-szükségletét. Éppen ezt határozhatjuk meg az inverz mátrix segítségével.

Az inverz mátrix r_{kl} komponense azt adja meg, hogy mennyi direkt + indirekt, azaz teljes felhasználás szükséges a k-adik szektor által előállított termékből az l-edik szektor egységnyi extern kibocsátásához.

E példa fényénél megértjük a (X. 5) egyenlet értelmét. Tudjuk, hogy mennyi szén kell az extern kibocsátáshoz (pl. a háztartásokban, exportra, a készletek növelésére), s hasonlóképpen ismerjük a vegyipar, a gépipar és a többi szektor extern kibocsátási feladatát is. Ezt a **w** vektort megszorozva az inverz mátrixszal (**Rw**) megkapjuk: mennyi teljes termelésre (**z**) lesz szükség ahhoz, hogy valamennyi

[4] A d i r e k t és az i n d i r e k t jelző az ágazati kapcsolatok mérlegével összefüggésben nem tévesztendő össze a számvitel „közvetlen" és „közvetett" költség fogalompárjával. Direkt ráfordításon az l-edik szektoron *belül* felmerült ráfordítást értjük, indirekt ráfordításon pedig az l-edik szektorbeli tevékenység hatására *más* szektorokban felmerülő ráfordítást.

termelő ágazat ellássa önmagát a szükséges anyagokkal (a továbbgyűrűzéseket is figyelembe véve), s ezen felül fennmaradjon a kívánt w extern kibocsátás.[5]

Eddig csupán a belső négyzetről szóltunk. A belső négyzet azonban csupán a ráfordítások egy részét, mégpedig — az általunk alkalmazott modellben — a hazai eredetű anyagráfordításokat fogja át. Ezért a technológiai mátrix belső négyzetéhez alul még további sorok csatlakoznak:

s^*_{N+1} = a szocialista országokból származó direkt importráfordítás együtthatóinak sorvektora;
s^*_{N+2} = a kapitalista országokból származó direkt importráfordítás együtthatóinak sorvektora;
s^*_{N+3} = a direkt hazai munkabérráfordítás és amortizációs ráfordítás együtthatóinak sorvektora;[6]
s^*_{N+4} = a direkt tisztajövedelem (nyereség + forgalmi adó) együtthatóinak sorvektora.

Meg kell jegyezni, hogy az 1957. és 1959. évi KSH mérleg ezeket a sorokat másképpen tagolta. Elemzésünkhöz azonban ez a tagolás szükséges, s a mérleg alapjául szolgáló statisztikai adatgyűjtés módot ad e tagolás megvalósítására.

Az újabb sorok hozzáadásával az l-edik oszlopban levő összes komponensek összege egyenlő 1-gyel:

$$\text{(X. 7)} \qquad \sum_{k=1}^{N+4} s_{kl} = 1 \qquad (l = 1, \ldots, N).$$

Az $s^*_{N+1}, \ldots, s^*_{N+4}$ sorokat a táblázat alsó szárnyának nevezik.

Az alsó szárny sorvektorainak és az inverz mátrixnak a szorzata alkotja *az inverz mátrixhoz csatlakozó alsó szárny* megfelelő sorait:

$$\text{(X. 8)} \qquad \begin{aligned} \mathbf{u}^*_1 &= \mathbf{s}^*_{N+1}\mathbf{R}, \\ \mathbf{u}^*_2 &= \mathbf{s}^*_{N+2}\mathbf{R}, \\ \mathbf{u}^*_3 &= \mathbf{s}^*_{N+3}\mathbf{R}, \\ \mathbf{u}^* &= \mathbf{s}^*_{N+4}\mathbf{R}. \end{aligned}$$

[5] Az inverz mátrix tartalmáról és az 1957. évi mérleg invertálásának problémáiról lásd még *Rácz* és *Ujlakiné* [82] cikkét. A technológiai mátrix invertálásának közgazdasági értelmét szemléletesen írja le *Bródy* [11] tanulmánya.

[6] A X. fejezetben — és hasonlóképpen az ágazati kapcsolatok mérlegével ugyancsak foglalkozó XVII. fejezetben — az 1. sorszám a szocialista országokkal folyó külkereskedelem, a 2. sorszám a kapitalista országokkal folyó külkereskedelem, a 3. sorszám pedig a hazai termelés adatait jelöli.

ahol:

u_1^* = a szocialista országokból származó teljes importráfordítás együtthatóinak sorvektora;

u_2^* = a kapitalista országokból származó teljes importráfordítás együtthatóinak sorvektora;

u_3^* = a teljes hazai ráfordítás (munkabérráfordítás és amortizációs ráfordítás) együtthatóinak sorvektora;

u_4^* = a teljes népgazdasági tisztajövedelem együtthatóinak sorvektora.

Valamennyi esetben a *teljes*, azaz direkt + indirekt ráfordítást (illetve a 4. sorban: tisztajövedelmet) magukban foglaló együtthatókról van szó. Ha tehát pl. az l-edik szektor a szénbányászat, akkor u_{1l} azt fejezi ki: mennyi szocialista import kell egységnyi extern szénkibocsátáshoz, figyelembe véve azt is, hogy nemcsak maga a szénbányászat használ fel importanyagot (pl. import bányafát), hanem a bányákban használt gép, robbanóanyag előállításakor is használtak fel importanyagot.

2. §. A MÉRLEG FELHASZNÁLÁSA AZ ALUMÍNIUMIPARI MODELLBEN

Röviden áttekintettük azokat a főbb fogalmakat, amelyek az ágazati kapcsolatok mérlegével összefüggésben a további fejtegetésekhez szükségesek. Ezekután rátérhetünk tulajdonképpeni témánkra: hogyan használható fel ez a mérleg a beruházások programozásának modelljében.

Ezt az alumíniumipari modell példáján mutatom be.[7] A modellről, ha csak röviden is, szó esett a VIII. fejezetben; az ott elmondottak elegendők a továbbiak megértéséhez.

A modellben eredetileg szereplő 37 változó közül itt most csupán azokkal foglalkozunk, amelyek a hazai termelő kapacitás kibővítését írják elő. Az egyszerűség kedvéért tegyük fel: a változókat úgy számoztuk sorba, hogy a lista elejére éppen ezek kerültek. Tehát az 1., 2., ..., n'-edik változók reprezentálják a hazai termelés bővítését.

A j-edik tevékenység keretében megteremtett új kapacitást a továbbiakban a l a p l é t e s í t m é n y n e k nevezem. Az alaplété-

[7] A X. fejezet következő részében messzemenően támaszkodom az alumíniumipari vizsgálat eredményeire. (Lásd [67].) Elsősorban *Martos B.* nyújtott segítséget az itt ismertetésre kerülő elgondolások kidolgozásában.

sítmény kapacitásegységének költségét, az egységköltséget c_j-vel jelöljük ($j = 1, 2, \ldots, n'$). Kapacitásegység pl. az a timföldgyári kapacitás, amely évenként 1 tonna timföldet termel. Ez a c_j speciális, kalkulatív egységköltség; a j-edik változó együtthatója a célfüggvényben. Tartalma a következő:

$$c_j = (g_j + \hat{g}_j)\beta + \hat{h}_j + h_{j,1} + h_{j,2} + h_{j,3}, \tag{X. 9}$$

ahol:

g_j = a j-edik tevékenység keretében létesített alaplétesítmény kapacitásegységének megteremtéséhez szükséges direkt beruházási költség. Ezen azt a beruházási költséget értjük, amely a programozási szektoron *belül* merül fel.[8]

$\hat{g}_j$ = a kapacitásegység anyagellátásához szükséges, a programozási szektoron *kívül* létesítendő kapacitások megteremtésének költsége.[9] Ez az indirekt beruházási költség (részletesebb definíciója a 3. §-ban).

β = a kamatláb.

$\hat{h}_j$ = az alaplétesítmény 1 tonna termékének előállításához szükséges hazai eredetű anyag felhasználásának reálköltsége (részletesebb definíciója az 5. §-ban).

$h_{j,1}, h_{j,2}$ = az alaplétesítmény 1 tonna termékének előállításához szükséges direkt importráfordítás, szocialista, illetve kapitalista relációból.

$h_{j,3}$ = az alaplétesítmény 1 tonna termékének előállításához szükséges direkt hazai ráfordítás (a hazai anyag költségén kívül). Ide tartozik a bérköltség és az amortizáció.

Az alumíniumipari számítás céljaira az ágazati kapcsolatok mérlege alapján kiszámított technológiai együtthatómátrixot használjuk fel, de némi módosítással. Az eredeti S mátrixból, a belső négyzetből elhagyjuk azt a két szektort, amelyek az alumíniumipar ráfordításait és kibocsátásait adták meg. Az általunk használt mátrix tehát az eredetinek úgynevezett minormátrixa.[10] A továbbiakban ezt a minormátrixot S′-sel jelöljük. Sorainak, illetve oszlopainak száma N'. ($N' = N - 2$). Ennek felhasználásával képezzük az új, $\mathbf{R}'$ inverz mátrixot:

$$\mathbf{R}' = (\mathbf{E} - \mathbf{S}')^{-1} \tag{X. 10}$$

[8] A beruházások tervezésének hivatalos nyelvén ezt nevezik *alapberuházás*nak. (Lásd [113], I. kötet, 10—11. old.)

[9] A hivatalos nyelv ezt nevezi *kapcsolódó beruházás*nak. (Lásd [113], I. kötet, 10—11. old.)

[10] Később megindokoljuk, hogy miért alkalmazzuk ezt a minormátrixot az eredeti helyett.

3. §. AZ INDIREKT BERUHÁZÁSI KÖLTSÉG

Feltesszük, hogy a népgazdaság termelő szektoraira jellemző beruházási költségfüggvények lineárisak. Jelöljük g_l-lel az l-edik szektor kapacitásának egységnyi növeléséhez szükséges beruházási költséget. Ily módon megadható az egyes szektorokra jellemző fajlagos beruházási költségek N' komponensből álló sorvektora:

$$\mathbf{g}^* = (g_1, g_2, \ldots, g_{N'}). \tag{X. 11}$$

Az alaplétesítmény üzemeltetéséhez szükséges hazai anyagokra vonatkozó igényt az ágazati kapcsolatok mérlegének szektorbontásában kell megadni. A j-edik tevékenység keretében létrehozott alaplétesítmény igényét az 1 termékegység előállításához szükséges hazai anyagokra az N' komponensből álló $\mathbf{w}_j$ oszlopvektorral jelöljük:

$$\mathbf{w}_j = \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ w_{N'} \end{bmatrix} \tag{X. 12}$$

Ha például a j-edik tevékenység egy timföldgyár létesítése és üzemeltetése, akkor $\mathbf{w}_j$ vektor komponensei: 1 tonna timföld előállításához szükséges szén, 1 tonna timföld előállításához szükséges villamosenergia stb. Ezek tehát erősen összevont, egy egész népgazdasági szektor termékeire irányuló igényt kifejező „anyagfajlagosok". A $\mathbf{w}_j$ vektor jelenti azt az *extern kibocsátást*, amelyet az alumíniumipari létesítmény 1 tonnás kapacitásegysége a népgazdaságtól igényel.

Ezekután megadhatjuk az indirekt beruházási költség $(\hat{g}_j)$ képletét:

$$(\hat{g}_j) = \mathbf{g}^* \mathbf{R}' \mathbf{w}_j \tag{X. 13}$$

A képlet közgazdasági tartalma a következő:

Megállapítjuk az alaplétesítmény (pl. egy új timföldgyár) üzemeltetésére jellemző anyagfajlagosokat, s így megkapjuk a hazai anyagok iránti igény összetételét. Ezt fejezi ki $\mathbf{w}_j$. Ezt az invermátrixszal megszorozva megkapjuk a továbbgyűrűző, indirekt anyagigényeket[11] $(\mathbf{R}'\mathbf{w}_j)$. Végül az egyes szektorokra jellemző fajlagos be-

[11] Csak az indirekt s nem a *teljes* népgazdasági anyagigényeket, mert az inverz mátrix, akárcsak az alapjául szolgáló technológiai mátrix, nem tartalmazza a bauxit-alumíniumipart.

ruházási költségek együttesével $\mathbf{g}^*$ megszorozva megkapjuk, hogy a továbbgyűrűző anyagigények kielégítéséhez szükséges kapacitások megteremtése összesen mennyi költséggel jár.

Az indirekt beruházási költségek meghatározása az ágazati kapcsolatok mérlege segítségével nem új gondolat. A koncepció többször is felmerült a hazai és a külföldi szakirodalomban.[12] Az 1957. évi mérleg alapján sor került a szektorokra jellemző fajlagos direkt és indirekt beruházási költségek számszerű meghatározására is.[13] Az előzőkben leírt modell ezen az úton lép tovább azzal, hogy az ily módon meghatározott indirekt beruházási költségeket egy *programozási modell* keretei között használja fel.

4. §. HAZAI EREDETŰ ANYAG FELHASZNÁLÁSÁNAK REÁLKÖLTSÉGE

A célfüggvényben figyelembe vett költségek meghatározásakor az indirekt beruházási költségeket az alumíniumipari alaplétesítmény terhére írjuk. Ezért indokolatlan lenne, ha az indirekt beruházási költségekből felépült új kapacitások révén jelentkező tisztajövedelem ugyancsak az alumíniumipari alaplétesítményt terhelné. Közgazdaságilag szükséges, hogy a hazai anyagok felhasználásának költségeit ne a tisztajövedelmet tartalmazó termelői árakon, hanem tisztajövedelem mentes *reálköltségen* számoljuk el. Ezt jelöljük a (X. 9) képletben $\hat{h}_j$-vel.

A reálköltség meghatározásához az inverz mátrixhoz csatolt alsó szárny adatait használjuk fel:[14]

$$\hat{h}_j = (\mathbf{u}_1^* + \mathbf{u}_2^* + \mathbf{u}_3^*)\,\mathbf{w}_j. \qquad \text{(X. 14)}$$

A képlet tartalma a következő:

A $\mathbf{w}_j$ vektor első komponense $(w_{j,1})$ megadja, hogy mennyi terméket igényel az alumíniumipari alaplétesítmény kapacitásegysége a népgazdaság 1. szektorától. Az $\mathbf{u}_1^*$ vektor első komponense $(u_{1,1})$ pedig megadja, hogy mennyi az 1. szektor egy termékegységében rejlő teljes szocialista importráfordítás. Eszerint az $u_{1,1}w_{j,1}$ szorzat

[12] A magyar irodalomban elsőként *Bródy* fejtette ki ezt a gondolatot. (Lásd [11].)

[13] Lásd *Cukor* és *Román* [17] tanulmányát.

[14] Itt természetesen az alumíniumipari szektorok elhagyása után képzett, a (X. 10) képletben definiált $\mathbf{R}'$ mátrixhoz csatolt alsó szárnyról van szó. A jelölésmód egyszerűsítése kedvéért nem alkalmazunk ennek hangsúlyozására megkülönböztető szimbólumot.

tartalma: az alumíniumipari létesítmény egy egysége által igényelt 1. szektorbeli termékben rejlő teljes szocialista importráfordítás. Hasonlóképpen értelmezhető az $u_{1,2}\, w_{j,2}$, $u_{1,3}\, w_{j,3}$ stb. szorzat is. Valamennyit összeadva (ezt fejezi ki az $\mathbf{u}_1^* \mathbf{w}_j$ vektorszorzat) megkapjuk, mennyi teljes szocialista import rejlik az alumíniumipari létesítmény kapacitásegysége által felhasznált hazai anyagban.

Analóg módon az $\mathbf{u}_2^* \mathbf{w}_j$ szorzat (illetve az $\mathbf{u}_3^* \mathbf{w}_j$ szorzat) az alumíniumipari alaplétesítmény kapacitásegysége által felhasznált hazai anyagban rejlő teljes kapitalista importráfordítást (illetve teljes hazai munkabér- és amortizációs ráfordítást) adja meg.

Ezután részletesebben megvilágíthatjuk a célfüggvénybeli együttható definícióját, amelyet korábban, a (X. 9) képletben még nem részleteztünk:

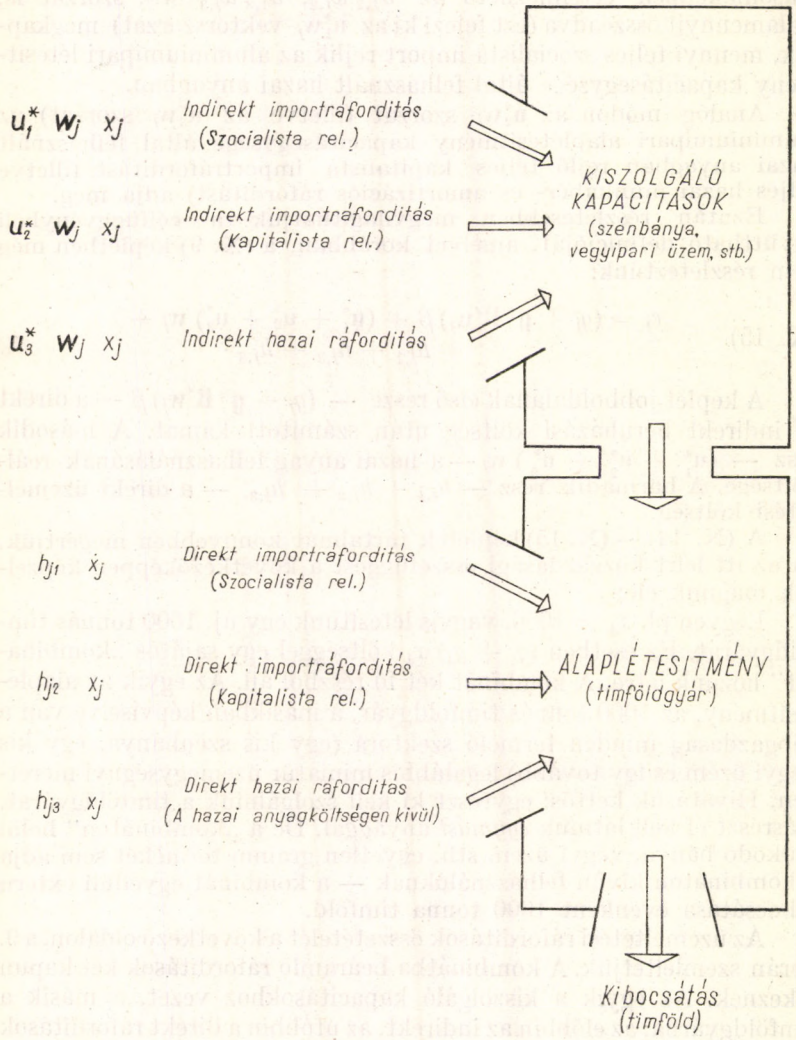
$$c_j = (g_j + \mathbf{g}^* \mathbf{R}' \mathbf{w}_j)\beta + (\mathbf{u}_1^* + \mathbf{u}_2^* + \mathbf{u}_3^*)\,\mathbf{w}_j + h_{j,1} + h_{j,2} + h_{j,3} \cdot \qquad \text{(X. 15)}$$

A képlet jobboldalának első része — $(g_j + \mathbf{g}^* \mathbf{R}' \mathbf{w}_j)\beta$ — a direkt és indirekt beruházási költség után számított kamat. A második rész — $(\mathbf{u}_1^* + \mathbf{u}_2^* + \mathbf{u}_3^*)\,\mathbf{w}_j$ — a hazai anyag felhasználásának reálköltsége. A harmadik rész — $h_{j,1} + h_{j,2} + h_{j,3}$ — a direkt üzemeltetési költség.

A (X. 14) — (X. 15) képletek tartalmát könnyebben megértjük, ha az itt leírt közgazdasági összefüggést a következőképpen képzeljük magunk elé:

Legyen pl. $x_4 = 1000$, vagyis létesítünk egy új, 1000 tonnás timföldgyárat. Ez esetben $(g_4 + g_4)\, x_4$ költséggel egy sajátos „kombinátot" hozunk létre. A kombinát két fő részből áll. Az egyik az alaplétesítmény, az 1000 tonnás timföldgyár, a másikban képviselve van a népgazdaság minden termelő szektora (egy kis szénbánya, egy kis vegyi üzem és így tovább) legalábbis miniatűr üzemegységnyi méretben. Hivatásuk kettős: egyrészt ki kell szolgálniuk a timföldgyárat, másrészt el kell látniuk *egymást* anyaggal. De a „kombináton" belül működő bánya, vegyi üzem stb. egyetlen gramm termékét sem adja a kombináton kívüli felhasználóknak — a kombinát egyedüli extern kibocsátása évenként 1000 tonna timföld.

Az üzemeltetési ráfordítások összetételét a következő oldalon, a 9. ábrán szemléltetjük. A kombinátba beáramló ráfordítások két kapun érkeznek. Az egyik a kiszolgáló kapacitásokhoz vezet, a másik a timföldgyárba; az előbbin az indirekt, az utóbbin a direkt ráfordítások folyama áramlik keresztül. Hazai anyag költsége *nem* szerepel a ráfordításfolyamok között, mert a kombinát saját kapuin belül készíti az anyagot a timföldgyár számára, az indirekt munkabér- és amortizációs ráfordítások, valamint importráfordítások segítségével.



9. ábra. A direkt és indirekt ráfordítások sémája

5. §. NÉHÁNY EGYSZERŰSÍTŐ FELTEVÉS

Az előbbiekben leírt modell alkalmazása néhány problémát vet fel. Ezzel kapcsolatos a számításokhoz szükséges néhány *egyszerűsítő feltevés* is:

1. Modellünkben két — az agregáció fokában erősen eltérő — szférát kapcsoltunk össze. Az egyik az ágazati kapcsolatok mérlegének produktív szektorai, amelyek mindegyike egész iparágakat tömörít, a másik a programozási szektor, amely egy iparágat, az alumíniumipart 20—30 alternatív tevékenységre tagol. Fel kell használnunk azt az előnyt, hogy modellünkben az alumíniumipar sokkal mélyebben tagolt, mint az ágazati kapcsolatok mérlege. Ezért az alumíniumiparral kapcsolatos ráfordítási-kibocsátási folyamoknak csupán egyik részét reprezentáljuk az ágazati kapcsolatok mérlege segítségével, másik részét viszont a modell korlátozó feltételei és a célfüggvényben szereplő direkt költségek segítségével fejezzük ki.

Vegyük sorra az alumíniumiparral kapcsolatos ráfordítási és kibocsátási folyamok öt csoportját:

a) Az exportra menő kibocsátás. Ennek esetleges alsó vagy felső korlátait a megfelelő korlátozó feltételek írják elő. Az exportból eredő bevételt közvetlenül vesszük számba a célfüggvényben.

b) A hazai szükséglet kielégítését célzó extern kibocsátás. Ezt naturális formában (b_1, b_2, b_3, b_4) előírják a termékmérlegek (lásd: (VIII. 14) — (VIII. 17) képleteket).

c) Az alumíniumiparon belüli intern folyamok arányosságát ugyancsak a termékmérlegek biztosítják. A hazai termelés direkt hazai ráfordításait, az alumíniumiparon belül felmerülő bérköltségeket és amortizációt közvetlenül számba vesszük a célfüggvényben. (Ezt jelöljük $h_{j,3}$-mal a (X. 9) képletben.)

d) Az alumíniumiparon belül felhasznált direkt importanyagköltségeket ugyancsak közvetlenül vesszük számba a célfüggvényben. (Ezt jelöltük $h_{j,1}$-gyel és $h_{j,2}$ -vel a (X. 9) képletben.) Az import esetleges korlátait a megfelelő korlátozó feltételek írják elő.

e) A más hazai termelő ágazatokból eredő anyag felhasználása. Ez az egyedüli termelési kapcsolat, amelyet az ágazati kapcsolatok mérlegének segítségével fejezünk ki.

Az elmondottak azt jelentik: nincs szükség arra, hogy az alumíniumipar kibocsátását „visszacsatoljuk" az ágazati kapcsolatok mérlegébe. A mérleggel való kapcsolat egy irányú. Az alumíniumipar extern kibocsátásként *kap* terméket a táblázat produktív szektoraitól, de — a mi modellünk szemszögéből — nem *ad* nekik terméket.

Ez a magyarázata annak, hogy — amint arra a (X. 10) képlet tárgyalásakor már utaltam — számításainkhoz nem az eredeti N szektorból álló technológiai koefficiens-mátrixra van szükség, hanem abból el kell hagynunk az alumíniumipart magában foglaló két szektort.[15]

A programozási modell módot ad arra, hogy az ipar alumíniumfogyasztásának várható változását konkréten számba vegyük a termékmérlegekben előírt szükségletek (b_1, b_2, b_3, b_4) révén. *Ez* a döntő ebben az összefüggésben s jelentős előny a kizárólag az ágazati kapcsolatok mérlegével (s ezért fix felhasználási arányokkal) operáló elemzéshez képest.

A leírt eljárásnak, az alumíniumipari szektorok kihagyásának a népgazdasági mérlegből, persze vannak hátrányai is. Kénytelenek vagyunk alkalmazni a következő egyszerűsítő feltevést:

A magyar iparnak az alumíniumipari termékek iránti igényére — szigorúan véve, áttételeken, továbbgyűrűző hatásokon keresztül — befolyást gyakorol a hazai alumíniumtermelés nagysága, összetétele is. Például az alumíniumkohászat növekedése több áramot igényel, az áramtermelés bővítése több erősáramú berendezést, az erősáramú berendezések gyártásának kibővítése pedig végeredményben több alumíniumot. Ez a visszahatás, az alumíniumiparnak ez a közvetett „önfogyasztása" azonban elég csekély. Ezért — modellünknek a 3—5. §-okban leírt konstrukciója szerint — e visszahatást elhanyagoltuk.

2. Tulajdonképpen már az előbbiekben érintettük a modell legproblematikusabb vonását: noha hosszúlejáratú tervről van szó, kénytelenek vagyunk egy elmúlt időszak beszámolási adatain épülő, fix technológiai együtthatók mátrixát alapul venni.

Célszerűbb lenne nem a tényszámokon alapuló, hanem a *tervezett* technológiai együtthatók mátrixát felhasználni. Amint ilyen mátrix a kezünkben lesz (s erre van remény), megvizsgáljuk a felhasználás lehetőségeit. Addig is némileg enyhíti a problémát, hogy megkísérlünk az eredeti mátrixon néhány olyan komponenst korrigálni, amely a megbízó állami szerv, a Nehézipari Minisztérium keretei között jól tervezhető.

3. Mint már korábban rámutattam: feltételeztük, hogy a népgazdaság egyes szektoraira jellemző beruházási költségfüggvények

[15] Az eredeti mátrix két sorának és két oszlopának elhagyása nem teszi szükségessé, hogy az invertálás egész műveletét újra elvégezzük. Az új minormátrix inverzének kiszámítása megoldható sokkal rövidebb, egyszerűbb eljárással, az eredeti mátrix kész inverzének felhasználásával. (Lásd *Bodewig* [8] 190—191. old.)

lineárisak. Ez nyilván egyszerűsítés a valósághoz képest, hiszen lehetnek belső tartalékok, kihasználatlan kapacitások, amelyek módot adnak — legalábbis bizonyos határig — az átlagosnál kisebb fajlagos beruházási költségekkel történő kapacitás-emelésre. Az egyszerűsítés, nézetem szerint, mégis megengedhető, már csak azért is, mert semmi sem indokolja, hogy az aránylag olcsóbb bővítési lehetőséget éppen az alumíniumipar igényeinek kielégítésére használjuk fel.

Ezenkívül az is okoz némi pontatlanságot, hogy egy-egy szektor *átlagos* beruházási költségeit vesszük alapul, holott az alumíniumipar szükségletei nem „átlagosak" az egyes népgazdasági szektorok termékei iránt, hanem egy-egy szektor valamely meghatározott speciális termékeit igényeli. Itt is fellép tehát az ágazati kapcsolatok mérlegének felhasználásával járó szokásos probléma: a nem teljesen egyöntetű termelő tevékenységek közös szektorba történő összevonásának, agregálásának torzító hatása.

6. §. ÖSSZEHASONLÍTÁS A SZOKÁSOS SZÁMÍTÁSI MÓDSZERREL

Tisztában vagyunk azzal, hogy az előbbiekben leírt egyszerűsítések, s különösen a *2.* feltevés következtében az indirekt beruházások költségeinek és a hazai anyag felhasználása reálköltségének számbavétele nem pontos, s csupán megközelítésnek tekinthető. Nézetem szerint azonban az ismertetett eljárásnak így is van néhány előnye a szokásos gazdaságossági számítások gyakorlatával szemben.

1. Az Országos Tervhivatal által előírt beruházás-gazdaságossági mutatószám, a „G_n" mutató az indirekt költségeket a következőképpen számítja ki:[16]

Az új létesítményben felhasznált hazai anyagok évi költségének és az állóeszközök amortizációjának összegét meg kell szorozni egy *népgazdaságilag egységes* faktorral, 2,5-del. A kapott szorzat tekintendő az indirekt beruházási költségnek.

Ez a népgazdaságilag egységes szorzófaktor statisztikailag nem igazolható; valójában ágazatonként, sőt azon belül létesítményenként is erősen eltér egymástól a hazai eredetű anyagok költségeire jutó indirekt beruházás, aszerint, milyen az anyagigény konkrét összetétele.[17] Az előzőkben leírt eljárás viszont módot ad arra, hogy

[16] Lásd az OT utasítást [112].

[17] *Cukor* és *Román* említett [17] tanulmányukban az 1957. évi mérleg alapján kiszámították, hogy a hazai anyag felhasználását kifejező 1 Ft költségre jutó indirekt állóalapigény 0,4 és 5 Ft között szóródik (60. old.).

az egyes létesítményekre egyedileg jellemző konkrét anyagigényből (w_j) vezessük le az indirekt beruházási költségeket, mégpedig figyelembe véve az anyagigények továbbgyűrűzésének konkrét irányait ($R'w_j$). Nyilvánvaló, hogy ez lényegesen megbízhatóbb eljárás.

2. A „G_n" mutató megterheli az indirekt beruházási költségekkel a direkt beruházás révén keletkezett alaplétesítményt, ugyanakkor az indirekt beruházások révén keletkező kapacitásokon előállított anyagokat mégis tisztajövedelmet tartalmazó termelői árakon veszi számba az üzemeltetési költségek között. Ez indokolatlanul hátrányos az anyagigényesebb szektorok fejlesztése szempontjából. Ez a „G_n" mutató egyik elvi hiája. Ezt most célfüggvényünkből — megközelítően — kiküszöböltük, azzal, hogy az anyagfelhasználást reálköltségen vesszük számításba.

3. Egyes állami szervek reálköltségszámítási módszereket alkalmaznak saját gazdaságossági számításaikban. Ezek az eljárások azonban nem veszik figyelembe az anyagszükséglet távolabbi továbbgyűrűzéseit, s ennyiben hátrányban vannak az ágazati kapcsolatok mérlegét alkalmazó eljárással szemben. (Előnyük viszont az, hogy nem szektorátlagok alapján számítják a továbbgyűrűzést, hanem az indirekt hatásokat igyekeznek egyedileg, konkréten számba venni.)

7. §. A TOVÁBBGYŰRŰZÉSEK RÉSZLEGES FIGYELEMBEVÉTELE

Az alumíniumipari vizsgálat során, egyik modellvariánsként, egy „kompromisszumos megoldást" dolgoztunk ki, amely mintegy középúton van a továbbgyűrűzések teljes követése és teljes elhanyagolása között.

A programozási szektor beruházásai nyomán keletkező új kapacitások elsősorban két ágazattal szemben támasztanak anyagigényeket: a *villamosenergia-termeléssel* és a *szénbányászattal* szemben. Az alumíniumkohászat közismerten áramigényes. A timföldgyártás villamosenergia-igénye sokkal kisebb, de azért nem elhanyagolható. Ugyanakkor a timföldgyártás jelentős mennyiségű szenet fogyaszt.

A továbbgyűrűzések részleges figyelembevétele gyakorlatilag azt jelenti, hogy kizárólag e két szektor termelésével kapcsolatos indirekt hatásokat vesszük számításba. Vezessük be a következő jelöléseket:

A népgazdaság 1. szektora a szénbányászat, 2. szektora a villamosenergia-termelés.

$w_{j,1}$, $w_{j,2}$ = a j-edik alumíniumipari tevékenység keretében létrehozott új alumíniumipari kapacitás egy egységének évi szén-, illetve villamosenergia-igénye;

g_1, g_2 = a szénbányászat, illetve a villamosenergia-termelés 1 kapacitásegységének létrehozásához szükséges beruházási költség;

$s_{2,1}$ = a szénbányászat fajlagos villamosenergia-szükséglete;

$s_{1,2}$ = a villamosenergia-termelés fajlagos szénszükséglete.

Ha az indirekt beruházás keretében létesített szénbányának és erőműnek kizárólag az alumíniumipari alaplétesítményt kellene szénnel és árammal ellátnia, úgy az indirekt beruházási költségeket a következő képlettel adhatnánk meg:

(X. 16) $$w_{j,1}\, g_1 + w_{j,2}\, g_2.$$

Csakhogy az erőműnek a bányát is el kell látnia árammal, s a szénbányának az erőművet is szénnel. Mivel pedig ez többletkapacitást igényel, ezt a többletkapacitást ismét el kell látni szénnel és árammal. (Az önfogyasztást figyelmen kívül hagyjuk.) Ha ezeket a szénbánya és az erőmű közötti „oda-vissza" jelentkező igényeket is figyelembe vesszük, akkor a j-edik tevékenység keretében létesített új alumíniumipari alaplétesítmény egységére jutó indirekt beruházási költséget a következő képlet adja meg:

(X. 17) $$\hat{g}_j = \frac{w_{j,1}\, g_1 + w_{j,2}\, g_1\, s_{1,2} + w_{j,2}\, g_2 + w_{j,1}\, g_2\, s_{2,1}}{1 - s_{2,1}\, s_{1,2}}.$$

Minthogy a beruházási költségek sorában számba vettük a szénbányászatban és a villamosenergia-termelésben felmerülő indirekt beruházási költségeket, az alumíniumipar szén- és áramköltségeit nem termelői áron, hanem — a korábban már tisztázott megfontolások alapján — reálköltségen vesszük számba. Erre a célra a Nehézipari Minisztérium által számított szén- és áramreálköltséget használjuk fel.

A közvetett hatások számbavételének itt leírt módszere igen egyszerű, s aránylag kevés pótlólagos adatgyűjtést, számítást igényel. Vannak persze korlátai is. Ezek közül a legfontosabbak a következők:

a) Igaz, hogy a szénbányászatban és a villamosenergia-termelésben mutatkoznak legerőteljesebben az indirekt igények, de a továbbgyűrűzés elhanyagolása a többi területen némileg torzítja a számítást.

b) A Nehézipari Minisztérium által alkalmazott reálköltségszámításban a távolabbi továbbgyűrűzések figyelmen kívül hagyása bizonyos pontatlanságot eredményez.

Ezért látjuk indokoltnak a fejezet első részében ismertetett, az ágazati kapcsolatok mérlegét felhasználó számításmód párhuzamos alkalmazását is.

Miután e fejezetben mostanáig az alumíniumiparral foglalkoztunk, vessünk ismét egy pillantást a pamutiparra.

Mint említettem, a pamutiparban — mivel a termelés összvolumene és cikk szerinti összetétele rögzített — a közvetlen anyagköltségek nem szerepeltek az akcióköltségek körében. Emellett a felhasználásra kerülő anyagok zöme importból ered. Ezért úgy véltük, elhanyagolhatjuk a hazai anyag felhasználásával járó indirekt beruházások kiszámítását. Mivel azonban utólag, a zárójelentés vitája során felmerült ez a kérdés, ellenőrző számítást végeztünk.

Az egyedüli hazai anyag, amelynek felhasználásában lényeges különbség mutatkozik a tevékenységek között: a villamosenergia.[18] Ezért a villamosenergia-termeléssel kapcsolatos továbbgyűrűző szükségletek beruházásigényére összpontosítottuk figyelmünket.

Nevezzük a villamosenergia-termelést az ágazati kapcsolatok mérlege v-edik szektorának. A kapcsolódó beruházási költséget a következő képlet adja meg:

$$\hat{y}_{jv} = \mathfrak{g}^* \mathbf{r}_v w_{jv}, \tag{X. 18}$$

ahol:

$\hat{y}_{jv}$ = a pamutipari modell j-edik tevékenységének áramigényével kapcsolatos indirekt beruházási költség;

$\mathfrak{g}^*$ = a népgazdaság szektoraira jellemző fajlagos beruházási költségek N komponensből álló sorvektora;

$\mathbf{r}_v$ = a népgazdaság v-edik szektorának (a villamosenergia-termelésnek) oszlopvektora az inverz mátrixban;

w_{jv} = a programozási modell j-edik tevékenységének évi áramigénye.

A $\mathfrak{g}^* \mathbf{r}_v$ szorzat tehát az egységnyi villamosenergia-kibocsátás biztosításához szükséges teljes népgazdasági kapacitás (direkt + + indirekt) beruházási költsége.[19] Ezt kell megszorozni pamutipari tevékenységünk áramigényével, w_{jv}-vel.

[18] Lásd a Függelék 3. §-át.

[19] Ennek számszerű adatát *Cukor—Román* [17] tanulmányából vettük, mert számításunkkor még nem állt rendelkezésünkre az új táblázat anyaga.

A számítás elvégzése után az indirekt beruházási költségeket hozzáadtuk az eredetileg számított direkt beruházási költséghez, módosítottuk a célfüggvényben szereplő c_j együtthatókat. Ennek alapján megállapíthattuk, hogy az indirekt beruházási költségek figyelembevétele után sem változott meg az eredetileg kapott optimális program. Eredeti egyszerűsítő feltevésünk — az indirekt beruházási költségek elhanyagolása — elfogadhatónak bizonyult.

XI.
FEJEZET

A ráfordítások és az eredmények dinamikája – Kamatozási formulák

1. §. A BERUHÁZÁSOKKAL KAPCSOLATOS TEVÉKENYSÉGEK DINAMIKÁJA

Az eddigiekben a célfüggvénybeli együttható meghatározásakor igen egyszerű formulát használtunk a beruházásokkal kapcsolatos folyamatok dinamikájának jellemzésére (lásd: (IV. 4) képletet). A továbbiakban a ráfordítások és az eredmények dinamikájának számbavételét vizsgáljuk meg közelebbről.

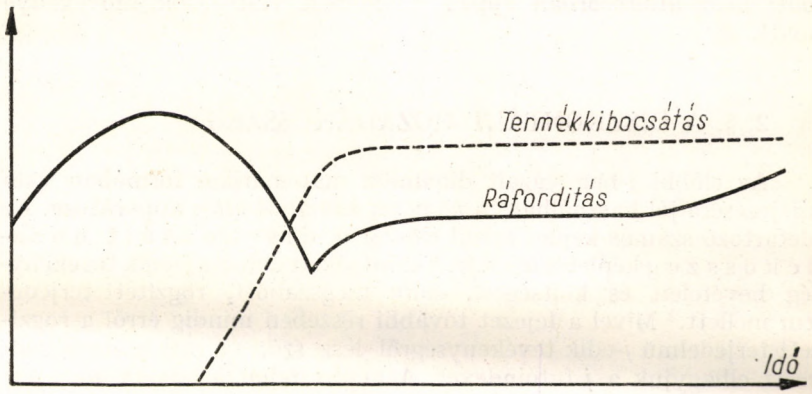
Vegyünk egy tipikus példát, egy új gyár létesítését. Az időben lezajló változásokat két fő osztályba sorolhatjuk: A) a ráfordítások és a termékkibocsátás változásai (naturálisan mérve) és B) ár- és bérváltozások.

A) *Naturális változások.* Attól kezdve, hogy a beruházási döntés megszületett, ráfordítások merülnek fel.[1] Előbb tervezési, majd építési, gépbeszerzési, szerelési, vagyis együttesen: *iniciális beruházási* ráfordítások jelentkeznek. Azután megindul a termékkibocsátás; ettől kezdve *üzemeltetési* ráfordításokra kerül sor. Kezdetben az új üzem gyermekbetegségekkel küzd, a termelés aránylag kicsi. Később a termelés normalizálódik; a termékkibocsátás és az üzemeltetési ráfordítás egy időre stabilizálódik. Még később, egy távolabbi időben az

[1] A döntés *előtti* ráfordításokat (pl. előzetes tanulmányok készítése) nem lenne helyes a szóban forgó beruházás ráfordításaihoz számítani. Ezek a népgazdasági tervezés általános ráfordításainak részét képezik, s akkor is meg kell fizetni, ha az előzetes tanulmányok alapján a beruházási javaslatot elutasítják.

üzemeltetési ráfordítások egyik eleme, a karbantartás, a nagyjavítás — az üzem előregedésének hatására — fokozatosan emelkedik.

A szemléltetés kedvéért a 10. sz. ábrán grafikusan is ábrázoljuk a termékkibocsátás és a ráfordítások változását az időben.



10. ábra. A ráfordítások és a kibocsátás dinamikája

Az ábrán látható első ráfordítás-„hegy": az iniciális beruházási ráfordítás. Még a beruházások teljes befejezése előtt megkezdődik — legalábbis részlegesen — a termelés. (Ekkor jelenik meg a termékkibocsátás szaggatott vonala.) Egy idő után mind a termékkibocsátást, mind a ráfordítást jelző vonal vízszintessé válik. Utána pedig a ráfordítások fokozatosan emelkedni kezdenek.

B) *Ár- és bérváltozások.* Ezzel kapcsolatban három jelenségről kell szólni:

Először. A hazai ráfordítások egy része elsődlegesen bérköltség. Tudjuk, hogy a bérek az időben nem változatlanok. Többé-kevésbé állandó tendenciaként számolhatunk a névleges bérek rendszeres emelkedésével, ami egyik formája a reálbérek emelkedésének.

Másodszor. Időről időre — de nem rendszeresen — változnak a hazai árak, főképp az általános árrendezések alkalmával. Ezzel kapcsolatban nem beszélhetünk valamiféle jellegzetesen egységes tendenciáról.

Harmadszor. Szinte állandóan változnak a világpiaci árak. A változások egy része alkalmi, múló jellegű ingadozás, más részük tartós áriránzyat, ártrend.

Összefoglalóan elmondhatjuk, hogy a változások A) osztálya a beruházás és a nyomában meginduló termelés *belső* dinamikájával

kapcsolatos, míg a B) osztály a *külső* változásokat, a gazdasági környezet általános változásainak az általunk vizsgált létesítményre gyakorolt hatásait foglalja magába.

Az elmondottakból látszik, hogy a ráfordítások és a termékkibocsátás, a pénzbeli költségek és bevételek menete bonyolult folyamat; nem utolsósorban éppen az időbeli változások szövevénye miatt.

2. §. A DISZKONTÁLT HOZADÉKÖSSZEG

Az előbbi §-ban vázolt dinamika matematikai formában való kifejezésére jól használható a *kamatos kamatszámítás* apparátusa. Az idetartozó számos képlet közül először a diszkontált hozadékösszeg képletét írjuk le. Tekintsük át ehhez a *j*-edik tevékenység bevételeit és költségeit, előre megszabott, rögzített terjedelem mellett.[2] Mivel a fejezet további részében mindig erről a rögzített terjedelmű *j*-edik tevékenységről lesz szó, az egyszerűség kedvéért elhagyjuk a *j* futóindexet. A képlet tehát a következő:

$$\hat{P} = Q\,(0) - C\,(0) + \frac{Q\,(1) - C\,(1)}{1+\beta} + \frac{Q\,(2) - C\,(2)}{(1+\beta)^2} +$$

(XI. 1)

$$+ \ldots + \frac{Q\,(\tau) - C\,(\tau)}{(1+\beta)^{\tau}},$$

ahol:

$\hat{P}$ = a tevékenység diszkontált hozadékösszege;
0 = a tevékenység megkezdésének éve;
τ = a tevékenység révén keletkezett létesítmény működésének utolsó éve;
$Q\,(t)$ = a tevékenység nyomán keletkező bevétel a t-edik évben $(t = 0, 1, \ldots, \tau)$;
$C\,(t)$ = a tevékenység nyomán felmerülő költség a t-edik évben $(t = 0, 1, \ldots, \tau)$.

A (XI. 1) képletet felírhatjuk rövidebb formában is:

(XI. 2) $$\hat{P} = \sum_{t=0}^{\tau} [Q\,(t) - C\,(t)]\, D^t,$$

ahol D a diszkontfaktor:

(XI. 3) $$D = \frac{1}{(1+\beta)}.$$

Mi az előnye annak, ha a (XI. 2) képletben leírt diszkontálási formula segítségével értékeljük a beruházási alternatívákat? A fő kérdés ebből a szempontból: *hogyan hat az alternatívák közötti választásra, milyen irányba orientálja a döntéshozó szervet?*

A könnyebb kifejtés kedvéért tegyük fel, hogy két olyan alternatíva között kell választani, amelyek minden tekintetben megegyeznek egymással, kivéve valamely dinamikus jellemzőjüket.

1. A 2. alternatívánál a beruházás megvalósítása tovább tart, mint az 1. alternatívánál. Például az 1. aránylag kevés építést igényel, a 2. sokat; az 1-nél a gépeket szállító cég rövid határidőt vállal, a 2-nél hosszút és így tovább.

A népgazdaság érdeke az, hogy a beruházás minél rövidebb idő alatt készüljön el. Nem közömbös, hogy a rászánt 1 milliárd forint két esztendeig van-e „befagyva", vagy mondjuk nyolc évig; hogy az új üzem már két év után kezd-e termelni, a nemzeti jövedelemhez hozzájárulni, vagy csak nyolc év után.[3]

A diszkontálási formula szerint az 1. alternatívánál lenne nagyobb a diszkontált hozadékösszeg — ennyiben tehát helyes irányba orientál.

2. A 2. alternatívánál a felfutási idő tovább tart, mint az 1-nél. Például a hazánkban már korábban is előállított termékek gyártásának kibővítése nyilván kevesebb nehézséget okoz, mint a még sohasem gyártott, új termékek bevezetése. A külföldön már kikísérletezett, műszakilag jól kidolgozott eljárások átvétele ugyancsak kevesebb

[2] A fejezetben mindvégig a hozadék képleteit definiálom, mert így mind a bevételek, mind a költségek dinamikáját áttekinthetjük. A formulák — értelemszerűen módosítva — alkalmazhatók költségminimalizálási modellekben is.

[3] Ezt az összefüggést hangsúlyozza *Hacsaturov* szovjet közgazdász [31] cikkében, amelyben a kamatos kamat-képlet alkalmazása mellett érvel: „Ha az automatizálást és gépesítést célzó intézkedések a tervezés, elkészítés és bevezetés időszakainak hosszúsága tekintetében különböznek, akkor figyelembe kell venni az időfaktor hatását a variánsok közgazdasági értelemben vett összehasonlítására. Az intézkedések kivitelezésére adott határidők csökkentéséből vagy növekedéséből származó gazdasági eredményt a szükséges beruházási összegek korrekciójával kell visszatükrözni, annak az átlagos effektusnak a figyelembevételével, amelyet a népgazdaság más ágazataiban lehetne nyerni termelőberuházással. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy ha az egyik variáns szerint a beruházások később mennek végbe, akkor nagyságuk nem egyenértékű az adott pillanatban eszközölt beruházások nagyságával. Az eljövendő évek beruházásait a $K = \frac{1}{(1+\Delta)^t}$ koefficienssel való szorzás után kell hozzámérni a jelen beruházásokhoz..."

„gyermekbetegséggel" jár, mint a kellően ki nem kísérletezett technológia alkalmazása.

Ha — mint feltettük— a két alternatíva egyébként azonos, akkor a népgazdaság érdekét figyelembe véve nyilván azt kell választani, amelyik rövidebb ideig küzd csak a gyermekbetegségekkel.

Ilyen körülmények között ismét az 1. alternatívánál lenne nagyobb a diszkontált hozadékösszeg — az orientáció helyes.

3. A két alternatívában javasolt létesítmények működési élettartama eltérő: az 1-é hosszabb, mint a 2-é.

A népgazdaság érdeke nyilván azt kívánja, hogy az egyszer beruházott összeg segítségével megteremtett létesítmény minél hosszabb ideig járuljon hozzá a nemzeti jövedelemhez.

A diszkontálási formula szerint az 1-nél nagyobb a diszkontált hozadékösszeg — a formula eszerint itt is helyes irányba orientál.

Folytathatnánk a hasonló példákat. Valamennyinek közös problémája: a népgazdaság számára nem mindegy, hogy valamely bevétel vagy kiadás korábban merül-e fel vagy később. A mai forint, ha költségről van szó, súlyosabb terhet jelent, mint a holnapi. A mai forint, ha bevételről van szó, nagyobb előnyt jelent, mint a holnapi. A ma keletkező bevételt vagy költségmegtakarítást beruházásokra fordíthatjuk, s az elősegítheti a nemzeti jövedelem emelését. Az így keletkező nemzeti jövedelem-többlet egy része ismét beruházható, ami ismét elősegíti a nemzeti jövedelem emelését és így tovább. *A mai forint tehát, ha beruházzuk, hozadékaival, s e hozadékok hozadékaival segíti elő a jövő nemzeti jövedelem-folyamának folytonos szélesítését. Ez a közgazdasági magyarázata annak, hogy népgazdasági szempontból a mai forintot többre kell becsülnünk a holnapinál.*[4]

A kamatos kamatszámítás képletei módot adnak az állami gazdaságpolitika e követelményének egyértelmű, egységes s aránylag egyszerű matematikai kifejezésére. Biztosítják, hogy az időben előbb felmerülő forint „súlya" nagyobb legyen, mint a későbbié. Ha mondjuk a 0-dik és a 2. évben egyaránt 1—1 millió forint kiadásunk merül fel, a diszkontált hozadékösszeg képzésénél nem egyforma súllyal esnek latba:

$$C\,(0)\,D^0 = 1 \text{ millió forint,}$$
$$C\,(2)\,D^2 = 0{,}826 \text{ millió forint.} \qquad (\beta = 0{,}1)$$

[4] Közismert *Marx* megállapítása az idővel való takarékosság jelentőségéről: „Mennél kevesebb időre van szüksége a társadalomnak a gabonatermeléshez, az állatok tenyésztéséhez stb., annál több időt nyer más anyagi vagy szellemi termeléshez. Az egyes egyének és a társadalom fejlődésének, fogyasztásának és tevékenységének sokoldalúsága egyaránt az időmegtakarítástól függ." (Lásd [68], 89. old.)

Hangsúlyozni szeretném: mindazok az érvek, amelyeket ebben a §-ban a diszkontálási formula mellett felhoztam, *gyakorlatias* jellegűek. Ez a formula általában hasznosan szolgálja a gazdaságpolitika szempontjait. Nyitva maradnak azonban még a következő kérdések:

1. *Vajon ez a formula orientál-e optimális döntésre, amikor időbeli választási probléma előtt állunk?* (Ilyen időbeli választási probléma pl.: ma fizessünk-e meg egy drágább beruházást, hogy később többet takaríthassunk meg? Vagy fizessünk most kevesebbet, lemondva a későbbi nagyobb megtakarításról?) Vannak-e más, ezt a funkciót jobban ellátó formulák?

2. Túl a gyakorlati *célszerűségen*, van-e valami *objektív közgazdasági alapja* annak, hogy éppen ezt a függvénytípust (a kamatos kamatszámítás exponenciális függvényeit) alkalmazzuk?

3. *Mitől függ a kamatláb számszerű nagysága?*

Ezekre az elvi problémákra egy későbbi fejezetben részletesebben visszatérek, bár előre jelezhetem: anélkül, hogy a kérdéseket megnyugtatóan lezárhatnánk. Egyelőre megelégedhetünk annak megállapításával, hogy célszerűségi meggondolások miatt hasznos e formulák alkalmazása dinamikus folyamatok értékelésekor.

Főképp ezek a gyakorlatias megfontolások vezethettek ahhoz, hogy több szocialista országban már széles körben alkalmazzák a kamatos kamatszámítás képleteit. Így pl. a Szovjetunió Tudományos Akadémiája által kidolgozott, a beruházások gazdaságosságának számítására szolgáló „típusmetodika" kötelezően előírja a kamatos kamatszámítás képleteinek alkalmazását arra az esetre, ha a beruházás megvalósítási idejében eltérő variánsokat hasonlítanak össze.[5] A kamatos kamatszámítás elemeit felhasználja a Lengyelországban 1960-ban kiadott hivatalos beruházásgazdaságossági metodika is.[6]

3. §. AZ ÉVI TÖRLESZTÉSES HOZADÉK

Vezessük be a következő fogalmakat, jelöléseket és egyszerűsítő feltevéseket:

1. A költségeket és bevételeket nem a beruházás révén megvalósított létesítmény egész várható élettartamára számítjuk, hanem egy

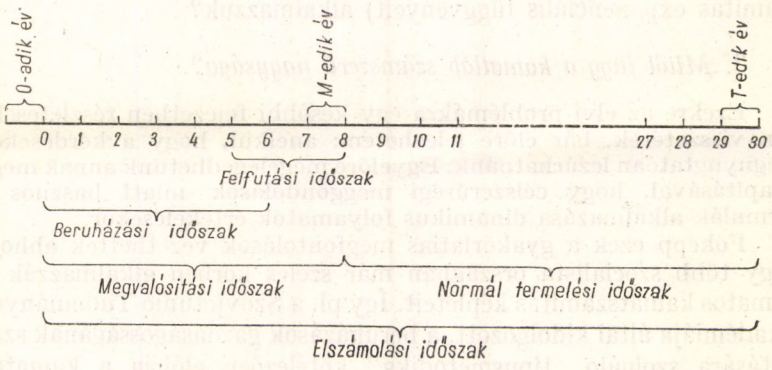
[5] Lásd [102].

[6] Lásd [105]. A lengyel közgazdasági irodalomban már évekkel ezelőtt felvetődött a kamatos kamat-képletek alkalmazásának gondolata. Lásd pl. *Wakar* [98] és *Fiszel* [25] cikkeit. Csehszlovákiában is számos közgazdász foglalt állást a képletek felhasználása mellett. Lásd pl. *Styblo* [90] cikkét.

közgazdasági megfontolások alapján megszabott, a várható élettartamtól esetleg eltérő tartamú időszakra, amelyet elszámolási időszaknak nevezek. (Meghatározásának problémáira később térek vissza.) Az elszámolási időszak utolsó évét T-vel jelöljük.

2. A tevékenység kezdetétől a felfutás végéig tartó időszakot a továbbiakban megvalósítási időszaknak nevezem. Ennek utolsó évét jelöljük M-mel. A felfutás befejeztétől az elszámolási időszak végéig tartó következő időszakot $(M + 1, T)$ normál termelési időszaknak nevezem.

Az áttekintés megkönnyítésére grafikusan is ábrázoljuk a dinamikát jellemző időszakokat (lásd: 11. ábrát).



11. ábra. A beruházási és üzemeltetési tevékenység jellegzetes időszakai és időpontjai

3. Tegyük fel, hogy a normál termelési időszakban a bevételek és az üzemeltetési költségek az időben állandóak. Amennyiben ez a feltevés — legalábbis megközelítő egyszerűsítésként — elfogadható, úgy alkalmazhatjuk az évi törlesztéses hozadék képletét.

Mindenekelőtt meghatározzuk a megvalósítási időszakban felmerülő költségek felkamatozott összegét. Ezek nagy része iniciális beruházási költség, ezenkívül itt számoljuk el a felfutási időszak üzemeltetési költségeit is.[7] Mivel a felfutási időszakban már bevételek

[7] Az új kapacitás üzemeltetéséhez szükséges forgóeszközök képzését az iniciális beruházási költség egy speciális fajtájaként kell kezelnünk. A nyers- és segédanyagkészletet, a félkésztermék-készletet és a befejezetlen termelés állományát rendszerint a beruházási időszak végén és a felfutási időszak alatt képzik. Ennek megfelelő időpontra kell elszámolnunk.

is jelentkeznek, a költségeket csökkentjük a felkamatozott bevételekkel:

$$\hat{G} = \sum_{t=0}^{M} [C(t) - Q(t)] (1 + \beta)^{M-t}. \quad \text{(XI. 4)}$$

Az így kapott $\hat{G}$ értéket előlegezett költségnek nevezem.

A továbbiakban az $(1 + \beta)$ kifejezést kamatfaktornak nevezzük és K-val jelöljük. Eszerint a (XI. 4) képlet rövidebben így írható fel:

$$\hat{G} = \sum_{t=0}^{M} [C(t) - Q(t)] K^{M-t}. \quad \text{(XI. 5)}$$

A létesítménytől (képletesen, a beruházásgazdaságossági számításban) elvárjuk, hogy az előlegezett költséget folyamatosan „letörlessze", mégpedig úgy, hogy a még le nem törlesztett rész után kamatos kamatot fizet. Az évi törlesztést a következő képlet alapján állapíthatjuk meg:

$$\hat{G} = \frac{\beta (1 + \beta)^{T-M}}{(1 + \beta)^{T-M} - 1}. \quad \text{(XI. 6)}$$

Az $(M + 1, T)$ intervallum, azaz a normál termelési időszak jelenti itt egyúttal a törlesztési időszakot. Jelöljük a $\hat{G}$ előlegezett költség együtthatójaként szereplő törtet $\mu_{\beta T}$-vel és nevezzük törlesztőfaktornak.

A törlesztőfaktor alkalmazásával a következőképpen definiálhatjuk $\tilde{p}$-t, az évi törlesztéses hozadékot:

$$\tilde{p} = q - \hat{G}\mu_{\beta T} - h, \quad \text{(XI. 7)}$$

ahol:

q = az évi konstans bevétel;
$\hat{G}$ = az előlegezett költség;
$\mu_{\beta T}$ = a törlesztőfaktor;
h = az évi konstans üzemeltetési költség.

A (XI. 7) formula közel áll a mindennapos szemlélethez. A $\tilde{p}$ évi törlesztéses hozadék ugyanis egyfajta speciális, kalkulatív évi nyereség, amelyet úgy számoltunk, hogy az évi üzemeltetési költséghez hozzáadtuk az előlegezett költség kalkulatív „törlesztését" és ezt vontuk le a bevételből.

A fentiekben leírt két képlet — a diszkontált hozadékösszeg és a törlesztéses hozadék – mellett számos más kamatos kamat-formula is ismeretes; ezek leírásától eltekintek.[8]

Fel kell hívni a figyelmet arra, hogy a kamatos kamat képletek alkalmazásához rendszerint nincs szükség a hatványok egyedi kiszámítására, mert azok kamat-táblázatokból kiolvashatók.[9] A nagyobb táblázatok közlik a kamatfaktor (K), a diszkontfaktor (D) és a törlesztőfaktor $(\mu_{\beta T})$ értékeit $\beta \leqq 0{,}15$ és $T \leqq 100$ esetére. A táblázatok felhasználásával a kamatos kamat-képletek alkalmazása csak egyszerű szorzásokat és összeadásokat igényel.

4.§. A DINAMIKA TÜKRÖZÉSÉNEK FOKOZATAI

Az évi törlesztéses hozadék formulája — ellentétben a diszkontált hozadékösszeggel — nem tükrözi a felfutás befejezése utáni folyamatok dinamikáját. Tegyünk most még egy lépést a valóság leegyszerűsítésében. Feltesszük, hogy az iniciális beruházási költség egy összegben merül fel, mégpedig az $M+1$ törlesztési időszak megkezdése előtti pillanatban. Felfutási idő nincsen; a bevételek és az üzemeltetési költségek a termelés első pillanatától kezdve konstansak.

Határozzuk meg e feltevések alapján az évi törlesztéses hozadékot. Mivel az egész iniciális beruházási költség egyszerre merül fel, felkamatozásra (lásd XI. 4 képlet) nyilván nincs szükség. A törlesztéses évi hozadék (XI. 7) képlete eszerint a következőképpen módosul:

$$\text{(XI. 8)} \qquad \tilde{p} = q - G\,\frac{\beta\,(1+\beta)^{T-M}}{(1+\beta)^{T-M}-1} - h = q - G\mu_{\beta T} - h,$$

ahol:

$\tilde{p}$ = az évi hozadék;
q = az évi konstans bevétel;
G = az előlegezett költség (jelen esetben azonos az iniciális beruházási költséggel, mivel azt nem kellett felkamatoznunk);
$\mu_{\beta T}$ = a törlesztőfaktor;
h = az évi konstans üzemeltetési költség.

[8] A beruházásgazdaságossági számításokhoz használható kamatos kamat-képletekről áttekintést ad pl. *Schneider* [87] és *Lutz* [62] műve.
[9] A magyar könyvtárakban rendelkezésre álló legnagyobb táblázat a *Foerster*-féle [26].

