

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
Számítástechnikai Központja
Gazdasági Alkalmazások Osztálya

KORNAI JÁNOS - LIPTÁK TAMÁS :

"KÉTSZINTŰ" TERVEZÉS

Matematikai programozási módszer a népgazdasági terv
javítására

B u d a p e s t

1 9 6 2

B E V E Z E T É S

A Magyar Tudományos Akadémia Számítástechnikai Központjában 1962-ben munkacsoport alakult azzal a feladattal, hogy javaslatokat dolgozzon ki matematikai módszerek alkalmazására a népgazdasági tervezésben. Tanulmányunk e munkacsoport első terméke.

Jelen beszámoló fő célja: megismertetni a tervezés egy új eszközét a gyakorlati tervezőkkel, közgazdászokkal. Ezért a tanulmány 1-5 fejezetét, amelyek elgondolásaink közgazdasági vonatkozásait írják le, úgy fogalmaztuk meg, hogy feldolgozható legyen nagyobb matematikai felkészültség nélkül is. Kizárólag azt feltételeztük, hogy az olvasó ismeri a lineáris programozással kapcsolatos alapfogalmakat.

A kérdés matematikai vonatkozásait, a javasolt programozási eljárással kapcsolatos matematikai tételeket és azok bizonyítását a 6. fejezetben közöljük.

Javaslatainkat azzal a megfontolással terjesztjük elő, hogy azok - nézetünk szerint - felhasználhatók lesznek a harmadik ötéves népgazdasági terv kidolgozásához.

Ezen a helyen szeretnék köszönetet mondani munkacsoportunk másik két tagjának Martos Bélának és Nagy Andrásnak; a velük folytatott megbeszélések nagyban elősegítették javaslataink kialakítását. Köszönettel tartozunk Gerő Máriának és Morva Tamásnak, az Országos Tervhivatal munkatársainak, akik a tanulmány egy korábbi [13] változatához szóltak hozzá, s hasznos észrevételekkel vitték előbbre munkánkat.

1. A JAVASLAT KÖZGAZDASÁGI ALAPGONDOLATAI

Modellünket úgy szerkesztettük meg, hogy az lehetőség szerint idomuljon a tervezés mai gyakorlatához; a jelenleg szokásos tervezési módszerek mélyreható változtatása nélkül is beépülhessen a népgazdasági terv kidolgozásának normális menetébe.

A következő közgazdasági alapgondolatokból indultunk ki:

1. Modellünkkel bizonyos fokig imitáljuk a tervezés szokásos menetét. Az Országos Tervhivatal a gazdaságpolitikai követelmények, s az ágazatokra vonatkozó általános ismeretek alapján kidolgoz egy előzetes tervjavaslatot, amely globális előirányzatokat, "keret[számokat]", tartalmaz az ágazatok számára. Az ágazatok saját részletes számításaikkal, konkrét adottságaik alapján "kitöltik" ezeket a kereteket, konkretizálják a központi előirányzatokat. Eközben módosításokat is ajánlanak a Tervhivatal számára. A gazdasági életben ezt nevezik "visszatervezésnek". A visszatervezés alapján a Tervhivatal módosítja eredeti előirányzatait, ezeket újra leküldi az ágazatoknak. Modellünk az "oda-vissza-tervezésnek" ezt a processzusát formalizálja. [☒]

[☒] A gyakorlatban ez az "oda-vissza-processzus" nem megy végbe ilyen szigorú időrendi sorrendben. Sokszor kerül sor "menetközbeni" tárgyalásokra, információk kicserélésére, rész-megállapodásokra, tervszámok emelése, vagy csökkentése körüli alkukra és egyeztetésekre.

2. Modellünk egy más szempontból is a tervezés szokásos gyakorlatának imitációját jelenti. Rendszeresen megtörténik, hogy a központ bizonyos direktívákat ad az ágazatoknak és kéri annak visszajelentését: milyen gazdasági hatékonysággal oldható meg a feladat. Az ágazatok különböző - központilag előírt szerkezetű - "gazdaságossági mutató [számokkal]" fejezik ki tevékenységük hatékonyságát. Modellünk egységes rendszerbe foglalja ezt a visszajelentést: az ágazatok az eljárás minden lépésében gazdaságossági mutató [számokat] jelentenek vissza a központnak az onnét kapott direktívák, valamint saját tevékenységük értékelésére.

3. Korábban már sor került egyes iparágakban ágazati méretű távlati tervek kidolgozására matematikai programozási módszerekkel, illetve folyamatban van ilyen programok számítása.² E programozások valósággal sugalják azt a gondolatot, hogy bizonyos ágazati számítási eredményeket érdemes lenne összehasonlítani s felhasználni azoknak a direktíváknak, keretszámoknak /például termelési feladatoknak, beruházási kereteknek/ a javítására, amelyeket az ágazati számítások során a népgazdasági tervből vettek át. Modellünk hivatása: szervezett formát adni ennek az összehasonlításnak és az ennek alapján történő népgazdasági tervkorrekcióknak.

4. Nem kívánjuk modellünk segítségével meghatározni a népgazdasági terv minden előirányzatát. Kiindulópontunk: egy

² Lásd irodalomjegyzék [12], [11] és [15].

már kidolgozott / "hagyományos", nem-matematikai módszerekkel meghatározott, esetleg az input-output táblával ellenőrzött/ népgazdasági terv. Ennek a tervnek bizonyos előirányzatait konstansként átvesszük programozási modellünkbe. Ezeket dolgozatunkban gazdaságpolitikai előírásoknak nevezzük. Ilyenek pl. a munkaerő-keret, a személyes és közületi fogyasztásra szolgáló termékek mennyiségének és összetételének előirányzatai stb./ Más kérdés, hogy számításunk eredményei alapján mód van-e konstansként átvett gazdaságpolitikai előírások értékelésére is; támpontokat adhatunk az előírások esetleges megváltoztatására irányuló döntéshez./

5. Köztudomásu, hogy e számításokban felhasznált alapadatok egy része bizonytalan; a modell eleve bizonyos egyszerűsítő feltevéseket alkalmaz; az eredeti tervből konstansként átvett gazdaságpolitikai előírások nagysága is sok szempontból vitatható. Éppen ezért érthető, ha a gyakorlati tervezők nem tulajdonítanak túlzott jelentőséget a matematikai értelemben "optimális", azaz a szélsőértékfeladatot egzaktan teljesítő program elérésének, mert tisztában vannak ennek az optimumnak a viszonylagos voltával. Gyakorlati célokra tehát teljesen elégséges az optimum elfogadható közelítése.

6. A gazdaságossági számítások fejlesztése szorosan összefügg az árrendszer tökéletesítésével. Ez utóbbi azonban hosszasan tartó és bonyolult feladat. Ezért igyekeztünk olyan módszert kidolgozni, amely a jelenlegi árak mellett is képes hozzájárulni a népgazdasági tervek javításához. Részen ezzel

függ össze, hogy kiindulópontunk - a tervezés szokásos menetének megfelelően - különböző termékek mérlegszerű szétosztása.

7. Olyan eljárást kívántunk kidolgozni, amely a jelentés a nem túl távoli jövő számítástechnikai lehetőségei mellett gyakorlatilag alkalmazható. Modellünk szerint az ágazatokban olyan méretű programozásokat kell elvégezni, amelyekhez hasonlókat, mint említettük, egyes iparágakban, pl. a pamutiparban, a műszáliparban, az alumíniumiparban már ténylegesen végeztek, illetve végeznek, magyarországi elektronikus számológépekkel. A központban végzett számítás pedig olyan könnyű, hogy elektronikus számológép nélkül is megoldható.

2. A DINAMIKUS NÉPGAZDASÁGI TERVEZÉSI MODELL

A tanulmányban ~~az~~ előterjesztett programozási módszer sokféle célra, sokféle feladat megoldására alkalmas. Annak érdekében azonban, hogy olvasóink könnyebben áttekinthessék elgondolásainkat, célszerűnek látszik mindjárt egy gyakorlati tervezési problémán bemutatni módszerünket. Ezért ebben a fejezetben részletesen leírunk egy modellt, amely a népgazdasági távlati fejlesztési terv megalapozását hivatott szolgálni. Később, a 4. fejezetben utalunk arra, hogy milyen más feladatok megoldásához használható ugyanez a módszer.

2.1 A központi program változói és feltételei

A tervezést a központ /gyakorlatilag: a kormány, az Országos Tervhivatal/ irányítja. A tervezéssel kapcsolatos feladatok egy részét a központ alá rendelt szektorok látják el. Összesen n szektorunk van. Egy-egy szektor, egy-egy termékcsoportért felelős. /A szektorhoz sorolt termékek csoportjának szélességét, azaz az aggregáció problémáját később tárgyaljuk./ A továbbiakban a rövidség kedvéért termékcsoporthelyett termékről beszélünk majd. A szektor tevékenységeihez tartozik nemcsak a szóbanforgó termék hazai termelése és a termeléshez szükséges beruházás, hanem e termék exportja és importja is. A szektor felelős a termék iránti hazai és exportszükséglet kielégítéséért, akár hazai termelésből, akár importból történik is ez.

Távlati tervet dolgozunk ki összesen T időszakra /például ötéves tervet; egy-egy időszak két év, azaz $T = 5/n$

A központi program és a szektorprogramok között meghatározott összefüggések állnak fenn. Vizsgáljuk meg előbb a központi programot. A központ háromféle központi előírást ad a szektorok részére:

A központ megbizsa az i -edik szektort, hogy a t -edik időszakban bizonyos mennyiségű terméket bocsásson a hazai szükségletek rendelkezésére. Ezt z_{it} -vel jelöljük s ellátási feladatnak nevezzük. / $i = 1, \dots, n$; $t = 1, \dots, T$ / A központ nem írja elő, hogy ezt a feladatot a szektor hazai termelés, vagy import útján elégítse ki; ezt majd a szektor-program határozza meg. Az ellátási feladat teljesítésével csupán a hazai szükségletet kell kielégíteni; a szektor-programban kell majd meghatározni, hogy ezen felül kíván-e a szektor exportálni is.

A központ rendelkezésre bocsát az i -edik szektornak a t -edik időszakban egy meghatározott mennyiséget a j -edik termékből./Például meghatározott mennyiségű villamosenergiát ad a vegyiparnak az 1964-65 időszakra/. Ezt z_{ijt} -vel jelöljük és anyagkeretnek nevezzük / $i = 1, \dots, n$; $j = 1, \dots, n$; $t = 1, \dots, T$ /
Ez tartalmazza mind a hazai termelésű, mind az importált i-

* Elgondolásunk szerint modellünket az 1966-75 évi távlati terv kidolgozásához lehetne felhasználni. Gyakorlatilag a harmadik ötéves terv kidolgozásához, de oly módon, hogy az új ötéves terv számítása során már messzemenően szűk előtt tartjuk az utána következő ötéves tervidőszak feladatait is.

edik anyagot.

A Központ az i -edik szektor rendelkezésére bocsát a t -edik időszakra meghatározott létszámot. Ezt w_{it} -vel jelöljük és létszámkeretnek nevezzük $/i = 1, \dots, n; t = 1, \dots, T/$. Mint látni fogjuk, dinamikus népgazdasági modellünkben a munkaerőt tekintjük egyedüli primér központi erőforrásnak.

A központ által a szektoroknak adott háromféle előírás $/z_{it}, z_{ijt}, \text{ és } w_{jt}/$ a központi program változói, amelyeknek nagyságát számításunk eredményeképpen kívánjuk meghatározni.

A központi programnak a következő korlátozó feltételeket kell kielégítenie.

$$/2.1/ z_{it} \geq \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^n z_{ijt} + F_{jt} \quad \left(\begin{array}{l} j = 1, \dots, n \\ t = 1, \dots, T \end{array} \right),$$

x ahol F_{it} a t -edik időszakban az i -edik termékből szükséges extern fogyasztás. Ez gazdaságpolitikai előírás, azaz olyan adat, melyet nem magunk számítunk ki a programozás során, hanem korábbi tervszámításokból konstansként vesszük át. Az extern fogyasztás magában foglalja a személyes és a közületi fogyasztást. Ezzel szemben általában nem foglalja magában sem az exportot, sem a beruházások céljaira történő felhasználást.* Az exportot és a beruházási tevékenységet ugyanis nem tekintjük gazdaságpolitikai előírásnak, hanem azok célszerű nagysá-

* Ez alól van kivétel, amelyre később térünk ki.

gát számításunk segítségével kívánjuk meghatározni.

A /2.1/ feltétel a népgazdasági tervezés gyakorlatában rendszeresen alkalmazott termékmérleg: baloldalon a forrás, jobboldalon a felhasználás. A hazailag termelt és importált termékből a hazai szükséglet rendelkezésére bocsátott mennyiség z_{it} nem lehet kevesebb, mint amennyit a hazai termelőfogyasztás $\sum_i z_{ijt}$ -s az extern fogyasztás F_{it} igényel.

A /2.1/ feltétel-rendszer nem más, mint annyi n -szektoros input-output tábla, ahány időszakunk van. Ezekből az ágazati kapcsolati mérlegekből azonban, mint látni fogjuk, nem számítunk technológiai együtthatókat s ennek megfelelően nem használjuk fel az input-output analízis szokásos eljárásai szerint. Ez kizárólag abszolút összegekben megadott mérlegek formájában szerepel modellünkben.

Az ismertetésre kerülő eljárás alkalmazhatósága érdekében felső korlátot kell szabnunk minden szektor ellátási feladatának:

$$/2,2/ z_{it} \leq Z_{it}$$

$$(i = 1, \dots, n; \\ t = 1, \dots, T)$$

ahol a Z_{it} felső korlát önkényesen meghatározott konstans, megszabása azonban nem okoz különösebb nehézséget a gyakorlatban. A gyakorlati tervezők a helyzet ismerete alapján könnyen megállapíthatnak minden termékre olyan felső határt, amelyet a hazai szükséglet biztosan semmilyen körülmények között nem lép túl. Így például vitatható, hogy 1975-ben 200.000,

vagy 700.000 to lesz-e a papírfogyasztás /a termelőfogyasztás és az externfogyasztás együttesen/, de egészen biztos, hogy 1 millió to-nál nem lesz több.

