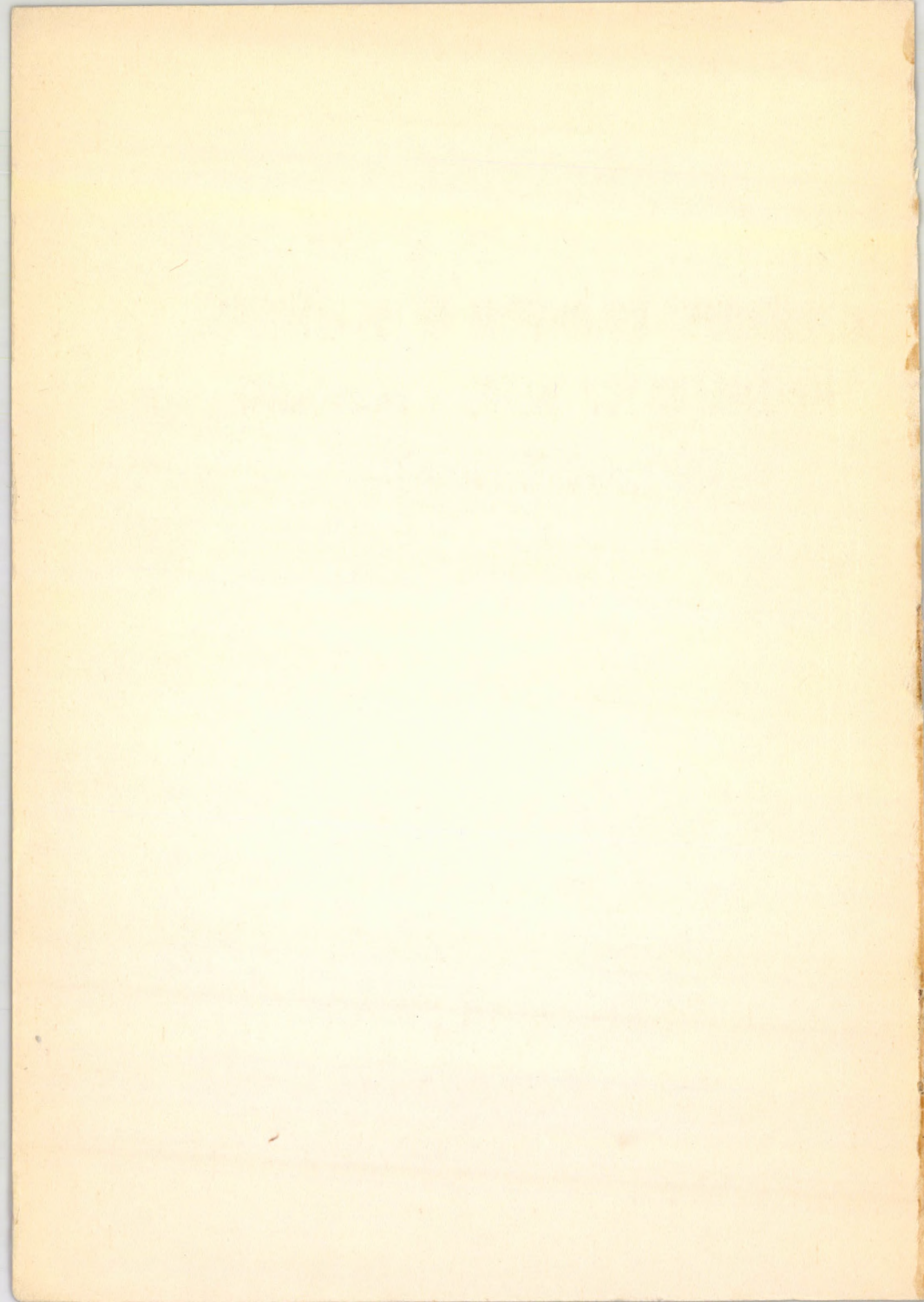


J. Kornai

**MEZINÁRODNÍ KOLOKVIUM O UPLATŇOVÁNÍ
MATEMATICKÝCH METOD V EKONOMICE
SPOTŘEBNÍHO PRŮMYSLU**

**Ministerstvo spotřebního průmyslu
Praha 1963**



Ministerstvo spotřebního průmyslu

Inž. Mir. Kodým a kolektiv

**MEZINÁRODNÍ KOLOKVIUM O UPLATŇOVÁNÍ
MATEMATICKÝCH METOD V EKONOMICE
SPOTŘEBNÍHO PRŮMYSLU**

Praha 1963

© Inž. Mir. Kodym a kolektiv, 1963

P Ř E D M L U V A

Státní výzkumný ústav ekonomickoorganizační MSP spolu se závodní pobočkou Čs.VTS a se závodní pobočkou Čs.VTS n.p.TEXTILANA, Liberec uspořádal ve dnech 11. a 13.prosince 1962 v Liberci mezinárodní kolokvium o uplatňování matematických metod v ekonomice spotřebního průmyslu.

Jednání se zúčastnili vybraní pracovníci ministerstva spotřebního průmyslu, VHM, národních podniků a výzkumných ústavů a zahraniční delegace v tomto složení:

sovětská delegace : vedoucí katedry organizace výroby a ekonomiky Moskevského textilního institutu doc.I.J.Ruděnko;

polská delegace : vedoucí katedry ekonomiky průmyslu na polytechnice v Lodži prof.dr.J.Rachwałski;
dr.J.Kortan z katedry podnikové ekonomiky univerzity v Lodži;
ing.M.Bednarski, ředitel Institutu ekonomiky a organizace textilního průmyslu v Lodži a s.Możucowa z téhož institutu;

maďarská delegace: zástupci maďarské vědecko technické společnosti:
dr.J.Kornai, Z.Marczányi a L.Gesztli;

německá delegace: dr.K.Schille, ředitel ústavu pro ekonomii textilního průmyslu technické univerzity v Drážďanech;
ing.U.Lindnerová a
ing.H.Tzschoppe z téhož ústavu;