Mármost a törlesztőfaktor a következő nevezetes tulajdonsággal rendelkezik: nagysága a törlesztési idő növekedésével mindinkább közeledik a kamatlábhoz:

(XI. 9) $$\mu_{\beta T} \to \beta, \quad \text{ha} \quad (T - M) \to \infty \ .$$

Ha tehát végtelen törlesztési időt engedélyezünk a beruházásnak, akkor a (XI. 8) alatti törlesztéses formula:

(XI. 10) $$\tilde{p} = q - G\beta - h \qquad (T = \infty).$$

Egyébként gyakorlatilag nem kell végtelen törlesztési időszakhoz ragaszkodni, mert már jóval előbb elhanyagolhatóan csekély a különbség β és $\mu_{\beta T}$ között. Ha pl. 20%-os kamatláb mellett a törlesztési idő 25 év, akkor a törlesztőfaktor, $\mu_{0,2;25} = 0{,}20212$.[10]

Könnyen felismerhető, hogy a (XI. 10) formula rokon az OT mutatóban alkalmazott képlettel. Az évi költségek itt is két részből állnak: *1.* az évi üzemeltetési költségből (h) és *2.* az iniciális beruházási költség után számított kamatteherből ($G\beta$). A továbbiakban a (XI. 10) képletet s t a t i k u s f o r m u l á n a k nevezem.

Az előző képletekből néhány fontos következtetés adódik:

Először. A kamatos kamatszámítást alkalmazó dinamikus formulákat nem választja el kínai fal a statikus formulától. Bizonyos feltevések, egyszerűsítések mellett e formulák egybeeshetnek. Szigorúan véve nem is beszélhetünk „statikus" és „dinamikus" formulákról, hanem csupán a valóságos dinamika leegyszerűsítésének, a dinamika egyik vagy másik mozzanatától való elvonatkoztatásnak különböző *fokozatairól*. A kamatos kamat-formulák is egyszerűsítenek a valósághoz képest, s a statikus formula sem teljesen statikus, hiszen élesen megkülönbözteti — éppen felmerülésük ideje szempontjából — a költségek két csoportját, a beruházási és az üzemeltetési költségeket.[11]

[10] A törlesztőfaktor, $\mu_{\beta T}$ 8%-os kamatláb esetén 25 éves törlesztési időnél 9,368; 50 évnél 8,174 és 100 évnél 8,004, százalékban.
10%-os kamatláb esetén 25 éves törlesztési időnél 11,017; 50 évnél 10,086 és 100 évnél 10,001.
20%-os kamatláb esetén 25 éves törlesztési időnél 20,212; 50 évnél 20,002 és 100 évnél 20,000.
Amint látjuk, $\mu_{\beta T}$ igen gyorsan tart β felé.

[11] Ebből a szempontból pl. az évi törlesztéses hozadék középúton van a statikus formula és a diszkontált hozadékösszeg formulája között: kifejezésre juttatja a megvalósítási időszakban végbemenő folyamatok dinamikáját, de konstansként kezeli a normál termelési időszak bevételeit és költségeit, s figyelmen kívül hagyja a létesítmény várható élettartamát.

Másodszor. Világosan kell látnunk, melyek azok az egyszerűsítő feltevések, absztrakciók, amelyekkel a statikus formula alkalmazásakor élünk. Röviden összefoglalva: *1.* a beruházási költség egyszerre, egy összegben merül fel; *2.* nincsen felfutási idő; *3.* a bevételek és az üzemeltetési költségek az időben konstansak; *4.* a *3.* feltevésből következően, a létesítmény élettartama — az adott jellegzetes bevételekkel és költségekkel — végtelen. *A statikus formula alkalmazása jogosult, ha ezek a feltevések nem jelentenek túlzott, megengedhetetlen eltérést a valóságtól;* ha például olyan új géptípusokat hasonlítunk össze, melyeket a következők jellemeznek: *1.* a beruházási költség valamennyi gépnél gyakorlatilag egy összegben merül fel; a vételárat egyszerre kell kifizetni, a felszerelés pedig csak rövid időt vesz igénybe. *2.* Valamennyi összehasonlításra kerülő géptípus jól ismert, kipróbált; különösebb kezdeti gyermekbetegségre — azaz felfutási időszakra — nem kell számítani. *3.* A teljesítmény és az üzemeltetési költség gyakorlatilag állandó. *4.* Az összehasonlításra kerülő géptípusok élettartama között nincs eltérés; elhasználódásuk esetén egyszerűen pótolhatók. Az elhasználódás ideje ismert, a pótláshoz szükséges költséget (annak egy évre eső részét) az üzemeltetési költségek közé felvettük, ily módon a gép élettartama „végtelennek" tekinthető.

Nyilvánvaló, hogy ebben a különleges esetben felesleges lenne kamatos kamat-formulát alkalmazni, mert az is a statikus formulával azonos állásfoglaláshoz vezetne. A gyakorlatban azonban elég ritkák (még puszta gépbeszerzés esetén is) az ilyen kevéssé dinamikus beruházási tevékenységek, amint arról már az 1. és 2. §-ban részletesen szó volt. Minél több viszont a dinamikus mozzanat a beruházási tevékenységgel, majd a beruházás nyomán meginduló termeléssel kapcsolatban, annál nagyobb eltérést jelent a valóságtól a felsorolt három egyszerűsítő feltevés. Ezért *általában a dinamikus formulákat célszerű alkalmazni.*

Ha a normál termelési időszakban végbemenő változásokat is figyelembe kívánjuk venni, akkor a diszkontált hozadékösszeg formulája alkalmazható eredményesen, ha pedig a normál termelési időszak dinamikája elhanyagolható, úgy az évi törlesztéses hozadék formulája. Csupán a dinamika szempontjából legegyszerűbb esetekben elégséges a statikus formula.

Harmadszor. Elterjedt olyan nézet, mintha indokolt lenne különbséget tenni valamilyen „egyszerű kamatláb" és „kamatos kamatláb" között, oly módon, hogy az előbbi magasabb lehet, mint az utóbbi. Ez a vélemény téves.[12] Nincs létalapja külön „egyszerű" és külön

[12] Egy időben magam is ezen a nézeten voltam, ami tükröződött egyes cikkeim megfogalmazásában.

„kamatos" kamatlábnak.[13] Láttuk: ha elfogadunk bizonyos feltevéseket, akkor az *azonos kamatlábbal* számított statikus és dinamikus formula egybeesik. Márpedig a statikus formula alkalmazása csak akkor jogosult, ha ezek a feltevések — legalábbis közelítésként — elfogadhatók.

5. §. A SZOKÁSOS GAZDASÁGOSSÁGI SZÁMÍTÁSOK ÉS A DINAMIKA

Magyarországon a hivatalos előírások 1960-ig kizárólag statikus formula alkalmazását írták elő.

A már többször idézett 1960. évi utasítás előírt egy dinamikus formulát is, a beruházási idő figyelembevételére.[14] Ez a formula (a könyv saját jelölési rendszerével) a következő:

$$c = \beta \sum_{t=1}^{M_0} g(t)\,[1 + (M_0 - t)\beta] + h; \qquad \text{(XI. 11)}$$

ahol:

c = a kalkulatív évi költség;
M_0 = a beruházási időszak utolsó éve;
$g(t)$ = az iniciális beruházási költség a t-edik évben;
h = az évi (konstans) üzemeltetési költség.

A (XI. 11) képletben leírt eljárás egyfajta egyszerű, *lineáris* felkamatozás, ellentétben a (XI. 4) képletben jelzett *exponenciális* felkamatozással.

Számítástechnikailag az egyszerű kamatozású forma nem jelent érdemleges könnyítést, mivel a kamattáblázat alkalmazása esetén az exponenciális formulákhoz is csupán egyszerű szorzásokat kell végrehajtani. A lényeges különbség az, hogy azonos kamatláb mellett *az exponenciális formula erősebb időpreferenciát érvényesít.* A korábban felmerült költségek súlya, aránya nagyobb a későbbiekhez képest, mint egyszerű felkamatozás esetén.

Egyéb dinamikai összefüggések (felfutási idő, élettartam, az időben változó bevételek és üzemeltetési költségek) figyelembevételére az érvényes beruházásgazdaságossági képletek nem terjednek ki.

[13] A szovjet metodika a kamatos kamatszámítás képletében is a statikus formula „hatékonysági együtthatóját" szerepelteti kamatlábként.

[14] Lásd [112].

A közgazdasági vitákban, a szakirodalomban többször javasolták kamatos kamat-formulák alkalmazását.[15] Emellett egyes intézményeknél öntevényeken alkalmaznak ilyen képleteket.

[15] 1958-ban benyújtott [38] tanulmányomban javasoltam a Könnyűipari Minisztériumnak a diszkontálási formula alkalmazását. Hasonló elgondolás található *Gerle Gy.* [28] 1959-ben megjelent tanulmányában.

XII.
FEJEZET

A ráfordítások és az eredmények dinamikája – Elszámolási problémák

1. §. ÉLETTARTAM ÉS FENNTARTÁSI KÖLTSÉG

Amennyiben modellünkben egymástól jellegzetesen eltérő élettartamú alternatívák szerepelnek, célszerű a diszkontált hozadékösszeg (XI. 2.) képletét alkalmaznunk. Így pl. érdemes lenne így számolni egy villamosenergia-ipari beruházási modellben, amelyben jellegzetesen eltérhet egymástól a hőerőmű-alternatívák és a vízierőmű-alternatívák várható élettartama.

A gyakorlatban többnyire nehéz egyértelműen meghatározni egy üzem várható élettartamát. Az egyik probléma az, hogy az üzem állóeszközállományának egyes elemei nem egyszerre használódnak el. Így pl. egyes vegyipari berendezések átlagos élettartama a szakirodalom szerint a következő.[1]

VEGYIPARI BERENDEZÉSEK ÁTLAGOS ÉLETTARTAMA — 7. *táblázat*

Berendezés	Üzemeltetési évek
Hűtő	10
Elpárologtató	17
Acetilénfejlesztő	12
Hidrolizáló	7
Keverő	12
Őrlőmalom	12
Előmelegítő	9
Szűrőprés	17

[1] Lásd *Peters* [81] könyvét (475—476. old.).

A létesítmény átlagos élettartamát megállapíthatjuk az egyes állóeszközök egyedi élettartamának a beruházási költségek szerint súlyozott harmonikus átlaga alapján.[2]

$$\text{(XII. 1)} \qquad \tilde{\tau} = \frac{G}{\frac{G_1}{\tau_1} + \frac{G_2}{\tau_2} + \ldots + \frac{G_m}{\tau_m}}.$$

ahol:

$\tilde{\tau}$ = a létesítmény átlagos élettartama;

$\tau_1, \tau_2, \ldots, \tau_m$ = az 1., 2., ..., m-edik állóeszköz egyedi élettartama;

G = a létesítmény összes beruházási költsége;

$G_1, G_2, \ldots, G_m$ = az 1., 2., ..., m-edik állóeszköz egyedi beruházási költsége.

A képlet nevezőjében szereplő G_1/τ_1, G_2/τ_2, ..., G_m/τ_m hányadosok az egyes állóeszközök átlagos évi elhasználódását adják meg. Ez megegyezik az évi amortizációval, amennyiben a szóban forgó állóeszköz leírási ideje azonos a valóságos élettartammal. Ez esetben a $\tilde{\tau}$ átlagos élettartam nem más, mint az összes beruházási költség és az évi amortizáció hányadosa.

A $\tau_1, \tau_2, \ldots, \tau_m$ egyedi élettartamok megnyugtató megállapítása esetén az ismertetett számításmód jól alkalmazható. Sajnos az esetek nagy részében ez nehezen állapítható meg. A nehézséget az okozza, hogy az „élettartam" fogalma nem egyértelmű. A 7. sz. táblázatban vegyipari adatokat ismertettem. A vegyipari berendezések fizikai élettartamát aránylag pontosan ismerjük, mert a kémiai folyamatok következtében a berendezések előbb-utóbb végérvényesen, megjavíthatatlanul tönkremennek. A gépi berendezések zömének természete azonban nem ilyen. Rendszeres nagyjavítással (ezen belül: rendszeres alkatrészcserékkel) egy-egy berendezés élettartama évtizedeken át meghosszabbítható. A textiliparban nem ritka az 50—60 éves szövőgép.[3] Igaz ugyan, hogy itt az oldalfalakon kívül jóformán semmi sem azonos a fél évszázaddal ezelőtt beszerzett géppel, mert a nagyjavítások alkalmával sorra-rendre kicserélték az eredeti alkatrészeket. Ez a gép mégis joggal tekinthető 50—60 évesnek, mert az alkatrészcsere ellenére megmaradt „egyénisége": eredeti konstrukciója. Hasonló ez az emberi szervezethez: hét év alatt az emberi szervezet összes sejtjei kicserélődnek, s mégis, hét év után is „azonosak vagyunk önmagunkkal".

[2] Ezt a képletet ajánlja a hivatalos lengyel metodika, [105].
[3] Lásd *Marcsányi* és *Simán* [65] tanulmányát.

Ahol tehát nem jellemző az aránylag rövid idő alatt végbemenő végleges fizikai elhasználódás, célszerű egy más eljárást alkalmazni. Ennek lényege a következő:

Feltételezzük, hogy a létesítendő üzem vezetői gondoskodnak arról, hogy az állóeszközállomány fizikai állapota a későbbiekben is lényegében azonos legyen az első évi állapottal. Ez részben nagyjavításokkal, részben az aránylag gyorsabban elhasználódó alkatrészek cseréjével biztosítható. Az állóeszközállomány fizikai állapotának állandó szinten tartásához szükséges költségeket f e n n t a r t á s i k ö l t s é g nek nevezem. Ezt az üzemeltetési költségek egyik elemének kell tekintenünk.

Egyes iparágakban a fenntartási költség az időben megközelítően konstans, másutt folyamatosan emelkedik.

2. §. AZ ELSZÁMOLÁSI IDŐSZAK HOSSZA

Amennyiben magunkévá tesszük az előbbi §-ban jelzett feltevést, s kellő fenntartási költségekkel folytonosan meghosszabbítjuk az új létesítmény állóeszközeinek szolgálati idejét, létesítményünk akár „örökké" is élhet.

Tisztán matematikai szempontból ez nem okoz problémát, feltéve, hogy a diszkontált bevételek és költségek különbségének idősora konvergens.[4] Inkább e felfogás közgazdasági tartalma problematikus.

A kérdést így tehetjük fel: meddig terjedjen számításunk „gazdasági horizontja"? A ma meghozott beruházási döntés hatása évtizedeken át érvényesül. Hány évre mérjük fel ezt a hatást?

A kérdésre csupán gyakorlati megfontolások alapján válaszolhatunk.

1. Minél messzebbre tekintünk, annál bizonytalanabbá válnak becsléseink, feltevéseink.[5]

2. Kb. 25—30 éves elszámolási időszak fölött, 10%-os vagy annál nagyobb kamatláb esetén olyan erős a diszkontálás hatása, hogy a diszkontált összeg képzésénél a későbbi bevételek és kiadások gyakorlatilag elhanyagolhatók. Ezt mutatja be a 8. sz. táblázat.

[4] Az idősor például divergens, ha a nominális költségek az időben emelkednek, mégpedig gyorsabban, mint ahogy a diszkontálás a *diszkontált* költséget csökkenti. Pl. a költségek évi emelkedése 10%, a kamatláb pedig csak 8%.

[5] Figyelemre méltó, hogy a szocialista országok leghosszabb periódusú tervei 20 évesek.

1 FORINT DISZKONTÁLT ÉRTÉKE *8. táblázat*

Év	8 %	10 %	15 %
20	0,215	0,149	0,061
25	0,146	0,092	0,030
30	0,099	0,057	0,015
40	0,046	0,022	0,004
50	0,021	0,009	0,001
100	0,0005	0,0001	0,00000085

Saját számításunkban — az előző meggondolások alapján is — a diszkontált hozadékösszeg formulájának alkalmazásakor általában 25—30 éves elszámolási időszakot vettünk alapul. A pamutipari vizsgálat keretében — ellenőrzésképpen — megvizsgáltuk, hogy vajon módosul-e az optimális program az elszámolási időszak meghosszabbítása esetén? A számítás azt mutatta, hogy — az adott modell és numerikus értékek mellett — az optimális program nem változik az elszámolási időszak meghosszabbítása esetén sem.

3. §. AZ ÉRTÉKCSÖKKENÉSI LEÍRÁS

Vajon a XI. fejezetben leírt dinamikus formulák alkalmazása esetén szükség van-e arra, hogy az üzemeltetési költségek között szerepeltessük az értékcsökkenési leírást?

A kérdés elemzéséhez írjuk fel a diszkontált költségösszeg képletét:

$$\text{(XII. 2)} \qquad \widehat{C} = \sum_{t=0}^{T} C(t)\, D^t.$$

Ha a költségeket ebben a formában vesszük számba, felesleges az üzemeltetési költségek sorába felvenni az értékcsökkenési leírást is.

Az értékcsökkenési leírásnak ugyanis kettős hivatása van:

1. Az értékcsökkenési leírás révén fejeződik ki a termék önköltségében (és végül árában is) az a beruházási ráfordítás, amelyet az állóeszközök létesítése jelentett. Mi azonban ezt a ráfordítást e kerülő út nélkül, közvetlenül vesszük számba. A költségek fenti idősorában akkor jelentkezik az állóeszközök létesítésére fordított beruházási költség, amikor az *tényleg felmerült*, s a diszkontált költségek képzé-

sekor a tényleges felmerülés éve szerint diszkontáljuk ezt a költséget is. Sőt, éppen mert ez a költség aránylag korán, az idősor elején merül fel, sokkal nagyobb súllyal esik latba, mint a később felmerülő üzemeltetési költségek.

2. Az értékcsökkenési leírás másik hivatása: kalkulációs tényező az árak képzésénél, s ezáltal pénzügyi forrást teremt a nagyjavítás és a pótlás számára. Az értékcsökkenési leírás címén befolyó árbevétel egy részével, az úgynevezett felújítási hányaddal a vállalat, másik részével, az ún. beruházási hányaddal a felsőbb hatóság rendelkezik.

Mi ezzel szemben a fenntartási költség (lásd 1. §.) révén ismét kerülő út nélkül, közvetlenül vesszük számba a nagyjavítás és a pótlás költségeit. Nincs semmi érdemleges előnye annak, hogy a fenntartási költséget az állóeszköz beszerzési árából *vezessük le*. Köztudomású, hogy mennyire vitatható az amortizációs kulcsok nagysága. Az is világos, hogy egy gép beszerzési ára és fenntartási költsége között nincs valami általános érvényű arány; ez gépenként más és más. Ezért jobb, megbízhatóbb a fenntartási költséget közvetlenül megtervezni.[6]

Mivel mind az állóeszköz beszerzésével, felszerelésével kapcsolatos iniciális ráfordítás, mind pedig a fenntartással járó folytonos ráfordítás már egyszer szerepel a diszkontált költségek összegében, kétszeres számbavételt jelentene, ha értékcsökkenési leírást is számolnánk.

Felvetődhet az az ellenérv, hogy az értékcsökkenési leírás a számvitel „kézzelfogható" kategóriája, amelyet minden üzemben nyilvántartanak, amely minden kalkulációban szerepet játszik, ellentétben a költségek diszkontált elszámolásával, amely csupán kalkulatív, „szimbolikus" forma. Márcsak ezért is célszerűbb lenne — állítják e nézet képviselői — az előbbivel operálni.

Ez az érv azonban nem állja meg a helyét. Az értékcsökkenési leírás számszerű meghatározásának alapjául szolgáló metodika közgazdaságilag erősen vitatható, s igen nehezen tisztázható elvekre épül. Nálunk pl. lineáris leírási rendszert alkalmaznak, holott számos érv szól más, nem lineáris leírási rendszerek mellett (és ellen); prob-

[6] Hasonló meggondolások alapján írja elő a [105] lengyel metodika, hogy figyelembe kell venni a nagyjavítási költségek esetleges várható emelkedését, viszont az amortizációt nem kell felvenni az üzemeltetési költségek sorába.

Csehszlovákiában vitáznak a kérdésről. (Lásd [103]). Számos területen (a kohászatban, az ércbányászatban, a gép- és traktorállomásokon, az élelmiszeriparban) a fenti meggondolások miatt a beruházás-gazdaságossági számításokban nem számítják az üzemeltetési költségek közé az amortizációt. Ez azonban nem tekinthető központilag elfogadott álláspontnak.

lematikus a leírási kulcsok nagysága és így tovább.[7] Végső soron közgazdasági megalapozását tekintve az értékcsökkenési leírás is csupán kalkulatív, „szimbolikus" kategória.

Mindezen meggondolások miatt pl. a pamutszövőipari modellben az értékcsökkenési leírást nem vettük fel az akcióköltségek közé. Az alumíniumipari modellben viszont a reálköltségek számításakor a hazai eredetű anyagok felhasználásának körébe kellett sorolnunk, egyik elsődleges ráfordításként, az amortizációt. (Lásd a (X. 15) képletet.) Ezt nem elvi szempontok, hanem gyakorlati kényszerűség miatt tettük: az ágazati kapcsolatok mérlege, amely az aktuális termelői árrendszer és számvitel adataira épül, az elsődleges ráfordítások egyikének tekinti az amortizációt.

4. §. A BÉREK VÁLTOZÁSA AZ IDŐBEN

Számításainkban célszerű figyelembe vennünk azt a körülményt, hogy a szocialista tervgazdaság viszonyai között állandó tendencai a munkabérek emelkedése. (Ebben eltérünk a szokásos számítási módszerektől, amelyek általában a számítás idején érvényes bérekkel kalkulálnak, tekintet nélkül azok várható változására.)

A béremelkedési tendencia számbavételének különösen olyankor, van nagy jelentősége, amikor a programozási modell döntési problémái között szerepel a választás különböző műszaki alternatívák között. Így pl. a pamutipari modell tevékenységei között szerepelnek műszakilag fejlettebb, termelékenyebb (és drágább), valamint kevésbé korszerű (és olcsóbb) géptípusok. A korszerűbb géptípus választása esetén ma nagyobb iniciális beruházási összeget fizetünk, viszont rendszeresen élő munkát, azaz *bért* takarítunk meg a jövőben. Nyilvánvaló viszont, hogy az 1970. évi átlagbér jóval magasabb lesz, mint az 1960. évi. *Ha ezt a béremelést nem vesszük figyelembe, akkor az indokolatlanul hátrányos a műszakilag termelékenyebb típus számára.*

Ezzel a gondolatmenettel szemben a következő érvet szokták felhozni:

A statisztika azt mutatja, hogy a bérköltségek *hányada* az önköltségen belül — a fejlődés tartós trendjét tekintve — nem emelkedik. Ezért nem indokolt emelkedő bérekkel számolni.

Valójában ez a szempont nem a béremelkedés figyelembevétele ellen, hanem mellette szól. Miért nem emelkedik a bérhányad? Azért

[7] Az üzemgazdasági szakirodalomban — a szocialista s a kapitalista országokban egyaránt — elterjedt álláspont, hogy *minden* értékcsökkenési leírási rendszer elkerülhetetlenül többé-kevésbé önkényes. (Lásd pl. Lutz [62] könyvét, 70 old.)

nem, mert a bérszínvonal emelkedését ellensúlyozza az élőmunka-termelékenység emelkedése. Ahhoz, hogy ez a kompenzáció a jövőben is végbemenjen, a jövőben is emelkednie kell az élő munka termelékenységének. Ehhez viszont az szükséges, hogy választás esetén ne sikkadjanak el a termelékenységet emelő alternatívák előnyei.[8]

Közelítésként azzal számolhatunk, hogy a bérszínvonal emelkedése exponenciális függvény szerint megy végbe, azaz évről évre azonos %-os rátával nő az előző évhez képest.

A költségek diszkontált összegének képletét ezért a következőképpen alakítjuk át:

$$\text{(XII. 3)} \qquad \widehat{C} = \sum_{t=0}^{T} C'(t) \frac{1}{(1+\beta)^t} + \sum_{t=0}^{T} C''(t) \frac{(1+\varkappa)^t}{(1+\beta)^t},$$

ahol:

$C'(t)$ = a t-edik évben felmerülő nem bér jellegű költség;
$C''(t)$ = a t-edik évben felmerülő bér jellegű költség;
$\varkappa$ = a béremelkedés évi rátája.

A béremelkedés évi ütemét illetően célszerű a távlati (5 éves, valamint 15—20 éves) tervek előirányzataiból kiindulni; illetve azokat extrapolálni az egész elszámolási időszakra. Ilyen alapon a pamutszövőipari számítás során évi 3%-os bérszínvonal-emelkedési rátával számoltunk.

Felvetődik a kérdés: ha figyelembe vesszük a bérek várható emelkedését a költségek meghatározásakor, nem kell-e ugyanakkor számolnunk a technikai fejlődés, a termelékenység várható emelkedésével is?

A kérdésre nem felelhetünk egyszerűen igennel vagy nemmel. Mindenekelőtt: meg kell különböztetnünk a termelékenység emelkedésének, az önköltség csökkenésének kétféle típusát. Az első: a termelékenység az új beruházások (korszerűbb gépek beállítása stb.) következtében emelkedik. A második: az *adott* állóeszközök jobb kihasználása (pl. a munka jobb megszervezése) révén megy végbe a termelékenység emelkedése. A másodikat lehetőleg figyelembe kell venni a ráfordítások jövőbeli dinamikájának meghatározásakor. Más a helyzet az első típussal. Programozásunk a *most aktuális* beruházási döntést hivatott alátámasztani. Azt kell tehát tisztázni, hogy mit lehet a jelenlegi döntés alapján létesített állóeszközökből „kihozni". Külön kérdés, hogy a mostani döntés alapján létesített állóeszközöket a távolabbi jövőben, egy *újabb döntés* alapján ismét más állóeszközökre cseréljük majd ki. Akár vetélőváltós, akár csóveváltós gépet veszünk

[8] A pamutszövőipari számítás során összehasonlítottuk, hogy milyen eltérést okoz a béremelkedés figyelembevétele és figyelmen kívül hagyása. (Lásd a Függelék 12. §-át.)

1961-ben, 1981-ben bármelyiket kicserélhetjük az akkori technikai színvonalnak megfelelő gépre.[9] Különösen az olyan modelleknél, amelyek döntési problémái között szerepel a különböző technikai fejlesztési irányok közötti választás, fontos, hogy ne keveredjék össze a jelenlegi, aktuális döntés hatása, s a későbbi döntések konzekvenciája.

Egyébként ezzel függ össze, hogy modellünk nem a jövendő fejlődés tendenciájaként veszi figyelembe az úgynevezett „erkölcsi kopást", a berendezések műszaki avulását, hanem a *jelen választási problémájaként.*

Az avulás — relatív fogalom; azt jelenti, hogy a vizsgált berendezés korszerűtlenebb más, már létező technikai berendezésekhez képest. Vegyük például a pamutipari modellt. A vetélőváltós gép, még ha újonnan kerül is ki a gyárból, „erkölcsileg kopott" a vetélő nélküli szövőgéphez képest. Mégis, különböző megfontolások miatt, célszerű lehet éppen az előbbi típust választani. Modellünk közvetlenül veti össze a korszerű és „erkölcsileg kopott" műszaki alternatívákat; hivatása éppen az, hogy meghatározza a racionális választást közöttük.

5. §. KÜLFÖLDI HITEL

Egyes beruházási alternatívák megvalósításához a berendezést szállító külföldi cég hajlandó hosszúlejáratú hitelt nyújtani. Hogyan számítsuk ilyen esetben a költségek időbeli megoszlását? Például egy gépet a külföldi cég 1965-ben szállít le, de csak 1967-ben kell érte fizetni. Ez esetben a gép árát az 1965. évi vagy az 1967. évi költségek közé kell felvenni?

Véleményem szerint a mi esetünkben az utóbbi eljárás a helyes. *Külföldi hitel esetén mindig arra az évre számítjuk a költséget, amikor a magyar népgazdaságnak ténylegesen fizetnie kell.*

Példánkban a hitel azt jelenti, hogy a gép beszerzése nem 1965-ben, hanem 1967-ben terheli a magyar nemzeti jövedelmet. (A terhekhez természetesen hozzá kell számítani a hitel után fizetendő

[9] A valóságban nem *teljesen* független a mai döntés attól, hogy milyen döntést hozunk egy távolabbi időpontban. E függetlenség feltételezése csupán egyszerűsítés. Valójában pl. a pamutipar technikai fejlesztésének célszerű útja 1960—65-ben bizonyos fokig attól is függ, milyenek lesznek a fejlesztés lehetőségei 1965 és 1980 között.

A kérdés további vizsgálatot érdemel. Olyan modelleket kell kidolgozni erre a célra, amelyek több időszak tevékenységeinek legkedvezőbb időbeli összehangolását is biztosítják.

Némileg rokon kérdésekkel foglalkozik az úgynevezett *dinamikus programozás* elmélete. Lásd pl. *Bellman* [6] könyvét, valamint cikkét az [5] kötetben.

kamatot is.) Elszámolása 1967-ben tehát nem egyszerűen pénzügytechnikailag jogosult, hanem ez fejezi ki a közgazdasági realitást. A számításnak ez a módja relatíve növeli a hitelre épülő alternatívák hozadékát a hitel nélküli, egyébként azonos rendeltetésű, hasonló alternatívákhoz képest.

A külföldi hitel értékelése a beruházásgazdaságossági számításokban vitatott kérdés. Az egyik álláspont szerint nem helyes figyelembe venni a hitelt, mert az állam központi tervező szervei *külön* eldöntik, hogy fel akarnak-e venni hitelt vagy sem. Ha felvesznek, akkor kizárólag a központi szervek szabad elhatározásán múlik, hogy a hitelt nyersanyagvásárlásra vagy egy új műszálüzem gépeinek beszerzésére fordítják-e. Az új üzem gazdaságossága tehát ettől teljesen függetlenül bírálandó el.

A másik álláspont szerint a hitelt *minden esetben* messzemenően figyelembe kell venni.

Véleményem szerint mindkét álláspont egyoldalú. Mindkettő fő hibája, hogy egyszer és mindenkorra érvényes elveket kíván kimondani. Valójában ez a kérdés nem dönthető el általánosságban, hanem csak konkrétan, a következő tények ismeretében:

1. Milyen az ország devizális helyzete, hitelállománya?

2. Milyen a hitelállomány növelésének konkrét lehetősége?

3. Milyen a kormányzat gazdaságpolitikája a külföldi hitelek ügyében?

Nem veszek sorra minden elméletileg számbajövő lehetőséget, hanem a választ leszűkítem a jelenlegi helyzetre.

Jelenleg a gazdasági vezetés arra törekszik, hogy a népgazdaságilag szükséges, kívánatos beruházások költségeit — legalább részben — kedvező feltételek mellett kapott hosszúlejáratú külföldi hitelekből fedezzük. Ilyen hitelek felvétele *beruházási* célra azt jelenti, hogy jelenlegi nemzeti jövedelmünket nem kell — a hitel erejéig — igénybe venni beruházási célra, s a hitelt a beruházás eredményeképpen megnőtt későbbi nemzeti jövedelemből fizethetjük vissza.

Ez tehát a gazdaságpolitikai cél. És mik a lehetőségek?

Lehetnek Magyarországnak olyan hitelezői, akik nem kötik ki, milyen vásárlásra kell fordítani a hitelt. Azokban az esetekben, amelyeket vitatunk, nem ilyen ügyletekről van szó. Itt beruházási javakat szállító tőkés cégek hajlandók exportuk fokozása céljából hosszúlejáratú hitelt adni *saját* vevőiknek.[10]

[10] Ebben az összefüggésben másodrendű kérdés, hogy ezeket a hiteleket a magyar vevő számára nem közvetlenül az ipari cég nyújtja, hanem egy külföldi bank közvetíti, esetleg az illető állam kormányának garanciája mellett. A kiindulópont mégis egy tőkés *ipari* cég törekvése arra, hogy exportját hitelnyújtás révén is növelje.

Nézzük meg ezt az esetet közelebbről. Tegyük fel: választhatunk aközött, hogy egy új műszálgyár berendezését az egyik relációban hitelre szerezzük be, a másikban viszont hitel nélkül. Ettől *teljesen függetlenül* más iparágak (mondjuk a kohászat) berendezéseit szállító nyugati gyárak nem hajlandók hitelt nyújtani (például azért, mert kevésbé vannak eladási nehézségeik). Ha mármost a műszálgyári beruházás esetében a magyar gazdasági vezetés úgy dönt, hogy a hitel *nélküli* alternatívát választja, ezt a döntését nem egészítheti ki azzal az elhatározással, hogy az így „megtakarított" hitelt kohóberendezés vásárlására fordítja. Ezt nem határozhatja el, mert *erre a célra* már nem kap hitelt.

Az a szemlélet tehát, hogy a magyar kormányzat — ebben a konkrét összefüggésben — szabadon dönt arról, vajon mit vásárol hitelállományából, hibás. A külföldi hitel felvétele — és számos esetben felhasználása is — két félen múlik. A magyar kormányzat itt csak az *egyik* fél.

Mindezek miatt célszerű az előzőkben leírt módon figyelembevenni a hitel hatását.

A jelenleg érvényes beruházásgazdaságossági előírások nem szabályozzák a külföldi hitel számbavételének módját. A régi, statikus „G_n" képlet nem is vehette figyelembe a költségek felmerülésének időpontját.

Újabban, amióta a (XI. 11) dinamikus képlet kiszámítása is kötelező, többnyire az a gyakorlat, hogy a naturális ráfordítás jelentkezésének (pl. az importgép beérkezésének) időpontja szerint számolják el a költséget, s nem a hitel tényleges visszafizetésének időpontja szerint. Ez a gyakorlat tehát nem felel meg azoknak az elveknek, amelyeket kifejtettem.

3. RÉSZ

ÉRZÉKENYSÉGI VIZSGÁLATOK – A BIZONYTALAN ADATOK KEZELÉSE

A könyv első két részének nézőpontját a következők jellemezték:

— A modellek leírásánál bizonyos absztrakciókat, egyszerűsítő feltevéseket alkalmaztunk, s e feltevések keretei között kerestük az optimális döntést.

— Feltételeztük, hogy a számításokhoz szükséges számszerű adatok pontosan ismertek.

Felvetődik a kérdés, hogy mi a konzekvenciája annak, ha számításainkban az eredetiek helyett más feltevésekből indulunk ki? Mi a konzekvenciája annak, ha számszerű adataink nem pontosan tükrözik a valóságot? Milyen „érzékenyen" reagál erre az optimális program; módosul-e emiatt?

Azokat a számításokat, amelyek ezekre a kérdésekre hivatottak válaszolni, a továbbiakban érzékenységi vizsgálatoknak nevezem. E számítás tehát arra felel, hogy *hogyan hat az optimális programra a kiinduló feltevések és a számszerű adatok valamely módosítása.*

A most következő harmadik rész ezekkel az érzékenységi vizsgálatokkal foglalkozik.

Programozásaink során számos ilyen vizsgálatot

hajtottunk végre. A tárgyalásban ezeket (főképp a pamutipariakat) hozom fel példaként. A példákból is kiviláglik, hogy *nem elegendő egyetlen optimális programot kiszámítani. Egy-egy terület döntési problémáinak vizsgálata több programozásból álló programozássorozatot igényel.* Milyen számításokat célszerű elvégezni egy-egy ilyen sorozat keretében?

A számítások *matematikai eszközeként* főképp az úgynevezett paraméteres programozást használjuk fel. A bizonytalanság problémáinak tárgyalásakor utalok e kérdés és az úgynevezett döntési elmélet kapcsolatára.

XIII.
FEJEZET

A bizonytalan adatok osztályozása

1. §. A PROBLÉMA FELVETÉSE

Az utóbbi időben több közgazdasági mű hívta fel a figyelmet arra, hogy kellő óvatossággal, fenntartással kell kezelni a gazdaságossági számításokat, mivel a számítás alapjául szolgáló adatokban sok a pontatlanság, bizonytalanság.[1]

A gyakorlati gazdasági vezetők — azok is, akik nem olvasták az elméleti irodalom figyelmeztetéseit — többnyire óvatosak a gazdaságossági számítások felhasználásakor, egyebek között éppen az adatok bizonytalansága miatt. Köztudomású ugyanis, hogy a szokásos számítások elvégzésekor sok olyan adatot használnak fel, amelyek nem eléggé megbízhatóak.[2]

Az adatok egy része gondosabb adatgyűjtés esetén pontosabb lenne, más részük azonban *szükségképpen* bizonytalan.

A beruházásgazdaságossági számításokra vonatkozó hivatalos előírások semmit sem szólnak arról, mit kell tenni olyankor, ha egyikmásik adat bizonytalan, s nincs gyakorlati lehetőség az adat ponto-

[1] A külkereskedelemgazdaságossági számításokkal kapcsolatban *Cukor* [16] cikke, az önköltség- és nyereségszámítással kapcsolatban *Lukács—Sági* [59] könyve, az input-output számításokkal kapcsolatban pedig *Bródy* [12] tanulmánya mutatott rá a bizonytalan adatok problémájára.

[2] A vegyipari beruházások egyik felelős intézője kifejtette, hogy szerinte az adatokban rejlő bizonytalanság átlagban 25%-os, vagyis a számításokban szereplő adat 75—125%-a az objektíve reális adatnak.

sabbá tételére.[3] Ha azonban előírás nincs is, van kialakult gyakorlat, amely szerint *úgy kell tenni*, mintha az adat pontos, biztos lenne. A szokásos számításokban például mindig ilyen számokkal találkozunk: a világpiaci ár 297 dollár/tonna —, akkor is, ha az adott időpontban 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 nincs így, mégis tudomásul veszik és aláírják a számításokat. Ugyanakkor igyekeznek önmagukban vagy a szóbeli vitákban figyelembe venni az adatok tényleges pontatlanságát, s ezzel együtt a számítás végeredményeinek bizonytalanságát. Azzal szokták ezt a kettősséget indokolni, hogy „más a számítás és más az élet", „nem szabad a számításokat fetisizálni" és így tovább. Így azután az érdemleges döntéseknél gyakran azért térnek el a gazdaságossági számítás ajánlásától, mert rutinjuk alapján igyekeznek „kitapogatni" a tényleges realitást, azt, amit a számítás nem eléggé tükröz.[4]

Mi történik ilyenkor? A gazdasági vezetés dönt egy beruházásról, miközben nem tudja — és nem tudhatja — pontosan, hogy a döntésnek mi lesz a következménye (mekkorák lesznek a tényleges költségek, a tényleges világpiaci árak stb.). A döntést hozók érzik a döntés konzekvenciáival kapcsolatos bizonytalanságot. Mindezek ellenére a gazdasági vezetés *kénytelen dönteni*. Egy-egy részdöntést persze érdemes ideig-óráig elhalasztani az adatok jobb előkészítése érdekében, amennyiben a számok megbízhatósága valóban fokozható. Csakhogy tudnunk kell: nem csupán a hibás döntés, hanem a döntés halogatása is veszteséget okozhat, mert akadályozza, hogy egy új termékkel korábban jelenjünk meg a piacon (esetleg még olyankor, amikor az újdonság jellegű termékért rendkívüli árat lehet kapni);

[3] Az egyik ipari minisztérium beruházásokkal foglalkozó előadója elmondotta, hogy ha valamilyen számításban „-tól-ig" formában szereplő adatot talál, a számítást visszaadja átdolgozásra. Megköveteli, hogy vizsgálják tovább a kérdést amíg a bizonytalan helyébe biztosat tehetnek. Az eredmény: a számítást végzők igyekeznek *elleplezni* a számításban rejlő bizonytalanságot.

[4] Természetesen nem ez az egyedüli oka annak, hogy a döntések sokszor eltérnek a számítások ajánlásaitól. Az eltérés oka lehet pl. hibás, a gazdaságosságot lebecsülő szemlélet. Más esetekben azonban az eltérés indokolt, mert valamilyen nem-gazdasági (politikai, katonai stb.) megfontolás teszi szükségessé. Végül gyakori az is, amiről fentebb szóltam: a gazdasági vezető *érzi* (ha ezt nem is tudja), hogy a számítás nem elég reális, s igyekszik azt korrigálni. Ilyen esetekben a gazdasági vezetőnek van igaza, s nem a számításnak.

hogy előbb mentesítsük a népgazdaságot az import terheitől és így tovább. Emellett — amint majd a későbbiekből részletesen kitűnik — a bizonytalanságot jórészt olyan tényezők okozzák, amelyek később is fennmaradnak. Ezeken tehát nem segít a döntés elodázása.

Természetesen a gazdasági vezetés határozhat úgy, hogy — az adatok bizonytalansága miatt — a szóban forgó iparág fejlesztését egyelőre leveszi a napirendről. Nem szabad azonban elfelejteni, hogy *ez is döntés!* Nem kevésbé felelősségteljes valamely beruházási javaslatot elvetni, mint egy másikat elfogadni.

Ha egyik-másik részdöntés halasztható is, a beruházások népgazdasági tervezésének elkerülhetetlenül *folyamatosan* kell végbemennie. Évről évre bizonyos számú beruházást meg *kell* kezdeni, a nemzeti jövedelem meghatározott részét akkumulálni *kell*. Így hát a gazdasági vezetők igyekeznek a korlátozott értékű, részben bizonytalan adatok birtokában a relatíve legreményteljesebb határozatot meghozni.

A relatíve legszerencsésebb megoldás kiválasztásának racionális elveit tárgyalják a következő fejezetek. Nem azt helyezem előtérbe, hogy milyen módszerekkel lehetne az adatokat pontosabbá tenni — bár ez igen fontos, s egy-két feladatra ezzel kapcsolatban is kitérek majd —, hanem főképpen azzal foglalkozom, hogy *hogyan döntsön beruházási problémákról a gazdasági vezetés, ha a döntéskor figyelembe vehető adatok egy része kisebb vagy nagyobb mértékben elkerülhetetlenül bizonytalan.*

Végezetül szeretném még megjegyezni, hogy a kérdésnek csupán a döntés *előtti* szakaszával foglalkozom. Kizárólag azt vizsgálom, hogy milyen számításokat, elemzéseket érdemes elvégezni a döntés végleges kimondása előtt. Témakörömön kívül esik annak vizsgálata, hogy milyen legyen a beruházást jóváhagyó döntés, a tervutasítás formája, milyen mutatószámokat alkalmazzanak a feladat előírására, milyen legyen a végrehajtás számonkérése stb.

2. §. AZ ADATOK KÉT FŐ CSOPORTJA

Az adatok két fő csoportra oszthatók: biztos és bizonytalan adatokra.

A biztos adatok fő ismérvei általában a következők:

a) Valamilyen korábbi időszak pontos mérése, kellően reprezentatív és megbízhatóan feldolgozott statisztikai adatfelvételen alapuló adatok (elég hosszú időt fog át, elég sok egység adatait dolgozza fel stb.).

b) Ésszerű érveléssel meggyőzően kimutatható, hogy az adatok nem változnak (legalábbis megközelítően azonosak maradnak) a jövőben.

Ezeknek az ismérveknek megfelelnek egyes, már hosszabb idő óta működő, kipróbált technikai berendezések statisztikailag megfigyelt műszaki mutatói, naturális mértékegységekben kifejezve (pl. a gépi teljesítmény mutatói, kapacitásadatok, az anyagfelhasználás mutatószámai stb.).

Más ismérvek alapján ugyan, de ugyancsak biztosnak tekinthető az olyan vétel- vagy eladási ár, amelyet a külföldi eladó (vagy vevő) megfelelő szankciók terhe mellett, szerződésileg rögzített.

Ilyen szigorú kritériumok esetén a beruházásgazdaságossági számításoknak csak kevés adata tekinthető biztosnak. Minden egyéb adatot bizonytalannak kell tekintenünk.

A bizonytalan adatokat sokféle szempont szerint osztályozhatjuk. Itt most a teljesség és a következetes rendszerezés igénye nélkül néhány főbb kategóriát ismertetek, mégpedig elsősorban *a bizonytalanság közgazdasági természete, gyakorlati oka* szerint csoportosítva:

a) *Gazdaságpolitikai paraméterek.* Ide sorolom azokat az adatokat, amelyek nagysága a gazdasági vezetés elhatározásától függ (pl. a termelési terv, a beruházási keret). Ezek nagysága nincsen műszaki, természeti stb. tényezők által szigorúan determinálva, bár persze végső soron a gazdaság törvényszerűségei, arányossági követelményei korlátokat szabnak a gazdaságpolitikai elhatározásoknak is.

b) *Kalkulatív paraméterek.* Ezek csupán a gazdaságossági számításban létező, „szimbolikus" nagyságok. Ilyen például a kamatláb. A kalkulatív paraméterek bizonytalanságát részben elvi-elméleti tisztázatlanságok okozzák, részben pedig a paraméterek célszerű nagyságának meghatározásával kapcsolatos statisztikai és számítási nehézségek.

c) *Becsült műszaki és költségadatok.* Ezek olyan jellemzők, amelyek — kellő statisztikai megfigyelés esetén — egyértelműen meghatározhatók lennének. Ehelyett azonban becsült adatot alkalmazunk, mert valamilyen ok miatt nem került sor ilyen megfigyelésre.

d) *A „jóváhagyási dokumentumok" adatai.* Ilyen pl. a tervezőirodák vagy a beruházó vállalatok által a várható beruházási költségekre vonatkozóan előterjesztett költségvetés. Az adatok jellegzetes torzításai a beruházásokkal kapcsolatos érdekeltség hatására lépnek fel.

e) *Világpiaci árak.* Ezek bizonytalansága főképp a kapitalista világpiac spontán folyamataival függ össze.

E rövid, szinte csak címszószerű áttekintés után a bizonytalan adatok felsorolt kategóriáit részletesen, mindegyiket külön fejezet-

ben tárgyaljuk majd.[5] Előbb azonban meg kell ismerkednünk azzal a matematikai apparátussal, amelyet az adatok bizonytalanságával kapcsolatos érzékenységi vizsgálatokhoz veszünk igénybe. Ezt szolgálja a következő, XIV. fejezet.

[5] A bizonytalanság típusainak áttekintése után itt említem meg, hogy a számítás végeredményét torzíthatják az adatfelvételnél, illetve a numerikus számításnál elkövetett tévedések, a kerekítéssel járó hibák, a számológéppel végzett műveletek pontosságának technikai korlátai stb. Ezek jelentősége azonban elhanyagolható.

Néhány jellemző adatot a pamutszövőipari számítás pontosságáról lásd a Függelék 10. §-ában.

XIV.
FEJEZET

Az érzékenységi vizsgálatok matematikai apparátusáról – Paraméteres programozás

1. §. A PARAMÉTERES PROGRAMOZÁS FOGALMA

Amikor matematikai szimbólumok segítségével jellemeztük modellünket, ezzel meghatároztuk a modell szerkezetét, tehát pl. meghatároztuk a korlátozó feltételek típusát, a célfüggvény típusát stb.

Ha a modell szerkezete adott, még nyitva van a kérdés: milyen *számszerű értékeket* helyettesítsünk be a szimbólumok helyébe?

Vegyük például a könyv első részében tárgyalt lineáris programozási feladatot. Modellünk változói: $x_1, \ldots, x_n$. Ha a modell többi szimbóluma helyébe számszerű értékeket helyettesítünk, akkor az $x_1, \ldots, x_n$ változók optimális nagyságát, azaz az optimális programot egyértelműen meghatároztuk.[1] Az optimális programot determináló számszerű értékek együttesét nevezem a programozási feladat jellemző inek. Az első részben leírt feladat esetében a jellemzők: az **A** mátrix, valamint a **b** és **c*** vektorok komponenseinek számszerű értéke.

A könyv eddigi részeiben feltételeztük, hogy a programozási feladat valamennyi jellemzője ismert, adott nagyság. Ebből következett, hogy az optimális program egyértelműen determinált. A továb-

[1] Az egyszerűbb kifejtés érdekében ebben a fejezetben figyelmen kívül hagyjuk azt a ritka, de nem lehetetlen esetet, hogy a modellben szereplő jellemzők adott együttese mellett több egyformán optimális program létezik.

biakban ezt a feltevést elejtjük. A valóságban ugyanis — amint az előző fejezetből kitűnt — nem minden jellemző ismert.

Lássunk egy példát. Meg kell oldanunk egy programozási feladatot, amelynek minden jellemzőjét ismerjük, kivéve a célfüggvényben szereplő együtthatókat. Tulajdonképpen ezek számszerű meghatározásához is rendelkezésünkre állnának a szükséges adatok, csupán a közgazdaságilag indokolt kamatláb nagyságát nem ismerjük. A célfüggvényben szereplő együtthatót, c_j-t a statikus formula alapján kívánjuk meghatározni:

$$c_j = g_j\beta + h_j . \qquad \text{(XIV. 1)}$$

Pontosan ismerjük g_j-t és h_j-t, de nem ismerjük a kamatláb, β nagyságát. Éppen ezért azt a megoldást választjuk, hogy nem egy, hanem egész sereg programozási feladatot tűzünk magunk elé. Az első feladatban a kamatláb mondjuk 5%, a másodikban 6%, a harmadikban 7% stb. Ezek a feladatok hasonlítanak egymáshoz, mondhatnánk: szoros rokonságban vannak. A feladat-„család" közös vonása, hogy mindegyiknél azonos a modell szerkezete, s mindegyiknél azonosak a feladat számszerű jellemzői, kivéve a célfüggvénybeli együttható nagyságát befolyásoló kamatlábat. A feladatok abban különböznek egymástól, hogy a β szimbólum helyébe sorra más-más számszerű értéket helyettesítünk be.

Elképzelhető lenne, hogy e feladatsereg egyes feladatait egymástól függetlenül, külön-külön oldjuk meg. Először elvégezzük a programozási feladatot 6%-os kamatláb mellett, majd az eredményt félretéve, elvégezzük 7%-os kamatláb mellett és így tovább. Mindegyik feladathoz egy-egy optimális program tartozik. Vannak azonban módszerek, amelyek lehetővé teszik, hogy az ilyen feladatsereget egyetlen *számítássorozat keretében* oldjuk meg. Ezek a módszerek: a p a r a m é t e r e s p r o g r a m o z á s eljárásai.[2]

A mi példánkban a p a r a m é t e r a kamatláb. Mit értünk ebben az összefüggésben a paraméter fogalmán?

A paraméter — matematikai értelemben — *változó. A programozási feladat jellemzői vagy e jellemzők meghatározott csoportja ennek a paraméternek a függvénye.* (Pl. a célfüggvénybeli együtthatók együttese, a $\mathbf{c}^*$ vektor a paraméter függvénye.) Ebből következik, hogy maga *az optimális program is* — amelyet a feladat jellemzői determi-

[2] A paraméteres programozás fogalmát a fentiekben *szélesebben* értelmeztem, mint általában a programozási irodalom. (Lásd pl. *Gass* [27] könyvét, 109—118. old.)

Általában a paraméteres programozás nagyobb szerephez jutott vizsgálatainkban, mint amilyen jelentőséget a programozás matematikai irodalma tulajdonít ennek a speciális feladatnak.

nálnak — *a paraméter függvénye.*[3] Jelöljük általában a paramétert λ-val az optimális programot x°-val:

(XIV. 2) $$x^\circ = x^\circ(\lambda).$$

A paraméter lehet egy valós szám (pl. kamatláb), de lehet *vektor* is. (Pl. a célfüggvénybeli együttható nagysága függ λ_1-től: a kamatlábtól, λ_2-től: a rubelárfolyamtól, λ_3-tól: a dollárárfolyamtól, λ_4-től: a bérszínvonal emelkedésének ütemétől.

Ez esetben

$$\lambda = [\lambda_1, \ldots, \lambda_4] \text{ a paraméter.)}$$

Mint említettem, a paraméter — *matematikai értelemben* — változó. Ahhoz azonban, hogy a paraméteres programozás *közgazdasági értelmezése* a könyv további részében világos legyen, látnunk kell, hogy a paraméter változása rendszerint nem a szóban forgó közgazdasági nagyság tényleges időbeli változását fejezi ki. A paraméter igazi, valóságos értékét *nem ismerjük,* s *ezért* változtatjuk, „végigfuttatjuk" különböző értékeken, s közben megállapítjuk, hogyan változik ennek függvényében az optimális program. Ez esetben tehát *közgazdasági következtetéseket kívánunk levonni azokból a függvénykapcsolatokból, amelyek a különböző paraméterek és az optimális program között fennállanak.*

2. §. KÖNNYEBBSÉGEK A FELADAT MEGOLDÁSÁNÁL

A paraméteres programozás feladata első látásra igen nagynak tűnik. A gyakorlatban azonban számottevő könnyebbségek mutatkoznak.

Az *első* könnyítés: Rendszerint nem érdekel bennünket a szóban forgó paraméter összes lehetséges értéke. Senki sem kíváncsi arra, mi lenne az optimális program 1000 %-os kamatláb mellett. Közgazdasági megfontolások alapján mindig megadható a paraméter alsó és felső határa, amelyet nem érdemes túllépni a vizsgálat során. Jelöljük ezeket a határokat a $\underline{\lambda}$ és $\bar{\lambda}$ szimbólumokkal. Eszerint a paraméteres programozás arra redukálódik, hogy meg kell határoznunk az

(XIV. 3) $$x^\circ = x^\circ(\lambda) \qquad (\underline{\lambda} \leqq \lambda \leqq \bar{\lambda})$$

függvényt. A feladat tehát ilyenkor pl. mindössze csak az, hogy meghatározzuk mindazokat az optimális programokat, amelyeket akkor kapunk, ha a kamatláb „végigfut" a 3 és 30% közötti szakaszon.

[3] A paraméter fogalmát az irodalom sokféle értelemben használja. Könyvemben a továbbiakban mindig az itt definiált értelemben alkalmazom a paraméter kifejezést.

A *második* könnyítés: *Az esetek nagy részében a paraméternek nem minden változása okoz gyökeres változást az optimális programban.* Nézzük meg ezt a kérdést közelebbről.

Az optimális programban pozitív értékkel szereplő változók sorszámainak, indexeinek együttesét a továbbiakban j-vel jelölöm. Tehát pl. a pamutszövőipari számítás egyik optimális programjában a következő sorszámú változók értéke pozitív:

[1, 2, 5, 7, 14, 15, 16, 18, 19, 24, 26, 28, 29, 31, 32, 33, 35, 37, 39, 42, 44, 46, 47, 48].

Ilyen együtteseket jelölünk a j szimbólummal. Ezt nevezzük a program s t r u k t ú r á j á n a k. Két egymástól eltérő programnak lehet azonos struktúrája. Például mindkét programban azonos változók szerepelnek pozitív értékkel; így többek között az 1. változó is, de az első programban $x_1 = 1000$, míg a másodikban $x_1 = 2000$. *Az azonos struktúrájú programok a cselekvés azonos irányát jelölik meg, de eltérnek egymástól abban, hogy a megadott irányban meddig kell haladni.*

Mármost a paraméteres programozás során gyakran előfordul a következő két eset egyike:

1. A paraméter több, egymást követő értékéhez, egy egész tartományához *ugyanaz* az optimális program tartozik.

2. A paraméter több, egymást követő értékéhez, egy egész tartományához *azonos struktúrájú* optimális program tartozik, noha az azonos struktúrán belül eltérő az egyes változók nagysága.

Az első esetben a paraméter k v a n t i t a t í v a z o n o s s á g i t a r t o m á n y á r ó l, a második esetben pedig a paraméter k v a l i t a t í v a z o n o s s á g i t a r t o m á n y á r ó l beszélhetünk.

Lássunk példákat. Legyen a paraméter a kamatláb. (Erről később, az erről szóló fejezetben részletesen szó lesz.) Kimutatható, hogy a pamutszövőipari modellben a 2—3,6%-os kamatlábtartományhoz azonos program tartozik. Ezen a ponton változik a program, majd a 3,6—15,1%-os tartományhoz ismét azonos program tartozik és így tovább. A 3,6—15,1%-os kamatlábtartomány e paraméter *kvantitatív* azonossági tartománya, mert ezen belül bármilyen értéket felvehet, a program semmit sem változik.

Más a helyzet, ha a paraméter a termelési terv. Világos, hogy ha emeljük a tervet, nagyobb gépkapacitásra van szükség. Ebben az esetben tehát kvantitatív azonossági tartományok egyáltalán nem léteznek, de léteznek *kvalitatív* azonossági tartományok. Egészen 660 milliárd vetésig pl. nem szerepel az új építés az optimális programban, akár 600, akár 659 milliárd vetés a terv. (A program struktúrája

egyéb szempontból is azonos.) 660 milliárd vetésnél azonban már ugrás következik be — az építés bekerül az optimális programba; az optimális program struktúrája megváltozik.

A közgazdasági elemzésekhez fontos ismernünk az azonossági tartományok *határait*. Ezekkel kapcsolatban is bevezetünk megfelelő elnevezéseket:

A paraméter kvantitatív karakterisztikus értékének nevezem a kvantitatív azonossági tartományok határait. Ilyen érték az előző példában a 15,1%-os kamatláb.

A paraméter kvalitatív karakterisztikus értékének nevezem a kvalitatív azonossági tartományok határait. Ilyen érték az utóbbi példában a 660 milliárd vetéses termelési terv.

Jelöljük x_1^0-gyel azt az optimális programot, amely a λ paraméter $(\underline{\lambda}, \lambda_1)$ kvantitatív azonossági tartományához tartozik, x_2^0-vel a (λ_1, λ_2) tartományához tartozó optimális programot és így tovább. Ebben az esetben $\lambda_1, \lambda_2, \ldots$ a paraméter kvantitatív karakterisztikus értékei.

Jelöljük $\mathbf{j}^{(1)}$-gyel az optimális programnak azt a struktúráját, amely a $(\underline{\lambda}, \lambda^{(1)})$ kvalitatív azonossági tartományhoz tartozik, $\mathbf{j}^{(2)}$-vel azt a struktúrát, amely a $(\lambda^{(1)}, \lambda^{(2)})$ tartományhoz tartozik és így tovább. Ebben az esetben $\lambda^{(1)}, \lambda^{(2)}, \ldots$ a paraméter kvalitatív karakterisztikus értékei.

3. §. NÉHÁNY GYAKORLATI PARAMÉTERES PROGRAMOZÁSI FELADAT

A paraméteres programozásnak igen sokféle esete, válfaja lehetséges. A teljesség és az átfogó rendszerezés igénye nélkül felsorolok néhányat azok közül, amelyekkel mi is találkoztunk beruházási vizsgálataink során. Csak olyan feladatot említek, amelynek megoldása megtalálható a szakirodalomban. Az ismertetésre kerülő feladatokat olyan modellekkel kapcsolatban oldottuk meg, amelyekben a feltételi rendszer lineáris.

Ezeken kívül természetesen megoldhatók más feladatok is; ezek azonban több-kevesebb matematikai kutatómunkát is igényelnek.

1. A célfüggvényben szereplő együtthatók vagy egy részük függ a paramétertől, amely egy valós szám. (Ezt az esetet már példaképpen említettem az 1. §-ban.) Ez a helyzet például akkor, amikor a célfüggvényben számba vett költségek függnek a devizaárfolyamtól vagy a kamatlábtól.

A számítási feladat szempontjából ez az aránylag legegyszerűbb eset.[4] Ilyenkor rendszerint (a könyvben tárgyalt modellekhez hasonló modell esetén) többé-kevésbé széles kvantitatív azonossági tartományokhoz jutunk.

2. A korlátozó feltételek jobboldalán szereplő konstansok vagy egy részük lineárisan függ a paramétertől. Például a pamutszövőipari modellben b_1, b_2 és b_3, vagyis a keskeny, a széles és a vetüléktarkázott szövetek kibocsátási előírása attól függ, milyen mértékben akarjuk emelni az iparág összes termelését. A paraméteres programozás ebben az esetben némileg számításigényesebb, de azért megoldható.[5] A könyvben leírthoz hasonló modellek esetén rendszerint kvalitatív azonossági tartományokhoz jutunk s kvantitatívokhoz nem.

3. Megvizsgáljuk egy tevékenység jellemzőinél bekövetkező módosulás hatását az optimális programra.

Ezzel kapcsolatban tegyük fel a következőket:

A j-edik változó *nem* szerepel az optimális programban. A j-edik tevékenység jellemzői a következők: a célfüggvényben szereplő c_j együttható és a korlátozó feltételekben szereplő együtthatók mátrixának j-edik oszlopvektora, $\mathbf{a}_j$ (tehát pl. a pamutszövőipari modellben: a tevékenység évi termelése, bruttó beruházási igénye, tőkés devizaigénye, helyigénye, anyagigényei stb.).

Tegyük fel továbbá, hogy mind a c_j együttható, mind pedig az $\mathbf{a}_j$ oszlopvektor valamely λ paraméter függvénye. (Esetleg az oszlopvektornak csupán egyes komponensei függnek ettől a paramétertől.) Így pl. a pamutszövőipari modellben ilyen paraméter lehet a gép feltételezett fordulatszáma (megadott hatásfok mellett).