A következő feltétel:

$$/2.3/ \sum_{i=1}^n w_{it} \leq W_t \quad (t = 1, \dots, T),$$

ahol W_t a népgazdasági munkaerőkeret a t -edik időszakban. Ez gazdaságpolitikai előírás, amelyet korábbi tervszámításokból konstansként veszünk át.

A /2.3/ feltétel a népgazdasági tervezés gyakorlatában ugyancsak jól ismert munkaerő-mérleg. Nem kötjük ki a népgazdasági munkaerőkeret teljes felhasználását, azaz a /2.3/ feltétel egyenlőségre való teljesítését, Amennyiben a programozás eredményeképpen netán munkaerőfelesleg mutatkozna, a gazdasági vezetésnek módjában van határozni a további intézkedésekről. /Például leszállítja a munkaidőt, vagy előírja a munkaerőfelesleg felszívását a termelésbe azon az áron is, hogy gazdaságilag kevésbé előnyös programot hajt végre stb./

Természetesen a központi program változói ne^(lehetnek) legyenek negatívak:

$$/2.4/ z_{it} \geq 0$$

$$/2.5/ z_{ijt} \geq 0$$

$$/2.6/ w_{it} \geq 0$$

$$(i = 1, \dots, n)$$

$$j = 1, \dots, m$$

$$t = 1, \dots, T)$$

A központi program megengedett, ha^a /2.1/ - /2.6/ feltételrendszer^t teljesíti.

2.2 A szektor-programok változói és feltételei

Az i -edik szektor programozási modelljében összesen n_i -féle tevékenység szerepel változóként. E tevékenységek volumenét x_{ik} -val jelöljük / $k = 1, \dots, n_i$ /.

A szektor tevékenységei, közgazdasági természetük szerint több csoportba sorolhatók:

1. A tervidőszak kezdetén már fennálló, az i -edik terméket kibocsátó kapacitások változatlan továbbműködtetése. Technikai jellemzők alapján /például elmaradottabb, vagy fejlettebb üzem/ több ilyen tevékenység építhető be a modellbe. E "reprodukáló" tevékenység volumene a t -edik időszakban x_{ikt} / $k = \text{repr}^{\#}$, $t = 1, \dots, T$ /.

2. A beruházási tevékenységek. Technikai és gazdasági jellemzők alapján /például alkalmazott technológia, import vagy hazai gépek, stb./ több ilyen tevékenység építhető be a modellbe. Ezen[†] kívül az alternatív beruházási tevékenységek különböznek egymástól abban is, hogy melyik tervidőszakban indították el őket. /Például egy új, meghatározott technológiával

[#] Itt és a szektorváltozók több csoportjánál nem adjuk meg a változók számát, hanem e helyett a k futó indexet, illetően ~~3~~ a tevékenység jellegére utalunk egy-egy rövidítéssel.

működő, meghatározott profilu létesítmény beruházása megindulhat az 1., 2., 3., 4. vagy 5. időszakban. Ez így 5 változót jelent a szóbanforgó szektor-modellben./ A k-adik beruházási tevékenység volumene: $x_{ik} / k = \text{inv}/$.

3. A t-edik időszakban az i-edik termékből lebonyolított export gazdasági jellemzők alapján /például piacok, relációk, stb. szerint/többféle export tevékenység szerepelhet a modellben. Volumenjük a t-edik időszakban $x_{ikt} / k = \text{exp}, t = 1, \dots, T/$.

4. A t-edik időszakban az i-edik termékből lebonyolított korlátos import. Ebben a csoportban csak olyan import tevékenységek szerepelnek, amelyek az 1. és 2. csoporthoz tartozó hazai termelőtevékenységgel versenyeznek, azt pótolni képesek, /kompetitív import/, s amelyek volumenét valamilyen külső piaci tényező korlátozza. Gazdasági jellemzők alapján /például piacok, relációk szerint/ többféle ilyen tevékenység szerepelhet a modellben. Volumenjük a t-edik időszakban $x_{ikt} / k = \text{imp}, t = 1, \dots, T/$.

5. A t-edik időszakban az i-edik termékből lebonyolított szabad import. Ez olyan import-tevékenység, amely a 4. csoportban szereplő import-tevékenységekhez hasonlóan versenyez a hazai termeléssel, azaz kompetitív jellegű, de ugyanakkor volumenjét külső piaci tényezők nem korlátozzák. Egyes szektorokban joggal feltételezhetjük ilyen szabad import-tevékenység reális létezését. Más szektorokban /például a villamosenergia szektorban/ ilyen szabad, korlátlan import-tevékenység nem lé-

tezik. Mégis ezekben a szektorokban is szerepeltetjük a változóknak ezt a típusát, annak tudatában, hogy ez csupán fiktív változó. Látni fogjuk, hogy az alkalmazásra kerülő programozási eljárás automatikusan biztosítja e változók kiszorulását a programból, de módszerünk természetéből megköveteli ilyen felső korlát nélküli import-változó szerepeltetését minden szektor-modellben. A szabad import volumene: $x_{i0t} / t = 1, \dots, T/$.

A szektor-modellek: lineáris programozási modellek. Alkalmazzuk tehát a linearitási feltevésével kapcsolatos szokásos egyszerűsítéseket, ~~hiszen~~ ^{vállalva} az ezzel járó pontatlanságokat. Mivel a linearitás problémája jól ismert az irodalomból, erre nem szükséges itt bővebben kitérnünk.

A szektor-program számára előírt feltételeket két fő kategóriába sorolhatjuk. A feltételek egyik kategóriája: a központtól kapott előírások, a központi feltételek. Lényegük: a szektor teljesítse az előírt ellátási feladatot anélkül, hogy túllépne az előírt anyag- és létszámkereteket. Vizsgáljuk meg ezeket közelebbről.

$$/2.7/ \sum_{k=1}^{n_i} a_{ikt} x_{ikt} \geq z_{it} \quad (t=1, \dots, T),$$

ahol a_{ikt} az i -edik szektor k -edik tevékenysége által a t -edik időszakban biztosított termékennyiség. Az együttható nagysága a tevékenység különböző csoportjainál a következők:

1. A reprodukáló tevékenységeknél $a_{ikt} = 1/k = \text{repr}$,
 $t = 1, \dots, T/$. A reprodukáló tevékenység egy egysége

tehát egy termékegységet állít elő a t -edik időszakban.

2. A beruházási tevékenységeknél $a_{ikt} \geq 0$, de legalább *egy* t -re $a_{ikt} = 1/k = \text{inv}$; $t = 1, \dots, T$. Ez a következőket jelenti. A beruházási tevékenység egy egységnek eredményeképpen valamikor, de legkésőbb a terv utolsó időszakában létrejön egy kapacitás-egység, amely képes lesz egy időszak alatt egységnyi i -edik terméket előállítani. Az ezt megelőző termelés viszont attól függ, mikor indul a beruházás és milyen felfutás jellemzi. Feltételezzük, hogy a k -adik beruházási tevékenységre a termékkibocsátás $/s$ mint látni fogjuk a ráfordítások/ meghatározott időbeli lefutása jellemző.* /Más ^{szóval} ~~szempontból~~ egy-egy beruházási változóra az a_{ikt} együtthatók konstans csoportja jellemző /minden t -re/. Például az 1. beruházási tevékenység a 2. időszakban kezdődik, a 3. időszakban a végleges kapacitás 60%-át adja és a 4. időszakban már 100%-os kapacitással termel. Ez esetben $a_{111} = 0$, $a_{112} = 0$, $a_{113} = 0,6$, $a_{114} = 1$, $a_{115} = 1$. Viszont a technológiai szempontból teljesen azonos, de egy időszakkal később megkezdett 2. beruházásnál $a_{121} = a_{122} = a_{123} = 0$, s csak $a_{124} = 0,6$, $a_{125} = 1$.

* A beruházások ilyen kezelése némileg hasonló ahhoz, ahogyan Ragnar Frisch [5] ~~szempontból~~ művében a beruházási tevékenységek különböző "csatornáit" /chanel/ kezeli.

Feltételezzük, hogy a beruházás révén keletkezett kapacitásokat a felfutás után mindig normális mértékben kihasználják. Tehát nem hozunk létre olyan kapacitást, amelyet azután egy későbbi időszakban nem használnánk ki[■]. Ha tehát a_{ikt} valamely t -re egyenlő 1-el, akkor ugyancsak 1 a $/t+1/-$ edik, $/t+2/-$ edik stb. időszakokra is. Enniben tehát a tevékenységeknek ez a csoportja különbözik a reprodukáló csoporttól. Annál ugyanis nem tételeztük fel, hogy a meglévő régi kapacitásokat szükségképpen ki kell használni.

3. Az export tevékenységeknél $a_{ikt} = -1/k = \exp/$, más szóval az export tevékenységekhez el kell vonni a hazai ellátás elől az i -edik terméket.

4-5. A korlátos import tevékenységeknél, valamint a szabad importnál $a_{ikt} = 1/k = \text{imp}, 0/$, azaz egy egységnyi import-tevékenység egységnyi i -edik terméket bocsát a hazai ellátás rendelkezésére.

 ■ Ez a feltételezés kizárólag a szektor-modell méreteinek csökkentése érdekében szükséges. Így ugyanis egyrészt megtakaríthatjuk azt, hogy külön változóként építsük a modellbe a beruházási tevékenységeket, és a beruházás révén keletkező kapacitáson folyó termelő tevékenységet. Másrészt: külön feltételekkel kössük össze a változóknak ezt a két típusát. Feltételezésünk egyébként reális: Nem érdemes ^{olyan} új kapacitásokat létrehozni, amelyeket mindjárt a megindulást követő első esztendőben nem tudunk normálisan kihasználni.

Ezek után világos a /2.7/ feltétel tartalma: a hazai termelésnek /a régi és az újonnan termelt kapacitásokon/ plusz az importnak /korlátos és szabad importnak/ az export levonása után elegendőnek kell lennie a hazai ellátási feladat teljesítéséhez.

A következő központi feltétel-sorozat:

$$/2.8/ \sum_{k=1}^{n_i} g_{ijkt} x_{ikt} \leq z_{ijt} \quad (j = 1, \dots, i-1, i+1, \dots, n),$$

ahol g_{ijkt} az i -edik szektor k -adik tevékenységének egy egysége által a t -edik időszakban igényelt j -edik anyag mennyisége. Ez utóbbi nagysága a tevékenységek különböző csoportjainál:

1. $g_{ijkt} \geq 0$ a reprodukáló tevékenységeknél / $k = \text{repr}/$.

A termelés technológiai jellegénél fogva igényli, vagy nem igényli a j -edik anyagot. Ez az anyagigény magában foglalja mind a folyó üzemeltetés anyagigényét, mind pedig a régi kapacitás fenntartásához, egyszerű újratermeléséhez szükséges nagyjavítási és pótlási, felújítási akciók anyagigényét.

a. $g_{ijkt} = 0$ a beruházási tevékenységeknél / $k = \text{inv}/$. Ez magában foglalja az új kapacitás megteremtésének éveiben a beruházás által igényelt anyagokat /például gépek, villamos berendezések, stb/, az üzemeltetés éveiben pedig mind a folyó termeléshez, mind a már megteremtett kapacitás fenntartásához szükséges anyagokat.

Hasonlóképpen a kibocsátáshoz, itt is feltételezzük: a k -adik beruházási tevékenységre az anyagigények meghatározott időbeni lefolyása jellemző, tehát például az 1. beruházási tevékenység a vegyiparban a 2. időszakban kezdődik, ennek megfelelően az 1. időszakban semmilyen anyagot nem igényel, a 2. időszakban a beruházás megvalósítása idején főként gépet és építést, a 3. időszakban a felfutás alatt már sok bányászati terméket, villamosenergiát, de még némi építést is. A 4. időszaktól kezdve pedig már csak az üzemeltetéshez, valamint a megteremtett kapacitások fenntartásához szükséges anyagokat. Ugyanebben a szektorban szerepelhet egy másik, a 2. beruházási tevékenység, amelynek műszaki jellemzői azonosak, de amely egy időszakkal később indul meg. Ez esetben a g_{ijkt} együtthatók még a második időszakban is 0-ák és csak a 3. időszaktól kezdve válnak pozitivakká.

3-4-5. $g_{ijkt} = 0$ / $k = \text{exp, imp, 0}$ /. Valamennyi külkereskedelmi tevékenység anyagigénye nyilvánvalóan 0.

Végül az utolsó központi feltétel:

$$/2.9/ \sum_{k=1}^{n_i} h_{ikt} x_{ikt} \leq w_{it} \quad (t=1, \dots, T),$$

ahol h_{ikt} a k -adik tevékenység egy egysége által igényelt létszám a t -edik időszakban. A különböző kategóriákban:

1. A reprodukáló tevékenységeknél határozottan pozitív.

Munkaerő nélkül nem folyhat termelés. $h_{ikt} > 0$ / $k = \text{repr}$ /.

2. A beruházási tevékenységeknél pozitív vagy nulla $h_{ikt} \geq 0$ /k = inv/. 0 a beruházás megkezdése előtt, ettől kezdve pozitív; számszerű nagyságának - akárcsak a kibocsátási és az anyagigény-együtthatóknak - jellegzetes időbeli lefolyása ez.

3-4-5. A külkereskedelmi tevékenységek létszámigénye nulla: $h_{ikt} = 0$ /k = exp, imp, 0/

A központi feltételek mellett vannak a szektor sajátos körülményeire jellemző speciális feltételek. Számuk: m_1 ,

Néhány példa ezekre:

- A reprodukáló tevékenységeket korlátozza a jelenlegi meglévő kapacitás felső határa.
- Egyes beruházási tevékenységeknek, például a jelenlegi üzemek rekonstrukciójának, szűk keresztmetszetek feloldásának vannak felső határai.
- A hazai termelést egyes szektorokban természeti adottságok /például a geológiai kincs nagysága/ korlátozzák.
- Egyes export és import tevékenységeknek vannak felső határai.

E feltételekben szereplő korlátok egy része gazdaságpolitikai előírás, azaz korábbi tervszámításokból merithető, más részüket e számítás céljaira kell kidolgozni. A speciális feltételeket összefoglalóan a következőképpen fejezzük ki:

$$/2.10/ \sum_{k=1}^{n_i} \Delta_{ijkt} x_{ikt} \leq b_{ijt} \quad (j=1, \dots, n_i; t=1, \dots, T),$$

ahol

b_{ijt} = a j-edik speciális feltételben szereplő speciális korlát. Például kapacitáskorlát, természeti kincs mennyisége, export-import-korlát, stb. Ez nem-negatív: $b_{ijt} \geq 0$ / $j = 1, \dots, n_i$ /.

