

ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
MINISTERSTVA ZEMĚDĚLSTVÍ,
LESNÍHO A VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ

Zemědělská ekonomika

K otázkám použití matematických metod v zemědělství

1-2

ROČNÍK 10 (XXXVII) — PRAHA, ÚNOR 1964

CENA 20 Kčs

ÚSTAV VĚDECKOTECHNICKÝCH INFORMACÍ
MINISTERSTVA ZEMĚDĚLSTVÍ,
LESNÍHO A VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ
ZEMĚDĚLSKÁ EKONOMIKA

Řídí redakční rada:

Doc. CSc. Karel Svoboda, promováný ekonom (předseda), Josef Drahovzal, prof. CSc. dr. Alois Grolig, CSc. inž. Jaromír Havlíček, inž. dr. Alois Hrubeš, doc. CSc. inž. Felix Hutník, doc. CSc. Dimitrij Choma, doc. CSc. inž. Josef Krilek, doc. CSc. inž. Jaroslav Píč, inž. Ladislav Sobotka, CSc. Otto Soukup, doc. CSc. inž. Mikuláš Šebesta, Miroslav Zich. Vedoucí redaktor Bohuslav Vávra.

© Ústav vědeckotechnických informací MZLVH, Praha 1964

Obsah — Содержание — Content — Inhalt

Eremiáš V.: K některým otázkám využití matematicko-statistických metod v zemědělství	1
Myslivec V.: Matematické metody a možnosti jejich použití v zemědělství .	3
Kravčenko G. R.: Lineární programování při plánování rozvoje v chovatelských odvětvích	11
Hrubeš A.: Použití lineárního programování pro rozvoj výroby a efektivnější využití krmiv	19
Kegel P.: Příklady použití lineárního programování při plánování zemědělství	23
Paasch E. W., Kreutzberger O.: Zajišťování optimální výroby krmiv pomocí lineárního programování	32
Tóth J.: Užití lineárního programování při vytváření nejúčinnější struktury ve výrobě krmiv	43
Rastokin P.: Návrh metodiky stanovení optimální krmivové základny pro JZD a státní statky	50
Tolpekin Š.: Ekonomicko-matematické modely a výpočty optimální struktury strojné traktorového parku	63
Vrána L.: Sestavení modelů a řešení výroby ve státních statcích Rostoklaty a Kolín	73
Kadlec V.: Metody lineárního programování při propočtu optimálního územního rozmístění zemědělské výroby	82
Popov I. G.: Ekonomicko-matematický model optimálního plánování, rozmístění a specializace zemědělské výroby	89
Paasch E. W.: Návrh rozmístění rostlinné výroby v kraji Magdeburg, vyhovující z hlediska stanovišť	103
Uchytíl J.: Rozmístění zemědělské výroby v ČSSR	106
Hoffmann E.: Ekonomické vyhodnocení polních pokusů použitím produkčních funkcí	118
Machová V.: Použití metod teorie grafů při řízení výroby	127
Stárek V., Machová V.: Užití metody lineárního programování při řešení dopravního problému při kooperaci v chovu skotu	133
Schnabel K.: Stejnoměrné rozdělení určitého množství pomocí optimálního ocenění kvantifikovatelných činitelů	140

Peuss H. J.: Výsledek výpočtu stanovení závislosti ve vybraných stanovištních jednotkách NDR	150
Veselý J.: Základní předpoklady a současný stav uplatňování matematických metod při řízení zemědělství	154
Pilíšek V.: Příprava kádrů na vysokých zemědělských školách při zvládnutí a používání matematických metod	164

Diskuse

na mezinárodním symposiu „K otázkám použití matematických metod v zemědělství“	168
--	-----

Závěr

K otázkám využití matematických metod v zemědělství	176
---	-----

Резюме — Schlußfolgerung — Summary

K вопросам применения математических методов в сельском хозяйстве . . .	177
Zu Fragen der Anwendung mathematischer Methoden in der Landwirtschaft . . .	179
Problems Regarding the Application of Mathematical Methods in the Agriculture	180

Příloha

Statistické přehledy o čs. a zahraničním zemědělství

Slovníček

základních termínů k matematickým metodám v zemědělství

Vědecký časopis ZEMĚDĚLSKÁ EKONOMIKA uveřejňuje studie, rozbor a vědecké pojednání o vyřešených úkolech výzkumu v oboru zemědělské ekonomiky. Vydává Ústav vědeckotechnických informací ministerstva zemědělství, lesního a vodního hospodářství. Vychází měsíčně. Celoroční předplatné 120 Kčs. Redakce: Praha 2, Mánesova 75, telefon 274551-58. Rozšiřuje Poštovní novinová služba. Objednávky a předplatné přijímá PNS — ústřední expedice tisku, administrace odborného tisku, Jindřišská ul. 14, Praha 1. Lze též objednat u každé pošty nebo doručovatele. Objednávky do zahraničí vyřizuje PNS — ústřední expedice tisku, odd. vývoz tisku, Jindřišská 14. Praha 1. Vytiskl Mír, novinářské závody, n. p., závod 2, provozovna 22, Legerova 22, Praha 2. A-02*41086

K některým otázkám využití matematicko-statistických metod v zemědělství

V posledních letech dochází ke stále širšímu používání matematických metod a moderní výpočetní techniky i v ekonomice zemědělství. V ekonomice zemědělství socialistických zemí je používání matematických metod založeno na zásadách marxismu-leninismu a vychází z konkrétních úkolů, jež jsou před zemědělstvím těchto zemí.

Pronikání matematiky do ekonomiky je proces — jak ukazují třeba jen dílčí dosažené výsledky —, který ekonomiku obohacuje a rozvíjí. Nejde tu, přirozeně, o nahrazování ekonomických metod metodami matematickými, nýbrž o proces, v němž pomocí matematických metod může zemědělská ekonomika na základě znalostí objektivních zákonů rozvoje a konkrétních úkolů současného období aktivně vytvářet kvantitativní proporce, jež přinášejí ekonomicky optimální řešení.

V období, kdy je dále propracovávána koncepce velkovýrobní organizace našeho zemědělství a kdy máme rozpracovat konkrétní plány její realizace na všech stupních řízení, je použití matematických metod v různé míře nezbytné právě tím, že umožňuje přejít od slovního a nepřesného hodnocení kvality jednotlivých jevů ke kvantitativnímu a přesnému vyjádření závislosti a vztahů.

Zkušenosti, jež byly získány, zejména v SSSR, ale například i u nás, ukazují, že v zemědělství je možno matematickými metodami řešit různé národohospodářské i podnikové problémy. I nejzkušenější plánovač, opírající se o nejpodrobnější a nejpresnější statistické údaje, není s to rozmístit „z hlavy“, „citem“ zdroje, jež má k zabezpečení plánu zemědělské výroby k dispozici tak, aby dosáhl ekonomického optima. Při správné formulaci zájmové funkce, vycházející z hluboké znalosti konkrétní ekonomiky, s použitím matematických metod a samočinného počítače, je to možné v poměrně krátké době, v závislosti na rozsahu daného úkolu.

Matematika v ekonomice není móda, jež se přezene a není rovněž jen ilustrativním prvkem v ekonomice. Matematika i do zemědělské ekonomiky vstupuje, prostupuje ji, vyháňá z ní objektivismus, nutí ji pečlivě vážit a měřit fakta a faktory, jež o výsledku zemědělské výroby rozhodují. Tento proces jistě zapůsobí na urychlení přechodu od popisných formulací a kvalitativních turzení, jež v zemědělské ekonomice dosud převládají, k přeměně této vědy v přesnou vědu. Na této cestě sbírá zemědělská ekonomika teprve první, dílčí zkušenosti. Od zemědělských ekonomů to především vyžaduje hlubokou konkrétní znalost ekonomiky jejich oboru, znalost užité matematiky a vytvoření celé řady dalších předpokladů, zejména na úseku studia vlivu jednotlivých faktorů ovlivňujících výrobní proces v zemědělství.

Biologický charakter zemědělské výroby sice ztěžuje, avšak nevylučuje, aby s využitím výsledků, jichž dosáhla zemědělská věda i praxe, byly kvantifikovány

vlivy a účinek jednotlivých faktorů (půda, pracovní síla, technika, chemické prostředky apod.), působících v různých podmínkách na výsledky činnosti v zemědělství. Kvantifikace těchto vztahů, ostatně nezbytná pro jakoukoli vědecky zdůvodněnou metodu bilancování a plánování v zemědělství na všech stupních, je jedním ze základních předpokladů rozpracování ekonomicko-matematických modelů v zemědělství a optimálního plánování vůbec.

Ekonomická formulace úkolu je přitom rozhodující. Na její správnosti, vycházející z konkrétních úkolů daného období, závisí úspěch ve výsledku. Použití matematiky v ekonomice by mělo do budoucna sloužit i pro prověřování důsledků různých variant rozhodnutí, jež řídicí hospodářský orgán připravuje. Matematické programování zabezpečené v budoucnosti přiměřenou materiálně-technickou základnou, spolu se znalostí kvantitativních závislostí mezi faktory ovlivňujícími intenzitu zemědělské výroby tak umožní, aby jakékoli rozhodnutí v řízení zemědělství na různých stupních mohlo být rychle ekonomicky zhodnoceno a zvážen jeho očekávaný dosah.

Vědecké symposium, konané v říjnu 1963 v Praze z iniciativy Výzkumného ústavu zemědělské ekonomiky, bylo prvním krokem k cílevědomé a koordinované spolupráci socialistických zemí na tomto úseku. Referáty, koreferáty a diskusní příspěvky, jež na něm byly předneseny, ukázaly, že rozpracování matematických metod v ekonomice zemědělství se vyvinulo natolik, že jsou reálné možnosti jejich uplatnění při optimálním plánování v zemědělské praxi.

Období pouhé propagace těchto metod skončilo. Před zemědělskými ekonomy stojí nyní konkrétní pracovní úkoly. Měli by je úspěšně řešit a rozšiřovat dál sféru aplikace matematiky ve snaze co nejdříve a nejrychleji pomoci zemědělské praxi. Práce, jež jsou obsaženy v tomto čísle vědeckého časopisu „Zemědělská ekonomika“, jsou nejen důkazem této snahy, ale do značné míry i naznačují, jak široký je rozsah problémů, které je možno při použití matematických metod a moderní výpočetní techniky v ekonomice zemědělství řešit.

Václav EREMIÁŠ, promováný ekonom
ředitel Výzkumného ústavu zemědělské
ekonomiky, Praha

Matematické metody a možnosti jejich použití v zemědělství

Prof. dr. Václav MYSLIVEC
Vysoká škola zemědělská, Praha

V poslední době jsme svědky všestranného pronikání tzv. exaktních matematických a fyzikálních metod do vědeckého zemědělského výzkumu. Zemědělská věda nabývá tím novou tvář i formu a dostává i nového společného jmenovatele, jímž je zvýšení úrovně vědecké práce. Vědecká úroveň výzkumných prací v zemědělství není ovšem dána tím, že by se snad řešily exkluzivní teoretické otázky, nýbrž je dána hlubokým teoretickým přístupem při řešení i zcela prostých otázek, jež jsou však životně důležité pro další vzestup socialistické zemědělské výroby. Zavádění nových agrotechnických opatření do zemědělské velkovýroby je velmi úzce spojeno s rozvojem zemědělské vědy, využívající všech výsledků poskytovaných exaktními vědami.

Protože v minulosti nebylo v zemědělské vědě v ČSSR dostatečně přihlíženo k výsledkům exaktních věd, zejména matematiky a fyziky, přijal ÚV KSČ na svém zasedání 6. a 7. února 1962 usnesení, v němž byl zdůrazněn význam základního zemědělského výzkumu pro další rozvoj zemědělské výroby v ČSSR a zejména pro pozvednutí zemědělské výroby na úroveň průmyslové výroby. V usnesení byl vysloven požadavek, aby zemědělský výzkum byl urychleně pozvednut na vysokou vědeckou úroveň, a to zejména všestranným zavedením metod exaktních věd, založených na poznatcích moderní matematiky a fyziky. Rovněž na zasedání XII. sjezdu KSČ byla zdůrazněna nezbytnost všestranného zavedení matematických metod, a to zejména metod založených na využití samočinných počítačích strojů v zemědělství.