Ilyenkor *aránylag egyszerű eljárással megállapítható, hogy mi a λ paraméternek az a karakterisztikus értéke, amely mellett a j-edik változó bekerül az optimális programba.*[6] Az említett példa esetében tehát meg-

[4] Abban az esetben, ha lineáris programozási feladatunk van- amelyet szimplex-módszerrel oldunk meg, s a célfüggvénybeli együtt ható a paraméter lineáris függvénye, felhasználható a *Gass* [27] könyvében, valamint *Krekó* [47] új könyvében ismertetett eljárás.

A *Lipták* által kidolgozott és a [42], [55] munkákban ismertetett eljárás alkalmazható akkor is, ha a célfüggvény meghatározott típusú (pl. konvex vagy konkáv) nem-lineáris függvény, s a célfüggvényben szereplő együtthatók nem-lineáris függvényei a paraméternek.

[5] *Gass* [27] könyvében ezt *duális paraméteres programozás*nak nevezi, s leírja a számszerű megoldás módját szimplex-módszerrel végzett lineáris programozás esetére.

A feladat megoldható nem-lineáris célfüggvény mellett is. (Lásd *Lipták* [42], [55] munkáit.)

[6] A feladat megoldását szimplex-módszerrel végzett lineáris programozás esetére lásd a [43] beszámolóban és *Wellisch P.* [100] tanulmányában.

határozható az a kritikus fordulatszám, amelyet túllépve a csévéváltós gép foglalja el a vetélőváltós helyét az optimális programban.

Hasonló karakterisztikus érték állapítható meg olyankor is, ha az $\mathbf{a}_j$ oszlopvektor nem függ a paramétertől, hanem csupán c_j, a célfüggvénybeli együttható. Például, a paraméter egy új gép ára (egy olyan modellben, amelyben a beruházási keret nem korlátozott). Ilyenkor a gépár csupán a célfüggvényre hat ki, de nem érinti a korlátozó feltételeket. A karakterisztikus érték — a kritikus gépár — számszerű megállapítása ebben az esetben rendkívül egyszerű.[7]

4. §. A FELADAT LESZŰKÍTÉSE

Egyes esetekben — a munka megkönnyítése érdekében — a paraméteres programozás feladatát leszűkítjük. Két lehetőséget ismertetek:

1. Az eddigiekben a paramétert *folytonos* változóként kezeltük, vagyis feltételeztük, hogy a paraméter minden lehetséges értéket felvesz (esetleg csupán egy megadott $[\underline{\lambda}, \overline{\lambda}]$ szakaszon belül).

Számítástechnikai okokból, a munka lerövidítése érdekében, esetleg arra kényszerülünk, hogy csupán a paraméter előre rögzített értékeihez számítsuk ki az optimális programot. Például nem futtatjuk végig a kamatlábat a 3 és 30% közötti teljes szakaszon, hanem előre eldöntjük, hogy csupán a 10 és 20%-os kamatláb hatását vizsgáljuk. Ez esetben tehát egyszer meghatározzuk a programot 10%-os kamatláb mellett, majd még egyszer 20%-os kamatláb mellett.

Ezt p á r h u z a m o s p r o g r a m o z á s nak nevezem. A párhuzamos programozás itt tulajdonképpen a paraméteres programozás egy speciális esete, amelyet az jellemez, hogy a paraméter csupán előre kijelölt, rögzített értékeket vehet fel.

A párhuzamos programozás révén kapott információ természetesen kevésbé átfogó, kevésbé teljes, mint a (folytonos) paraméteres programozás alapján kapott eredmény. Így pl. a párhuzamos programozás alapján nem ismerjük meg pontosan a paraméter karakterisztikus értékeit, nem látjuk az azonossági tartományokat és így tovább. A párhuzamos programozás e fogyatékosságok ellenére is nyújthat értékes információkat.

2. Adott számszerű jellemzők mellett kiszámítottuk az optimális programot. Ezekután *meghatározható egy-egy jellemző numerikus érté-*

[7] Lásd [43], [100]. Ezt a feladatot egyébként felfoghatjuk az 1) pont alatt említett feladat (a $\mathbf{c}^*$ vektor a paraméter függvénye) speciális eseteként is.

kének az a tartománya, amelyen belül szabadon változhat, anélkül, hogy az optimális program módosulna (feltéve, hogy a feladat többi jellemzőjének számszerű értéke változatlan).[8] A műszaki gyakorlatból vett hasonlattal élve: ezek a szóban forgó jellemző t ű r é s i h a t á r a i.

Például meghatároztuk az optimális programot abban a tudatban, hogy valamely tevékenység évi üzemeltetési költsége 20 000 Ft. A programozás elvégzése után megállapítható, hogy ugyanaz marad az optimális program, bárhol legyen is az üzemeltetési költség 19 400 és 20 800 Ft között.

Könnyű belátni, hogy a tűrési határok megállapítása matematikai szempontból rokon a paraméteres programozás feladatával. Itt csupán az a megszorítás, hogy csak egyetlen adat változásának hatását vizsgáljuk, s csak a paraméter eredeti értéke alatt és felett húzódó *egy* azonossági tartomány határait kell meghatározni.

5. §. A MODELL SZERKEZETI MÓDOSÍTÁSA

Mindezideig azt vizsgáltuk, hogy hogyan módosul az optimális program, ha a modell szerkezete azonos marad, s csupán a modellre kiható valamelyik paraméter numerikus értéke változik. Sok esetben azonban azt kell vizsgálnunk, hogy hogyan módosul az optimális program, ha a modell *szerkezetét* megváltoztatjuk.

A következő feladatok merülhetnek fel:

1. Megtartjuk a modell eredeti szerkezetéből a változók és a korlátozó feltételek rendszerét, de az eredeti helyett más szerkezetű célfüggvényt alkalmazunk (pl. statikus helyett dinamikus formulát).

2. Megtartjuk a modell eredeti szerkezetéből a változókat és a célfüggvényt, de az eredeti korlátozó feltételi rendszerhez hozzáadunk még egy korlátozó feltételt (pl. eredetileg nem tekintettük korlátozottnak az igénybe vehető létszámot, most pedig annak tekintjük).

3. Ellentétes irányú a szerkezeti módosítás, ha az eredeti korlátozó feltételi rendszerből elhagyunk egyet. Pl. eredetileg korlátozottnak tekintettük a tőkés devizafelhasználást, s most már nem. Természetesen ez esetben érdemleges módosításról csak akkor van szó, ha az eredeti optimális program teljesen igénybevette a tőkés devizakeretet. Ha a keret eredetileg sem merült ki, elhagyása mit sem vál-

[8] Lásd erről — lineáris programozás esetére — *Courtillot* [15] cikkét és *Bod* [7] referátumát.

toztat az optimális programon. Általánosabban szólva: egy korlátozó feltétel elhagyása (a könyvben ismertetett modelltípusoknál) csak akkor jelenti a modell szerkezetének érdemleges módosítását, ha a feltétel eredetileg egyenlőség formájában volt megadva, vagy ha az eredetileg egyenlőtlenség formájában megadott feltétel az optimális programban egyenlőségre teljesül.

4. Megtartjuk az eredeti célfüggvényt és korlátozó feltételeket, de egy új változót építünk be a modellbe. Pl. számításba veszünk egy eredetileg figyelmen kívül hagyott beruházási tevékenységet.

5. Ellentétes irányú a módosítás, ha elhagyjuk a modell eredeti változóinak egyikét, mégpedig olyant, amely szerepel az optimális programban. (Az optimális programban nem szereplő változó elhagyásának — a könyvben ismertetett típusoknál — nyilván nincs jelentősége.) Pl. az eredeti optimális programban olyan berendezés szerepelt, amelynek beszerzése bizonytalan. Ezért megvizsgáljuk, hogy melyik tevékenység kerül az optimális programba, ha a számításból eleve kihagyjuk ezt a lehetőséget.[9]

Az *1—5.* pont alatt a modell aránylag kisebb mértékű szerkezeti módosításairól volt szó. Ilyenkor rendszerint nem szükséges előlről kezdeni a programozás számításait. Aránylag egyszerűbb eljárásokkal, az eredeti programozásnál kapott közbeeső és végső számítási eredmények felhasználásával is eljuthatunk az új optimális programhoz.[10]

[9] Végeredményben itt is párhuzamos programozásról van szó. Itt azonban nem *azonos szerkezetű*, de eltérő numerikus paraméter értékű modellekkel dolgozunk — mint a XIV. fejezet 4. §-ában tárgyalt esetben —, hanem *eltérő szerkezetű* modellek alapján végzünk párhuzamos számítást.

A gyakorlatban rendszerint mindkét indíték — a modell szerkezeti módosítása és egyes paraméterek számszerű módosítása — együttesen teszi szükségessé párhuzamos programok elkészítését. Ez volt a helyzet pl. a pamutszövőipari programozásnál. (Lásd a Függelék 7. és 11. §-át.)

[10] Az 1—3. típusú módosítás könnyen hajtható végre a [42] és [55] tanulmányokban leírt „szukcesszív eljárás" alkalmazása esetén. Ez az eljárás ugyanis lépésről lépésre, egymás után vezeti be a számításba a korlátozó feltételeket, s csak a munka utolsó szakaszában — a számítások zömének elvégzése után — kerül sor a célfüggvény felhasználására.

Hasonló szerkezeti módosítások elvégezhetők akkor is, ha a lineáris programozás szimplex-módszerével számolunk, bár ekkor e módosítások egy része számításigényesebb. A [100] tanulmány gyakorlati útmutatásokat ad arra, hogy hogyan nyerhetjük aránylag egyszerű módon az új optimális programot a modell szerkezeti módosítása esetén.

6. §. RELATÍV OPTIMUM

A tanulmány első két részében arról beszéltem, hogy meg kell határozni az optimális programot. Ebben a fejezetben azonban már optimális program*ok*ról esett szó.

Ez a többesszám kissé paradoxnak tűnik. Ha valami legjobb, akkor jobbnak kell lennie minden egyébnél. Éppen ezért fontos leszögezni: az optimum mindig bizonyos *relatív* optimumot jelent. *Valamely program optimális — relatíve —, a modell adott szerkezete mellett; a paraméterek adott számszerű értéke mellett.* Más szerkezetű modellhez, illetve a paraméterek más számszerű értékéhez más optimális program tartozik.

Nem szabad tehát túlértékelni az optimum fogalmát a programozásról szóló fejtegetésekben. Megállapíthatunk egy optimális programot arra az esetre is, amikor a kamatláb 1%. Ennek nyilván semmi köze sem lesz a tényleg kívánatos programhoz — de „optimális" a paraméter (jelen esetben a kamatláb) adott értéke mellett.

A modell szerkezetétől és a felhasznált számszerű értékektől függ, hogy az ezekre épülő optimális program hogyan viszonylik a tényleges népgazdasági optimumhoz.

XV.
FEJEZET

Gazdaságpolitikai paraméterek

1. §. AZ EREDETI ELŐIRÁNYZATOK KONTROLLJA

A gazdaságpolitikai elhatározástól függő adatokat — mint említettem — gazdaságpolitikai paramétereknek nevezem. Néhány példa erre:

1. *A termelési terv, a kibocsátási kötelezettség.* A pamutszövőipari modellben pl. megadjuk, hogy mennyi keskeny, széles és vetüléktarkázott szövetet kell az iparágnak kibocsátania. Az előirányzatokat — természetesen a népgazdasági terv általános arányossági követelményeinek határai között — a felsőbb tervező szervek (Országos Tervhivatal, Könnyűipari Minisztérium) szabják meg.

2. *A hazai szükséglet.* Az alumíniumipari modellben előírjuk a hazai gépipar és más iparágak által igényelt tömbalumínium, hengerelt és préselt termék mennyiségét. Ezt részben műszaki adottságok determinálják —, de csak részben. Az alumínium és néhány más anyag (acél, réz, fa, műanyag stb.) számtalan területen helyettesítheti egymást. Ezért az alumínium és más anyagok felhasználási aránya — legalábbis részben — gazdaságpolitikai elhatározástól függ.

3. *A beruházási erőforrások korlátai.* Valamennyi ismertetett modellben feltételeztük, hogy van egy adott (bruttó vagy nettó) beruházási keret, amelyet a beruházási tevékenységek együttes költségigénye nem léphet túl. Ezenkívül egyes modellekben más korlátozott beruházási erőforrások is szerepeltek. (Pl. építési keret, devizakeret stb.)

Milyen számszerű értéket adjunk ezeknek a gazdaságpolitikai paramétereknek modellünkben?

Amikor a pamutszövőipari programozásra sor került — mint már említettem —, készen állt a Pamutipari Igazgatóság által kidolgozott eredeti terv. Vizsgálatunknak éppen az volt a feladata, hogy az eredeti előirányzatok kontrollját adja. Ezért önként kínálkozik a kiindulópont: azokkal a kibocsátási kötelezettségekkel számolunk, amelyekkel az eredeti terv. Az eredeti tervben szereplő tevékenységek beruházási költségigényeinek összegét tekintjük beruházási keretnek, az építésigény összegét építési keretnek, a tőkés devizaigény összegét devizakeretnek. A kérdés is önként kínálkozik: *vajon lehet-e ugyanazokból az erőforrásokból ugyanazt az extern kibocsátást teljesíteni, s a tevékenységeket mégis kedvezőbben kijelölni?*

Végeredményben tehát az eredeti terv előirányzatai alapján határoztuk meg a gazdaságpolitikai paramétereket.[1]

Ugyanezt az elvet alkalmaztuk a másik két vizsgálatnál is. Ezeknél is rendelkezésre álltak előzőleg már kidolgozott eredeti tervek: a műszálgyártás tizenötéves tervjavaslata, illetve a színesfémipar tizenötéves (részben húszéves) tervjavaslata. Az előbbit az Országos Tervhivatal és a Nehézipari Minisztérium által kiküldött munkabizottság, az utóbbit a Nehézipari Minisztérium Színesfémipari Főosztálya dolgozta ki. A matematikai programozást ezekben az esetekben is az eredeti tervek kontrolljának tekinthettük.

Az eljárás a gyakorlatban tanúsítja, hogy a matematikai programozás azonos „versenyfeltételek" (azonos termelési terv, beruházási keret stb.) mellett jelentős megtakarításokat hozhat a tervezés és a gazdaságossági számítás szokásos módszereivel megalapozott előirányzatokhoz képest. (E megtakarításokról részletesen szó volt a VI. fejezetben.)

Az eredeti tervekben szereplő előirányzat „fogódzó" a matematikai programozási modell szerkesztője számára. Nem kell önmagának megszabnia ezeket az adatokat, hanem elfogadja azt, amit egyikmásik kérdésben az Országos Tervhivatal vagy az illetékes minisztérium már eldöntött.

Ez az eljárás azonban csupán *első közelítésnek* tekinthető. Az Országos Tervhivatal, vagy a minisztérium által eredetileg megadott termelési terv vagy beruházási keret ugyanis nem ez *egyedül lehetséges* nagyság; a tervet fel is lehet emelni, vagy le lehet szállítani, a kereteket csökkenthetnénk, vagy növelhetnénk.

[1] Eszerint határoztuk meg a pamutszövőipari programozás 1—4. számú modelljeinek korlátait. (Lásd a Függelék 7. §-át.)

2. §. AZ OPTIMÁLIS PROGRAM A KIBOCSÁTÁSI KÖTELEZETTSÉG FÜGGVÉNYÉBEN

A könyvemben leírt modellekkel nem határozható meg a gazdaságpolitikai paraméterek optimális nagysága. Modelljeink ugyanis mindenkor csupán a népgazdaság egy szűkebb szektorát fogják át, s nem terjednek ki a népgazdaság egészére. Márpedig a gazdaságpolitikai paraméterek optimális értéke csak átfogó számítás keretében tisztázható. Számításaink mégis adhatnak bizonyos támpontokat a paraméterekről dönteni hivatott szervek számára, az érzékenységi vizsgálatok apparátusa révén.

Lássunk erre egy példát. A pamutszövőipari vizsgálat keretében kiszámítottuk, hogyan változik az optimális program a kibocsátási kötelezettség függvényében. Ezt az egyik „kis modell" segítségével vizsgáltuk, amelyben — az előkészítő gépeken kívül — csupán a keskeny szövőgépek szerepeltek. A számítás során feltételeztük, hogy a bruttó beruházási keret és a tőkés devizakeret nincsen megkötve, csupán az építés korlátozott.[2]

A feladat tehát az volt, hogy meghatározzuk az

$$\text{(XV.1)} \qquad x^\circ = x^\circ(b_1)$$

függvényt. Szükségtelen volt, hogy b_1 minden lehetséges értékéhez meghatározzuk az optimális programot. Feltételeztük, hogy a kibocsátási kötelezettség semmiképpen sem lehet kevesebb annál, mint amit a programozási szektorba bevont jelenlegi géppark minden újabb beruházás nélkül teljesíthet. Ez kereken 498 milliárd vetés. Ezt tekintettük a b_1 paraméter alsó határának.

Végeredményben hat kvalitatív azonossági tartományhoz, s ezzel együtt hat optimális programstruktúrához jutottunk a paraméteres programozás eredményeképpen. Ezt ismerteti a 9. sz. táblázat.

A táblázat a paraméteres programozás kvalitatív eredményeit foglalja össze, de ezen túlmenően kvantitatív eredményeket is kaptunk. Az egyik kvantitatív eredmény már a táblázatból is leolvasható: ismerjük a kibocsátási kötelezettség öt karakterisztikus értékét (660, 848, 875, 888, 894 milliárd vetés), ezenkívül pontosan ismerjük az optimális program kvantitatív összetételét is, egy-egy kvalitatív azonossági tartományon belül. *Az optimális program azonban*

[2] A gyakorlatban valószínűtlen, hogy kizárólag az építés lenne ilyen szigorúan kötött a beruházási erőforrások közül. Minthogy a számítás itt csak illusztratív célokat szolgál, így jobban mutathatjuk be az alkalmazott eljárást.

Az építési keret — példánkban — felső korlátot szab a paraméter, a kibocsátási kötelezettség növelésének.

PARAMÉTERES PROGRAMOZÁS
A KIBOCSÁTÁSI KÖTELEZETTSÉG FÜGGVÉNYÉBEN (PROGRAMSTRUKTÚRÁK) *9. táblázat*

A programstruktúra szimbóluma	A kibocsátási kötelezettség határai (a paraméter karakterisztikus értékei) milliárd vetésben	A régi, rosszabb szövőgép sorsa	A régi, jobb szövőgép sorsa	Milyen gép kerül a régi, rosszak helyére	Milyen gép kerül a régi, jobbak helyére	Van-e építés	Milyen gépet helyeznek el az új épületben
j(1)	498—660	leszerelés	felgyorsítás	vetélőváltós automata	—	nincs	—
j(2)	660—848	leszerelés	felgyorsítás	vetélőváltós automata	—	van	vetélőváltós automata
j(3)	848—875	leszerelés	felgyorsítás	részben vetélőváltós, részben vetélő nélküli automata	—	van	vetélőváltós automata
j(4)	875—888	leszerelés	felgyorsítás	vetélő nélküli automata	—	van	részben vetélőváltós, részben vetélő nélküli automata
j(5)	888—894	leszerelés	felgyorsítás	vetélő nélküli automata	—	van	vetélő nélküli automata
j(6)	894	leszerelés	leszerelés	vetélő nélküli automata	vetélő nélküli automata	van	vetélő nélküli automata

most nem konstans $x_1^\circ, x_2^\circ, \ldots, x_n^\circ$ *értékek együttese, hanem csupán a kibocsátási kötelezettség függvényeként határozható meg.* Így pl. az 1. azonossági tartományban (a program struktúrája: $\mathbf{j}^{(1)}$) az optimális program a következő:[3]

$$\begin{bmatrix} x_5 = 3787 \\ x^\circ = 2892 + (b_1 - 498)\,132{,}24 \end{bmatrix} \qquad (498 \leqq b_1 \leqq 660).$$

A 2. azonossági tartományban (struktúra: $\mathbf{j}^{(2)}$) pedig:

$$\begin{bmatrix} x^\circ = 3787 \\ x_7^\circ = 5040 \\ x_8^\circ = (b_1 - 660)\,132{,}24 \end{bmatrix} \qquad (660 \leqq b_1 \leqq 848).$$

Nem folytatom a felsorolást. Amint látjuk, egy-egy tartományon belül az optimális programnak van egy konstans, a paramétertől független része (pl. a 2. tartományban: x_5° és x_7° értéke), s van egy, a paramétertől lineárisan függő része (pl. a 2. tartományban x_8° értéke). Eszerint az optimális program — most már általános formában — ilyen alakú:[4]

(XV. 2)

$$\mathbf{x}^\circ = \begin{cases} \mathbf{x}^{(1)} + (\lambda - \underline{\lambda})\,\mathbf{x}^{(1)}, & \text{ha} \quad \underline{\lambda} \leqq \lambda \leqq \lambda^{(1)} \\ \mathbf{x}^{(2)} + (\lambda - \lambda^{(1)})\,\mathbf{x}_2^{(2)}, & \text{ha} \quad \lambda^{(1)} \leqq \lambda \leqq \lambda^{(2)} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \mathbf{x}_1^{(s+1)} + (\lambda - \lambda^{(s)})\,\mathbf{x}_2^{(s+1)}, & \text{ha} \quad \lambda^{(s)} \leqq \lambda, \end{cases}$$

aho

λ = a paraméter;

$\underline{\lambda}$ = a paraméter rögzített alsó határa;

$\lambda^{(1)}, \lambda^{(2)}, \ldots, \lambda^{(s)}$ = a paraméter karakterisztikus értékei;

$\mathbf{x}_1^{(1)}, \mathbf{x}_1^{(2)}, \ldots, \mathbf{x}_1^{(s+1)}$ = az optimális programnak a paramétertől nem függő része az (1, 2, ..., $s+1$)-edik azonossági tartományban;

[3] A kibocsátási kötelezettség nagyságát milliárd vetésben adjuk meg.

[4] Az általános képlet felírásakor — ellentétben a fenti számpéldával — feltételeztem, hogy a korlátozó feltételi rendszer nem szab felső határt a paraméternek.

$x_1^{(1)}, x_2^{(2)}, \ldots, x_2^{(s+1)}$ = az optimális programnak a paramétertől függő része az (1, 2, ..., $s + 1$)-edik azonossági tartományban.

Az optimális program (XV. 2) alatti függvényének ismeretében megadható *az optimális célfüggvényérték, mint a paraméter függvénye:*

$$\text{(XV. 3)}\quad C^\circ = C^\circ(\lambda) = \begin{cases} C_1^{(1)} + (\lambda - \underline{\lambda})\, C_2^{(1)}, & \text{ha } \underline{\lambda} \leqq \lambda \leqq \lambda^{(1)} \\ C_1^{(2)} + (\lambda - \lambda^{(1)})\, C_2^{(2)}, & \text{ha } \lambda^{(1)} \leqq \lambda \leqq \lambda^{(2)} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ C_1^{(s+1)} + (\lambda - \lambda^{(s)})\, C_2^{(s+1)}, & \text{ha } \lambda^{(s)} \leqq \lambda, \end{cases}$$

ahol:

$C_1^{(1)}, C^{(2)}, \ldots, C_1^{(s+1)}$ = az optimális program célfüggvényértékének a paramétertől független része az (1, 2, ..., $s + 1$)-edik tartományban;

$C_2^{(1)}, C^{(2)}, \ldots, C_2^{(s+1)}$ = az optimális program célfüggvényértékének a paramétertől függő része az (1, 2, ..., $s + 1$)-edik tartományban.

Hasonlóképpen megadhatók a program más jellemzői is (pl. a beruházásigény, a devizaigény, a létszámigény stb.) a paraméter függvényében. Így pl. a beruházásigény képlete a következő:

$$\text{(XV. 4)}\quad G^\circ(\lambda) = G^{(r)} + (\lambda - \lambda^{(r-1)})\, G^{(r)}, \text{ ha } \lambda^{(r-1)} \leqq \lambda \leqq \lambda^{(r)},$$

ahol:

$G^{(r)}$ = az optimális program beruházásigényének konstans része az r-edik tartományban;

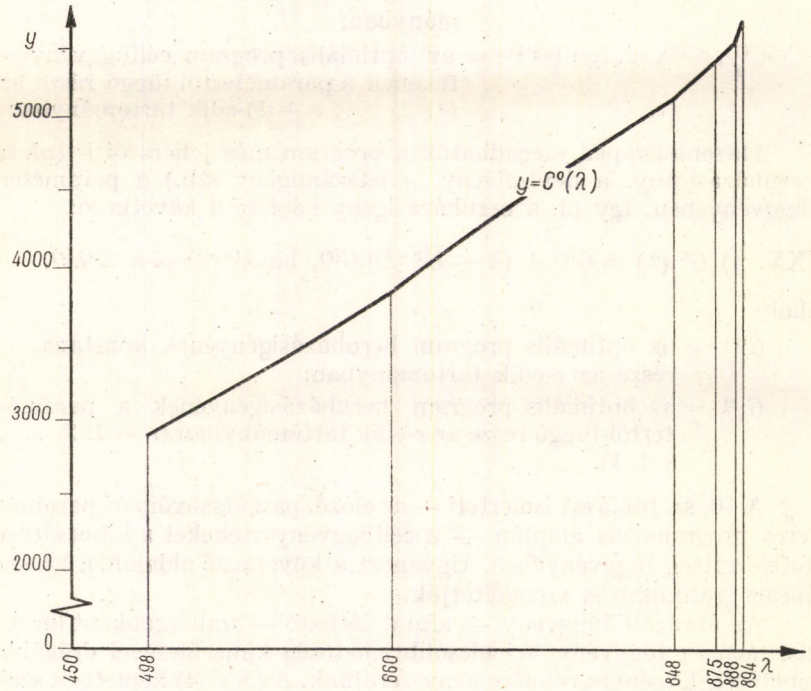
$G^{(r)}$ = az optimális program beruházásigényének a paramétertől függő része az r-edik tartományban ($r = 1, 2, \ldots, s + 1$).

A 10. sz. táblázat ismerteti — az előző, pamutszövőipari paraméteres programozás alapján — a célfüggvényértékeket a kibocsátási kötelezettség függvényében. Ugyanezt a következő oldalon, a 12. sz. ábrán grafikusan is szemléltetjük.

Az ábrázolt függvény — amint látható — szakaszonként lineáris, *konvex* függvény. Az olcsóbb lehetőség kimerülésével drágább lehetőségek igénybevételére kényszerülünk. A (XV. 4) képletben szereplő $G_2^{(r)}$ értéke: a 12. ábrán szemléltetett függvény iránytangense az r-edik azonossági tartományon belül. A célfüggvényben számba

A CÉLFÜGGVÉNY ÉRTÉKE
A KIBOCSÁTÁSI KÖTELEZETTSÉG FÜGGVÉNYÉBEN
(A célfüggvény értéke millió Ft-ban, λ milliárd vetésben) *10. táblázat*

A program-struktúra szimbóluma	A célfüggvény értéke
$j^{(1)}$	$2872{,}6 + (\lambda - 498)\ 58{,}5$
$j^{(2)}$	$3822 + (\lambda - 660)\ 69{,}4$
$j^{(3)}$	$5128{,}2 + (\lambda - 848)\ 91{,}5$
$j^{(4)}$	$5372{,}2 + (\lambda - 875)\ 101{,}6$
$j^{(5)}$	$5505{,}7 + (\lambda - 888)\ 223{,}4$
$j^{(6)}$	5639



12. ábra. Az optimális program célfüggvényértéke a kibocsátási kötelezettség függvényében

vett költségnek a paramétertől függő része tehát nem más, mint a *differenciális* költség a szóban forgó azonossági tartományon belül. Ez adja meg ugyanis, hogy *mennyi a költség növekménye, ha a kibocsátási kötelezettséget egy egységgel növeljük.*

Az elmondottakból kitűnik, hogy *az ilyen természetű paraméteres programozásnak nagy jelentősége lehet a népgazdasági tervezésben.* Az előzőkben — didaktikai meggondolások miatt — erősen leegyszerűsített modellen hajtottuk végre a számítást. Ha azonban ehelyett egy részletesebb modellen végezzük el ugyanezt, megkapjuk az iparág hosszúlejáratú ráfordítási függvényeit a termelési terv, a kibocsátási kötelezettség függvényében (pl. a hosszúlejáratú beruházási költségfüggvényt, létszámigényfüggvényt, devizaigényfüggvényt stb.).

3. §. A KALKULATÍV ÉRTÉKELÉSEK FELHASZNÁLÁSA

A programozási feladat megoldásaképpen megkapjuk az $x_1, \ldots, x_n$ változók optimális értékét. Ezenkívül azonban számításunknak még egy „melléktermeke" is keletkezik: megkapjuk a korlátozó feltételek jobboldalán szereplő korlátok kalkulatív értékeléseit is.[5]

A kalkulatív értékelés fogalmának tisztázásához vegyük pl. a műszálgyártási modellt. A programozási feladat: adott hazai szükségletek kielégítése minimális költségekkel. A korlátozó feltételek megadják a kielégítésre váró szükséglet összetételét (mennyi viszkózszálra, Nylon-szálra, poliészter-szálra stb. van szükség). Felmerül a kérdés, hogy vajon mennyivel csökkentené az optimális program célfüggvényértékét, a célfüggvényben számba vett költségeket, ha — megfelelő gazdaságpolitikai beavatkozással — csökkentenék a szükségletet valamelyik szálfajta iránt.

Jelöljük az i-edik korlátozó feltételben szereplő korlátot (azaz példánkban az egyik szálfajta iránti szükségletet) b_i-vel, az optimális program célfüggvényértékét pedig $C°$-val. Mennyivel csökken $C°$ értéke, ha egy egységgel — Δb_i-vel — csökkentjük b_i-t? Jelöljük

[5] A „kalkulatív értékelés" fogalma megfelel az angol nyelvű szakirodalomban használatos „shadow price" (szó szerint: árnyékár) kifejezésnek.

Lineáris programozási feladat szimplex-módszerrel történő megoldása esetén a korlátok kalkulatív értékelése általában közvetlenül leolvasható az úgynevezett végső szimplex-táblázatról. (Lásd erről pl. *Gass* [27] könyvét, 71—82. old.) A kalkulatív értékelések azonban meghatározhatók más eljárások alkalmazása esetén, az eredeti feladat úgynevezett *duális* feladatának megoldásával.

A duális feladat közgazdasági értelmezéséről lásd pl. *Dorfman—Samuelson—Solow* [22] könyvét.

ezt a csökkenést $\Delta C°$-val. Ezekután képezzük a következő hányadost:

$$\pi_i = \frac{\Delta C°}{\Delta b_i}. \qquad \text{(XV. 5)}$$

A (XV. 5) képletben szereplő hányadost, π_i-t nevezzük a korlát kalkulatív értékelésének. *A kalkulatív értékelés megadja, hogy mennyivel változik az optimális program célfüggvényértéke a korlát egységnyi változása esetén.* Jelen esetben, amikor a korlát egy szükségletkielégítési kötelezettség, s a feladat a költségek minimalizálása, a kalkulatív értékelés a kötelezettség *differenciális költségét* adja meg (természetesen csupán a célfüggvényben számba vett költségeket).

Felvetődhet az az elgondolás, hogy az eredetileg tervezetthez képest csökkentjük a Nylon-szükségletet, s ezt a viszkóz-szükséglet előirányzatának emelésével ellensúlyozzuk. A kalkulatív értékelésekből kitűnik, hogy mekkora változást okoz a célfüggvény értékében mindkét korlát egységnyi módosítása. Ez fontos támpont lehet a szükségleti előirányzatok esetleges átcsoportosításához.

Lássunk egy másik példát. A feladat: a hozadék maximalizálása. Háromféle korlátozott beruházási erőforrásunk van, mégpedig a hazai gépgyártás által szállított gépekre, berendezésekre fordítható összeg, a szocialista országokból származó import és a kapitalista országokból származó import; röviden: a hazai gépkeret, a rubelkeret és a dollárkeret.

A hazai gépkeret kalkulatív értékelése megadja, hogy mennyivel emelkedne a programozási szektor hozadéka, ha a hazai gépkeretet egy egységgel növelnénk. Hasonlóképpen értelmezhető a két másik keret kalkulatív értékelése is. Mindhárom esetben π_i az i-edik keret *differenciális hozadékát* adja meg.

A háromféle kalkulatív értékelés ismeretében a gazdasági vezetés fontolóra veheti, hogy érdemes-e átcsoportosítást végrehajtani a keretek között, célszerű-e növelni azt a keretet, amelynél a differenciális hozadék a legmagasabb, s csökkenteni azt, amelynél a legalacsonyabb.

Amint a példákból is kitűnik, a kalkulatív értékelések közgazdasági tartalma nem egységes, attól függ, hogy milyen jellegű modellről van szó, mi a célfüggvény tartalma, s milyen jellegű a korlát, amelynek kalkulatív értékelését vizsgáljuk. Általánosságban csak annyit mondhatunk, hogy *a kalkulatív értékelés megadja a korlát változásával járó differenciális „konzekvenciát"* (differenciális költséget, differenciális hozadékot stb.).

A kalkulatív értékelésekből csak kellő fenntartásokkal szabad következtetéseket levonni. Ennek okai a következők:

1. A kalkulatív értékelés csak *az adott modell keretei között, az adott célfüggvény mellett* értelmezhető. Az előző példában a dollárkeret kalkulatív értékelése csupán azt mutatja meg, hogy az *adott célfüggvény* esetén mit eredményez a kapitalista importkeret módosítása. Más modellhez, más célfüggvényhez a kapitalista importkeret más kalkulatív értékelése tartozik.

2. A kalkulatív értékelésekből következtethetünk arra, hogy milyen *irányban* érdemes módosítani a korlátokat (pl. érdemes-e csökkenteni az egyiket, s ezt ellensúlyozni egy másik növelésével). Nem kapunk viszont támpontot e módosítás indokolt *mértékére, terjedelmére.*

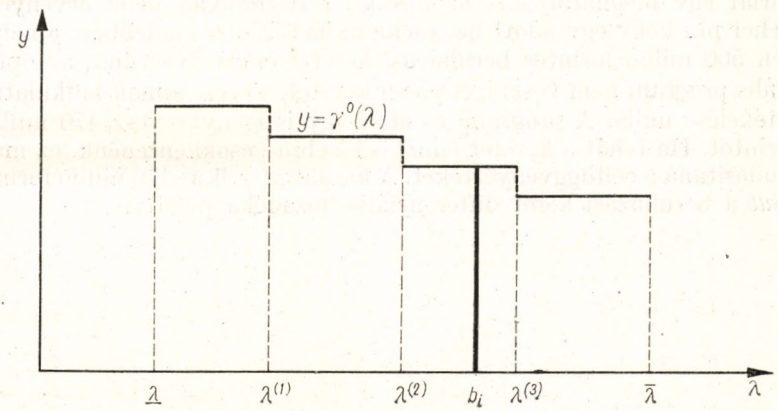
Tekintsük az i-edik erőforráskorlátot paraméternek. Jelöljük λ-val az erőforráskorlátot mint *változó* paramétert, s b_i-vel e korlát eredetileg megadott, konstans értékét. Az optimális program hozadéka, célfüggvényértéke (P°) a paraméter függvénye:

(XIV. 6) $$P^\circ = P^\circ(\lambda).$$

Meghatározható az optimális program célfüggvényértékének differenciális függvénye, a differenciális hozadék a λ paraméter függvényében:

(XV. 7) $$\gamma^\circ = \gamma^\circ(\lambda) = \frac{dP^\circ(\lambda)}{d\lambda}.$$

A differenciális függvényt szemlélteti a 13. sz. ábra. A paraméter karakterisztikus értékei: $\underline{\lambda}$, $\lambda^{(1)}$, $\lambda^{(2)}$, $\lambda^{(3)}$, $\overline{\lambda}$. A paraméternek össze-



13. ábra. Differenciális hozadék a paraméter függvényében

sen négy azonossági tartománya van; mindegyikhez más-más differenciális hozadék tartozik.

Az i-edik korlát kalkulatív értékelése nem más, mint a λ paraméter differenciális hozadéka a $(\lambda^{(2)}, \lambda^{(3)})$ azonossági tartományban, azaz abban a tartományban, amelybe b_i eredetileg megadott értéke esett. Ebből következik, hogy az eredetileg megadott b_i alapján számított kalkulatív értékelés csak akkor fejezi ki a szóban forgó korlát változásának hatását az optimális program célfüggvényértékére, ha ez a változás nem lépi túl annak az azonossági tartománynak a határait, amelybe az eredetileg megadott korlát értéke esik.

Pusztán a kalkulatív értékelésből nem olvashatjuk le e tartomány határait, s ezért nem is következtethetünk a korlát változtatásának indokolt terjedelmére. Ha erre vonatkozólag tájékoztatást akarunk kapni, akkor el kell végezni a szükséges paraméteres programozást.

3. A modell korlátozó feltételei közül egyeseket eredetileg egyenlőtlenség formájában adtunk meg. Ha az egyenlőtlenség az optimális programban egyenlőségre teljesül, azaz a maradékváltozó nulla (pl. az optimális program kimerítette a korlátozott erőforrást), úgy a korlát kalkulatív értékelése pozitív szám. Ha viszont az optimális programban sem teljesül egyenlőségre, azaz a maradékváltozó pozitív (pl. a korlátozott erőforrás nem merül ki), akkor a szóban forgó korlát kalkulatív értékelése egyenlő nullával. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy az optimális program célfüggvényértéke semmit sem változna, ha az adott keretet egy egységgel változtatnánk.

Ezzel kapcsolatban külön is fel kell hívni a figyelmet a *2.* pont alatt mondottakra; ez a kalkulatív értékelés csupán a szóban forgó korlát egy meghatározott azonossági tartományán belül érvényes. Lehet pl., hogy egy adott hozadékmaximalizálási modellben, amelyben 500 millió forintos beruházási keretet engedélyeztünk, az optimális program nem veszi igénybe a keretet, s ezért annak kalkulatív értékelése nulla. A program azonban így is igénybe vesz 470 millió forintot. Ha tehát a keretet ennél is kisebbre csökkentenénk, ez már módosítaná a célfüggvényértéket. A karakterisztikus 470 millió forint *alatt* a beruházási keret differenciális hozadéka pozitív.

4. §. A KONZEKVENCIÁK KIMUTATÁSA

A 2. és 3. §-ban *illusztratív* példákat közöltem az ismertetett módszerek szemléltetésére. Most néhány tényleges, gyakorlati számítást ismertetek a pamutipari vizsgálat anyagából.

Az egyik példa:

Az elektronikus gépen számított „nagy modellek" segítségével *párhuzamos programozást* végeztünk, két eshetőség összehasonlítására:

A) Az eredeti kibocsátási kötelezettséget kell teljesíteni, betartva az eredeti terveknek megfelelő bruttó beruházási, építési és devizakeretet.

B) Ötven millió m^2-rel növelt kibocsátási kötelezettséget kell teljesíteni, a beruházási erőforrások külön nem korlátozottak.

A kétféle optimális programot összehasonlítottuk.[6] A programok *konzekvenciáit* a 11. sz. táblázat mutatja be.

A TERVMÓDOSÍTÁS KÖVETKEZMÉNYEI *11. táblázat*

	Mértékegység	Eredeti terv esetén	Felemelt terv esetén	Eltérés %-ban
Termelés	millió vetés	757 050	907 348	+ 19,8
Összes költségek (a célfüggvény értéke)	millió Ft (diszkontált)	5 170	6 061	+ 17,3
Bruttó beruházás	millió Ft	555,3	1 676,9	+302
Építésigény	m^2	1 000	8 223	+722
Felszabaduló létszám	fő	418	846	+103

A táblázatból kitűnik, hogy egyes, eddig limitált erőforrások korlátainak feloldása lehetővé teszi, hogy a program összes költsége kisebb mértékben emelkedjék, mint az összes termelés (17,3%-os költségnövekedés a 19,8%-os termelésnövekedéssel szemben). Emellett a termelékenység emelkedése révén — bár növekszik a volumen — létszám szabadul fel. Kétségtelen viszont, hogy igen erősen nő a beruházási költség.

[6] Lásd a Függelék 9. §-ában az 1. és 5. számú optimális programot.

Egy másik példa:

A pamutszövőipari modellben eredetileg feltételeztük, hogy csak meghatározott keretben használható fel tőkés deviza. Ily módon meghatároztuk az optimális programot. Ezzel párhuzamosan azonban elvégeztünk még egy programozást is, amelyben már elhagytuk ezt a korlátozó feltételt. Az optimális program ezáltal módosult: bekerül a programba a vetülékcsévélő géppark teljes cseréje, holott az eredeti optimális programban csak részleges csere szerepelt. A módosítás kb. 48 millió Ft többletdevizát igényel, de ugyanakkor 6,3%-kal csökkenti az összes költséget, a programozás célfüggvényének értékét.

A gazdaságpolitikai paraméterekkel kapcsolatos érzékenységi vizsgálatok tehát fontos információkat nyújtanak a gazdasági vezetés számára.

A felemelt termelési tervet többféle módon teljesítheti a pamutszövő iparág: olcsóbb vagy drágább gépek beszerzésével, kevesebb vagy több építéssel stb. Számításunk arra felel, hogy mit kell tennie a pamutszövő iparágnak, ha (az adott modell feltevései mellett) a lehető *legracionálisabban* reagál a terv felemelésére; mi a felemelt kibocsátási kötelezettség teljesítéséhez szükséges *minimális* többletköltség? Hasonlóképpen választ ad arra, hogy mi az a *maximális* megtakarítás, amely a devizakeret feloldása után elérhető.

Általánosságban elmondhatjuk, hogy érzékenységi vizsgálataink képesek megmutatni: *mi a gazdaságpolitikai paraméter módosítása következtében fellépő minimális többletköltség, illetve maximális megtakarítás, mi a gazdaságpolitikai paraméter módosításának konzekvenciája abban az esetben, ha a programozási szektor (az adott modell feltevései mellett) optimális módon reagál erre*?

Amikor tervek felemeléséről, keretek csökkentéséről, s hasonló problémákról folyik a vita, rendszerint elhangzanak érvek pro és kontra. Ezek azonban gyakran csupán kvalitatív jellegűek, vagy ha kvantitatívek is, csupán egyik vagy másik konzekvenciát ragadják ki a hatások egész komplexusából. Például az érdekeltek rávilágítanak valamilyen előnyös hatásra, hogy meggyőzzék a felső szervet a módosítás helyességéről, miközben hallgatnak más, kevésbé előnyös hatásokról.

Az érzékenységi vizsgálatok képesek kvantitatíve megmutatni a gazdaságpolitikai paraméter módosításának konzekvenciáit, mégpedig nem csupán egyetlen hatását, hanem a konzekvenciák egész rendszerét. Ezt úgy is fogalmazhatnánk, hogy *a gazdaságpolitikai paraméterekkel végzett érzékenységi vizsgálatok módot adnak a gazdasági vezetésnek bizonyos „kísérletezésre"*. Sokkal olcsóbb a papíron ilyen gazdasági kísérleteket végezni (hogyan hat a terv felemelése stb.) mint a valóságban.

Jobb, ha a számokból előre kiderül egy-egy intézkedés előnye és hátránya, mintha az esetleges veszteséget ténylegesen meg is kell fizetni.

Az azonossági tartományok, a karakterisztikus értékek meghatározása eleve leegyszerűsít, leszűkít bizonyos vitákat. Például nem érdemes azon vitatkozni, hogy adott kibocsátási kötelezettség mellett 580 vagy 590 millió Ft legyen-e a bruttó beruházási keret, ha tudjuk: 550 milliónál nagyobb keretet az optimális program semmiképpen sem vesz igénybe. A vita tehát leszűkíthető arra: 550 millió legyen-e a keret, vagy kevesebb?

Mindezek után ismét hangsúlyozni kell, hogy a számítás csupán a konzekvenciáknak azt a körét mutatja meg, amelyre a modell kiterjed. Az előző példákhoz visszatérve: számításunk nem felel arra, hogyan javítja a lakosság ellátását a pamutszövőipari termelés emelése. Éppen ezért, a számítás által nyújtott információ bármilyen értékes is — korlátozott.

5. §. TÁMPONTOK KÜLKERESKEDELMI, ÁLLAMKÖZI TÁRGYALÁSOKHOZ

Az eddig tárgyalt gazdaságpolitikai paraméterek közös jellegzetessége, hogy meghatározásuk a magyar népgazdaság belső ügye, nagyságuk a magyar gazdasági vezetéstől függ. Más a helyzet azokkal a speciális gazdaságpolitikai paraméterekkel, amelyek kialakítása *két* félen – a magyar és egy külföldi államon, vagy egy magyar és egy külföldi vállalaton — múlik. Ilyen speciális — államközi megegyezésben vagy külkereskedelmi üzleti megállapodásban — rögzített paraméter pl. valamilyen exportkötelezettség, nemzetközi kooperációs feltétel stb.

Minthogy ezek megállapítása két félen múlik, számításainkkal csupán *támpontokat adhatunk a hazai gazdasági vezetés számára a másik féllel folytatott tárgyalásokhoz.*

Például az alumíniumipari vizsgálat keretében számítást végezhetünk arra, hogy előnyös-e a magyar fél számára módosítani a szerződésileg vállalt exportminőségi követelményeket? Pl. megvizsgálható, hogy érdemes-e szigorúbb minőségi feltételeket vállalni, magasabb eladási árak ellenében.

Az államközi megbeszéléseken felmerültek elgondolások a magyar és a külföldi alumíniumiparok kooperációjára is. Például Magyarország timföldet szállít, ezt külföldön — bérmunkában — kohósítják, majd tömbalumíniumként Magyarországra visszaszállítják. Mivel az alumíniumkohászat nagyon áramigényes, hazánk pedig szegény olcsó

villamosenergiában, ez a kooperáció igen előnyös lehet. Az előnyösség azonban a bérmunkadíj nagyságától függ. Ezzel kapcsolatban a következő számítás végezhető el:

Megállapítjuk a bérmunkakooperációt reprezentáló változónál a bérmunkadíj karakterisztikus értékét. Ha a bérmunkadíj kevesebb a megállapított karakterisztikus értéknél, akkor a kooperáció előnyös számunkra, kiszorítja az optimális programból a hazai feldolgozást; ha több, akkor előnytelen.

Ez a példa jól tanúsítja az ilyen típusú számítás hasznát. A bérmunkadíj nagysága persze nemcsak a magyar félen múlik, de a tárgyalásokon fontos támpont annak ismerete, hogy mi az a kritikus bérmunkadíj, amelynél többet semmiképpen sem érdemes fizetnünk. *Az érzékenységi vizsgálat tehát elősegíti a magyar fél álláspontjának megalapozott kialakítását a külkereskedelmi üzleti, illetve államközi tárgyalásokon.*

XVI.
FEJEZET

A kalkulatív kamatláb

1. §. VITA A KAMAT ALKALMAZÁSÁRÓL

Az előző fejezetben rámutattam, hogy a termelési terv vagy a beruházási keret, amely a modell eredeti felállításakor konstansként szerepel, valójában nem az, mert — bizonyos határok között — *a gazdasági vezetés elhatározásától függ.*

Más természetű okok miatt nem tarthatjuk „igazi" *konstansnak a kamatlábat. A kamatláb közgazdasági szerepe és indokolt nagysága jelenleg még közgazdaságilag, elméleti szempontból tisztázatlan.*

Szemléltetésként tekintsük röviden át azt a vitát, amely erről a kérdésről az elmúlt években a szocialista országokban lezajlott. Nem törekszem részletes ismertetésre, az egyes szerzők gondolatmenetének bemutatására. Szinte csak címszavakat sorolok fel, amelyek önmagukban is tanúsítják a vita lezáratlanságát, a nézetek különbözőségét.

A vita először a Szovjetunióban bontakozott ki. Minthogy az utóbbi években a Szovjetunión kívül leginkább Lengyelországban, Csehszlovákiában és Magyarországon vitatták ezt a kérdést, az áttekintést e négy ország irodalmára korlátozom.

A vita főképp négy kérdés köré csoportosítható:[1]

[1] Az ötödik vitakérdés: a kamatnak mint névleges, kalkulációs kategóriának az alkalmazásán túlmenően célszerű-e *ténylegesen fizettetni* a vállalattal bizonyos kamatot, használati díjat a felhasznált állóeszközök után? Minthogy a kérdés nem tartozik könyvem témakörébe, a vitának erre a részére nem térek ki.

Első vitakérdés: *Jogosult-e egyáltalán kamatláb alkalmazása a szocialista tervgazdaság beruházási kalkulációiban?*

Régebben sokan tagadták ennek jogosultságát. Ma már ez az álláspont elszigetelődött, de azért vannak tekintélyes közgazdászok, akik kitartanak mellette. Így pl. *Br. Minc* lengyel közgazdász 1960-ban írott tanulmányában kifejtette: „... semmiféle objektív közgazdasági összefüggés alapján nem lehet megindokolni a kamat alkalmazását szocialista viszonyok között".[2]

Második vitakérdés: *Milyen objektív közgazdasági összefüggések alapján magyarázható meg a kamatláb indokolt nagysága?*

Ez a vita központi problémája. Megkísérlem csoportosítani a főbb álláspontokat és irányzatokat:

1. Az egyik legelterjedtebb álláspont az, hogy a kamatláb reprezentálja a beruházások *átlagos* hatékonyságát.

Ennek a nézetnek a képviselői sem egységesek azonban abban, hogy mit kell átlagos „hatékonyságon" érteni. A következő jellegzetes álláspontokkal találkozhatunk:

a) Az átlagos hatékonyság a beruházások által indukált átlagos nemzetijövedelem-emelkedés. Eszerint a kamatlábat lényegében egyenlővé kell tenni az egységnyi beruházásra eső nemzetijövedelem-növekménnyel. Ezt a nézetet képviseli pl. a szovjet vitákban a közismert „hatékonysági együttható" (Δ) kezdeményezője *Hacsaturov*, a csehszlovákiai vitában *Styblo* és mások.[3]

b) Az átlagos hatékonyság a beruházások révén elérhető tisztajövedelem-növekedés vagy önköltségcsökkenés átlagos nagysága. Ezt a nézetet képviseli pl. Magyarországon *Megyeri E.*[4] Az *a)* és *b)* álláspont között — a kamatláb számszerű nagyságában — lényeges eltérés van, hiszen a társadalmi tisztajövedelem a teljes nemzetijövedelemnek csupán kisebbik része.

c) A beruházás gazdasági hatékonysága a termelékenység emelkedése, a technikai fejlesztés révén felszabadítható eleven munka mennyiségével mérhető. Ezt az összefüggést erőteljesen aláhúzza *Turánszky M.* (bár nem tulajdonít ennek kizárólagos szerepet).[5]

Ez a háromféle nézet többnyire nem „tisztán" jelentkezik, hanem egymással kombinálva. Képviselőik rendszerint egyik, vagy másik megállapításra fektetik a hangsúlyt, miközben érintik a többit is.

[2] Lásd a [74] cikket.
[3] Lásd *Hacsaturov* [31] és *Styblo* [90] cikkét.
[4] Lásd *Megyeri* felszólalásának ismertetését [106].
[5] Lásd *Turánszky* [94] könyvét.

Egyes közgazdászok megkísérelték *közös képletbe* foglalni ezeket a hatásokat. A képletek sokaságával találkozunk az irodalomban; a különböző szerzők más-más módon kombinálva, más-más matematikai formulák segítségével igyekeznek megvilágítani a különböző hatások közötti összefüggéseket.

A szerzők különféle *statisztikai megközelítéssel* igyekeznek meghatározni az átlagos hatékonyságot. Az uralkodó álláspont ezzel kapcsolatban a makroökonómiai megközelítés, amely a beruházás, a nemzeti jövedelem, az önköltségcsökkentés stb. népgazdasági adataiból indul ki.[6] Találkozhatunk azonban mikroökonómiai megközelítéssel is; ez az egyes konkrét beruházások egyedi hatékonyságának átlagából kíván kiindulni.

2. Egy másik, kevésbé elterjedt, de azért ugyancsak jelentős áramlat szerint a kamatlábnak a beruházások *differenciális* hatékonyságához kell igazodnia. Ezt az álláspontot röviden a következőképp jellemezhetnénk:

A kormányzat — gazdaságpolitikai megfontolások alapján — eldönti a nemzeti jövedelem beruházási hányadát. A beruházási lehetőségeket hatékonyságuk szerint rangsoroljuk. Az utolsó, legkevésbé hatékony, de a beruházási keretből még megvalósítható beruházás hatékonyságához kell igazítani a kamatlábat.[7] Ez a kamatláb biztosítja, hogy még a legkevésbé hatékony — de megvalósításra kerülő — beruházás se legyen veszteséges, viszont azok a beruházások, amelyekre már nincs keret, veszteségesnek mutatkozzanak. Ily módon a kamatláb ellát bizonyos *egyensúlyi funkciót* is, miután hozzájárul a beruházási erőforrások iránti igény és a beruházási erőforrások tényleges keretei közötti egyensúly kialakításához.

Ennek a gondolatmenetnek egyik központi problémája: milyen kritériumok szerint rangsorolják a beruházási alternatívákat? Itt persze felmerülnek ugyanazok a véleményeltérések, mint az *átlagos* hatékonyság hívei között: a nemzeti jövedelemhez való hozzájárulás, az önköltségcsökkentés, a munkaerőfelszabadítás, vagy más tényezők szerint rangsorolják-e az alternatívákat.

3. Néhány közgazdász a következő álláspontot képviseli:

A munka termelékenységének emelkedése révén a javak a jövőben kevesebb munkával állíthatók elő, mint a jelenben. Ez az objektív

[6] Ez jellemzi pl. *Hacsaturov* [30] és *Turánszky* [94] munkáit.

[7] Lásd *Mandel—Szunyogh—Varga* [64] cikkét és *Varga* [96] tanulmányát. Hasonló következtetéshez jutott — bár más gondolatmenet alapján — *Kantorovics* szovjet matematikus-közgazdász új művében. A könyvem alapjául szolgáló kutatások lezárásáig nem volt módomban kellő alapossággal megismerkedni Kantorovics munkájával és a körülötte lezajlott vitával, ezért az ott felvetődött elgondolásokra nem térhetek ki.

indoka annak, hogy a jelenlegi forintot többre kell becsülnünk a jövőbelinél. Ebből következik, hogy a jövendő forint „leértékelésének" kulcsa igazodjék a termelékenységemelkedés, az önköltségcsökkentés üteméhez. Más szóval: a kamatláb legyen egyenlő a termelékenység növekedésének, vagy az önköltség csökkenésének évi átlagos rátájával.[8]

4. Felvetődött az a gondolat, hogy a kamatláb igazodjék a nemzeti jövedelem (vagy a társadalmi termelő alap) évi növekedési üteméhez.[9] A számítás egyik vonatkozásában (a beruházás révén keletkezett bevétel diszkontálási kamatlábánál) ezt az elvet alkalmazza a hivatalosan előírt lengyel metodika.[10]

Harmadik vitakérdés: *Egységes, vagy iparáganként eltérő kamatlábra van-e szükség?*

Az *egységes* kamatláb elvén alapul a lengyel és a magyar hivatalos metodika. Ezt az elvet képviseli a csehszlovák közgazdászok közül *Styblo*, a szovjet vitában *Stirikovics*, Lengyelországban *Lipinszki*.

Az *ágazatonként eltérő* kamatláb elvén alapul a szovjet hivatalos metodika. Ennek az álláspontnak a képviselői többek között a Szovjetunióban *Hacsaturov*, Csehszlovákiában *Riha*, Magyarországon *Gerle Gy.*

Átmeneti álláspontot foglal el *Turánszky M.*, mivel a jelenlegi árrendszer esetén iparáganként eltérő, más, általa javasolt árrendszer esetén egységes kamatláb alkalmazását látja indokoltnak.[11]

Végül a negyedik vitakérdés az előbiekből következik. *Mi legyen a kamatláb számszerű nagysága?* Az eltérő elvi álláspontok alapján eltérnek a számszerű javaslatok. Vegyük előbb a hivatalosan előírt metodikákat:

A magyar metodika 20%-os kamatlábat ír elő.

A szovjet metodika ágazatonként eltérő, 10—30%-os kamatlábat alkalmaz.

A lengyel metodika 15%-os kamatot számol a beruházási költségek után; ugyanakkor a létesítmény jövendő bevételeit 7%-kal diszkontálja.

[8] Hasonló gondolatokat fejezett ki *Sztrumilin* 1946-ban megjelent [93] cikke, valamint *Msztiszlavszkij* [75] tanulmánya. 1955-ben *Br. Minc* is ezt az álláspontot képviselte [73] cikkében.

[9] Ez az álláspont többször felmerült a lengyelországi vitában.

[10] Ennek az elvnek az alapján 7%-os kamatlábat alkalmaz erre a célra. (Lásd [105].)

[11] Lásd a kérdésről a következő munkákat: *Styblo* [90] cikke; *Stirikovics* felszólalása a [24] ismertetésben; *Lipinszki* [54], *Hacsaturov* [30] és *Riha* [84] cikke, valamint *Gerle* [28] és *Turánszky* [94] könyve.

Az egyes közgazdászok cikkeiben, tanulmányaiban szereplő számszerű javaslatok között találhatunk 8%-os kamatlábat csakúgy, mint 30%-osat.

A vita négy főkérdésének áttekintése után vizsgáljuk meg a vita néhány általános jellemzőjét:

A több, mint tíz éve tartó vita mind szinvonalasabbá vált. Kezdetben gyakori volt e rendkívül bonyolult probléma primitív leegyszerűsítése, ma már azonban a maga sokrétűségében vetődik fel a kérdés.

Mégis, tisztán kell látnunk, hogy *még nem jutottunk el a szintézisig.* Az a tény pl. hogy a Szovjetunióban, Lengyelországban és Magyarországon eltérő a hivatalosan előírt metodika, nem a három ország gazdasági arculatának sajátosságaival függ össze (ez legfeljebb számszerű eltérést indokolna), hanem az eltérő elvi megalapozással. Emellett e három ország egyikében sem tekintik a vitát lezártnak azzal, hogy hivatalosan is előírták a beruházások gazdaságosságának egyfajta számítását, hanem széles körben vitatják az előírások helyességét.[12]

A kérdés irodalmára három általános fogyatékosság nyomja rá a bélyegét:

1. Az irodalom a kérdést gyakran igen kezdetleges matematikai apparátussal, vagy éppenséggel matematikai módszerek nélkül tárgyalja, holott elsőrendűen fontos a probléma kvantitatív oldala, hiszen végeredményben a kamat számszerű nagyságához akarunk eljutni. A kamatláb sokoldalú, bonyolult összefüggéseken át kapcsolódik a nemzeti jövedelem, a felhalmozás, a technikai fejlődés, a foglalkoztatottság, a termelési szerkezet változásaihoz. E bonyolult összefüggéseket lehetetlennek tűnik kizárólag a négy alapművelet, egyetlen törtben kifejezésre jutó viszonyszám segítségével reprezentálni.

A megoldást azoktól a kutatásoktól lehet várni, amelyek a szocialista népgazdaság dinamikus modelljét, a bővített újratermelés közgazdasági-matematikai modelljét kívánják felállítani.[13] *Közgazdaságilag indokolt kamatláb meghatározása elválaszthatatlan attól az általánosabb problémától, hogy hogyan kell optimálisan elosztani a népgaz-*

[12] A kérdés tisztázatlanságát, a vita lezáratlanságát hangsúlyozta nemrég egy felszólalásában Notkin, a beruházási kérdések egyik legismertebb szovjet közgazdász-szakértője. „Nagyon nagy szerepe van az időtényező számbavételének. Sajnos, e tényező számításbavételének módszertanát eddig még rendkívül gyengén dolgozták ki." (Lásd [115].)

[13] A Szovjetunióban, a matematikai módszerek alkalmazásáról tartott 1960. évi tanácskozáson többek között *A. J. Bojarszkij, L. J. Gorkov, L. V. Kantorovics, R. N. Nazarova* és mások számoltak be ez irányú kutatásokról. (Lásd [115].)

daság erőforrásait, s ezeken belül a beruházási erőforrásokat. Ez elvezet a népgazdasági szinten végzett programozás problémáihoz.

Sajnos, a kutatásnak ez az iránya még csak a kezdet kezdetén tart. Az elméleti modellek felállítása sem tekinthető lezártnak; számszerű alkalmazásukra még nem került sor.

2. Nem eléggé megalapozott az a statisztikai apparátus, amelyre az irodalom támaszkodik. Többnyire néhány kiragadott adatra hivatkoznak, holott itt tartós trendek, alapos, matematikai-statisztikai eszközöket is igénybe vevő elemzésére lenne szükség.