Δ_{ijkt} = a j-edik speciális feltételben a k-adik tevékenységre a t-edik időszakra vonatkozó együtt-ható /például a szénbányászatban a k-adik termelő tevékenység egységének ^{1965. - 66. évi} igénye a hazai szénkincsre/.

A felsorolt központi és speciális feltételeken kívül itt is kimondjuk, hogy a program-változói nem lehetnek negatívak:

$$/2.11/ x_{ikt} \geq 0 \quad (k=1, \dots, n_i; t=1, \dots, T).$$

A szektor programja megengedett, ha teljesíti a /2.7/-/2.11/ feltételeket.

Tekintsük át, milyen kérdésekben hoztunk döntést, amikor a szektorprogramot meghatároztuk:

1. Mennyit termeljük a szektorra jellemző termékből a terv különböző időszakaiban?*

* Ezek a termékek, mint említettük, egész termékcsoportok. Programozásunk nem felel arra, hogy e termékcsoportokon belül milyen legyen az egyes konkrét gyártmányok aránya. Erre még visszatérünk.

2. Milyen beruházásokat hajtsunk végre? Ezen belül:

2.1 Mi történjék a régi kapacitásokkal? Ha a régi kapacitásokat nem ~~szüntetjük~~^{merjük} ki, vagy éppenséggel egyáltalán nem használjuk fel, ugy ez gyakorlatilag e kapacitások részleges vagy teljes leszere-lését jelenti. Esetleg: Milyen bővitést, rekonstrukciót hajtsunk végre a régi kapacitásokon?

2.2 Milyen új beruházásokat valósítsunk meg és milyen alapvető technológiával?

2.3 Mikorra hajtsuk végre a beruházásokat?

Általában olyan beruházási alternatívákat kell a szektormodellbe állítani, amelyeknél a választásnak más szektorokra továbbgyűrűző ~~hatásai~~^{Konrekvenái} vannak. /Például annak a ténynek, hogy a hazai bauxitot itthon dolgozzuk-e fel kész alumíniummá, vagy exportáljuk, hatása van a villamosenergia-szektor feladataira./ Viszont nem szükséges olyan beruházási alternatívákat felállítani ennek a modellnek a keretében, amelyek között választva kevésbé hatunk más szektorok feladataira.

3. Milyen volumenű export tevékenységet bonyolítsunk le a terv különböző időszakában, milyen irányban?

4. Milyen volumenű export tevékenységet bonyolítsunk le a terv különböző időszakában, milyen irányban?

A program tehát a szektor komplex termelési, beruházási, műszaki fejlesztési, export és import tervét foglalja magában.

A szektor-modelleknek ez a szerkezete érthetővé teszi, miért szerepel a központi programban egyetlen primér erőforrásként a munkaerő.

Először: a választást korlátozó természeti erőforrások a szektorok speciális feltételei között szerepelnek.

Másodszor: a hosszulejratu tervekben rendszerint korlátozott erőforrásként szereplő beruházási erőforrásokat ^{nem} szükséges külön korlátoznunk. Ami ezeknek az erőforrásoknak a globális korlátozását illeti: bizonyos korlátot szab az F_{jt} extern fogyasztások előírása. Azzal, hogy eldöntöttük, hogy a nemzeti jövedelem fogyasztási alapjának nagyságát és összetételét /nem a fogyasztási alap arányát!/, bizonyos fokig korlátoztuk a felhalmozást. De csak bizonyos fokig, mert a felhalmozási alap növelhető a nemzeti jövedelem emelésével.

Ezen kívül a beruházási tevékenységeket korlátozzák a központi termékmérlegek. Például nem használható fel több építés a beruházások céljaira, mint amennyi az extern fogyasztás építési szükségletének kielégítése és a reprodukáló tevékenységek építés-szükséglete /épület fenntartás/ után fennmarad.

A gyakorlati felhasználás során a kész programból könnyen kiemelhető a beruházási tevékenységek terve: valamennyi szektor "inv"-tevékenységeinek összege e tevékenység révén meginduló normál termelés előtt. Modellünk jellegzetessége azon-

ban a programozás során nem huz merev választóvonalat a beruházási célokra igénybe vett termékek és a folyó termelés /valamint az export/ céljaira igénybevett termékek között.*

Modellünk dinamikus jellegének fontos előnyei vannak a statikus^{krus} jellegű programozási modellekkel szemben. Modellünket - mint említettük - alapjában véve a harmadik ötéves terv kidolgozásához akarjuk felhasználni. Ehhez azonban öt évnél távolabbi perspektívát kell szem előtt tartanunk. Mérlegelnünk kell: mit fogunk tenni 1970 után, hogy helyesen dönthessünk arról, mit kell tenni 1970 előtt. A dinamikus modell lehetővé teszi, hogy állást foglaljunk abban, mely akciókat érdemes előre hoznunk a harmadik ötéves terv^{időszaka} kára és melyeket célszerű viszonylag elhalasztani 1970 utánra.

2.3 A célfüggvény

Az alábbiakban először leírjuk célfüggvényünk tartalmát és tisztázzuk meghatározásának néhány problémáját és csak azután térünk ki közgazdasági indoklására.

Otpimális az a megengedett program, amelynek nettó devizahozama maximális.

* Ebből következik, hogy a nemzeti jövedelem ^{Kategóriája} nem szerepel közvetlenül modellünkben. Dinamikus modellünk feltételi rendszere nyitvahagyja azt a kérdést, hogy a társadalmi terméknek az extern fogyasztás után fennmaradó részéből mit használjunk fel a folyó termelés anyagfelhasználásaként s mit beruházásként a termelő apparátus kibővítésére. Ezt az arányt, s ezzel együtt a nemzeti jövedelem részarányát a társadalmi termékben éppen a programozás keretében kell kialakítani.

Szektorméretekben: Az i -edik szektorban optimális az x_{ikt} változóknak az az együttese, amelyeknél a szektor összes nettó devizahozama, G_i maximális:

$$/2.12/ \quad C_i = \sum_{k=0}^{n_i} \sum_{t=1}^T c_{ikt} x_{ikt} = \max !$$

ahol c_{ikt} a k -adik tevékenység egységének hozama a t -edik időszakban, Ezt az egész modellben egységesen, egy bizonyos pénznemben mérjük. /Például rubelben, vagy dollárban, vagy forintban./

A tevékenységek különböző csoportjaira vonatkozóan megállapíthatjuk:

$$/2.13/ \quad \begin{array}{ll} c_{ikt} \leq 0 & (k = \text{exp}, \text{inv}) \\ c_{ikt} > 0 & (k = \text{exp}) \\ c_{ikt} < 0 & (k = \text{imp}, 0). \end{array}$$

1-2. A hazai termelő és beruházási tevékenységek hozama általában 0. Kivétel ez alól az a termelő és beruházási tevékenység, amely nem kompetitív importot igényel. Egy példa erre: A kohászati szektor áramigényét az áramszektor, szénigényét a szénszektor fedezi, tekintettel arra, hogy ezeknél szóba kerülhet mind a hazai termelés mind az import. Ezzel szemben a kohászat nikkelt, krómt, vanádiumt és molibdént igényel mindenképpen importból kell fedezni, mert ezek hazai termelése szóba se jöhet. Ezért en-

nek a nem-kompetitív importnak a költségét a hazai termelő és beruházási tevékenység terhére kell írni negatív hozamként.

Vajon a hazai termeléshez szükséges kompetitív jellegű importanyag nem terheli a termelő tevékenységet negatív hozamként? Mert a kompetitív import nem a felhasználó, hanem az ellátószektor célfüggvényértékét terheli meg. Tehát például a kohászatban felhasznált importáram nem a kohászati szektormodell célfüggvényértékében jelentkezik, hanem az áramszektorében.

3. Az export-tevékenységek - és csak az export-tevékenységek - hozama pozitív. Modellünkben szerepelhet ugyanannál a termékénél többféle exportár /s hasonlóképpen: többféle importár/, például a legmagasabb áron eladható exportkorlátot a korlát felett már olcsóbban kell eladni.

4. Az import-tevékenységek hozama negatív. A javasolt eljárás alkalmazhatósága érdekében azzal az - egyébként rendszerint teljesen jogos - feltevással élünk, hogy a modellben szereplő külkereskedelmi tevékenységeknél az egységre eső exportár semmiképpen sem magasabb az egységre eső importárnál, azaz

$$\max_{k=exp} C_{ikt} \leq \min_{k=imp} -C_{ikt}$$

5. A szabad import hozama negativ, Amennyiben a szabad import nem reális, hanem csupán fiktív változó, akkor rendkívül magas fiktív negativ feltételt, negativ C_{iot} -t kell megszabnunk számára. Ez esetben az optimalizálás során elsőként a fiktív importváltozó szorul ki a programból. Programunk matematikai értelemben megengedett akkor is, ha még szerepel benne fiktív változó, gyakorlati tervezői értelemben azonban csak akkor válik a program megvalósíthatóvá, ha - az első optimalizálási lépések után - a fiktív változó már kiszorult a szektor-programból. A továbbiakban azt a megengedett programot, amelyben fiktív változó nem szerepel reális programnak nevezzük.

Miután tisztáztuk a célfüggvényt, szektorméreteken, tisztáznunk kell népgazdasági méreteken is. Optimális az a központi program, amely mellett a maximális szektor-célfüggvény értékek összege maximális. Optimális tehát az központi változóknak az a z_{it}^* , z_{ijt}^* és w_{it}^* együttese, amely mellett a szektorprogramozásokban szereplő maximális

$$/2.15/ \sum_{k=1}^{n_i} \sum_{t=1}^T c_{ikt} x_{ikt}^* = \max \sum_{k=1}^{n_i} \sum_{t=1}^T c_{ikt} x_{ikt}$$

értékek összege maximális.

Ezek után felvethetjük a kérdést, hogy közgazdaságilag indokolt-e a célfüggvénynek ez a megformulázása. Mindjárt elől-

járóban lerögzíthetjük: nem állítjuk, hogy ez az egyedül lehetséges és indokolt célfüggvény. A 4. fejezetben rávilágítunk, inkább csak példaképp, más lehetőségekre is. Minden esetben az itt leírt célfüggvény reálisnak, gyakorlatilag alkalmazhatónak és előnyösnek tűnik a következő megfontolások miatt:

Nem egyedül e célfüggvény szabályozza a népgazdaság strukturáját, mert azt már messzemenően befolyásolták az externfogyasztást megszabó F_{jt} konstansok. Ezek gazdaságpolitikai előírások, amelyeket már programozásunk előtt eldöntöttek és amelyekben kifejezésre jutnak a gazdaságpolitika egyes alapvető követelményei /életszinvonál emelésének főelőírásai, a honvédelmi szükségletek fedezése, stb./. A devizahozam növelésének szempontja tehát nem vonhatja el az export kedvéért azokat a termékeket, amelyek a hazai személyes és közületi fogyasztáshoz szükségesek.

Vajon milyen befolyást gyakorol a modellnek ez a szerkezete és ezen belül a célfüggvénynek ez a tartalma a beruházásokra? Nem vezet-e ahhoz, hogy a ~~kezdet~~ ^{program} helyett, hogy kellő mértékű felhalmozást írna elő, a fogyasztás feletti felesleg túlzott mértékű exportját tervezi meg? Ezzel kapcsolatban meg kell különböztetnünk a terv közbeeső időszakait a terv befejező időszakaitól. A közbeeső időszakokban ez a veszély nem fenyeget. Az externfogyasztás előírásai nyilván időszakról-időszakra emelkednek s ez önmagában is a kapacitások növelését igényli. Ezen túlmenően a devizahozam nö-

velése érdekében az szükséges, hogy az importot, ahol ez előnyös, hazai termeléssel pótoljuk, továbbá a hazai szükségleten felül exportra is egyre többet termeljünk és mindez ismét csak a beruházások programbaállítása felé visz.

Speciális problémát jelent azonban ebből a szempontból a terv befejező időszaka /vagy időszakai/, amennyiben modellünk az eddig leírt formában maradna, fennállna az a veszély, hogy a program nem irányozna elő un. átmenő, azaz T-edik év után termelni kezdő beruházásokat. Ezek ugyanis már nem járulnak hozzá termékkibocsátással sem a feltételi rendszerben előírt arányosságok biztosításához, sem pedig a célfüggvény, és így a devizahozam emeléséhez. Így tehát gazdaságpolitikai előírással kell biztosítani, hogy a programban megfelelő súlyjal szerepeljenek az átmenő beruházások. Ennek legegyszerűbb módja: a befejező időszak /vagy esetleg az utolsó időszakok/ extern fogyasztását úgy kell meghatározni, hogy ezek magukba foglalják az átmenő beruházások megvalósításához szükséges termékeket is. Ez azonban csak az átmenő beruházásokra nézve szükséges; azokat a beruházásokat, amelyek még a tervidőszakban termelni kezdenek, maga a feltételi-rendszer és a célfüggvény által képviselt optimalizálási törekvés "hozza be" a programba.

Végeredményben modellünk a társadalmi munka termelékenységének emelésére készlet: a feladat az, hogy a népgazdaság ösz-

szes adott munkaereje minél nagyobb terméktömeget, használati termék-tömeget állítson elő. E termék-tömeg számbavételénél az előírt mennyiségű és összetételű hazai extern-fogyasztáson felüli részt egy speciális súlyrendszerrel - a devizahozammal - mérjük.

A deviza-mérleg javítása, mint optimalizálási szempont, különösen indokolt a mi körülményeink között. Egyrészt, mert a külkereskedelemnek igen nagy a súlya a népgazdaságban: gazdaságunk egészséges szerkezete messzemenően attól függ, előnyös-e beilleszkedésünk a nemzetközi munkamegosztásba. Másrészt: évek óta feszültségek vannak külkereskedelmi mérlegeinkben és ezért a népgazdasági tervezés tényleges gyakorlatában is központi szerephez jut - az alapvető belső arányosságok biztosításán túl - a deviza-mérleg javításának követelménye.