dr.Blumenthal z ekonomického ústavu strojírenského Vysoké školy strojírenské v Karl-Marx-Stadtu.

Výčet zahraničních účastníků je třeba pro úplnost doplnit o dalších pět polských odborníků, kteří v té době byli na studijním pobytu ve Státním výzkumném ústavu ekonomickoorganizačním MSP, aby se seznámili s výsledky aplikace matematických metod ve spotřebním průmyslu ČSSR a zúčastnili se při této příležitosti rovněž přednášek v Liberci.

Přednesené referáty a diskuse během tří denního pracovního jednání byly pestrým přehledem dosavadních zkušeností s výzkumem s praktickou aplikací matematických metod v ekonomice spotřebního průmyslu u nás i v jiných zemích socialistického tábora. Ukázaly na velký pokrok, k němuž zejména v posledním roce na tomto úseku zvědečtění řídicí práce došlo. To se týká jak příspěvků československých účastníků kolokvia, tak i zahraničních hostů, jejichž zkušenosti, dosažené úspěchy i potíže a cesty, které volí k jejich odstranění, mohou být v mnohém velmi užitečné i pro naši praxi.

Po zkušenostech s vydáním materiálů z kolokvia o operativním plánování /Mariánské Lázně - září 1961/ bylo rozhodnuto uspořádat ve formě sborníku i všechny referáty z kolokvia o uplatnění matematických metod v ekonomice spotřebního průmyslu. Předkládáme je čtenářům doplněné úvodním a závěrečným slovem předneseným na kolokviu a jednou přednáškou, která byla pro tento účel připravena, nemohla však být pro nedostatek času proslouvena. Jednotlivé referáty jsme uspořádali v pořadí podle původního programu, i když v průběhu kolokvia došlo v jejich sledu k menším změnám.