3. Az irodalom szinte egyáltalán nem foglalkozik annak *empirikus* elemzésével, hogy hogyan hat egyik-másik kamatláb a gyakorlatban. *A kamat nem spontán jelentkezik a szocialista gazdaságban, hanem eszköz, amelyet a gazdasági vezetés tudatosan használ fel gazdasági kalkulációiban,* annak érdekében, hogy a beruházások racionális elosztását ezzel is elősegítse. Az alkalmazott kamatláb és kamatozási formulák helyességét lemérhetjük az eredményeken: vajon helyes vagy helytelen irányba terelték-e a döntéseket?

2. §. A MATEMATIKAI PROGRAMOZÁS SZEREPE

Az a tény, hogy számításaink elvégzése idején a kamatláb problémája nem volt megnyugtatóan tisztázva, korlátozta munkánk eredményességét, mint ahogy korlátozza *minden* beruházásgazdaságossági számítás eredményességét. A matematikai programozás módszere nem képes pótolni a beruházási döntések helyes megalapozásához szükséges kalkulatív kamatlábat.

Vizsgálataink csupán egy-egy szektor — a pamutszövőipar, a műszálgyártás, az alumíniumipar — szférájára terjedtek ki, s így természetesen nem tűzhették maguk elé azt a célt, hogy *általában* tisztázzák a kamatláb problémáját. Ez — mint hangsúlyoztam — csupán népgazdasági vizsgálat keretében tisztázható.

Mi a szerepe ebben a helyzetben a szektorméretekben — egy iparágra vagy néhány iparág együttesére — végzett matematikai programozásnak?

1. Azok a közgazdászok, akik az ágazatonként eltérő kamatláb mellett szállnak síkra, főleg azzal érvelnek, hogy az egységes kamatláb esetleg hátrányosnak jelzi *jövedelmezőségi szempontból* azoknak az iparágaknak a fejlesztését, amelyek pedig elsősorban fontosak a népgazdaság általános arányai szempontjából.[14]

[14] Lásd pl. *Hacsaturov* [30] cikkét.

Ez az aggodalom azonban csak addig indokolt, amíg külön, egymástól elválasztva folyik a népgazdaság arányosságainak tervezése (a mérlegmódszer segítségével) és a beruházásgazdaságossági számítás (a gazdaságossági mutatók segítségével). A programozás — mint arra már rámutattam — módot ad e kettősség feloldására, mivel a modell már eleve számolhat a vizsgált iparág és a népgazdasági ágak közötti szükséges arányokkal. Ezt szolgálják az extern kibocsátási előírások a korlátozó feltételek rendszerében. Az a tény, hogy a programozási modell eleve — naturálisan, a termelési tervek, kibocsátási előírások, termékmérlegek formájában — előír bizonyos termelési arányokat, *szűkíti a kamat funkcióját*. Ilyen körülmények között a kamat hatása elsősorban a különböző ráfordításfajták — főként a beruházás révén előteremthető korszerűbb technológia, gépek, felszerelések és az eleven munka — arányait, kombinációit befolyásolja.

2. A viták ismertetése során már utaltam arra az álláspontra, amely funkciót szán a kamatnak a beruházási keretek és a beruházási igények közötti egyensúly megteremtésében. Ennek az egyensúlyi funkciónak a jelentősége is csökken olyan modell alkalmazásával, amely — a beruházási erőforrásokat korlátozó feltételek révén — azzal számol, hogy a népgazdasági tervezés már eleve felosztotta a szektorok között a beruházási erőforrásokat, tehát valamilyen módon biztosította az egyensúlyt a népgazdaság összes beruházási kerete és a beruházások iránt mutatkozó összes igény között.

3. Az előbbivel kapcsolatos még egy lehetőség. A programozás keretében megállapíthatjuk, hogy milyen változást hoz a célfüggvényben a beruházási keret egységnyi növelése vagy csökkenése. Jelöljük a célfüggvény optimális értékét (hozadékmaximalizálási modellben) P°-sal, a beruházási keret nagyságát pedig $\bar{G}$-sal. Tegyük fel, hogy az eredetileg meghatározott optimális program beruházási kerete kimerült. Ez esetben könnyen meghatározható, hogy mennyivel növekedne a célfüggvény értéke, azaz a programozási szektor összes hozadéka, ha a beruházási keretet egy egységgel növelnénk:

$$P'(\bar{G}) = \frac{dP^{\circ}(\bar{G})}{d\bar{G}}, \qquad \text{(XVI. 1)}$$

ahol $P'(\bar{G})$ a programozási szektor differenciális hozadéka a beruházási keret függvényében. Ez fontos tájékoztatást nyújt a gazdasági vezetés számára arról, hogy milyen eredménnyel járna a beruházási keret emelése a programozási modellben. (A kérdésre még részletesen visszatérünk a XXII. fejezetben.)

4. Ha a kamatlábat tekintjük paraméternek, úgy paraméteres programozással megállapíthatók azok a kamatláb tartományok, amelyeken belül az optimális program nem változik. Ez módot ad a viták leegyszerűsítésére. Nem kell azon tanakodnunk, hogy 16, 18 vagy 20%-os legyen-e a kamatláb, ha a számításból már kiderült: 15%-nál magasabb kamatláb esetén bármilyen kamatláb azonos programot eredményez.

5. A kamatláb szerinti paraméteres programozás további jelentősége az, hogy ez az eljárás módot ad *empirikus* vizsgálatokra. Ennek jelentőségét nem lehet eléggé aláhúzni. Ha számos területen sor kerülne a beruházások matematikai programozására és ezen belül paraméteres programozásra a kamatláb függvényében, akkor széleskörű, számszerű tapasztalat állna rendelkezésünkre arról, hogy *hogyan hat a döntésre a kamatláb színvonala,* hogyan hat a technikai fejlődésre, az erőforrások igénybevételére, a foglalkoztatottságra és így tovább.

Összefoglalóan megállapíthatjuk, hogy a matematikai programozás egy-egy szektoron belül nem pótolja a kamatlábbal kapcsolatos elvi problémák tisztázását, de addig is *enyhíti a döntéssel kapcsolatos nehézségeket, fontos támpontokat ad a helyes választáshoz, s empirikus tapasztalatokkal segíti az elméleti tisztázást.*

3. §. A PAMUTSZÖVŐIPARI PROGRAM KAMATÉRZÉKENYSÉGE

A pamutszövőipari programozás keretében számos vizsgálatot végeztünk a program kamatérzékenységének elemzésére. Elsőként egy (folytonos) paraméteres programozást ismertetek. Ennél a statikus formulát használtuk fel (lásd a (IV. 4) képletet), ahol β, a kamatláb szerepelt paraméterként. Azért választottuk erre a célra a statikus formulát, mert ily módon a c^* vektor a β paraméternek *lineáris* függvénye, ami lényeges könnyebbség a folytonos paraméteres programozás számítási feladatainak megoldásához.[15]

A számítást párhuzamosan, kétféle szerkezetű modellel végeztük. Az elsőnél az eredeti termelési tervvel és kötött devizakerettel számoltunk, a másodiknál felemelt kibocsátási kötelezettséget vettünk alapul, továbbá feltételeztük, hogy bármennyi tőkés devizát felhasz-

[15] Azoknál az érzékenységi vizsgálatoknál, amelyek diszkontálási formulát alkalmaztak, kénytelenek voltunk *folytonos* paraméteres programozás helyett *párhuzamos* programozással megelégedni (10 és 20%-os kamatláb összehasonlítására).

PARAMÉTERES PROGRAMOZÁS A KAMATLÁB FÜGGVÉNYÉBEN *12. táblázat*

A tevékenység jellegzetességei			Tőkés deviza felhasználása korlátozott			Tőkés deviza felhasználása nem korlátozott			
szövőgép	vetülékcsévélő	építés	kamatlábtartomány						
			2–3,6 %	3,6–15,1 %	15,1–91,5 %	0–6,7 %	6,7–9,3 %	9,3–15,1 %	15,1–91,5 %
Régi, rosszabb szövőgép működtetése	Régi gép	Régi épületben	330	2 614	3 823				3 823
Régi, jobb szövőgép felgyorsítása	Régi gép	Régi épületben	3 787						
Régi, jobb szövőgép felgyorsítása	Új gép	Régi épületben		3 787	3 787		3 787	3 787	3 787
Vetélőváltós automata	Új gép	Régi épületben	4 139	2 128	1 017			4 528	1 015
Vetélőváltós automata	Új gép	Új épületben	331	615	812			919	1 542
Vetélő nélküli automata	Új gép	Régi épületben				9 357	5 266		
Vetélő nélküli automata	Új gép	Új épületben				568	651		
Építés (m^2-ben)			2 847	5 289	6 983	4 203	4 817	7 903	13 261
Beruházás (millió Ft-ban)			345 260	307 218	283 858	1 744 122	1 139 860	441 697	177 638

nálhatunk. Mindkét esetben „kis" modellt alkalmaztunk, amely nem terjed ki a széles és vetüléktarkázó szövőgépekre.

Az eredményeket a 12. sz. táblázat mutatja be. Mivel valamennyi optimális program új írező-, felvető- és keresztcsévélő gépek beszerzését írja elő, ezért ezt nem tüntetem fel külön táblázatban.

Az első programozásnál három, a másodiknál pedig négy kvántitatív azonossági tartományhoz jutottunk. A paraméter két karakterisztikus értéke (15,1% és 91,5%) mindkét számításnál azonos. Az azonossági tartományok eltérései azzal magyarázhatók, hogy az egyik programozásnál van, a másiknál pedig nincs korlátozott devizakeret.

Röviden ismertetek még egy másik számítást is. Ebben párhuzamos számítással, az elektronikus gépen megoldott „nagy" modellek segítségével összehasonlítottuk, hogy mi az optimális program, ha a diszkontált költségösszeg formulájával és 10%-os kamatlábbal, és mi, ha statikus formulával és 20%-os kamatlábbal számolunk. Az eredményeket a 13. sz. táblázat mutatja be.

Az optimális programok elemeit — a kamatérzékenység tekintetében — három csoportba sorolhatjuk:

1. A nem kamatérzékeny tevékenységek. Ilyen az írező-, a felvető- és a keresztcsévélő gépek kicserélése korszerűekre. Ez valamennyi optimális programban szerepelt.

2. A kevéssé kamatérzékeny tevékenységek. Ilyen a régi szövőgépek felgyorsítása, amely csak nagyon alacsony kamatláb esetén szorul ki az optimális programból. Ilyenkor ugyanis minden régi gépet ki kell cserélni.

3. A kamatérzékeny tevékenységek. Ilyen a régi, nem gyorsítható szövőgépek cseréje. Alacsonyabb kamatláb esetén a gépcsere szerepel, magasabb kamatláb esetén ez a tevékenység kimarad az optimális programból.

Vizsgáljuk meg most közelebbről a program kamatérzékeny részeit.

Ha nem merülünk el túlságosan a részletekben, a 12. és a 13. sz. táblázatokban ismertetett különböző programokból háromféle beruházási, műszaki fejlesztési irányzat rajzolódik ki.

Az egyik véglet: az „ultraradikális" műszaki fejlesztési irányzat. Ez akkor érvényesül a legtisztábban, ha a kamatláb 3,6%-nál alacsonyabb. Ilyenkor még a felgyorsítható gépeket is ki kell cserélni, s a keskeny gépparkot kizárólag a legtermelékenyebb — és legdrágább — gépekből kell összeállítani. Ennek megvalósítása esetén a beruházási program végrehajtása az eredeti beruházási költségek többszörösét igényelné.

PÁRHUZAMOS PROGRAMOZÁS
DISZKONTÁLÁSI ÉS STATIKUS FORMULÁVAL *13. táblázat*

Sorszám		Diszkontált költségösszeg 10 %-os kamatláb	Statikus formula 20 %-os kamatláb
	A géppark összetétele:		
1.	Hány régi, rosszabb, keskeny szövőgép működjék?	1416	3823
2.	Hány régi, rosszabb, keskeny szövőgépet kell leszerelni?	2407	0
3.	Hány régi szövőgépet kell gyorsítani?	3787	3787
4.	Hány vetélőváltós keskeny gépet kell beszerezni? . .	3650	1828
5.	A szélesszövőgép-parknál .	teljes gépcsere	az összes régi gép megmarad
6.	A vetüléktarkázó szövőgép-parknál	teljes gépcsere	az összes régi gép megmarad
7.	Az írezőgépparknál	teljes gépcsere	teljes gépcsere
8.	A felvetőgépparknál . . .	teljes gépcsere	teljes gépcsere
9.	A vetülékcsévélő gépparknál	részleges gépcsere	részleges gépcsere
10.	A keresztcsévélő gépparknál	teljes gépcsere	teljes gépcsere
	Az optimális program néhány általános jellemzője:		
11.	A szövettermelés hány százalékát adják automaták?	56,6	27,8
12.	Az igénybevett beruházási összeg (millió Ft-ban) . .	555	360
13.	Új üzemterület építése (1000 m^2-ben)	1	7,4

A másik véglet: a jelenlegi műszaki állapot teljes konzerválása. Ez az optimális program abban az esetben, ha a kamatláb 15,1%-nál magasabb. Ilyenkor az összes régi gépet meg kell tartani, csupán annyi automatát szabad venni, amennyi a jelenlegi géppark kapacitását meghaladó termelési feladat teljesítéséhez szükséges. Ez az irányzat igényli a legkevesebb beruházási költséget, viszont ez jár aránylag a legtöbb építéssel.

A két véglet között van a mérsékelt ütemű műszaki fejlesztés irányzata. Jellegzetességei: részleges szövőgépcsere, fokozatos automatizálás, de az aránylag legolcsóbb automatákkal. Ezt írja elő az optimális program, ha 9—15%-os kamatlábbal számolunk.

Az „ultraradikális" irányzatot habozás nélkül elvethetjük. Nem kell hosszú érvelés ahhoz, hogy bárkit is meggyőzzünk: ez olyan „fényűzés", amelyet népgazdaságunk most nem engedhet meg magának.

A valódi nehézség: a választás a második és a harmadik irányzat között. Azt a kamatlábtartományt tekintsük-e mérvadónak, amely konzervatív politikát sugalmaz, vagy azt, amely a (mérsékelt ütemű) műszaki fejlesztés felé terel?

Ezzel kapcsolatban a következő érveket kell megfontolnunk:

Először. A beruházásgazdaságossági számításokban alkalmazott kalkulatív kamatnak összhangban kell állnia a gazdasági vezetés általános gazdaságpolitikájával. Ez a gazdaságpolitika azonban más módon, közvetlenül is kifejezésre juthat. Így pl. a pamutszövőipari döntési problémákat illetően a II. ötéves terv feladatairól szóló tézisek kimondták, hogy 1965-re 35—40%-ra kell emelni az automatizálás arányát a pamutszövőiparban. Nos, ez az előírás és a 20%-os kamatláb ellentmond egymásnak. A 20%-os kamatláb mellett ugyanis az optimális program csupán 28%-os automatizálást biztosít. Ezt is csak azért éri el, mert bizonyos mértékű automatizálás már a számítás előtt, visszavonhatatlanul végbement.

Másodszor. Figyelemre méltó, hogy a 15%-nál magasabb kamatláb alapján számított optimális program konzerválja a szövőgépark elmaradt állapotát, miközben jelentős részben kihasználatlanul hagyja a pamutszövőipar számára eredetileg előirányzott beruházási keretet. Egyszerűen szólva: noha volna pénz a műszaki fejlesztésre, a pamutszövőipar — a 20%-os kamatláb miatt — lemond erről a pénzről.

Harmadszor. A rendelkezésre álló adatok alapján (lásd XIX. fejezet) nem látszik bizonyítottnak, hogy más szektorokban gazdaságosabban használható fel a pamutszövőipar számára eredetileg előirányzott, de itt esetleg igénybe nem vett beruházási keret.

Mindezeknek a megfontolásoknak az alapján *gyakorlati javaslataink előterjesztésekor azokat az optimális programokat vettük alapul, amelyekhez 15%-nál alacsonyabb kamatláb mellett jutottunk.*

Hangsúlyozni szeretném, hogy gyakorlati állásfoglalásunk jogosultsága *nem tekinthető bizonyítottnak.* A „pars pro toto" gondolatmenet, a részből az egészre való következtetés, könnyen vezethet hibákra. A fenti empirikus tapasztalatok alátámasztani látszanak azt a „sejtést", hogy a mi viszonyaink között a 20%-os kamatláb túl magas, s emiatt indokolatlanul fékezi a műszaki haladást. Ez azonban csak sejtésnek minősíthető. Bizonyításához (vagy megcáfolásához) népgazdasági szinten végzett programozásra lesz szükség.

Minthogy álláspontunkat nem tekintettük bizonyítottnak, párhuzamosan előterjesztettük azt a programot is, amely a hivatalosan előírt 20%-os kamatlábon alapul.

Mindenesetre a számítás is azt mutatta, hogy nem célszerű fenntartani a jelenlegi hivatalosan előírt 20%-os kamatláb „egyeduralmát" a beruházásgazdaságossági számításokban. *Feltétlenül hasznos, ha a gazdasági kérdések eldöntőinek módjukban van tanulmányozni, összehasonlítani eltérő nagyságú kamatlábakra alapozott párhuzamos számításokat.*

XVII.
FEJEZET

A kalkulatív devizaárfolyam

1. §. EGYSÉGES KALKULATÍV DEVIZAÁRFOLYAM SZÜKSÉGESSÉGE

Mindenekelőtt tisztáznunk kell a *devizaárfolyam* fogalmát, amelyet mindeddig nem definiáltunk. Devizaárfolyamnak nevezem azt a viszonyszámot, amelynek segítségével az eredetileg külföldi pénznemben felmerült bevételt vagy kiadást forintra átszámítjuk. Eszerint tehát nemcsak a Magyar Nemzeti Bank hivatalos devizaárfolyamát nevezem így, hanem mindazokat a külföldi pénznem/forint viszonyszámokat, amelyeket akár a tényleges pénzügyi elszámolás, akár az árképzés, akár pedig a kalkuláció, gazdaságossági számítás céljaira felhasználnak. Ebben az értelemben a különböző célokra alkalmazott úgynevezett „devizaszorzók" és „devizatényezők" is a devizaárfolyam egy-egy válfaját jelentik.

A hivatalosan előírt beruházásgazdaságossági „G_n" képlet kiszámításakor a mutató számlálójában — amely a létesítmény termelésének értékét adja meg világpiaci áron — az Országos Tervhivatal által erre a célra külön megadott devizaárfolyamot kell alkalmazni. A mutató nevezőjében viszont — amely a költségeket tartalmazza — az érvényes forintárak szerint kell elszámolni az importból eredő ráfordításokat. Márpedig a hazai forintárak megállapításakor alkalmazott devizaárfolyamok eltérnek attól, amit az OT. a mutató számlálójának meghatározásához előír. (A számlálóban szereplő árfolyam néhol 20—30%-kal magasabb vagy alacsonyabb, mint a nevezőben szereplő.)

Ez a kettősség erősen torzítja a mutatót.

Noha témánk a beruházás és nem a külkereskedelem, mégis kissé részletesebben kell foglalkoznunk a devizaárfolyamok problémájával. Modelljeink ugyanis gyakran tartalmaznak export- és importtevékenységeket; a számításhoz felhasználunk export- és importárakat. Ezért az optimális program messzemenően függ az alkalmazott devizaárfolyam nagyságától.

A devizaárfolyammal kapcsolatban Magyarországon főképp arról folyt a vita, hogy milyen árfolyamok alkalmazásával képezzük az importtermékek forintárát.[1] Eltérnek a nézetek azzal kapcsolatban, hogy vajon népgazdaságilag egységes devizaárfolyamra van-e szükség vagy pedig iparáganként, termékcsoportonként más-más kulcs szerint kell kiszámítani az importtermékek forintárát.

Ez főként akkor okoz problémát, amikor olyan importtermék forintárát kell megállapítani, amelyhez hasonlót a magyar népgazdaság is előállít; tehát az importált és a hazailag gyártott termék kölcsönösen helyettesítheti egymást. Népgazdaságilag egységes devizaárfolyam esetén kétféle nehézség merülhet fel:

1. Az importtermék forintára magasabb, mint a hazai terméké. Ez esetben a vállalatoknak az az érdeke, hogy kizárólag hazai terméket használjanak fel, noha a hazai termelés nem is képes kielégíteni a szükségletet. Azok a vállalatok, amelyek kénytelenek importterméket felhasználni, méltánytalanul károsodnak.

2. Az importtermék forintára alacsonyabb, mint a hazai terméké. Ez esetben a helyzet fordított, vagyis a hazai termék felhasználói károsodnak.

A hazai és az importtermékek közötti helyettesítési kapcsolatokat kétségkívül figyelembe kell venni az árrendszerben. Erre többféle módszer kínálkozik: a magyar árhatóság a termékcsoportonként eltérő devizaárfolyamok eszközét választotta. Vitatható, hogy ez-e a legcélszerűbb módszer — vizsgálata azonban kívülesik könyvünk témakörén. Mindenesetre kétségtelen, hogy a devizaárfolyamok ilyenfajta kezelését kifejezetten *rövidlejáratú* egyensúlyi meggondolások indokolják. A hazai termelés jelenlegi adott szerkezete s költségviszonyai mellett ily módon egyensúly teremthető a hazai termelés és az import közös kínálata és a hazai termelés kereslete között.

Ennek az elvnek az érvényesítése ugyanakkor rendkívül megnehezíti *hosszúlejáratú* gazdaságossági számítások elvégzését. A távlati beruházási tervek kidolgozásakor már nem kell adottnak tekinteni a magyar termelés jelenlegi szerkezetét, s ezzel együtt jelenlegi egyensúlyi feltételeit, hiszen éppen azt vizsgáljuk, hogy milyen irányba

[1] Lásd *Csikós Nagy* [19] könyvét (176—192. old.).

változtassuk meg a szerkezetet. *Hosszúlejáratú számításokhoz tehát nélkülözhetetlen a népgazdaságilag egységes devizaárfolyam, amely azt fejezi ki, hogy mennyibe kerül a magyar népgazdaságnak — mint egésznek — egységnyi külföldi deviza előteremtése.*

Nem arról van szó, hogy most már az ily módon kialakított egységes devizaárfolyamot alkalmazzuk a termelői árak megállapításakor is. Tudomásul kell venni, hogy *ugyanaz a devizaárfolyamszisztéma nem láthat el egyszerre kétféle — egymásnak részben ellentmondó — funkciót: a rövidlejáratú és a hosszúlejáratú döntések orientációját.* Ha az egyik funkciót jól látja is el, dezorientálhatja a döntések másik típusát.

Ezért az árképzésnél alkalmazott devizaárfolyamok *mellett* (és nem helyett) szükség van egy kalkulatív jellegű, csupán a beruházásgazdaságossági számításokban felhasználásra kerülő egységes devizaárfolyamra is.

A hosszúlejáratú számításokhoz alkalmazható devizaárfolyammal kapcsolatban még két elvi kérdést kell röviden érintenünk:

A közgazdászok körében vitatott kérdés, hogy vajon a devizaárfolyamnak a külföldi deviza előteremtéséhez szükséges *átlagos* vagy *differenciális* ráfordítást kell-e tükröznie?

Nézetem szerint erre a kérdésre nem adható általánosan érvényes válasz. A felelet attól függ, melyek a döntési problémák, milyen modellt alkalmazunk, s mi a helye, szerepe a devizaárfolyamnak ebben a modellben?

Azokban a beruházási programozási modellekben, amelyeket könyvem ismertet, jogosultnak tűnik az átlagos ráfordítást tükröző devizaárfolyam alkalmazása. Modelljeink egy-egy szektor tervezésével foglalkoznak, nem alapulnak előzetesen elvégzett, népgazdasági szintű programozásra. Elfogadható egyszerűsítő feltevés, hogy azt a terhet, amelyet a szektor által igénybe vett deviza a népgazdaságra ró, a deviza előteremtéséhez szükséges átlagos forintráfordítással fejezzük ki. (A gazdaságossági számításoknál felhasználható differenciális devizaárfolyamot, „határárfolyamot" *népgazdasági* szintű optimális programból kellene levezetni — azok szerint is, akik ilyen árfolyam felhasználását javasolják.)

A kérdés egyébként igen fontos; nem tekinthető lezártnak, s további, mélyebb vizsgálatot igényel.

A másik probléma, amelyet meg kell említenem:

Milyen időszak ráfordításait tükrözze a devizaárfolyam? Elvileg: azét az időszakét, amelyben a döntés konzekvenciái jelentkeznek. Tehát nem a jelenlegi, hanem a jövőbeni termelés és külkereskedelem ráfordításaiból kellene kiindulni. *Gyakorlatilag* azonban e követelmény kielégítése — kellő információk híján — nagy nehézségekbe

ütközik. Ezért kénytelenek vagyunk megközelítésként megelégedni a jelenlegi adatokkal, mint kiindulási alappal.

Ez kétségkívül engedmény az elvileg helyes megoldáshoz képest. Sajnos azonban az engedmény ellenére is igen nehéz meghatározni — éppen a hazai árrendszer említett adottságai miatt —, hogy menynyibe kerül átlagosan egy egységnyi deviza előteremtése. Főleg ezért nincsenek ma még kellően megalapozott devizaárfolyamaink a beruházásgazdaságossági számítások céljaira. Remélhető azonban, hogy a szükséges számításokra már a közeljövőben sor kerül.

Milyen módon állapítható meg a beruházási számításokhoz szükséges egységes devizaárfolyam? A megközelítésnek két fő útja kínálkozik:

1. az exportgazdaságossági mutatók felhasználása;

2. az ágazati kapcsolatok mérlegének felhasználása.

Nézzük ezeket sorban.

2. §. AZ EXPORTGAZDASÁGOSSÁGI MUTATÓK FELHASZNÁLÁSA

Az ipari és külkereskedelmi szervek rendszeresen kiszámítják az úgynevezett „*G*" mutatót az exportgazdaságosság mérésére.[2] E mutató szerkezete a következő:

$$\frac{\text{hazai ráfordítás, forintban}}{\text{bruttó devizabevétel mínusz devizaráfordítás, devizában}^{3}}$$

Ez tehát az egységnyi nettó devizahozamra jutó hazai ráfordítás forintköltségét adja meg. A hazai forintköltségek meghatározásakor igyekeznek kiszűrni a termelési költségek közül a tisztajövedelmet, vagyis a tört számlálójában lehetőleg a reálköltséget fejezik ki.

A mutatót egyes cikkekre, illetve cikkcsoportokra állapítják meg. Az 1960. évi adatok alapján az export 60—70%-át jelentő, mintegy 2000 termék mutatóját határozták meg.

A „*G*" mutatók súlyozott átlaga megadja, hogy átlagosan hány forint reálköltségbe, hazai ráfordításba kerül egységnyi nettó deviza-

[2] Nem tévesztendő össze a beruházásgazdaságossági számítások céljaira használt, többször említett „G_n" mutatóval.

A külkereskedelmi „*G*" mutató értelmezéséről lásd *Liska—Máriás* [56] cikkét és *Karádi* [34] beszámolóját.

[3] A nevezőben mind a bevételt, mind a ráfordítást határparitáson számolják.

hozam előteremtése. Mivel a hosszúlejáratú devizaárfolyamnak éppen ezt kell kifejeznie, a „G" mutatók átlaga — megközelítésként — felhasználható ennek megalapozására.

Ezt a hivatást azonban csak akkor láthatja el torzítás nélkül, ha hiánytalanul érvényesülnek a következő elvek:

a) Azok a cikkek, cikkcsoportok, amelyek „G" mutatóját kiszámították, jól reprezentálják az egész export ráfordításainak és nettó hozamának arányát.

b) A mutatók átlagának kiszámításakor az egyedi mutatókat az összes exportban való részvételük tényleges aránya szerint súlyozzák.

c) A mutató számlálójában mindenütt szigorúan *tisztajövedelem mentes* reálköltség, a nevezőben pedig *nettó* devizahozam szerepel, azaz az átlagolásra kerülő mutatók közgazdasági tartalma teljesen azonos.[4]

Már történtek kísérletek a „G" mutatók átlagának meghatározására. Ezek azonban nem érvényesítették megfelelően a felsorolt elveket. Különösen a *c)* elv nem teljesült kielégítően. Jelenleg ugyanis két igen fontos területen, a gépiparban és a mezőgazdaságban a mutató számlálójában nem tisztajövedelem mentes reálköltség szerepel, hanem más, eltérő (bár a népgazdasági reálköltség megközelítésére törekvő) kategória. Ilyen körülmények között a mutatók átlaga nem fejezi ki megfelelően azt az összefüggést, amelyre az egységes devizaárfolyam meghatározásához szükség van.

Egységesíteni kell tehát a „G" mutató meghatározásának metodikáját, ahhoz, hogy céljainkra kielégítően felhasználhassuk. Teljes pontosságot a számítás reprezentatív jellege, valamint a reálköltség meghatározásának közismert nehézségei miatt a jövőben sem várhatunk. A számítás e korlátai miatt csak nagy fenntartással használhatjuk az így kapott devizaárfolyamokat.

3. §. AZ ÁGAZATI KAPCSOLATOK MÉRLEGÉNEK FELHASZNÁLÁSA

Az 1959. évi tényadatok alapján összeállított mérleg egyik változata — a tervek szerint — külön szektorként tagolja majd a szocialista, illetve kapitalista országokból származó importot (illetve az oda irányuló exportot).

[4] További probléma: a „G" mutatót külön-külön határozzák meg a két fő relációra. Ezért a dollár-reláció mutatóinak kiszámításakor az exportált termékben rejlő rubelráfordítást dollárban kell kifejezni, s viszont. Erre a kérdésre a következő §-ban térek ki.

A Központi Statisztikai Hivatal táblázatában szerepelő „alsó szárny" eredetileg forintban adja meg az importráfordítások két sorvektorát: s^*_{N+1}-et és s^*_{N+2}-t.[5] Az első feladat az, hogy ezt visszaszámítsuk rubelre és dollárra.

A továbbiakban — a X. fejezetben alkalmazott jelölésmódnak megfelelően — a szocialista országokkal folyó külkereskedelem adatait az 1 indexszel, a kapitalista országokkal folyó külkereskedelem adatait pedig a 2 indexszel jelöljük. Azokat az adatokat, amelyek dimenziója nem forint, hanem a megfelelő külföldi pénznem (rubel, illetve dollár), a szimbólum fölé húzott vonással különböztetjük meg.

Tegyük fel, hogy a termelői árképzésnél használatos devizaárfolyamok egy-egy szektoron belül egységesek.[6] Jelöljük ezeket a következőképpen:

$\varrho_{1,1}, \varrho_{1,2}, \ldots, \varrho_{1,N}$ = a Ft/rubel árfolyam az (1, 2, ..., N)-edik szektorban;

$\varrho_{2,1}, \varrho_{2,2}, \ldots, \varrho_{2,N}$ = a Ft/dollár árfolyam az (1, 2, ..., N)-edik szektorban.

A szektorárfolyamokkal rendre elosztjuk az importráfordítások sorvektorának megfelelő komponenseit. Az így kapott két új sorvektor:

(XVII. 1) $$\bar{s}^*_{N+1} = \left[\frac{s_{N+1,1}}{\varrho_{1,1}}, \frac{s_{N+1,2}}{\varrho_{1,2}}, \ldots, \frac{s_{N+1,N}}{\varrho_{1,N}}\right],$$

(XVII. 2) $$\bar{s}^*_{N+2} = \left[\frac{s_{N+2,1}}{\varrho_{2,1}}, \frac{s_{N+2,2}}{\varrho_{2,2}}, \ldots, \frac{s_{N+2,N}}{\varrho_{2,N}}\right].$$

További számításainkhoz szükségünk lesz ezeknek a sorvektoroknak és az inverz mátrixnak a szorzataira:[7]

(XVII. 3) $$\bar{\mathbf{u}}^*_1 = \bar{s}^*_{N+1}\,\mathbf{R},$$

ahol $\bar{\mathbf{u}}^*_1$ a szocialista országokból származó teljes importráfordítás sorvektora *rubelben*. (Ez utóbbiban különbözik a (X. 8) képletben definiált $\mathbf{u}^*_1$ sorvektortól, amely ugyanezt a teljes importráfordítást *forintban* adta meg.) Analóg módon:

(XVII. 4) $$\bar{\mathbf{u}}^*_2 = \bar{s}^*_{N+2}\,\mathbf{R},$$

[5] Lásd a X. fejezet 1. §-át.

[6] Ez némi egyszerűsítés a valósághoz képest. Egyes szektorokban ugyanis a termékek különböző csoportjainál más-más devizaárfolyamot alkalmaznak. Ezért ezekből kell képezni a szektorra jellemző átlagos árfolyamot.

[7] Az inverz mátrix közgazdasági tartalmának magyarázatát lásd a X. fejezetben.

ahol $\bar{u}_2^*$ a kapitalista országokból származó teljes importráfordítás sorvektora, dollárban.

Számításainkhoz még a következőket kell ismernünk:

u^* = a teljes hazai ráfordítás (munkabér + amortizációs ráfordítás) együtthatóinak sorvektora. (Magyarázatát lásd a (X. 8) képletben.)

$\bar{Y}_1$, $\bar{Y}_2$ = a szocialista (illetve a kapitalista) országokban értékesített exportból eredő összes bruttó bevétel rubelben (illetve dollárban). Ez ismert a külkereskedelmi statisztikából.

y_1, y_2 = a szocialista (illetve kapitalista) országokban értékesített export N komponensből álló oszlopvektora forintban, az ágazati kapcsolatok mérlegének megfelelő bontásban. Ez a mérleg „külső szárnyában" szerepel.

Ezeknek az adatoknak az ismeretében a népgazdasági átlagos rubelárfolyam (ϱ_1) és dollárárfolyam (ϱ_2), a következőképpen határozható meg:[8]

$$\varrho_1 = \frac{(\bar{u}^* \text{[illegible]} + \text{[illegible]}^*)\, y_1}{\bar{Y}_1 - \bar{u}_1^* y_1}. \tag{XVII. 5}$$

$$\varrho_2 = \frac{(\bar{u}_1^* \varrho_1 + u^*)\, y_2}{\bar{Y}_2 - \bar{u}_2^* y_2}. \tag{XVII. 6}$$

A (XVII. 5) képlet tartalma:

A nevezőben szerepel a bruttó rubelbevétel ($\bar{Y}_1$) mínusz a rubelráfordítás ($\bar{u}_1^* y_1$), azaz a nettó rubelhozam.

A számlálóban szerepel a rubel relációjú exportban szereplő teljes hazai ráfordítás ($u_3^* y_1$) forintban plusz a rubel relációjú exportban rejlő dollár relációjú import ($\bar{u}_2^* y_1$), de most már a dollárárfolyammal (ϱ_2) forintra átszámítva.

A számláló dimenziója forint, a nevezőé rubel.

Analóg módon értelmezhető a (XVII. 6) képlet.

A fenti képletek: 2 egyenlet, 2 ismeretlennel: ϱ_1-gyel, és ϱ_2-vel. Mellőzve az azonos átalakítások leírását, csupán a megoldást közlöm:

[8] Azt a gondolatot, hogy a devizaárfolyam meghatározásához felhasználható az ágazati kapcsolatok mérlege, *Havas* vetette fel [32] cikkében. Cikke azonban csak a devizaforint-folyóforint paritással foglalkozott; a relációk szerinti meghatározás kérdéseit nem tárgyalta.

(XVII. 7) $$\varrho_1 = \frac{\mathbf{u}_3^* \mathbf{y}_1 (\bar{Y}_2 - \bar{\mathbf{u}}_2^* \mathbf{y}_2) + (\mathbf{u}_3^* \mathbf{y}_2)(\bar{\mathbf{u}}_2^* \mathbf{y}_1)}{(\bar{Y}_1 - \bar{\mathbf{u}}_1^* \mathbf{y}_1)(\bar{Y}_2 - \bar{\mathbf{u}}_2^* \mathbf{y}_2) - (\bar{\mathbf{u}}_1^* \mathbf{y}_2)(\bar{\mathbf{u}}_2^* \mathbf{y}_1)},$$

(XVII. 8) $$\varrho_2 = \frac{\mathbf{u}_3^* \mathbf{y}_2 (\bar{Y}_1 - \bar{\mathbf{u}}_1^* \mathbf{y}_1) + (\mathbf{u}_3^* \mathbf{y}_1)(\bar{\mathbf{u}}_1^* \mathbf{y}_2)}{(\bar{Y}_1 - \bar{\mathbf{u}}_1^* \mathbf{y}_1)(\bar{Y}_2 - \bar{\mathbf{u}}_2^* \mathbf{y}_2) - \bar{\mathbf{u}}(_1^* \mathbf{y}_2)(\bar{\mathbf{u}}_2^* \mathbf{y}_1)}.$$

A két képlet látszólagos bonyolultsága azzal a nehézséggel függ össze, hogy a szocialista országokba irányuló export is tartalmaz dollárráfordítást, és viszont, a kapitalista országokba irányuló export is tartalmaz rubelráfordítást — s ezek a ráfordítások kölcsönösen továbbgyűrűznek. Amennyiben azonban az ágazati kapcsolatok mérlegének segítségével már meghatároztuk a képletekben szereplő adatokat, a két árfolyam számszerű meghatározása nem okoz különösebb nehézséget.

Mi az előnye és a hátránya ennek a számításmódnak a „*G*" mutatók átlagolásához képest?

Az *előnyök* a következők:

1. Ez a számításmód *következetesebben hajtja végre a tisztajövedelem kiszűrését a hazai költségből.* Az $\mathbf{u}_3^* \mathbf{y}_1$, illetve az $\mathbf{u}_3^* \mathbf{y}_2$ szorzatok adják meg a tisztajövedelem mentes hazai ráfordítást.

2. Ez a módszer *következetesebben biztosítja a nettó devizahozam nettó jellegét*, a távolabbi továbbgyűrűzésekben felmerült indirekt devizaráfordítások levonását. Ezt valósítja meg a $\bar{\mathbf{u}}_1^* \mathbf{y}_1$, illetve $\bar{\mathbf{u}}_2^* \mathbf{y}_2$ szorzatok levonása.

3. E számításmód lehetővé teszi, hogy *előre*, önkényesen meghatározott dollárárfolyam nélkül vegyük figyelembe a szocialista országokba irányuló exportban rejlő dollárráfordítást, illetve *előre* meghatározott rubelárfolyam nélkül a kapitalista országokba irányuló exportban rejlő rubelráfordítást. Mindkét árfolyamot szimultán állapíthatjuk meg. Ez a „*G*" mutató átlagolásánál — amint arra ott már utaltam — megoldhatatlan.

A számításmódnak ugyanakkor vannak jelentős *fogyatékosságai*, amelyek miatt kellő óvatossággal, fenntartásokkal kell kezelni az eredményeket:

1. Erre a számításra is hatást gyakorolnak az ágazati kapcsolatok mérlegének alkalmazásával járó szokásos egyszerűsítések (a ráfordítási függvények linearitásának feltételezése stb).

2. A hosszúlejáratú számításoknál alkalmazott devizaárfolyamot lehetőleg a jövendőbeli ráfordítási struktúra alapján kellene meghatározni. Egy elmúlt időszak tényszámaira alapozott technológiai mátrix alkalmazása esetén nem érvényesíthetjük ezt az elvet;

a mátrix a múltbeli ráfordítási struktúrát rögzíti. (Ez persze nem az ágazati kapcsolatok mérlegének speciális problémája; valamennyi szokásos gazdaságossági számítás, köztük az exportgazdaságossági „G" mutató is a múltbeli ráfordítások adataira épül.) Szerencsésebb lenne számításainknál egy távolabbi időpont *terv*-mátrixát felhasználni. Kilátás van ennek megvalósítására.

3. További egyszerűsítés: egy-egy szektor *exportjának* ráfordítási szerkezetét azonosítjuk a szektor *egész* termelésének ráfordítási szerkezetével. Ha tehát az l-edik szektor 100 Ft termeléshez 3 Ft szenet használ fel, akkor feltesszük, hogy ugyanez a szektor 100 Ft exporthoz is 3 Ft szenet használ fel. Ez azonban nem biztos, hiszen az export ráfordítási arányai eltérhetnek az átlagostól. Ebben a tekintetben a „G" mutatók átlagolása előnyösebb, mert a ráfordításokat nem szektoronként, hanem az egyes exportált cikkekre, cikkcsoportokra egyedileg határozzák meg.

Mindezek miatt célszerű a kétféle megközelítést párhuzamosan alkalmazni, s az eredményekkel mindkét eljárást kölcsönösen ellenőrizni. Érdemes megvizsgálni a két eljárás összekapcsolásának, kombinációjának lehetőségét is.

Végül még egy megjegyzés. A ϱ_1 és ϱ_2 árfolyamok aránya a magyar külkereskedelem és a magyar termelés konkrét struktúrájától függ. Ez tehát bármely irányba eltérhet a rubel és a dollár külföldön kialakított paritásától. A két árfolyam kizárólag azt mutatja, hogy mennyibe kerül a *magyar* népgazdaságnak egy rubel, illetve egy dollár előteremtése.

4. §. A TOVÁBBGYŰRŰZŐ RÁFORDÍTÁSOK ÉS AZ EGYSÉGES DEVIZAÁRFOLYAM

A fejezet eddigi részében tisztáztuk, hogy hogyan közelíthető meg a hosszúlejáratú számításokban használható egységes, kalkulatív devizaárfolyam nagysága.

Tegyük fel, hogy most már a kezünkben vannak a ϱ_1 és ϱ_2 devizaárfolyamok. Amennyiben modellünkben kizárólag a *direkt* importráfordításoknak van jelentősége, úgy a kapott devizaárfolyamok segítségével az eredetileg külföldi pénznemben felmerült költséget egyszerűen átszámíthatjuk forintra. A pamutszövőipari modellben például — ahol a közvetlen anyagköltségek zöme nem szerepelt az akcióköltségek között — csupán a direkt beruházási költségek sorában merültek fel importráfordítások.

Bonyolultabb a helyzet azoknál a modelleknél, amelyeknél az akcióköltségek körében szerepel a teljes anyagfelhasználás, s a fel-

használt anyagok továbbgyűrűző importráfordításokat is tartalmaznak. Ilyenkor a továbbgyűrűző anyagigényekben rejlő indirekt importráfordításokat az ágazati kapcsolatok mérlege segítségével számíthatjuk ki, s határozhatjuk meg a teljes importráfordításokat. Az eljárást alapjában véve tisztáztuk már a X. fejezetben, ott azonban elhanyagoltuk a devizaárfolyam problémáját, mert az importráfordításokat is egyszerűen forintban számoltuk. Most azonban — az előző §-okban leírtak alapján — a X. fejezetben megadott eljárást értelemszerűen módosíthatjuk.

A célfüggvénybeli együtthatónak a (X. 15) képletben szereplő definícióját tehát a következőképpen alakítjuk át:

(XVII. 9)

$$\begin{aligned} c_j = {} & (\overline{g}_{j,1}\varrho_1 + \overline{g}_{j,2}\varrho_2 + g_{j,3})\beta + \\ & + \mathbf{g}^*\mathbf{R}'\mathbf{w}_j\beta + \\ & + \overline{h}_{j,1}\varrho_1 + \overline{h}_{j,2}\varrho + h_{j,3} + \\ & + (\bar{\mathbf{u}}^*_1\varrho_1 + \bar{\mathbf{u}}^*_2\varrho_2 + \mathbf{u}^*_3)\,\mathbf{w}_j, \end{aligned}$$

ahol:

c_j = a programozási modell j-edik tevékenységének egységköltsége, célfüggvénybeli együtthatója;

$\overline{g}_{j,1}$ = a szocialista országokból származó direkt beruházási költség rubelben;

$\overline{g}_{j,2}$ = a kapitalista országokból származó direkt beruházási költség dollárban;

$\overline{g}_{j,3}$ = a hazai eredetű direkt beruházási költség forintban;

β = a kamatláb;

$\mathbf{g}^*$ = a népgazdaság N' szektorának fajlagos beruházási költségeiből alakított sorvektor, forintban (az ágazati kapcsolatok mérlegének szektorbontása szerint; a mérlegből azonban előzetesen kiemeltük a programozási szektort magukban foglaló sorokat és oszlopokat);

$\mathbf{R}'$ = az inverz mátrix, forintban (az említett szempont szerint szűkített inverz mátrix);

$\mathbf{w}_j$ = a programozási modell j-edik tevékenységénél egy egységre eső hazai anyagigény oszlopvektora, forintban;

$h_{j,1}$ = az évi direkt üzemeltetési importráfordítás, rubelben (szocialista reláció);

$h_{j,2}$ = az évi direkt üzemeltetési importráfordítás, dollárban (kapitalista reláció);

$h_{j,3}$ = az évi direkt hazai, nem-anyagjellegű üzemeltetési ráfordítás, forintban;

$\bar{u}^*$ = az indirekt importráfordítások sorvektora, rubelben (szocialista reláció);

$\bar{u}^*$ = az indirekt importráfordítások sorvektora, dollárban (kapitalista reláció);

u^* = az indirekt hazai ráfordítások sorvektora, forintban.

Az $\bar{u}^*$, $\bar{u}^*$ és u^* vektorok csak az indirekt s nem a teljes ráfordítást adják meg, mert — amint a X. fejezet 3. §-ában tisztáztuk — a népgazdasági mérlegből kiemeltük az alumíniumipari szektorokat.

Végeredményben a (XVII. 9) képlet közgazdasági tartalma a következő:

A képlet első sora: a direkt beruházási költség után számított kamat.

Második sora: az indirekt beruházási költség után számított kamat:

Harmadik sora: a direkt évi üzemeltetési költség hazai anyag felhasználása nélkül.

Negyedik sora: hazai anyag felhasználásának reálköltsége.

A (XVII. 9) képletet átalakíthatjuk a következőképpen:

$$
\begin{aligned}
c_j = {} & (\bar{g}_{j,1}\beta + \bar{h}_{j,1} + \bar{\mathbf{u}}_1^* \mathbf{w}_j)\, \varrho_1 + \\
& + (\bar{g}_{j,2}\beta + \bar{h}_{j,2} + \bar{\mathbf{u}}_2^* \mathbf{w}_j)\, \varrho_2 + \\
& + (g_{j,3} + \mathbf{g}^* \mathbf{R}' \mathbf{w}_j)\beta + h_{j,3} + \mathbf{u}_3^* \mathbf{w}_j .
\end{aligned}
\qquad \text{(XVII. 10)}
$$

A képletet most a következőképpen csoportosítottuk:

Az első sorban: a szocialista országokból származó összes importráfordítás. A zárójelben levő rész mértékegysége rubel, ezt egységesen ugyanazzal a rubelárfolyammal számítjuk át forintra.

A második sorban: a kapitalista országokból származó összes importráfordítás. A zárójelen belüli rész mértékegysége dollár, ezt egységesen ugyanazzal a dollárárfolyammal számítjuk át forintra.

A harmadik sorban: az összes hazai ráfordítás, forintban.[9]

Ezzel a kerülő úttal elértük azt, hogy — *noha az aktuális árrendszer nem egységes devizaárfolyamokkal operál — beruházási számításunkban minden direkt és (megközelítően) minden indirekt ráfordítást egységes devizaárfolyamokkal számítunk át forintra.*

[9] Tulajdonképpen az indirekt beruházási költségek között is vannak importráfordítások. Ezt azonban a számbavétel gyakorlati nehézségei miatt nem tudjuk kiemelni, ezért ettől eltekintünk.

5. §. HIPERBOLIKUS PROGRAMOZÁS

Felmerült az az elgondolás, hogy a külkereskedelmi döntésekkel kapcsolatos programozási modellek célfüggvényét szerkesszük meg a „*G*" mutatóhoz hasonló formában.[10]

$$\text{(XVII. 11)} \qquad \frac{\sum_{j=1}^{n} u_{j,3} x_j}{\sum_{j=1}^{n} \bar{p}_{j,2} x_j} = \min!$$

ahol:

$u_{j,3}$ = a j-edik tevékenység egységére eső hazai ráfordítás;
$\bar{p}_{j,2}$ = a j-edik tevékenység egysége által biztosított nettó devizahozam, devizában (pl. dollárban).

Ez a célfüggvény tehát arra ösztönöz, hogy minél kisebb legyen az egységnyi nettó deviza előteremtéséhez szükséges hazai ráfordítás.

Matematikai szempontból a (XVII. 11) képletben szereplő függvény: *lineáris törtfüggvény*. Lineáris korlátozó feltételi egyenletrendszer esetén úgynevezett *hiperbolikus programozási* eljárással van dolgunk, amely a szimplex-módszer egy módosított változatával megoldható.[11]

A feladat ilyen megformulázásának nagy előnye, hogy *módot ad a devizaárfolyam problémájának bizonyosfokú megkerülésére*. Ugyanakkor az eljárásnak vannak korlátai is:

1. Egyoldalúan előtérbe állítja a külkereskedelem gazdaságosságát, holott ez a beruházások optimalitásának egyik kritériuma csupán. Ezért a (XVII. 11) célfüggvény csak azokban a programozási modellekben alkalmazható, amelyekben a döntési problémák között uralkodó szerepük van a külkereskedelmi problémáknak.

2. Az eljárás csak részben kerüli meg a devizaárfolyam problémáját, mert a nevezőben csupán egyféle deviza (pl. csak dollár vagy csak rubel) szerepel. Előre meg kell adni tehát egy dollár-rubel paritást.

3. Ez a célfüggvénytípus kiszorítja az optimális programból azokat a tevékenységeket, amelyek még növelhetnék a magyar népgazdaság *összes* külkereskedelemből származó nyereségét:

[10] Lásd *Martos B.* előadásának ismertetését a [77] cikkben.

[11] A hiperbolikus programozás feladatát *Martos B.* oldotta meg. (Lásd [66].) Az általa javasolt eljárás a szimplex-módszer módosítását jelenti. (Lásd még erről a [77]-ben ismertetett vitát.)
Megoldható a feladat a „szukcesszív eljárással" is. (Lásd [55].)

$$\sum_{j=1}^{n} (p_{j,2}\varrho_2 - \bar{u}_{j,3})\, x_j,$$

de már rontanák a hazai ráfordítás és a nettó devizahozam *hányadosát*, azaz a nettó devizahozam előteremtéséhez szükséges átlagos hazai ráfordítást.[12]

E korlátok ellenére is érdemes a jellegzetesen „kifelé forduló", a külkereskedelemmel erősen összefonódott szektorokban — párhuzamos programozásként — ezzel a célfüggvénytípussal is számolni.

6. §. ELLENŐRZŐ SZÁMÍTÁSOK

Minthogy egyik megközelítő módszer sem vezet teljesen megnyugtató eredményekhez, érdemes érzékenységi vizsgálatokkal ellenőrizni, hogy mennyiben érinti az optimális programot a devizaárfolyamban rejlő kisebb-nagyobb bizonytalanság. Ez esetben megvizsgálható, hogy változik-e az optimális program, ha a devizaárfolyam jogosult nagysága nem az lenne, amit eredetileg számbavettünk, hanem annál több vagy kevesebb.

A pamutszövőipari vizsgálat során több ilyen érzékenységi vizsgálatot folytattunk, korrigálva a hivatalosan előírt devizaárfolyamokat. Egyebek között paraméteres programozást végeztünk, amelyben a devizaárfolyam volt a paraméter.[13] E vizsgálatok számszerű ismertetésére itt nem térek ki, csupán szükségességükre hívom fel a figyelmet.

[12] Ez visszavezet egy mélyebb, általánosabb problémához, amelyre már más összefüggésben utaltam: milyen irányban befolyásolják a döntést az „*összeg*típusú" és a „*hányad*típusú" célfüggvények. (A (XVII. 11) képlet az utóbbi kategóriába tartozik.)

A rövidlejáratú termelési program esetére vonatkozóan részletesen vizsgálta ezt [39] tanulmányunk. *Nagy A.* [76] cikke a rövidlejáratú külkereskedelmi döntésekkel kapcsolatban foglalkozott ezzel. A kérdés további vizsgálatot igényelne a hosszúlejáratú beruházási döntés esetére.

[13] Éppen a devizaárfolyammal kapcsolatban merült fel először a hazai szakirodalomban a paraméteres programozás szükségessége. (Lásd *Csébfalvi* [18] tanulmányát.)

XVIII.
FEJEZET

Becsült műszaki és költségadatok

1. §. GYAKORLATI PÉLDA EGY ELLENŐRZŐ SZÁMÍTÁSRA

A beruházásgazdaságossági számításokban sokszor kénytelenek vagyunk felhasználni olyan műszaki és költségadatokat, amelyek *becslésen* alapulnak. Ilyenkor érzékenységi vizsgálatot végezhetünk annak megállapítására, hogy az optimális program mennyire érzékeny a becsült adatokban rejlő bizonytalanságra.

Röviden ismertetem a pamutszövőipari számítás egyik ilyen érzékenységi vizsgálatát.

Az optimális programban az új szövőgép-automaták közül a legolcsóbb, de legkevésbé termelékeny vetélőváltós típus szerepelt, kiszorítva onnét a drágább, de termelékenyebb csévéváltós típust. Eredményeink közlésekor kétségek merültek fel: vajon reálisan vettük-e számba a két típus teljesítő képessége közötti különbséget?

Ezért ellenőrzésképpen a következő számítást végeztük el:

Fenntartottuk azokat az adatokat, amelyekkel eredetileg a vetélőváltós típust jellemeztük. A gép teljesítménye 210 fordulat/perc, 87%-os hatásfok mellett. A csévéváltós gép (a modellben a 9. tevékenység) egyes jellemzőit viszont úgy tekintettük, mint amelyek egy paramétertől: a gép fordulatszámától függnek. Az egyszerűbb áttekintés céljából a λ paramétert következőképpen definiáltuk:

$$\lambda = \frac{\text{csévéváltós gép fordulatszáma}}{\text{vetélőváltós gép fordulatszáma}}$$

adott 87%-os hatásfok mellett. A λ paramétertől függnek a gép következő jellemzői:

(XVIII. 1) $$a_{1,9}(\lambda) = a''_{1,9}\lambda,$$

ahol $a''_{1,9}$, a gép évi termelése 210/perc fordulatszám mellett.

(XVIII. 2) $$a_{7,9}(\lambda) = a''_{7,9}\lambda,$$

ahol $a''_{7,9}$ a gép évi írelthenger-szükséglete 210/perc fordulatszám mellett. Hasonlóképpen értelmezendők az $a''_{i,9}$ együtthatók a többi termékmérleg jellegű korlátozó feltételben (8—13. feltételek).

Eszerint a korlátozó feltételekben szereplő összes együttható oszlopvektora a csévevéltós gépnél:

(XVIII. 3) $$\mathbf{a}_9 = \mathbf{a}'_9 + \mathbf{a}''_9\lambda,$$

ahol $\mathbf{a}'_9$ az $a_{i,9}$ együtthatóknak a paramétertől nem függő részéből képzett oszlopvektor, $\mathbf{a}''_9$ pedig az $a_{i,9}$ együtthatóknak a paramétertől függő részeiből képzett oszlopvektor.

A célfüggvénybeli együttható:

(XVIII. 4) $$c_9 = c'_9 + c''_9\lambda,$$

ahol c'_9 az egységköltségnek a paramétertől nem függő része (alapvetően az iniciális beruházási költség), míg c''_9 az egységköltségnek a paramétertől függő része (alapvetően az üzemeltetési költség). Utóbbi egyes elemei — szigorúan véve — nem pontosan arányosak a fordulatszámmal (pl. az energiaköltség progresszíven nő a fordulatszám emelésével), de a linearitás feltevése nem jelent túl nagy pontatlanságot.

Kérdés: milyen kritikus fordulatszámot kell a csévevéltós gépnek rendszeresen elérnie, hogy kiszorítsa a vetélővéltós gépet az optimális programból? Hány százalékkal kell felülmúlnia utóbbit, azaz mekkora a λ paraméter karakterisztikus értéke?[1]

A számítás eredményeit a 14. sz. táblázat ismerteti. Összehasonlításul a táblázatban közöljük a Pamutipari Igazgatóság által a vállalatoknak adott fordulatszám-előirányzatokat is.

Az eredmények értékelésekor két szempontot kell szem előtt tartani:

1. Nem arról van szó, hogy a csévevéltós gép képes-e egyáltalán 230—250 fordulatot elérni. A kulcskérdés itt — akárcsak számításunkban mindenütt —, képes-e a magyar pamutszövőipar egészében, *átlagosan*, *rendszeresen* ekkora teljesítményt nyújtani.

[1] Az alkalmazott számítási eljárásról lásd [43] és [100].

A CSÉVEVÁLTÓS GÉP KRITIKUS FORDULATSZÁMA *14. táblázat*

	A csévevältós gép fordulatszáma percenként (87% hatásfok mellett)	A csévevältós gép fordulatszáma A vetélővältós gép fordulatszáma (87% hatásfok mellett) %
A csévevältós gép bekerül az optimális programba, ha:		
10%-os kamatlábbal	230	108,5
20%-os kamatlábbal	253	120,5
A Pamutipari Igazgatóság előirányzatai:		
a felfutás *1.* évére	203	107,7
a felfutás *2.* évére	213	106,1
a felfutás *3.* évére	233	107,1

2. A fenti számításban a kérdés: milyen a *relatív* arány a két gép teljesítménye között. A csévevältós gép termelékenyebb, de drágább. Ezért teljesítményének bizonyos kritikus értéknél nagyobb arányban kell felülmúlnia a másik gépét, hogy az ellensúlyozza a jóval magasabb árat. Ez a kritikus arány 108,5—120,5%, aszerint, milyen kamatlábbal számolunk. Amint látjuk, ez több mint amit pl. a Pamutipari Igazgatóság előirányzatai feltételeznek.

Mindezek alapján azt kell mondanunk, hogy nem tekinthető végérvényesen eldöntöttnek: melyik gép beszerzése gazdaságosabb. Végleges véleményt csak akkor mondhatunk, ha kellően ellenőrzött kísérleti adatok állnak rendelkezésünkre a két gép jellemző teljesítménykülönbségéről.

2. §. KÉNYSZERŰ ÉS „ÖNKÉNTES" BIZONYTALANSÁG

Az előbbiekkel kapcsolatban érdemes megjegyezni, hogy a jelenlegi gyakorlatban a közgazdász kénytelen bizonytalannak tekinteni olyan adatokat is, amelyeket — kellően megszervezett statisztikai megfigyelés alapján — pontosan meghatározhatnánk. Az adat bizonytalanságát például az előbbi esetben ki lehetne küszöbölni. Csupán arra lenne szükség, hogy a két géptípus egy-egy nagyobb csoportját huzamosabb időn át kísérletképpen azonos körülmények között, vagy legalábbis megközelítően azonos, az összehasonlíthatóságot

biztosító módon üzemeltessék, s megfigyeljék a szükséges adatok alakulását.

Sajnos, ilyen kísérletek céltudatos szervezése nem szokásos iparunkban. A pamutszövőipar példájánál maradva, számos olyan kérdést vitatnak évek óta, amelyeket kísérletek nélkül lehetetlen dűlőre vinni. Például:

— Évek óta vitázunk arról, hogy vajon vetélős vagy vetélő nélküli automatával korszerűsítsük-e az ipart. Kezünkben volt már olyan tanulmány, amely öt évvel ezelőtt készült — becslések alapján.[2] Mind a mai napig nem szerveztek olyan kísérletet, amely kellő biztonsággal határozta volna meg a gazdasági számításhoz szükséges műszaki jellemzőket.

— Évek óta újra és újra felmerül a kérdés, hogy érdemes-e ráépített automatával korszerűsíteni a szövödéket. Egy kísérletre sor került: a Kistextben felszereltek *két* importált ráépített automatát. Nyilvánvaló, hogy ez nem tekinthető kellően reprezentatívnak.

Amint a példákból is kiderül, kísérleteken itt nem műszaki-technológiai kutatásokat célzó kísérleteket értek. Itt *adott technika, adott technológia üzemeltetési jellemzőinek, költséghatásainak kísérleti megállapításáról van szó, a gazdasági döntés alátámasztására.*

A kísérletek hiánya korlátozza saját vizsgálataink eredményességét is. Ez azonban korántsem a matematikai programozás speciális nehézsége. A megfigyel*hető*, de kellően meg nem figyelt adatok bizonytalansága felesleges nehézséget okoz *minden* gazdasági számításban. Nálunk legfeljebb azért okozott több gondot, mert az adatokat igyekeztünk a szokásosnál igényesebben vizsgálni.

A technológiai adatok bizonytalansága egyébként korántsem speciális pamutipari jelenség. Gyakran fognak hozzá beruházásokhoz a felhasználásra kerülő technológia alapos, előzetes ismerete nélkül, ami azután üzemeltetési zavarokhoz, a vártnál kedvezőtlenebb gazdasági eredményekhez vezet.[3]

Az elmondottak fényében a bizonytalan műszaki és költségadatok két típusát kell megkülönböztetnünk.

Az egyik esetben az adat bizonytalansága kényszerű. Ilyen eset pl. az, amikor nincs mód valamilyen technológia megismerésére, mert az egyelőre külföldi cég üzleti titka.