Použití matematických metod v technických oborech bylo již dříve zcela samozřejmé. Mohutný rozvoj průmyslové výroby, jehož jsme svědky, je rovněž podmíněn tím, že v této výrobě je již plně využíváno všech výsledků, které tak bohatě poskytly a stále poskytují exaktní vědy. Lze říci, že není ani jediného odvětví průmyslové výroby, které by nebylo bezprostředně založeno na poznatcích a výsledcích exaktních věd, zejména matematiky a fyziky. Zavedením výsledků a objevů exaktních věd do výroby vznikly nejen nejrůznější druhy průmyslové výroby, ale došlo i k pronikavým změnám ve vlastních technologiích. Namnoze tyto změny byly převratné.

Zcela jiná je dosud situace v zemědělské výrobě. Zde také došlo postupem doby k některým podstatným změnám, zejména po zavedení poznatků chemie, avšak tyto změny nejsou tak pronikavé, jako byly změny, k nimž došlo u průmyslové výroby. Je sice pravda, že agrotechnika, technologie a organizace zemědělské výroby se podstatně měnily a postupem doby se stále mění. Nicméně základní rysy zemědělské výroby zůstávají stále stejné. K změnám zemědělské výroby, a to k převratným změnám, které postaví zemědělskou výrobu na úroveň průmyslové výroby, dojde tím, že do zemědělské výroby budou též všestranně zavedeny výsledky a objevy exaktních věd, jak tomu bylo a je u průmyslové výroby. Při tomto procesu mají

mimořádně závažnou úlohu matematické metody, a to zejména metody založené na využití moderních samočinných počítacích strojů.

Použití matematických metod v zemědělství ve světovém měřítku má již za sebou poměrně dlouhé a úspěšné období. Lze říci, že dnes již není ani jediného odvětví zemědělského výzkumu, v němž by nebylo ve vyspělých zemích s úspěchem používáno matematických metod.

Nejstarší tradicí ze všech matematických metod používaných v zemědělství mají metody matematické statistiky, založené na výsledcích počtu pravděpodobností. Tyto metody vznikly v podstatě ve dvou hlavních světových centrech. Prvním z nich byla ruská škola počtu pravděpodobností, založená P. L. Čebyševem, která odvodila hlavní důležité věty počtu pravděpodobností. Mezi významné pracovníky této školy patří dále A. A. Čuprov, jemuž vděčíme za vypracování matematické teorie korelace. Velké zásluhy o použití metod matematické statistiky v zemědělském výzkumnictví má V. I. Romanovskij, dále B. S. Jastremskij, N. A. Plochinskij, V. N. Peregudov a zejména V. S. Němčinov. Do této skupiny významných pracovníků, kteří se zasloužili o všestranné použití metod matematické statistiky, patří též A. K. Mitropolskij a řada dalších pracovníků.*)

Druhým důležitým centrem vzniku metod matematické statistiky je anglická škola, vedená K. Pearsonem v Galtonově laboratoři na University College v Londýně. Tato vědecká škola má hlavní zásluhu o definování vhodných matematických modelů, sloužících k vyjádření souborů zjištěných pozorování. Na této vědecké škole byly též vypracovány a publikovány hodnoty funkcí, používaných jako matematické modely souborů pozorování. Velké zásluhy o vypracování teorie náhodných výběrů o malém rozsahu má zejména W. S. Gosset. Jím zvolená funkce, nazývaná v matematické statistice jako funkce Studentova rozdělení náhodné proměnné t , je jednou z nejdůležitějších a nejběžnějších matematických funkcí. V teorii náhodných výběrů o malém rozsahu je zajímavé, že kolébkou teorie náhodných výběrů o malém rozsahu, jež je pivotálním čepem moderní matematické statistiky, nebyla katedra matematiky na universitě, nýbrž zemědělské pokusnictví, neboť W. S. Gosset nebyl matematikem, ale zemědělským pokusníkem při své funkci ředitele pivovaru.

Také analýza rozptylu, která nyní nabývá stále většího významu nejen v zemědělském výzkumu, nýbrž i v mnohých dalších oborech, vznikla z praktických potřeb polního zemědělského pokusnictví, kde, jak známo, je především nutno přihlížet k nestejnorodosti půdy pokusných polí. Hlavní zásluhu o vypracování teorie analýzy rozptylu má R. A. Fisher. Jeho hlavní zásluha je nejen ve vypracování celé řady metod matematické statistiky, ale též i o zavedení těchto metod do zemědělského výzkumu. Velké zásluhy R. A. Fishera jsou i v tom, že postavil metody matematické statistiky na pevný teoretický základ. Mezi nejvýznamnější jeho žáky ve Velké Británii patří zejména F. Yates, vedoucí statistického oddělení výzkumného ústavu zemědělského v Rothamstedu, D. J. Finney, profesor experimentální zemědělské statistiky na universitě v Aberdeenu, K. Mather a řada dalších.

K mimořádně významnému a všestrannému použití metod matematické statistiky a též jiných matematických metod došlo zejména v USA. Hlavním centrem rozvoje použití metod matematické statistiky v zemědělství v USA je Graduate School of Mathematical Statistics ministerstva zemědělství USA ve Washingtonu. Na této vysoké škole ministerstva zemědělství jsou připravováni pracovníci ze všech oborů zemědělského výzkumu v metodice a technice použití metod matematické statistiky. Mimořádný důraz je kladen na použití metod matematické statistiky v zemědělské ekonomice.

Druhým centrem rozvoje použití metod matematické statistiky v USA je Statistical Laboratory na vysoké škole zemědělské v Ames ve státě Iowa. Tuto laboratoř založil a rozvinul do značných rozměrů G. W. Snedecor, autor světoznámé knihy „*Statistical Methods Applied to Experiments in Agriculture and Biology*“.

*) Pozn. red.: Protože v tomto čísle přinášíme několik příspěvků sovětských matematiků, bylo v referátě prof. Myslivce upuštěno od podrobného rozboru jejich prací.

Tato statistická laboratoř má k dispozici dva samočinné elektronické počítače, a to jednak počítač typu IBM 650, jednak počítač typu ILLIAC. V laboratoři jsou pořádány pravidelné instruktážní kursy v oboru programování k účelům zemědělského výzkumu. Tyto instruktážní kursy jsou určeny nejen pro pracovníky uvedené vysoké školy zemědělské, ale též pro pracovníky výzkumných ústavů zemědělských a pro pracovníky ostatních vysokých škol zemědělských.

Statistical Laboratory vysoké školy zemědělské v Ames vydává každoročně „Annual Report“ (tj. výroční zprávu), kde jsou podrobně uvedeny všechny práce, na nichž se v laboratoři pracovalo. Pro zajímavost se uvádí, že ve školním roce 1961–1962 v této statistické laboratoři působilo pět řádných profesorů (T. A. Bancroft, H. O. Hartley, O. Kempthorne, N. V. Strnad a G. Tintner) a pět mimořádných profesorů (R. J. Buehler, C. P. Cox, R. T. David, D. V. Huntsberger a L. Wolins).

Výzkumné práce, konané v této statistické laboratoři, zasahují prakticky do všech oborů zemědělství. Mimořádná pozornost je věnována zejména řešení důležitých otázek z oboru zemědělské ekonomiky. Mnoho výzkumných prací se týká otázek lineárního i nelineárního programování. Některé z těchto prací jsou konány přímo pracovníky Statistical Laboratory, jiné ve spolupráci s Department of Agricultural Economics. Toto důležité oddělení Vysoké školy zemědělské v Ames je řízeno E. O. Headym. Poznamenávám, že tento pracovník je autorem obsáhlé knihy: „Linear Programming in Agriculture“ (The Iowa State College Press, Ames, Iowa, 1959). Pod vedením E. O. Headyho pracovníci Department of Agricultural Economics se zabývali řadou důležitých otázek v oboru zemědělské ekonomiky, týkající se zjišťování výnosových funkcí, isokvant, isoklin a ekonomických optim při použití většího počtu různých minerálních hnojiv při různých úrovních u hlavních druhů zemědělských plodin. Pomocí matematických metod tyto pracovníci též řešili i jiné důležité otázky americké zemědělské ekonomiky.

Lze říci, že zemědělský výzkum v USA všestranně používá metod matematické statistiky i matematických metod vůbec. Mimořádná pozornost je věnována zejména lineárnímu programování*) a v poslední době též nelineárnímu programování. Zvláštní pozornost je zaměřena k stochastickému lineárnímu a nelineárnímu programování a jeho použití v zemědělské ekonomice. V čem spočívá tato nová metoda? Při obvyklé simplexové metodě lineárního programování vycházíme ze soustavy lineárních nerovností, diferencujících tzv. omezující podmínky (technologické podmínky apod.). V těchto nerovnostech jednotlivé proměnné jsou násobeny příslušnými konstantami. Danou soustavu lineárních nerovností jednoduchým postupem (zavedením dalších tzv. přídatných proměnných) převádíme na soustavu lineárních rovnic. Pomocí známého postupu pak zjišťujeme optimální řešení, tj. takové řešení, jež dává podle povahy problému buď maximální, nebo naopak minimální hodnotu účelové funkce. Při lineárním programování tato účelová funkce je lineární funkcí a při nelineárním programování je nelineární funkcí. Úspěšné použití simplexové metody lineárního programování a též nelineárního programování nezávisí jen na soustavě výchozích nerovností, ale též na tom, zdali koeficienty, jimiž jsou násobeny jednotlivé proměnné obsažené v omezujících nerovnostech, odpovídají skutečnosti. Tyto koeficienty považujeme nesprávně za konstanty, avšak ve skutečnosti nejsou konstantami, nýbrž jsou hodnotami náhodných proměnných. Při stochastickém lineárním programování a též při stochastickém nelineárním programování proto vycházíme z toho, že koeficienty u jednotlivých proměnných jsou náhodnými proměnnými a nikoli konstantami. Obvykle však známe jen přibližné hodnoty těchto náhodných proměnných, a proto optimální řešení neodpovídá zcela skutečnosti. Při stochastickém lineárním i nelineárním programování, kde zmíněné koeficienty nepovažujeme za konstanty, nýbrž za náhodné proměnné s příslušnými zákony rozdělení pravděpodobností, docházíme k takovému optimálnímu řešení, které nejlépe odpovídá skutečnosti. Poznamenávám, že v oboru stochastického lineárního a neli-

*) První známá práce z oboru lineárního programování je průkopnická práce sovětského matematika L. V. Kantoroviče z roku 1939. Tato práce obsahuje již i algoritmus řešení, tzv. metodu řešících součinitelů.

neárního programování byly již získány velmi cenné poznatky zejména G. Tintnerem a jeho spolupracovníky v Statistical Laboratory Vysoké školy zemědělské v Ames. Dosavadní výzkumné práce ukazují, že v zemědělském ekonomickém výzkumu tyto nové metody programování se stávají nepostradatelnými. V tomto oboru výzkumu nejde jen o sestavení matematického modelu, který by byl jen velmi přibližným obrazem skutečnosti, ale jejím věrným obrazem. Jedině takový matematický model, který co nejvěrněji zobrazuje skutečnost, může být spolehlivou základnou programování. V takovém případě závěry, k nimž dospějeme při vyhledávání optimálního řešení, dávají správnou odpověď na danou otázku. Na druhé straně nelze říci, že přibližné výsledky optimálních řešení, které dostáváme v důsledku neznalosti postačitelně přesných hodnot buď všech nebo jen některých parametrů, nemají svůj význam. Rovněž i jen přibližné výsledky optimálních řešení mají svůj význam a nelze je tudíž podceňovat.

Rozsáhlou oblastí použití metod matematické statistiky a matematických metod v zemědělském výzkumu USA je tzv. faktorová analýza, jejíž teoretické základy byly vypracovány řadou pracovníků, a to zejména K. Holzingerem, L. L. Thurstonem, H. Hotellingem, J. P. Guilfordem a některými dalšími pracovníky. Popíšeme zde stručně podstatu této důležité metody.

V moderním zemědělském výzkumu se nyní dává přednost tzv. komplexnímu uspořádání pokusů, tj. v takovém uspořádání, které poskytuje odpověď nikoli jen na jednu otázku, nýbrž na všechny otázky, jež přicházejí v úvahu při řešení daných problémů. Kdybychom například zjišťovali vliv jednotlivých vegetačních faktorů na výši sklizně oddělenými pokusy s příslušným počtem opakování, postrádali bychom možnost zjistit, jaký je vzájemný vztah v účincích jednotlivých faktorů. Takové uspořádání pokusů dává jen dílčí odpovědi, avšak nedává a ani nemůže dát požadovanou odpověď. Jestliže pokusy jsou uspořádány komplexně, tj. sledujeme-li současně účinky všech faktorů, dostaneme odpověď na všechny otázky, které nás zajímají.