Természetesen a többlet-deviza megszervezése nem öncél. Amennyiben például a programozás eredményeképpen sikerülne jelentős aktivumot biztosítani egyes időszakok külkereskedelmi mérlegeibe, külön döntéssel meghatározható lesz, hogy ezt mire fordítsuk: beruházásra, fogyasztási cikkek importjára, adósságok törlesztésére, hitelek nyújtására, stb. Ez nyilván a könnyebbik ^{gond} lenne; az mindenképpen "tisztá hazon", ha a devizahozam emelkedik.

A változóknak, a feltételeknek és a célfüggvénynek az előbbiekben leírt szerkezete módot ad arra, hogy kifejezés-

re jussanak az egyes ágazatok fejlesztésének relatív előnyei és hátrányai:

- Hol áll rendelkezésre hazai természeti kincs.
- Milyen termékre van széles külföldi értékesítési lehetőség; hol van /begyakorlottság, szellemi "tőke", a korábbi export-tevékenységgel elért jó hírnév eredményeképpen/ ár szempontból is kedvező export-lehetőség.
- Hol vannak olyan beruházási lehetőségek, például rekonstrukció, szűk keresztmetszetek feloldása, amelyek aránylag kevés befektetéssel is erőteljesen hozzájárulhatnak a népgazdasági fejlődéshez.
- Mely termékek importját pótolhatjuk aránylag kevesebb hazai ráfordítással.
- Mely termékek iránt nő különösen gyorsan a hazai igény, és így tovább.

Az ilyen és hasonló relatív előnyök és hátrányok számbavételére alapulhat a választás a között, hogy mely szektorokban fejlesszük erőteljesebben és melyekben lassabban a hazai termelést. Modellünk hivatása tehát az, hogy az ágazatok fejlesztésének fő arányait, a népgazdasági terv általános koncepcióját segítse kialakítani.

2.4 A programozási eljárás.

A programozás azzal kezdődik, hogy a központ megadja a központi előírásokat /az ellátási feladatot, az anyagkeretet és a létszámkeretet/ a szektornak. A szektorok a központi elő-

írások korlátai között meghatározzák saját optimális programjukat. Ez "szabályos" lineáris programozási feladat, amely a szokásos módszerekkel, például a szimplex-módszerrel megoldható.

Amennyiben a központi előírások a lehető legcélszerűbbek voltak, úgy ezzel a programozás be is fejeződött volna. Csak hogy ez egyáltalán nem biztos. Lehetséges, hogy a központnak nem sikerült "első nekifutásra" a lehető legcélszerűbb központi előírásokat kidolgoznia. Ezért a központ le akarja mérni az ellátási feladatok és az anyag-, illetve létszámkeretek elosztásának helyességét. Erre a célra jelentést kér a szektoroktól, amelyeknek adatokat kell közölniük arról, milyen hatékonyan képesek hasznosítani a központtól kapott anyagot, létszámot, illetve milyen hatással jár náluk az ellátási feladat teljesítése.

E visszajelentéshez meghatározzák a központi előírások un. árnyékárait. Az árnyékár közgazdasági tartalma esetünkben:

{ it = az ellátási feladat árnyékára. Azt fejezi ki:
Mennyivel emelkedne az i -edik szektor devizahozama a t -edik időszakban, ha egységnyivel^{*}

^{*} Szigoruan véve itt is és a többi korlátnál is az árnyékár nem a korlát egységnyi, hanem végtelenül kicsiny változásának konzekvenciáit fejezi ki. Csupán a könnyebb megértés kedvéért szólunk a gyakorlatilag kézzelfoghatóbb, elképzelhető egységnyi változásról.

csökkenne a szektor ellátási feladata, miközben a szektor-modell feltételeiben szereplő többi korlát változatlan maradna.

ξ_{ijt} = az anyagkeret árnyékára.

ω_{it} = a létszámkeret árnyékára. Ezek azt fejezik ki: mennyivel emelkedne az i -edik szektor devizahozama a t -edik időszakban, ha egységnyiivel emelnénk a szektor anyagkeretét a j -edik anyagból, illetve a szektor létszámkeretét, miközben a többi korlát változatlan maradna.

Ezenkívül meghatározzuk a speciális feltételekben szereplő korlátok árnyékárait is:

σ_{ijt} = a j -edik speciális feltételben szereplő korlát árnyékára.

A szektor-modellben szereplő valamennyi korlát árnyékárait megkapjuk, ha a szektor az eredetileg megadott elsődleges programozási feladat nn. duális feladatát oldja meg. Ebben a feladatban a változók: a korlátok árnyékai; a változók célfüggvénybeli együtthatói; az eredeti elsődleges programozási feladatban szereplő korlátok. Az i -edik szektorra vonatkozó duális feladat modellje a következő:

$$/2.16/ \quad \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n g_{ijkt} \xi_{ijt} - a_{ikt} \xi_{it} + h_{ikt} \omega_{it} + \\ + \sum_{j=1}^{m_i} s_{ijkt} \sigma_{ijt} \geq c_{ikt} \quad (k=0,1,\dots,n; j \\ t=1,\dots,T)$$

$$/2.17/ \quad \omega_{it} \geq 0 \quad (t = 1, \dots, T),$$

$$/2.18/ \quad \zeta_{ijt} \geq 0 \quad (j = 1, \dots, i-1, i+1, \dots, n; t = 1, \dots, T),$$

$$/2.19/ \quad \xi_{it} \geq 0 \quad (t = 1, \dots, T),$$

$$/2.20/ \quad \delta_{ijt} \geq 0 \quad (j = 1, \dots, m_i; t = 1, \dots, T),$$

$$/2.21/ \quad \sum_{t=1}^T \left[\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n z_{ijt} \zeta_{ijt} - z_{it} \xi_{it} + \omega_{it} \omega_{it} + \sum_{j=1}^{m_i} b_{ijt} \delta_{ijt} \right] = \min!$$

Mit fejez ki közgazdaságilag a/2.21/ célfüggvény, azaz az a követelmény, hogy az összes korlátok árnyékár-összege legyen minimális?

A duális programban kapott árnyékárak nevezetes tulajdonsága: az elsődleges feladat optimális programjához tartozó optimális célfüggvény-érték teljes egészében "feleltődik" a korlátokra. Esetünkben tehát az árnyékárak minimális összege pontosan egyenlő a tevékenységek maximális hozamával.

Tegyük fel egy pillanatra a következőket: a központ valóban olyan "áron" adja a szektornak az erőforrásokat, amilyen árat a szektor visszajelent a megköveteli a sektortól, hogy ne legyen veszteséges. Ha a szektor túl rőzsaszinű, túl magas árnyékárát jelentett vissza /például azt állította, hogy

a létszámkeret emelése nagyobb többlet-hozamot biztosít, mint amennyire az optimális program szerint valóban képes/, akkor a szektor veszteségessé válna. Az árnyékárak minimalizálása, mint a modell optimalizálási követelménye, azt fejezi ki:

óvakodni kell a feltételekben szereplő korlátok módosításának, a módosítás révén a célfüggvényben mutatkozó hatásnak a tel-
értékelésétől. A duális feladatban az árnyékárak minimalizálása az óvatosság, a felelősségteljes mértéktartás latitüd-
 jét fejezi ki, a visszajelentés keretében adott gazdaságossági mutató számok meghatározásánál. Ez a felelősségteljes, óvatos magatartás egyébként nemcsak itt, hanem más gazdasági mutatószámok jelentésénél is kívánatos lenne/.

Térjünk mármost vissza a központhoz. A központ megkapta valamennyi szektortól a visszajelentést az eredeti központi előírások árnyékárait. Ez mintegy tükörképe "bizonyítványa" az eredeti központi programnak. Tegyük fel: kitűnik, hogy a létszámkeret árnyékára az 1. szektorban 100, a 2. szektorban viszont csak 50. Kézenfekvő a gondolat: a 2. szektor létszámkeretét csökkenteni kell az 1. szektor javára. Vagy kitűnik, hogy az áramkeret árnyékára a 3. szektorban 60, a 9. szektorban azonban csak 20. Ezért érdemes az áram egy részét átcsoportosítani a 9. szektorból a 3. szektorba.

Az átcsoportosítások alapján egy új központi program készül. A szektorok új, központi előírásokat kapnak. A szektorok ismét megállapítják az új központi előírások árnyékára-

it. A központ ezek figyelembevételével újra korrigálja a központi programot, ismét módosított központi előírásokat ad a szektoroknak és így tovább. Az eljárás számos lépésből áll; egy-egy lépés mindig egy központi program-javítást és egy ágazati duál programozást, azaz árnyékár-meghatározást foglal magában.

Az iterációs eljárás során kétirányban áramlanak az információk: a központból a szektorokhoz a központi előírások új és új együttese, a szektorokból a közponba az árnyékárak új és új együttese. Eljárásunkat ennek megfelelően a továbbiakban kétszintű tervezésnek nevezzük. A kibernetikában szokásos elnevezéssel: modellünk olyan szabályozási rendszert reprezentál, amely "negatív visszacsatolással" működik. A szektor programozása révén kapott árnyékár-rendszer az a visszacsatolás, amely biztosítja a központból kiáramló utasítások folyamatos korrigálását.

Mindaz, amit elmondtunk, még nem ad választ arra pontosan, milyen korrekciót kell végrehajtani a központi programon a szektorok visszajelentései alapján? Milyen mértékűek a változtatások, amelyeket egy-egy lépésben a központi előírásokon végrehajtunk?

A kétszintű tervezés módszere erre vonatkozólag pontos eljárási szabályokat, mándhatnánk: recepteket határoz meg. A szabályok egyszerűek: a központi program javítása az egyes lépésekben elektronikus számológép igénybevétele nélkül is, kézi

módszerekkel elvégezhető. /A szektor-programozásokhoz természetesen szükség van elektronikus számológépekre, feltételezve, hogy a modellek méretei ezt valóban megkívánják./

Mégsem kívánjuk az olvasót ezen a helyen e szabályok részletes ismertetésével terhelni.² Inkább a kétszintű tervezés néhány jellegzetes, közgazdasági szempontból is figyelemre méltó vonását emeljük ki.

1. Az eljárás alapjául a feladat játékelméleti interpretációja szolgál. Az egyik "játékos" a központ, a másik a szektorok összessége. A játékelméleti interpretáció azon alapul, hogy a helyzet mutat bizonyos analógiát az un. stratégias játékokkal. Mindkét fél rendelkezik bizonyos információkkal, de nem hozhat egy maga teljesen megnyugató döntést, mert ehhez ismernie kellene a másik fél információit is. A központnak nagy az áttekintése, de nincs részletekbemenő ismerete azokról a sajátos problémákról /például az egyes szektorokra jellemző speciális alternatív tevékenység, azok jellemző műszaki és költségadatai, a szektorbeli választást korlátozó speciális feltételek, stb./, amelyeket a szektorok összessége ismer, s megfordítva: a szektorok sok részletet látnak, de nincs áttekintésük azokról a nagy összefüggésekről, amelyek csak a központ előtt lehetnek világosak. Akárcsak a stratégias játékban, a kialakuló szituáció mindkét félén mulik. Mind a

² Ez részletesen megtalálható a 6. fejezetben.

központ, mind a szektorok tisztában vannak azzal, hogy saját döntéseiken kívül a másik fél döntése is nagy hatást gyakorol a helyzetre.

Ilyen körülmények között mindketten keresik azt a stratégiát, amely viszonylag a legmegnyugtatóbb mindkét fél számára. Ez a stratégia a játék un. minimax-megoldása. Ez esetünkben az a központi program, amely mellett a népgazdaság összes szektoraiban végbemenő valamennyi tevékenység hozamának összege maximális - és egyuttal az összes központi előírás, továbbá a speciális szektor-feltételekben szereplő valamennyi korlát árnyékárainak összege minimális. A minimax megoldáshoz sokféle számítási eljárással juthatunk el. Jelen esetünkben az un. fiktív lejátszás módszerét alkalmazzuk. A két játékos fél mintegy "lejátssza" - természetesen csak papíron - a "játékot". A központ "lép": ^{kiad}/~~max~~ egy központi előírás-együttest a szektornak. Utána a szektorok összessége "lép": visszajelent egy árnyékár-együttest. Utána ismét a központ "lép", és így tovább. Így közelednek a játék megoldásához, az optimális programhoz.

2. A javasolt eljárás biztosítja, hogy a célfüggvény-érték konvergáljon az optimális célfüggvény-értékhez, azaz valóban közeledjünk a legjobb megoldáshoz. Ez nem jelenti azt, hogy minden egyes lépésben feltétlenül közelebb jutunk, de a lépések egész sorozatát végrehajtva, biztosítva van a

közeledés az optimumhoz.

Tegyük fel, hogy a 10. lépésnél tartunk. Kitűnt, hogy az áramkeret árnyékára a 6. szektorban a legmagasabb. Mi lenne, ha ennek láttán valamenyi szektor áramkeretét elvennénk és minden áramot a 6. szektornak adnánk? A többi szektor képtelen lenne termelni és a 6. szektor képtelen lenne ennyi áramot felhasználni. /Hiszen lehetséges, hogy e szektor többi árnyékára nem volt ilyen kedvező és ezért nem is emelték fel a keretét más anyagokból./ Végeredményben az össz-népgazdasági hozam súlyosan romlana.

Ezért nyilvánvalóan tartózkodni kell az ilyen végletes korrekcióktól. Amikor a 10. korrekciót végrehajtjuk a központi programban, nem szabad elfeledkezni a 9., 8., 7. stb. lépés tanulságairól, arról, hogy a 9. lépésben nem a 6., hanem mondjuk a 4. szektor jelentette a legelőnyösebb áram-árnyékát, az 8. lépésben az 1. szektor, és így tovább. A javasolt módszer, "a" fiktív lejátszás" módszere, éppen azon a megfontoláson alapul, hogy egy-egy új lépésnél "emlékezünk" az előző lépésekre. Ezért meghatározott szabályok szerint "keverjük" az egyes lépésekben nyert stratégiákat. Példánkban: az egész energia-keret végleges áthelyezése helyett csupán korrigáljuk a 6. szektor javára az előző lépésekben már kialakított elosztásokat, azaz bizonyos arányban "keverjük" a minden áramot a 6. szektornak adó stratégiát a korábbi áram-elosztási stratégiákkal.