Zaměření, způsob podání, náročnost i úprava referátů se, jak ani jinak při takovém počtu přednášejících nemůže být, odlišují. Čtenář si alespoň může vybrat podle svých potřeb. Určitým nedostatkem, kterého jsme si vědomi, však je, že použité matematické symboly se v jednotlivých referátech dost liší a zasloužily by sjednocení. Protože však tato nejednotnost není na úkor srozumitelnosti a úprava by si vyžádala některé referáty po této stránce zcela nebo z větší části přepracovat, nedělali jsme při lektorování hlubší zásahy do používané matematické symboliky, aby vydání sborníku nebylo zdrženo.

O B S A H

Předmluva

Úvodní slovo dr.V.Sousedíka, ředitele SVÚEO MSP	7
1. Klasifikace matematických metod uplatňovaných v ekonomice spotřebního průmyslu /dr.Rudolf Brož, SVÚEO MSP/	9
2. Příprava plánu odbytu a výroby ve vlnářském průmyslu /inž.Jiří Prückner, SVÚEO MSP/	25
3. Výpočetní postup při řešení kooperačních vztahů mezi přádelnami a tkalcovny v bavlnářském průmyslu /inž.dr.Vladimír Vlach, Multar/	36
4. Polské zkušenosti s používáním matematických metod při řešení ekonomických otázek /prof.dr.Jerzy Rachwałski, Lodžská polytechnika,PLR/ ...	50
5. Zkušenosti národního podniku Textilana s využíváním simplexové metody lineárního programování k přípravě a sestavování plánu /Jiří Novák,n.p.Textilana,Záv.V.Kopeckého,Liberec/	56
6. Některé zkušenosti s aplikací matematických metod v průmyslu lýkových vláken /Josef Kaška, Orgalen, Dvůr Králové n.L./	67
7. Spojení ústředního a odvětvového programování v průmyslu /dr.János Kornai,VÚ pro text.průmysl,Budapešť, MLR/	82
8. Maximalizování výtěžnosti řeziva v pilařské výrobě /inž.dr.Jaroslav Hýbl, SVÚEO MSP/	89
9. Praktická aplikace lineárního programování při řízení pilařské výroby v rozsahu výrobního závodu /Jan Melichar, VVÚD, Praha/	100
10. Organizační předpoklady pro uplatnění matematických metod při řízení pilařské a ostatní dřevařské výroby /Karel Košák, Sdružení podniků dřevař.průmyslu,Praha/...	109
11. Použití matematických metod v pletářském průmyslu /inž.Miloš Konopásek, VÚP,Brno/	115
12. Některé ekonomické problémy při zjišťování optimálního sortimentu lineárního programování v textilním průmyslu /Ing.Horst Teschoppe, Technická univerzita,Drážďany,NDR/	131
13. Zkušenosti s aplikací simplexové metody v operativním plánování v n.p.Svit, Gottwaldov /inž.dr.Richard Halík, SVÚEO MSP/.....	143

14. Využití matematických metod v oděvním průmyslu /Josef Krátoška, Výzkum.pracoviště Oděv.prům.,Prostějov/....	167
15. Uplatňování matematických metod v maďarském lehkém průmyslu /Zoltán Marcsányi, ministerstvo lehkého průmyslu,MLR/	174
16. Plánování spotřeby času a délky výrobního cyklu /dr.Vladimír Horák,CSc.,VÚV, Brno/	181
17. Řešení simplexových úloh stroji na děrné štítky /inž.dr.Vladimír Vlach, Multar, Praha/	207
18. Použití metody nejmenších čtverců při tvorbě výko- nových normativů /inž.lvo Bartoněk, Vývoj nábytkářského průmyslu,Brno/.....	213
19. Aplikace lineárního programování při rozmístování výroby obalového skla /František Severa, SVÚEO MSP/	226
20. Několik myšlenek k otázkám uplatňování matematických metod v praxi /dr.Bernhard Blumethal,Vysoká škola strojírenství, Karl-Marx-Stadt, NDR/	236
21. Optimální velikost závodu v daném místě z hlediska úrovně úplných vlastních nákladů /Vladimír Knor, prom.ek., SVÚEO MSP/	246
22. Optimální velikost výrobní série /Jaroslav Chrbolka, prom.ek., SVÚEO MSP/	267
23. Optimální počet strojů obsluhovaných jedním pracov- níkem /Ladislav Hiža, SVÚEO MSP/	275
24. Využití strukturální analýzy při plánování a rozbo- rech na podnikové a vnitropodnikové úrovni /inž.Miroslav Kodým, SVÚEO MSP/	284
Závěrečné slovo J. Nováka, ekonomického náměstka n.p. Textilana, Liberec	304