Při komplexním uspořádání pokusů se neomezujeme obvykle jen na zjišťování výše sklizně, nýbrž současně zjišťujeme její kvalitu. Avšak kvalita sklizně není obvykle vyjádřitelná jen pomocí jediného ukazatele nebo několika málo ukazatelů, nýbrž většinou velkým počtem ukazatelů. Je pochopitelné, že při komplexním uspořádání pokusů sledujeme současně vliv mnoha vegetačních faktorů na celou řadu ukazatelů.

Metoda faktorové analýzy umožňuje zjistit, které z faktorů jsou hlavní a podstatné. To platí též i o ukazatelích. Pomocí faktorové analýzy lze totiž určit právě ony faktory a ukazatele, zvané společnými faktory (*common factors*), které jsou rozhodující pro výši sklizně i pro její jakost. Pro zjištění společných faktorů a pro jejich oddělení od specifických faktorů a od faktoru vyjadřujícího důsledek náhodného kolísání (*error faktor*), lze použít různých metod faktorové analýzy. Z těchto metod jsou nejpoužívanější tyto metody: Thurstonova metoda těžiště, Hotellingova a Thomsonova metoda hlavních os, kanonická metoda podle Rao a některé další metody. Všechny tyto metody jsou založeny na maticovém počtu a na vektorové analýze.

Metody faktorové analýzy jsou nyní všestranně používány v nejrůznějších oborech zemědělského výzkumu v USA, včetně výzkumů v oboru zemědělské ekonomiky. Použití těchto metod bez pomoci samočinných elektronických počítačů není ovšem myslitelné. Byla též vypracována řada operačních programů k účelům faktorové analýzy pro různé typy samočinných elektronických počítačů se speciálním zaměřením na zemědělskou problematiku, zejména na problematiku v oboru zemědělské ekonomiky.

Jinou oblastí použití metod matematické statistiky a matematických metod v zemědělském výzkumu v USA je tzv. sekvenční analýza (postupná analýza), vypracovaná A. Waldem a některými dalšími pracovníky. Při statistickém testování významnosti zjištěných rozdílů výběrových průměrů obvyklým postupem pomocí Studentovy náhodné proměnné t vždy je nezbytné, aby pokusy byly konány s potřebným počtem opakování, a to alespoň s takovým počtem opakování, který je vyžadován pro danou spolehlivost. Tento požadavek však odpadá při použití

sekvenční analýzy. Tato metoda je podstatně výhodnější než obvyklé metody statistické, protože sama určuje počet pozorování potřebných k výslednému rozhodování. Při sekvenční analýze se získává informace z každého pozorování. Tato informace se načítá, shrnuje a dává pokyn k přerušení dalšího pozorování ihned, jakmile spolehlivost informace přesáhne jistou, předem stanovenou mez. Z těchto důvodů při sekvenční analýze, při stejné spolehlivosti, je počet potřebných pozorování podstatně menší, než je tomu při použití obvyklých metod. Protože každý pokus vyžaduje jistý finanční náklad, sekvenční analýza ve srovnání s obvyklými statistickými metodami je méně nákladná i při stejné efektivnosti.

V technice statistického testování je připisován základní význam normálnímu rozdělení. Avšak v zemědělském výzkumu buď vůbec nemáme žádné informace o rozdělení základního souboru, z něhož pozorování pocházejí, nebo tyto informace jsou nedostatečné. Proto obvykle činíme předpoklad, že základní soubor má normální rozdělení nebo alespoň téměř normální rozdělení. Zůstává však vždy otevřenou otázkou, zdali naše domněnka o normálním rozdělení základního souboru je správná či nikoliv. Ještě do nedávna bylo třeba vycházet z této domněnky, která nebyla vždy správná. Tento závažný nedostatek byl však odstraněn zavedením tzv. neparametrických metod, které nevyžadují vůbec žádných znalostí o funkci rozdělení základního souboru. V zemědělském výzkumu v USA tyto nové neparametrické metody statistického testování jsou všestranně používány. Mají řadu výhod ve srovnání s klasickými metodami, jichž se používalo dříve. Kromě jiných výhod nevyžadují splnění požadavku normálního rozdělení základního souboru a též technika jejich použití je velmi jednoduchá.

Dnes již existuje řada neparametrických metod statistického testování. Jedna z prvních těchto metod byla vypracována sovětskými pracovníky, akademiky A. N. Kolmogorovem a N. V. Smirnovem.*)

Z dalších neparametrických metod, jež mají též význam pro zemědělský výzkum, uvádíme zejména tyto metody: metodu F. Wolcoxonova, metodu J. E. Walshe, metodu H. B. Manna a D. R. Whitneye, metodu A. Walda a J. Wolfowitz, metodu W. G. Cochranova, metodu M. Friedmana, metodu W. H. Kruskala a W. A. Wallise.

V zemědělském výzkumu v USA je používána ještě řada dalších metod matematické statistiky. Do značných podrobností je zejména rozpracována teorie analýzy rozptylu a teorie analýzy kovariance. Obě tyto metody jsou všestranně a běžně používány ve všech oborech zemědělského výzkumu, včetně výzkumu v oboru zemědělské ekonomiky. Byla též vypracována řada operačních programů pro běžné typy analýz rozptylu a analýzy kovariance.

Bylo zde pojednáno o použití metod matematické statistiky a matematických metod v zemědělském výzkumu v USA. Je zcela pochopitelné, že není možné zde podat vyčerpávající přehled. Nicméně i z údajů, které zde byly uvedeny, si lze učinit obraz o tom, jak vědecký zemědělský výzkum v USA je založen na všestranném používání metod matematické statistiky a matematických metod na jedné straně a na rozsáhlém a běžném využití moderních samočinných elektronických počítačů na druhé straně.

Bude namístě uvést, že na vysokých školách zemědělských v USA je věnována velká pozornost studiu matematické statistiky a matematiky. Oba tyto předměty v sylabech přednášek jsou považovány za hlavní předměty.

Též i v ostatních zemích světa je běžně používáno metod matematické statistiky a matematiky v zemědělském výzkumu. Mezi jednotlivými zeměmi jsou ovšem značné rozdíly. V některých zemích jsou tyto metody již plně zavedeny, kdežto v jiných zemích se teprve zavádějí.

I když není možno v této stati podat vyčerpávající obraz o tom, jak v jednotli-

*) Podrobný popis této metody byl uveřejněn v pojednání: Použití metody akademiků A. N. Kolmogorova a N. V. Smirnova v zemědělském a lesnickém výzkumnictví (Věstník CSAZV, roč. XXV. [1951], č. 5-6, str. 277-283). Autorem tohoto článku byl prof. dr. A. Myslivec.

vých zemích je těchto metod používáno v zemědělském výzkumu, přesto je účelné uvést alespoň některé charakteristické informace.

V Holandsku bylo zřízeno v roce 1957 při Vysoké škole zemědělské ve Wageningen Ústředí pro zemědělskou matematiku. Jde o složku, která je určena pro vyhodnocování výsledků zemědělských pokusů a zároveň funguje jako pojítko mezi jednotlivými obory zemědělského výzkumu. Skutečnost, že této poměrně malé zemi se vyplácí zřízení a provoz takového specializovaného střediska, svědčí o významu a důležitosti metod matematické statistiky a matematických metod pro rozvoj zemědělské výroby v Holandsku. V této souvislosti je třeba poznamenat, že použití metod matematické statistiky v holandském zemědělském výzkumu má již starou tradici, zejména zásluhou M. Y. van Uvena, profesora matematiky na Vysoké škole zemědělské ve Wageningen.

Také v Itálii má použití metod matematické statistiky a matematických metod v zemědělském výzkumu své hluboké kořeny. Svědčí o tom práce, publikované pracovníky v italském zemědělském výzkumnictví. Důležitým svědectvím o rozsahu použití matematických metod v italském zemědělském výzkumnictví je vynikající dílo „*Metodologia Statistica Delle Scienze Agrarie*“ (Statistické metody v zemědělské vědě), napsané S. Vianellim, ředitelem Vysoké školy statistické na univerzitě v Palermu.

Značný rozvoj v použití metod matematické statistiky a matematických metod lze též konstatovat v zemědělském výzkumu ve Švýcarsku. Hlavní zásluhu o tento rozvoj mají zejména A. Linder, profesor použité matematické statistiky na univerzitě v Ženevě a na Vysoké škole technické v Curychu, a H. Louis Le Roy, profesor biometrie a populační genetiky na zemědělské fakultě Vysoké školy technické v Curychu.

K pozoruhodnému rozvoji použití metod matematické statistiky a matematických metod došlo též v zemědělském výzkumu v Maďarsku, v Polsku, v Německé demokratické republice a v Německé spolkové republice.

Hlavní zásluhu o vysokou vědeckou úroveň matematické statistiky v Maďarsku má zejména významný maďarský vědecký pracovník akademik Rénye. V oboru použití metod matematické statistiky při řešení různých otázek týkajících se živočišné výroby byly velmi významné práce vykonány akademikem A. Hornem. Velké zásluhy o použití metod matematické statistiky ve výzkumnictví v oboru rostlinné výroby má zvláště J. Osváth.

Též v Německé demokratické republice je s úspěchem používáno metod matematické statistiky a matematických metod v různých oborech zemědělského výzkumu. Velké zásluhy o všestranné zavedení těchto metod má zejména O. Heinisch, řádný člen Německé akademie zemědělských věd, profesor University Karla Marxe v Lipsku, a E. Weberová, profesorka na Univerzitě Friedricha Schillera v Jeně. Je důležité uvést, že v Německé demokratické republice vychází vědecký časopis „*Biometrische Zeitschrift*“, v němž jsou publikovány práce z oboru použití metod matematické statistiky v zemědělském, lékařském a biologickém výzkumu. V Německé demokratické republice je též věnováno mnoho pozornosti metodám matematické statistiky a metodám matematickým ve výzkumnictví v oboru zemědělské ekonomiky. Z četných pracovníků, kteří pracují na tomto úseku, uvádíme zejména prof. E. Hoffmana, A. Kastena, O. Kreutzbergera aj. Trvalým přínosem do bohatství zemědělské vědy jsou též četné práce staršího data, jež byly napsány vědeckými pracovníky v Německé demokratické republice. Mezi tyto práce patří zejména významné práce E. A. Mitscherlicha, někdejšího presidenta Německé akademie zemědělských věd v Berlíně, týkající se matematické formulace závislosti výše sklizně na vegetačních faktorech.

Značně vysokou úroveň v použití matematických metod, a to zejména metod matematické statistiky, má zemědělský výzkum v Polsku. Mimo jiné příčiny je to dáno i tím, že v Polsku je značně vysoká úroveň matematické vědy. Na převážně většině vysokých škol zemědělských v Polsku jsou zřízeny katedry matematické

statistiky. Významnými představiteli v oboru použití metod matematické statistiky v polském zemědělském výzkumu je zejména prof. Z. Nawrocki a R. Elandt. Všestranný rozvoj použití metod matematické statistiky v polském zemědělském výzkumu je zřejmý z toho, že všechny výsledky pokusů musí být ověřovány pomocí metod matematické statistiky. V Polsku též došlo ke značnému rozvoji použití matematických metod v zemědělské ekonomice, a to zejména zásluhou O. Lange.

K významnému rozvoji použití matematických metod v ekonomice došlo též v řadě druhých států. V tomto směru vedoucí místo má zejména Norsko, kde pracovníci Ekonomického ústavu na universitě v Oslo pod vedením R. Frische již vykonali mimořádně záslužnou práci v oboru teorie programování. Velmi významnými pracemi jsou zejména jejich práce týkající se kvadratického programování pomocí multiplexové metody.

Pro úplnost je třeba poznamenat, že existuje ještě řada dalších významných středisek, která mají zásluhu o zavedení metod matematické statistiky a matematických metod do zemědělství. Mezi tato významná střediska zejména patří Bureau de biometrie v Bruselu, vedené L. Martinem, Matematické oddělení Výzkumného ústavu obilnářského v Ottawě (Kanada), vedené C. H. Gouldenem, Statistický ústav na universitě v Kalkatě (Indie), který je řízen P. C. Mahalanobisem, a některá další střediska.