E fokozatos korrekció biztosítja, hogy az egyes lépésekben ne csapongjunk végletes, gyakorlatilag abszurd programok között, hanem a programokat óvatosan javítva közelítsünk az optimumhoz.

3. Modellünk szerkezete biztosítja - matematikai értelemben -, hogy mindig van megengedett program. Ha másképp nem is, valamennyi központi és szektor-feltétel teljesíthető a következő módon: nem termelünk semmit sem, e helyett minden extern-fogyasztási előírányt szabad importól elégítünk ki. Ehhez nem szükséges sem anyag, sem munkaerő, tehát a mérleg-feltételeket teljesítjük s nem kerül sor egyetlen speciális szektor-feltétel korlátainak túllépésére sem. Ez program minden konzekvenciája a célfüggvényben fejeződik ki, amely nyilván súlyosan negatív.

Ha ebből a megengedett programból indulunk ki, úgy a programozási eljárás elején a javító lépések mindenképp előtte a fiktív szabad importot szorítják ki, mert ezeknél legsúlyosabb a negatív hozam. Eljutunk tehát egy reális programhoz. Utána fokozatosan bekerülnek a programba az importot legelőnyösebben helyettesíteni képes hazai termelő tevékenységek, valamint a hozamot pozitívan javító export-tevékenységek, s így közeledünk egy előnyös hazai termelési strukturához.

Ez a közeledés azonban nyilván sokkal gyorsabb, ha e helyett az extrém induló program helyett egy reálisabbat, előnyösebbet választunk és ezt kezdjük el fokozatosan javítani.

Ha már a fiktív változó kiküszöbölésén túl jutottunk, programunk reális program marad. Ezért a további javítás processzusa bármikor abbahagyható; ez már a realitást nem veszélyezteti.

4. A javasolt eljárás nem véges. Az optimumot tetszés szerinti pontossággal megközelíthetjük, de csak a végtelenben érhetjük el.

Minden lépésnél megadható egy felső becslés arra, hogy a szóbanforgó lépésben meghatározott program célfüggvény-értéke legfeljebb mennyivel kevesebb, mint az optimális célfüggvény-érték.[¶] Más szóval, mi az a maximális megtakarítás, amelyet a programozási eljárás lépéseinek folytatása még hozhat. Ha ez a maximális potenciális megtakarítás már nem túl nagy, ez az eljárás abbahagyható.

Nézetünk szerint ez, mint arra már az első fejezetben utaltunk, gyakorlati célokra elegendő. A gyakorlatban nem szükséges a matematikai értelemben vett szélsőérték-feladat pontos megoldása, az exact optimum pontos elérése, hanem elegendő annak elfogadható megközelítése is.

5. Az árnyékár, amint ezt már fentebb tisztáztuk, nem más, mint valamely feltételi korlát differenciálhozama. A differenciálhozam függvénye a mi modellünk esetében csökkenő függvény. Tegyük fel, hogy a központ növeli valamely szek-

[¶] Lásd a 6. fejezet /6, / képletét.

tor munkaerő-keretét, miközben árnyékárait nem változtatja /vagy nem változtatja arányosan/. A többlet munkaerő egy része esetleg foglalkoztatható még a lehető legproduktívabb módon, mert az ehhez szükséges anyagok keretei eredetileg még nem voltak kimerítve. Bizonyos határ felett azonban már kimerülnek az anyagkeretek és további többlet munkaerő foglalkoztatása már csak kevésbé termelékenyebb^{en} /modellünkben: kisebb devizatermelékenységgel) oldható meg. Ujabb munkaerők beállítása még növeli a szektor összes devizahozamát, de a differenciális hozam, azaz a többlet munkaerő devizatermelékenysége csökken. Végül eljutunk egy határhoz, amelyen felül a többlet-létszám már nem használható fel az adott anyagkeretek mellett.

A differenciális^h hozam-függvényeknek ez a természete azzal jár, hogy - programozásunk eredményeképpen - egalizálási tendencia mutatkozik az árnyékárak meghatározott csoportjain belül.

a/ A különböző szektoroknak azonos időtartamra juttatott munkaerő-keretek árnyékára / ω_{it} / fokozatosan közeledik egymáshoz. Az egyes lépésekben növeljük azoknak a szektoroknak a keretét, amelyekben magas, s csökkentjük azokat, amelyekben alacsony az árnyékár. Ez azonban, tekintettel a differenciális^h hozam-függvények csökkentő jellegére azzal jár, hogy az új árnyékár^h esetleg valamivel alacsonyabb lesz ott, ahová most többet juttatunk és magasabb ott, ahonnan elvetünk. Ez újabb és újabb átcsoportosítás, egyenlősítés irá-

nyában hat. Végeredményben az optimális hozamot /ha elérhet-
 nék/ az jellemezné, hogy a munkaerő-keret árnyékára valamely
 szektorban egyenlő.

b/ Hasonló egalizálási tendencia érvényesül a különbö-
 ző szektoroknak azonos időszakra juttatott j-edik anyagkeret
 árnyékárai / ξ_{ijt} / között is²

c/ Végül: az egyenlőség felé tart azonos időszakra vo-
 natkozóan valamely szektornak adott ellátási feladat árnyék-
 ára / ξ_{it} / és e szektor termékéből kiutalt anyagkeret árnyék-
 ára / ξ_{ijt} / is. Tehát például az áramtermelő szektornak adott
 áramellátási feladat árnyékára és a többszektorban adott
 áramkeretek árnyékára is egalizálódik. Az optimális program-
 ban az áramnak már csak egy árnyékára lenne, akár, mint ki-
 bocsátási ár /az áram ellátási feladat árnyékára/, akár mint
 ráfordítási ár /valamely áramkeret árnyékára/.

Ezek az egalizálási tendenciák csak az azonos időszakra
 vonatkozó árnyékáraknál érvényesülnek. Vszínt rendszerint
 nem lesz azonos ugyanazon tényező, például a munkaerő-keret
 vagy valamely meghatározott anyagkeret árnyékára az 1. és az 5.
 időszakban. Ezzel kapcsolatban érdemes tanulmányozni az egy-
 mást követő időszakok árnyékárainak arányait. Ebből ugyanis

² Ez egyébként megfelel az erőforrások optimális elosztásával
 foglalkozó irodalom egyik közismert tételének: az erőforrások
 optimális elosztására az jellemző, hogy differenciális-hoza-
 maik a felhasználás minden területén egyenlőek./Lásd például:
 Lerner [14] művét./

meghatározható egy diszkontláb-rendszer, mégpedig termékenként különböző és időszakról-időszakra változó diszkontlábak rendszere².

Érdemes még felhívni a figyelmet a következőkre. Hasznos lesz tanulmányozni az egalizálás folymatát, az árnyékárrendszer hullámozását az iteráció során. Melyek azok az árnyékárak, amelyek hullámozása, rezgése aránylag csekély, amelyek viszonylag hamar "megnyugszanak" és melyek az érzékenyebb, ingatagabb, labilisabb árnyékárak? Utóbbiaknál meg kell figyelni: a központi program milyen módosításainak következtében megy végbe ingadozásuk? E megfigyelés módját ad következtetések levonására a népgazdasági terv biztosabb, más tervelőirányzattól viszonylag függetlenebb részeire és bizonytalanabb, más tervelőirányzattól erősen függő részeire vonatkozóan.

² Az i -edik termék diszkontlába a $t, t+1$ időszakban:

$$1 - \frac{\sum_{i,t} \dots}{\sum_{i,t+1} \dots}$$

3. A GYAKORLATI ALKALMAZÁS PROBLÉMÁI

Az alábbiakban nem kívánunk a gyakorlati alkalmazás részletkérdéseivel foglalkozni, csupán néhány fontosabb, általánosabb jelentőségű problémára szeretnénk rávilágítani.

3.1 A kétszintű tervezés összekapcsolása a hagyományos módszerekkel

A tanulmányban javasolt kétszintű tervezés többféle módon is összekapcsolható a hagyományos tervezési módszerekkel.

1. Amint arra már rámutattunk, programozási modellünk egyes konstansait - elsősorban az extern-fogyasztás, az átmenő beruházási feladatok és a népgazdasági munkaerő-keretek adatait - gazdaságpolitikai előírásként, korábbi tervszámításokból meritettük és építettük be saját számításunkba.

2. Az előző fejezetben rámutattunk arra, hogy az optimumhoz való közeledés gyorsaságát jelentős mértékben befolyásolja: milyen első központi programból indulunk ki. Az egyik kínáló lehetőség: kiindulhatunk a szóbanforgó tervidőszakra a tervezés hagyományos eszközeivel kidolgozott központi programból. Ez esetben az első lépés: a központi előírások alapján elkészülnek az első szektor-programok. Ez egyúttal kritikája a központi program realizálásának. Amennyiben az eredeti központi program közgazdaságilag kiegyensúlyozatlan, úgy az első lépésben nyert szektor-programokban megjelennek a fiktív sza-

bad importok. Az eljárást folytatva a különböző lépések először is egyensúlyba hozzák a tervet, kiküszöbölik a fiktív változókat, azaz irreális terv helyébe reális tervet alakítanak.² Később az eljárás fokozatosan javítja a tervet, kedvezőbbé teszi a defiza-mérleget.

A népgazdasági tervezés gyakorlatában többnyire rendkívül nagy előfeszítést igényel egy egyensúlyban lévő "megeredett" terv kidolgozása. Ha már egy egyensúlyban lévő tervhez eljutottak, itt rendszerint abba is hagyják a tervezés munkáját, mert ezzel kimerült a rendelkezésre álló idő és erő. A javasolt programozási eljárás esetén (ez azonban csak a kezdet; éppen ezután - egy egyensúlyban lévő tervet már elérve - kezdődik meg a terv módszeres javítása, közelítése az optimum felé.

3. Ma már a népgazdasági tervezés hagyományos módszerének tekinthető az ágazati kapcsolati mérleg. Az induló központi programban szereplő anyag^{előzetes} ~~keretét~~, azaz a /2.1/ képletben leírt mérlegrendszer, meghatározható az ágazati kapcsolatok mérlege segítségével. Ez bizonyára jó eszköz egy reális induló program meghatározásához.

² Amennyiben a fiktív változókat nem sikerült kiküszöbölni, úgy ez annak a jele, hogy a központi és a szektor-modellek feltételi rendszerében ellentmondás van. Például az előírt extern-fogyasztás nem teljesíthető az adott népgazdasági létszámkeret mellett, stb.

Tanulságos lesz megfigyelni, miben különbözik a programozási eljárás lezárásakor kialakított termékmérleg-rendszer attól az induló termékmérleg-rendszer-től, amelyet az input-output-tábla segítségével határoztunk meg. Ez ~~rá~~világít majd annak az eltolódásnak a mértékére, amelyet az ágazati kapcsolatok mérlegének fix ráfordítási arányai okoznak az alternatív lehetőségek közül kiválasztott, valóban kívánatos ráfordítási arányokhoz képest.

Ugyancsak felhasználható az ágazati kapcsolatok mérlege adat-anyaga a ~~kapcsolatok~~ ^{reproduháls} jellegű tevékenységek jellemzéséhez, különösen azokban a szektor-modellekben, amelyekben csupán egyetlen, a szektor egészére jellemző ~~kapcsolatok~~ ^{reproduháls} tevékenység szerepel.

4. A tervezésben szokásos, a beruházási döntések megvalósítására szolgáló okmányok, az un. "beruházási programok" nem egy-egy szektor egész beruházási tervét ~~fogják~~ fogják össze, hanem csak valamely létesítményét, vagy létesítmény-komplexumát. Egy-egy ilyen beruházási program alapul szolgálhat a szektor-modellek egy-egy beruházási jellegű tevékenységének, változójának számszerű jellemzésénél, a feltételekben és a célfüggvényben szereplő együtthatók meghatározásánál. Ezeknek a beruházási tevékenységeknek ugyanis nem kell a szektor egész termelését átfogniok, helyesebb, ha a szektor ^{ra} legjellemzőbb konkrét projektumokat soroljuk beruházási változókként a modellbe.

3.2 A döntési szféra leszűkítése

A 2. fejezetben leírt modell átfogja a népgazdaság egész termelő és beruházási, valamint külkereskedelmi tevékenységét^a. Ez azonban nem szükségszerű, a feladat leszűkíthető. Különösen az első gyakorlati kipróbáláskor érdemes lehet a döntési szférát szűkebbre vonni.

Megtehetjük például azt, hogy csupán az ipar termelő, beruházási és külkereskedelmi tevékenységét programozzuk. Ez esetben a mezőgazdasággal kapcsolatos előirányzatokat is gazdaságpolitikai előírásként kezeljük. Egyfelől: a létszámkerethez hasonló módon állítjuk be a központi feltételi rendszerbe a mezőgazdasági termékek mérlegét. Minden szektornak adunk mezőgazdasági termékkeretet, s ezeket az eljárás során lépésről-lépésre módosíthatjuk, de az ipari szektorok számára összesen jutó mezőgazdasági termékek mennyiségét, az ipar összes mezőgazdasági termék-keretét adottnak, gazdaságpolitikai előírásnak tekintjük. Másfelől: a mezőgazdaság termelőfelhasználásához szükséges ipari termékek mennyiségét az extern fogyasztás részének tekintjük. Az ipari szektorokat tehát kötelezzük arra, hogy a személyes és közületi fogyasztás /valamint az átmenő beruházások/ mellett a mezőgazdasági ter-

■

Kivéve az extern fogyasztás céljait közvetlenül szolgáló nem-kompetitív importot /például déligyümölcs importja/, mivel ez nem helyettesíthető hazai termeléssel, modellünkön belül ezzel kapcsolatban nem nyílik választási lehetőség.

melő-fogyasztás igényeit is elégítsék ki. [A 2. fejezetben leírt modell nyílt mind a két irányban. Vannak külső erőforrások és külső felhasználások, amelyek volumene a modellen kívül meghatározott exogén nagyság. Ha a programozási feladatot praktikus okokból a munka egyszerűsítése érdekében szűkíteni akarjuk, úgy kiszélesíthetjük a külső erőforrások és külső ^{fel} felhasználások körét és ennek megfelelően szűkíthetjük az eljárás keretében programozott tevékenységek ~~körét~~ *terjedését*.