[2] Lásd *Sugár—Szabó* [91] tanulmányát.

[3] A Beruházási Bank utólagos gazdaságossági vizsgálatai számos ilyen esetről számolnak be. Ez történt pl. a nagyhalászi és az újszegedi pozdorjalemez-üzem, a hidasi brikettgyár és a Mohácsi Farostlemezgyár beruházásainál.

A másik esetben viszont a bizonytalanság vállalása „önkéntes". A szükséges adatok ez esetben megszerezhetők, megfigyelhetők lennének, de a beruházási javaslat készítői önként mondanak le az adatok megszerzéséről.

Az „önkéntes" bizonytalanságot nem mindig valamilyen mulasztás okozza. A pontos információ megszerzése néha tetemes költségekkel jár (pl. meg kell venni a licenciát, vagy nagyszámú, drága kísérleti gépet kell beszerezni stb.). Esetenként kell mérlegelni, hogy mi drágább: megfizetni az információszerzés speciális költségeit, vagy megelégedni a becslésekkel, s ezzel együtt vállalni a döntés fokozott bizonytalanságát, vagy pedig — adatok híján — figyelembe sem venni a számítások során a szóban forgó lehetőséget.

Ezzel a problémával többször is találkoztunk a műszálgyártási programozás során. Gyorsan fejlődő, technikailag permanens forradalomban levő iparág ez; így hát természetes, hogy a műszaki adatok jórésze bizonytalan. Minden egyes alternatívával kapcsolatban külön-külön kellett mérlegelni, hogy érdemes-e a szükséges információt beszerezni.[4]

Emellett még egy tényező, *a döntések sürgőssége* is gyakran szorít arra, hogy megelégedjünk becsült adatokkal, holott egyébként mód lenne statisztikai megfigyelésre. Nem mindig várhatjuk meg ugyanis az alapos (esetleg csupán egy-két év alatt reprezentatív eredményt nyújtó) megfigyelés eredményeit.

Végeredményben azt kell mondanunk: *elkerülhetetlen, hogy a beruházásgazdaságossági számításokhoz statisztikailag megfigyelt, biztos adatok mellett becsült műszaki és költségadatokat is felhasználjunk.*

A „becsült adat" kifejezést ma gyakran némi gúnyos csengéssel használják a gyakorlati szakemberek. (A becslés szót, magyarán mondva, a „hasalás" szinonimájának tekintik.) Indokolt, hogy ezt a szót más szellemben használjuk. Magától értetődő, hogy egy beruházási számítás, amely adatok tömegét dolgozza fel, s hosszú időre — tíz-húsz évre — tervez, messzemenően támaszkodik becslésekre.

[4] A vizsgálatban résztvevő műszaki szakértők egy része hajlott arra, hogy az adatgyűjtés nehézségei miatt eleve mondjunk le egyes alternatíváknak a modellbe való beépítéséről. Ezzel az állásponttal vitatkozva arra kellett hivatkoznunk, hogy a *negatív* döntés sem kevésbé felelősségteljes, mint a pozitív. Az is kárt okozhat a népgazdaságnak, ha eleve lemondunk egyes alternatívákról, még mielőtt komolyabb, előzetes számításokkal meggyőződhettünk volna előnyeikről vagy hátrányaikról.

3. § BECSLÉS „-TÓL-IG" FORMÁBAN

Milyen legyen a becslés matematikai formája? Erre sokféle lehetőség kínálkozik. Itt csak egyet ismertetek — azzal, hogy egy későbbi fejezetben tárgyaljuk e forma felhasználását a programozási modellekben.

A gazdasági életben szokásos, hogy valamely bizonytalan adat jellemzésére nem egy értéket adnak meg, hanem kettőt; azt az *alsó* és *felső határt*, amelyet az adat biztosan nem lép túl. A szokásos kifejezéssel: „-t ó l-i g" f o r m ában közlik az adatot. Ennek alkalmazását javaslom a beruházásgazdaságossági számításokban is.

Legyen a szóban forgó adat jelölése χ. (Ez lehet ár, költség stb.) Pontos értékét nem tudjuk, csak azt, hogy két határ közé esik:

$$\underline{\chi} \leqq \chi \leqq \overline{\chi}. \tag{XVIII. 5}$$

Jelöljük a két határ közé eső a d a t t a r t o m á n y számtani középértékét $\tilde{\chi}$-lal:

$$\tilde{\chi} = \frac{\underline{\chi} + \overline{\chi}}{2}. \tag{XVIII. 6}$$

Az adat bizonytalanságát jól jellemzi a határ és a középérték közötti különbség és a középérték hányadosa, amelyet ξ-vel jelölünk:

$$\xi = \frac{\overline{\chi} - \tilde{\chi}}{\tilde{\chi}} = \frac{\tilde{\chi} - \underline{\chi}}{\tilde{\chi}}. \tag{XVIII. 7}$$

Nevezzük ezt b i z o n y t a l a n s á g i f o knak. Gyakorlati használatra %-ban fejezhetjük ki.

A becslést végzőktől vagy az alsó és felső határ megadását kell kérnünk, vagy — ami ugyanazt jelenti — a középértéket és a bizonytalansági fokot.

A becsült adatot akkor érdemes „-tól-ig" formában megadni, *ha olyan alternatívák között választunk, amelyek jellemző adatai nemcsak számszerű nagyságukban különböznek egymástól, hanem a bizonytalanság fokában is.*

A műszálgyártási vizsgálat során választanunk kellett a cellulóze alapanyagú viszkózszálak gyártásának továbbfejlesztése és a különböző szintetikus szálak gyártásának bevezetése között. Az alternatív tevékenységek bizonytalanságának legalábbis négy fokozata van:

1. Viszkózszálat már évtizedek óta gyártunk; a gyártás műszaki és költségjellemzői statisztikailag pontosan ismertek.

2. „Nylon 6" szálat 1—2 éve termelünk egy kisebb, néhány-száz tonnás kapacitású üzemben, a Német Demokratikus Köztársaságban kidolgozott technológia alapján (ez a közismert „Danulon"). Ismereteink kevésbé alaposak, mint a viszkózszálakról szerzett információink, 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. pont alatt említett közvetlen tapasztalat, de azért ez is 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.

Amint látjuk, az 1. kategóriától a 4. felé haladva mind nagyobb a bizonytalanság foka.

4. §. A BIZONYTALANSÁGI FOK SZÁMSZERŰ MEGHATÁROZÁSÁRÓL

A programozás adatainak összeállításában közreműködő szakértők — tervezőmérnökök, üzemi mérnökök, üzemgazdászok stb. — feladata, hogy becsléseket adjanak az egyes műszaki és költségadatokra, s ezzel együtt az adatokra jellemző bizonytalansági fokra is. Ez nem könnyű, s minden bizonnyal szokatlan feladat, de azért jól elvégezhető. Nem kívánunk lehetetlent a tervezőmérnöktől, ha azt kérjük tőle, hogy adja meg becslését „-tól-ig" formában. (Korábban az volt a gyakorlat a gazdaságossági számításoknál, hogy a mérnöknek egyetlen konstans számmal kellett megjelölnie az olyan adatot is, amelyben maga is bizonytalan volt.) A *„tól-ig" forma nem mesterkélt, hanem — tervezési gyakorlatunkban — természetes formája a becsléseknek.*

Nyilvánvaló, hogy ezek a jelzőszámok (az adattartomány szélessége, illetve ξ, a bizonytalansági fok) nem egészen pontosak. Nem is igényeljük az adat bizonytalanságát jellemző számok abszolút biztos meghatározását. Még mindig kisebb hibát követünk el azonban, ha egy adat bizonytalanságát előzetesen 20%-ra becsüljük, s utólag kiderül, hogy 23%-kal tér el a valóság a becslés középértékétől, mintha

eleve *csak* a középértékkel számolnánk, hasonlóan a jelenlegi szokáshoz. Általában kimondhatjuk, hogy a bizonytalansági fok jellemzésére közölt ismérvek nem egészen pontos megadása esetén is közelebb járunk az objektív realitáshoz, mintha teljesen figyelmen kívül hagynánk a becsült adatok bizonytalanságát.

Felvetődhet az az aggály, hogy vajon nem lesznek-e *szubjektívek* ezek a becslések?

Minél több empirikus tapasztalat, minél több múltbeli információ, statisztika felhasználása, minél több analóg jelenség gondos vizsgálata rejlik a számok mögött, annál objektívebb lesz a becslés, még akkor is, ha természetesen a számszerű meghatározásban elkerülhetetlen némi önkényesség.[5]

A becslés objektivitását azzal is növelhetjük, ha egyéni vélemények helyett *lehetőleg kollektív becslésekre* támaszkodunk.

Ezzel kapcsolatban jó tapasztalatokat szereztünk a pamutszövőipari vizsgálat során. A vizsgálatban résztvevő mérnökök, vállalati közgazdászok közösen, egymás ajánlásait saját tapasztalataik alapján kiigazítva végezték a becsléseket. A kutatócsoport becsült adatait azután egy szélesebb kollektíva, szakértői értekezlet elé terjesztettük, s alapos vita után egy részüket kiigazítottuk. Mindez megbízhatóbbá, tárgyilagosabbá tette a becsléseket.

[5] Nélkülözhetetlen, hogy a beruházásgazdaságossági számításokban mindig feltüntessék: mire alapozzák a becsült adatokat, milyen információkat használtak fel, milyen feltevésekkel éltek stb. A szokásos számításokban a legritkább esetben találunk ilyen hivatkozásokat. Gyakran éppen ezért nem elég szolíd a számítás. A becslés nyilvános, írásbeli megmagyarázása arra szorítaná készítőit, hogy ne elégedjenek meg az első kínálkozó számmal, hanem gondosan támasszák alá becslésüket.

XIX.
FEJEZET

A jóváhagyási dokumentumokban szereplő adatok

1. §. VÉLETLEN ÉS TENDENCIÓZUS BECSLÉSI HIBÁK

Az előző fejezetben részletesen szóltunk arról, hogy a pontos információk hiánya szükségessé teszi egyes műszaki és költségadatok becslését.

Ha a becslést végző egyén vagy kollektíva *tárgyilagosan, elfogultság nélkül* kezelte az adatokat, a becslésben rejlő hiba véletlen jellegű, s kizárólag az információ hiányosságaival magyarázható.

Más a helyzet, ha a becslést végző egyén vagy kollektíva valamilyen formában személyesen érdekelt a szóban forgó beruházás megvalósításában (vagy meg nem valósításában). Ez esetben a becslés gyakran *elfogult.*

Ballisztikai hasonlattal: az első esetben a becsapódások szórása a célpont körül a célzás véletlen pontatlanságaival függ össze. A második esetben a célzóberendezés hibás; az ágyú húz valamilyen irányba.

Vannak-e tendenciózus becslési hibák a szokásos beruházásgazdaságossági számításokban?

2. §. AZ UTÓLAGOS GAZDASÁGOSSÁGI VIZSGÁLATOK

Mint már korábban említettem, a hivatalos beruházási döntés alapja egy okmány, amely ismerteti a tervezett létesítmény valamennyi jellemző termelési, műszaki és költségadatát. Ezt *jóváhagyási dokumentum*nak neveztem. Hogyan teljesülnek a valóságban a jóváhagyási dokumentumokban előterjesztett adatok?

A tényeket — sajnos — rendkívül nehéz megismerni. Éveken keresztül az volt a gyakorlat, hogy a döntés *előtt* alaposan vitatták a jóváhagyási dokumentum minden egyes előirányzatát, de *utólag* senki sem ellenőrizte az előirányzatok teljesülését.

1960 óta a Beruházási Bank végez rendszeresen úgynevezett utólagos gazdaságossági vizsgálatokat. Részletesen, tételről tételre ellenőrzik a jóváhagyási dokumentumok előirányzatainak teljesülését.[1] A 15. sz. táblázatban az 1960. évi, valamint az 1961. első felében végzett utólagos gazdaságossági vizsgálatok adatait foglaltam össze.

Az értékelés előtt néhány szót az adatok megbízhatóságáról. A Bank jelentései nem tekinthetők abszolút pontosnak, de — mivel az egyes létesítmények egyedi vizsgálatán alapulnak — a tendenciák jelzésére biztosan alkalmasak. Azokat az adatokat, amelyek valamilyen szempontból nem látszottak megnyugtatónak, kihagytuk az összeállításból. Egyébként ellenőrzésképpen megállapítottuk, hogy ha a kihagyott adatokat is figyelembe vettük volna, akkor a következőkben elemzésre kerülő tendenciák (a költségek túllépése stb.) még élesebben mutatkoznának.

Az adatsokaság, amelynek jellemzőit meghatároztuk, 42—90 adat. (Nem minden jelentés tartalmazott adatot valamennyi vizsgált összefüggésre.) Ez nem túl sok. Minthogy azonban a megvizsgált beruházások kiválasztása lényegében véletlen jellegű (statisztikai szempontból értelmezve a véletlen mintavétel fogalmát), reprezentatív statisztikaként elfogadható.

Mivel összesen egy-másfél éve folynak ilyen vizsgálatok, a jelenségek dinamikáját nem elemezhettük.[2]

Arra törekedtünk, hogy lehetőleg mindig a jóváhagyási dokumentum előirányzatait hasonlítsuk össze a tényadattal. Több beruházásról azonban csak egy későbbi okmány, az úgynevezett *tervfeladat* állt rendelkezésre. Minthogy ezt már a tervezés egy későbbi szakaszában állítják össze, pontosabb költségelőirányzatokat tartalmaz, mint a jóváhagyási dokumentum. Emiatt a 15. sz. táblázat valamelyest szépíti a helyzetet.[3]

[1] Az itt következő adatok összeállításához *Deák Jánosné* (Beruházási Bank) nyújtott értékes segítséget. (Lásd még [20] cikkét.)

[2] Az időközben végrehajtott árváltozásokat (1959. január 1-i árrendezés) a szokásos átindexezéssel hidalták át.

[3] A Beruházási Bank 1960. évi vizsgálati anyagában nyolc beruházás jóváhagyási dokumentuma („beruházási program") állt rendelkezésre a tervfeladat előirányzataival együtt. Az előbbieknél az átlagos túllépés 54,2%, az utóbbiaknál 8,9%.

Az összehasonlításhoz rendkívül kevés a rendelkezésre álló adat. Mindenesetre jelzik azt a közismert jelenséget, hogy a tervfeladat érettebb, megalapozottabb okmány, mint a jóváhagyási dokumentum. Az érdemleges beruházási *döntés* azonban az utóbbi alapján történik.

A JÓVÁHAGYÁSI DOKUMENTUMOK ELŐIRÁNYZATAI ÉS TELJESÍTÉSÜK *15. táblázat*

		A feldolgozott adatok száma	Az előirányzat teljesítési arányainak átlaga	Szórás	Relatív szórás	Konfidencia-intervallum (95 %-os biztonsággal)*
I.	Összes beruházási költség	90	122,2	36,2	29,6	114,6—129,8
II.	Építési költség	58	126,7	48,9	38,6	113,9—139,5
III.	Gépberuházási költség	42	105,3	39,0	37,0	93,2—117,4
IV.	Egyéb beruházási költség	62	163,5	121,3	74,2	132,7—194,3
V.	Megvalósítási idő**	79	149,4	65,7	44,0	134,7—164,1
VI.	Termelés	90	103,9	18,2	17,5	100,1—107,7
VII.	Fajlagos beruházási költség	81	122,2	37,2	30,5	114,0—130,4

* A konfidencia-intervallum fogalma a következőket jelenti (az I. sor példáján): 95% a valószínűsége annak, hogy a 114,6 — 129,8%-os intervallum tartalmazza az összes beruházási költség teljesítési arányának várható értékét.
**A beruházások központilag előírt átmeneti leállításának idejét levontuk a megvalósítási idő számításakor.

A legkevésbé megbízhatóak a tervezett és tényleges termelésre vonatkozó adatok. Megfelelő előzetes szám hiányában sokszor utólag állapítják meg a „tervszámot". Ezt az adatsort tehát csak nagy fenntartással fogadhatjuk el.

Ezek után nézzük a táblázat érdemleges tanulságait:

1. A tényleges összes beruházási költség igen gyakran magasabb az előirányzatoknál. A túllépések átlaga, számtani középértéke elég magas, 22,2%.

Az átlagos túllépés körül eléggé szórnak az egyedi teljesítési százalékok; a relatív szórás 29,6%. *Ez a relatív szórás jellemzi az előirányzatokban rejlő véletlen pontatlanságot.* Igen sok alkalmi, esetleges tényező játszik közre abban, hogy a beruházás végeredményben milyen mértékben veszi igénybe vagy lépi túl az eredetileg előirányzott összeget. Ilyen alkalmi tényezők: a műszaki tervezés magas vagy alacsony színvonala, a beruházás szervezettsége vagy szervezetlensége, a kooperáló vállalatok kötelezettségeinek teljesítése vagy elmaradása, az importszállítmányok idején érkezése vagy késése és így tovább. Mindez beruházásonként nagyon eltérő.

Ezzel szemben *a túllépések 22,2%-os átlaga az előirányzatokban rejlő tendenciózus torzítást tükrözi.*

2. Megvizsgáltuk, hogy vajon a nagyobb létesítményeknél erősebben érvényesül-e ez a tendencia, mint a kisebbeknél. A beruházás mérete (összes költsége) és a tervezett költségek túllépésének aránya között azonban nem mutatkozott érdemleges korreláció.

3. A költségek három fő csoportjánál eltérő a beruházási költségelőirányzatok bizonytalansága. Relatíve legpontosabb a gépköltségek előirányzata. A gépek ára többnyire pontosan ismert, akár hazai, akár külföldi gépekről van szó; az adat már a jóváhagyáskor aránylag könnyen ellenőrizhető. Sokkal megbízhatatlanabb az építés előirányzata (26,7%-os átlagos túllépés), s a legrosszabb az úgynevezett „egyéb" költségeké. Ez ugyanis — mint közismert — a legkevésbé „megfogható".

4. A megvalósítási időről szóló adatok a beruházások kivitelezésének nagy mértékű elhúzódását mutatják. Az előirányzatok rendszerint teljesíthetők lennének a beruházások megvalósításának helyes megszervezése esetén (korszerű építési módszerek, a gépi berendezések jól ütemezett leszállítása stb.). A jelenleg általános *tényleges* megvalósítási időhöz képest azonban az előirányzatok alacsonyak.

5. A termelésre vonatkozó számok — mint említettem — feltehetően szépítik a valóságot. Az azonban reálisnak látszik, hogy a tényleges kapacitás többnyire nem kisebb, sőt elég gyakran nagyobb a tervezettnél.

Összefoglalóan megállapíthatjuk, hogy *határozott tendencia van a költségek, ezen belül különösen az építési és az egyéb költségek, valamint a megvalósítási idő „alátervezésére"*.[4] Itt szerepet játszik a beruházók vállalati vagy iparági „sovinizmusa". A beruházó — a biztos jóváhagyás érdekében — az előzetes számításokban lehetőleg alacsonyabbnak igyekszik feltüntetni a beruházási költséget a ténylegesnél.[5] Úgy gondolja, hogy ha a javaslatot egyszer már jóváhagyták, nem lesz olyan nagy baj a költségek túllépése, a beruházási idő elhúzódása, és később már nem állítják le a beruházást s kifizetik a túllépést. A beruházásokkal kapcsolatos anyagi érdekeltségi rendszer viszont nem hat e tendencia ellen, mert az előirányzatok túllépése nem von maga után különösebb konzekvenciát.

Tulajdonképpen ugyanezzel a motívummal, ugyanezzel a „pszichológiával" magyarázható a kapacitás óvatosabb tervezése is. Ha ugyanis a beruházók az előterjesztés benyújtásakor nyíltan felvetnék a kérdést, hogy kisebb vagy nagyobb üzemet építsünk-e, a gazdasági vezetés esetleg az előbbi mellett döntene. Ezért inkább be sem vallják, hogy az üzem képes lesz többet gyártani. Úgy gondolják, hogy ha már sikerült egyszer megszerezni a felső vezetés hozzájárulását a beruházáshoz, akkor hadd „szerezzenek" mindjárt egy nagyobb üzemet a vállalat, illetve az iparág részére.

Mindez közismert jelenség. Nem ennek a könyvnek a feladata, hogy részleteiben tisztázza, hogy milyen tényezők idézik elő e tendenciát. Ehhez részletesen vizsgálni kellene a beruházásokkal kapcsolatos összes anyagi és erkölcsi ösztönzőt, a tervezés, a lebonyolítás, az ellenőrzés szervezeti problémáit stb. Számunkra ezen a helyen elegendő megállapítani azt, hogy a jóváhagyási dokumentumok adatai tipikus hibákat, tendenciózus torzításokat tartalmaznak. Mindezt pedig a 15. sz. táblázat igazolja.

[4] Lásd erről még *Lukács L.* tanulmányát ([60], 19. old. és 234—236. old.)

[5] Valaki a következő szellemes hasonlatot mondta el a gazdaságossági számításokkal kapcsolatban:

„A deszkapalánkra célbalövő fiúktól megkérdezi egy arra járó felnőtt: — Hogyan lehetséges, hogy hajszálpontosan a kör közepébe találtok? — Úgy — felelték —, hogy előbb lövünk, azután húzzuk köréje a kört."

Ez történik sokszor a becsült adatokkal is. Előbb „lőnek", előre elhatározzák, hogy ez és ez az alternatíva kedvező lesz. Utána húzzák köréje a kört; vagyis úgy ügyeskednek a becsült adatokkal, hogy a számítás meghozza a kívánt eredményt.

3. §. AZ ELŐIRÁNYZATOK TELJESÍTÉSÉNEK ARÁNYA, MINT VALÓSZÍNŰSÉGI VÁLTOZÓ

Beruházási előterjesztés készítése nem kivételes, ritka esemény nálunk. Ugyanazok a szervek (beruházási osztályok, tervezőirodák), ugyanazok a személyek (beruházási előadók és osztályvezetők, tervezőirodai mérnökök és közgazdászok) rendszeresen készítenek ilyen dokumentációkat.

Mindaddig, amíg az anyagi és erkölcsi ösztönzés adott konkrét formái, a beruházások tervezésének, jóváhagyásának és ellenőrzésének adott szervezeti keretei változatlanok, addig tömegesen „újratermelődnek" az adott módszerekkel együttjáró tipikus eredmények és hibák is. Ezért jogosultnak tűnik, hogy az előirányzatok teljesítésének arányát *valószínűségi változónak* tekintsük.[6] Joggal beszélhetünk arról, hogy a költségek 10, 20 vagy 50%-os túllépésének meghatározott valószínűsége van mindaddig, amíg az alátervezésre késztető tényezők meg nem változnak.

Az összes beruházási költségeknek a 15. sz. táblázatban közölt adatait közelebbről megvizsgáltuk. Nevezzük a tényleges és a tervezett összes beruházási költség hányadosát a továbbiakban t e l j e s í t é s i a r á n y n a k és jelöljük η-val.

Megállapítottuk, hogy ez a teljesítési arány olyan valószínűségi változó, amely úgynevezett *logaritmikusan normális eloszlással* kielégítően jellemezhető. Ezt mutatja be a 16. sz. táblázat és a 14. sz. ábra.

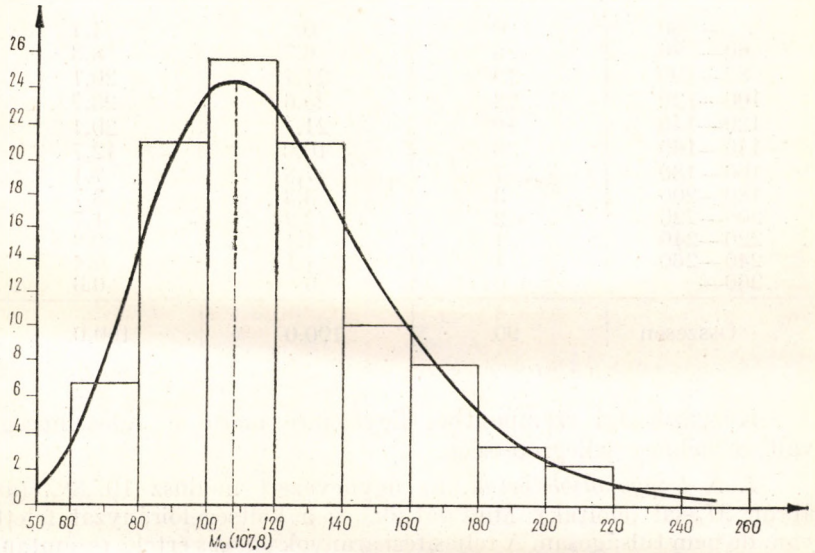
A táblázat második oszlopában szerepelnek a Beruházási Bank vizsgálatai alapján számított empirikus *relatív gyakoriságok*. (Pl.

[6] *Shackle* angol közgazdász nagy visszhangot keltett [88] művében fejtette ki, hogy a beruházási döntés problémái nem tárgyalhatók valószínűségszámítási apparátussal, mert minden egyes beruházási döntés egyszeri, nem ismétlődő, vissza nem térő esemény a döntést hozó számára.

Vitatható, hogy vajon így van-e ez a kapitalizmusban. Számos nyugati szerző bírálja Shackle álláspontját. (Lásd pl. *Weckstein* [99] és *Merk* [70] cikkeit.) A mi viszonyaink között azonban a beruházási döntés biztosan nem jelent valami egyszeri, soha vissza nem térő eseményt a döntést hozó számára. A főbb beruházásokról központilag döntenek; a távlati tervezés központi szerveinek tehát igen *nagyszámú* beruházásról van *folyamatos* áttekintésük.

A beruházás, mint gazdasági aktus, olyan mozzanatokból tevődik össze, amelyekhez hasonló külön-külön már sokszor előfordult. A beruházás egyes részeseményei besorolhatók a rokon, analóg jelenségek egy-egy szélesebb kategóriájába, amelyek rendszeresen ismétlődnek, s amelyek múltbeli alakulása mutat bizonyos szabályosságokat, valamilyen valószínűségi eloszlást.

a Bank által megvizsgált esetek 10%-ában a teljesítés aránya 140 és 160% közé esett.) A harmadik oszlopban szerepelnek az *elméleti valószínűségek.* (Pl. 20,1% a valószínűsége annak, hogy a teljesítési arány 120—140% közé esik.) Az ábrán látható lépcsős görbe a Bank



14. ábra. A teljesítési arány sűrűségfüggvénye

adatai alapján kiszámított relatív gyakoriságokat mutatja, a folytonos görbe pedig az előbbiek alapján becsült folytonos sűrűségfüggvényt. Az ábrából is kitűnik, hogy az empirikus függvény értékei közel esnek az elméleti függvény megfelelő értékeihez.[7] (Az ezzel kapcsolatban végzett próba is megerősítette: az empirikus relatív gyakoriságok nem térnek el szignifikánsan a folytonos sűrűségfüggvénytől.)

[7] A logaritmikusan normális eloszlásról lásd *Rényi* [83] könyvét (209—210. old.).

A logaritmikusan normális eloszlású η valószínűségi változó sűrűségfüggvénye:

$$g(y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\ \sigma y}\, e^{\frac{-(\ln y - m)^2}{2\sigma^2}}.$$

Esetünkben az elméleti függvény paraméterei:

az adatok természetes logaritmusának várható értéke $m = 4{,}76$

az adatok természetes logaritmusának szórása $\sigma = 0{,}29$

A TELJESÍTÉSI ARÁNYOK ÉS GYAKORISÁGI MEGOSZLÁSUK *16. táblázat*

A teljesítési arány tartományai %-ban	A megvizsgált beruházások száma	Empirikus relatív gyakoriság %-ban	Elméleti valószínűség a log. normális eloszlás szerint %-ban
— 60	0	0	1,1
60— 80	6	6,7	8,3
80—100	19	21,1	20,1
100—120	23	25,6	23,7
120—140	19	21,1	20,1
140—160	9	10,0	12,7
160—180	7	7,8	7,1
180—200	3	3,3	3,7
200—220	2	2,2	1,7
220—240	1	1,1	0,8
240—260	1	1,1	0,4
260—	0	0	0,3
Összesen	90	100,0	100,0

Közgazdasági szempontból figyelemre méltó a valószínűségi változó néhány jellegzetessége.

1. A *leggyakoribb* érték, az úgynevezett módusz 107,8% (az ábrán M_0-sal jelöltük). Mint látjuk, ez a költségelőirányzat felett van, de nem túlságosan. A teljesítési arányok *átlagos* értéke (számtani középértéke) azonban jóval több ennél, 122,2%.

2. Az eloszlás aszimmetrikus. A módusztól, a sűrűségfüggvény maximumhelyétől jobbra a görbe elég enyhén lejt, balra jóval meredekebben esik. Ennek közgazdasági magyarázata — nézetem szerint — a következő:

A jóváhagyási dokumentum előterjesztőinek — amint arra már utaltam — nem érdekük túl magasra tervezni a beruházási költségeket. Ennek ellenére előfordul ilyen irányú hiba is; ez azonban nem tendenciózus. A tervezők *önszántukból* nem követik el ezt a fajta hibát, ezért az adatok szóródása ebben az irányban nem nagy. Ez jut kifejezésre abban, hogy a 14. sz. ábrán szemléltetett görbe balfelé meredeken esik.

A dokumentum előterjesztői szeretnék, ha a beruházási javaslatot elfogadnák. Ez az „alátervezés" irányába húz. Csakhogy a különböző javaslatok *nem egyforma mértékben* mennek el ebben az irányban. Egyrészt nem egyforma a felelősségtudat foka a különböző tervezőknél, másrészt nem is érdemes minden javaslatot „szépíteni". Ha például a javaslat elfogadása már előzetesen, más meggondolások miatt

kedvező irányba eldőlt, akkor nem érdemes a költségeket alátervezni; a kedvezőtlenebb gazdasági mutatószám sem veszélyezteti a javaslat sorsát. Ha viszont a javaslat sorsa kétséges, érdemes némileg optimistább számokkal is „alátámasztani". A sokféle tényező következtében végeredményben az alátervezés mértéke erősen szóródik. Ez kifejezésre jut abban, hogy a 14. sz. ábrán szemléltetett görbe jobbfelé enyhén lejt.

3. Az előirányzott költség túllépésének valószínűsége 60,9%.

4. Jelöljük $\overline{\eta}_{80}$-nal azt a teljesítési arányt, amelyről a következőket tudjuk: 80% a valószínűsége annak, hogy a tényleges teljesítési arány, η értéke kevesebb ennél az $\overline{\eta}_{80}$ értéknél. Ezt az értéket nevezik a valószínűségszámításban az η valószínűségi változó 80%-os *kvantilisének*.[8]

Jelen esetben $\overline{\eta}_{80} = 148{,}4\%$. Más szóval: 80%-os valószínűséggel számíthatunk arra, hogy a költségelőirányzat túllépése nem lesz több 48,4%-nál, s csak 20%-os valószínűséggel arra, hogy a túllépés még ennél is nagyobb lesz.

Az adatok nagyobb tömegének megfigyelése pontosabbá tenné ismereteinket az előirányzatokban rejlő hibák valószínűségi eloszlásáról. Ahogy az erre vonatkozó adatok köre bővül, úgy kell majd az elemzést is kiterjeszteni. Vizsgálni kell a megfigyelt tendenciák *dinamikáját*; az egyes területek, iparágak közötti esetleges jellegzetes eltéréseket és így tovább.

4. §. A TÁRGYILAGOSSÁG BIZTOSÍTÁSA

Hogyan védekezzünk gazdaságossági számításainkban az előzőekben leírt tendenciózus torzítás ellen?

A legfontosabb: kiküszöbölni a torzításra késztető tényezőket, megfelelően módosítani az anyagi és erkölcsi ösztönzőket, az ellenőrzési módszereket stb. A lehetőség adott; konkrét eszközeivel azonban ebben a munkában nem foglalkozunk.

Miután tudjuk, hogy a jóváhagyási dokumentumok előterjesztői — a jelen helyzetben — az esetek nagy részében részrehajlók, ezért célszerű becsléseiket olyanokkal felülvizsgáltatni, akik *helyzetüknél fogva* elfogulatlanok. Lehetőleg olyan szakértőkkel kell végeztetni az ellenőrzést, akiket beosztásuk, személyes érdekeltségük nem késztet részrehajlásra.

[8] A kvantilis fogalmáról lásd a *Bacskay—Krekó*-féle [4] zsebkönyvet (433. old.), valamint *Rényi* [83] könyvét (285—287. old.).

Saját programozási vizsgálataink ebben az értelemben is az eredeti tervek kontrollszámításait eredményezték. A vizsgálatokat felelősen irányító közgazdászoknak *helyzetüknél fogva* nem volt érdekük, hogy egyik vagy másik álláspont igazát „bebizonyítsák".

A mi vizsgálatainkban is résztvettek, legalábbis informátorként, felelős iparági vagy vállalati vezetők, akiknél számítani lehetett kisebb-nagyobb elfogultságra. A beruházási programozási modell természete azonban elősegítette tárgyilagosabb becsléseiket. A pamutszövőipari modellben például egy *adott termelési terv*, adott kibocsátási kötelezettség végrehajtásához szükséges optimális összetételű gépparkot kerestük. A becslésekben közreműködő vállalati és iparági vezetőket figyelmeztettük a becslésben rejlő hibák következményeire. Ha az automata gépek, a korszerű berendezések teljesítőképességét *le*becsülik, akkor a számítás nem jelzi gazdaságosnak beszerzésüket (holott az ipari vezetők szeretnék korszerűbbé tenni iparágukat). Ha viszont *túl*becsülik a gépek várható teljesítményét, akkor a számítás kevesebb gép beszerzését irányozza elő az adott termelési terv teljesítéséhez, kisebb beruházási összeget igényel, mint amennyire valóban szükség lenne. A termelési terv ilyen körülmények között túlfeszítettnek bizonyulhat, amit — mint egy-egy terület felelős vezetői — bizonyára nem látnának szívesen. Ilyenformán a közreműködő szakértőknek érdekük volt lehetőleg pontos, se túl alacsony, se túl magas becslést adni.

Túl most már a pamutszövőipari példán, közismert az ipari vezetőknek a termelési tervet, illetve a beruházási tervet fogadó „Janus-arca". Ha egy iparág *beruházási* tervéről van szó, akkor rendszerint az új, korszerű berendezések várható magas termelékenységét igyekeznek bizonyítani a felsőbb szerv előtt. Gyakori az új berendezések műszaki teljesítő képességének túl optimista becslése (bár az ellenkezőjével is találkozhatunk). Ha viszont a *termelési* tervről van szó, akkor többnyire óvatosan, kissé pesszimistán mérik fel a jövendő kapacitást. Erre a kettősségre egyebek között az is módot ad, hogy eléggé elválik a beruházások gazdaságosságának felülbírálása és a termelési előirányzatok tervezése.

A könyvemben ismertetett modelltípus módot ad ennek a kettősségnek a kiküszöbölésére. *A modell ugyanis tartalmazza a termelési és a beruházási tervet. Azonos* műszaki teljesítményadatok szerepelnek a termelési kötelezettségeket előíró korlátozó feltételekben és a gazdasági eredményt jelző célfüggvényben. Nem lehet tehát egyszerre túl optimistának lenni az egyik irányban és túl pesszimistának a másik irányban; a modell természete biztosítja az állásfoglalás belső összhangját, következetességét.

5. §. ELLENŐRZŐ SZÁMÍTÁSOK

A 4. §-ban szó volt a tárgyilagosság fokozásának módszereiről. Ugyanakkor reálisan látnunk kell, hogy nincs mindig erre lehetőség. Noha a torzítás irányába ható tényezők kiküszöbölhetők, *egyelőre* még érvényesülnek. Nincs mindig mód arra sem, hogy elfogulatlan szakértők végezzék a becsléseket és így tovább. Sokszor kényszerül tehát arra a gazdasági vezetés, hogy a beruházástervezés szokásos menetében készült adatok alapján döntsön — noha számítani lehet az adatok tendenciózus voltára. Mit lehet tenni ilyenkor?

Nézetem szerint *célszerű olyan ellenőrző számításokat is végezni, amelyek a jóváhagyási dokumentumban rejlő valószínű hibát mintegy „belekalkulálják" az eredménybe.*

Az egyik ipari minisztérium beruházásainak felelős intézője elmondotta, hogy ha eléje terjesztenek egy költségelőirányzatot, gondolatban mindig hozzáad 20%-ot, s azután megvizsgálja: vajon ezek után is gazdaságos-e a beruházás. Valami hasonló számítást kell végrehajtani, természetesen megfelelő körültekintéssel.

A számítást párhuzamosan végezzük el, több fokozatban:

1. Elfogadhatjuk a jóváhagyási dokumentumban szereplő számot, s ennek alapján állapítjuk meg a beruházás várható gazdaságosságát.

2. Feltételezzük, hogy a költségelőirányzatok, a megvalósítási idő, a tervezett kapacitás teljesítési aránya megfelel majd az eddigi *átlag*nak. Ha tehát az összes beruházási költségek átlagos túllépésének (jobb adat híján) az előzőkben kapott 22,2%-ot tekintjük, akkor az eredetileg előterjesztett költségelőirányzathoz hozzáadunk kereken 22%-ot. Hasonlóképpen korrigáljuk a többi adatot is, majd kiszámítjuk, hogy ez esetben is gazdaságos-e a beruházás.

3. Feltételezzük, hogy a beruházási költséget az átlagosnál nagyobb mértékben lépik túl. Ha pl. az előterjesztett összes beruházási költségeket a kalkuláció papírján megnöveljük 48%-kal, akkor 80%-os valószínűséggel számolhatunk azzal, hogy ennél valóban nem lesz több a tényleges költség. Ugyanennek a biztonsági követelménynek megfelelően korrigáljuk a többi adatot is. (Persze a 80%-os biztonság nem kötelező; számolhatunk más, ennél kisebb vagy nagyobb biztonsági követelménnyel is. Erre még részletesen visszatérünk.) Az újabb korrekció után vizsgáljuk meg ismét a beruházás gazdaságosságát.

Végeredményben egy ilyen eljárás esetén is bizonyos „-tól-ig" adatokhoz jutottunk. Ezek azonban — természetüket, kialakulá-

suk előtörténetét illetően — különböznek az előző fejezetben tárgyaltaktól. Ott maguktól a becslést végző szakértőktől kértünk „-tól-ig" formában becslést. Itt viszont a becslést végzők, a jóváhagyási dokumentum előterjesztői minden adatot csak egy számmal jellemezhetnek, s ehhez mi — az *ellenőrző* gazdaságossági számítás végrehajtói — adunk hozzá egy biztonsági intervallumot.

Az itt leírt ellenőrző számítási eljárás alkalmazásának feltételei:

a) Nyilvánvalóan csak akkor van értelme az egész eljárásnak, ha az egyik szerv, egyik intézmény szokásos módon elkészített előirányzatait egy másik, az előbbitől független szerv kritikai számításával ellenőrizhetjük. Pl. az előbbit a műszaki tervezőiroda, az utóbbit a felsőbb hatóság által külön megbízott szakértők készítik.

b) Élesen külön kell választani a gazdaságossági számítás metodikáját és azt a kérdést, hogy milyen tervutasítást írjon elő a gazdasági vezetés a beruházás számára.

Az előzőkben leírt összehasonlító számítás *2.* és *3.* változata azt vizsgálja, hogy mi történne, ha esetleg túllépnék az előirányzott költségeket? Emiatt a beruházás már végképp nem lenne gazdaságos? Az ilyen eshetőség józan latolgatása az előzetes számításokban nem mond ellent annak a követelménynek, hogy a döntés után kiadott jóváhagyás, tervutasítás reális, teljesíthető, de *nem pesszimista* előirányzatra mozgósítson. Indokolatlan lazaság lenne az ellenőrző számításokban felhasznált magasabb biztonsági értéket előírni a beruházónak. Ennél szigorúbb, mozgósítóbb előírást kell adni.

c) Amint arra már utaltam: ahogyan bővül az adatok köre, úgy kell pontosabbá, részletesebben tagolttá tenni az ellenőrző számítások során felhasználható információkat, az előirányzatokban rejlő tipikus hibák természetére vonatkozó jellemző számokat. (Pl. célszerű lenne minisztériumok, illetve a javaslat számítási anyagát előkészítő tervezőirodák szerint csoportosítva megfigyelni az adatokat.)

d) Az ellenőrző számítások alkalmazásakor tisztán kell látnunk, hogy a korábbi adatokból levont számszerű következtetések (pl. a tervezési hibák valószínűségi eloszlására vonatkozó megállapítások) csak addig érvényesek, amíg *változatlanok a külső körülmények*, amelyek között ezek az adatok születtek. Amint megváltozik az anyagi és erkölcsi ösztönzés módszere, a beruházások szervezete stb. — márpedig számos módosítás kívánatos lenne — a számszerű következtetések elvesztik érvényességüket.

Természetesen az ellenőrző számítás nem garantálja a döntések biztonságát. A párhuzamos vizsgálatok azonban messzemenően elősegíthetik, hogy ne érjen bennünket *utólagos* meglepetésként olyan jelenség, amelyre pedig — az eddigi tapasztalatok józan mérlegelése alapján — *előre* is számíthattunk volna.

Végezetül még egyszer hangsúlyozni szeretném: az ajánlott ellenőrző számítási módszerek nem teszik feleslegessé sem a beruházások tervezésének megjavítását, sem pedig a legfontosabbat; a beruházások megvalósításának jobb megszervezését. Az ellenőrző számítások egyedüli célja: biztonságosabbá tenni a beruházási döntést, megóvni önmagunkat az elkerülhető meglepetésektől.

XX.
FEJEZET

A világpiaci árak becslése

1. §. A VILÁGPIACI ÁR SZEREPE A SZÁMÍTÁSBAN

A beruházási döntési problémák természetétől függ, hogy számításainkban jelentéktelen vagy jelentős szerepet játszanak-e a világpiaci árak. Beruházási döntéseink egy része kifejezetten külkereskedelmi problémákhoz kapcsolódik:

1. Egyes beruházások importot pótolnak. Például eddig külföldön beszerzett termék hazai gyártását vezetjük be, vagy már folyik ugyan hazai gyártás, de a további szükségletek kielégítésére a jelenlegi hazai kapacitás bővítése helyett esetleg reálisabbnak tűnik az import. A tevékenységek gazdaságossága elválaszthatatlan attól a kérdéstől, hogy mi az az importköltség, amelyet a hazai termeléssel megtakaríthatunk.

2. Kifejezetten exportcélra létesítünk új kapacitást. A gazdaságosság ez esetben jelentős részben attól függ, hogy milyen áron értékesíthetjük termékeinket.

3. Annak érdekében, hogy a nagyüzemmel járó relatív megtakarításokat élvezhessük, a hazai szükségletet felülmúló kapacitású üzemet kell létesítenünk. A beruházás tehát eleve csak akkor lehet gazdaságos, ha exportra *is* termel.

Ezekben az esetekben nem hagyható számításon kívül a kapitalista export- és importpiac. Ez volt a helyzet pl. a műszálgyártási vizsgálat esetében. A szocialista országok gyorsan fejlesztik műszáliparukat, ugyanakkor bővíteni akarják a műszálak exportját és importját a kapitalista országok irányában is. A műszálgyár-

tással kapcsolatban felmerült az előző *1.* és *3.* probléma, vagyis az importpótlás és a hazai szükséglet feletti kapacitások létesítése. Ezért pl. ebben a számításban (és nyilván sok más, hasonló számításban) elkerülhetetlenül szerephez jutottak a tőkés világpiaci árak.

2. §. A VILÁGPIACI ÁR DEFINÍCIÓJA

A világpiaci ár a beruházásgazdaságossági számítások egyik közismerten bizonytalan adata. A bizonytalanságnak több oka van. Az egyik probléma az, hogy nem eléggé egyértelmű a világpiaci ár fogalmának definíciója. A legtöbb terméknek nincs egységára a külföldi piacon. Leginkább a nagy tőzsdéken jegyzett, standardizált minőségű termékekkel kapcsolatban beszélhetünk egyértelmű világpiaci árról. Az ilyen termékek azonban a nemzetközi áruforgalom csekély hányadát teszik ki. A legtöbb termék ára attól függ, hogy milyen országban szerzik be a cikket, esetleg attól is, milyen cégtől. Függ továbbá az ár attól, hogy mekkora tételben veszik az árut, milyen devizáért, milyen hitelfeltételekkel, milyen szállítási határidőre. Más a magyar külkereskedelmi szervek tényleges kötéseinél fizetett ár — ami függ a külkereskedelem ügyességétől, valamint attól, hogy szorult helyzetben kényszerült-e vételre vagy kedvező körülmények között vásárolt és így tovább — és ismét mások a szakfolyóiratokban jegyzett árak.

Az egyértelmű definíció hiánya lehetővé tesz bizonyos „lavírozást" a világpiaci árak körül a szokásos gazdaságossági számításokban. A számítást végző szerv alkalmazhat magasabb vagy alacsonyabb árat, aszerint, hogy mit kíván bizonyítani, mégpedig úgy, hogy mindkét ár igazolható. Pl. az egyik ár egy tényleges kötés ára, a másik valamilyen folyóiratban közölt reklámár és így tovább.

Ezért egyértelmű elveket kell leszögezni a beruházási számításokban felhasználásra kerülő árakkal kapcsolatban. Számításainkban mi a következő elvekhez tartottuk magunkat:

1. Azt az árat kell meghatározni (megközelíteni), amelyen a magyar külkereskedelem ténylegesen vásárolhat, illetve eladás esetén eladhat. Alapjában véve tehát a külkereskedelmi szervek kötéseinél elért tényleges árakból kell kiindulni. Ezek azonban korrigálhatók, ha megnyugtatóan kimutatható, hogy valamilyen ideiglenes, alkalmi ok tolta el az árakat egyik vagy másik irányba. Ha nincs tényleges kötési ár, a szakfolyóiratokban talált közléseket kell megfelelő kritikával alkalmaznunk. Ilyenkor e közle-

ményekből kiindulva — becsléssel — arra kell következtetni, hogy milyen árat kellene a külkereskedelemnek fizetnie, ha vásárolna, illetve mit kapna, ha eladna.

2. A magyar külkereskedelemben leginkább számbajövő tényleges relációk, szokásos tételnagyságok, szállítási költségek, devizális-, hitel- és szállítási határidőfeltételek alapján kell számolnunk.

3. Egy adott programozásban figyelembe vett valamennyi terméknél lehetőleg azonos módon állapítsuk meg az *1.* és *2.* alatti feltevéseket. Ez is hozzátartozik ahhoz, hogy az alternatívák *egyenlő eséllyel* szerepeljenek az összehasonlításban. Pl. ne adjunk az egyik exportalternatívának előnyt azzal, hogy a szakfolyóirat magasabb árjegyzéseit használjuk fel, miközben a többinél a magyar külkereskedelem tényleges, ennél alacsonyabb exportáraival számolunk.

3. §. ÁRALAKULÁSI TENDENCIÁK

A tőkés világpiaci árak világos és egyértelmű definíció mellett is szükségképpen bizonytalanok, mert ezekre az árakra nagy hatást gyakorol a kapitalista országok piacának helyzete, a kapitalista vállalatok kereslete és kínálata, a kapitalista gazdaság konjunkturális hullámzása. (Ez a hatás persze nem kizárólagos, hiszen a szocialista országok exportjának és importjának is nagy a befolyása a tőkés piac áraira.) Ráadásul az ár a kapitalista gazdálkodás jelenségei közül egyike a legmozgékonyabbaknak, legváltozékonyabbaknak.

Az eddig elmondottakat a következőképpen foglalhatjuk össze:

Elkerülhetetlen, hogy egyes beruházásgazdaságossági számításokban figyelembe vegyük a tőkés világpiaci árakat. Ugyanakkor elkerülhetetlen ezeknek az adatoknak a bizonytalansága.

Mi a teendő ebben a helyzetben?

Véleményem szerint a beruházásgazdaságossági számításokban *kísérletet kell tenni egyes jellegzetes, várható árváltozások figyelembevételére.*[1]

Természetesen senki sem gondolhat arra, hogy hosszú időre előre pontos prognózist adjon a kapitalista piac várható áraira.

[1] Ez a gondolat már többször felvetődött a közgazdasági irodalomban. (Lásd pl. *Mandel—Szunyogh—Varga* [64] cikkét, 269. old.) A lengyel hivatalos metodika módot ad a várható árváltozások figyelembevételére. „Ha... a világpiac tendenciája alapján jelentős változásra van kilátás a számításban alkalmazott költség- és árrelációban, akkor ezeket a változásokat figyelembe lehet venni..." (Lásd [105], 11. old.)

Ezért mindenekelőtt le kell szűkítenünk a változásoknak azt a körét, amelyet érdemes és lehetséges figyelembe venni.

A világpiaci árak mozgása igen összetett. Próbáljuk meg ezeket a változásokat osztályozni. Mindenekelőtt két fő kategóriát különböztethetünk meg. Egyrészt változik az egyes tőkés országok árszínvonala, másrészt változnak a termékek, termékcsoportok árai közötti arányok.

Az általános árszínvonal a tőkés gazdaság általános konjunkturális helyzetétől (fellendülés vagy depresszió, válság), s ezzel szoros kapcsolatban a pénzügyi helyzettől, valamint az adott állam pénzügyi politikájától (infláció, defláció) függ. Az egyes tőkés országok árainak általános emelkedését vagy süllyedését célszerű a szocialista tervgazdaságban figyelembe venni, amikor a gazdasági vezetés meghatározza *rövidlejáratú operatív külkereskedelmi politikáját*; eldönti, hogy hol és mit vásároljon és adjon el. Ez azonban lényegében nem vehető figyelembe, amikor a gazdasági vezetés meghatározza *hosszúlejáratú beruházási politikáját*, a nemzetközi munkamegosztásba való tartós beilleszkedését. A tőkés gazdaság általános áremelkedése vagy csökkenése az egész magyar külkereskedelmet érinti, ezáltal bizonyos mértékig érint *minden* ipari ágazatot. Ezekkel a hatásokkal azonban nem számolhatunk olyankor, amikor egy-egy hazai ágazatnak a többi ágazathoz való, jövőbeli arányát vizsgáljuk. Így pl. azt a kérdést, hogy érdemes-e a műszál- és műanyagipart gyorsabban fejleszteni, mint a járműipart, nem befolyásolhatja az a prognózis, hogy a legközelebbi években tovább tart az inflációs jellegű áremelkedés számos tőkés országban.

Az általános árszínvonal-változásokon belül végbemenő részleges árváltozások, árarányeltolódások ismét két csoportra oszthatók. Az eltolódások egy része alkalmi, véletlen jellegű áringadozás miatt következik be. (Pl. valamelyik nagy cég dömpinggel igyekszik a piacot elhódítani versenytársaitól.) A külkereskedelmi vállalatoknak törekedniük kell arra, hogy napi üzletkötéseikben ügyesen kihasználják az ilyen áringadozásokat, piaci változásokat — akkor adjanak el, amikor az ár viszonylag magas, és akkor vegyenek, amikor az ár aránylag alacsony. Az ilyen „rövidlejáratú" árváltozások azonban természetesen nem befolyásolhatják hosszúlejáratú beruházási politikánkat.

Az árarány-eltolódások, részleges árváltozások másik típusa a bizonyos szabályossággal végbemenő *áralakulási tendencia*. Egyikmásik terméknek vagy egy egész termékcsoportnak az ára eltolódik a többihez képest, mégpedig úgy, hogy az eltolódásnak statisztikailag is kimutatható irányzata, trendje van. Például folytonos

eltolódás mutatkozik a műanyagok és a természetes anyagok árszínvonala között; az előbbi relatíve csökken az utóbbihoz képest. Ez olyan tendencia, amelyet érdemes figyelembe venni a műanyaggyártásra vonatkozó beruházási döntéseknél. Ez ugyanis ténylegesen befolyásolja azt a kérdést, hogy gazdaságos-e a műanyagok tömeges gyártására berendezkedni.

Végeredményben tehát a következőkre jutottunk:

Beruházásgazdaságossági számításunkban kizárólag a világpiaci árváltozások egyik típusát célszerű figyelembe vennünk. E típust az jellemzi, hogy valamely termék vagy termékcsoport árszínvonala más termékek árszínvonalához képest tolódik el. Az eltolódás nem kivételes, alkalmi, ideiglenes jellegű, hanem abban tartós tendencia, ismétlődő szabályosság érvényesül.

4. §. AZ ÚJ CIKKEK TIPIKUS ÁRALAKULÁSA[2]

Annak illusztrálására, hogy milyen jellegzetes árváltozási tendenciákat, szabályosságokat érdemes és lehetséges a beruházásgazdaságossági számításokban figyelembe venni, példaként az *új* cikkek tipikus áralakulását tárgyaljuk részletesebben.

A műszálgyártási vizsgálat során ez a probléma igen élesen vetődött fel. A világpiacon állandóan új és új szintetikus szálak jelennek meg. Magyarországnak — minthogy most építi ki műszáliparát — módja van választani aközött, hogy egy régebbi, már évek óta ismert műszál gyártását szervezze-e meg, vagy egy új, csak rövid idő óta ismertet honosítson-e meg.

Számos műszál- és műanyagfajta áralakulásának folyamatát tanulmányoztuk. Mindenekelőtt ismertetem az erre vonatkozó adatokat.

A 17. sz. táblázatban nem abszolút árakat közlünk — kivéve a termék megjelenésekor érvényes árat —, hanem a megjelenés évének árát 100%-nak véve, a következő évek árait ehhez az árhoz viszonyítjuk, s a táblázatban az így kapott viszonyszámokat ismertetjük. Az összehasonlítás érdekében mindegyik terméknél a megjelenés első évétől kezdve közöljük az adatokat.

A táblázatban az USA-beli árak és az amerikai megjelenés éve szerepel.

Szemléltetés céljából az árindex idősorokat grafikusan is ábrázoltuk (lásd: 15—23. sz. ábrákat a 236—239. oldalakon.)

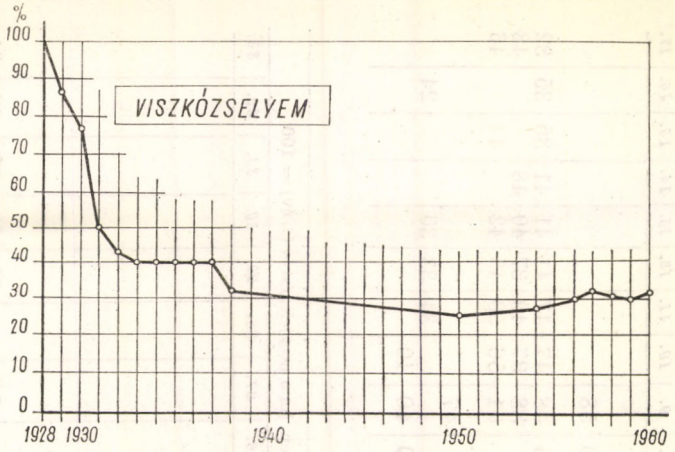
[2] A 4—6. §.-ok anyagának összeállításában *Tardos M.* (Kereskedelmi Kamara) és *Vidos T.* (Műanyagipari Kutató Intézet) működtek közre.

17. táblázat

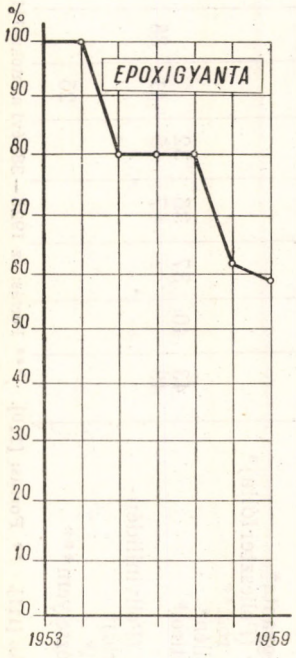
A termék megnevezése	A termék megjelenésének éve	Induló ár ($/lb)	Árindex a termék megjelenése utáni években, ha a megjelenési év (*1.* év) = 100															
			1.	*2.*	*3.*	*4.*	*5.*	*6.*	*7.*	*8.*	*9.*	*10.*	*11.*	*12.*	*13.*	*14.*	*15.*	*16.*	*17.*
Epoxigyanta*	1953	1,00	100	100	80	80	80	62	59										
Mylar (Poliészterfólia)*	1951	3,00	100			95	83	75	67	60	58								
Orlon rost**	1953	1,89	100	79	78	64	63	62	62										
Polietilén*	1943	1,00	100		70	52	47	43		45	48	47	47	41	41	41	35	35	32
Polisztirol*	1938	0,68	100	84	76		43		40		38	37	40	37	40	48			48
PVC*	1934	0,78	100	76		72			67		61	56	50	45	42		44		46
Saran (Polivinilidénklorid)*	1939	1,25	100	72	71			60	53		47								
Teflon*							60	50	36				34	33	30			24	
Viszkózselyem***	1928	1,50	100	87	77	50	43	40	40	40	40	40							

A termék megnevezése	Árindex a termék megjelenése utáni években, ha a megjelenési év (*1.* év) = 100														
	18.	*19.*	*20.*	*21.*	*22.*	*23.*	*24.*	*25.*	*26.*	*27.*	*28.*	*29.*	*30.*	*31.*	*32.*	*33.*
Epoxigyanta*																
Mylar (Poliészterfólia)*																
Orlon rost**																
Polietilén*																
Polisztirol*	43	40	37	36	32											
PVC*	49			47	45	41	38	30								
Saran (Polivinilidénklorid)*																
Teflon*																
Viszkózselyem***						25				26		29	32	30	29	31

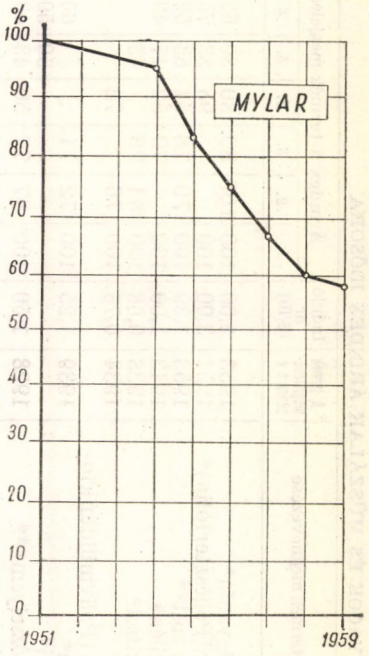
* Forrás: [111]. ** Forrás: [110]. *** Forrás: az 1928–38. évi adatoknál [109], a későbbieknél [114].