Dr. János Kornai, kandidát ekonomických věd,
Výzkumný ústav pro textilní průmysl, Budapešť

Spojení ústředního a odvětvového programování v průmyslu

Když jsem sestavoval text svého koreferátu, zpracovávali jsme číselný materiál získaný z elektronického samočinného počítače k perspektivnímu programu rozvoje maďarské výroby umělých vláken. Po tkalcovském odvětví bavlnářského průmyslu bylo to druhé průmyslové odvětví, kde jsme s použitím matematických metod vypracovali dlouhodobé plány. Několika slovy nastíním náš model.

V Maďarsku byly dosud jen zárodky výroby umělých vláken; toto průmyslové odvětví je třeba teprve vybudovat. Nebylo by účelné vyrábět v naší zemi všechny druhy umělých vláken, protože by se nemohly uplatnit výhody hromadné výroby. Hlavní otázka proto zní: které druhy umělých vláken se mají vyrábět v tuzemsku /popřípadě nad domácí potřebu i pro vývoz/ a u kterých druhů se máme zaměřit na trvalý dovoz. Vycházeli jsme z toho, že tuzemská potřeba je dána a musí být uspokojována s vynaložením minimálních nákladů. K nákladům patří běžné náklady výroby, kalkulační úroky vypočtené z nákladů na investice a dále náklady dovozu. Případné příjmy z vývozu - jako záporná položka - náklady sníží.

Model obsahuje 56 proměnných výrobní a investiční činnosti podle rozdílných technologií, dále činnosti vývozní a dovozní. Měli jsme celkem 21 lineárních omezujících podmínek, převážně výrobní bilance a mezní body kapacit. Mezi omezujícími podmínkami byla též omezení veličin investičních zdrojů: investiční fond a fond dovozu strojů z kapitalistických zemí.

Účelová funkce zaměřená na minimalizaci nákladů je u činností vývozních lineární, naproti tomu u činností výrobních nelineární: přihlíží k výhodám hromadné výroby, k vlivu velikosti podniku, k vlivu relativních úspor. Při těchto proměnných je účelová funkce parabolická, její struktura je tato:

$$Q_j / x_j = P_j \left(\frac{x_j}{V_j} \right)^{\alpha_j} + Q_j \left(\frac{x_j}{V_j} \right)^{\beta_j} + r_j x_j, \quad /1/$$

x_j je veličina podniku vzniklého jako výsledek činnosti j v roce 1975 /vyjádřeného ukazateli: tuny / rok/,

V_j je uvažovaná fixní kapacita. Jde o podrobně neurčenou normální velikost podniku, uvažovanou projektanty při sestavování technických a nákladových dat /v ukazatelích : tuny / rok/,

P_j je kalkulační úrok vypočtený podle investičních nákladů za předpokladu, že velikost podniku = V_j /v jednotkách výrobní kapacity Ft/,

Q_j jsou roční mzdové náklady za předpokladu, že velikost podniku V_j /v jednotkách výrobní kapacity Ft/,

α_j, β_j jsou degresivní mocnители. Jejich veličina leží mezi 0 a 1, r_j jsou ostatní provozní náklady kromě nákladů mzdových, počítaných na jednu výrobní jednotku /Ft/tuny/. Zahrnují hlavně materiálové náklady.