3.3 A kiinduló adatok módosítása

A programozás során bizonyos adatokat gazdaságpolitikai előírásként, konstansként építünk modellünkbe. Persze a gyakorlatban ezek nem szigorúan konstansok. Nyilvánvaló, hogy a személyes és közületi fogyasztás előirányzata nem megváltoztathatatlan adat. Nem is csak megtervezésének nehézségei miatt, hanem, mert - megfelelő gazdaságpolitikai beavatkozással - a fogyasztás szerkezete módosítható. Bár kisebb mértékben, de ugyancsak befolyásolható a termelő ^(D)munkára jelentkező munkaerők létszáma is. Ezért szóba jöhet e gazdaságpolitikai előírások módosítása.

Az optimális programban, mint említettük, egyegy terméknek már minden szektorban azonos az árnyékára. Ez az árnyékár azt fejezi ki, hogyan hatna a népgazdaság összes cél-függvény-értékére, azaz összes devizahozamára, ha egységnyi-vel csökkentenénk az extern ^(Y)fogyasztást, vagyis az export és

a termelő-felhasználás elől elvont termékmennyiséget. Ennek az árnyékárnak az ismeretében fontolóra vehetjük, érdemes-e módosítani az extern-fogyasztás előírását; összes terjedelmét, vagy adott terjedelmen belül a fogyasztás szerkezetét, összetételét. /Például úgy, hogy csökkentjük a hazai személyes fogyasztást olyan termékből, amelynek árnyékára magas és ezt olyan termékkel pótoljuk, amelynek árnyékára alacsonyabb./

Hasonlóképpen lemérhetjük a népgazdasági munkaerő-keret módosításának hatását is a munkaerő árnyékárán.*

Igaz, hogy az optimális program, s ezzel együtt ez a teljesen egalizált optimális árnyékár-rendszer nem határozható meg pontosan eljárásunk segítségével. Jó közelítés esetén azonban, ha már nem vagyunk messze az optimumtól, megfelelő becslést adhatunk ezekre az árnyékárakra. E becslés elegendő indokot adhat a gazdaságpolitikai előírások említett módosításaihoz.

Mód van arra, hogy a programozási eljárás közben, a közbeeső eredmények alapján módosítsuk a gazdaságpolitikai előírásokat. Ez azonban megszakítja az iterációt. Természetesen megtehetjük ilyenkor, hogy az eredeti gazdaságpolitikai előírások alapján végzett utolsó lépés központi programját tekint-

* "Egyszintű" tervezés szokványos lineáris programozása során ehhez hasonló problémákat paraméteres programozással szoktak vizsgálni. Kutatási feladatunknak tekintjük annak vizsgálatát, hogyan végezhető paraméteres programozás "két szintű" tervezés esetén.

jük az új módosított gazdaságpolitikai előírás alapján végzett programozás induló programjának, s újra kezdjük az iterációt.

Ez egyébként nemcsak ebben az esetben van így. A 6. fejezetben pontosan ismertetjük az iteráció során alkalmazandó szabályokat. Működ van azonban arra is, hogy a központi program javítását "irregulárisan", a leírt szabályoktól eltérően végezzük. /Például a szabályos korrekció után az energiatermelés gép-keretének egy milliárd forinttal kellene növekednie. E helyett 1,5 milliárd forinttal növeljük, mert számítunk arra: későbbi korrekciós lépések amúgy is továbbnövelik majd./ Elképzelhető, hogy egyes esetekben a gyakorlati tervezők rutinja szerencsésebb korrekciót képes végrehajtani a központi programon, mint a merev szabály, s ez végeredményben gyorsítja az iterációt. Sajnos azonban megtörténhet az is, hogy ^{az}ilyen irreguláris korrekció nem gyorsítja, hanem lassítja az iterációt. Az optimumhoz való közeledésre, a konvergenciára /jelenlegi ismereteink mellett/ csak akkor számíthatunk biztosan, ha pontosan betartjuk a 6. fejezetben leírt eljárási szabályokat.* Tehetünk tehát irreguláris lépéseket is a központban,

* A 6. fejezetben leírt eljárás fogyatékosága, hogy az iteráció előreláthatóan nem lesz túl gyors. További kutatást igényel, milyen módon lehetne az iterációt gyorsítani. Egyebek között milyen módon lehetne az szektoroktól könnyen megszereshető kiegészítő információkat felhasználni az iteráció gyorsítására.

de a folyamat meglassításának kockázatával. Minden esetre az irreguláris korrekció után nyert új központi programra úgy kell tekinteni, mint egy új iterációs folyamat induló programjára. Ha ezek után nem teszünk ismét szabálytalan, irreguláris lépést, akkor ettől kezdve a konvergencia /az eredeti folyamatnál gyorsabban vagy lassabban/ végeredményben mégis biztosítható.

3.4 A számítástechnikai lebonyolításról

A kétszintű tervezés lebonyolításának ideális számítástechnikai feltételei a következők:

Minden szektor és a központ is, saját elektronikus számológéppel rendelkezik. Megfelelő összeköttetés van a szektorok és a központ számoló csoportjai között. /Például az adatok továbbíthatók gépről-gépre, a központból a szektorhoz, vagy a szektorból a központba közvetlenül lyukszalagon, a telexhálózaton keresztül.* / Ez esetben a szektor-programozások egy időben, párhuzamosan folyhatnak. Amennyiben a központi programozást is elektronikus gépen oldjuk meg, /ami nem feltétlenül szükséges, de persze lehetséges, s a számítási időt nyilván rövidíti/, egy-egy lépés, beleértve az információ továbbítását, is néhány óra alatt megoldható /a jelenlegi magyarországi gé-

* Ezt a gondolatot - közvetlen lyukszalag-kapcsolat telexhálózaton keresztül a tervezés különböző szintjeinek elektronikus gépei között - mintegy három évvel ezelőtt vetette fel Csébfalvi Károly egy beszélgetésen. Akkor ez a gondolat nagyon távolinak és utopisztáknak tűnt, ma már azonban egyáltalán nincsen messze a megvalósítástól.

pek sebességével számolva/.

Természetesen ez megkövetelné a géppark kibővítését. Addig is a feladat megoldható kisebb technikai apparátussal is. Tehát például több szektor programját egymásután számítjuk ki ugyanazon a gépen; az adatokat leírva juttatjuk el a központból a szektorokhoz és vissza, stb. Ez nyilván lassítja a számítást, de azért nem akadályozza meg a gyakorlati megvalósítást. A számítástechnikai lehetőségek determinálják a modell méreteit is. A következőkből indulhatunk ki: Eddig csupán az MTA Számítástechnikai Központ M-3-as számológépén oldottak meg általános lineáris programozási feladatot, mégpedig 24 feltételes, 50 változós modell alapján. Ennél kisebb szektor-modelleket tehát biztosan nem kell szerkeszteni. A NIM új ELLIOTT-803-as gépén, a gép kezelőjétől kapott tájékoztatás szerint előreláthatólag megoldható 50 feltételes, 100 változós, sőt esetleg ennél nagyobb általános lineáris programozási feladat is. Induljunk ki ebből az utóbbi méretből. Reálisnak tekinthető, hogy egy-két éven belül nem egy, hanem több legalább ilyen teljesítményű /azaz világ-szinvonalon: közepes méretű/ géppel rendelkezünk majd. Ebből következik, hogy a szektor-modellek kb. 50 feltételesek lehetnek majd.

A szektor-modellek mérete determinálja a központi modell méreteit is. Tegyük fel, hogy szektoronként 8-10 speciális feltétel van. Ez esetben legfeljebb 40-42 központi feltételünk lehet.

4. A MODELL MÓDOSÍTÁSAI — KÉTSZINTŰ TERVEZÉSSSEL
MEGOLDHATÓ MÁ S FELADATOK

A 2.1 és 2.3 szakaszokban leírt dinamikus népgazdasági tervezési modell is konkrét példa a kétszintű tervezés módszerének alkalmazására. A kétszintű tervezés módszerének alkalmazási területe azonban jóval szélesebb ennél. Sokféle modell, sokféle programozási feladat oldható meg ennek az eljárásnak a segítségével.

A 6. fejezetben ismertetünk egy általános modellt. A kétszintű programozás módszere felhasználható minden olyan konkrét feladathoz, amelynek jellegzetességei megfelelnek az általános modell ismérveinek, amelyek tehát az általános modell speciális esetét képezik. Tanulmányunk most következő fejezetében azonban eltekintünk a természetesen nagyon absztrakt általános modell leírásától. Ehelyett a 2. fejezetben ismertett modell kiegészítésére további konkrét modelleket vázolunk fel:

A 4.1 és 4.2 szakaszokban a 2. fejezetben leírt dinamikus népgazdasági modell kisebb, részleges módosításait tárgyaljuk, míg a 4.3 szakaszban ettől erőteljesebben eltérően, más közgazdasági tartalmu modellekkkel foglalkozunk. Mindezekre a módosításokra, más modell-típusokra azonban csupán röviden utalunk; részletes kidolgozásuk nem ennek a tanulmánynak a feladata.

4.1 A célfüggvény módosítása

A 2,3 szakaszban leírt célfüggvény alkalmazása több szempontból is problematikus, vitatható.

A javasolt célfüggvény az egész tervidőszak összes devizahozamát összegezi. Ezzel szemben felvethető: nem közömbös, hogy a devizahozam a tervidőszak elején vagy végén merül-e fel. A korábban felmerülő külkereskedelmi aktívum például felhasználható beruházási javak importjára, vagy esetleg külföldi adósságok törlesztésére, külföldi hitel nyújtására; egy szóval hatékonyan gyümölcsöztethető.

Ennek a megfontolásnak az alapján felvethető, hogy ne az egész tervidőszak devizahozamának egyszerű összegét, hanem annak diszkontált összegét maximalizáljuk. Kamatlábként kínálkozik speciálisan ebben az összefüggésben a külföldi adósságok után fizetendő kamat, annak a megfontolásnak az alapján, hogy a programozás eredményeképpen keletkezett többletdeviza felhasználható az adósság törlesztésére.

De nem is csak az időbeli lefolyás problémájáról van szó. A célfüggvény-együtthetők ^{szükséges} ~~változó~~ súlyrendszert képeznek, amelyekkel az előírt externálfogyasztás felüli többletet értékeljük. Ez azonban nem az egyedül lehetséges súlyrendszer; elképzelhetők mások is. Lássunk egy példát:

A központi modell feltételei közé veszünk egy vagy több deviza-mérleget, s kihagyjuk a feltételek közül a munkaerő-

mérleget. E helyett célfüggvényként írjuk elő az össz-munkaráfördítés minimalizálását.

E megoldás előnye: modellünk így kevésbé "kifelé forduló"; csupán a gazdaságpolitikailag előírt mértékig javítja a devizamérleget, s nem ennek javítását helyezi a számítás középpontjába. Hátránya: problematikus a programozás eredményeképpen esetleg előforduló munkaerők foglalkoztatása. A 2. fejezetben leírt modell esetén a központi munkaerő-mérleg feltehetően egyenlőségre teljesül, a munkaerőt érdemes teljesen foglalkoztatni mindaddig, amíg egyáltalán lehetőség nyílik a devizahozamot javító tevékenységre. Ezzel szemben a most vázolt munkaráfördítés-minimalizálási modell esetén a munkaerő-források egy része éppen a programozás optimalizálási törekvése nyomán válik felhasználatlanná. Ez esetben a foglalkoztatást külön intézkedésekkel kell biztosítani.

A 2. fejezetben és az itt leírt célfüggvények közös vonása: a hazai árrendszert csupán a szektoron belüli összegezések céljaira használja fel. /Tehát például a vegyiparban a különféle vegyitermékeket a forintárak segítségével összegezzük "általános vegyitermékké"/. Viszont többé-kevésbé megkerüljük a forint-árrendszert az alapvető döntési problémánál: a szektorok közötti arányok kialakításának mérlegelésénél. E helyett ugyanis az export-importárak, illetve a most javasolt célfüggvény esetén a munkaráfördítések képezik a célfüggvényben sze-

replő sulyrendszert.

Természetesen felmerülhetnek olyan javaslatok is, amelyek az utóbbi sulyrendszer céljaira is a forint-árrendszert kívánják alkalmazni./Például nemzeti jövedelem maximalizálása, népgazdasági költség minimalizálása, stb./ A javasolt matematikai programozási módszer, a kétszintű tervezés alkalmazása ilyen célfüggvények mellett is lehetséges. Közgazdasági szempontból azonban ezek a célfüggvény-típusok kevésbé előnyösnek tűnnek, mint az eddig említett másik két típus.

4.2 Az aggregáció

Mint minden modellnél, a mi modellünk megszerkesztésénél is az aggregáció jelenti az egyik legnehezebb kérdést. Milyen mély bontásban, illetve milyen szélesen összevonva kezeljük a különféle tevékenységeket, gazdasági összefüggéseket?

E kérdést mindjárt gyakorlati oldaláról közelítjük meg a következő elv lerögzítésével:

Modellünket úgy kell felépíteni, hogy a lehető legmélyebben tagolt legyen - de még mindig képesek legyünk megoldani a magyarországi gépparkon.

A 3.4 szakaszban szóltunk a hazai elektronikus géppark teljesítményéről. Eszerint a központi modellben kb. 40-42 feltétel szerepelhet. Megtartva a 2. fejezetben leírt központi modell szerkezetét, ez gyakorlatilag a következőket jelentheti:

1. Először a szektorbontás mélységét kell tisztáznunk. A dinamikus modell elgondolásunk szerint a népgazdaságot kb. 8-10 szektorra tagolja. A szektorok: a termelő minisztériumok, illetve ezenbelül a nagyobb és összetettebb tárcák két, vagy több részre tagolva /például a KGM kohászatra és gépiparra, a NIM energiatermelésre, bányászatra és vegyiparra, stb./ . Az elhatárolások részleteibe itt nem bocsátkozunk, ez később konkrétan tisztázható. A 10-12-éves tervidőszak 4-5, egyenként 2-3 éves időszakokra osztható.