Podali jsme zde stručný přehled o rozvoji v použití matematických metod v zemědělství v řadě zemí světa. Tento přehled pochopitelně není úplný, avšak přece jen podává určitý obraz o stavu věci. Jsou ovšem značné rozdíly v jejich použití mezi jednotlivými zeměmi.

Je třeba si též uvědomit, že metody matematické statistiky vznikly právě při řešení výzkumných problémů v zemědělství. S rozvojem vědy a techniky tyto metody přerostly již dávno rámec, v němž vznikly, a ze zemědělského výzkumnictví se dostaly do nejrůznějších oborů výzkumu. Nové obory výzkumu přinášejí nové problémy, které již svou povahou a složitostí vyžadují nová schémata, nové metody i novou teorii. Proto metody matematické statistiky mnohde mění svou tvář i formu, třebaže základní rysy jsou stále zachovávány.

Avšak též i v oboru, kde metody matematické statistiky měly kořeny — v zemědělství — došlo k pozoruhodným změnám v jejich uplatnění. Tyto změny byly tak pronikavé a dalekosáhlé, že došlo k vzniku nového hraničního vědního oboru vědy, nazvaného biometrikou. K vzniku tohoto nového vědního oboru nedošlo jen náhodou, nýbrž v důsledku zákonitostí platících v rozvoji vědy.

Věda se stále víc a více diferencuje a specializuje. Dosavadní vědecké disciplíny se při svém růstu a rozvoji člení a vznikají nové disciplíny. Tyto nové disciplíny vznikají ve styku věd, a proto jsou obvykle nazývány hraničními vědními disciplínami. A právě v těchto hraničních vědních disciplínách můžeme pozorovat nejintenzivnější a nejpłodnější rozvoj vědy. Proto bývají často nazývány růstovými body vědy.

Jestliže jsme zde mluvili o použití metod matematické statistiky v zemědělství, neznamená to ještě, že jde o šablonovité přejímání metod z jiných oborů. Zemědělská problematika má své charakteristické rysy a též své zvláštnosti, jimiž se liší od problematiky jiných oborů. Není proto divu, že právě z potřeb zemědělského a rovněž biologického a lékařského výzkumu došlo ke vzniku nové hraniční vědecké disciplíny, kterou je biometrika.

Se vznikem této nové hraniční disciplíny došlo též k vytvoření mezinárodní vědecké společnosti World Biometric Society, která sdružuje pracovníky nejrůznějších zemí světa, zabývajících se použitím matematiky v zemědělství, lékařství a biologii.*)

Matematické metody jsou dnes již zcela nepostradatelné ve všech oborech zemědělského výzkumu. Avšak objektivní nutností, vycházející přímo z požadavku

*) Autor tohoto článku patří mezi zakládající členy uvedené mezinárodní vědecké společnosti a svým aktivním podílem přispěl k jejímu vzniku.

a potřeb našeho současného života, je též jejich všestranné použití v řídicí práci. Je to dáno jednak technickým pokrokem, především epochálním vynálezem samočinných počítačů, které vytvářejí zcela nové možnosti pro řešení i velmi složitých, donedávna nezvládnutelných problémů. Je to dáno také povahou naší socialistické společnosti, která je založena na vědomém využívání poznancí zákonů, a to jak zákonů přírody, tak i zákonů vývoje společnosti. A právě matematika a její metody nám umožňují poznávat i ekonomické zákonitosti přesněji a hlouběji. To nám pak umožňuje na základě získaných poznatků lépe a účinněji zasahovat do složitého chodu zemědělské výroby.

Právě v řídicí práci při řešení ekonomických a plánovacích problémů jsou velké možnosti pro dalekosáhlé uplatnění matematických metod. Matematika se tu může uplatnit zejména proto, že s její pomocí lze kvantitativní formulace ekonomických souvislostí doplnit kvalitativním vyjádřením, a tak ekonomické poznatky uplatnit i tehdy, když zkoumáme složité a vzájemné působení mnoha činitelů.

Pomocí matematických metod lze nejen zjistit vzájemné působení mnoha činitelů, ale lze též sestavit vhodné modely, které nám dovolují zkoumat průběh ekonomických jevů. Matematický model konstruujeme jako zjednodušený popis ekonomické skutečnosti, který odráží jen její nejdůležitější vlastnosti. To nám pak umožňuje, že můžeme předvídat v základních rysech průběhy dalšího vývoje ekonomických jevů a procesů. Ještě důležitější je to, že můžeme ovlivnit další průběh jevů a procesů pomocí vhodných zásahů tak, aby jejich rezultující výsledek nejlépe splňoval požadavky společnosti. V matematickém modelu můžeme měnit jednotlivé parametry a tak předvídat účinky různých rozhodnutí. Jinými slovy: matematické modely nám umožňují experimentovat i v ekonomice a zkoušet účinky různých opatření a rozhodnutí. Jejich zvláště důležitý význam je však v tom, že umožňují z různých variant možného rozhodnutí vybrat řešení optimální, tj. takové, které je v dané situaci nejvýhodnější. Tato skutečnost je důležitá zejména v plánování a řízení zemědělské výroby.

V zemědělském ekonomickém výzkumu a též i při řízení zemědělské výroby docházejí k svému uplatnění nejrůznější matematické metody, a to i některé metody z oblasti teorie čisté matematiky. Tak např. teorie lineárního programování, která je neobyčejně důležitá při řešení praktických ekonomických problémů, má svůj původ v teorii konvexních těles, tedy z oblasti teorie matematiky, o níž se dříve nepředpokládalo a ani nemohlo předpokládat, že by mohla mít význam pro praktický život. Obdobně je tomu též v řadě dalších případů.

Z dosud uvedeného je zřejmé, že všestranné využití matematických metod spolu s využitím moderních samočinných počítačů v zemědělství je dnes nepostradatelné nejen pro všechny obory zemědělského výzkumu, ale též pro plánovité řízení rozvoje zemědělské výroby.

Lineární programování při plánování rozvoje v chovatelských odvětvích

Doc. Rostislav Grigorijevič KRAVČENKO, kandidát ekonomických věd
Všesvazový vědeckovýzkumný ústav zemědělské ekonomiky, Moskva

Socialistická živočišná výroba je rozsáhlým odvětvím zemědělství, v němž moderní matematické metody přispívají k dosažení značného ekonomického efektu, a to jak při optimálním plánování, tak také při ekonomické analýze.

Většinu výrobních procesů v chovu hospodářských zvířat lze v určitém intervalu a s určitým předpokladem vyjádřit jako lineární závislosti. Při velmi pečlivém hodnocení předpokladu linearity budou výsledky, k nimž se dospělo pomocí lineárního programování, reálné a dostatečně efektivní. Ekonomická efektivnost bude jejich zásluhou několikanásobně vyšší než při plánování tradičními metodami.

V současné době byl již pomocí matematických metod vyřešen značný počet úloh, jež se týkají rozvoje chovatelských odvětví za předpokladu levné krmivové základny.

V Sovětském svazu a také v ostatních socialistických státech byly dosud v tomto směru vypracovány ekonomickomatematické úlohy, sledující optimální plánování:

1. výroby v hospodářstvích chovatelského zaměření,
2. návaznosti chovatelských odvětví,
3. struktury osevních ploch krmných plodin a jiných ploch pícnin,
4. struktury osevních ploch krmných plodin a výměry pozemků v propočtu na jeden kus různých užitkových a věkových kategorií hospodářských zvířat,
5. užitkovosti hospodářských zvířat různých užitkových a věkových kategorií,
6. struktury stáda a tempa rozšířené reprodukce chovatelských odvětví,
7. krmných dávek pro různé užitkové a věkové kategorie hospodářských zvířat,
8. krmných dávek se zřetelem k obsahu aminokyselin,
9. využití krmných zdrojů v hospodářství,
10. nejdokonalejší soustavy chovu hospodářských zvířat se zřetelem k mechanizaci výrobních postupů.

V tomto příspěvku si povšimneme jen problémů, uvedených pod číslem jedna a devět uvedeného přehledu. Tyto problémy jsme zvolili jednak pro jejich praktický význam, jednak proto, že jsou dosud v literatuře málo popsány.

Plánování výroby v chovatelských odvětvích

Plánování výroby v chovatelských odvětvích i celkově v hospodářstvích chovatelského zaměření je velmi obtížné, protože se při něm naráží na celou řadu složitých otázek, které navzájem úzce souvisí a nakonec ovlivňují úspěšné splnění plánu v závodech. Tak například na struktuře osevních ploch krmných plodin závisí složení krmných dávek, pokud jde o jednotlivé druhy krmiv, současně však struk-

tura krmných dávek podmiňuje strukturu osevních ploch. Složení krmné dávky nepřím, avšak dostatečně účinně ovlivňuje rozměry chovatelských odvětví. Vždyť na tom, z jakých krmných plodin, zda velmi nebo málo výnosných, jsou tvořeny krmné dávky pro hospodářská zvířata, závisí možný počet zvířat, chovaný na stejné ploše, což má vliv na rozsah odvětví. Výnosy krmných plodin jsou závislé na hnojení, a to především chlévskou mrvou, množství chlévské mrvy na rozměrech chovatelských odvětví a chovatelská odvětví na zásobách krmiv, což do značné míry závisí na výnosech krmných plodin. Podobných, navzájem se ovlivňujících a souvisících faktorů, lze uvést mnoho. Dosavadní metodiky plánování porušují tento kruh tak, že používají některých ukazatelů (např. výnosů krmných plodin nebo složení krmné dávky při určité užitkovosti zvířat a daném zaměření živočišné výroby jako celku) jako ukazatelů výchozích, třebaže k nim nemají dostatečných ekonomických důkazů. Podle těchto, prakticky relativních údajů je pak sestavován plán, který ani zdaleka nevyužívá optimálních možností závodu.

Metodami lineárního programování se tento problém řeší úspěšně s vyloučením jakékoli relativity. Dosažený výsledek je skutečně nejlepší, optimální.

Úloha má tuto hlavní účelovou funkci: Stanovit optimální organizaci chovatelského hospodářství, při níž lze dosáhnout maximálního vzestupu výroby živočišných produktů nejefektivnějším využitím výrobních zdrojů — půdy, práce, techniky a finančních prostředků.

Tato účelová funkce podmiňuje také funkcionální rovnici úlohy — maximalizaci výroby živočišných produktů.

Při řešení úlohy není celá řada parametrů, které charakterizují objem výrobních zdrojů, konstantní, nýbrž mění se v průběhu řešení. Beze změny zůstávají dva ukazatele — celková výměra zemědělské půdy závodu a stav jeho pracovních zdrojů. Maximalizace výroby živočišných produktů za těchto podmínek znamená:

1. Vzestup výroby živočišných produktů v přepočtu na 100 ha zemědělské půdy.
2. Vzestup výroby živočišných produktů v přepočtu na jednotku vynaložené práce, tj. růst produktivity práce.

Speciální rovnici se mimoto v soustavě lineárních vztahů minimalizují výrobní náklady. To znamená:

3. Vzestup výroby živočišných produktů při poměrném snížení nákladů, tj. snížení vlastních nákladů produkce.

Optimální plán organizace chovatelského hospodářství směřuje tudíž ke zvýšení výroby živočišných produktů na dané půdní výměře při současném růstu produktivity práce a snížení vlastních nákladů produkce. A to je dnes nejdůležitějším úkolem socialistických zemědělských závodů.

Řešení ekonomickomatematické úlohy, týkající se optimálního plánování výroby v hospodářstvích chovatelského typu, musí zodpovědět tyto otázky:

1. která odvětví živočišné výroby musí závod mít a jak tato odvětví mají na sebe navazovat; rozměry odvětví;
2. jaká má být struktura stáda a tedy i výrobní zaměření v chovu; užitkovost stáda;
3. jak bude využita zemědělská půda, event. transformace pozemků;
4. jakou volit strukturu osevních ploch krmných plodin; výnosy těchto plodin;
5. jak využívat hnojiv vlastní výroby i hnojiv zakoupených;
6. jaké krmné dávky, pokud jde o druhy krmiv, jsou nejhospodárnější;
7. jak nejefektivněji využít investic k získání strojů, na transformaci pozemků, na výstavbu objektů atd.;
8. nakonec musí být v průběhu řešení stanoveno z hlediska celkové ekonomické efektivity výroby nejdokonalejší využití práce, strojů, peněžních a hmotných prostředků, jakož i stupeň produktivity práce a úroveň výrobních nákladů v každém odvětví.