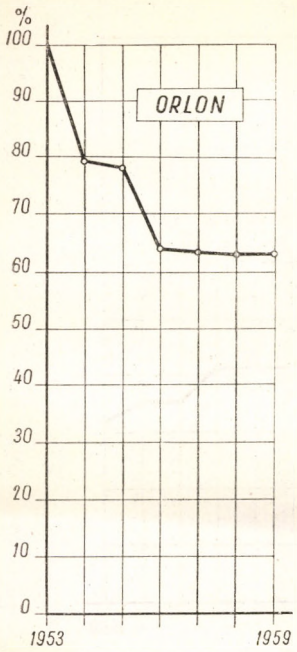
15. ábra. A viszkózselyem áralakulása



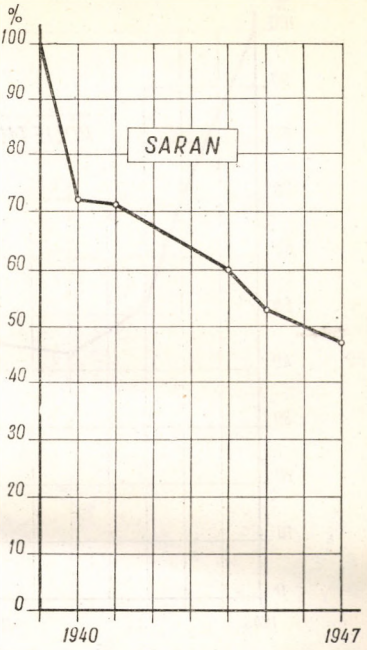
16. ábra. Az epoxigyanta áralakulása



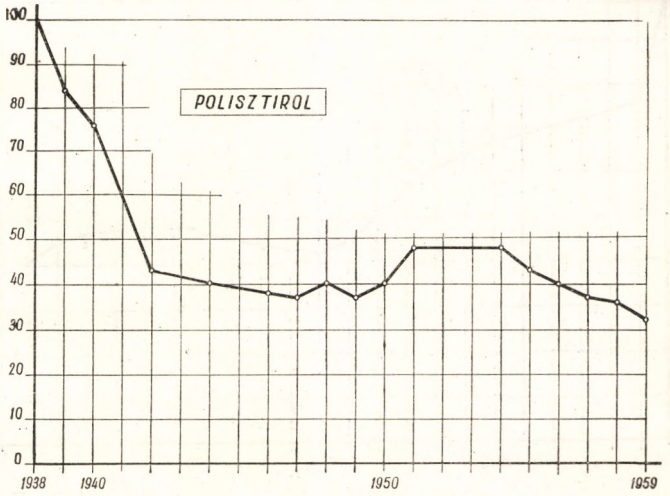
17. ábra. A Mylar áralakulása



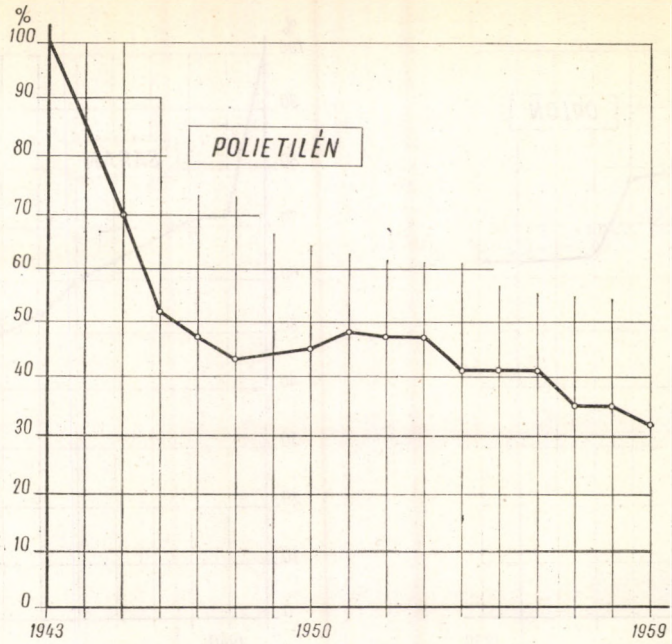
18. ábra. Az Orlon áralakulása



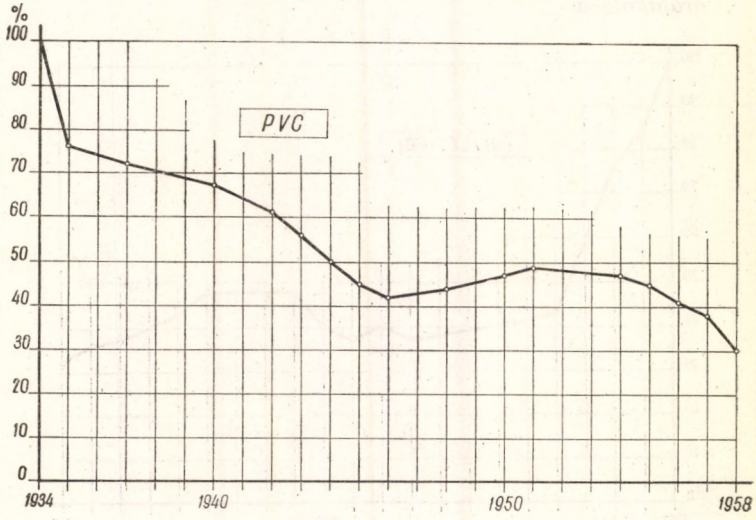
19. ábra. A Saran áralakulása



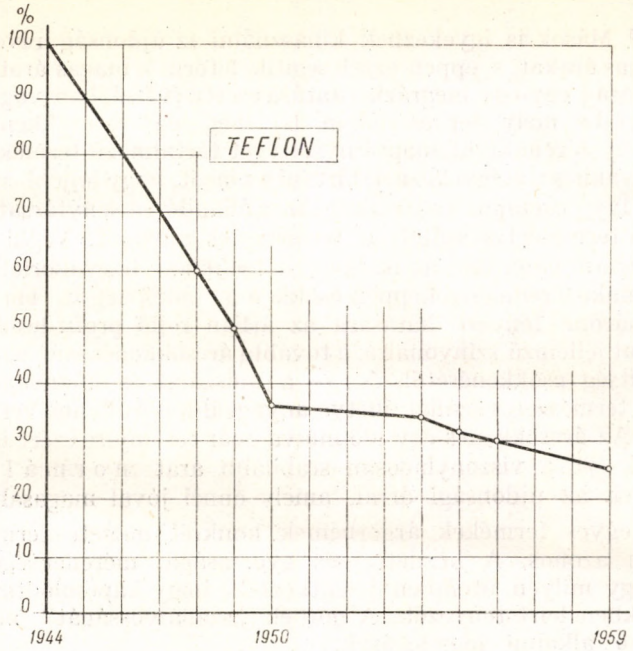
20. ábra. A polisztirol áralakulása



21. ábra. A polietilén áralakulása



22. ábra. A PVC áralakulása



23. ábra. A Teflon áralakulása

Az ábrák bizonyos hasonlóságot mutatnak. *Kivétel nélkül minden ár süllyedő irányzatú;* a megjelenés első évének ára egyúttal a legmagasabb ár. Kezdetben az árcsökkenés általában gyorsabb, utána többnyire lelassul, az ár relatíve stabilizálódik. Különösen jól látszik ez a „szabályosság" a 15., 18., 20., 21. és 23. ábrán, — menetük elég közel áll a *hiperbolához.*

Az áralakulás süllyedő tendenciája közgazdaságilag jól magyarázható.[3] Az új terméknek kezdetben újdonsági ára van. Ez egyfajta monopolár. Az a vállalat, amely elsőként jelent meg a piacon, igyekszik magas árak révén kihasználni az áru újdonságában rejlő vonzóerőt.[4] Az ár ilyenkor jóval az önköltség felett van. Később azonban többféle tényező hat az árcsökkenés irányába. Fokozatosan megszűnik az újdonság varázsa, s megjelennek a konkurrensek. A kínálat erősen nő, gyorsabban, mint a

[3] Lásd *Macskásy—Vidos* [63] dolgozatát.

[4] Az amerikai üzleti nyelven ezt az árpolitikát úgy nevezik: „skimming the cream", a tejszín lefölözése... (Lásd *Dean* [21] könyvét.)

kereslet.[5] Mások is igyekeznek kihasználni az újdonság révén elérhető magas árakat, s éppen ezzel segítik letörni a magas árat. A tőkés gazdaság egy-egy megrázkódtatása esetén (válságban vagy akárcsak kevésbé mély depresszióban is) még inkább csökkennek az árak. Az ilyen rendkívüli magas nyereséget tartalmazó termékek előállítói ugyanis azzal igyekeznek tartani a piacot, hogy lejjebb szállnak az árral. Így próbálják visszaszorítani az állandó versenytársat, adott esetben a természetes szálat, a természetes anyagot. Végül az árcsökkenés irányába hat az is, hogy a technikai begyakorlottság, a kutatómunka eredményeképpen csökken az önköltség is. Ha már az előbbi három tényező hatására az árban rejlő profit lesüllyed a többi árut jellemző színvonalra, a további árcsökkenés már nagyrészt az önköltség csökkenésétől, és — a műszálak és műanyagok esetében a természetes szállal, illetve anyaggal folyó állandó versenytől — függ. Az árcsökkenés egy idő múlva már többnyire ezért lassabb. Nevezzük ezt a viszonylagosan stabilabb árat n o r m á l á r nak, ellentétben az újdonsági árral, amely ennél jóval magasabb.

Az egyes termékek árgörbéinek konkrét menete természetesen nem azonos. A kezdeti esés gyorsasága, meredeksége attól függ, hogy milyen ütemben jelentkeztek, hogy kapcsolódtak össze az előzőkben leírt tényezők. A görbék „szabályosságát" megtörik különböző alkalmi ingadozások.

Az újdonsági árak lemorzsolódása korántsem a műanyag- vagy műszálipar specialitása. Hasonló jelenségek mutatkoznak minden olyan új terméknél, amely iránt kezdetben — a gyártás megindulásakor — az újdonság külön vonzerejének hatására rendkívüli kereslet mutatkozik. Vegyünk pl. egy másik — a magyar export szempontjából igen fontos — iparágat, a *gyógyszeripart*. Vizsgáljuk meg néhány gyógyszer áralakulásának dinamikáját (lásd: 18. táblázatot és 24—29. sz. ábrákat a 241—242. oldalon).

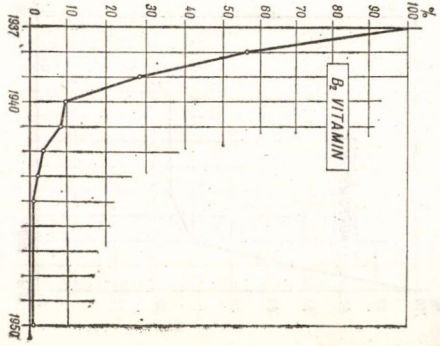
Itt a görbék alakja még inkább hasonlít szabályos hiperbolához, mint a műszálak és műanyagok esetében. A gyógyszerek árrése sokkal meredekebb, mint a műszálaké.

[5] A két tényező a mi esetünkben szorosan összefügg. Ruházati anyagról van szó, amelynek kereslete függ a divattól, ízléstől. Pl. a nylonholmi vonzóbb volt ritkaság korában, mint miután „közönségesebb" viselet lett.

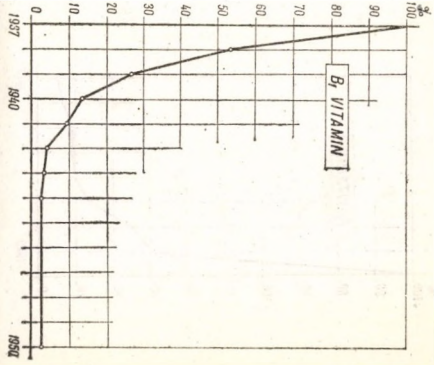
EGYES GYÓGYSZEREK ÁRINDEX IDŐSORA* *18. táblázat*

A gyógyszer megnevezése	A termék megjelenésének éve	Induló ár $-ban	Árindex a termék megjelenése utáni években, ha a megjelenési év (*1.* év) = 100														
			1.	*2.*	*3.*	*4.*	*5.*	*6.*	*7.*	*8.*	*9.*	*10.*	*11.*	*12.*	*13.*	*14.*	*15.*	*16.*
Aureomycin	1948	15/16,25 mg-os kaps.	100	66,7	40,0		34,0	34,0			34,0		12,5	11,8				
B_1 vitamin	1937	7,5/g	100	53,3	26,7	13,3	9,3	4,0	3,3	2,7					2,7			
B_2 vitamin	1937	17,8/g	100	56,2	28,1	9,6	8,4	3,9	2,2	1,1					0,6			
B_6 vitamin	1939	12/g	100	30,8	25,0	16,7	10,0	9,2	9,2	6,7	5,0							
B_{12} vitamin	1949	2500/g	100	40,0				9,6			8,0	3,4	2,6					
Penicylin	1942	20/100 000 egység	100	50,0	4,5	2,5	1,2	0,5	0,3	0,2		0,1	0,04					
Streptomycin	1945	15/g	100	24,7	16,7	6,7	2,7	1,3		1,3	1,3	0,8		0,5		0,3	0,2	0,2

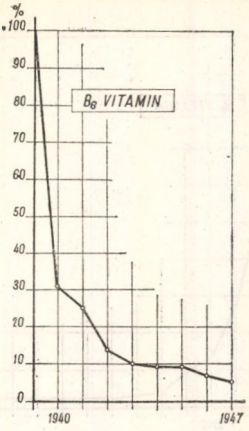
*Források: az 1957 előtti adatok *Dean* [21] könyvéből (421. old.) és az Egyesült Államok kongresszusa elé terjesztett [104] jelentésből erednek. Az 1957 utáni adatokat a Medimpex Külkereskedelmi Vállalat közölte.



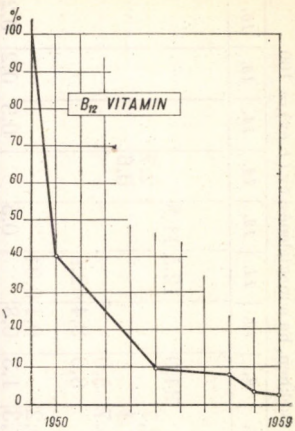
25. ábra.
A B_2 vitamin áralakulása



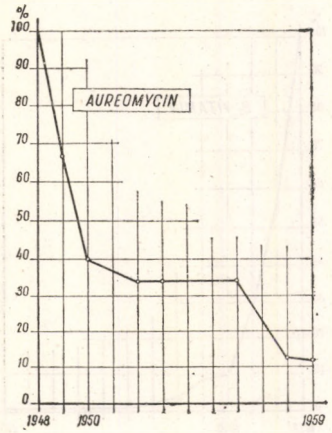
24. ábra.
A B_1 vitamin áralakulása



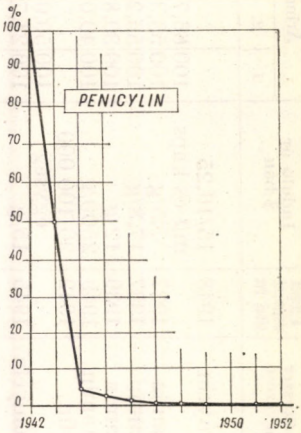
26. ábra.
A B_6 vitamin áralakulása



27. ábra.
A B_{12} vitamin áralakulása



28. ábra.
Az Aureomycin áralakulása



29. ábra.
A penicylin áralakulása

5. §. A BECSLÉS FORMÁJA ÉS TÁMPONTJAI

Az elmondottakból világosan kitűnik, hogy nagy hibát követnénk el, ha számításunkban egyszerűen az új termék újdonsági árát tekintenénk jövendőbeli árnak, hiszen bizonyosra vehetjük, hogy az ár süllyedni fog. Valamilyen módon becslést kell tehát adni az új termék jövőbeli árára.

A műszálgyártási vizsgálat során összesen harminc ilyen becslést végeztünk.[6] Számszerű ismertetésüktől el kell tekintenünk, de röviden vázolok néhány módszertani szempontot, amelyet érdemes hasonló becsléseknél figyelembe venni.

Bizonytalan adatról lévén szó, *célszerű a becslést „-tól-ig" formában megadni.* A bizonytalanság foka annál nagyobb, minél újabb, „fiatalabb", ismeretlenebb termékről van szó és minél távolabbi időre vonatkozik a becslés.

Ha nincs reális lehetőség arra, hogy az új magyar kapacitás még az „újdonságkorszakban" termelni kezdjen, akkor *helyesebb már csupán a lemorzsolódott, viszonylag stabil normál árra becslést adni. Ehhez legfontosabb támpontot adhat a termék önköltségének felmérése.* Az ár nyilván a jövőbeli önköltség felett lesz, viszont addigra az önköltség is valamelyest csökken.

Egyes esetekben azonban reálisan számolhatunk azzal a lehetőséggel, hogy a magyar termék még az „újdonságkorszakban" megjelenik a piacon. Ez esetben *becslést kell adni az újdonsági ár lemorzsolódásának ütemére is;* kb. mikorra várható az újdonsági ár lesüllyedése a normál ár színvonalára. Mivel ezt a becslést is „-tól-ig" formában adjuk meg, végeredményben egy á r s á vhoz jutunk. Ezt szemlélteti a 30. sz. ábra a műszálgyártási vizsgálat egyik árbecsléséről.

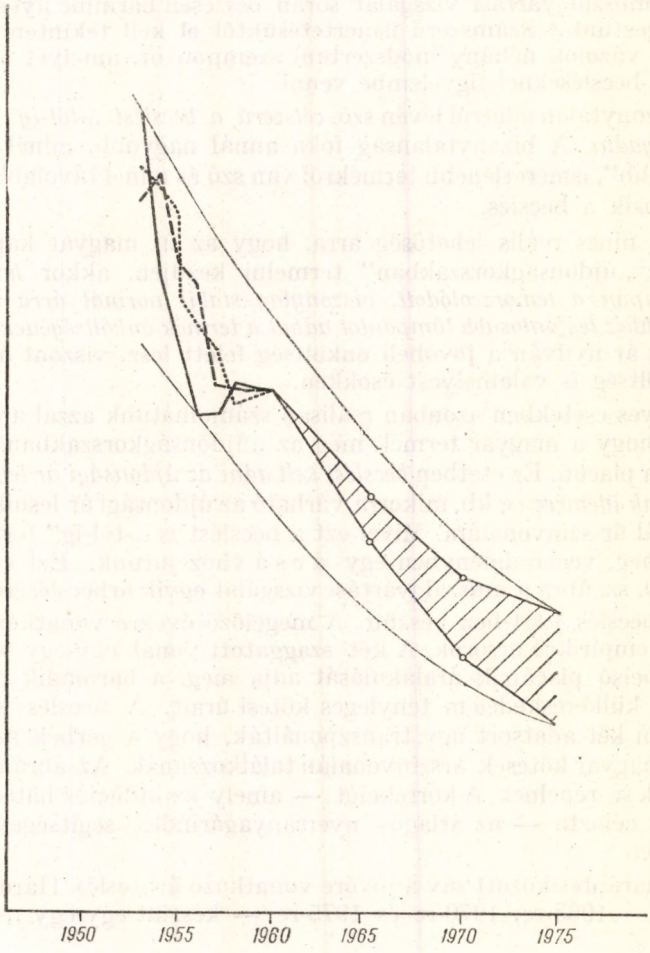
A becslés 1961-ben készült. A megelőző évekre vonatkozó görbék: az empirikus ársorok. A két szaggatott vonal egy-egy külföldi ország belső piacának áralakulását adja meg, a harmadik pedig a magyar külkereskedelem tényleges kötési árait. A becslés készítői az előbbi két adatsort úgy transzponálták, hogy a görbék az 1960. évre a magyar kötések árszínvonalán találkozzanak. Az ábrán korrigált árak szerepelnek. A korrekciót — amely az inflációs hatások kiszűrését célozta — az átlagos nyersanyagárindex segítségével végezték el.

A harántcsíkozott sáv a jövőre vonatkozó árbecslés. Három időpontra — 1965-re, 1970-re és 1975-re — készült egy-egy „-tól-ig"

[6] Hasonló becsléseket dolgozott ki az alumíniumipari termékek várható áraira *Tardos M.* (Kereskedelmi Kamara).

formában megadott prognózis. Az így megadott alsó és felső határpontokat köti össze az ársáv alsó és felső határvonala.

Ebben a konkrét esetben az elmúlt évek tényszámait jelző görbék, valamint az árbecslés sávja jól illeszkedik két hiperbola alakú burkológörbe közé.



30. ábra. Becslés egy műszálfajta jövőbeli áralakulására

Egyes számításokhoz — a felhasznált modell természete szerint — nincs szükség ilyen ársávra. Ehelyett *elegendő egy-két meghatározott jövőbeli időpontra megadni egy-egy „-tól-ig" formájú becslést.*

Végeredményben becsléseinket kétféle információra alapoztuk:

1. Vannak *speciális* ismereteink arról a szálfajtáról, amelynek jövendő áralakulását megbecsüljük. Ezek egyrészt a piaci helyzetre vonatkozó információk (mikor jelent meg a termék a piacon, hogyan alakult az ár eddig, milyen erős a konkurrencia a gyártó cégek között), másrészt műszaki információk (mekkora a termék jelenlegi önköltsége, milyen önköltségcsökkentő technikai újítások jelentek meg stb.). Különösen a már valamennyire „kifutott", régebbi termékkel kapcsolatban fontos a várható technikai-technológiai fejlődés felmérése.

2. Vannak *általános* ismereteink az új termékek árlemorzsolódásának tipikus menetéről. Az új műszálak, az új műanyagok, új gyógyszerek s általában az új termékek „ártörténelmének" analóg jelenségeiből következtethetünk arra, hogy milyen lesz az általunk vizsgált új termék (szálfajta) jövőbeli áralakulása.

Figyelembe kell vennünk az áralakulás tipikus menetét. Ugyanakkor azonban nem szabad elfelejtenünk, hogy nincs merev szabályosság. Abból, hogy pl. az „*A*" szál ára öt év alatt morzsolódott le, nem következik, hogy a „*C*" szálnál is pontosan ugyanennyi idő alatt megy majd végbe ez a folyamat. Az árgörbe menete iparáganként, termékenként eltérő lehet. Ezért az analóg jelenségekből csak nagyon óvatosan szabad következtetni, gondosan tanulmányozva a közelebbről vizsgált termékre vonatkozó speciális információkat.

Tudjuk, hogy árbecsléseink nem biztosak; néha a valóság jelentősen eltér majd a becsléstől. Valószínű azonban, hogy gondos becslés esetén többnyire jól megközelíthetjük a valóságot. Mindenesetre összehasonlíthatatlanul közelebb lesznek a valósághoz, a realitáshoz az ilyen becsült adatok alapján végzett számítások, mint a jelenleg szokásosak, amelyek — a kérdést rendkívül leegyszerűsítve — a jelenlegi árakkal számolnak.

Jellegzetes példa erre a „B_{12}"-vitamin gyártását kibővítő beruházás esete. Határozat született arra, hogy az egyik gyógyszergyárban jelentősen növelni kell e vitamin gyártását. A beruházás tetemes összeget igényelt. Amikor a számítás készült, 1957-ben a „B_{12}" ára 200 dollár/g volt. Ez az adat szerepelt a gazdaságossági számításban, amely így rendkívül gazdaságosnak jelezte a beruházást. Azóta azonban, 1959-re a „B_{12}" ára 65 dollárra süllyedt, ami nyilván alapvetően megváltoztatta a létesítmény tényleges gazdaságosságát.

Azt szokták mondani, hogy utólag könnyű okosnak lenni. A „B_{12}" árának csökkenését azonban előre lehetett volna látni, ha nem is pontosan, de legalábbis fő irányzataiban. Elég rápillantani a 24—30. sz. ábrákra, hogy ezt elismerjük.

Ez az eset is rávilágít arra, hogy érdemes a jelenlegi árak rutinszerű, gépies alkalmazása helyett komoly erőfeszítést tenni a várható árváltozási tendenciák reális becslésére. Ez természetesen szükségessé teszi a külkereskedelmi piackutatási apparátus megfelelő fejlesztését is.

XXI.
FEJEZET

Óvatosság és kockázatvállalás a beruházási döntésben[1]

1. §. A „-TÓL-IG" ADATOK FELHASZNÁLÁSA A PROGRAMOZÁSI MODELLEKBEN

Az előző fejezetekben ismételten szó esett „-tól-ig" formában megadott adatokról. Különböző utakon, különböző megfontolások alapján jutottunk ilyen adatokhoz a műszaki becsléseknél, a jóváhagyási dokumentumokban szereplő adatoknál, a világpiaci áraknál. Végeredményben azonban *egységes formában* fejeződött ki az adatok bizonytalansága: egyetlen érték helyett két határral, egy adattartománnyal jellemeztük nagyságukat.

Mindmostanáig nyitvahagytuk azonban azt a kérdést, hogy hogyan kell a „-tól-ig" formában megadott adatokat felhasználni a beruházásprogramozási modellekben. Hogyan kell ezeket a bizonytalan adatokat beépíteni a modell korlátozó feltételeibe és célfüggvényébe?

Tulajdonképpen vissza kell térnünk ahhoz az általánosabb kérdéshez, amelyet a bizonytalan adatokról szóló fejtegetések legelején már felvetettem, s amelyet most újra felteszünk: *hogyan döntsön beruházási problémákról a gazdasági vezetés, ha a döntés következményei — legalábbis részben — bizonytalanok?*[2]

[1] A biztonsági programozással kapcsolatos elgondolásokat, amelyeket ez a fejezet ismertet, *Lipták T.* matematikussal együtt dolgoztuk ki, a műszálgyártási kutatás keretében.

[2] Matematikusok és matematikai statisztikusok az utóbbi évtizedekben foglalkoztak hasonló jellegű problémákkal. Az úgynevezett

Természetesen mindaz, amit a most következőkben ezzel kapcsolatban elmondok, semmiképpen sem jelenti a probléma megnyugtató megoldását, csupán első kísérletnek, vitaindítónak tekinthető.

Forduljunk ismét beruházási programozási modelljeink felé. A kínálkozó sokféle eljárás közül hármat ismertetek. Mindhárom egy-egy b i z t o n s á g i s t r a t é g i a kifejeződése. Biztonsági stratégiának nevezzük ezen a helyen a döntést hozó szerv magatartását a beruházási döntéssel kapcsolatos bizonytalansággal szemben.

2. §. PROGRAMOZÁS A KÖZÉPÉRTÉKEK ALAPJÁN

Az egyik lehetséges eljárás az, amikor a „-tól-ig" formában megadott adattartomány *középértékét* helyettesítjük be a szimbólumok helyébe a programozás végrehajtása során.

döntési elmélet vizsgálatainak középpontjában a következő kérdés áll: mi az ésszerű magatartás olyan helyzetben, amikor valamely döntés konzekvenciája bizonytalan, nemcsak a döntést hozótól függ. Az ezzel kapcsolatos legfontosabb, úttörő munka hazánkfia, *Neumann János* a világhírű matematikus és *O. Morgenstern* [79] könyve. E könyvet követően számos más fontos mű is megjelent ebben a tárgykörben. (Lásd pl. a [14], [86] és [88] munkákat.) A döntési elmélet fejlődéséről áttekintést ad [2], [72] és [58]. Ez utóbbi részletes bibliográfiát is tartalmaz.

A döntési elmélet kérdésfeltevései, matematikai megformulázásai gondolatébresztők. Módszereik felhasználásának azonban korlátot szab vizsgálódásaink más, az említett művekétől eltérő jellege. A döntési elmélettel foglalkozó szerzők rendszerint nagyon absztrakt kérdésfeltevések alapján, nagyon általános posztulátumokhoz igazodva keresik az ésszerű döntés ismérveit. 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 feladatok megoldásához.

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

A most következő §-okban 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 gyakorlati oldala felé fordítjuk.

Ha pl. 2000 tonnás kapacitás esetén a beruházási költség a *j*-edik tevékenységnél 80—120 millió forint, akkor a programozásban 100 millió forinttal számolunk.

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 millió forintos adatot írják a tervezetbe.

Ennek az igen egyszerű eljárásnak azonban nagy hátránya, hogy ilyen módon *elsikkad a relatív eltérés a különböző alternatívák bizonytalansági foka között.* Tegyük fel, hogy két alternatívánk van: az elsőnél 70—130 millió a beruházási költség, a másiknál 90—110. Az elsőnek adatait csupán a szakirodalomból ismerjük, tehát bizonytalanabb, a másodikat közvetlen megfigyelésből is. Az egyszerűség kedvéért tegyük fel, hogy egyéb szempontból (üzemeltetési költség, stb.) a két alternatíva egyenlő. A beruházási költség középértéke mindkettőnél egyaránt 100 millió forint. Ha tehát kizárólag a középértéket vesszük számításba, a különbség elsikkad, holott nem közömbös, hogy az elsőnél esetleg 30 millióval lépjük túl a középértéket, míg a másodiknál legfeljebb 10 millióval.

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

3. §. PROGRAMOZÁS A KEDVEZŐTLEN HATÁRÉRTÉKEK ALAPJÁN

A második eljárás lényege az, hogy minden becsült adatnál a kedvezőtlenebb határértéket állítjuk be. Ez — közgazdasági tartalma szerint — költségnél, ráfordítási jellemzőnél a felső, bevételnél, teljesítményjellemzőnél az alsó határérték.

Ennek az eljárásnak az alkalmazása beruházási programozási modelljeinknél a következőket jelenti:

1. A beruházási erőforrásokkal kapcsolatos feltételekben a várható legmagasabb fajlagos beruházási, építési, illetve devizális költséggel számolunk. (A kibocsátási kötelezettségeket, a termékmérlegeket reprezentáló korlátozó feltételek együtthatói rendszerint biztos, vagy nem túl bizonytalan adatok. Ezeknél többnyire elegendő a középértékkel számolni.)

2. A célfüggvényben szereplő együtthatók meghatározásakor az elérhető legalacsonyabb hozadékkal, illetve legmagasabb költséggel számolunk.

Ez az eljárás a maximális biztonság stratégiáját fejezi ki. A módszer alkalmazása akkor jogosult, ha a lehető legnagyobb fokú óvatosságot kívánjuk tanúsítani döntéseinkben. Mit is jelent tulajdonképpen az optimális program ennél az eljárásnál? *A programozás ilyenkor azokat az alternatívákat részesíti előnyben, amelyek még a legrosszabb esetben is aránylag a legjobbak.*[3]

Visszatérve a 2. §-ban ismertetett példára, ott mindkét alternatívánál a 100 millió forintos középértéket kellett beállítani a számításba. Ezzel szemben itt az első alternatívánál 130 millió forintot, a másodiknál viszont csak 110 millió forintot állítunk be. Az azonos középérték ellenére lényegesen kedvezőbbnek mutatkozik a számításban a *biztosabb* alternatíva.

4. §. PROGRAMOZÁS BIZTONSÁGI ÉRTÉKEK ALAPJÁN

Tegyük fel, hogy költségminimalizálási modellünk van. A ténylegesen megvalósuló egységköltség jelölése $\hat{c}_j$. Pontos nagyságát nem ismerjük, csupán azt az alsó és felső határt, amelyek között valahol elhelyezkedik:

(XXI. 1) $$\underline{c}_j \leqq \hat{c}_j \leqq \overline{c}_j.$$

A középérték ($\tilde{c}_j$) értéke:

(XXI. 2) $$\tilde{c}_j = \frac{\underline{c}_j + \overline{c}_j}{2}.$$

Eljárásunk lényege az, hogy a bizonytalan nagyságú $\hat{c}_j$ egységköltség helyett a célfüggvényben a konstans c_j értéket szerepeltetjük, amelyet a következő képlet szerint határozunk meg:

(XXI. 3) $$c_j = \tilde{c}_j + (\overline{c}_j - \underline{c}_j)(\vartheta - 0{,}5) = \tilde{c}_j \left[1 + \frac{\overline{c}_j - \underline{c}_j}{\tilde{c}_j}(\vartheta - 0{,}5)\right]$$

$$(0{,}5 < \vartheta < 1),$$

ahol ϑ a biztonsági szint. Az így kiszámított célfüggvénybeli együttható (c_j) az egységköltség biztonsági értéke. A középértékhez hozzáadott $(\overline{c}_j - \underline{c}_j)(\vartheta - 0{,}5)$ kifejezést bizonyta-

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

lanási pönálének nevezem. Legyen pl. a bizonytalan nagyságú egységköltség alsó határa 60, felső határa 80, a biztonsági szint pedig 75%. Ez esetben a célfüggvénybe beállított érték: $c_j = 70 + + (80 - 60)(0{,}75 - 0{,}5) = 75$.

Végeredményben az egységköltség biztonsági értékét oly módon számítjuk ki, hogy a középértékhez hozzáadunk egy kalkulatív, „szimbolikus" többletet, a bizonytalansági pönálét. Ennek nagysága két tényezőtől függ:

A bizonytalansági pönálé mindenekelőtt függ a *j*-edik tevékenységre jellemző bizonytalansági foktól. A pönálé annál nagyobb, minél nagyobb az alsó és felső határ közötti különbség. Ha az adat abszolút biztos, akkor az alsó és felső határ egybeesik, tehát a pönálé nulla.

A bizonytalansági pönálé függ továbbá a megkövetelt biztonsági szinttől. Minél közelebb van $\hat{v}$ 1-hez, annál közelebb kerül a biztonsági érték a felső határhoz. *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.[4] Ez — ellentétben az első eljárással (középérték) — nem mellőzi a biztonsági szempontokat, viszont — ellentétben a második eljárással — nem törekszik maximális biztonságra sem; nem a lehető legpresszimistább értékkel számol.

A (XXI. 3) képletben kikötöttük, hogy $\hat{v}$ határozottan nagyobb 0,5-nél és határozottan kisebb 1-nél. Mi a helyzet akkor, ha $\hat{v} = 0{,}5$? Ez esetben az egységköltség azonos a középértékkel. Az eljárás tehát azonossá válik azzal, amit a 2. §-ban leírtam.

Ha viszont $\hat{v} = 1$, akkor az egységköltség azonos a felső határral. Az eljárás tehát azonossá válik a 3. §-ban leírtakkal.

Ha tehát $\hat{v}$ nagyságára azt az általánosabb kikötést tesszük, hogy $0{,}5 \leqq \hat{v} \leqq 1$, akkor, a 2. és 3. §-ban vázoltakat a mostani eljárás két *határesetének* tekinthetjük.

A gyakorlatban célszerű lehet a különböző biztonsági stratégiák kombinációját alkalmazni a programozási feladat számszerű jellemzőinek meghatározásakor. Így pl. a műszálgyártási kutatás egyik számításában a következő megoldást választottuk:

[4] Az itt leírt korlátozott biztonsági stratégia bizonyos rokonságot mutat *Hurwicz* [33] és *O. Lange* [49] elgondolásaival, bár egyikkel sem azonos.

Egyébként az említett művek hazai könyvtárban nem álltak rendelkezésre; mindkettőre csupán más művekben olvashattunk utalást: Hurwicz elgondolására *Luce—Raiffa* [58] könyvében, Lange-ére pedig *Lutz* [62] könyvében.

A célfüggvényben az egységköltség biztonsági értékét szerepeltettük, viszont a beruházási erőforrásokat korlátozó feltételeknél „pesszimista" módon határoztuk meg az együtthatókat. Eszerint a beruházási keretekre vonatkozóan érvényesítettük a maximális biztonság elvét, annak a meggondolásnak az alapján: e keretek hivatása gondoskodni arról, hogy a szektor fejlesztése semmi esetre se vegyen több erőforrást igénybe az előirányzottnál. A többi korlátozó feltételben szereplő becsült adatokat — az egyszerűség kedvéért — a középérték alapján határoztuk meg.[5]

5. §. ÓVATOSSÁG ÉS KOCKÁZATVÁLLALÁS

Az előbbiekben háromféle biztonsági stratégiáról szóltunk: *1.* a biztonsági szempontok mellőzése, *2.* a maximális biztonság és *3.* a korlátozott biztonság stratégiájáról. Az utóbbinak több fokozata van, aszerint, milyen biztonsági szintet követelünk meg.

Melyik stratégiát célszerű alkalmazni?

A kérdés a gazdaságpolitikának igen lényeges, mély problémáihoz vezet; olyanokhoz, amelyeket eddig nemigen tárgyalt a közgaz-

[5] Figyelemre méltó, hogy a (XXI. 3) képletben jelzett eljárás interpretálható a valószínűségszámítás „nyelvén" is. A bizonytalan adatot (jelen esetben a bizonytalan nagyságú egységköltségre vonatkozó becslést, c_j-t) valószínűségi változónak tekintjük. Mivel közelebbi információval nem rendelkezünk, feltesszük: *egyenlő* a valószínűsége annak, hogy az egységköltség a $[\underline{c_j}, \overline{c_j}]$ tartomány bármely értékét felveszi. Más szóval: egységköltségünk az *egyenletes eloszlású* valószínűségi változók kategóriájába tartozik. Ilyen értelmezés mellett a biztonsági érték e valószínűségi változó $\hat{v}$-kvantilise. (Erről a fogalomról már a XIX. fejezetben szó esett.) Lássunk néhány példát:

Ha $\hat{v} = 0{,}5$, akkor a biztonsági érték egybeesik a középértékkel. Ez esetben 50% a valószínűsége annak, hogy a *tényleges* egységköltség nem lesz több, mint a programozásnál *kalkulált* egységköltség.

Ha $\hat{v} = 0{,}75$, akkor 75% a valószínűsége annak, hogy a tényleges egységköltség nem lesz több, mint a programozásnál kalkulált egységköltség.

Végül, ha $\hat{v} = 1$, akkor 100% a valószínűsége annak, hogy a tényleges egységköltség nem lesz több a kalkuláltnál.

A valószínűségre vonatkozó fenti megállapítások csak akkor helytállóak, ha a becslés helyesen határozta meg az alsó és felső határt, s ha jogosult az egyenletes eloszlásra vonatkozó feltételezés. Mindaddig, amíg a becslést végző szakértők nem képesek a „-tól-ig" adaton kívül további információt adni (tehát pl. nem tudják megmondani, vajon a középérték megvalósulásának nagyobb-e a valószínűsége, mint az alsó és felső határértéknek), az egyenletes eloszlás feltételezése *első hozzávetőleges megközelítés*nek tekinthető.

Más meggondolások amellett szólnak, hogy a bizonytalan, becsült adatot ne egyenletes, hanem más — pl. *normális* eloszlású — valószí-

dasági irodalom. Ez a kérdéscsoport: a kockázatvállalás és az óvatosság jelentősége a tervgazdaság beruházási döntéseiben.

A kapitalizmusban egy súlyosan elhibázott beruházási döntés a vállalkozó bukásával járhat. A szocialista tervgazdaságban a „vállalkozót", 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 sokakban — kimondatlanul — az az illúzió támad, hogy a beruházási döntés nem is jár kockázattal.

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

nűségi változóval reprezentáljuk. Kétségtelen ugyanis, hogy a becslést végző szakértők rendszerint nem tartják egyenlően valószínűnek a „-tól-ig" tartomány bármely értékének bekövetkezését. A becslést végzők többnyire azzal számolnak, hogy a középérték megvalósulásának nagyobb a valószínűsége, mint az alsó és felső határnak. Ugyanakkor nem tekintik teljesen kizártnak, hogy a ténylegesen megvalósuló érték az alsó határ alá, vagy a felső határ fölé tolódhat, bár persze, becslésük szerint, ennek esélyei igen csekélyek. Ha a becslést végző szakértők erre számítanak, akkor az adat bizonytalansága jól reprezentálható normális eloszlással.

Esetleg alkalmazható az úgynevezett *csonkított normális* eloszlás is. Ennek jellegzetessége, hogy adva van egy alsó és felső határ, amelyet a valószínűségi változó semmiképpen sem lép át, de a határhoz közeleső értékek bekövetkezésének csekély a valószínűsége; kisebb, mint a középértéké.

Mindkét esetben a (XXI. 3) képletet értelemszerűen módosítani kell.

A fenti értelmezés esetén a bizonytalanság reprezentálása valószínűségi változóval nem a becslést végző szakértő óhajait fejezi ki, hanem — korrekt becslés esetén — szakmai ismereteken, *reális, empirikus tapasztalatokon* alapuló prognózist egy jövendőbeli objektív (de nem pontosan ismert) folyamatról.

Hangsúlyozni szeretném: a korlátozott biztonság stratégiája értelmez*hető* a valószínűségszámítás apparátusával, *de nincs szükségképpen ehhez az értelmezéshez kötve.* A becslés bizonytalanságának reprezentálása valószínűségi változóval vitatható elgondolás, amely mindenképpen további vizsgálatot igényel. A korlátozott biztonság stratégiája ettől függetlenül is alkalmazható. Természetesen ebben az esetben nem szabad a biztonsági szint, biztonsági érték stb. fogalmához a valószínűségre vonatkozó elképzeléseket társítani.

Miben rejlik mármost a kockázat?[6] Először néhány példán világítom ezt meg. Tegyük fel, hogy elhatározzuk egy bizonyos technológia alkalmazását. Mire a beruházás befejeződik, a világtechnika fejlődése újabb, gazdaságosabb technológiát hozott létre, vagyis az általunk bevezetett viszonylag elavult. Nem abszolút rossz, amit megvalósítottunk, de nem a lehető legjobb. Egy másik példa: bevezetjük egy eddig importált termék hazai gyártását, mert az import relatíve drága a hazai termelés várható költségeihez képest. A hazai gyártás sok deviza megtakarítását ígéri. Mire elkészültünk, 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, illetve devizabevételt biztosító beruházási lehetőségek.

Mit értünk tehát a k o c k á z a t fogalmán? *A mi viszonyaink között a beruházási döntés kockázatának nevezhetjük azt a potenciális veszteséget, amely akkor éri a népgazdaságot, ha a gazdasági vezetés nem az utólag optimálisnak bizonyuló döntést hozta meg. A kockázat a bizonytalanság következménye.* Ha a beruházási döntés minden konzekvenciája teljesen biztos lenne, akkor nem járna kockázattal.[7]

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

1. Vállalja, mert nem tehet mást. Ez az eset akkor áll fenn, 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 alternatíva között. A bizonytalan természetesen nem kerülhet szóba, ha jó esetben ugyanolyan kedvező, mint a biztos, rossz esetben pedig kedvezőtlenebb. Tegyük fel például, hogy azonos kapacitású, azonos üzemeltetési költségű gyár építhető két műszaki variáns alapján. Az elsőnél a beruházási költség biztosan 100 millió forint, a másodiknál bizony-

[6] A kockázatvállalás, a rizikó szónak kellemetlen mellékzöngéje 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.

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

Egyes szerzők a rizikót kifejezetten szembeállítják a bizonytalansággal; az előbbit mérhetőnek, az utóbbit mérhetetlennek tekintik. (Lásd pl. *Knight* [36] művét.) A fenti definíció viszont a kockázatot a bizonytalanság *következményének* tekinti.

talan: 100 és 130 millió forint között lesz. Nyilvánvalóan értelmetlen lenne az utóbbit választani. Érdemes azonban megfontolni a bizonytalan alternatíva választását, ha az rossz esetben ugyan kedvezőtlenebb a biztosnál, de jó esetben lényegesen kedvezőbb annál. Az előbbi példát módosítva: a biztos alternatívánál a beruházási költség 100 millió, a bizonytalannál pedig 80—120 millió. Ilyenkor a bizonytalan alternatívában van kockázat, *potenciális veszteség* (legfeljebb 20 millió forint), de van esély *potenciális nyereségre* is (ez is legfeljebb 20 millió forint).[8] A gazdasági vezetés ilyenkor *önként* vállalja a kockázatot (szemben az előbbi kényszerű kockázattal) a potenciális nyereség reményében.

A választás ilyenkor a következő kérdésre vezethető vissza:

Mekkora potenciális nyereség kárpótol adott potenciális veszteségért?

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 a jól tervezhető, biztos alternatívák helyett nehezebben tervezhető, bizonytalan alternatívákat választani, még akkor is, ha az utóbbiak potenciális nyereséget eredményezhetnek?*

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

A tervgazdaság számára, amely aprólékosan 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 ugyanis — a közvetlen veszteségen túl — az összefüggő mérlegrendszer, az általános egyensúly megzavarása révén, messze „továbbgyűrűző" veszteségeket is okozhat.

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

Emlékezzünk vissza a (XXI. 3) képletben szereplő *bizonytalansági pönáléra*, amelynek nagysága egyebek között a bizonytalanság foká-

[8] A „nyereség" fogalmát itt széles értelemben használom; gazdasági előnyt, társadalmi megtakarítást jelent. A „nyereség" szónak tehát e helyen nincs köze az állami költségvetésbe befizetendő vállalati nyereséghez.

tól függ. Most már látjuk: ez a pönálé a szocialista tervgazdaság reális követelményét fejezi ki matematikai formában: a tervezés szempontjából objektíve hátrányt jelent a bizonytalanság.

Ebből nem következik az, hogy eleve csak a biztos, vagy relatíve legbiztosabb alternatívát szabad választani. A választás a várható potenciális nyereségtől is függ. A szocialista tervgazdaságban kezdeményezésre, merész vállalkozó szellemre van szükség; súlyos hiba lenne, ha a beruházási döntéseken túlzott „falmelletti" óvatosság uralkodna, amely fél minden újszerű, s ezért kockázattal járó lépéstől.[9]

Az előbb elutasítottuk az egyik végletet, a túlzott óvatosságot. El kell azonban utasítani a másik végletet is, a vakmerőséget, a felelőtlen, „hazárd" kockázatvállalást. Mi lenne, ha csupa nagy kockázattal járó beruházásba fognánk? Reális veszély, hogy a körülmények kedvezőtlen összejátszása esetén egy időben sok beruházás potenciális veszteséggel valósul meg, ami komoly megrázkódtatást okozhat.

A tervgazdaság sok száz beruházást hajt végre egyszerre. Ennek ellenére sem lehet biztosan számítani a siker és a hibák kiegyenlítődésére, mert a beruházási tevékenységek *nem függetlenek* egymástól. Egy-egy beruházásnál mutatkozó súlyosabb hiba esetleg „továbbgyűrűzhet", kihathat más beruházásokra is. Például egy építkezés elhúzódása akadályozza az építőipari gépek áthelyezését más beruházáshoz, az új létesítmény késedelmes üzembehelyezése fennakadásokat okoz más területeken stb.[10]

A kockázatvállalás ésszerű határait a népgazdasági tervben tudatosan képzett tartalékok (anyag-, kapacitás-, áru-, deviza stb. tartalékok) szabják meg. E tartalékoknak többféle hivatásuk van; többek között biztosítják, hogy egyes beruházások esetleges balsikere se vezessen a népgazdasági egyensúly megingásához.

Milyen következtetés vonható le az eddig ismertetett alapelvekből a javasolt eljárásokra nézve?

Mindenekelőtt leszögezhető, hogy általában túlzás lenne a maximális biztonság stratégiáját alkalmazni, azaz kedvezőtlen határértékek alapján programozni. Ez túl óvatos, pesszimista gazdaságpolitika lenne. Ugyanakkor viszont hiba lenne a biztonsági szempontokat mellőző stratégiát alkalmazni, azaz a középértékek szerint programozni. Ez lebecsülné a túlzott kockázatvállalás veszélyeit, s általában a biztonság előnyeit.

[9] Több szerző bírálja a „minimax-stratégiát" pesszimista jellege miatt. (Lásd pl. *Arrow* [2], *Chernoff* [14] és *Savage* [86] műveit.)

[10] Ebben az értelemben nem tekinthetjük az egyes beruházásokat egymástól *szigorúan független* eseményeknek. Többek között emiatt is csak kellő fenntartásokkal alkalmazható a valószínűségszámítás apparátusa a beruházásgazdaságossági számításokkal kapcsolatban.

Az itt kifejtett meggondolások a korlátozott biztonság stratégiája, a biztonsági értékek alapján történő programozás mellett szólnak. Ez jól kifejezheti a sem túl óvatos, sem túl vakmerő magatartást a beruházási döntésekben rejlő kockázattal szemben.

Meg kell azonban jegyeznem, hogy e stratégia alkalmazásának célszerűsége ezzel nem tekinthető bizonyítottnak. Könyvemben csak háromféle stratégiát írtam le, de a szakirodalomban ismeretesek más elgondolások is. Vitákra, további kutatásra van szükség e bonyolult probléma tisztázása érdekében.

6. §. EGY KIS KÖZVÉLEMÉNYKUTATÁS

Ha el is határoztuk a korlátozott biztonság stratégiájának alkalmazását, nyitva marad a kérdés: hány százalékos biztonsági szinttel számoljunk? A jellemző álláspontok felderítése céljából 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 szerkesztettük 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, a beruházási költség *biztos*. A *2.* alternatíva jellemzője: a költségek nagysága *bizonytalan*, csupán az alsó és felső határt ismerjük. Pontosabban: ismerjük a középértéket és tudjuk, hogy attól a lehetséges eltérés legfeljebb ±20%.

Tegyük fel, hogy öt esetben kerülünk ilyen választási probléma elé. Az 1. alternatíva beruházási költsége mind az öt esetben azonos, ezzel szemben a 2. alternatíváé mindig más. Az öt választási problémát a 19. sz. táblázat foglalja össze.

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. Melyik előnyösebb azonban az *A)*, *B)*, *C)* és *D)* esetben?

Láthatjuk, hogy az *A)*-tól az *E)* probléma felé haladva egyre kisebb a 2. alternatíva költségének középértéke. Kérdés: melyik eset-

19. táblázat

VÁLASZTÁSI PROBLÉMÁK BIZTOS ÉS BIZONYTALAN ALTERNATÍVÁK KÖZÖTT

Esetek	1. alternatíva beruházási költsége	2. alternatíva beruházási költsége	
		középérték	„-tól -ig"
A)	100	98,5	79—118
B)	100	94,5	76—113
C)	100	90,0	72—108
D)	100	86,5	69—104
E)	100	83,5	67—100

nél kompenzálja a 2. alternatíva kisebb középértéke, s jóval kisebb alsó határértéke azt a veszélyt, hogy a beruházási költség esetleg (nem biztos!) 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 —, akik rendszeresen állást foglalnak beruházási döntésekkel kapcsolatban. A megkérdezettek különböző tárcákhoz 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 kérdések megválaszolása mindig szóbeli „interjú" formájában zajlott le. Sorra vettük a választási problémákat *A)*-tól *E)*-ig és állásfoglalást kértünk.

20. táblázat

A BIZONYTALAN KONZEKVENCIÁJÚ DÖNTÉSSEL KAPCSOLATOS KÖZVÉLEMÉNYKUTATÁS EREDMÉNYE

Melyik esetnél nem ragaszkodik már az 1. alternatívához	Hányan feleltek így?	
	fő	%
A)	0	0
B)	9	45
C)	9	45
D)	0	0
E)	2	10

A válaszok meglehetősen egyöntetűek voltak. Az eredményeket a 20. sz. táblázat foglalja össze. A táblázatban csak azt kellett feltüntetni, hogy a megkérdezett melyik választási problémánál veti el az 1. alternatívát, s áll át a 2. alternatíva pártjára vagy legalábbis melyik problémánál kezd ingadozni, melyiknél érzi körülbelül egyformán kedvezőnek a két alternatívát. Ha pl. a

B) esetben már nem ragaszkodik az 1. alternatívához, akkor — a példa megszerkesztéséből következően — nyilván nem választhatja a *C)*, *D)* esetekben ismét ezt.

Mit jelent a közvéleménykutatás eredménye a biztonsági szint szempontjából? A 21. sz. táblázat azt mondja meg, hogy hány százalékos biztonsági szint követelményének felel meg a megkérdezettek állásfoglalása.[11]

21. táblázat

A BIZTONSÁGI SZINTRE VONATKOZÓ KÖVETKEZTETÉS

Melyik esetnél nem ragaszkodik már az 1. alternatívához?	Ez milyen biztonsági szintnek felel meg? (%-ban)
A)	legalább 54
B)	„ 65
C)	„ 78
D)	„ 89
E)	„ 100

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. Mindenesetre a szóbeli „interjúk" során nyomatékosan hangsúlyoztuk: itt egy elméleti esetről van szó, amelyben feltételezzük a „-tól-ig" formában adott becslés szigorú tárgyilagosságát; az előirányzattól való mindkét irányú eltérés esélye teljesen egyenlő. A megkérdezettek tehát e feltételezés tudatában feleltek.

A válaszokban figyelemre méltó, hogy az *A)* esetnél még valamennyi megkérdezett ragaszkodott az 1. alternatívához. Eszerint senki sem értett egyet 54%-os vagy ennél is alacsonyabb biztonsági szinttel.

Amint láttuk, a 2. alternatíva középértéke még az *A)* esetben is alacsonyabb, mint az 1-é. A megkérdezettek mégis határozottan

[11] Egy példával világítom meg, hogy milyen gondolatmenet vezet el a biztonsági szintre vonatkozó következtetéshez. Vegyük a *C)* problémát.

Ha a megkérdezett a *C)* esetben a két alternatívát egyformán jónak tartotta, akkor a maga részéről éppen 10 millió forint bizonytalansági pönáléval 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 (XXI. 3) képletbe helyettesítve: $100 = 90 + + (108—72)\ (\hat{v} — 0{,}5)$. Az egyenletet $\hat{v}$-ra megoldva: $\hat{v} = 78\%$.

Ha tehát a megkérdezett a *C)* esetben már nem ragaszkodott az 1. alternatívához, akkor *legalább* 10 milliós bizonytalansági pönáléval sújtotta a 2. alternatívát, vagyis legalább 78%-os biztonsági szintet követelt.

A válaszokból hasonlóképpen vezethető le a többi esetben is a megkövetelt biztonsági szint.

a biztosat választották. Számukra a 21 millió forintos potenciális nyereség nem kompenzálta a 18 milliós potenciális veszteséget. Számukra 1 millió forint *nem egyenlő* 1 millió forinttal, sőt 21 millió is kevesebb 18 milliónál, amennyiben az előbbi potenciális nyereség, az utóbbi pedig potenciális veszteség. Ebben egyfajta *húzódozás mutatkozik a kockázattal szemben, más szóval, a biztonság előnyben részesítése, preferálása a bizonytalansággal szemben.*

Ezt végeredményben úgy tekinthetjük, mint a *biztonsági szempontokat mellőző stratégia határozott, egyöntetű elutasítását a megkérdezettek részéről.* (Mint korábban említettem, a középértékkel való számolás 50%-os biztonsági szintnek felel meg — miközben a megkérdezettek egyikének sem volt elég az 54%-os szint.)

A furcsa csupán az, hogy lényegében ezt az elutasított stratégiát alkalmazzák a szokásos gazdaságossági számítások, amikor (korrekt becslés esetén) egyszerűen a középértékkel számolnak. Ez arra vall, hogy ha a gazdasági vezetők *végiggondolják* a biztonság és a kockázatvállalás problémáját — s erre késztette őket kérdéseink megválaszolása —, akkor jól látják, hogy nem szabad mellőzni a biztonsági szempontokat. Kvalitatíve persze figyelembe veszik ezt a szempontot a tényleges döntéseknél is. A gazdaságossági számítások eddigi módja azonban nem tárta eléjük kvantitatív formában is ezt a problémát, ellenkezőleg, elrejtette előlük.

Nézzük az ellenkező végletet. Mindössze ketten voltak, akik csupán az *E)* esetben választották a 2. alternatívát, míg a többi esetben kitartottak az 1. alternatíva mellett. Ezek tehát gyakorlatilag a maximális biztonság stratégiáját fogadták el. Az illetők a beszélgetés során ki is fejtették, hogy 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 100%-os biztonság.

A túlnyomó többség, a megkérdezettek 90%-a azonban elvetette ezt az ultraóvatos álláspontot, vagyis a maximális biztonság stratégiáját. A megkérdezettek 90%-a vagy a *B)*, vagy legkésőbb a *C)* esetnél már nem ragaszkodott az 1. alternatívához. Ez arra mutat, hogy ezek lényegében a korlátozott biztonság stratégiáját teszik magukévá. Felfogásuknak az felelne meg, ha a biztonsági érték szerint programoznának.

A vélemények megoszlottak 65—78%-os biztonsági szint között.

Ebből a kis közvéleménykutatásból természetesen nem szabad túl messzemenő következtetéseket levonni. Nem biztos, hogy a megkérdezettek úgy is *cselekszenek* a gyakorlatban, mint ahogyan

állást foglaltak egy *szóbeli* „interjúban", amely talán meg is lepte őket újszerű kérdésfeltevésével. Mindenesetre az eléggé egyöntetű válaszok arra vallanak, hogy a gazdasági vezetők nagy része számára a korlátozott biztonság stratégiája látszik leginkább indokoltnak.

7. §. BIZTONSÁGI PROGRAMOZÁS

A döntést megkönnyíti, ha párhuzamos számításokat végzünk a különböző stratégiákkal és közgazdaságilag elemezzük az eredményeket. Az összehasonlítás céljaira általában a következőket javaslom:

Paraméteres programozást kell végezni a biztonsági értékek alapján oly módon, hogy most ϑ, vagyis a biztonsági szint legyen a paraméter. Ha a paraméter végigfut a 0,5 és 1 közötti egész tartományon, akkor magában foglalja a középérték és a kedvezőtlen határérték szerinti programozás határeseteit is.

Ily módon megállapítható, hogy a biztonsági szint különböző tartományaihoz milyen optimális program tartozik. A számítás eredménye fényt vet az optimális programnak a biztonsági követelmények iránti érzékenységére. Ezt a speciális paraméteres programozást nevezem b i z t o n s á g i p r o g r a m o z á s nak.

A következőkben egy egyszerű példát ismertetek a biztonsági programozás alkalmazására, a műszálgyártási kutatás anyagából. A számítást erősen leegyszerűsítve s a valóságostól eltérő adatokkal közlöm.

A modellben 10 tevékenységet reprezentáló változó és egy maradékváltozó szerepel. Ezek közgazdasági tartalmát, fajlagos beruházási költségeit és célfüggvénybeli együtthatóit a 22. sz. táblázat ismerteti.

A modellben négy korlátozó feltétel van:

1. korlátozó feltétel

(XXI. 4) $$x_1 + x_2 - x_3 + x_4 = b_1,$$

ahol b_1 az „A" szál iránti hazai szükséglet. Ezt ki kell elégíteni.

2. korlátozó feltétel

(XXI. 5) $$a_2 x_1 + a_2 x_2 - x_5 - x_6 = 0,$$

ahol a_2 az anyagfajlagos (1 tonna „A" szálhoz szükséges „B" anyag). A feltétel tartalma: az „A" szál gyártásához szükséges „B" anyagot elő kell állítani, mert műszaki okok miatt nem importálható.

22. táblázat

A tevékenység sorszáma	A termék megjelölése	A tevékenység iránya	A technológia megjelölése hazai termelés esetén	A tevékenység jellegzetessége	Fajlagos beruházási költség (1000 Ft/t) $a_{4,j}$	A célfüggvényben szereplő együttható (1000 Ft/t)		
						alsó határ $\underline{c}_j$	közép érték $\tilde{c}_j$	felső határ $\bar{c}_j$
1.	„A" szál	termelés	„p" technológia	Ismert, bevezetett szálfajta, ismert technológia	90	14	15	16
2.	„A" szál	termelés	„q" technológia	Kevésbé ismert, de kevésbé beruházásigényes technológia	70	13	15	17
3.	„A" szál	export*	—	Magyarország még nem gyártotta. Ezért az exportár feltehetően kedvezőtlenebb és bizonytalanabb, mint az importár	—	—93	—81	—69
4.	„A" szál	import	—	Ismert szál, ezért nem nagyon bizonytalan az importár	—	79	85	91
5.	„B" anyag	termelés	„r" technológia	Ismert technológia	100	65	66	67
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 energiaigénnyel	160	75	94	113
8.	„C" szál	termelés	„u" technológia	Olcsóbb technológia (kisebb anyag- és energiafelhasználás), 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	—	—109	—95	—81
10.	„C" szál	import	—	Újdonság, ezért az importár is bizonytalan	—	86	98	110
11.	maradékváltozó	a beruházási keret fel nem használt része	—	—	—	—	—	—

* Az exporteladás bevételt, azaz „negatív költséget" eredményez. Ennek megfelelően itt a pesszimista felső határ az alacsonyabb eladási ár.

A BIZTONSÁGI PROGRAMOZÁS OPTIMÁLIS PROGRAMJAI *23. táblázat*

A tevékenység sorszáma	A tevékenység megjelölése	A biztonsági szint tartománya		
		50—58,5 %	58,5—83,3 %	83,3—100 %
1.	„A" szál „p" technológia			3000 t
2.	„A" szál „q" technológia			
3.	„A" szál export			
4.	„A" szál import	3000 t	3000 t	
5.	„B" anyag „r" technológia			3300 t
6.	„B" anyag „s" technológia			
7.	„C" szál „t" technológia			
8.	„C" szál „u" technológia	4000 t	2000 t	
9.	„C" szál export	2000 t		
10.	„C" szál import			2000 t
11.	Beruházási keret megtakarítás		400 millió Ft	200 millió Ft
A program jellemzése		A „kockázatosabb" szál a „kockázatosabb" technológiával, exportra is.	A „kockázatosabb" szálat gyártjuk a „kockázatosabb" technológiával, de csak hazai szükségletre.	Csak a legbiztosabb alternatívát gyártjuk — nem létesítünk exportkapacitást.

3. korlátozó feltétel

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

ahol b_3 a „C" szál iránti hazai szükséglet.

4. korlátozó feltétel

(XXI. 7) $$a_{4,1}x_1 + a_{4,2}x_2 + a_{4,5}x_5 + a_{4,6}x_6 + a_{4,7}x_7 + a_{4,8}x_8 + x_{11} = b_4,$$

ahol b_4 a beruházási keret $a_{4,j}$ pedig a j-edik tevékenység fajlagos beruházási költsége. A beruházási keretet tehát nem szabad túllépni.

A célfüggvény a költségek minimalizálását írja elő. A statikus formula alapján:

(XXI. 8) $$C(\mathbf{x}) = \sum_{j=1}^{10} c_j x_j = \min!$$

Mivel a célfüggvény adatai bizonytalanok, a j-edik tevékenység együtthatójának számszerű értékét a következő formula szerint határozzuk meg:

(XXI. 9) $$c_j = \tilde{c_j} + (\overline{c_j} - \underline{c_j})(\vartheta - 0{,}5) \qquad (0{,}5 \leqq \vartheta \leqq 1).$$

A modellben szereplő, s a 22. sz. táblázatban nem ismertetett adatok még a következők:

$b_1 = 3000$ tonna;
$a_2 = 1{,}1$ tonna/tonna;
$b_3 = 2000$ tonna;
$b_4 = 800$ millió forint.

A programozás eredményét a 23. sz. táblázat ismerteti.

Amint látjuk, az optimális program igen érzékeny a biztonsági követelményekre.