Jak patrné, roste se stoupáním činitele x_j úrokové břemeno vypočtené podle investičních nákladů, popř. rostou mzdové náklady, ale nikoli proporcionálně, nýbrž v menší míře. Zvláště mzdové náklady jsou při výrobě umělých vláken mírně degresivní, proto je β zpravidla menší než α . U materiálových nákladů se může degrese nákladů opominout a proto jsme k nim přistupovali jako k nákladům lineárním.

Je třeba poznamenat, že to byl první velkorysý úkol nelineárního programování, který jsme v Maďarsku řešili.

Zároveň se ve dvou dalších průmyslových odvětvích dělají podobné propočty k stanovení perspektivních plánů.^{x/} Okolnost, že programování probíhá v několika průmyslových odvětvích simultánně, svádí bezděčně k myšlence, zda by nebylo možné tyto propočty nějakým způsobem vzájemně sladit. Tak např. jsme u všech šetření v průmyslo-

x/ Odvětvové zkoumání v průmyslu v souvislosti s perspektivním plánováním jsem podrobněji popsal ve své nedávno vyšlé knize "Matematické programování investic" /Köszegszánagi de Jogi Könyvkiadó, Budapest 1962/.

vých odvětvích jako danou složku brali velikost investičního fondu; její číselnou veličinu jsme převzali z ústředního národohospodářského plánu, vypracovaného tradičním způsobem. Je však rozdělení investičního fondu v národohospodářském plánu optimální? Je zcela možné, že by bylo v zájmu národního hospodářství prospěšnější, kdyby byl investiční fond některého průmyslového odvětví poněkud zmenšen a naopak u některého jiného o něco zvětšen.

V tomto směru můžeme poskytnout užitečnou informaci na základě tzv. mezních cen /hodnot/ získaných řešením duálních /sdružených/ úkolů programování. Porovnejme mezní hodnoty dvou průmyslových odvětví /např. bavlnářského a průmyslu umělých vláken/. První odvětví pojmenujme sektor 1, druhé sektor 2, a označme dále přidělený investiční fond znakem y_1 , popř. y_2 . Nyní to tedy není konstantní, nýbrž variabilní parametr. Předpokládejme, že programová funkce vyžaduje maximalizaci výnosu. Sledovanou funkční hodnotu optimálního programu označíme znakem P_1 , popř. P_2 . Tato veličina tvoří teď funkci činitele y_1 , popř. y_2 investičního fondu. Mezní hodnota investičního fondu je q_1 , popř. q_2 :

$$q_1 = \frac{d P_1 / y_1 /}{d y_1} \quad . \quad q_2 = \frac{d P_2 / y_2 /}{d y_2}$$

Co že mezní cena vyjadřuje?

Udává o kolik by hodnota

účelové funkce stoupla, kdyby investiční fond o jednu jednotku vzrostl. /Přesněji: mezní cena informuje o výnosové změně připadající na nekonečně malý přírůstek./ Když tedy při daných y_1 a y_2 např. při kvótách investičního fondu vyplývajících z původního národohospodářského plánu je q_1 větší než q_2 , vyplatí se snad přesunout část investičního fondu ze sektoru 2 do sektoru 1. Snížení výnosu, které nastane v sektoru 2, bude totiž menší, než zvýšení výnosu, ke kterému dojde v sektoru 1. Stojí za to pokračovat v přesunech tak dlouho, dokud se mezní hodnoty q_1 a q_2 nevyrovnejí /alespoň přibližně/.