K řešení těchto otázek byly do úlohy zavedeny přímé nebo skupinové lineární vztahy, které přihlížejí k uvedeným požadavkům.

Veškerá soustava lineárních vztahů, zapsaná v maticovém tvaru, má tyto rozměry (bez převedení lineárních vztahů do kanonického tvaru):

sloupcových vektorů: podle počtu proměnných, průměrně něco málo přes 100 . $n \cong 100$;

řádkových vektorů: podle počtu lineárních vztahů (omezení) průměrně zhruba 90 . $m \cong 90$.

Proměnné v matici jsou základní a pomocné. Je to klasifikace podle ekonomické náplně a významu uvedených veličin (proměnné, jimiž se lineární vztahy převádějí do kanonického tvaru, nazýváme doplňkovými a umělými).

Základní proměnné:

1. početní stavy hospodářských zvířat a drůbeže jednotlivých druhů, vyjádřené kusy ve struktuře stáda (kmenové stádo). Náklady na kus ve struktuře stáda se určují tak, že všechny náklady, týkající se stáda, se převedou na kmenové stádo;

2. krmné plodiny v hektarech osevních ploch;

3. tržní plodiny v hektarech osevních ploch.

Tržní plodiny se vyjadřují ve formě matice se zřetelem k těmto úvahám: V kolchozech a sovchozech s chovatelským výrobním zaměřením je rostlinná výroba zastoupena hlavně krmnými plodinami. Pro potřebu kolchozníků a dělníků v sovchozech se však na části osevních ploch pěstuje zelenina, brambory a jiné konzumní plodiny. Mimoto může být ekonomicky účelné vedle tržních živočišných produktů vyrábět určité množství tržních rostlinných produktů.

Pomocné proměnné:

1. změna mléčné užitkovosti zvířat — v q;

2. změna krmných dávek hospodářských zvířat, pokud jde o jednotlivé druhy krmiv — v q krmných jednotek;

3. zakoupené minerální a vitamínové přísady ke krmivům, chemické látky (karbamid apod.) — v q. Sledovaný model je sestaven za podmínky, že hospodářská zvířata mají plně zajištěna krmiva vlastní výroby závodu. Je-li připuštěna možnost zakoupení krmiv odjinud, je to v modelu rovněž vyjádřeno pomocnými proměnnými;

4. přírůstek sklizně krmných plodin — v q hlavní produkce;

5. zakoupená minerální hnojiva — v q — jednotlivé druhy;

6. celkové výrobní náklady — v rublech;

7. transformace pozemků;

8. rozvržení investic.

Podle ekonomického obsahu rozumíme základními omezeními lineární vztahy, vyjadřující základní podmínky řešení úlohy. V matici k nim patří omezení:

1. o stavu a využití orné půdy, zemědělské půdy a půdy určené k melioraci — v hektarech;

2. o stavu a využití práce celkem, jakož i ve špičkových pracovních obdobích — ve dnech lidské práce;

3. o stavu a využití techniky celkem, ve špičkových obdobích, jakož i u jednotlivých druhů strojů a nářadí — v průměrných hektarech, v ha;

4. o využití hnojiv — minerálních podle jednotlivých druhů, organických — v q účinné látky;

5. o výrobě a využití krmiv, a to u jednotlivých druhů živin — v q, g;

6. o stavu a využití peněžních a hmotných prostředků.

Doplňková omezení znamenají z ekonomického hlediska lineární vztahy, které přihlížejí k přidruženým podmínkám výroby. Na rozdíl od základních omezení, která se zpravidla vztahují ke všem základním proměnným, všímají si doplňková omezení podmínek u jednotlivých základních a pomocných proměnných.

Ve sledované úloze jsou doplňková omezení:

1. u obsahu krmiv v krmných dávkách; týká se jednotlivých druhů krmiv, horní a dolní hranice přípustnosti jejich obsahu v dávce;

2. u rozvržení investic;

3. u jiných, speciálně dohodnutých podmínek — zaručený objem výroby produktů apod.

Pomocná omezení se zavádějí do matice, aby bylo zajištěno splnění celé řady ekonomických podmínek tehdy, nemohou-li být vyjádřena jediným omezením. Tato omezení v matici jsou:

1. u maximálně možné užitkovosti hospodářských zvířat;
2. u maximálně možných výnosů krmných plodin;
3. u přípustné změny krmiv v krmných dávkách.

Technickoekonomické koeficienty matice (prvky a_{ij}) vyjadřují normy spotřeby jednotlivých druhů zdrojů na jednotku proměnné. V živočišné výrobě jsou to normy práce, vynaložené na ošetřování jednoho kusu ve struktuře stavu hospodářských zvířat a drůbeže, vynaložené prostředky, krmiva aj. zdroje.

V rostlinné výrobě je to vynaložená práce, mechanizační prostředky, peněžní a materiální prostředky, jakož i hnojiva na hektar osevní plochy plodiny při minimálně přípustných výnosech, a rovněž na cent sklizňového přírůstku.

Technickoekonomickými koeficienty se mimoto určuje výroba jednotlivých druhů produkce na jedno zvíře a na hektar osevní plochy, jež v průběhu výpočtu figuruje jako výrobní zdroj. Produkci se například rozumí výroba krmiv z hektaru osevní plochy krmných plodin nebo množství chlévské mrvy získané od jednoho zvířete.

Technickoekonomickými koeficienty jsou konečně normy investic vynaložených na získání jednotky technického vybavení, na transformaci půdy, na vybudování objektů aj. investice.

Specifické technickoekonomické koeficienty byly stanoveny u pomocných omezení. Jsou to koeficienty udávající závislost dvou nebo několika proměnných, jakož i koeficienty úměrnosti, zajišťující stanovenou úměrnost při rozvoji jednotlivých odvětví.

Výnosy krmných plodin se při řešení určují jako souhrn minimálně přípustných výnosů a přírůstků produkce na hektar až k maximálním, avšak reálným výnosům. Úroveň výnosů u jednotlivých plodin závisí na stavu a ekonomicky účelném rozvržení výrobních zdrojů — práce, techniky, hnojiv, peněžních a hmotných prostředků.

Masná užitkovost hospodářských zvířat se určuje v přepočtu na kus, a to v závislosti na nejúčelnější struktuře stáda. Tato struktura se při počítání na samostatných počítačích určuje v intervalu mezi dvěma přípustnými strukturami — jednou s vysokým podílem kmenového stáda a druhou s minimálně přípustným podílem kmenového stáda.

Užitkovost, pokud jde o mléko a vejce, se určuje jako souhrn minimálně přípustné užitkovosti a přírůstku užitkovosti v závislosti na typu a rozsahu krmivové základny a na možnostech ve výrobních nákladech.

Krmné dávky se určují takto: stanoví se normy výživnosti krmných dávek, pokud jde o jednotlivé druhy živin, zajišťující užitkovost hospodářských zvířat a drůbeže, jakož i normy živin, přispívající ke zvýšení užitkovosti. Obsah jednotlivých druhů krmiv v každé krmné dávce je určen v intervalu vymezeném horní a dolní hranicí obsahu krmiva v krmné dávce, a to v souladu se zootechnickými požadavky. Podle ekonomické efektivnosti výroby jednotlivých druhů se pak po definitivním vyřešení stanoví množství jednotlivých druhů krmiv v krmné dávce. Toto množství jednotlivých druhů krmiv v krmné dávce nepřekračuje přitom jejich přípustnou mez v dávce; vcelku pak sestava krmiv zajišťuje potřebný obsah živin v krmné dávce.

Celkové výrobní zdroje krmiv se stanoví jako souhrn krmiv vyrobených na zemědělské půdě závodu plus kupované minerální, vitamínové a chemické přísady.

Množství hnojiv, kterého lze využít v rostlinné výrobě, je tvořeno organickými hnojivy získanými od zvířat a kupovanými minerálními hnojivy.

Výrobní zdroje, pokud jde o složení parku traktorů a zemědělských strojů a nářadí, objekty a zařízení, jakož i o obdělávanou půdu, se v úloze mění v přímé závislosti na výši a ekonomicky účelném využití investic.

V souvislosti se změnami výrobních rezerv, pokud jde o stroje a zařízení, stoupá produktivita práce a mění se potřeba prostředků na hektar osevní plochy a na jednotku produkce.

Matematický model úlohy

Účelová funkce vyjadřuje maximální výrobu živočišných produktů:

$$C_{\max} = \sum_{j=1}^n c_j X_j$$

kde:

X_j = druhy hospodářských zvířat a drůbeže v kusech ve struktuře stáda,
 c_j = hodnota živočišné produkce získané v přepočtu na kus ve struktuře stáda.

Za podmínek:

$$1. \quad \sum_{j=1}^n a_{ij} X_j - Y_{iu} \bar{X}_{iu} \leq b_i,$$

kde:

a_{ij} = množství zdrojů i -tého druhu vynaložené na výrobu j -tého odvětví,
 Y_{iu} = norma úspory (zvýšení množství) zdrojů i -tého druhu v u -té skupině odvětví,
 $\bar{X}_{iu}$ = jednotka investic i -tého účelového zaměření v u -té skupině odvětví,
 b_i = výrobní zdroje i -tého druhu.

$$2. \quad \sum_{j=1}^l V_{hj} X_j + \sum_{j=l'+1}^n a_{hj} X_j + S_{hj} \leq 0$$

kde:

l = počet krmivářských odvětví,
 $n-l'$ = počet odvětví živočišné výroby,
 $V_{hj} = d_j q_{hj}$, kde: d_j = podíl produkce j -tého odvětví určený ke krmení,
 q_{hj} = obsah h -tého druhu živin v jednotce produkce j -tého odvětví,
 a_{hj} = minimálně přípustný obsah h -tého druhu krmiva v krmné dávce j -tého druhu hospodářských zvířat (při $S_j = 0$; a_{hj} je norma h -tého druhu živin v krmné dávce j -tého druhu hospodářských zvířat),
 S_{hj} = množství h -tého druhu krmiva v krmné dávce j -tého druhu hospodářských zvířat, zkrmované nad minimálně přípustný obsah.

$$3. \quad \sum_{j=1}^n a_j \bar{X}_{iu} \leq D,$$

kde:

a_j = norma investic v j -tém odvětví (u j -té proměnné),
 D = celková výše investic.

$$4. \quad \sum_{j=1}^n X_j \geq Q_j$$

kde:

Q_j = zaručený objem výroby v j -tém odvětví nebo skupině odvětví.

Do matematického modelu není zahrnuta celá řada pomocných omezení, neboť by se muselo zavést příliš mnoho symbolů a nepříspělo by to k objasnění podstaty. Obecnou zásadu všech omezení lze vyjádřit dvěma typy lineárních vztahů:

$$1. \quad \sum_j W_j X_j - \sum_j W'_j X'_j$$

$$2. \quad \sum_j W_j X_j - \sum_j W'_j X'_j$$

kde:

W_j, W'_j = jsou koeficienty úměrnosti a zavádějící výrazy.

Optimální využití krmných zdrojů

Problém optimálního využití krmných zdrojů je v socialistických zemědělských závodech velmi důležitý.

Ať v plánu výroba krmiv navazuje na výrobu v chovatelských odvětvích sežijí lépe, skutečné výsledky se budou lišit. Krmiv může být vyrobeno více nebo méně, může být porušen sortiment a také stavy hospodářských zvířat nemusí zůstat v souladu s plánem. U dokončené výroby krmiv je proto třeba vrátit se k tomu, jak získaných (vyrobených) krmiv nejlépe využít, aby byla větší a levná živočišná produkce.

Ve světě je dobře znám model úlohy sledující stanovení optimálních krmných dávek pro hospodářská zvířata. Matematickými metodami lze ze známého přehledu krmiv, jejich výživnosti a hodnoty sestavit krmnou dávku, která by odpovídala daným požadavkům na složení i množství živin a která by zároveň byla ze všech možných dávek nejlevnější.

Zkušenosti s praktickými propočty pro jednotlivá hospodářství, jakož i rozběr ekonomických výsledků těchto propočtů přispěly k vyvození závěru, že v socialistické zemědělské výrobě má tato formulace úlohy, sledující využití krmiv, omezený význam a dá se aplikovat jen ve zvláštních případech, hlavně při propracovávání série krmných dávek se zřetelem k obsahu aminokyselin nebo pro vědecká doporučení k některým dávkám.