8. §. NÉHÁNY ÁLTALÁNOS TANULSÁG

Az előbbiekben ismertetett számszerű példa alapján megkísérlek levonni néhány általános tanulságot arra vonatkozóan, hogy mit nyújt (és mit nem nyújt) a gazdasági vezetés számára a biztonsági programozás?

Természetesen ez az eljárás nem művel csodát. Tudomásul kell venni, hogy nem mondhatunk abszolút biztosat ott, ahol a kiinduló adatok bizonytalanok. Semmilyen matematika sem képes a bizonytalanból biztosat varázsolni. Nem pótolja a legfontosabb

teendőt: jobb tervezéssel, a jövőben végbemenő gazdasági folyamatok jobb előrelátásával csökkenteni a bizonytalanságot, a kockázatot. Az eljárás alkalmazása azonban így is hasznos lehet:

1. Módot ad ésszerű *szelekcióra.* Vannak olyan tevékenységek, amelyek egyik biztonsági szint mellett sem kerülnek bele az optimális programba (példánkban a *2.*, *6.* és *7.* tevékenység). Ez a negatív információ is fontos támpont a döntéshez; ezeket biztosan nem érdemes választanunk.

2. A biztonsági programozás *konzekvens választásra* késztet. *Vagy* óvatosak vagyunk, s akkor gyártsuk az ismertebb szálat, a biztosabb technológiával, *vagy* merünk kockázatot vállalni, s akkor válasszuk az újdonság-szálat, mégpedig az olcsóbbnak ígérkező (bár bizonytalanabb) technológiával. Viszont úgy nem érdemes kockázatot vállalni, hogy a már befutott „A" szálat és „B" anyagot gyártjuk ugyan, de bizonytalanabb technológiával.[12]

A programozás során meghatározzuk a különböző biztonsági szintekhez tartozó optimális programokat. A döntést hozó gazdasági szerv így felmérheti a kisebb vagy nagyobb kockázat vállalásából, nagyobb vagy kisebb biztonság megkövetelésből logikusan következő gyakorlati lépéseket.

3. Biztonsági programozás esetén *a konkrét választási problémát visszavezetjük egy általánosabb döntésre.* A konkrét választási probléma — az előbbi példában —, mit valósítsunk meg a modell 10 tevékenysége közül? Az általánosabb választási probléma: mekkora kockázatot merjünk vállalni? A gazdasági vezetés számára a választási lehetőséget a programozás magasabb síkra emeli.

4. A döntést megkönnyíti, hogy nem kell százalékra pontosan előre állást foglalni a biztonsági szint nagyságában. A számszerű példa is mutatja, hogy 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.

5. A biztonsági programozás *megmutatja a gazdasági vezetés által felállított biztonsági követelmények konzekvenciáit.* Még a mi „miniatűr" modellünk segítségével is meghatározható, hogy hogyan módosul az export és az import struktúrája, vagy a beruházási

[12] Nézetem szerint ez a következetesség a javasolt eljárás *előnye.* Mások szerint azonban ez kifejezetten hátrányos: a gazdasági vezetésnek minden egyes beruházási alternatívával kapcsolatban külön-külön meg kell határoznia a biztonsági követelményt, a kockázatvállalás mértékét. Mindkét álláspont vitatható; a kérdés nem tekinthető lezártnak.

keret igénybevétele aszerint, hogy magasabb vagy alacsonyabb biztonsági követelményt támasztunk. Ha pedig részletesebb (több változóból és több feltételből álló) modellel dolgozunk, akkor a konzekvenciák kimutatása sokkal teljesebb lehet.

6. A biztonsági programozás *elősegíti a becsült, bizonytalan adatok tárgyilagosabb kezelését.* A szokásos számításokban nemegyszer manővereznek a becsült adatokkal: hol a kedvezőbb, hol a kedvezőtlenebb értékkel számolnak, aszerint, hogy mit kívánnak bizonyítani. Az előzőkben olyan számítással ismerkedtünk meg, amely valamennyi számításnál egységes elv szerint kezeli a becsült adatot. Pl. mindegyiket pesszimistán becsüli, vagy mindegyiknél a középértékkel számol és így tovább.

4. RÉSZ

A PROGRAMOZÁS ALKALMAZÁSÁNAK PERSPEKTÍVÁIRÓL

A könyv első három része ténylegesen elvégzett vizsgálatok gyakorlati tapasztalatait igyekezett általánosítani. A most következő befejező részben viszont előrepillantunk a jövőbe.

Röviden összehasonlítom a könyvben javasolt metodika alapgondolatait a szokásos gazdaságossági számításokéval. Megkísérlem meghatározni a beruházások programozásának helyét a tervezés menetében. Ezzel kapcsolatban röviden kitérek az iparági programozások eredményeinek felhasználására a népgazdasági terv javításához. Végezetül a kutatás feladatairól lesz szó.

XXII.
FEJEZET

A beruházások programozásának helye a népgazdasági tervezésben

1. §. A METODIKA ALAPGONDOLATAI

A könyv első három részében leírt számítási módszerek nem képeznek szigorúan összetartozó, egymástól elválaszthatatlan, egységes metodikát.

Lehet, hogy a közgazdászok egy része egyetért majd az ágazati kapcsolatok mérlegének könyvemben leírt felhasználásával, de nem teszi magáévá a biztonsági programozásra vonatkozó elgondolásokat. Mások esetleg elfogadhatónak találják a diszkontálási formulát, de nem értenek egyet a kalkulatív devizaárfolyamnak a könyvben leírt meghatározásával. Amint hangsúlyoztam: a módszerek nem képeznek egységes rendszert, aki egyetért valamelyik eljárással, felhasználhatja a többi nélkül is.

Néhány alapelvet azonban nélkülözhetetlennek tartok a beruházások gazdaságossági számításainál. Vegyük ezeket sorba:

1. A beruházási döntés bonyolult probléma, tehát a megalapozására szolgáló gazdaságossági számítás rendszerint nem végezhető el elemi módszerekkel, hanem igen gyakran *fejlettebb matematikai eljárásokat* igényel.

A nyugati szakirodalom sok figyelemre méltó számítási módszert ismertet a beruházások gazdaságosságának értékelésére. A kapitalista *gyakorlat* azonban többnyire túlteszi magát e javaslatokon, s megelégszik a legprimitívebb előzetes számításokkal.

Két amerikai közgazdász, *Brockie* és *Gray* sokoldalú empirikus vizsgálatok alapján megállapították, hogy a cégek túlnyomó

része kizárólag a megtérülési idő (pay-out period) mutatóját számítja ki a beruházási döntés előtt. „... a cégek többsége — írták — úgy látszik, nem veszi formálisan számba az idő múlását". *J. Robinson*, az ismert angol közgazdász a következőket állapította meg: „A korrekt kalkuláció matematikája túl bonyolult ahhoz, hogy a vállalkozók felhasználják olyan döntésekhez, amelyeket pedig a bonyolultság jellemez". Hasonló megállapításokat tesznek — kiterjedt empirikus-statisztikai vizsgálatok alapján — *Meyer* és *Kuh* amerikai közgazdászok is.[1]

A tőkés vállalatok gyakran üzleti titokként kezelik az általuk alkalmazott számítási módszereket; sokszor csak évekkel a tényleges alkalmazás után publikálják a felhasznált eljárásokat. Ezért nincs teljes áttekintésünk a helyzetről. Amennyire azonban a nyilvános közleményekből megállapítható, a kapitalista gazdaságban aránylag ritka, hogy a beruházási döntést komolyabb matematikai apparátussal végzett számítás előzze meg.[2]

A matematikai módszerek gyakorlati gazdasági alkalmazásának igazán termékeny talaja a szocialista tervgazdaság. A gazdaság központi irányítása, az ezzel járó széles áttekintés, az erőforrások feletti egységes rendelkezés lehetővé, s egyúttal szükségessé is teszi, hogy a beruházási döntést megalapozó matematikai modelleket ne csak egy-egy üzem, hanem egész iparágak, több termelő és forgalmi ágazatot magukban foglaló gazdasági szférák, s végső soron az egész népgazdaság méreteiben használjuk fel.

2. A főbb beruházási döntéseket általában *programozási* modellekkel kell megalapozni. Rendszerint nem elegendő valamilyen optimum-kritérium szerint rangsorolni az alternatívákat, hanem a reális adottságokat, a népgazdasági összefüggéseket kifejező *feltételi rendszer korlátai között* kell keresnünk az optimumot.

3. Az eddig egymástól többé-kevésbé elszigetelt beruházásgazdaságossági, export- és importgazdaságossági és termelésgazdaságossági számításokat a legszorosabban össze kell kapcsolni. Olyan modelleket kell kidolgozni, amelyek — amennyiben ez a vizsgált programozási szektor és döntési problémák természetének megfelel — *szimultán elemzik a beruházással, a műszaki fejlesztés-*

[1] Lásd *Brockie—Grey* [9] cikkét, *J. Robinson* [85] könyvét (106. old.) és *Meyer—Kuh* [71] könyvét.

[2] Egyike ezeknek a kivételeknek az a villamosenergia-ipari programozás, amelyet Franciaországban végeztek el a villamosenergia-termelés gazdaságos fejlesztési irányainak meghatározására. (Lásd *Massé* [69] tanulmányát.) Jellemző, hogy a számítást egy *államosított* iparágban végezték el.

sel, a termeléssel, az exporttal, az importtal és a hazai ellátással kapcsolatos tevékenységek gazdaságos kombinációját.

4. Az operatív elszámolás céljaira alkalmazott áraknak olyan funkciókat kell ellátniuk (pl. ösztönzés egyes szűkösen rendelkezésre álló termékek gyártására, illetve takarékos felhasználására stb.), amelyek *rövidlejáratra* indokoltak. Ezek az árak viszont hosszúlejáratra alkalmazva, zavarják a tisztánlátást. Éppen ezért *az operatív rövidlejáratú jelzőrendszer, azaz az érvényben levő folyó árak, forgóeszközkamat, devizaárfolyamok stb. mellett szükség van egy kalkulatív hosszúlejáratú jelzőrendszerre, azaz reálköltségekre, árbecslésekre, kalkulatív kamatra, kalkulatív devizaárfolyamra, bizonytalansági pönáléra stb.*[3]

Programozási célfüggvényeink azért képesek a népgazdaság hosszúlejáratú fejlődésének érdekeit (legalábbis megközelítően) kifejezni, mert elszakadnak a „mindennapos" kategóriáktól, s helyettük „szimbolikus", csupán a kalkuláció papírján létező — de a valóság *tartós* összefüggéseit jói megközelítő — kategóriákat alkalmaznak. Így pl. hozadékfüggvény alkalmazása esetén olyan nyereségek szerepelnek a számításban, amelyeket a valóságban ugyan nem lehet forintban befizetni az államkasszába, de amelyek hívebben fejezik ki a távlati fejlesztés igazi eredményeit, mint a hétköznapi értelemben vett vállalati nyereség.

A rövid- és hosszúlejáratú jelzőrendszer itt vázolt eltérése miatt nem érvényesülhet megfelelően a népgazdaság távlati érdeke az olyan beruházási döntésben, amelynek kizárólagos optimumkritériuma a vállalati nyereség. A vállalati nyereség ugyanis az aktuális rövidlejáratú jelzőrendszer alapján alakul ki.[4]

5. Általában nem elegendő egyetlen számítás elvégzése. *Érzékenységi vizsgálatokat, egész számítássorozatot* kell végezni a döntés jobb megalapozása érdekében.

A kezdetlegesebb módszerekkel végzett gazdaságossági számításoknak az a gyengeségük, hogy túl „magabiztosak". Gyakran elhallgatják egyszerűsítő feltevéseiket, a bizonytalanságot; azt az illúziót keltik, mintha a vezetés nyugodtan rájuk bízhatná magát

[3] *Styblo* csehszlovák közgazdász [90] cikkében a következőket írja: „Kifejezetten tervezési célokra kialakított kalkulációs árak rendszere a központi beruházások gazdasági hatékonyságának megállapítására irányuló számításokban közvetlenül alkalmazható lenne."

[4] Ennek megfelelően *nem* szerepel az ajánlott beruházásgazdaságossági optimum-kritériumok között a megtérülési idő szokásos mutatója. Ez ugyanis azt adja meg, hogy hány év alatt térül meg a *rövidlejáratú jelzőrendszer alapján számított*, „mindennapos értelemben" vett vállalati nyereségből az előlegezett beruházási költség.

a döntéskor. „Ha a mutató értéke 1 felett van, jó, ha a mutató értéke 1 alatt van, rossz...” — az ilyen fajta értékelés könnyen tévutakra vezethet.

Az érzékenységi vizsgálatok kissé lehűtik ezt a magabiztosságot. Egyszeriben kiderül, hogy nagyon sok tényezőtől (s köztük bizonytalan vagy vitatható tényezőktől) függ az optimális döntés. Némi tétovázás az érzékenységi vizsgálatok láttán azonban — nézetem szerint — egészséges, mert mélyebb vizsgálatra, sokoldalú elemzésre késztet.[5]

Ehhez az alapgondolathoz — az érzékenységi vizsgálatok munkamódszeréhez — kapcsolódik még egy megjegyzésem. Ma már nagyon részletes előírások szabályozzák a kötelező gazdaságossági számításokat; pontos űrlapok, sémák, aprólékos utasítások szinte kézenfogva vezetik azt, aki a szokásos számításokat végzi. Fennáll tehát a veszély, hogy a munka gépies rutinná válik.

A könyvemben leírt eljárások egyike sem recept. Mi így csináltuk a pamutszövőiparban, a műszáliparban, az alumíniumiparban, de természetesen mások másképpen számolhatnak. Minden iparágban újra és újra át kell gondolni, hogy milyen modellre van szükség, milyen érzékenységi vizsgálatokat érdemes lefolytatni és így tovább. Kész űrlapok sematikus kitöltése helyett a vizsgált döntési probléma, a vizsgált szektor „testére szabott” számítási metodika alkalmazására van szükség. A rutinszerű helyett tehát alkotóbb „stílust” kell meghonosítanunk a beruházások közgazdasági megalapozásában.

2. §. A PROGRAMOZÁSI MODELLEK „VÍZSZINTES” „ÉS FÜGGŐLEGES” HÁLÓZATA

Mindeddig csak néhány, elszigetelt próbálkozás történt a beruházások matematikai programozására. A számítások eredményessége nyilván hatványozódik, ha alkalmazásuk kilép a kísérleti stádiumból s rendszeres gyakorlattá válik.

A kívánatos az lenne, ha a programozások két dimenzióban — „vízszintesen” és „függőlegesen” — kapcsolódnának egymáshoz.

1. *A programozások vízszintes hálózata.* Lehetőleg minden területen, minden iparágban sort kellene keríteni hasonló számításokra.

[5] Könyvem lényegesen többféle érzékenységi vizsgálatról, párhuzamos programozásról számolt be, mint amennyi rendszeres használatra szükséges. Saját vizsgálatainkban ugyanis összefonódott a gazdasági vezetéstől kapott gyakorlati feladat megoldása és a tudományos igényű kutatás, a programozási metodika kikísérletezése.

Így pl. készülhetne szénkitermelési, vaskohászati, villamosenergia-termelési stb. távlati fejlesztési modell. Ez módot adna a népgazdasági tervezés szerveinek a különböző területeken végrehajtott programozások eredményeinek *összehasonlítására*. (Erre még visszatérek.)

2. *A programozások függőleges hálózata.* Szükség lenne mind szélesebb szektort átfogó, s ennek megfelelően összevontabb modellekre, mind pedig szűkebb szektort magukba foglaló, de részletesebben tagolt modellekre. Így pl. a mi pamutszövő iparági modellünk *„felett"* elvégezhető a textilipar egészére kiterjedő programozás. (Jelenleg előkészítésén dolgozunk.) Ugyanakkor az iparági számítás *„alatt"* szerkeszthetők üzemi modellek.

Ez megfelel — a matematikai programozás viszonylatában — a szokásos tervezési gyakorlatnak, amely felülről lefelé haladva mind részletesebben bontott előirányzatokat, mutatókat tartalmaz.

Az összevontabb, magasabb szinten végrehajtott programozások támpontot adhatnak részletesebb, alsóbb fokon kidolgozott modellek számára — és viszont. Az összevontabb programozás eredményei alapján határozhatók meg (ideiglenesen) az alsóbb fokú programozás gazdaságpolitikai paraméterei, a termelési előirányzatok, beruházási keretek stb. Az alsóbb fokú programozások, érzékenységi vizsgálatok alapján azután az ideiglenes előirányzatok, keretek korrigálhatók. Ez tehát megfelel a tervezési gyakorlatban jól ismert menetrendnek: *1.* központi direktíva, keretszám, *2.* alsóbbfokú „visszatervezés", *3.* a keretszám korrekciója — csakhogy mindez a matematikai programozás eszközeivel bonyolódna le.

Az alsóbb fokú programozás optimális programjai alapján kialakíthatók a magasabb fokú tervezéshez szükséges összevontabb mutatószámok, függvények. Így pl. a népgazdaság távlati fejlesztésének meghatározásához ismerni kell, hogy hány forint beruházást igényel 1 millió m^2-rel több pamutszövet termelése. Megnyugtatóbb, ha ezt a számot úgy határoztuk meg, hogy előbb — egy pamutszövőipari programozás keretében — tisztáztuk: mi a pamutszövőipari kapacitás növelésének optimális útja. (Lásd erről a XV. fejezet 3. §-át.) Így tehát a szektorprogramozások szolgáltathatják azokat az „építőkockákat", amelyekből a népgazdasági terv épületét emeljük.

Természetesen a programozások oly széles hálózatához, mint amilyenről itt most szó esett, nem elegendők csupán azok a modellek, amelyeket könyvem ismertetett. Szükség lesz majd más fajtákra is, a programozási szektorok és a döntési problémák sajátosságainak megfelelően.

Ha indokolt ilyen széles körben, átfogóan matematikai programozási módszereket alkalmazni, mi lesz a szerepük — a jövő perspektívájában — a tervezés „hagyományos" eljárásainak?

Semmilyen matematikai programozás, semmilyen elektronikus számológép nem pótolhatja az eleven vezetést. Minden modell szükségképpen egyszerűsít a valósághoz képest, elvonatkoztat egyes összefüggésektől, amelyektől a gyakorlat nem tekinthet el. Ezért — amint azt már korábban is hangsúlyoztam — a matematikai programozás eredményeit ki kell egészíteni, szükség esetén korrigálni kell a modellben elhanyagolt összefüggések figyelembevételével. De túl ezen: matematikai módszerekkel csak a *kvantitatív* összefüggések vizsgálhatók. A gazdasági vezetésnek azonban mérlegelnie kell *kvalitatív* tényezőket is, sőt számos esetben éppen ezek jutnak elsődleges szerephez. Ezért a matematikai programozás a tervezésnek csupán *egyik* eszköze lehet, amelyet nemcsak ma, hanem a jövőben is ki kell egészíteni más eszközökkel (pl. az előirányzatok személyes megbeszéléseken történő egyeztetésével, alternatív lehetőségek kvalitatív összevetésével stb.).

Szűkítsük le mármost a kérdést a tervezés eddigi módszereinek, segédeszközeinek egyikére, a „hagyományos" gazdaságossági számításokra, a gazdaságossági mutatószámok alapján történő értékelésre, rangsorolásra. Vajon ezt a módszert képes-e pótolni a matematikai programozás?

Nézetem szerint ilyen számításokra a jövőben is szükség lesz, de alkalmazási területük, a jelenlegihez képest, összeszűkül. Tulajdonképpen csak a következő feltételek mellett van jogosultságuk:

a) Aránylag nem túl sok variánst, alternatívát hasonlítunk össze.

b) Nincsenek olyan adottságok, korlátozó feltételek, amelyek az alternatívák közötti választást érdemben korlátozzák.

c) Ha vannak is korlátozó feltételek, ezek szempontjából az alternatívák egyenlően kedvezőek. Az alternatívák tehát kizárólag az összehasonlítás alapjául szolgáló mutatószámban kifejezésre jutó gazdaságossági kritérium szempontjából különböznek.

A feltételek szigorúak, s ezért teljesülésük ritka, bár nem lehetetlen. Különösen alsóbb fokú részdöntések esetén teljesülhetnek. Ilyen eset lehet, ha például már eldőlt, hogy egy meghatározott rendeltetésű és kapacitású új üzemet építünk, a technológia főirányát is már megszabták, s nyitva maradtak még egyes részdöntések (egy-egy üzemrész konkrét technológiai választási problémái, a telepítés egyik-másik variánsa stb.). Az alternatívák egyszerű összehasonlítása valamely alkalmas mutatószám alapján ilyenkor többnyire elegendő.

Mindez természetesen csak a jövő perspektívája. A matematikai programozási módszerek nagyarányú elterjedésének számos feltétele van. Többek között e módszerek alkalmazásához értő közgazdászok kellenek, jóval több és nagyobb teljesítményű elektronikus számológépre van szükség és így tovább. Addig is azonban széles körben kell használnunk az összehasonlító, rangsoroló eljárásokat, az egyszerűbb gazdaságossági számításokat, mint a fejlettebb módszerekkel nyerhető eredmények megközelítésére alkalmas kisegítő eszközöket.

3. §. SZEKTORPROGRAMOK ÖSSZEHASONLÍTÁSA

Jelenleg is összehasonlítják különböző iparágak beruházási terveinek gazdaságosságát. Ez azonban többnyire egy-egy elszigetelt *létesítmény* gazdaságossági mutatóinak összevetését jelenti. Összehasonlítják például egy műszergyár és egy gyógyszergyár „G_n" mutatóját.

A szektorméretekben végzett programozás módot ad arra, hogy egy-egy szektor tervének *egészét*, zárt, összefüggő beruházási programját vessék össze egy másik szektor hasonló programjával. Ráadásul nem egyszerűen programot hasonlítunk össze programmal, hanem *optimális* programot egy másik szektor optimális programjával.

Mindazokat a gazdaságossági mutatószámokat, amelyeket jelenleg egy-egy létesítmény értékelésére használnak fel, kiszámíthatjuk egy egész szektor optimális beruházási programjára is (pl. a pamutszövőipar optimális beruházási programjának *együttes* „G_n" mutatója vagy együttes megtérülési ideje stb.). A programozáshoz amúgy is szükséges adatok birtokában ez igen egyszerű.

Az összehasonlítás alapjául szolgálhatnak olyan mutatók is, amelyek nem szerepelnek az Országos Tervhivatal által előírt sémában. Ilyenek pl. az úgynevezett *teljes ráfordítási viszonyszámok*, amelyek azt adják meg, hogy egy-egy szektor fejlesztése mennyi munkaerőt, devizaráfordítást, állóeszközlekötést stb.-t igényel, figyelembe véve nemcsak a direkt, hanem a más szektorokban jelentkező indirekt, továbbgyűrűző ráfordításokat is. Ezek a viszonyszámok az ágazati kapcsolatok mérlege segítségével határozhatók meg.[6] Minthogy ezeket minden területen kiszámítják, programozási szektorunk teljes ráfordítási viszonyszámai összehasonlíthatók más szektorokéval.

[6] Lásd *Cukor—Román* [17] tanulmányát.

Amennyiben a különböző szektorokban végrehajtott programozások során közgazdaságilag azonos tartalmú, azonos szerkezetű célfüggvényeket alkalmazunk, az összehasonlítás megtörténhet a célfüggvényérték alapján is. Vizsgáljuk meg ezt a lehetőséget közelebbről.

Az összehasonlítás során felvetődik a gondolat: mikor érdemes az egyik szektornak juttatott erőforrást átcsoportosítani a másikba?

Az 1. és 2. szektort hasonlítjuk össze. (Erre utalnak a szimbólumok mellett szereplő indexek.) Tegyük fel, hogy mindkét szektorban azonos szerkezetű hozadékmaximalizálási célfüggvényünk van. A programozást már mindkét szektorban elvégeztük.

Az erőforrás átcsoportosításának problémája triviálisan egyszerű, ha az egyik szektor a szóban forgó erőforrást kimerítette, s a másik nem. Ez esetben nyilván érdemes a fennmaradt részt oda áthelyezni, ahol azt még igénylik. (Így pl. a pamutszövőipari optimális program nem vette igénybe az egész építési keretet — a fennmaradt részt érdemes olyan szektornak juttatni, amely erre igényt tart.)

Mi a teendő azonban akkor, ha mindkét szektor optimális programja igénybe vette az eredetileg engedélyezett teljes erőforrást? Például: mindkét szektor kimerítette a beruházási keretet, s most azt vizsgáljuk, hogy *nem lenne-e érdemes az egyik szektor beruházási keretét csökkenteni a másik javára, s ha igen, milyen mértékű átcsoportosítást hajtsunk végre?*[7]

Vezessük be a következő jelöléseket:

P_1, P_2 = az 1., illetve a 2. szektor célfüggvényének értéke;
$\mathbf{x}_1$, $\mathbf{x}_2$ = az 1., illetve a 2. szektor programja;
A_1, A_2 = az 1., illetve a 2. szektor korlátozó feltételi egyenleteiben szereplő együtthatók mátrixa (a feltételek közül elhagytuk a beruházási keretet);
$\mathbf{b}_1$, $\mathbf{b}_2$ = az 1., illetve a 2. szektor korlátozó feltételeiben szereplő korlátok (innen is elhagytuk a beruházási keretet);
B = az 1. és 2. szektor számára eredetileg, az átcsoportosítás előtt megadott beruházási keretek összege;
$\mathbf{a}^*_{B,1}$ $\mathbf{a}_{B,2}$ = a fajlagos beruházási költségek, azaz a beruházási keret-feltételben szereplő együtthatók vektora az 1., illetve 2. szektorban.

[7] Az átcsoportosítás *irányára* vonatkozóan információt ad a két beruházási keret *kalkulatív értékelésének* összevetése is. (Lásd a XIV. fejezet 4. §-át). Ha azonban az átcsoportosítás mértékét is meg akarjuk határozni, akkor ez nem elegendő, hanem megfelelő paraméteres programozást kell végrehajtani.

A feladatot — lineáris programozási modellben — a következőképpen fogalmazhatjuk meg:

Meghatározandó az 1. és 2. szektor *közös* $(\mathbf{x}_1^\circ, \mathbf{x}_2^\circ)$ optimális programja, amely (a nem-negativitási feltételen kívül) megfelel a következő feltételeknek:

(XXII. 1) $$\mathbf{A}_1\mathbf{x}_1 = \mathbf{b}_1,$$

(XXII. 2) $$\mathbf{A}_2\mathbf{x}_2 = \mathbf{b}_2,$$

(XXII. 3) $$\mathbf{a}^*_{B,1}\mathbf{x}_1 + \mathbf{a}^*_{B,2}\mathbf{x}_2 = B,$$

és amely mellett a két szektor hozadékának összege maximális:

(XXII. 4) $$P_1(\mathbf{x}_1) + P_2(\mathbf{x}_2) = \max!$$

Végeredményben a két programozási modellt egyesítettük, oly módon, hogy külön-külön meghagytuk a korlátozó feltételi rendszert, csupán egy közös korlátot adtunk, a közös beruházási keretet.

Amennyiben az egyesített modell nem túl nagy, a (XXII. 1) — (XXII. 4) feladat közvetlenül is megoldható. Ha azonban a két szektormodell külön-külön is kimeríti a számítástechnikai lehetőségeket, gyakorlatilag a két feladat közvetlenül nem egyesíthető. Némi kerülővel azonban eljuthatunk a feladat megoldásához, a következő módon:

Jelöljük λ-val az 1. szektornak jutó beruházási keretet, az átcsoportosítás után. Eszerint a 2. szektornak jutó beruházási keret: $B—\lambda$.

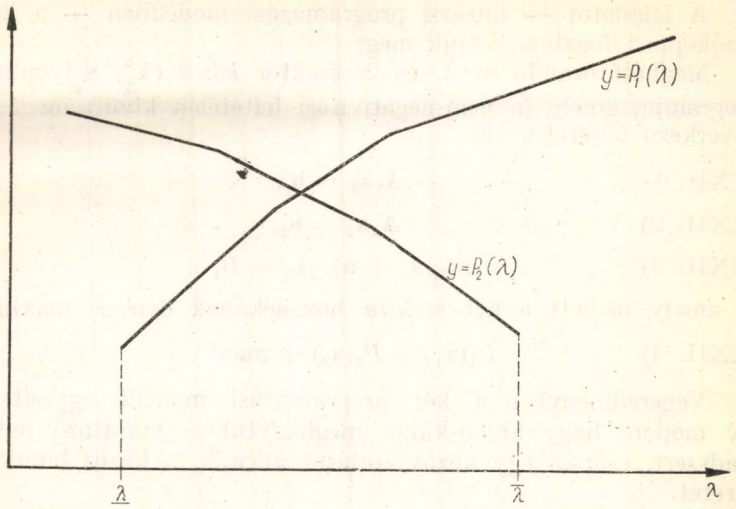
Mindkét szektorban külön-külön paraméteres programozást hajtunk végre: az 1. szektorban λ, a 2. szektorban $(B—\lambda)$ lesz a paraméter.[8] Így mindkét szektorban meghatározzuk az optimális programhoz tartozó hozadékfüggvényt, mint a λ, illetve a $(B—\lambda)$ paraméter függvényét:

(XXII. 5) $$P_1 = P_1(\lambda)$$
$$P_2 = P_2(B—\lambda).$$

Ha növeljük λ-t, akkor P_1 nő, P_2 pedig csökken.

A (XXII. 5) képletben szereplő függvények szakaszosan lineáris függvények. A töréspontok: a beruházási keretnek, mint paraméternek karakterisztikus értékei. A két függvényt a 31. sz. ábra szemlélteti.

[8] Ez úgynevezett duális paraméteres programozás. Lásd *Gass* [27] könyvét.



31. ábra. Az összes hozadék függvényei két szektor közötti átcsoportosítás esetén

Az 1. szektornak juttatott beruházási keret nem lehet kisebb $\underline{\lambda}$-nál, mert akkor az 1. szektor nem képes teljesíteni saját korlátozó feltételeit (pl. az előírt kibocsátást), de nem lehet nagyobb $\overline{\lambda}$-nál, mert akkor a 2. szektornak jutó $(B-\lambda)$ keret lesz túl kevés a 2. szektor korlátozó feltételi rendszerének kielégítéséhez (pl. az előírt kibocsátáshoz).

A feladat tehát arra korlátozódik, hogy meghatározzuk: hol maximális a $P_1(\lambda)$ és $P_2(B-\lambda)$ függvények összege, a $(\underline{\lambda}, \overline{\lambda})$ intervallumban. Ha a két független paraméteres programozást elvégeztük, ez igen könnyen megállapítható, akár grafikusan is.

Az *összes* hozadék függvényei helyett a maximumhely meghatározására felhasználhatjuk a megfelelő *differenciális* függvényeket is. Az eljárás közgazdasági tartalmának könnyebb megértésére tételezzük fel egy pillanatra, hogy a differenciális függvények folytonosak. A két szektor hozadékának összege — a szokásos analitikus kritérium szerint — maximális, ha

$$\text{(XXII. 6)} \qquad \frac{dP_1(\lambda)}{d\lambda} = -\frac{dP_2(\lambda)}{d\lambda},$$

azaz

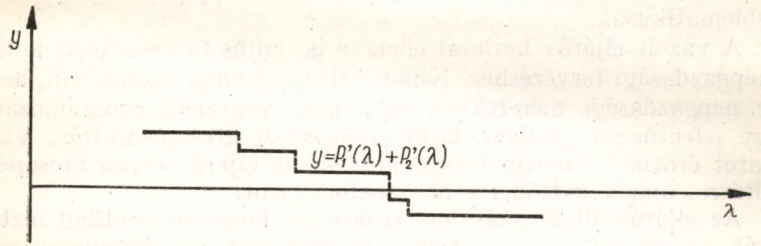
$$\text{(XXII. 7)} \qquad \frac{dP_1(\lambda)}{d\lambda} + \frac{dP_2(\lambda)}{d\lambda} = 0.$$

Jelöljük most az átcsoportosítás után az 1. szektornak jutó beruházási keretet λ_1-gyel, a 2. szektornak jutót pedig λ_2-vel. (XXII. 7)-ből következik, hogy a két szektor hozadékának összege akkor maximális, ha

$$\frac{dP_1(\lambda_1)}{d\lambda_1} = \frac{dP_2(\lambda_2)}{d\lambda_2}. \tag{XXII. 8}$$

A (XXII. 8) képlet értelmében *a két szektor között addig érdemes a beruházási keretet átcsoportosítani, míg a két szektor számára juttatott keret differenciális hozadékai egyenlővé nem válnak.*

Mivel lineáris programozási modellünkben az összes hozadék és a differenciális hozadék függvénye (a beruházási keret függvényében) nem folytonos, ezért a (XXII. 6) — (XXII. 8) képletekben szereplő szigorú egyenlőség rendszerint nem biztosítható. A maximumhely a λ paraméternek az a karakterisztikus pontja, amely mellett a (XXII. 7) képletben szereplő $\frac{dP_1(\lambda)}{d\lambda} + \frac{dP_2(\lambda)}{d\lambda}$ összeg a nullát leginkább megközelíti. Ezt mutatja be a 32. sz. ábra, amelyen a maximumhely az a pont, ahol a lépcsősgörbe metszi az abszcissza-tengelyt.



32. ábra. Az összesített differenciális hozadék függvénye két szektor közötti átcsoportosítás esetén

Meg kell elégednünk tehát a fenti tétel enyhébb megfogalmazásával: *a két szektor között addig érdemes átcsoportosítani a beruházási keretet, míg a két szektornak juttatott keret differenciális hozadékainak nagysága a lehető legközelebb kerül egymáshoz.*

A leírt eljárás alkalmazásához többnyire nem szükséges, hogy a paraméteres programozást λ minden lehetséges értékére elvégezzük. Kiindulva a két szektor eredetileg, egymástól függetlenül megállapított optimális programjából, rendszerint elegendő a leg-

közelebbi második, harmadik karakterisztikus értékig elmenni, hogy meghatározhassuk az erőforrás optimális átcsoportosítását.

Eljárásunk *alapgondolata* magától értetődő: nem érdemes az 1. szektorban felhasználni azt a népgazdasági erőforrást, amely a 2. szektorban jobban gyümölcsözik.[9] A vázolt eljárás módot ad ennek az elvnek az érvényesítésére, mégpedig a szektorprogramozási eredmények felhasználásával.[10] Éppen ennek tulajdonítható, hogy itt többről van szó, mint valamely erőforrás egyszerű átcsoportosításáról:

1. Nem egyszerűen két szektor, hanem két szektor optimális programja között végzünk átcsoportosítást. A két részoptimum közös optimumát igyekszünk megtalálni.

2. Az átcsoportosítást úgy végezzük, hogy a modell egyéb korlátozó feltételei kielégüljenek. Így többek között érvényben maradnak a kibocsátási előírások. Ez az átcsoportosítás tehát nem borítja fel a népgazdaság egyéb tervezett arányosságait.

3. Számszerűen lemérhető a két szektor célfüggvényértéke összegének változásában az átcsoportosítás eredménye.

A *2.* és *3.* alatt elmondottak egyúttal jelzik az eljárás korlátait. Így sincs feltétlenül biztosítva a népgazdasági optimum. Az átcsoportosítást ugyanis determinálja a két szektor-modell korlátozó feltételi rendszerének és a célfüggvénynek a szerkezete, közgazdasági tartalma. Ezekről pedig tudjuk, hogy sok szempontból problematikusak.

A vázolt eljárás korlátai ellenére is fontos támpontokat adhat a népgazdasági tervezéshez. Különösen a jelenlegi szakaszban, amikor népgazdasági méretekben még nem végeznek programozást, nagy jelentőségű az ilyen fajta szektorközi átcsoportosítás. Vizsgálatot érdemel, hogyan terjeszthető ki az eljárás olyan átcsoportosításra, amely kettőnél több szektort érint.

Az eljárás alkalmazásához szükséges, hogy központilag biztosítsák azonos célfüggvénytípusok alkalmazását a szektorprogramozásokban. Nem kizárólag azonos célfüggvények kellenek, de — egyebek között — használjanak fel azonosakat *is*.

[9] Ez az alapgondolat végigvonul minden olyan közgazdasági modellen, amely az erőforrások optimális allokációját vizsgálja. (Lásd pl. a kérdés nagy irodalmából egy összefoglaló jellegű művet, *Lerner* [53] könyvét.) A problémát újabban főképp a programozási apparátus segítségével vizsgálják. (Lásd pl. *Koopmans* tanulmányát az általa szerkesztett [37] kötetben.)

[10] Ezt a gondolatot többek között *Simon—Kondor* [89] tanulmánya is felvetette.

XXIII.
FEJEZET

A kutatás feladatai

1. §. KÖZGAZDASÁGI PROBLÉMÁK

A beruházások matematikai programozása nem véglegesen kiforrott módszer. A tervezés olyan új eljárása ez, amely — noha már néhányszor gyakorlatilag kipróbáltuk — a tudományos kutatás vagy ahogy a műszaki kutatásoknál mondani szokták, a „félüzemi kísérlet" állapotában van. Továbbfejlődése, sikeres alkalmazása elsősorban a tudományos kutatás további eredményein múlik.[1] Könyvemben számos helyen igyekeztem rámutatni a még nyitott elvi és módszertani problémákra. Befejezésként röviden kifejtem, melyek véleményem szerint a kutatás további, legfontosabb feladatai.

A szektorprogramozás kissé talajtalan, amíg meg nem valósult *a népgazdasági méretekben folyó programozás*. Ennek kell szolgáltatnia ugyanis a kiinduló gazdaságpolitikai paramétereket a szektorprogramozáshoz.[2]

[1] Ilyen vizsgálatok nemcsak hazánkban folynak, hanem más szocialista országokban is. Így pl. a Szovjetunióban, a matematikai módszerek alkalmazásáról tartott tanácskozás határozata előírja: „A beruházások gazdasági hatékonysága meghatározásának matematikai módszereit egy sor állami bizottság és intézmény fogja kidolgozni..." (Lásd [115] 28. old.)

[2] Erre hívta fel a figyelmet a Szovjetunióban tartott tanácskozáson *Kolmogorov* akadémikus: „El kell érni, hogy valamilyen rövid határidőn belül az egész gazdasági fejlesztés matematikai modelljeit valóban elkészítsék, hiszen ezek adják azokat a paramétereket, amelyek a részleges számításokhoz szükségesek." (Lásd [115].)

Ez egyelőre megoldatlan feladat, nemcsak nálunk, hanem más szocialista országokban is.[3] Az ezzel foglalkozó munkák többnyire kifejezetten elméleti elemzésre szolgáló modellek, s nem lépnek fel azzal az igénnyel, hogy numerikusan számíthatók legyenek. Véleményem szerint a szocialista országok közgazdászainak és gazdasági problémákkal foglalkozó matematikusainak legközelebbi feladatai közé tartozik a népgazdasági méretekben történő programozás gyakorlati módszereinek kimunkálása.

A beruházások megalapozott gazdaságossági számításához nélkülözhetetlen a *kamatprobléma* tisztázása. Ez részben kifejezetten teoretikus munkát igényel, részben kapcsolódik a népgazdasági programozás számszerű eredményeihez.

A kamat bizonyos értelemben része egy szélesebb problémakörnek, a *kalkulatív árak*, a gazdaságossági számításban alkalmazott különböző kalkulatív kategóriák kérdéseinek. A hosszúlejáratú jelzőrendszer finomítása, tökéletesítése széleskörű kutatómunkát igényel. A könyvben leírt eljárások sok esetben csupán az első (s nem túl pontos) közelítést szolgálják.

Ez a kutatási feladat szorosan összefonódik a hosszúlejáratú tervezés *optimum-kritériumainak*, azaz a beruházásprogramozási modellek célfüggvényeinek jobb meghatározásával.

A könyvben olyan programozási modelleket ismertettem, amelyek nem feleltek arra a kérdésre, hogy mikor célszerű a beruházást végrehajtani. Fontos kutatási feladat: *a beruházási tevékenységek optimális ütemezésére, optimális időbeli összehangolására* szolgáló modellek kidolgozása.

A tárgyalás során mindvégig hallgatólagosan feltételeztem, hogy a beruházás révén létesített elméleti kapacitás és a kívánt tényleges termelés aránya megfelelő lesz. Valójában ez igen bonyolult kérdés. A szakirodalom sokoldalúan foglalkozik az optimális készlet- és tartalékképzés problémáival. Ennek speciális alkalmazása az *optimális kapacitástartalék* meghatározása. Ez is szorosan kapcsolódik a beruházási döntésekkel összefüggő kutatómunkához.

Végül alaposan ki kell dolgozni a *bizonytalan adatok* kezelésének módszereit. A döntési elmélet, a valószínűségszámítás alkal-

[3] *Nyemcsinov* szovjet akadémikus a következőket állapítja meg: „... a közgazdászok és matematikusok mindmáig nem dolgozták ki a szocialista bővített újratermelés olyan általánosan elfogadott közgazdasági-matematikai modelljét, amely a matematikai egyenletek és egyenlőtlenségek pontosan meghatározott rendszerén alapulna és lehetővé tenné különböző extremális feladatok, optimum-feladatok megoldását." (Lásd [80].)

mazása a szocialista tervgazdaság beruházási döntéseinek megalapozásához rendkívül érdekes — s szinte teljesen kidolgozatlan — tudományos probléma.

2. §. MATEMATIKAI ÉS SZÁMÍTÁSTECHNIKAI FELADATOK

A beruházások programozása matematikai szempontból nem önálló kérdéscsoport. A könyvben ismertetett vizsgálatok többnyire a matematikai programozás (eredetileg más feladatokra kialakított) ismert matematikai modelljeit és eljárásait vették át, hozzáidomítva ezeket a speciális beruházási döntési problémákhoz. Éppen ezért a beruházások programozásának továbbfejlődése elválaszthatatlan a matematikai programozás *általános* fejlesztésétől.

Csak olyan döntési modellt érdemes kidolgozni, amelynek numerikus számítási feladatai gyakorlatilag megoldhatók. Ezért a közgazdász főképpen megfelelő algoritmusok, számítási eljárások kidolgozását igényli a matematikusoktól, a bonyolultabb közgazdasági modellek megoldásához. Néhány példa ezekre az igényekre:

1. Nem-lineáris programozási eljárások, mégpedig arra az esetre, ha nemcsak a célfüggvény, hanem egyes korlátozó feltételek is nem-lineárisak. (Pl. a beruházási keretfeltételben is figyelembe akarjuk venni a költségdegressziót.)

2. Úgynevezett sztochasztikus programozási eljárások, arra az esetre, ha mind a célfüggvénybeli együtthatók, mind pedig a korlátozó feltételekben szereplő együtthatók és korlátok (vagy azok egy része) valószínűségi változó. Ez kibővítené a bizonytalan adatok kezelésének apparátusát.

3. Paraméteres programozás két vagy több paraméterrel, vektorparaméterrel. (Pl. szimultán paraméterként kezeljük a rubel- és a devizaárfolyamot, vagy a kamatot és a bérszínvonalat stb.)

4. Paraméteres programozás arra az esetre, ha a modell jellemzője nem-lineáris függvénye a paraméternek. (Pl. diszkontálási formula esetén a célfüggvénybeli együttható nem-lineáris függvénye a kamatlábnak.)

5. Dinamikus programozási eljárások, a tevékenységek célszerű ütemezésére, időbeli összehangolására.

6. Diszkrét programozási eljárások, olyan feladatok megoldásához, amelyben a nem-folytonos változók — azaz közgazdaságilag nem tökéletesen osztható tevékenységek — szerepelnek. Ennek egy speciális feladata az úgynevezett integer programozás, amelyben a változók értéke csak egész szám lehet (pl. 0 vagy 1 — a fel-

adatot vagy megvalósítjuk, vagy nem, de félig vagy másfélszeres terjedelemben nem hajthatjuk végre).

Valamennyi felsorolt problémával rendszeresen foglalkozik a szakirodalom. Számos feladatot, legalábbis elméletileg, megoldottak már; matematikusainknak nem kell tehát járatlan úton haladniuk. A hangsúly inkább a már ismert eljárások továbbfejlesztésén, a beruházási probléma természetéből következő szükséges módosításokon, s a számítástechnikai kivitelezés egyszerűsítésén van. Az említett feladatok közül egyiknek-másiknak ismert megoldása ugyanis túl nehézkes ahhoz, hogy gyakorlatilag alkalmazható legyen.

A kifejezetten matematikai jellegű megoldásokat tehát követnie kell a *számítástechnikai* problémák tisztázásának: hogyan kell a számítást a Magyarországon működő elektronikus gépeken elvégezni. Hazánkban nemcsak mi, matematikai módszereket alkalmazó közgazdászok vagyunk valamennyien kezdők ezen a területen, hanem az elektronikus számológépek kezelői is. Természetes tehát, hogy még sok a nyitott probléma a programozási feladatok számítástechnikai kivitelezésében.

3. §. ELMÉLETI MUNKA ÉS „KÍSÉRLETEZÉS"

A rövid felsorolásból is kitűnt, hogy igen sok a megoldatlan probléma. Mégis azt hiszem, a programozási módszerek alkalmazásával helytelen lenne megvárni a kérdések végleges tisztázását. Könyvemet azzal a gondolattal szeretném zárni, amit már a bevezetőben jeleztem: *az elméleti tisztázáshoz nélkülözhetetlenek a gyakorlati tapasztalatok.*

A közgazdászok, akárcsak a többi „humán" tudomány művelői, sokszor némi irigységgel néztek a természettudományokkal foglalkozókra, mint olyanokra, akiknek módjuk van *kísérletezni.* A természettudós a maga hipotéziseinek helyességét rendszerint számtalanszor megismételhető kísérletek segítségével ellenőrizheti. Nos, a matematika olyan eszközt adott a kezünkbe, amellyel — ebből a szempontból is — közelebb kerültünk a természettudományokhoz. A természettudós átgondolt elvek szerint változtatja a kísérlet feltételeit, s megfigyeli, hogyan reagál a változásokra a kísérlet tárgya. Hasonlót teszünk mi is, amikor programunkat több változatban készítjük el. Nem más ez, mint sajátos *közgazdasági kísérletsorozat.* Átgondolt elvek szerint változtatjuk a kísérlet feltételeit (a modell szerkezetét, számszerű értékeit) és közben figyeljük, hogy hogyan reagál erre a vizsgálat tárgya, az optimális program.

A kísérlet jellege persze sokban különbözik a természettudomány empirikus kísérleteitől. Mi csupán papíron, a számok segítségével kísérletezünk. Úgy is mondhatnánk, hogy itt „gondolatkísérletről" van szó. Mégis, a kétféle kísérletsorozat fontos analóg vonása *a módszeresen változtatott feltételek hatásának megfigyelése, a hatások számszerű mérése és nem utolsósorban: az ismétlés lehetősége.*

Könyvem beszámoló volt néhány kísérlet tapasztalatairól, s a kísérletek közben felmerült gondolatokról. Szeretném, ha ez a beszámoló másokat is hasonló kísérletezésre serkentene. Meggyőződésem, hogy a programozási módszerek alkalmazása közben érlelődik majd meg a beruházás, a távlati tervezés nehéz elméleti problémáinak megoldása is.

Függelék

A pamutszövőipari programozás számítási anyagából

A Függelékben közlöm a pamutszövőipari programozás fontosabb számítási anyagait. A számítás teljes dokumentációját a kutatás zárójelentése tartalmazza.[1] Ezen a helyen általában eltekintek attól, hogy a közölt adatok forrását, s indokolását részletezzem; ez ugyancsak megtalálható az említett zárójelentésben.

1. §. AZ 1960. ÉVI GÉPPARK

A pamutszövőipar 1960. évi gépparkjának összetételét a 24—25. sz. táblázatok ismertetik.

A jelenlegi géppark egy része — amint a 25. sz. táblázatból látható — vetélőváltós, illetve csévéváltós automata szövőgép, valamint korszerű keresztcsévélő gép. Minthogy ezeknél fel sem vetődhet a leszerelés gondolata, nincs beruházási döntési probléma sem, ezért e gépeket nem soroltuk a programozási szektorba. (Ennek megfelelően a termékmérleg jellegű korlátozó feltételek jobboldalán szereplő korlátok számszerű meghatározásánál eleve levontuk a meglevő korszerű gépek által biztosított mennyiséget és így tovább.)

[1] Lásd [43].

A PAMUTSZÖVŐIPAR GÉPPARKJÁNAK MEGOSZLÁSA 1960-BAN, A TECHNOLÓGIAI FOLYAMAT JELLEGE SZERINT *24. táblázat*

		A gépek száma
1.	Keskeny szövőgép (136 cm alatt)	8 700
2.	Széles szövőgép (136 cm felett)	1 241
3.	Vetüléktarkázó szövőgép	1 295
4.	Kord-szövőgép	84
5.	Frottír-szövőgép	84
6.	Jacquard-szövőgép	192
7.	Szövőgép összesen	11 596
8.	Írező	48
9.	Selyemírező	1
10.	Felvető (angol rendszerű)	51
11.	Felvető (szász rendszerű és egyéb speciális gép)	21
12.	Vetülékcsévélő (orsó)	8 969
13.	Keresztcsévélő (orsó)	12 014
14.	Kötözőgép	18
15.	Nyírógép	22
16.	Mérőgép	29

/ PROGRAMOZÁSI SZEKTOR GÉPPARKJÁNAK MEGOSZLÁSA 1960-BAN, GÉPTÍPUSOK SZERINT *25. táblázat*

Sorszám	Géptípus	Gépek (csévélőknél orsók) száma
1.	Régi, rosszabb, keskeny szövőgép	3 823
2.	Régi, jobb, keskeny szövőgép	3 787
3.	Vetélőváltós, keskeny szövőgép	740
4.	Csévevváltós, keskeny szövőgép	350
5.	Régi, széles szövőgép	1 241
6.	Régi, vetüléktarkázó szövőgép	1 295
7.	Régi írezőgép	48
8.	Régi felvetőgép	51
9.	Régi, rosszabb vetülékcsévélő	4 428
10.	Régi, jobb vetülékcsévélő	4 541
11.	Régi, rosszabb keresztcsévélő	3 268
12.	Régi, jobb keresztcsévélő	5 296
13.	Új, olcsóbb keresztcsévélő	3 450

2. §. A CIKKÖSSZETÉTEL JELLEMZŐI

Kutatásunk keretében — nagy adatfeldolgozó munkával — rekonstruáltuk a pamutszövőipar 1959. III—IV. negyedévi operatív programját, és megállapítottuk ennek jellemzőit abban a tagolásban, amely modellünk szerkezetének megfelel (lásd: 26. táblázatot).

3. §. A GÉPTÍPUSOK MŰSZAKI JELLEMZŐI

Az adatok meghatározásakor a következő általános elvekből indultunk ki:

Feltételeztük, hogy a gépek az iparágra *átlagosan* jellemző körülmények (szervezettség, szakképzettség stb.) között működnek.

Tartózkodtunk attól, hogy a gépek műszakilag legkedvezőbb teljesítményével számoljunk. Olyan teljesítményt irányoztunk elő, amely az iparág egészének átlagában biztosan elérhető. Ezzel kapcsolatban számolni kellett azzal, hogy vannak kevésbé jól vezetett vagy kedvezőtlenebb cikkösszetétel gyártására kijelölt üzemek is.

Az adatok számszerű meghatározásakor párhuzamosan többféle módszert alkalmaztunk:

1. A régi gépeknél az 1959. évi tényadatokból indultunk ki. Általában a felkérésünkre elrendelt, speciális vállalati adatszolgáltatás eredményeit használtuk fel.

26. táblázat

A CIKKÖSSZETÉTEL JELLEMZŐI 1959-BEN

a	*b*	Sima keskeny áru *c*	Sima széles áru *d*	Vetülék-tarkázott áru *e*	Egyéb (frottír stb.) áru *f*	Összes termelés átlaga (*c*+*d*+ +*e*+*f*) *g*	Programozási szektor átlaga (*c*+*d*+*e*) *h*
1.	Megoszlás %-ban m² szerint . . .	74,6	9,5	13,6	2,3	—	—
2.	Megoszlás %-ban vetésszám szerint . . .	78,0	6,1	12,7	3,2	—	—
3.	Átlagos áruszélesség (cm)	79	147	91	100	85	84
4.	Átlagos vetüléksűrűség (szál/m)	232	262	237	406	237	234
5.	Átlagos láncsűrűség (szál/m)	259	282	317	326	269	268
6.	Átlagos gr/m²	139	180	124	327	145	141
7.	Nm (lánc)	48	48	61	37	50	50
8.	Nm (vetülék)	37	34	37	33	37	37

A legfontosabb jellemzők teljeskörű felmérésen alapulnak. Ahol erre nem volt lehetőség, ott reprezentatív adatokat használtunk fel. A keskenyszövőgép-parkot a négy budapesti nagyüzem (Goldberger, Kistext, Kőbányai és Magyar Pamutipar), a szélesszövőgépparkot a Győri Textilművek, a vetüléktarkázó gépparkot pedig a Pápai Textilgyár reprezentálta.

A reprezentáció foka:

a négy budapesti nagyüzemben van a keskenyszövőgép-park 62%-a
a Győri Textilművekben van a szélesszövőgép-park 55%-a
a Pápai Textilgyárban van a vetüléktarkázó gép-park 51%-a

2. Az új gépek jellemzőinek meghatározásakor igyekeztünk figyelembe venni a hazai tapasztalati adatokat. Lényegében elfogadtuk és alapul vettük a HPS-ben szerzett tapasztalatokat az átépített írezőgépről, valamint az olcsóbb keresztcsévélőgéppel Kaposváron szerzett tapasztalatokat.

Nem tekintettük viszont kellően reprezentatívnek a Kistextben 1959-ben lefolytatott automataszövőgép-kísérleteket. Hasonlóképpen nem fogadtuk el alapul a vetélőváltós gépekkel Szombathelyen szerzett tapasztalatokat, mert ott — különböző műszaki-szervezési okok miatt — nem sikerült megfelelően kihasználni az új gépeket.

3. Messzemenően támaszkodtunk egyes új géptípusok jellemzőinek meghatározásakor a pamutipari szakértők külföldi tanulmányútjai során szerzett tapasztalatokra.

4. Az új gépekre vonatkozóan egyik fő forrásunk a szakirodalom volt.

5. Az új magyar gépek jellemzőit a tervező, illetve gyártó intézmények felelős információi alapján állítottuk be.

6. Sok esetben becslésre voltunk utalva. A becslések biztonságát a következőképpen igyekeztünk növelni:

a) Egy-egy vitatható kérdésben több szakértőt hallgattunk meg; véleményeltérések esetén igyekeztünk az ellentétes nézetek képviselőit vitára összehozni. Az adatokat végül is egy szélesebbkörű szakértői értekezleten vitattuk meg, amelyen különböző szervek és (a különböző felfogások) képviselői vettek részt).

b) A hangsúlyt az ismert, jól megalapozott adatoktól való *relatív* eltérés becslésére fektettük. (Pl. ismerjük a régi, keskeny szövőgép nagyjavítási költségének tényadatait. Arra kellett becslést adni, hogy kb. hány %-kal lesz több a különböző automaták nagyjavítási költsége.)

c) Ahol nem tudtunk érdemleges indokolást adni valamilyen relatív eltérésre, ott inkább egyenlő jellemzővel állítottuk be a különböző géptípusokat.

A becslés tárgyilagosságával kapcsolatban lásd még a XIX. fejezet 4. §-át.

Az adatokat a 27. és 28. sz. táblázat foglalja össze.

A táblázatok egyes adataihoz néhány észrevételt kell fűznöm:

A 27. táblázathoz:

1., 2. és 3. sor. — A szövőgépek teljesítményadatainak helyes meghatározása a számítás egyik kulcskérdése. Ezzel kapcsolatban a következő feltevésekből indultunk ki:

— A fonodától kapott fonal minősége számottevően javul az 1960. évihez képest.

— A régi szövőgépek teljesítményadatait úgy határoztuk meg, hogy feltételeztük a fonalelőkészítés mai színvonalát. Előkészítői rekonstrukció esetén ez a teljesítmény valószínűleg emelkedik.

— Az új szövőgépek teljesítményadatait úgy határoztuk meg, hogy feltételeztük az előkészítői rekonstrukciót, s ezzel együtt az előkészítés lényeges minőségi javulását. Ez a feltevés jogos, mivel a modell (11—13.) korlátozó feltételeiben előírtuk, hogy szövödei automatizálás esetén biztosítani kell az előkészítő korszerűsítését.

— A jelenleg szokásos tételnagyságokkal számoltunk.

1., 2. és 3. sor, h, i és l oszlop. — E géptípusokra teljesítményelőirányzatokat szabott meg a Pamutipari Igazgatóság (lásd erről a 14. táblázatot), mégpedig — a felfutásnak megfelelően — három fokozatban. Az általunk beállított adatok kb. a második fokozatnak felelnek meg. A beállított adatok — noha óvatosabbak az Igazgatóság maximális előirányzatánál — messzebbre mennek, mint az első magyarországi kísérleti adatok.

12. sor. — Közvetlen anyagköltség többlete: ez a konvencionális automatáknál felmerülő többlethulladék értéke. Ez a keskeny és széles gépeknél a vetülékszükségletnek kb. 0,5%-a, a vetüléktarkázó gépeknél pedig 0,3%-a. A vetélő nélküli gépnél a vetülékcsévéknél elérhető anyagmegtakarítás és a szegélyképzés költsége kb. kiegyenlíti egymást.

		Mértékegység	Keskeny		
			régi, rosszabb	régi, jobb	gyorsított
a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*
	Teljesítményjellemzők:				
1.	Fordulatszám . . .	fordulat/perc	178	185	210
2.	Hatásfok	%	78	84	84
3.	Termelés	vetés/gépóra	8 290	9 300	10 680
	Létszám:				
4.	Szövő	gép/fő	6	6	6
5.	Tártöltő	gép/fő	—	—	—
6.	Lakatos	gép/fő	120	120	120
7.	Segédművezető . .	gép/fő	66	66	66
8.	Művezető	gép/fő	50	50	50
	Anyagfajlagosok:				
9.	Villamosenergia . .	kWó/mill. vetés	44	46	52
10.	Segédanyag	Ft/millió vetés	64	67	76
11.	Karbantartási anyag	Ft/millió vetés	24	25	29
12.	Közvetlen anyagköltség többlete	Ft/millió vetés	—	—	—
	Fonaligény:				
13.	Írelthenger-igény . .	kg/millió vetés	23,3	23,3	23,3
14.	Előhenger-(felvetés) ig.	m/millió vetés	2 096	2 096	2 096
15.	Vetülékcsévéltfonal-ig.	kg/millió vetés	15,0	15,0	15,0
16.	Keresztcsévéltfonal-ig.	kg/millió vetés	47,5	47,5	47,5
	Egyéb jellemzők:				
17.	Helyigény	m^2	7,0	7,0	7,0
18.	Egyszeri nagyjavítási költség	Ft	6 700	6 700	7 400

13—14. sor. — Az írelthenger- és előhenger-anyagfajlagosokat a 2. §-ban leírt gyártmányösszetétel alapján, a „beállításból" kiinduló szokásos műszaki számítással állapítottuk meg.

15—16. sor. — Feltételeztük, hogy automata szövés esetén az egész vetülékfonal-mennyiséget vetülék- és keresztcsévélésen kell keresztül vinni, míg a mechanikai szövőgépeken fennmarad a kereszt- és vetülékcsévélés jelenlegi aránya. (Lásd erről a II. fejezet 4. §-át.) E feltételezés alapján az anyagfajlagosokat a „beállításból" kiinduló szokásos műszaki számítással állapítottuk meg.

27. táblázat

szövőgép				Széles szövőgép		Vetüléktarkázó szövőgép		
ráépített	vetélő-váltós	csévе-váltó	vetélő nélküli	régi	új	régi	új, olcsóbb	új, drágább
g	*h*	*i*	*j*	*k*	*l*	*m*	*n*	*o*
205	210	220	205	130	150	148	152	160
87	87	87	82	75	80	66	83	83
10 700	10 960	11 480	10 090	5 880	7 140	5 960	7 570	7 970
20	24	24	72	5	14	4	12	12
24	20	24	—	—	16	—	28	28
120	120	120	80	120	120	120	120	120
50	50	50	50	40	40	40	40	40
50	50	50	50	40	40	40	120	120
52	52	58	48	105	105	50	80	80
130	130	130	32	50	100	64	128	128
32	32	32	34	24	32	29	38	38
5	5	5	—	—	7	—	5	5
23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3	23,3
2 096	2 096	2 096	2 096	2 096	2 096	2 096	2 096	2 096
32,2	32,2	32,2	—	21,6	38,6	28,4	28,4	28,4
64,7	64,7	64,7	64,7	58,1	75,1	57,5	57,5	57,5
7,0	7,3	7,3	6,5	10,0	9,5	7,6	7,7	8,0
8 700	8 700	8 700	8 700	8 200	10 700	6 900	9 000	9 000

13—16. sor. — Az összes anyagfajlagos realitását — a régi gépparkra vonatkozóan — *mérlegek* útján ellenőriztük. (Erre még visszatérünk.)