Tento postup nás však neuspokojil, jelikož byl zaměřen výlučně na lepší rozdělení jednoho jediného ústředně určeného omezení

/v našem příkladu: investičního fondu/, přičemž jsme předpokládali, že ostatní omezení zůstávají beze změny. Proto jsme se snažili pokročit podle shora uvedené úvahy dál a vypracovat takový postup, který posléze systematicky koriguje všechny ukazatele ústředně stanovené průmyslovým odvětvím a navzájem organicky spojí ústřední a odvětvové programování průmyslu. Tento postup jsme vypracovali společně s matematikem Tamásem Liptákem a nazvali jej "dvojúrovňové plánování".^{x/} Mohu postup popsat jen zcela stručně, v hlavních rysech na značně zjednodušeném modelu náčrtu základní myšlenky s připomínkou, že rozpracovaný skutečný model je podstatně složitější.

Jsou dány ústřední orgán /státní plánovací úřad/ a jednotlivé sektory v počtu n . Ústřední místo vypracuje ústřední program, jehož systém omezení vyhlíží takto:

$$z_i - \sum_{j=1}^n z_{ji} = Q_i, \quad /i = 1, \dots, n/ \quad /3/$$

kde

- z_i - je dodávkový úkol stanovený sektoru i ,
- z_{ji} - materiálový fond přidělený sektoru i na výrobek j ,
- Q_i - externí spotřeba, kterou má výrobek i zajistit.

Systém omezení /3/; n počet bilancí výrobku; speciální sektorová tabulka podle systému input-output, na které však, jak uvidíme, nepočítáváme žádné technologické koeficienty a nepoužíváme ji tedy obvyklými prostředky analýzy systému input-output.

Další omezení: národohospodářská bilance pracovních sil:

$$\sum_{i=1}^n w_i = W, \quad /4/$$

kde

- w_i - je fond pracovních sil sektoru i ,
- W - celková pracovní síla, kterou národní hospodářství disponuje.

^{x/} Viz: J.Kornai-T.Lipták "Dvojúrovňové plánování" /Magyar Tudományos Akadémia Számítástechnikai Központ, 1962/.

Proměnné ústředního programu jsou : z_i , z_{ji} a w_i . Vycházíme z toho, že ústřední místo vypracuje přípustný program, splňující omezení /3/ a /4/. Takto získané rozpočty postoupí jako ústřední direktivu sektorům, které vypracují na základě jejich znalosti lineární programování. Proměnné sektorového modelu pak jsou: výrobní, investiční, vývozní a dovozní činnosti /podobně jako u modelu pro průmysl umělých vláken, jak byl předtím popsán/.

V sektoru i je první omezení:

$$\sum_k f_{ik} x_{ik} \geq z_i \quad /5/$$

kde f_{ik} je odváděcí koeficient činnosti sektoru k . Tento koeficient je při výrobních a dovozních činnostech 1, při vývozních činnostech - 1. Omezení říká. Dodávky sektoru pro ostatní sektory národního hospodářství mají být nejméně tolik, kolik ukládá dodávkový úkol přijatý s ústředního místa.

Další omezení:

$$\sum_k \varepsilon_{ijk} x_{ik} \leq z_{ij} \quad / j = 1, \dots, 1,1,141, \dots n / \quad /6/$$

kde ε_{ijk} je koeficient nákladových druhů vztahujících se na výrobek i činnosti sektoru k . /Např. spotřeba uhlí, elektřiny atd./.

Tato omezení ukazují, že materiálová spotřeba sektoru smí činit nejvýše tolik, kolik připouštějí ústřední fondy.

$$\sum_k h_{ik} x_{ik} \leq w_i \quad /7/$$

kde h_{ik} = koeficient stavu personálu. Toto omezení říká, že potřeba personálu v sektoru smí být nejvýše taková, jaká byla schválena centrálním personálním fondem.

Kromě uvedených omezení jsou ještě zvláštní omezení sektorová, nezávislá na ústředních direktivách /např. omezení vývozní a dovozní, omezení kapacitní, nedostatek přírodních energetických zdrojů atd./.

Programové funkční zaměření: maximalizace sektorového výnosu.