Převážná většina socialistických zemědělských závodů vyrábí největší množství krmiv sama a kupuje jen koncentrované krmné směsi a různé minerální a vitamínové přísady, jakož i chemické látky. Za těchto podmínek by sestavení optimální krmné dávky z krmiv, která jsou k dispozici, znamenalo, že do krmných dávek nebudou zahrnuta krmiva, která už závod má. Další sestavování krmných dávek z těchto zbylých krmiv značně zdražuje krmění a nakonec přece jen se určité části krmiva musí použít ve velmi nezdařilé kombinaci, což vede k překročení spotřeby krmiva na jednotku produkce.

Farmáři v kapitalistických státech je jedno, jak se naloží s celkovými zásobami krmiv v zemi. Pro něho je důležité, aby pro sebe nakoupil co nejlevněji, takže se nezajímá, co bude s ostatními krmivy.

V socialistické výrobě není závodům lhostejné, jak se využije krmivových zdrojů. Je přirozené třeba stále usilovat o zlevnění výroby krmiv, aby bylo možno vyrábět živočišné produkty s nižšími náklady. Avšak když už jsou krmiva vyrobena a mají určitou hodnotu, je třeba se snažit co nejrationálněji jich využít a dosáhnout pomocí krmivových zdrojů, ať už z vlastního závodu nebo z celkových státních rezerv, maximální výroby produktů.

Proto je velmi důležité sestavit plán využití krmiv tak, aby pomocí krmiv – vyrobených v závodě nebo nakoupených – byla zajištěna maximální výroba živočišných produktů.

Ekonomickomatematická úloha, sledující optimální využití krmiv, musí po vyřešení zodpovědět tyto otázky:

1. které druhy krmiv, jež jsou v závodě, a v jakém množství musí být přidělovány každé užitkové a věkové kategorii hospodářských zvířat;
2. která krmiva a v jakém množství jsou ekonomicky výhodná pro směnu nebo prodej;
3. která krmiva a v jakém množství je ekonomicky účelné nakoupit a pro kterou kategorii hospodářských zvířat;
4. které minerální a vitamínové přísady a chemické látky je třeba koupit, v jakém množství a pro které užitkové a věkové kategorie hospodářských zvířat;
5. které krmné dávky, pokud jde o jednotlivé druhy krmiv, mají být sestaveny pro každou užitkovou a věkovou kategorii hospodářských zvířat se zřetelem k celkové ekonomické efektivnosti využití krmivových zdrojů k uspokojení všech zootechnických požadavků.

Matice úlohy je sestavena z jednotlivých bloků spojených do jedné soustavy vlnitými soustavou zavádějícího a rozpojovacího bloku.

Každý blok má rozměr řádu 12 až 25 proměnných ($n = 12$ až 25) a až 12 omezení ($m = 12$). Počet proměnných v každém bloku závisí na užitkové a věkové kategorii hospodářských zvířat a na množství jednotlivých druhů krmiv, z nichž sestavovat dávky. Zavádějící blok je složen z 25 až 30 omezení (v počtu užitkových a věkových kategorií hospodářských zvířat a druhů krmiv). Rozpojovací blok má 6 až 10 sloupcových vektorů podle počtu druhů zakoupených krmiv a různých sad.

Obecné rozměry matice (nepřevedené do kanonického tvaru) jsou 130 až 150 $n \times 150$ m.

Originální je, že matice nemusí být sestavována pro každý závod. Podle jedné matice ve výpočetním středisku lze uskutečnit propočty pro více závodů. Závod předloží výpočetnímu středisku 25 až 30 ukazatelů o počtu krmných dnů v každé užitkové a věkové kategorii hospodářských zvířat a o zásobách krmiva i výši pro-
sředků na nákup krmiv.

V bloku jsou proměnné:

1. krmiva podle druhů, jimž příslušná užitková a věková kategorie hospodářských zvířat dává přednost;
2. minerální a vitamínové přísady a chemické látky;
3. krmný den v užitkové a věkové kategorii zvířat (u užitkových hospodářských zvířat krmný den s minimální a krmný den s maximální užitkovostí);
4. proměnné vyjadřující změny ve složení krmné dávky z jednotlivých druhů krmiv.

V bloku jsou omezení:

1. druhy krmiv a živin v krmné dávce;
2. v obsahu jednotlivých krmiv v krmných dávkách;
3. v denních dávkách jednotlivých krmiv, v přípustných množstvích přísad v krmných dávkách.

Jako technickoekonomické koeficienty matice slouží ukazatelé obsahu živin v kilogramech různých krmiv a normy obsahu živin v krmných dávkách.

Sestavování matice je velmi jednoduché, takže je lze zvládnout v každé větší zemědělské oblasti.

Matematický model úlohy

Účelová funkce je maximalizace výroby živočišných produktů:

$$\sum_{j=1}^p C_j X_j - \sum_{j=p'+1}^n C'_j X''_j = C \text{ (max)},$$

kde:

- l' = počet užitkových a věkových kategorií hospodářských zvířat,
 $n - (l' + l)$ = množství kupovaných krmiv a různých přísad,
 C_j = hodnota živočišné produkce vyrobené za 1 krmný den v j -té užitkové a věkové kategorii hospodářských zvířat,
 C'_j = hodnota 1 kg j -tého druhu kupovaných krmiv a různých přísad minerálních, vitamínových a chemických,
 X_j = počet krmných dnů v j -té užitkové a věkové kategorii hospodářských zvířat,
 X''_j = množství zakoupených krmiv a přísad j -tého druhu.

Při podmínkách:

$$1. \quad \sum_{j=1}^l V_{hj} X'_j + \sum_{j=l'+1}^{l'} a_{hj} X_j \leq 0$$

kde:

- V_{hj} = množství živin h -tého druhu obsažených v jednotce j -tého krmiva,
 X'_j = množství j -tého krmiva,
 a_{hj} = norma živin h -tého druhu v denní dávce u j -té užitkové a věkové kategorie hospodářských zvířat.

$$2. \quad \sum_{j=1}^l V'_{hj} X'_j + \sum_{j=l'+1}^{l'} a'_{hj} X_j + S_h = 0$$

kde:

- V'_{hj} = počet krmných jednotek obsažených v h -tém druhu krmiv pro j -tou užitkovou a věkovou kategorii hospodářských zvířat,
 a'_{hj} = minimálně přípustné množství h -tého druhu krmiv v krmných jednotkách v denní dávce j -té užitkové a věkové kategorie hospodářských zvířat,
 S_h = doplněk h -tého druhu krmiv (v krmných jednotkách) ke krmné dávce pro j -tou užitkovou a věkovou kategorii hospodářských zvířat.

$$3. \quad S_{hj} - W_{hj} X_j \leq 0$$

kde:

- $W_{hj} = N_{hj} - a'_{hj} \cdot N_{hj}$ = maximálně přípustné množství h -tého druhu krmiv (v krmných jednotkách) v denní dávce pro j -tou užitkovou a věkovou kategorii hospodářských zvířat.

$$4. \quad \sum_j X'_j - \sum_j X''_j \leq D_j$$

kde:

- D_j = celkové množství krmiv j -tého druhu.

$$5. \quad \sum_j X_j = Q_j$$

kde:

- Q_j = celkový počet krmných dnů u j -té užitkové a věkové kategorie hospodářských zvířat. Pro užitkové a věkové kategorie hospodářských zvířat, u nichž se dá očekávat rychlé rozšíření výroby je tato podmínka zapsána takto:

$$\sum_j X_j \geq Q_j$$

Výpočty na samočinných počítačích umožnily doporučit jednotlivých závodům optimální využití krmiv, jejich efektivnější rozvržení a dosažení větší výroby živočišných produktů.

Použití lineárního programování pro rozvoj výroby a efektivnější využití krmiv

Dr. inž. Alois HRUBEŠ

Zemědělský odbor předsednictva vlády, Praha

K dosažení největší produkce při nejmenších nákladech v zemědělství specializujeme a koncentrujeme zemědělskou výrobu. Dosavadní metody pro určení optimální specializace a koncentrace výroby, založené převážně na odhadu a citu, budou v nejbližší době nahrazeny exaktními metodami s použitím matematických metod a samočinných počítačů.

Jde tu v podstatě o dva základní úkoly: o rozmístění celkové nebo tržní výroby shora do krajů, okresů a do závodů a o propočet optimální struktury výroby v závodech.

Ve svém příspěvku chci poukázat na možnosti a některé zkušenosti při použití lineárního programování pro rozvoj výroby krmiv a jejich efektivnějšího využití.

Výroba potřebného množství kvalitních krmiv z vlastních zdrojů a jejich využití je našim úzkým profilem a v současné době je rozhodující pro rozvoj zemědělské výroby. U nás se v posledních letech nedostávalo zhruba 15 až 20 % z celkové potřeby stravitelných bílkovin a 5 až 10 % z celkové potřeby krmných jednotek. Schodek krmivové bilance v jednotlivých zemědělských závodech byl ještě větší.

Rovněž využití krmiv by mohlo být u nás o 30–60 % vyšší při správné skladbě krmných směsí, zejména při velkovýrobě jatečných prasat, brojlerů a vajec.

Rozvoj výroby a využití krmiv vyžaduje:

a) vyrovnat rozdíly v intenzitě rostlinné výroby v jednotlivých zemědělských závodech,

b) snížit ztráty při sklizni a konzervování krmiv pokrokovou velkovýrobní technologií,

c) zúrodnit půdní fond, zejména vyššími dávkami průmyslových hnojiv a zvýšením obsahu humusu v půdě,

d) upravit strukturu krmivové základy ve prospěch nejvýkonnějších krmných plodin,

e) vyrábět krmivové plnohodnotné směsi podle nejnovějších poznatků vědy.

Oba poslední úkoly, které nevyžadují vyšších materiálových ani pracovních nákladů, ale jsou pro zefektivnění výroby rozhodující, můžeme řešit s úspěchem jen při použití lineárního programování. Jejich řešení navazuje organiky na úkol optimálního rozmístění výroby. Je proto třeba, aby oba úkoly byly řešeny současně, má-li být stanovena optimální struktura výroby konkrétního podniku z hlediska místních přírodních a ekonomických podmínek, tedy specializace závodu.

Úkol určení optimální struktury krmivové základy vyplývá z usnesení XII. sjezdu KSČ o získání maximálního množství živin z každého hektaru půdy. Úkol jsme řešili spolu s prof. Vl. Kadlecem a inž. L. Vránou na třech státních státech a jednom družstvu okresu Kolín a s prof. Vl. Kadlecem za účasti posluchačů Vysoké školy ekonomické v Praze na osmi družstvech v okrese Kutná Hora.

Metodou lineárního programování na samočinném počítači byly propočteny optimální a suboptimální varianty, které krmné plodiny a na jaké výměře mají být v konkrétním družstvu nebo státním statku pěstovány, aby z hlediska místních přírodních a ekonomických

podmínek bylo dosaženo maxima produkce stravitelných bílkovin a krmných jednotek nebo maximální produkce živin v požadovaném úživném poměru při dodržení všech nutných omezujících podmínek.

Postup výpočtu optimální struktury osevních ploch krmných plodin je složen zhruba z těchto etap:

1. zjištění výchozích údajů a ukazatelů v zemědělském závodě a vyčíslení výměry krmivové základny,

2. určení agrotechnických a ekonomických požadavků, v jejichž rámci má být propočtena optimální struktura krmivové základny,

3. sestavení výchozí tabulky,

4. rozbor vypočtené výsledné tabulky a určení suboptimálních variant,

5. vlastní rozhodnutí o volbě nejvhodnější varianty na základě diskuse s pracovníky zemědělského závodu.

Při výpočtu je možno vycházet buď z vypracovaného výrobního plánu, nebo provést výpočet bez ohledu na plán. Výchozí údaje se přejímají především z naturální bilance závodu.

V I. etapě prací je úkolem zjistit celkovou výměru krmných plodin, která přijde v úvahu pro propočet. Tuto výměru získáme, když od celkové výměry družstva nebo státního statku odečteme výměru, která podle předpokládaných hektarových výnosů připadne na tržní produkci, prodej zaměstnancům, dodávky výrobním krmiv, na osivo a sadbu pro tržní výrobu a na ztráty u tržní výroby. Dále je třeba odečíst rezervní plochu na splnění státního nákupu pro případ neúrody a výměru speciálních krmných plodin. Zbývající výměra tvoří výměru krmivové základny pro propočet. Na ní lze pěstovat jednotlivé krmné plodiny v různých výměrách, tedy v různých kombinacích.