17. — Bruttó helyigény, üzemutakkal együtt.

18. — Feltételeztük a jelenleg előírt négyéves ciklusidőt.

			Írező				Felvető	
		Mértékegység	régi	átépített	új	Mértékegység	régi	új, olcsóbb
a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*h*	*i*
	Teljesítményjellemzők:							
1.	Elméleti teljesítmény	m/perc	22	40	60	m/perc	215	400
2.	Hatásfok	%	52	57	76	%	33	38
3.	Termelés	kg/gépóra	46	92,4	185	m/gépóra	4 080	9 120
	Létszám:							
4.	Gépkezelő	gép/fő	0,6	0,6	0,6	gép/fő	0,7	0,7
5.	Lakatos							
6.	Művezető	gép/fő	1,85	2,0	2,0			
	Anyagfajlagosok:							
7.	Villamosenergia	kWó/t	48,5	85,2	85,2	kWó/1000 m	0,63	0,63
8.	Gőz	kg gőz/kg	3 700	1 920	1 920			
9.	Keményítő	Ft/kg	1 060	830	830			
	Egyéb jellemzők:							
10.	Helyigény	m²	130	130	130	m²	78	78
11.	Nagyjavítási költség	Ft	44 000	44 000	44 000	Ft	1 600	2 100

A 28. táblázathoz:

1., 2. és 3. sor, d—j oszlop. — Feltételeztük, hogy az írező- és felvetőgépeknél 16%-os üzembiztonsági kapacitástartalék szükséges. A géphatásfokot ennek megfelelően eleve csökkentettük.

3. sor. — A régi géppark előkészítő gépeinek termelési adatait és ezzel párhuzamosan a régi szövőgépek anyagigény adatait mérlegek segítségével hangoltuk össze és ellenőriztük. A mérleg egyik oldalaként megállapítottuk, hogy a jelenlegi előkészítőgép-

28. táblázat

új, drágább	Mérték-egység	Csévélő: régi, rosszabb vetülék-csévélő	régi, jobb vetülék-csévélő	új vetülék-csévélő	régi, rosszabb kereszt-csévélő	régi, jobb kereszt-csévélő	új, olcsóbb kereszt-csévélő	új, drágább kereszt-csévélő
j	*k*	*l*	*m*	*n*	*o*	*p*	*r*	*s*
600	m/perc	152	200	480	365	486	600	800
35	%	61	83	95	72	72	72	72
12 600	kg/óra (40 Nm mellett)	0,14	0,25	0,7	0,39	0,5	0,65	0,86
0,7	orsó/fő	31,5	26,0	100,0	24,0	23,0	20,0	18,0
	orsó/fő	1 500	1 500	1 500	940	940	1 500	1 500
0,63	kWó/t	186	186	186	48,5	48,5	67	67
78	m	0,53	0,4	0,7	0,65	0,87	0,75	0,75
2 100	Ft	700	700	910	500	500	500	500

park — a 28. táblázat *3.* sorában szereplő teljesítményadatok alapján — mennyit képes termelni. A mérleg másik oldalaként megállapítottuk, hogy a jelenlegi szövőgéppark — a 27. táblázat *13—16.* sorában szereplő anyagfajlagosok szerint — mennyi fonalat igényel. Végeredményben ugyanazt a számítást végeztük el a jelenlegi gépparkra vonatkozóan, mint a modell 7—10. korlátozó feltételei az 1965. évi gépparkra vonatkozóan. A számítások eredményeképpen a 29. sz. táblázatban közölt mérlegarányokhoz jutottunk.

29. táblázat

ANYAGTERMELÉS ÉS ANYAGIGÉNY ARÁNYA A RÉGI GÉPPARKNÁL

		Össztermelés az összigény %-ában
1.	Írező	99
2.	Felvető	105
3.	Vetülékcsévélő	97
4.	Keresztcsévélő	99

A táblázat *1.* és *4.* sora lényegében egyensúlyt mutat. A *2.* és *3.* sor helyesen tükrözi a jelenleg is fennálló kisebb kapacitásfelesleget, illetve hiányt.

4. §. A LÉTSZÁMARÁNYOS ÉS TERÜLETARÁNYOS KÖLTSÉGEKRŐL

Az akcióköltségek körének meghatározásával kapcsolatban — a számítási metodika vitájánál — a következő két kérdés merült fel:

1. Nem kellene-e az akcióköltségek körébe sorolni az üzemterülettel arányos üzemeltetési költségeket? Az üzemterület nagysága ugyanis a programtól, az elhatározott beruházási tevékenységektől függ.

2. Nem kell-e ide sorolni a létszámmal arányos üzemeltetési költségeket? A létszám ugyanis — legalább részben — a géppark összetételétől, vagyis a beruházási akcióprogramtól függ.

Elvileg mindkét költségcsoport az akcióköltségek körébe tartozik. *Gyakorlatilag* azonban mindkét költségcsoport olyan kicsi, s különösen függése a beruházási akcióprogramtól olyan csekély, hogy nyugodtan elhanyagolhatjuk.

A Goldberger Textilművek 1959. évi tényszámai a következőket mutatják:

1. Területtel arányos költségnek tekinthető a fűtés és a világítás. Ez évenként 80,60 Ft/m².

2. Létszámmal arányos költségnek tekinthető az étkezési hozzájárulás, a segély, a jutalom és a lakóházak, valamint a munkásszállások költségei. Ez évenként 663,80 Ft/fő.

Hogyan módosulnak e tényszámok, ha évi 100 millió vetést a régi, rosszabb, keskeny szövőgépen, illetve a vetélő nélküli, keskeny szövőgépen állítunk elő? (Azért választottuk éppen ezt a két géptípust, mert közöttük a legnagyobb az eltérés terület- és létszámigény dolgában, 100 millió vetésre számítva.)

A többlet, amely a régi gépeknél mutatkozik: a területtel arányos költségeknél kb. 234 Ft, a létszámmal arányos költségeknél kb. 180 Ft pro 100 millió vetés évenként. Ez a 100 millió vetésre eső akcióköltségnek alig 0,3—0,4%-a. Ez is jelzi, hogy ez a költségkülönbözet elhanyagolható.

5. §. AZ ÉPÍTÉSSEL KAPCSOLATOS ADATOK

A programozási szektor 1960. évi üzemterülete kereken 97 000 m^2.

Számításunkban az új üzemterület létesítésével kapcsolatban kétféle adatra volt szükségünk:

Először: mennyi *építési költséget* igényel 1 m^2 új üzemterület létesítése. Minthogy az adat az építési kerettel kapcsolatos 6. korlátozó feltétel együtthatóinak kiszámításához szükséges, a szokásos tervezési gyakorlatban is építési költségnek nevezett költségeket soroltuk ide, amelyeket tehát az építési keret korlátoz.

Másodszor: mennyi *„üzemlétesítési költséget"* igényel 1 m^2 új üzemterület létesítése. Ez a célfüggvénybeli együttható meghatározásához kell, ezért *tágabb*, mint az építési költség előző kategóriája. Ide tartozik — a szűkebben vett építési költségen felül — a tervezés és egyes segédgépek költsége is, vagyis minden olyan költség, amely szükségképpen együttjár azzal az elhatározással, hogy a többletkapacitást új üzem létesítésével (s nem régi üzemekben végrehajtott gépcserével) biztosítjuk.

Az 1 m^2 üzemterületre jutó építési költség, valamint üzemlétesítési költség nem független attól, hogy *hogyan* teremtjük elő az üzemterületet. Erről már szó volt a IX. fejezet 1. §-ában. Ezt mutatja be a 30. sz. táblázat.

30. táblázat

AZ ÚJ ÜZEMTERÜLET LÉTESÍTÉSÉNEK MEGOSZLÁSA ÉS KÖLTSÉGEI

	Az új üzemterület létesítésének módja	Új üzemterület		Építési költség Ft/m^2	Üzemlétesítési költség Ft/m^2
		m^2	%		
a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*
1.	Meglevő szövödék bővítése	7 000	27,7	2 679	4 903
2.	Meglevő fonodához kapcsolt új szövöde . . .	10 000	39,5	6 052	6 925
3.	Önálló új szövöde . . .	8 300	32,8	8 163	10 107
4.	Összesen	25 300	100,0	—	—

Számításunk méreteinek kényszerű korlátozása miatt csupán egyféle építési, illetve üzemlétesítési költséggel számolhattunk. Végeredményben a meglevő fonodához kapcsolt szövöde adatait vettük alapul, s ezt is némileg csökkentettük, azzal, hogy az esetleges bővítések egy része végrehajtható olcsóbban, a régi szövödék bővítése útján is.

A számításba beállított adatok:
építési költség 5500 Ft/m^2;
üzemlétesítési költség 6900 Ft/m^2.

Az új épületben folyó termelés nemcsak iniciális beruházási ráfordításokkal jár (építési költség stb.), hanem a folytonos üzemeltetés költségeivel is. Ezt a *közvetett bér-növekményt* az eredeti terv szerint létesítendő új szövöde jóváhagyási dokumentumában szereplő adattal határoztuk meg (1300 Ft/szövőgép). Az összeg nem túl jelentős, de alkalmasnak látszik annak jelzésére, hogy a régi épületben végrehajtott gépcsere általános (rezsi) költségek relatív megtakarítását is jelenti az új építéshez képest. A szokásos kifejezéssel: relatív „fixköltségcsökkentést" eredményez.

Tulajdonképpen egy nem-lineáris költségösszefüggésről van szó, amelyet modellünkben nem vehettünk pontosan figyelembe. Végeredményben azonban — e közvetett bér-növekmény csekély súlya miatt — az egyszerűsítés nem okoz jelentős torzítást a célfüggvényben.

6. §. AZ EREDETI TERVEK

Az 1—4. számú modellek korlátainak meghatározásakor az 1960. július 1-én érvényben volt eredeti előirányzatokat vettük alapul.

Az eredeti terveket azonban nem állíthattuk be közvetlenül számításainkba. Előbb — az adatok részletes elemzése, tételes felbontása útján — meg kellett állapítanunk, hogy mi tartozik belőle a mi programozási szektorunkra. Az eredeti terveket modellünk szerkezetének megfelelően kellett átalakítanunk.

A számítás eredményeit foglalja össze a 31. sz. táblázat.

Megjegyzés a 31. táblázathoz:

1—5. sor. — A Pamutipari Igazgatóság eredeti terve csupán a szövettermelés globális előirányzatát tartalmazta. Ezt a keskeny, a széles és a vetüléktarkázó szövőgépek között a cikkösszetételre vonatkozó információk alapján osztottuk fel. (Lásd a III. fejezet 2. §-át, továbbá a Függelék 2. §-át.)

7—8. sor. — Az eredeti terv az egész pamutszövőipar nettó beruházási költségelőirányzatát adta meg. A keretből levontuk

A PAMUTSZÖVŐIPAR EREDETI TERVÉNEK ELŐIRÁNYZATAI *31. táblázat*

	Az egész pamutszövőiparra vonatkozó eredeti előirányzat			Az 1. számú modellbe beállított adat			
	az adat jellege	mértékegység	adat	az adat jellege	szimbólum	mértékegység	adat
1.	Összes szövödei termelési terv 1965-re	1000 m^2	310 755				
2.	Összes szövödei termelési terv 1965-re	millió vetés	860 397				
3.				Keskenyszövet-kibocsátási kötelezettség	b_1	millió vetés	636 000
4.				Szélesszövet-kibocsátási kötelezettség	b_2	millió vetés	65 000
5.				Vetüléktarkázott-szövet-kibocsátási kötelezettség	b_3	millió vetés	56 000
6.				Kiszállításra kerülő keresztcsévélt fonal		tonna	14 400
7.	Nettó beruházási keret 1961—65-re	millió Ft	487,8				
8.	Felújítási keret (épület nélkül) 1961—65-re	millió Ft	158,8				
9.				Bruttó beruházási keret	b_4	millió Ft	565
10.	Tőkés devizakeret 1961—65-re	millió Ft	41,6	Tőkés devizakeret	b_5	millió Ft	42
11.	Építési keret 1961—65-re	millió Ft	145,5	Építési keret	b_6	m^2	25 500

azoknak az eredetileg tervezett beruházási tevékenységeknek a fedezésére szánt összegeket, amelyek gazdaságosságát számításunk *nem* vizsgálta. Ilyenek:

— A programozási szektorba be nem vont részlegek (jacquard-, frottír-gépek stb.) vásárlására szánt összegek.

— Nem tekintettük az automatizálással szükségképpen együttjáró költségnek a klímaberendezés, vagy a padozat amúgy is aktuális cseréjét a régi üzemekben. Ezeket a ráfordításokat nem soroltuk az akcióköltségek közé, viszont az erre szánt összegeket sem tekintettük *forrás*nak programozásunknál. Ezt is levontuk tehát a beruházási keretből.

— Az eredeti beruházási keretből némi összeget levontunk beruházási keret-*tartalék* képzésére. Ennek két célja volt. Egyrészt az optimális programban jelentkező esetleges tört számokat kell kiegészíteni egész számra, ami beruházási keretet igényel, másrészt feltételeztük, hogy gépcsere esetén általában kiesik egy nagyjavítás. Ha valahol ezt mégsem sikerülne megtakarítani, az esetleg felmerülő nagyjavítási költség fedezhető a tartalékból.

Az elmondottak szerint a programozási szektor *nettó beruházási keretét* 438 millió forintban állapítottuk meg. Ehhez hozzá kellett adni a *gépfelújítási keretet*. Ennek számszerű meghatározása nagy nehézségeket okozott. Párhuzamosan többféle módszer alkalmazását kíséreltük meg. Végül is a következő út bizonyult leginkább járhatónak:

A Pamutipari Igazgatóság felkérésünkre teljeskörű adatgyűjtéssel meghatározta a szövödei géppark 1960. január 1-i bruttó értékét. Ebből — a hivatalos kulcsszámok alapján — levezethettük az ötéves tervidőszakra eső felújítási hányadot. Ez 158,8 millió forint az egész pamutszövőiparágban. Az összeg részletes felbontásával meghatároztuk, hogy ebből kb. 127 millió forint jut a programozási szektorra.

Végeredményben tehát a nettó beruházási keret és a gépfelújítási keret együttes összege szerepel bruttó beruházási keretként.

10. sor. — Az eredeti beruházási terv az egész tőkés devizakeretet a programozási szektornak juttatja. Ezért a teljes összeget állítottuk be — kerekítve — számításunkba.

11. sor. — A beruházási keretnél ismertetett elvek alapján az iparági építési keret tételes tagolása révén állapítottuk meg, hogy abból kb. 140 millió forint jut a programozási szektornak.

Az 5. §-ban elmondottak szerint 1 m² építési költsége 5500 Ft. Eszerint az építési keretből kb. 25 500 m² új üzemterület létesíthető.

A „NAGY MODELLEK" JELLEGZETESSÉGEI *32. táblázat*

A modell száma	Termelési terv	A bruttó beruházás és a tőkés devizafelhasználás korlátozott-e	Kamatozási formula	Béremelkedést figyelembe vette-e	Devizaárfolyam
1	Eredeti	igen	diszkontált költségösszeg 10%	igen	hivatalos
2	Eredeti	igen	diszkontált költségösszeg 10%	igen	korrigált
3	Eredeti	igen	diszkontált költségösszeg 10%	nem	korrigált
4	Eredeti	igen	statikus formula 20%	nem	hivatalos
5	Felemelt	nem	diszkontált költségösszeg 10%	igen	hivatalos
6	Felemelt	nem	diszkontált költségösszeg 10%	igen	korrigált
7	Felemelt	nem	diszkontált költségösszeg 10%	nem	korrigált
8	Felemelt	nem	statikus formula 20%	nem	hivatalos

7. §. A „NAGY MODELLEK"

A számítássorozat keretében nyolc párhuzamos programozást végeztünk a „nagy" (24 korlátozó feltételes, 50 változós) modellek alapján. Az 1—8. számú modellek szerkezeti jellegzetességeit a 301. oldalon levő 32. sz. táblázatban ismertetem.

A minisztériumnak előterjesztett gyakorlati javaslataink — amelyeket a VI. fejezetben részleteztem — az 1—2. számú optimális programon alapultak. (Az 1. és 2. számú modell alapján nyert optimális program megegyezett egymással.)

8. §. AZ 1. SZÁMÚ MODELL SZÁMSZERŰ ADATAI

A 33. sz. táblázat áttekintést ad az 1. számú modell számszerű adatairól: az **A** mátrixról, a **b** és a **c*** vektorról.

A táblázatban 1 szövőgépet, 0,1 írező-, illetve felvetőgépet, valamint 10 orsó vetülék-, illetve keresztcsévélőt tekintettünk 1 gépegységnek.

9. §. AZ 1—8. SZÁMÚ OPTIMÁLIS PROGRAMOK

A „nagy modellek" alapján nyert optimális programokat a a 303. oldalon közölt 34. sz. táblázat ismerteti.

10. §. AZ 1—8. SZÁMÚ OPTIMÁLIS PROGRAMOK PONTOSSÁGA

Az elektronikus számológépen kiszámított programon a következő kisebb korrekciókat hajtottuk végre:

1. Az x_j változókat egész számra kerekítettük. (Nem lenne gyakorlati értelme egy szövőgép tört részéről beszélni.)

2. A régi géppark gépeire vonatkozó x_j értékeket úgy módosítottuk, hogy a *15—24.* korlátozó feltételek pontosan teljesüljenek. (Tehát pl. az 5. számú optimális program eredetileg 3826 régi, rosszabb gép leszerelését írta elő, holott a *15.* feltétel szerint 3823 ilyen gép van.)

3. A gép kiszámítja a maradékváltozók értékét is. Mi ezzel szemben kiszámítottuk az optimális programban szereplő tevékenységek (1—43. változók) alapján a $b_i - \sum_{j=1}^{43} a_{ij}x_j$ értéket az egyen-

A tevékenység sorszáma	A modell száma					
	1–2.	3.	4.	5.	6–7.	8.
1.	1 416	3 823	3 823	0	0	3 823
2.	2 407	0	0	3 823	3 823	0
3.	0	0	0	0	0	0
4.	0	0	0	0	0	0
5.	3 787	3 787	3 787	3 787	3 787	3 787
6.	0	0	0	0	0	0
7.	3 650	1 828	1 828	0	6 391	2 087
8.	0	0	0	0	0	1 412
9.	0	0	0	0	0	0
10.	0	0	0	0	0	0
11.	0	0	0	6 943	0	0
12.	0	0	0	0	0	0
13.	0	0	1 241	0	0	1 241
14.	1 241	1 241	0	1 241	1 241	0
15.	1 219	1 520	145	1 212	820	0
16.	100	0	152	593	984	784
17.	0	0	1 295	0	0	1 295
18.	1 295	1 295	0	1 295	1 295	0
19.	1 072	1 072	0	0	1 072	0
20.	0	0	53	0	0	0
21.	0	0	0	1 018	0	0
22.	0	0	0	0	0	48
23.	0	0	0	0	0	0
24.	480	480	480	480	480	480
25.	0	0	0	0	0	0
26.	156	158	155	178	176	157
27.	0	0	0	0	0	0
28.	510	510	510	510	510	510
29.	282	285	0	0	0	0
30.	0		233	233	230	206
31.	89	0	0	0	0	0
32.	354	443	443	443	443	443
33.	454	365	395	0	0	0
34.	0	89	59	454	454	454
35.	265	269	234	233	542	380
36.	0	0	0	0	0	0
37.	327	327	327	327	327	327
38.	0	0	0	0	0	0
39.	530	530	530	530	530	530
40.	0	0	0	0	0	0
41.	0	0	0	0	0	0
42.	776	275	0	0	0	0
43.	0	459	720	963	963	887
Maradékváltozók:						
44.	96 678	469 731	2 046 425	—	—	—
45.	0	0	0	—	—	—
46.	245 000	220 575	188 454	293 475	254 373	167 115
47.	1 077 971	1 412 382	1 640 172	877 720	896 740	1 636 793
48.	951 871	1 249 886	1 459 295	770 118	782 143	1 459 131
49.	0	443 538	656 638	736 302	744 000	1 326 172
50.	0	0	0	0	0	0

lőtlenség formájában megadott feltételekre, s ezt az értéket állítottuk be maradékváltozóként ott, ahol a maradékváltozó 0-nál nagyobb.

Mivel az 1. és 2. számú optimális program, valamint a 6. és 7. számú optimális program megegyezik, összesen hat egymástól eltérő programunk van. Ezeknek összesen 138 korlátozó feltételt kell teljesíteniük. (Az 1—4. modellekben 24—24, az 5—8. modellekben 22—22 feltétel van.) Ebből a 138 feltételből — az említett korrekciók alapján — 87 pontosan teljesül.

Megvizsgáltuk, hogy az ily módon korrigált program hogyan teljesíti a többi 51 korlátozó feltételt. Relatív eltérést akartunk megállapítani. A csak pozitív együtthatókat tartalmazó feltételeknél (pl. a termelési tervek) az eredeti b_i ezrelékében adjuk meg a hibát. Vegyesen szereplő pozitív és negatív együtthatók (pl. a mérlegfeltételek) esetén a pozitív együtthatójú tagok összegének ezrelékében (gyakorlatilag a mérleg egyik oldalának ezrelékében) adtuk meg a hibát. Ezt mutatja a 35. táblázat.

35. táblázat

A KORLÁTOZÓ FELTÉTELEK TELJESÜLÉSÉNEK PONTOSSÁGA

A relatív hiba nagysága ‰-ben	A feltételek száma
0	87
0—1	35
1—5	11
5—9	5
9—	0

11. §. A „KIS MODELLEK" JELLEGZETESSÉGEI

A „kis modellek" a következőkben különböznek az 1—8. számú „nagy modellektől":

a) A programozás szektorát leszűkítettük a keskeny szövőgépekre és a hozzájuk tartozó előkészítőkre. A kis modellek tehát nem foglalkoznak a széles és vetüléktarkázó szövőgépekkel.

b) Számításon kívül hagytunk több, a nagy modellekben szereplő géptípust.

c) A kis modellekben kizárólag gépcsoportok szerepelnek, annak érdekében, hogy ne kelljen külön feltételek formájában biztosítani a vertikális arányosságot.

d) A nagy modellekben mind a kereszt-, mind a vetülékcsévélő gépeket két technikai kategóriára („jobb" és „rosszabb" gépekre) bontottuk. Itt a két kategóriát összevontuk.

e) A régi gépek leszerelésekor keletkező bevételtől — a kiselejtezési értéktől — eltekintünk. Így a leszerelés maradékváltozóként szerepel a modellben.

Az egyszerűsítések miatt a kis modellek alapján végzett programozás kevésbé tartalmas, mint a nagy modellek szerinti. A kiegészítő érzékenységi vizsgálatok céljaira azonban ezek a modellek alkalmasnak bizonyultak.

12. §. A BÉREMELKEDÉS FIGYELEMBEVÉTELÉNEK HATÁSA

Az egyik programot konstans, a másikat emelkedő bérek szerint párhuzamosan számoltuk. Az eredményeket a 36. sz. táblázat szemlélteti.

A BÉREMELKEDÉS FIGYELEMBEVÉTELÉNEK HATÁSA *36. táblázat*

	A béremelkedés figyelembevételével	Konstans bérekkel
A géppark összetétele:		
Hány régi, rosszabb, keskeny szövőgép működjék?	1 416	3 823
Hány régi, rosszabb, keskeny szövőgépet kell leszerelni?	2 407	0
Hány régi szövőgépet kell gyorsítani?	3 787	3 787
Hány vetélőváltós keskeny gépet kell beszerezni?	3 650	1 828
A szélesszövőgép-parknál	teljes gépcsere	teljes gépcsere
A vetüléktarkázó szövőgépparknál	teljes gépcsere	teljes gépcsere
Az írezőgépparknál	teljes gépcsere	teljes gépcsere
A felvetőgépparknál	teljes gépcsere	teljes gépcsere
A vetülékcsévélő gépparknál	részleges gépcsere	részleges gépcsere
A keresztcsévélő gépparknál	teljes gépcsere	teljes gépcsere
Az optimális program néhány általános jellemzője:		
A szövettermelés hány %-át adják automaták?	56,6	39,9
Az igénybe vett beruházási összeg (millió Ft-ban)	555	518
Új üzemterület építése (1000 m²-ben)	1	3,4

A táblázat világosan mutatja, hogy a béremelkedés figyelmen kívül hagyása fékezi a műszaki fejlesztést.

13. §. AZ EREDETI GÉPBERUHÁZÁSI PROGRAMRÓL

Az eredeti terv keretében előirányzott építést már korábban ismertettem. (Lásd a Függelék 5. §-át s a 30. táblázatot.) A 37. sz. táblázat a gépberuházási programot ismerteti.

AZ EREDETI GÉPBERUHÁZÁSI PROGRAM *37. táblázat*

	Géptípus	Leszerelendő 1961—1965-ben	Gépállomány 1965-ben a programozási szektorban	Gépállomány 1965-ben a programozási szektoron kívül (már 1960-ban is működött)	Gépállomány összesen 1965-ben
1.	Régi, rosszabb, keskeny szövő	795	2 224		2 224
2.	Gyorsított, keskeny szövő		4 591		4 591
3.	Vetélőváltós, keskeny szövő		1 640	740	2 380
4.	Csévevváltós, keskeny szövő		1 150	350	1 500
5.	Régi, széles szövő. . . .		1 241		1 241
6.	Új, széles szövő		154		154
7.	Régi vetüléktarkázó szövő		1 295		1 295
8.	Egyéb (speciális) szövő .			360	360
9.	Szövőgép összesen . . .	795	12 295	1 450	13 745
10.	Régi írező	7	37		37
11.	Átépített írező		4		4
12.	Új írező		10		10
13.	Régi felvető	13	38		38
14.	Új, olcsóbb felvető . . .		19		19
15.	Régi, rosszabb vetülékcsévélő.		4 430		4 430
16.	Régi, jobb vetülékcsévélő		4 540		4 540
17.	Új vetülékcsévélő . . .		2 960		2 960
18.	Régi, rosszabb keresztcsévélő.	1 690	2 080		2 080
19.	Régi, jobb keresztcsévélő		5 300		5 300
20.	Új, olcsóbb keresztcsévélő			3 450	3 450
21.	Új, drágább keresztcsévélő.		5 180		5 180

Megvizsgáltuk, hogyan teljesíti az eredeti gépberuházási program azokat a korlátozó feltételeket, amelyeket saját modellünk számára előírtunk. Az összehasonlíthatóság céljából ugyanazokkal a műszaki-gazdasági jellemzőkkel számoltunk, mint saját programozásunkban (lásd: 38. táblázatot).

38. táblázat

A KORLÁTOZÓ FELTÉTELEK TELJESÜLÉSE AZ EREDETI PROGRAMBAN

A korlátozó feltétel sorszáma	A korlátozó feltétel teljesítése
1.	A keskenyszövödei kapacitás 44 632 millió vetéssel több a termelési tervnél
2.	A szélesszövödei kapacitás 7065 millió vetéssel kevesebb a termelési tervnél
3.	A vetüléktarkázó szövödei kapacitás 2750 millió vetéssel kevesebb a termelési tervnél
5.	A tőkés devizakeretet 4,2 millió Ft-tal lépik túl
7.	Az írezőkapacitás 6192 tonnával több a szükségletnél
8.	A felvetőkapacitás 407 millió m-rel több a szükségletnél
9.	A vetülékcsévélő-kapacitás 6305 tonnával több a szükségletnél
10.	A keresztcsévélő-kapacitás 9166 tonnával több a szükségletnél

Eszerint az eredeti gépberuházási program — a mi modelljeink szempontjából — nem megengedett program.

A 38. sz. táblázat *1.* sorában mutatkozó kapacitástöbblet valószínűleg nem jelentkezik teljes egészében 1965-ben, mert az új gépek egy részét még az év folyamán szerelik, ami némi kiesést okoz a termelésben.

Megállapítottuk, milyen értéket vesz fel a célfüggvény az eredeti program mellett. A gépberuházási költségeket, valamint az üzemeltetési költségeket ugyanúgy számítottuk, mint saját modelljeinkben. Ehhez egy összegben adtuk hozzá az eredeti programban előirányzott építési költségeket. (Azért kellett így eljárnunk, mert az eredeti programban szereplő építési variánsok egy részét mi nem vettük fel modellünkbe.)

A következő oldalon, a 39. sz. táblázatban ismertetem a számítás eredményét, összehasonlítva saját optimális programjaink célfüggvényértékével.

39. táblázat

A JAVASOLT PROGRAM MEGTAKARÍTÁSA AZ EREDETIVEL SZEMBEN

		Diszkontált költségösszeg 10 %-os kamatláb	Statikus formula 20 %-os kamatláb
1.	A hivatalos akcióprogram (millió Ft-ban)	5 946	531,9
2.	Saját optimális programunk (millió Ft-ban)	5 048	472,7
3.	Az optimális program megtakarítása a hivatalos akcióprogramhoz képest (millió Ft-ban)	898	59,2
4.	Az optimális program megtakarítása a hivatalos akcióprogramhoz képest (%-ban)	15,1	11,1

14. §. EGY GÉPCSERE NÉLKÜLI PROGRAM

Összehasonlítás céljából kidolgoztunk egy megengedett programot, amely teljesíti az 1—4. számú modellek számára előírt korlátozó feltételeket, s amelynek általános koncepciója a következő:

1. meg kell tartani az összes régi gépet,

2. a régi gépek kapacitása feletti többletet új épületben elhelyezett legolcsóbb automatákkal kell biztosítani.

A számítás eredményét a 40. sz. táblázatban ismertetem.

GÉPCSERE NÉLKÜLI PROGRAM *40. táblázat*

A tevékenység sorszáma	x_j	A program néhány jellemzője
1.	3 823	
5.	3 787	Diszkontált költségösszeg,
8.	1 828	10%-os kamatlábbal:
13.	1 241	5813 millió Ft
16.	297	
17.	1 295	
20.	53	
23.	443	
25.	37	
27.	493	Bruttó beruházási költség:
28.	17	407,6 millió Ft
29	11	
31.	443	
33.	454	Építés:
35.	26	20 000 m²
36.	327	
38.	530	
43.	263	

Jelölések

A következőkben csak a gyakrabban használt jelöléseket ismertetem.

a_{ij} = a j-edik változó együtthatója az i-edik korlátozó feltételben.
$\mathbf{A}$ = a korlátozó feltételek együtthatóinak mátrixa.
b_i = az i-edik korlátozó feltétel jobboldalán szereplő korlát.
$\mathbf{b}$ = a korlátozó feltételek jobboldalán szereplő korlátok oszlopvektora.
c_j = a j-edik változó együtthatója a költségminimalizálási célfüggvényben, azaz a j-edik egységköltség.
$\mathbf{c}^*$ = a költségminimalizálási célfüggvény együtthatóinak sorvektora.
C = a programozási szektor összes költsége, azaz a költségminimalizálási célfüggvény értéke.
D = diszkontfaktor.
g_j = a j-edik változó egységére jutó iniciális beruházási költség.
G_j = a j-edik változó összes iniciális beruházási költsége.
h_j = a j-edik változó egységére jutó évi üzemeltetési költség.
H_j = a j-edik változó összes évi üzemeltetési költsége.
i = a korlátozó feltételek futóindexe.
j = a változók futóindexe.
$\mathbf{j}$ = az optimális program struktúrája, azaz az optimális programban szereplő változók indexeinek együttese.

k = az ágazati kapcsolatok mérlegében a sorok futóindexe. (Ágazati kapcsolatok mérlege a továbbiakban: ÁKM.)
K = kamatfaktor.
l = az oszlopok futóindexe (ÁKM).
m = a korlátozó feltételek száma.
M = a beruházás megvalósítási időszakának utolsó éve.
n = a változók száma.
N = a sorok, illetve oszlopok száma (ÁKM).
p_j = a j-edik változó együtthatója a hozadékmaximalizálási célfüggvényben, azaz az egységhozadék.
$\mathbf{p}^*$ = a hozadékmaximalizálási célfüggvény együtthatóinak sorvektora.
P = a programozási szektor összes hozadéka, azaz a hozadékmaximalizálási célfüggvény értéke.
q = eladási egységár.
Q = bevétel.
r_{kl} = az inverz mátrix k-adik sorában, l-edik oszlopában szereplő komponens (ÁKM).
$\mathbf{R}$ = az inverz mátrix (ÁKM).
s_{kl} = a technológiai mátrix k-adik sorában, l-edik oszlopában szereplő komponens (ÁKM).
$\mathbf{S}$ = a technológiai mátrix (ÁKM).
t = az idő mint szakaszos változó.
T = az elszámolási időszak utolsó éve.
$\mathbf{u}_k^*$ = a teljes ráfordítási együtthatók k-adik sorvektora (ÁKM).
$\mathbf{w}_j$ = a j-edik tevékenység eredményeképpen keletkezett kapacitásegység hazai eredetű anyagokra vonatkozó igényeinek oszlopvektora.
w_k = a k-adik szektor extern kibocsátása (ÁKM).
x_j = a j-edik változó értéke, azaz a j-edik tevékenység terjedelme.
$\mathbf{x}$ = a program.
$X^{(p)}$ = a p-edik kapacitástartomány felső határa.
$y_{k,1}$ = a k-adik szektor exportkibocsátása a szocialista piacra (ÁKM).
$y_{k,2}$ = a k-adik szektor exportkibocsátása a kapitalista piacra (ÁKM).
Y_1 = összes export a szocialista piacra.
Y_2 = összes export a kapitalista piacra.
z_k = a k-adik szektor teljes termelése (ÁKM).
β = kamatláb.
$\gamma^{(p)}$ = differenciális költség a p-edik kapacitástartományban.
η = a teljesítési arány mint valószínűségi változó.
ϑ = biztonsági szint.
λ = paraméter.
$\mu_{\beta T}$ = törlesztőfaktor.

π_i = az i-edik korlát kalkulatív értékelése.
ϱ_1 = devizaárfolyam (forint/rubel).
ϱ_2 = devizaárfolyam (forint/dollár).
τ = az élettartam utolsó éve.
χ = bizonytalan adat nagysága.

A következő megkülönböztető jelzéseket alkalmazzuk:

1. Minden optimális adatot a ° felső indexszel jelölünk. Pl. $\mathbf{x}^\circ$ = az optimális program.

2. „-tól-ig" jellegű adatok esetén alulvonás az alsó határt, felülvonás a felső határt, a szimbólum feletti hullámjel pedig a középértéket jelöli. Pl. $\underline{c}_j$, $\tilde{c}_j$, $\overline{c}_j$.

Irodalomjegyzék és névmutató

E jegyzék nem tekinthető sem a beruházásgazdaságossági számítások, sem pedig a matematikai programozás teljes bibliográfiájának. Kizárólag azokat a műveket soroljuk fel, amelyekre a könyvben hivatkoztunk.

Folyóiratcikkeknél az évszám előtti szám az *évfolyam*ra, az évszám utáni számok pedig az *oldalszámok*ra utalnak. Azoknál a folyóiratoknál, amelyek egy-egy éven belül megjelenő számaik oldalait nem számozzák folyamatosan, megadtuk azt is: melyik *szám*ban jelent meg a hivatkozott cikk. Ez az utalás az évszám után szerepel, a „No." rövidítés után.

Az irodalomjegyzék egyúttal névmutató is. A bibliográfiai adatokat követő „H:" jelzés utáni szám utal arra, hogy a könyv hányadik oldala hivatkozik a szóban forgó szerzőre.

Könyvek, cikkek, tanulmányok

[1] ACZÉL I.: „Egy iparág optimális termelési tervének meghatározása korszerű módszerekkel", *Ipargazdaság*, 12 (1960) No. 1, 9—14. H: 93.

[2] ARROW, K. J.: „Alternative Approaches to the Theory of Choice in Risk-Taking Situations", *Econometrica*, 19 (1951) 404—437. H: 248. 256.

[3] ARROW, K. J.—HURWICZ, L.—UZAWA, H.: *Studies in Linear and Non-Linear Programming*, Stanford: Stanford University Press, 1958. H: 109.

[4] BACSKAY Z.—KREKÓ B.: *Matematikai zsebkönyv közgazdászok számára*, Budapest: Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, 1957. H: 20, 225.

[5] BECKENBACH, E. F.: *Modern matematika mérnököknek* (ford.: Farkas M.—Medgyessy P.), Budapest: Műszaki Könyvkiadó, 1960. H: 59, 148.

[6] BELLMAN, R.: *Dynamic Programming*, Princeton: Princeton University Press, 1957. H: 148.

[7] BOD P.: „A lineáris programozás alkalmazása során jelentkező egyes (közgazdasági jellegű) nehézségek matematikai kezelése", *Ipargazdaság*, 12 (1960) No. 3, 27—33. H: 165.

[8] BODEWIG, E.: *Matrix Calculus*, Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1956. H: 59, 122.

[9] BROCKIE, M. D.—GREY, A. L.: „The Marginal Efficiency of Capital and Investment Programming", *The Economic Journal*, 66 (1956) 662—675. H: 270.

[10] BRÓDY A.: „Input output. Módszer a nemzetgazdasági folyamatok elemzésére", *Közgazdasági Szemle*, 4 (1957) 145—165. H:111.

[11] BRÓDY A.: „Az ágazati kapcsolatok mérlege és a közvetett beruházások", *Közgazdasági Szemle*, 7 (1960) 561—580. H: 114, 118.

[12] BRÓDY A.: *Az ágazati kapcsolatok mérlege. A felhasznált absztrakciók és azok korlátai. A számítások pontossága* (sokszorosítva), Budapest: Magyar Tudományos Akadémia Közgazdaságtudományi Intézete, 1960. H: 153.

[13] CHARNES, A.—COOPER, W. W.—HENDERSON, A.: *An Introduction to Linear Programming*, New York: Wiley, 1953. H: 61.

[14] CHERNOFF, H.: „Rational Selection of Decision Functions", *Econometrica*, 22 (1954) 422—443. H: 248, 256.

[15] COURTILLOT, M.: „Programmation linéaire. Étude de la modification de tous les parametres", *Comptes Rendus des Séanses de l'Académie des Sciences*, 247 (1958) 670—673. H: 165.

[16] CUKOR GY.: „Az ipari export gazdaságosságának számítása", *Közgazdasági Szemle*, 5 (1958) 346—365. H: 153.

[17] CUKOR GY.—ROMÁN Z.: „Az ágazati kapcsolatok mérlegének felhasználása az ipar ágazati szerkezetének vizsgálatára és tervezésére", *Magyar Tudományos Akadémia Közgazdaságtudományi Intézetének Közleményei* (1960) No. 9. H: 118, 123, 126, 275.

[18] CSÉBFALVI K.: *Módszertani javaslat az alumíniumipar gazdaságos exportprogramjának elbírálására* (kéziratban), Budapest: Nehézipari Minisztérium, 1959. H: 208.

[19] CSIKÓS NAGY B.: *Árpolitika az átmeneti gazdaságban*, Budapest: Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, 1958. H: 92, 197.

[20] DEÁK J.—NEMES F.: „A beruházások utólagos vizsgálata", *Figyelő* (1961), No. 23. H: 218.

[21] DEAN, J.: *Managerial Economics*, Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1959. H: 108, 239, 241.

[22] DORFMAN, R.—SAMUELSON, P. A.—SOLOW, R. M.: *Linear Programming and Economic Analysis*, New York—Toronto—London: McGraw Hill, 1958. H: 61, 111, 175.

[23] DÖMÖLKI B.: „Az M—3 számítógép üzemeltetésének néhány tapasztalata", *Magyar Tudományos Akadémia Számítástechnikai Központjának Tájékoztatója* (1960) No. 5, 21—26. H: 63.

[24] FARKAS I.: „Vita a beruházások és az új technika bevezetésének gazdasági hatékonyságáról a Szovjetunióban", *Közgazdasági Szemle*, 6 (1959) 190—199. H: 186.

[25] FISZEL, H.: „Zagadnienia efektywnosci inwestycji", *Ekonomista* (1958) 1076—1090. H: 133.

[26] FOERSTER E.: *Simon Spitzers Tabellen für die Zinseszinsen- und Rentenrechnung*, Wien: C. Gerold's Sohn, 1933. H: 136.

[27] GASS, S. I.: *Linear Programming*, New York: McGraw Hill, 1958. H: 61, 64, 159, 163, 175, 277.

[28] GERLE GY.: „A beruházások gazdaságosságának vizsgálata", *A beruházások gazdasági hatékonysága* (A kötet szerzői: Turánszky M. és Gerle Gy.), Budapest: Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, 1959. H: 140, 186.

[29] GLÜCK, A.: „Probleme ale eficatitatii economice a investitiilor in industrie", *Probleme Economice* (1957) No. 6., 33—48. H: 110.

[30] HACSATUROV, T.: „Problemi ekonomicseszkoj effektyivnoszty kapitalovlozsenij v szocialiszticseszkoje hozjajsztvo", *Voproszi Ekonomiki*, (1957) No. 2, 106—121. H: 185, 186, 188.

[31] HACSATUROV, T.: „Ekonomicseszkaja effektyivnoszty komplekszno mehanizacii i avtomatizacii proizvodsztva", *Voproszi Ekonomiki* (1959), No. 12, 61—74. H: 131, 184.

[32] HAVAS P.: „Az ágazati kapcsolatok mérlegének felhasználása exportgazdaságossági számításokhoz", *Statisztikai Szemle*, 38 (1960) 236—251, 352—363. H: 202.

[33] HURWICZ, L.: „Optimality Criteria for Decision Making under Ignorance", *Cowles Comission Discussion Paper, Statistics* (1951) No. 370. H: 251.

[34] KARÁDI GY.: „Gazdaságossági számítások a külkereskedelemben", *Közgazdasági Szemle*, 6 (1959) 113—127. H: 199.

[35] KARLIN, S.: *Mathematical Methods and Theory in Games, Programming and Economics*, London—Paris: Pergamon Press, 1959. H: 61, 98, 109.
[36] KNIGHT, F. H.: *Risk, Uncertainty and Profit*, Houghton Mifflin: New York, 1957. H: 254.
[37] KOOPMANS, T. C. (a kötet szerkesztője): *Activity Analysis of Production and Allocation*, New York: Wiley, 1951. H: 280.
[38] KORNAI J.: *Az időtényező a beruházások gazdaságossági számításaiban* (kéziratban), Budapest: Könnyűipari Minisztérium, 1958. H: 140.
[39] KORNAI J.—LIPTÁK T.: *A nyereségérdekeltség matematikai vizsgálata*, Budapest: Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, 1959. H: 103, 208.
[40] KORNAI J.: „Elgondolások a gépberuházások programozásáról", *Magyar Textiltechnika*, 12 (1960) 148—150. H: 19.
[41] KORNAI J.: „A műszaki fejlesztés és a beruházások gazdaságosságának számítása", *Közgazdasági Szemle*, 7 (1960) 670—684. H: 19, 70.
[42] KORNAI J.—LIPTÁK T.—VIDOS T.: *Gazdasági számítás a magyar műszálgyártás fejlesztési programjának meghatározására* (sokszorosítva), Budapest: Szerves Vegyipari és Műanyagipari Kutató Intézet, 1960. H: 20, 109, 163, 166.
[43] KORNAI J.—KOTÁNYI F.—PAPP Z.—PÉCSI J.—SZABÓ L.—WELLISCH P.: „A pamutszövőipar optimális beruházási programjának meghatározása", *Textilipari Kutató Intézet Közleményei* (1960). H: 19, 61, 163, 164, 210, 287.
[44] KORNAI J.: „Egy iparág optimális beruházási tervének meghatározása lineáris programozással", *Közgazdasági Szemle*, 8 (1961) 570—585. H: 19.
[45] KOVÁCS GY.: „Az M—3 számítógép rövid műszaki ismertetése", *Magyar Tudományos Akadémia Számítástechnikai Központjának Tájékoztatója* (1960) No. 5, 9—19. H: 63.
[46] KREKÓ B.—BACSKAY Z.: *Bevezetés a lineáris programozásba*, Budapest: Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, 1957. H: 20, 61.
[47] KREKÓ B.: *Lineáris programozás*, Budapest: Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, 1962. H: 20, 48, 59, 61, 163.
[48] KUHN, H. W.—TUCKER, A. W.: „Nonlinear Programming", *Proceedings of the Second Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability* (A kötet szerkesztője: Neyman, J.), Berkeley—Los Angeles: University of California Press, 1951, 481—492. H: 109.
[49] LANGE, O.: *Price Flexibility and Employment*, Bloomington, 1944. H: 251.

[50] LANGE, O.: *Bevezetés az ökonometriába*, Budapest: Központi Statisztikai Hivatal Könyvtára — Magyar Tudományos Akadémia Közgazdaságtudományi Intézetének Könyvtára, 1960. H: 111.
[51] LEONTIEF, W.: *The Structure of American Economy. 1919—1939.* New York: Oxford University Press, 1953. H: 111.
[52] LEONTIEF, W. (a kötet szerkesztője): *Studies in the Structure of the American Economy*, New York: Oxford University Press, 1953. H: 111.
[53] LERNER, A. P.: *The Economics of Control*, New York: MacMillan, 1947. H: 280.
[54] LIPINSKI, J.: „Ocena efektywnosci inwestycji w gospodarce socjalistycznej", *Ekonomista* (1957) 15—44. H: 186.
[55] LIPTÁK T.: *Szukcesszív módszer lineáris egyenlőtlenségrendszerek megoldására — Alkalmazások lineáris és nem-lineáris programozásban* (kéziratban), Budapest: Magyar Tudományos Akadémia Számítástechnikai Központja, 1961. H: 109, 163, 166, 207.
[56] LISKA T.—MÁRIÁS A.: „A gazdaságosság és a nemzetközi munkamegosztás", *Közgazdasági Szemle*, 1 (1954) 75—94. H: 199.
[57] LOVAS-NAGY V.: *Mátrixszámítás*, Budapest: Tankönyvkiadó, 1956. H: 59.
[58] LUCE, R. D.—RAIFFA, H.: *Games and Decisions*, New York: Wiley, 1958. H: 248, 251.
[59] LUKÁCS L.—SÁGI M.: *A pontosság korlátai a vállalati eredménymegállapításban*, Budapest: Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, 1958. H: 153.
[60] LUKÁCS L.: *Az ipari beruházások gazdaságossági számításai* (kéziratban), Budapest: Magyar Tudományos Akadémia Közgazdaságtudományi Intézete, 1961. H: 78, 221.
[61] LUKÁCS O.: „Az első magyar ágazati kapcsolati mérleg összeállítása és felhasználása", *Közgazdasági Szemle*, 7 (1960) 168—175. H: 111.
[62] LUTZ, F.—LUTZ, V.: *The Theory of Investment of the Firm*, Princeton: Princeton University Press, 1951. H: 136, 146.
[63] MACSKÁSSY H.—VIDOS T.: *A műanyagok szerepe hazánk és a világ anyaggazdálkodásában* (kéziratban), Budapest: Szervesvegyipari és Műanyagipari Kutató Intézet, 1960. H: 239.
[64] MANDEL M.—SZUNYOGH Z.—VARGA J.: „A termelő beruházások gazdaságossági számításának módszere", *Közgazdasági Szemle*, 5 (1958) 257—272. H: 185, 232.
[65] MARCSÁNYI Z.—SIMÁN M.: *A pamutipar fejlődésének és helyzetének néhány kérdése* (sokszorosítva), Budapest: Könnyűipari Minisztérium, 1958. H: 142.

[66] MARTOS B.: „Hiperbolikus programozás", *Magyar Tudományos Akadémia Matematikai Kutató Intézetének Közleményei*, 5 (1960) 383—406. H: 207.

[67] MARTOS B.—KORNAI J.—NAGY A.—HORVÁTH L.—CSÉBFALVI K.—JESZENSZKY I.—LÁNDORI P.: *Első beszámoló a magyar alumíniumipar optimális távlati tervére vonatkozó kutatásról* (sokszorosítva), Budapest: Magyar Tudományos Akadémia Számítástechnikai Központja, 1961. H: 20, 115.

[68] MARX, K.: *Grundrisse der Kritik der Politischen Ökonomie*, Berlin, Dietz, 1953. H: 132.

[69] MASSÉ, P.: „Économie et stratégie", *Operational Research in Practice*, London: Pergamon Press, 1958. H: 270.

[70] MERK, G.: „Wahrscheinlichkeitstheorie und Investitionstheorie", *Weltwirtschaftliches Archiv*, 81—1 (1958) 66—78. H: 222.

[71] MEYER, J. R.—KUH, E.: *The Investment Decision*, Cambridge: Harvard University Press, 1957. H: 270.

[72] MILNOR, J.: „Games against Nature", *Decision Processes*, New York: Wiley, 1954. H: 248.

[73] MINC, B.: „Z badan Zakladu Nauk Ekonomicznych PAN nad efektywnoscia ekonomiczna inwestycji", *Ekonomista* (1955) No. 4, 172—180. H: 186.

[74] MINC, B.: „Problemy teorii inwestowania w gospodarce socjalistycznej", *Ekonomista* (1960) 459—476. H: 184.

[75] MSZTISZLAVSZKIJ, P.: „A beruházások hatékonyságának néhány kérdéséről", *Magyar—Szovjet Közgazdasági Szemle*, 3 (1949) 724—727. H: 110, 186.

[76] NAGY A.: „Egyes termékek kiviteli volumenének és gazdaságosságának összefüggése", *Közgazdasági Szemle*, 7 (1960) 617—630. H: 208

[77] NAGY A.: „Az optimális külkereskedelmi áruszerkezet programozása", *Külkereskedelem*, 4 (1960) No. 11, 10—11. H: 207.

[78] NEMÉNYI I. (a kötet szerkesztője): *A beruházások és felújítások finanszírozása*, Budapest: Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, 1959. H: 47, 58.

[79] NEUMANN, J.—MORGENSTERN, O.: *Theory of Games and Economic Behaviour*, Princeton: Princeton University Press, 1953. H: 248.

[80] NYEMCSINOV, V.: „Matematikai módszerek alkalmazása a közgazdasági kutatásban és tervezésben", *Közgazdasági Szemle*, 8 (1961) 271—286. H: 282.

[81] PETERS, S. M.: *Plant Design and Economics for Chemical Engineers*, New York: McGraw Hill, 1958. H: 107, 141.

[82] RÁCZ A.—UJLAKI L.: „Az ágazati kapcsolatok 1957. évi mérlegének inverze", *Statisztikai Szemle*, 38 (1960) 1216—1230. H: 114.

[83] RÉNYI A.: *Valószínűségszámítás*, Budapest: Tankönyvkiadó, 1954. H: 223, 225.
[84] RIHA, L.: „Hodnocení ekonomické efektivnosti technického rozvoje", *Plánovane Hospodárství*, 13 (1960) 938—947. H: 186.
[85] ROBINSON, J.: *The Accumulation of Capital*, London: MacMillan, 1956. H: 270.
[86] SAVAGE, L. J.: *The Foundations of Statisties*, New York: Wiley, 1954. H: 248, 256.
[87] SCHNEIDER, E.: *Wirtschaftlichkeitsrechnung*, Tübingen—Zürich: Mohr-Polygraphischer Verlag, 1957. H: 136.
[88] SHACKLE, G. L. S.: *Expectation in Economics*, Cambridge: Cambridge University Press, 1952. H: 222, 248.
[89] SIMON GY.—KONDOR GY.: *Az optimális tervgazdálkodás néhány kérdéséről* (kéziratban), Budapest: Magyar Tudományos Akadémia Közgazdaságtudományi Intézete, 1961. H: 280.
[90] STÝBLO, J.: „Hodnocení ekonomické efektivnosti investic a technického rozvoje v rámci výrobního oboru", *Plánované Hospodárství*, 13 (1960) 207—218. H: 133, 184, 186, 271.
[91] SUGÁR GY.—SZABÓ P.: *Sima mechanikai, ráépített automata és teljes automata szövőszékek összehasonlító gazdaságossági számítása* (sokszorosítva), Budapest: Könnyűipari Minisztérium, 1955. H: 78, 212.
[92] SZÉLL S.: *Összehasonlítás a konvencionális szövőszékek és a Sulzer szövőgép között* (kéziratban), Budapest: Könnyűipari Minisztérium, 1957. H: 78.
[93] SZTRUMILIN, Sz. G.: „Faktor vremenyi v projektirovkah kapitalnih vlozsenyij", *Izvesztija Akadémii Nauk* (1946) No. 3, 195—215. H: 186.
[94] TURÁNSZKY M.: „A beruházások gazdaságosságának fogalma és értékelése", *Beruházások gazdasági hatékonysága* (A kötet szerzői: Turánszky M. és Gerle Gy.), Budapest: Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, 1959. H: 110, 184, 185, 186.
[95] UZAWA, H.: „An Elementary Method for Linear Programming", megjelent a [3] kötetben, 179—188. H: 61.
[96] VARGA J.: „Felhalmozás és gazdaságosság", *Közgazdasági Szemle*, 6 (1959) 522—536. H: 185.
[97] VÁZSONYI, A.: *Scientific Programming in Business and Industry*, New York: Wiley, 1958. H: 102.
[98] WAKAR, A.: Wskazniki efektywnosci ekonomicznej inwestycji", *Ekonomista* (1957) 14—40. H: 133.
[99] WECKSTEIN, R. S.: „On the Use of the Theory of Probability in Economics" *The Review of Economic Studies*, 20—3 (1952—1953) 191—198. H: 222.

[100] WELLISCH, P.: *Néhány számítási eljárás a lineáris programozási modell módosításakor* (kéziratban), Budapest: Textilipari Kutató Intézet, 1961. H: 163, 164, 166, 210.
[101] WILLIAMS, R.: „Six-tenths Factor — Aids in Approximating Costs", *Chemical Engineering*, 54 (1947) No. 12, 124. H: 107.

Hivatalos anyagok, közlemények

[102] AKADÉMIA NAUK SzSzSzR: *Tyipovaja metodika opregyelenija ekonomicseszkoj effektyivnosztyi kapitalnih vlozsenyij i novoj techniki v narodnom hozjasztvo SzSzSzR*, Moszkva: Goszplanisztdat, 1960. H: 133.
[103] CSEHSZLOVÁK ÁLLAMI TERVBIZOTTSÁG NÉPGAZDASÁGTERVEZÉSI KUTATÓINTÉZET: *A beruházások hatékonysága meghatározásának problémái a szocializmusban*, A Kutató Intézet tudományos munkái, 7. szám, Prága, 1959. (A bibliográfiai adatok hiányosak, mert az eredeti anyag nem állt rendelkezésre. Hivatkozás a magyar nyersfordítás alapján.) H: 145.
[104] FEDERAL TRADE COMMISION: *Economic Report on Antibiotic Manufacture — June*, 1958, Washington: United States Government Printing Office, 1958. H: 241.
[105] KOMISJA PLANOWANIA PRZY RADZIE MINISTRÓW: *Instrukcja ogólna w sprawie metodyki badan ekonomicznej efektywnosci inwestycji*, Warszawa, 1960. H: 133, 142, 145, 186, 232.
[106] KÖZGAZDASÁGI SZEMLE szerkesztőségének munkatársai: „A Marx Károly Közgazdaságtudományi Egyetem 1960. évi tudományos ülésszaka", *Közgazdasági Szemle*, 7 (1960) 1087—1104. H: 184.
[107] KÖZPONTI STATISZTIKAI HIVATAL: *Az ágazati kapcsolatok mérlege, 1957*, Budapest, 1959. H: 112.
[108] KÖZPONTI STATISZTIKAI HIVATAL: *Az ágazati kapcsolatok 1957. évi mérlege — Kiegészítő kiadvány*, Budapest, 1959. H: 112.
[109] MAGYAR GAZDASÁGKUTATÓ INTÉZET: *Különféle textilipari nyersanyagok termelése és áralakulása*, Budapest, 1943. H: 235.
[110] MAGYAR KERESKEDELMI KAMARA: *Tőkés árupiacok — A világ műanyagtermelésének fejlődése* (sokszorosítva) Budapest, 1960. H: 235.
[111] MODERN PLASTICS: „Markets for Materials", *Modern Plastics*, 37 (1959) 89—112. H: 235.
[112] ORSZÁGOS TERVHIVATAL: „A beruházási programról és a beruházások engedélyezéséről — Az OT. elnökének 3/1960. sz. utasítása", *Tervgazdasági Értesítő*, 12 (1960, március 8.) No. 6. H: 58, 77, 123, 139.

[113] ORSZÁGOS TERVHIVATAL—PÉNZÜGYMINISZTÉRIUM—ÉPÍTÉSÜGYI MINISZTÉRIUM: *A beruházások és felújítások rendjéről szóló rendelettervezet* (sokszorosítva), Budapest, 1961. H: 77, 116.

[114] STATISTISCHES BUNDESAMT: *Preise, Löhne, Wirtschaftsrechnungen*, Wiesbaden (1954—1960) Reihe 8, Teil III. H: 235.

[115] VOPROSZI EKONOMIKI (szerkesztőségi cikk): „Matematyicseszkie metodi v ekonomike", *Voproszi Ekonomiki* (1960), No. 8, 100—128. Magyar fordítás) „Matematikai módszerek a közgazdaságtanban" (fordította: Ganczer S.-né) *Tájékoztató a külföldi közgazdasági irodalomról*, 5 (1960) No. 10. H: 187, 281

Tárgymutató

A következőkben nem teljes tárgymutatót közlök, hanem csupán a könyvben speciális értelemben használt (s első előfordulásuk helyén ritkított betűkkel szedett) fogalmakat sorolom fel. A számok a fogalom definíciójának, első magyarázatának helyére utalnak.

Adattartomány 214
Akcióköltség 56
Alaplétesítmény 115
Alsó szárny 114
Ársáv 243
Azonossági tartomány 161

Belső négyzet 111
Bizonytalan adat 155
Bizonytalansági fok 214
Bizonytalansági pönálé 250
Biztonsági érték 250
Biztonsági programozás 261
Biztonsági stratégia 248
Biztonsági szempontok mellőzésének stratégiája 249
Biztonsági szint 250
Biztos adat 155
Bruttó beruházás 46

Célfüggvény 56

Devizaárfolyam 196
Differenciális hozadék 189
Differenciális költség 105
Direkt ráfordítás 113
Diszkontált hozadékösszeg 130
Diszkontfaktor 130
Dominálás 65
Döntési probléma 28

Egységár 88
Egységhozadék 88
Egységköltség 58
Előlegezett költség 135
Elszámolási időszak 134
Eredeti terv 44
Érzékenységi vizsgálat 151
Évi törlesztéses hozadék 134

Extern kibocsátás 112

Feltevés 40
Fenntartási költség 148

Gazdaságpolitikai paraméter 168

Hosszúlejáratú jelzőrendszer 271
Hosszúlejáratú ráfordítási függvény 175
Hozadék 89

Indirekt ráfordítás 113
Iniciális beruházási költség 57
Inverz mátrix 113

Jellemző 158
Jóváhagyási dokumentum 77

Kamatfaktor 135
Kamatláb 58
Kalkulatív értékelés 175
Kapacitástartomány 106
Karakterisztikus érték 162
Kockázat 154
Költségdegresszió 102
Költségprogresszió 98
Korlát 60
Korlátozó feltétel 43
Korlátozott biztonság stratégiája 251
Kvalitatív azonossági tartomány 161
Kvalitatív karakterisztikus érték 162
Kvantitatív azonossági tartomány 161
Kvantitatív karakterisztikus érték 162

Maradékváltozó 48
Maximális biztonság stratégiája 250
Megengedett program 44
Megvalósítási időszak 134

Normálár 241
Normál termelési időszak 134

Optimális program 56
Oszthatóság 96
Párhuzamos programozás 164
Paraméter 159
Paraméteres programozás 159
Program 38
Programozási szektor 31

Rangsorolási eljárás 82
Reálköltség 116
Rövidlejáratú jelzőrendszer 271

Statikus formula 137
Struktúra (program struktúrája) 161
Szerkezet (modell szerkezete) 158
Szokásos gazdaságossági számítás 77

Technológiai együttható 111
Teljesítési arány 222
Teljes ráfordítás 113
Teljes termelés 111
Terjedelem (tevékenység terjedelme) 37
Tevékenység 33
„-tól-ig" formában megadott adat 214
Törlesztési időszak 135
Törlesztőfaktor 135
Tűrési határok 165

Újdonsági ár 239
Üzemeltetési költség 57

Kiadványszám: K—1089
Formátum: A/5 Ívszám: 21 (melléklettel együtt) Példányszám: 2100
Nyomdába adva: 1962. I. 12. Imprimálva: 1962. IV. 30. Megjelent: 1962. V. 31.

Ez a könyv 5601—54 és 5602—55 szabvány szerint készült

62.199.01 Alföldi Nyomda, Debrecen