A 8-10 szektorra tagolt népgazdasági program - dinamikus modell esetén - alkalmas a legfontosabb arányok megtervezésére. E mellett az a tény, hogy a szektorokon belül mintegy 50-60-féleggazdasági tevékenység között választhatunk /ehhez járul majd 40-50 maradék-változó/ igen széles választási lehetőséget biztosít a részleteket illetően is.

Tagadhatatlan azonban, hogy ez igen erős aggregációt jelent. Ezért felvetődhet az a gondolat, hogy - legalábbis összehasonlításként - más modell-típussal is számoljunk. Ebben nem vizsgáljuk a beruházási, termelési és külkereskedelmi tevékenységek ütemezését, csupán a tervidőszak végére kialakuló legkedvezőbb strukturát határoznánk meg^{*}. Ebben az esetben nem szükséges a mérlegek számának megsokszorozása, csupán

- - - - -

* Ezt a modell típust alkalmaztuk a pamutipari, műszálipari és alumíniumipari távlati programozásokban. /Lásd [12], [11] és [15] / Ezek szintén a tervidőszak végére kialakuló struktúra meghatározására szolgálnak.

egy-egy mérleget kell előírni minden termékből és erőforrásból a tervidőszak végére. /Persze ilyenkor külön limitálni kell a beruházási jellegű erőforrásokat is, beruházási keret, stb. beépítésével/. Ez a modell-típus lehetővé teszi, hogy a népgazdaságot mintegy 35-40 szektorra tagoljuk.

Vitatható, hogy gyakorlati alkalmazás esetén melyik modell-típussal kezdjük. Az adatgyűjtés feladatai a dinamikus modelleknél kisebbek, hiszen a modell méreteit azonos numerikus adatokra épülő feltételek és változók egyszerű megsokszorozása /a lefordítás időpontja szerinti módosítása/ növeli. Tehát például ugyanaz a beruházási tevékenység szerepel többször a modellben aszerint, hogy a megvalósítás az 1., 2., 3., 4., vagy 5. időszakban kezdődik-e meg. Többek között ez a szempont is amellest szól, hogy az első kísérletet ilyen modellel végezzük. Később célszerű lesz majd mindkét modell-típussal - a dinamikus és a befejező időpontra szóló modell-típussal - párhuzamosan számolni, és az így nyert információk összehasonlító elemzésére alapozni a gyakorlati döntést.

2. Bizonyos fokig elválasztható egymástól a szektorok és a termékek bontásának kérdése. Amennyiben a nem-dinamikus, befejező időpontra szóló modell-típust alkalmaznánk, mód van arra, hogy a modellt a következőképpen bővítsük:

Nem bontjuk fel a népgazdaságot a maximális mértékben, az említett 35-40 szektorra, hanem ^{ennél} erősebb összevonást alkal-

mazunk. /Például 15-20 szektort képezünk,/ Viszont feloldjuk azt az erős egyszerűsítő feltevést, hogy minden szektor egyetlen terméket /általános, tipikus termékcsoporthat/ állít elő. Ehelyett egy-egy szektor termelését, legalábbis a legkevésbé homogén szektorokét, néhány fő termékre osztjuk. Ennek megfelelően minden fő termékre külön központi termékmérleget írunk elő, s a szektorokhoz ezekre vonatkozóan külön anyagkeretet adunk. Ebből következik, hogy a több terméket előállító szektoroknak nem egy, hanem több ellátási feladatot kell kapniok központi előírásként. A modell ilyen tagolása módot ad a termékáramlás részletesebb tervezésére, az arányosságok pontosabb biztosítására anélkül, hogy az önálló szektor-modellek számát ezzel arányosan szaporítanánk.

Bármilyen módon viszonyuljon azonban egymáshoz a szektorbontás és a termékbontás, végeredményben a modellben szereplő termék mindenkor valamilyen szélesebb, gyártmánycsoport aggregátumát jelenti. Ezért nagyjelentőségű a gyártmánycsoport feltételezett összetételének meghatározása, mert ez rányomja bélyegét a szektor numerikus jellemzőire.

Amennyiben jól elfogadható, reális induló programunk van /például hagyományos módszerekkel kidolgozott, egyensúlyban lévő népgazdasági terv/, úgy ennek alapján határozhatjuk meg a feltételezett gyártmány-összetételt az egyes szektorokban. Pld. a vegyipar feltételezett gyártmány-összetételét úgy állapítjuk meg, hogy figyelembe vesszük az induló program szerint a vegyipar

termelésének mekkora része kerül a mezőgazdaságba, a bányászatba, a gépiparba, a kohászatba, stb. Utólag, a programozási eljárás befejeztével ellenőrizhetjük, vajon ez a feltételezés nagy mértékben eltér-e a programozás alapján meghatározott kibocsátási szerkezettől. Ha az eltérés túl nagy, akkor kénytelenek leszünk az új, módosított szerkezet alapján újra programozni.

3. Az aggregáció kérdéséről szólva megemlítjük a külkereskedelmi relációk tagolásának vagy összevonásának problémáját. A 2. fejezetben leírt modell központi feltétel-rendszerében nem szerepeltek kötelező deviza-mérlegek. A deviza-mérlegek javításának követelménye kizárólag a célfüggvény révén jut kifejezésre. Ez persze feltételezi - s ez erős egyszerűsítés -, hogy a népgazdaság számára mindegy, milyen relációban merül fel a bevétel, illetve a kiadás, csupán valamennyi külkereskedelmi bevétel és kiadás közös /devizaárfolyamok segítségével közös dimenzióra hozott/ szaldójának javítására törekszünk.^N

Nincs azonban akadálya annak, hogy a központi feltétel-rendszerbe deviza-mérlegeket is felvegyünk. Például a feltételek között előírjuk a rubel-mérleg meghatározott egyenlegét s a célfüggvény révén kizárólag a dollár-mérleg javítására mozgósítunk /vagy megfordítva/. Esetleg mindkét mérleg minimális pozitív /vagy maximális negatív/ egyenlegét előírjuk a feltételek között s a célfüggvényben a két reláció közös, al-

kalmas devizaárfolyammal közös dimenzióba hozott egyenlegének javítására mozgósítsunk.*

4. Végül biztosítható az is, hogy a munkaerőforrásokat ne kizárólag egyetlen központi feltétellel korlátozzuk. Esetleg beépíthető a munkaerővel kapcsolatos más korlátozó feltétel is: például összes munkaidő kerete, összes béralap kerete, stb. Egyes szektormodellekben speciális feltételként különleges szakképzettségű munkaerők keretét írhatjuk elő.

Népgazdasági béralap-keret előírása módot adna arra, hogy a modellen belül alakítsunk ki összhangot a béralap /s ezzel együtt a vásárlóerő/ és az árualap, azaz az extern fogyasztásban figyelembe vett személyes fogyasztás között. Ez biztosítja, hogy a béralap ne legyen több, mint az ennek fedezésére előírányzott árualap. Amennyiben a program béralapot takarítana meg, akkor a programozás után külön megfontolhatja a gazdasági vezetés a teendőket /felemeli a bérszinvonalat, csökkenti az extern fogyasztásban előírányzott személyes fogyasztási árualapot stb./.

Nem feltétlenül szükséges azonban ezt az ⁰³arány~~...~~ságot modellünkön belül biztosítani. Amint azt az 1. fejezetben hangsúlyoztuk, nem törekszünk arra, hogy a népgazdasági terv

- - - - -

* Amennyiben ilyen deviza-mérlegeket építünk a központi feltétel-rendszerbe, úgy további fiktív változókat kell besorolnunk a szektor-modellek változói közé, amelyek biztosítják, hogy mindenképpen legyen - matematikai értelemben - megengedett, azaz egyebek között a deviza-mérleg-feltételeket is teljesítő program.

minden előirányzatát egyetlen modell keretében programozzuk. Maga a munkaerő-korlát is jelent egyfajta /igen hozzávetőleges/ korlátozást a bérigények számára is; a vásárlóerő-áru-alapmérleg összefüggéseit modellünkön kívül is tervezhetjük. Ez ismét egyike azoknak a részletkérdéseknek, amelyeket a modell gyakorlati alkalmazása előtti konkretizálás során kell majd eldönteni, elfogadható kompromisszumot keresve a modell teljességének és számítástechnikai megoldhatóságának két /egymásnak ellentmondó/ követelménye között.

4.3 Más közgazdasági tartalmu modellek

A tanulmány eddigi részében minden esetben olyan programozási feladatról szóltunk, amely a hosszulejáratu népgazdasági tervezést szolgálja. A kétszintű tervezés módszere azonban alkalmazható más feladatokhoz is.

1. A módszert felhasználhatjuk rövidlejáratu tervek megalapozásához.
2. A tervezés kétszintje nem szükségképpen népgazdasági és termelő minisztérium /vagy az utóbbi egy része/, lehet a két szint ennél magasabb: például Kölcsönös Gazdasági Segítség Tanácsa és az egyes országok, vagy lehet a két szint ennél alacsonyabb: minisztérium - vállalat, vállalat - műhely, stb.

Külön figyelemre méltó ebből a szempontból a módszer alkalmazása a KGST-országok távlati fejlesztési terveinek összehangolására. A kétszintű tervezés matematikai módszert adhat ahhoz, hogy az egyes országok által önállóan kidolgozott terve-

ket /"szektor programokat"/ egyeztessék és megfelelő korrekciókkal, ⁴ ~~át~~ csoportosításokkal, közös optimalizálási szempontok szerint javítsák.

3. A módszer felhasználható egyes nagyméretű regionális tervezési, telepítési és szállítási problémák megoldására. Ez esetben a szektor valamilyen területi egység; a központ e területi egységek programját hangolja össze közös feltételek alapján.

4. A módszer felhasználható nagyméretű speciális ütemezési programok megoldására. Ez esetben a szektor valamilyen időszak; a központ a különböző időszakokban lezajló tevékenységeket hangolja össze.

Ez azonban csak az ütemezési problémák bizonyos típusánál alkalmazható. Például egy vállalatnál, amelynek egy hosszabb időszak alatt meghatározott tömegű rendelést kell teljesítenie megadott anyagkészletekből. Kérdés: milyen sorrendben teljesítse a megrendeléseket. Itt a rendelések és az anyagkészletek szabadon csoportosíthatók át a különböző, egymást követő rövidebb időszakok között.[☒]

☒ Viszont nincs ilyen szabad átcsoportosítási lehetőség például egy népgazdasági terv időszakai között. Sem a munkaerő, sem az externál-fogyasztás nem ~~szabadon csoportosítható~~ tetszés szerinti időpontra egy hosszabb időszakon belül. Ezért a dinamikus népgazdaságtervezési modell nem építhető fel olyan alapon, hogy a szektor egy-egy időszak legyen. Ennek megfelelően a népgazdasági tervezési modellünkben a szektor nem egy-egy időszak, hanem egy-egy termelési és külkereskedelmi szféra.

↓ irányozható
elő

5. Tanulmányunkban eddig átfogó tervezési feladatról volt szó, amely kiterjedt a tervezésre, beruházásra és külkereskedelemre. A módszer azonban felhasználható egysíku tervezési feladatokra is. Így például konkrétan felmerült az az elgondolás, hogy e módszer segítségével dolgozzuk ki a pamutszövet-export rövidlejárata programját, optimális cikk-szerinti és reláció-szerinti összetételét.* A pamutszövet-export programozásának csak akkor van gyakorlati értelme, ha nagyon részletes, mert erős összevonás esetén elsikkadnak a cikkek és relációk közötti különbségek. Viszont a részletes modell igen nagy s nem oldható meg egyetlen központi programozással, ezért célszerű lehet kétszintű tervezés alkalmazása. A központ: a pamutszövet-export strukturáját kialakító ipari és külkereskedelmi szerv; a szektorok: a pamutszövetek egy-egy csoportjának előállítására alkalmas gépek csoportjai.

* A vizsgálat a HUNGAROTEX Külkereskedelmi Vállalat keretében folyik, Nagy András vezetésével.

5. ÖSSZEHAJONLITÁS MÁS ELGONDOLÁSOKKAL

Röviden összehasonlítjuk a tanulmányban leirt módszert a szakirodalomban ismert más olyan elgondolásokkal, amelyek ugyancsak matematikai módszereket alkalmaznak a népgazdasági tervezésben. Nem tekintjük feladatunknak más szerzők munkájának részletes méltatását, vagy bírálatát, kizárólagos célunk az összehasonlítás, hogy az olvasó előtt így világosabbá váljanak saját javaslataink speciális vonásai.

5.1 Az ágazati kapcsolatok mérlege

A központi tervek kidolgozásához eddig csupán egyféle matematikai eszközt vettek igénybe a gyakorlatban: az ágazati kapcsolatok mérlegét, a közismert statikus input-output modellt. Ennek alkalmazása elősegíti a "hagyományos" módszerekkel kidolgozott népgazdasági terv belső összhangjának, a nyosságának ellenőrzését, az általános egyensúlyt megzavaró tényezők felismerését.*

A kétszintű tervezés gyakorlati alkalmazása során is fel akarjuk használni kiegészítőeszközként az ágazati kapcsolatok mérlegéből nyert információkat. Erről részletesen szóltunk a 3.1 szakaszban. Ugyanakkor ki kell emelnünk azokat a lényeges eltéréseket, amelyek modellünket az input-output-modellektől megkülönböztetik:

* Lásd az ágazati kapcsolatok mérlegének elpozitív szerepéről például Gerő Mária [6] cikkét.

1. Az ágazati kapcsolati mérlegnek modellje, mint ismeretes, nem ad módot arra, hogy adott végső kibocsátási feladat különböző alternatív, egymást helyettesítő megoldási lehetőségei között, gazdasági hatékonysági kritériumok ^{reim} ~~között~~ válasszunk. Feltételezi, hogy meghatározott kibocsátás mindig azonos mértékű és összetételű ráfordítást igényel. Ha tehát előirtuk a végső kibocsátást, ezzel már eleve eldöntöttük a termelő tevékenységek és a ráfordítások egész strukturáját. A tanulmányunkban javasolt modell ugyancsak adott végső kibocsátási feladatból indul ki. A kétszintű tervezési eljárás azonban megkeresi a sokféle alternatív lehetőségek közül azokat a termelési, beruházási, export-import tevékenységeket, amelyek /az adott optimalizálási kritérium szempontjából/ a legelőnyösebbek.