Rozhodující položkou pro správnost výpočtu je pečlivý a reálný odhad hektarových výnosů. Lze vyjít z průměrných výnosů v posledních letech a vzít v úvahu trend růstu výnosů následkem zlepšování agrotechniky a organizace. Pro propočet je však třeba od takto stanovených hektarových výnosů krmných plodin odečíst množství osiva a sadby pro krmné plodiny a ztráty při skladování a při konzervaci. Pak stanovíme obsah živin, tj. sušiny, stravitelných bílkovin a krmných jednotek z hektaru každé plodiny, včetně živin z vedlejšího produktu.

Z plánu nebo z technologických karet jednotlivých plodin zjistíme vlastní, popřípadě přímé náklady a mzdové náklady na výrobu jednotlivých plodin.

Aby vypočtená optimální výměra jednotlivých krmných plodin odpovídala místním přírodním a ekonomickým podmínkám konkrétního zemědělského závodu, k tomu je nutno správně formulovat omezující podmínky. Rozdělili jsme je pro přehlednost do dvou skupin:

- vyplývající z výchozích údajů plánu zemědělského závodu,

- vyplývající především z agrotechnických požadavků.

V případech, které jsme propočítávali, šlo o tyto omezující podmínky: celková výměra krmivové základny na orné půdě, množství sušiny, krmných jednotek, stravitelných bílkovin, mzdové náklady, vlastní náklady, spotřeba průmyslových a statkových hnojiv, minimální potřeba slámy, maximální výměra plodin náročných na ruční práci ve špičkových obdobích z hlediska celkového počtu pracovních sil, minimální výměra víceletých pícnin; výměra některých plodin byla omezena zdola i shora, např. krmné kapusty z důvodu organizace práce při krmení. V některých případech bylo omezením zajištěno, aby výměra jedné plodiny byla v určitém poměru k výměře druhé plodiny, např. jetel k vojtěšce, kukuřice čistá ke kukuřici s luskovinami apod.

Při určování účelové funkce jsme vycházeli z posouzení celkové krmivové bilance závodu. Jestliže v požadavku plánované úhrady živin v celkové krmivové bilanci je schodek nebo nedostatečná rezerva především v bílkovinách, pak je výhodné počítat variantu, ve které — při dodržení všech daných omezujících podmínek — je maximální výroba stravitelných bílkovin. Je-li v krmivové bilanci deficit v krmných jednotkách, maximalizujeme v účelové funkci výrobu krmných jednotek. Pokud v krmivové bilanci je požadovaný úživný poměr krmných jednotek k bílkovinám v podstatě v rovnováze, je možno přiřadit do účelové funkce buď požadavek na maximalizaci stravitelných bílkovin nebo na maximalizaci krmných jednotek. Je však nutno doplnit omezující podmínky ještě jednou další omezující podmínkou, která má zajistit, aby zvýšením stravitelných bílkovin, resp. krmných jednotek, byl zachován úživný poměr, jaký je v požadavku krmivové bilance.

V některých případech může být cílem propočtu splnit plánované úkoly živočišné výroby s minimálními náklady na výrobu krmiv. Jako účelovou funkci je proto třeba zvolit minimum vlastních nákladů.

Propočty byly zaměřeny především na zvýšení produkce bílkovin, protože bílkoviny představovaly největší schodek v krmivové bilanci příslušného závodu. Některé propočty byly též uvažovány s cílem maximálního zvýšení krmných jednotek.

Tak např. pro státní statek Kolín na výměře 1302 ha krmivové základny zvýšila optimální varianta produkci bílkovin ze 490 t na 564 t, tedy o 74 t, tj. o 15,1 %. Při optimalizaci škrobových jednotek bylo dosaženo zvýšení produkce škrobových jednotek z 2900 t na 3128 t, tedy o 228 t, tj. o 7,9 %. Na tomto statku bylo odvozeno 10 různých variant. V diskusi s pracovníky statku byla přijata varianta, podle které se snižuje produkce bílkovin proti optimální variantě z 564 t na 541 t a znamená zvýšení proti produkci bílkovin podle plánu statku ve výši 490 t o 51 t, tj. o 10,5 %. V této variantě se při jednání ukázalo, že je nutno snížit výměru vojtěšky ve prospěch jetele s ohledem na místní podmínky. Přitom vlastní a mzdové náklady na výrobu jedné tuny bílkovin se podle této přijaté varianty ve srovnání s plánem statku snižují o 10,5 %. Všechny vypočtené varianty ukazovaly jeden stejný rys: ve srovnání se strukturou krmných plodin, jak ji naplánoval statek ve svém výrobním plánu, snižují počet pěstovaných krmných plodin v průměru na polovinu. Propočet vede tedy ke specializaci ve výrobě krmných plodin.

Na jednom hospodářství státního statku v Rostoklatech v bramborářské výrobní oblasti připadá z celkové výměry 872 ha orné půdy na krmivovou základnu 559 ha. Byla propočtena maximální produkce škrobových jednotek. Vypočtená optimální struktura krmných

plodin zvýšila produkci škrobových jednotek z 1140 t na 1198,5 t, tedy o 58,5 t, tj. o 5,13 %, a snížila počet uvažovaných krmných plodin z 11 na 5.

Na druhém hospodářství státního statku v Rostoklatech v řepářské oblasti z celkové výměry 2485 ha orné půdy připadá na krmivovou základnu 1060 ha. Při maximalizaci produkce škrobových jednotek se zvýšila produkce z 2494 t na 2662,7 t, tedy o 168,7 t, tj. o 7,7 %. Rovněž zde počet uvažovaných krmných plodin klesl z 10 na 5.

Na státním statku ve Vrbčanech z celkové výměry 3868 ha orné půdy připadá na krmivovou základnu 1541 ha. Při maximalizaci bílkovin se produkce bílkovin zvýšila z 620 t na 701 t, tedy o 81 t, tj. o 13,1 %. Počet krmných plodin klesl z 12 na 5. Produkce 1 t bílkovin byla proti plánovaným nákladům levnější o 12,5 %.

Při maximalizaci škrobových jednotek na tomto statku se zvýšila produkce škrobových jednotek o 7,4 % a náklady se snížily o 6,9 %.

V JZD Křečhoř se při maximalizaci produkce bílkovin na krmivové základně o výměře 478,7 ha zvýšila produkce bílkovin ze 170,5 t na 217 t, tedy o 46,5 t, tj. o 27,4 %. Počet uvažovaných krmných plodin klesl z 15 na 6.

V okrese Kutná Hora jsme s prof. Kadlecem propočítali optimalizaci stravitelných bílkovin na osmi družstvech. Podklady pro propočty zpracovali posluchači Vysoké školy ekonomické v Praze. Výsledek propočtu byl projednán s vedoucími pracovníky příslušného družstva a podle jejich připomínek byla odvozena optimální alternativa z hlediska místních podmínek. Bylo dosaženo těchto výsledků:

JZD	Výměra krmivové základny v ha	Produkce bílkovin v tunách		Zvýšení produkce bílkovin optimalizací	
		plán JZD	optimální plán	tuny	%
Vrďy	578	203,0	243,0	40,0	19,7
Vidice	347	130,0	151,3	21,3	16,4
Nepoměřice	353	105,0	127,0	22,0	20,9
Třesetice	416	134,0	144,7	10,7	8,0
Umonín	541	134,0	151,6	17,6	13,1
Bílé Podolí	909	440,8	504,8	64,0	14,5
Kačina	615	188,0	226,7	38,7	20,6
Suchdol	675	303,3	338,5	35,2	10,4

V průměru dvanácti propočtených případů z krmivové základny 9375 ha zvýšil propočet produkci stravitelných bílkovin z 3418 t na 3879 t, tedy o 461 t, tj. o 13,5 %.

Při rozhodnutí o volbě varianty pro konkrétní družstvo nebo státní statek byl společně s pracovníky příslušného zemědělského závodu zpracován rozbor celé výsledné tabulky z těchto hledisek:

1. oč by se vypočtené maximum bílkovin nebo krmných jednotek snížilo, kdybychom do vypočteného optimálního řešení vložili některou krmnou plodinu, kterou samočinný počítač do řešení nezařadil;

2. oč by se vypočtené maximum snížilo, kdybychom ve vypočteném optimálním řešení snížili výměru krmné plodiny, kterou samočinný počítač do řešení zařadil;

3. oč by se vypočtené maximum změnilo, kdybychom uvolnili nebo zpřísnili některou omezující podmínku;

4. oč by se vypočtené maximum změnilo, kdyby se změnil hektarový výnos krmné plodiny, se kterým se při propočtu uvažovalo;

5. oč by se musel zvýšit hektarový výnos krmné plodiny, kterou samočinný počítač do řešení nezařadil, aby se dostala do řešení.

Navržený postup má pomoci řešit jeden z nejzávažnějších problémů našeho zemědělství — zvýšení zdrojů krmivových bilancí rozvojem vlastní krmivové základny.

Exaktních metod lineárního programování musíme rovněž nezbytně použít při průmyslové výrobě krmiv a krmných směsí, zejména pro průmyslové velkochovy prasat a drůbeže. Zde totiž tradiční způsob krmení vyžaduje zhruba dvojnásobnou spotřebu krmiv na jednotku produkce. Rozhodujícím faktorem pro plné využití krmné dávky je totiž její biologická plnohodnotnost, která je určována především obsahem a vzájemným poměrem nepostradatelných aminokyselin, vitamínů a některých specifických účinných látek.

Při tradičním způsobu krmení a sestavování krmných dávek jen podle obsahu krmných jednotek a stravitelných bílkovin se vyrábí kilogram přírůstku živé váhy prasat v našich nejlepších chovech při spotřebě 4 až 4,5 kg suchého krmiva. Při krmení biologicky plnohodnotnými krmnými dávkami se vyrobí kilogram živé váhy prasat běžně ze tří kilogramů suchého krmiva. Ještě výrazněji se projevuje změna krmení u drůbeže. Tradičním způsobem krmení

se vyrobí kilogram živé váhy jatečných kuřat asi ze 6 kg krmiva a jedno vejce z 350–400 g krmiva. Při krmení biologicky hodnotnými krmivy se vyrábí kilogram živé váhy brojlerů již ze dvou kilogramů krmiva a jedno vejce ze 180 gramů krmiva. Při dodržení osvědčené receptury je nutno přesně dbát na některé zdánlivě nevýznamné faktory, jako např. na obsah hrubé vlákniny, aby stravitelnost krmiva neklesla. Je proto třeba v omezujících podmínkách ve výchozí simplexové tabulce při propočtu biologicky plnohodnotných krmných směsí uvést nejen potřebu stravitelných bílkovin, krmných jednotek a sušiny, ale též potřebu hlavních aminokyselin, vitamínů, min. látek aj. specificky působících látek a též omezení shora u hrubé vlákniny a shora i zdola u tuku. Propočet takových optimálních krmných dávek jak z hlediska nutričního, tak i ekonomického je možno učinit prakticky jen metodou lineárního programování na samočinném počítači.

Pokusili jsme se s prof. Kadlecem propočítat optimální využití krmných surovin při průmyslové výrobě krmných směsí podle metodiky, kterou jsme uveřejnili v 6. čísle sborníku „Živočišná výroba“ v roce 1961. Úkolem, který jsme se pokusili řešit, bylo jednak sestavit optimální receptury krmných směsí z hlediska biologicko-nutričního a ekonomického, jednak získat z daných surovinových zdrojů, jež jsou v bilanci krmiv k dispozici, maximální množství krmných směsí při zachování všech omezujících podmínek a současně i určit správné zaměření dovozu na krmiva nejefektivnější pro doplnění domácích krmivových zdrojů. Tento druhý úkol nebyl dosud ve světě řešen. Ukázalo se, že podobný propočet vyžaduje pravidelný přísun a určitou rezervu potřebných krmiv z domácích zdrojů i z dovozu v žádoucím sortimentu. Úkol bude nutno dořešit, jakmile bude realizována organizace průmyslové výroby krmných směsí, která se připravuje.

Takové jsou zhruba možnosti a naše zkušenosti z aplikace lineárního programování při řešení rozvoje výroby a využití krmiv. Nyní je úkolem výzkumu, aby na praktických příkladech metodiku propočtu prohloubil a uvedl do nejširší praxe. Oba úkoly — jak maximální produkce živin z půdy, tak maximální využití krmiv — musí být řešeny a výsledky zaváděny do praxe současně, aby bylo dosaženo maximálního efektu pro rozvoj naší socialistické zemědělské velkovýroby.