/Ve své krátké přednášce upouštím od bližší definice pojmu výnos. Může to být např. čistý devizový výnos, národní důchod atd./.

Jak jsme viděli, projevují se proměnné ústředního programu v sektorovém modelu jako konstantní omezení na pravé straně nerovností omezení.

Všechny sektory tak řeší - na základě znalosti ústředních direktiv - podvojný úkol programování. Zajišťují mezní hodnoty všech ústředních direktiv a hlásí je zpět ústředí. Ústředí na základě znalosti mezních hodnot opraví a zpřesní původní program a takto zkorigovaná směrná čísla postoupí opět sektorům. Ty určí zase nové mezní hodnoty modifikovaných již direktiv, hlásí je znovu zpět centrále - a tak to pokračuje dále.

U našeho modelu putují informace dvěma směry, z ústředí sektorům a ze sektorů do ústředí. Proto jsme tuto metodu pojmenovali "dvojúrovňové" plánování. Je to regulační systém, ve kterém se - s použitím názvosloví kybernetiky - vyskytuje zpětná vazba.

Naše metoda určuje přesná matematická pravidla, jak je třeba na základě znalosti sektorových mezních hodnot korigovat ústřední programy. Tato pravidla, která na tomto místě nepopisujeme ve všech podrobnostech, spočívají na interpretaci úkolu podle teorie her. Je to "hra", při níž je jedním partnerem ústředí, druhým partnerem pak jsou všechny sektory jako celek. Centrála maximalizuje celkový výnos národního hospodářství, sektory minimalizují oceňování mezních hodnot. Souhrn optimálních ústředních a sektorových programů není nic jiného než tzv. minimax-řešení ve hře.

K řešení používáme pravidel tzv. "fiktivního sehrání" hry. Jsou známá z odborné literatury.^{x/} Lze dokázat, že při zachování daných pravidel je postup konvergentní /sbíhavý/, tj. že jako výsledek iterace se souhrn ústředních a sektorových programů přibližuje optimu. U každého dílčího postupu lze podle udaného vzorce získat horní odhad, jak maximálně daleko máme k optimu. Pozoruhodnou zvláštností optimálního programu je, že jsou zde mezní hodnoty již egalizovány. Každý jednotlivý výrobek má ve všech sektorech národního hospodářství jednotnou mezní cenu.

x/ Viz např. S. Karlin: "Mathematical Methods and Theory in Games, Programming and Economic" /Pergamon Press, London, 1959/, str. 178 a násled.

Metodu vyzkoušíme v příštím roce. Z příkazu státního plánovacího úřadu děláme touto metodou na základě dynamického modelu zkušební propočít k programování budoucího perspektivního plánu.

Okruh uplatnění metody je však daleko širší, než uvedený účel. lze ji všeobecně uplatňovat k rozdělení rozsáhlých problémů lineárního programování. V popsaném příkladu tvoří obě úrovně jednak ústřední plánovací úřad, jednak průmyslová odvětví. Obě úrovně však mohou tvořit také jiné složky: např. ministerstvo a podniky, nebo podnik i provozy, dále závod a skupiny strojů, jednotlivé stroje atd. Pro ilustraci mnohostranných možností uplatnění uvedu jeden příklad. Před krátkým časem byl vypracován model pro optimalizaci vývozu bavlněných látek. Model obsáhl 2000 proměnných. Tento rozsáhlý úkol nemůže být vyřešen obvyklými "jednourovnými" metodami domácích elektronických samočinných počítačů. Metoda dvouúrovňového plánování umožnila však částečnou decentralizaci úkolu a tím - iterační metodou - vypracování úkolu za daného stavu kapacit elektronických samočinných počítačů.

Závěrem chci zdůraznit, že by nám způsobilo velkou radost, kdyby se naše metoda uplatňovala nejen v Maďarsku, ale aby ji v zájmu dalšího rozvoje plánovací činnosti uplatnili též naši přátelé ekonomové a matematici v ostatních zemích socialistického tábora.