2. Az ágazati kapcsolatok mérlegének modelljében nem szerepelnek korlátozó feltételek. Ezzel szemben ^{dolgozatunk}ban javasolt eljárás, mint a ^{több} programozási módszer ~~általában~~, ad ^{ott} korlátozó feltételi-rendszeren belül keresi a legkedvezőbb programot.

3. A nálunk alkalmazott ágazati kapcsolatok mérleg-modellek statikusak, ezzel szemben a tanulmány 2. fejezetében leírt modell dinamikus. Programozzuk a beruházási tevékenységek összetételét és ütemezését.

Modellünk kétségtelen hátránya az ágazati kapcsolatok mérlegével szemben, hogy - a jelenlegi számítástechnikai adottsá-

gok mellett - kénytelen a termékmérleg-rendszert erőteljesebben aggregálni. A népgazdasági ágazati kapcsolati mérlegek közel 100 szektorosak, míg saját dinamikus modellünk 8-10 szektorra, a befejező időpontra vonatkozó modell pedig kb. 35-40 szektorra tagolhatja a népgazdaságot.

5.2 Programozási javaslatok

Az ágazati kapcsolati mérlegek fogyatékosága láttán számos szerző indítványozta programozási modellek felhasználását a szocialista népgazdasági tervezésben. /Lásd például a magyar szakirodalomból Simon György- Kondor György [18] cikkét. Ezek az elgondolások azonban nem számoltak a feladat gyakorlati megoldásának alapvető nehézségével:

Vagy egy erősen aggregált programozási modellt szerkesztünk, s akkor rendkívül leszűkül a választás lehetősége, s a túl erős egyszerűsítések veszélyeztetik a számítási eredmények használhatóságát. Vagy pedig igen nagy méretű modellt dolgozunk ki, amely mentes ezektől a hibáktól - akkor viszont nem biztosítható a feladat numerikus megoldása még nagyteljesítményű elektronikus számológépek felhasználásával sem.

Nézetünk szerint minden olyan munka, amely ezt a súlyos kérdést megkerüli, szükségképpen olyan elgondolásokhoz vezet, amelyek - bármily érdekesek is egyébként - a népgazdasági tervezés gyakorlati céljaira nem használhatók. Ezért állítottuk saját vizsgálatunk középpontjába a tervezés "kétszintű" mód-

szerének kidolgozását.

Érdemes utalni a kérdés nyugati szakirodalmára is. Így például Ragnar Frisch [5] ~~40/40~~ művében "pyramidation"-nek nevezi a tervezés felsőbb és alsóbb szintjeinek összekapcsolódását a tervszámításokban. Rávilágít e kérdés jelentőségére, de ugyanakkor olyan modellt ismertet, amely teljes egészében központilag végzi a számítást. Ez az előttünk ismert legnagyobb országos gazdasági programozási modell, amelyben a változók száma 300 felett van. Ez, noha számítástechnikailag igen nagy feladat, a gyakorlati tervezés szemszögéből még mindig túlságosan erős aggregációt igényel. Összehasonlításként gondoljunk csak arra, hogy dolgozatunkban a szektorok összességét tekintve dinamikus modell esetén mintegy ~~300~~⁴⁻⁶⁰⁰, a befejező időpontra vonatkozó modell esetén pedig mintegy 1500-2000 változó szerepelhet. S ez számítástechnikailag megoldható a kis és közepes teljesítményű magyarországi elektronikus számológépek adottságai mellett is.

5.3 A döntés részleges decentralizálásának modelljei

A döntések egy részének decentralizálása, a centralizált és decentralizált elhatározások összekapcsolása - e gondolat felmerült már néhány műben. Részletes modelleket dolgozott ki ezzel kapcsolatban Lengyelországban J. Mycieliski, K. Rey és W. Trzeciakowski. /Lásd a [16] és [20] műveket./ Tudomásunk szerint ez eddig az egyedüli kísérlet a szocialista országok szakirodalmában, amely gyakorlati javaslatot tesz a népgazdasági

tervezés egyes feladatainak megoldására ágazatokra felbontott - a szerzők kifejezésével: "disaggregált" - programozási eljárás alapján. A szerzők egy rövidlejáratu, külkereskedelem-optimalizálási modellt dolgoztak ki. Elgondolásuk lényege a következő:

A tervmunka az 1. ágazatban indul meg. Ennek során bizonyos feltevéseket, hipotéziseket alkalmaznak a többi ágazat tevékenységére vonatkozóan /például: mennyi terméket bocsát a többi ágazat az 1. ágazat rendelkezésére stb./, valamint egyes központileg szabályozott paraméterek /például: a devizaárfolyamok/ nagyságára vonatkozóan. Az 1. ágazatban végzett programozás eredményeképpen egy árnyékárrendszert kapunk. Ezután indul meg a számítás a 2. ágazatban, amelyben már ezt az árnyékárrendszert használják fel. A 2. ágazatban végzett számításieredményeképpen kibővített, ill. korrigált árnyékárrendszert használják fel a 3. ágazatban és így tovább.

A szerzők figyelemreméltó elgondolása nem tekinthető a kérdés teljes megoldásának. Először: nem adják meg a részletes algoritmust a feladat megoldására; inkább csak általános koncepciójukat vázolják. Nem bizonyítják /bár hihetőnek tűnik/, hogy az eljárás eredményeképpen közelednek az optimális programhoz. Másodszor: az eljárás igen hosszadalmas, mert az ágazatok szukcesszive, egymás után végzik a programozást. Nincs eléggé kidolgozva a központ "menetközbeni" koordináló szerepe.

Nem a szocialista tervezés gyakorlati igényeinek sugalmazására, de a jelzett problémakörrel analóg feladat G.B. Dantzig

és Ph. Wolfe [4] cikkének tárgya. Az általuk leírt modell a lineáris programozási feladat egy részét felbontja a központnak alárendelt "üzemek" számára. Az üzemek programozását a központ koordinálja. Az eljárás véges számú lépésben a központi és az üzemi feltételeket egyaránt teljesítő optimális programhoz vezet. A Dantzig-Wolfe-féle modell - megítélésünk szerint - nem jelenti a szocialista tervgazdaság központi tervezésénél felmerülő probléma kielégítő megoldását. Az általuk alapulvett modell szerkezete ugyanis olyan, hogy - a feltételek, s ezzel együtt a programozási feladat részleges decentralizációja ellenére is - túlságosan nagy, számítástechnikailag megoldhatatlan méretű marad a központi koordináló program. Amennyiben a tanulmányban leírt népgazdasági modelleket Dantzig-Wolfe-módszerrel kívánnánk megoldani, úgy a szektor-modellek valamennyi gazdasági tevékenységet reprezentáló változóját a központi program változójaként kellene szerepeltetni. Így, mint említettük, dinamikus modell esetén mintegy ⁴⁻600, a befejező időpontra vonatkozó modell esetén mintegy ⁵⁻1500-2000 változót kellene egyetlen központi programozás keretében vizsgálni. Ez jelenlegi számítástechnikai adottságaink mellett megoldhatatlan feladat. Ezért kellett más, a Dantzig-Wolfe-módszertől eltérő megoldást keresnünk.

5.4 Kantorovics koncepciója és az árnyékárrendszer szerepe

A centralizált és decentralizált döntések összekapcsolásának, a tervezés több szintjének problematikája felmerült

Kantorovics [10] művében is. Kantorovics rávilágít arra, hogy a központi terv javítására felhasználhatók az ágazati lineáris programozásból nyert árnyékárak, azaz felveti a jelen tanulmányban leírt eljárás alap gondolatát. Ezt azonban nem dolgozta ki.

Kantorovics elgondolásában központi szerepet kap az árnyékárak felhasználása. A dolgozatunkban javasolt kétszintű tervezés során is igen fontos az árnyékárak hivatása. Éppen ezért lényeges, hogy rávilágítsunk: milyen alapvető különbség van az árnyékáraknak Kantorovics elgondolásában és a mi modellünkben játszott szerepe között.

Kantorovics szerint a lineáris programozás révén nyert árnyékárakat fel lehet használni a lineáris programozási modellen kivül is. Nála a lineáris programozási modellek azok az "üzemek", amelyek az árnyékárakat "termelik" s utána az ár-megállapító szervek, vagy a gazdasági kalkulációkat végző intézmények rendelkezésére bocsátják.

Ezzel az elgondolással szemben sok komoly ellenérv hozható fel. Valamely árnyékárrendszer nem általános érvényű; csupán az adott modell adott célfüggvényéhez s adott feltételi rendszeréhez tartozó árnyékárakról beszélhetünk. Ezért nem lehet a programozásokból nyert árnyékárakat különösebb probléma nélkül egyszerűen ~~aktuális~~ aktuális eladási árakká nyilvánítani. Az sem lehetséges, hogy az egyik modellünkből nyert ár-

nyékárakat minden további nélkül "átültessük" egy másik modellbe. Kantorovics művében ugyanis találhatunk olyan elgondolásokat, amelyek szerint valamely központi programozás árnyékárai felhasználhatók lennének más rész-döntések gazdaságossági számításaiba is. Például a központi programozásból nyert árnyék-kamatláb, hatékonysági együttható közvetlenül felhasználható az alsó fokú beruházás ^{számszerű} gazdaságossági rész-~~számításába~~, és így tovább.

Hadd hozzunk ezzel kapcsolatban egy példát az orvostudomány köréből. Az orvostudomány már régóta kísérletezik különböző szervek átültetésével az egyik testből a másikba. Például kísérleteket folytattak arra, ~~hogyan~~ hogyan lehetne a beteg vesét pótolni egy másik ember egyik egészséges veséjével. Kint, hogy az emberi szervezet képtelen befogadni az idegen vesét, hanem azt előbb-utóbb kilöki magából. Ez alól csak akkor tapasztaltak kivételt, ha egypetűjű ikrek között végeztek veseátültetést. Valahogyan így van ez az árnyékárak "átültetésével" is. Ha az árnyékárakat kiemelik saját szervezetéből - a modellből, amelyből kinőtt - s átültetik egy másikba, ott rendszerint idegen test marad; ² más modell nem képes hivatását betölteni ezzel az "idegen" árnyékárral. Kivétel ez alól csak akkor van, ha az árnyékárakat szolgáltató és az árnyékárakat átvevő, befogadó modell szoros rokonságban van egymással /"egypetűjű ikrek"/, azaz rokon egymással a feltélteli rendszer, a célfüggvény, a modell egész szerkezete.

Lényegében ez a helyzet a mi modellünk esetében. A közpon-
 ti és a szektor-modellek között szoros kapcsolat, rokonság van:
 a központi modell célfüggvénye csupán a szektor-modellek célfügg-
 vényének összege; a központi modell és a szektor-modellek fel-
 térteli rendszere szervesen összefügg, az árnyékárakat ezen a
 modellen belül használjuk fel. A kétszántú tervezés árnyékárait
 nem tekintjük abszolút érvényűeknek, hanem tudjuk, hogy ezek
 a számítás alapjául szolgáló gazdaságpolitikai előírásokból, a
 célfüggvényben alkalmazott súlyrendszerből, általában a modell
 jellemzőiből levezetett értékelések. Ezért hivatásuk arra kor-
 látozódik, hogy ezen a modellen belül segítsék elő az ellátási
 feladatok, az anyagok és a munkaerő kedvező elosztását².

Még egy fontos jellegzetességet akarunk kiemelni. Javasla-
 tainkban az árnyékárakat szolgáltató modellek /szektorok/ és az
 árnyékárakat felhasználó modell /központ/ között a kapcsolat nem
 egyirányú, hanem kölcsönös, kétirányú. Az árnyékárak információi
~~alapján~~ /korrigált központi program_ visszahat a szektor-progra-
 mokra, amelyek az árnyékárakat szolgáltatták. Ez igen fontos

² Kantorovics bírálói rendszerint elismerik, hogy az árnyék-
 áraknak fontos szerepük lehet a vállalati vagy ágazati dön-
 téseknél. Kantorovics szerintük azzal követ el hibát, hogy
 az árnyékáraknak szerepet szán a népgazdasági tervezésben.
 Nézetünk szerint nem ez a hiba Kantorovicsnál ebben az ösz-
 szefüggésben, hanem az, hogy /akár üzemi, akár népgazdasági
 programozásról legyen is szó/ az árnyékárakat fenntartás
 nélkül kiemeli a modellből, amely létrehozta őket. Az árnyék-
 áraknak igenis hasznos szerepük lehet nemcsak üzemi, hanem
 népgazdasági szintű tervezésben is, amennyiben szerepüket
 megfelelően leszűkítik. /Például arra, hogy magának a progra-
 mozásnak /segédeszközei/ legyenek./

eltérés azoktól az elgondolásoktól, amelyekben csupán az árnyékárak egyirányba történő átadásáról van szó.

Nem állítjuk, hogy a kétszintű programozás eredményeképpen keletkezett árnyékárrendszer /például a dinamikus, szektoronként és időszakonként eltérő árnyék-diszkontlábak együttese, stb./ végülis semmilyen célra sem használható a modellen kivül. Lehetséges, hogy az így nyert árnyékárak támpontul szolgálhatnak más számításokhoz. Ez azonban csak nagy óvatossággal történhet. Még gondos tanulmányozást s nem utolsósorban a numerikus számításokra alapuló tapasztalatokat igényel e kérdés eldöntése. ^{Enk} ~~hogy~~ a felhasználás lehetőségére itt most nem is térünk ki. A hangsúly azonban saját javaslatainkban nem ezen van, hanem azon a törekvésen, hogy az árnyékárak magának a programozásnak a segédeszközeiként funkcionáljanak.

6. A KÉTSZINTŰ TERVEZÉS MATEMATIKAI LEIRÁSA

Ebben a fejezetben ismertetjük a kétszintű tervezés általános modelljét, konkrét /dinamikus népgazdasági tervezési/ modelljét, a javasolt eljárással kapcsolatos matematikai tételeket és azok bizonyítását, valamint a központi programozás algoritmusát. Az ismertetés során, különösen a konkrét modell leírásánál, kénytelenek vagyunk - a leírás folyamatossága kedvéért - egyes, a 2. fejezetben már leirt összefüggéseket megismételni. A modellekben szereplő fogalmak és összefüggések közgazdasági értelmezésére ezen a helyen már nem térünk vissza.

6.1 Az általános modell