Příklady použití lineárního programování při plánování zemědělství

Dr. Peter KEGEL
Züsov (Kreis Wismar), NDR

Znakem socialistického společenského řádu je ekonomický zákon plánovitého proporcionálního rozvoje národního hospodářství. Produkce za kapitalismu se naopak řídí zákonem hodnoty, konkurenčním bojem a snahou po dosažení maximálního zisku, a jako důsledek jeho živelného působení dochází k velkým ztrátám na živé a minulé práci. U nás se výroba všech odvětví národního hospodářství rozvíjí na základě plánu. Potřeba a sortiment produkce se vzájemně odsouhlasují a takto se dosahuje rychlejšího růstu celkové výroby a produktivity práce.

Naše metodika sestavení plánu však trpí ještě mnoha závažnými nedostatky. Tak například v zemědělství nenavazují v dostatečné míře jednotlivé části plánu vzájemně na sebe. Jedna z významných příčin této skutečnosti spočívá v tom, že v naší plánovací praxi se v nedostatečné míře používá matematiky, což má za následek, že se plán vlastně sestavuje na úrovni „řemeslnické práce“. Jednoduché početní úkony vyžadují mnoho pracovního času a mnoho duševní námahy, zatímco vlastní výroba již dosáhla poměrně vysokého stupně mechanizace. Proto již také není časově možné, aby se plány všestranně slaďovaly nebo se dokonce z více variant plánu vyhledávala nejvhodnější.

Lineárním programováním nám matematika dává do ruky pomocný prostředek, který společně s výpočetní technikou — samočinnými počítači — podstatně zlepší plánování v průmyslu i v zemědělství. Je však třeba vykonat ještě mnoho práce. Přizpůsobením uvedené metody i metod ostatních požadavkům plánovací praxe je pionýrským činem. V našem článku budeme pojednávat o několika příkladech zkušebních modelů, které nás blíže seznámí s tímto problémem.

*

První příklad — model zemědělského závodu — nám má ukázat, jaké množství hledisek a problémů se může a musí uvažovat při optimalizační úloze v zemědělství.

Úloha si stanoví za cíl zjistit optimální strukturu výroby zjednodušeného modelu družstevního zemědělského závodu, u něhož se má dosáhnout maximálního důchodu (příjmy minus vydání). K výpočtu se použije simplexové metody.¹⁾

Úloha obsahuje 23 proměnných (bez doplňkových a umělých proměnných) a 21 omezujících podmínek.

¹⁾ Předpokládáme znalost základních pojmů a početního postupu při simplexové metodě.

Proměnné mají tento význam:

- X_1 = ha obilí, výnos 30 q/ha, určeno k prodeji,
 X_2 = ha obilí, výnos 30 q/ha, určeno ke zkrmení skotem,
 X_3 = ha obilí, výnos 30 q/ha, určeno ke zkrmení prasaty,
 X_4 = ha brambor, výnos 200 q/ha, určeno k prodeji,
 X_5 = ha brambor, výnos 200 q/ha, určeno ke zkrmení prasaty,
 X_6 = ha řepky, výnos 17 q/ha, určeno k prodeji,
 X_7 = ha cukrové řepy, výnos 360 q/ha, určeno k prodeji (bulvy) — 250 q/ha řepný chrást, určeno ke zkrmení prasaty,
 X_8 = ha krmné řepy, výnos 600 q/ha, určeno ke zkrmení skotem,
 X_9 = ha silážní kukuřice, výnos 550 q/ha, určeno ke zkrmení skotem,
 X_{10} = ha jetele, výnos 50 q/ha jetelového sena, určeno ke zkrmení skotem,
 X_{11} = ha louky, výnos 35 q/ha sena, určeno ke zkrmení skotem,
 X_{12} = ha pastvin, výnos 180 q/ha zelené hmoty, určeno ke zkrmení skotem,
 X_{13} = kusů dojníc včetně dorostu, výnos 28 q mléka za rok, určeno k prodeji,
 X_{14} = kusů skotu na žír, výnos 2,5 q masa, určeno k prodeji,
 X_{15} = produkce na jednotku uživatelské plochy při výkrmu prasat (Mastschweineplatz pozn. překl.), výnos 2,6 q za rok, určeno k prodeji,
 X_{16} = potřebné hodiny živé práce, zajišťované sezónními pracovními silami v době od 15. 5. do 15. 7., mzdové náklady s tím spojené,
 X_{17} = potřebné hodiny živé práce, zajišťované sezónními pracovními silami v době od 15. 7. do 15. 9., mzdové náklady s tím spojené,
 X_{18} = potřebné hodiny živé práce, zajišťované sezónními pracovními silami v době od 15. 9. do 15. 11., mzdové náklady s tím spojené,
 X_{19} = potřebné traktory (v přepočtu na 15 k) s příslušnými stroji, včetně nákladů na odpisy,
 X_{20} = potřebné tažné koně včetně nákladů na odpisy,
 X_{21} = bílkovinného koncentrovaného krmiva pro skot — přikoupeného,
 X_{22} = bílkovinného koncentrovaného krmiva pro prasata — přikoupeného,
 X_{23} = DM nutných ke krytí ostatních nákladů,
 X_{24} až X_{44} = přidatné proměnné.

Příslušní oceňovací činitelé (sazby) (c_i) jsou tyto:

$c_1 = + 40$	$c_8 - c_{12} = 0$	$c_{19} = - 54,6$
$c_2 = 0$	$c_{13} = + 63,6$	$c_{20} = - 3,83$
$c_3 = 0$	$c_{14} = + 29,2$	$c_{21} = - 0,468$
$c_4 = + 75,8$	$c_{15} = + 26$	$c_{22} = - 0,85$
$c_5 = 0$	$c_{16} = - 0,032$	$c_{23} = - 0,021$
$c_6 = + 62,3$	$c_{17} = - 0,032$	$c_{24} - c_{44} = 0$, s výjimkou
$c_7 = + 86,8$	$c_{18} = - 0,032$	c_{32} a $c_{36} = - 1$

Výše oceňovacích činitelů byla stanovena na základě jiných propočtů, které pro naši úvahu nemají žádný význam. Je nutné je chápat jako čísla relativní.

Oceňovací činitelé u krmných plodin vlastní výroby se rovnají nule, protože tyto plodiny se ani neprodávají, ani nepřikupují, takže nezpůsobují přímo ani výnos, ani náklady.

Účelovou funkci formulujeme na základě tohoto vzorce:

$$Z_{\max.} = \sum_{i=1}^{i=44} c_i \cdot X_i$$

21 omezujících podmínek je možno rozdělit do více skupin. Abychom mohli problém lépe objasnit, budeme jednotlivé skupiny uvažovat odděleně a jen ve vztahu k těm proměnným, s nimiž skutečně souvisí. Doplnkové proměnné neuvádíme a ponecháváme znaménka nerovnosti. Koeficienty se vždy násobí proměnnými, které jsou uvedeny v záhlaví.

Model „Živočišná výroba podle krajů“

[illegible]

Omezující podmínka 1 až 6: Dodržení počtu hodin živé práce, které jsou k dispozici

		X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀ ...
čís. 1: 17 600	≥	0	0	0	+ 20	+ 20	+ 20	+ 200	+ 200	+ 10	+ 40...
čís. 2: 17 600	≥	+ 50	+ 50	+ 50	0	0	+ 10	0	0	+ 20	+ 40...
čís. 3: 17 600	≥	+ 13	+ 13	+ 13	+ 200	+ 200	+ 10	+ 200	+ 260	+ 70	0...
čís. 4: 3 500	≥	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0...
čís. 5: 3 500	≥	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0...
čís. 6: 3 500	≥	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0...
...		X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₆	X ₁₇	X ₁₈	X ₁₉	X ₂₀
... + 35		+ 4	+ 19,4	+ 12,4	+ 1,3	- 1	0	0	+ 40	+ 30	hod. živé práce
... + 36		+ 4	+ 19,2	+ 12,4	+ 1,3	0	- 1	0	+ 40	+ 30	hod. živé práce
... 0		0	+ 26,7	+ 12,4	+ 1,3	0	0	- 1	+ 40	+ 30	hod. živé práce
... 0		0	0	0	0	+ 1	0	0	0	0	hod. živé práce
... 0		0	0	0	0	0	+ 1	0	0	0	hod. živé práce
... 0		0	0	0	0	0	0	+ 1	0	0	hod. živé práce

Omezující podmínky 1 až 3 omezují potřebu hodin živé práce ve třech různých časových úsecích, kdy je potřeba pracovních sil zvláště velká:

čís. 1: hodiny živé práce — potřeba v době od 15. 5. do 15. 7.

čís. 2: hodiny živé práce — potřeba v době od 15. 7. do 15. 9.

čís. 3: hodiny živé práce — potřeba v době od 15. 9. do 15. 11.

Ve sledovaných obdobích je k dispozici vždy 17 600 hodin, které odpracují členové družstva. Mimoto je možno vždy vzít v úvahu 3500 hodin živé práce, které budou zajištěny sezónními pracovníky, např. ženami z domácností, a to ve sledovaných časových obdobích (čís. 4 až 6). Tyto hodiny se při potřebě nad X₁₆ až X₁₈ převedou k vedlejším podmínkám 1 až 3, avšak zároveň způsobí vedlejší náklady (c₁₆ až c₁₈).

Omezující podmínky 7 až 10 představují krmnou bilanci a bilanci živin pro skot a koně. Člení se na:

čís. 7: potřebu a krytí škrobové hodnoty,

čís. 8: potřebu a krytí hrubého proteinu,

čís. 9: potřebu a krytí sušiny

a dodatečně

čís. 10: potřebu a krytí hrubé píce.

Na levé straně čtyř nerovností, popřípadě rovnic, se tentokrát neuvádějí omezující horní hodnoty, nýbrž nuly. Krmiva, která jsou k dispozici, se zde neuvádějí předem, nýbrž se musí zjistit prostřednictvím různých proměnných rostlinné výroby. Tyto „dodávky“ krmiv se zde vyjádří pomocí záporných znamének koeficientů na pravé straně rovnic a nerovností. Zavedením těchto znamének ve spojitosti se znaménkem nerovnosti je stanovena podmínka, že je možno maximálně spotřebovat tolik živin, kolik jich příslušné proměnné vyrobí. Na rozdíl od tohoto postupu se čís. 9 nevyjadřuje pomocí nerovností, nýbrž pomocí rovnice. To znamená: dodávky a spotřeba sušiny musí v krmivu vzájemně souhlasit. Krmné dávky ve svém celku nesmějí obsahovat ani přebytek sušiny ve vztahu k obsahu živin (což by znamenalo, že zvířata by nemohla přijímat dostatečné množství živin), ani nelze pro skot krmivo příliš koncentrovat. Krávu nemůžeme krmit ani jenom slámou, ani jenom jadrnými krmivy.

Omezující podmínky 7 až 10: Krmná bilance pro skot a koně

		X ₂	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂ ...
čís. 7: 0	≥	- 21,7	- 22,5	- 45	- 69,9	- 18	- 11,3	- 23,4...
čís. 8: 0	≥	- 2,6	- 4	- 6,6	- 5,5	- 4,5	- 1,9	- 4,1...
čís. 9: 0	≥	- 25,8	- 50	- 92,4	- 121	- 43	- 30,1	- 37,8...
čís. 10: 0	≥	0	0	0	0	- 50	- 35	0...
		X ₁₃	X ₁₄	X ₂₀	X ₂₁			
...		+ 28,8	+ 9,7	+ 18,4	- 0,7	(q)		
...		+ 4,57	+ 2,2	+ 2,16	- 0,38	(q)		
...		+ 64,8	+ 16,8	+ 39,6	- 0,89	(q)		
...		+ 12	+ 5	+ 8	0	(q)		

Omezující podmínky čís. 11 až 13 představují obdobně jako omezující podmínky čís. 7 až 10 bilanci živin v chovu prasat. Tuto bilanci pro chov prasat bylo nutno sestavit odděleně od bilance pro skot a koně, neboť jde částečně o jiné druhy krmiv. Na základě tohoto faktu bylo nutno zavést dvě proměnné pro „hektary obilí, určeného ke zkrmení“, a to jednou pro číslo 7 až 10 a jednou pro číslo 11 až 13, neboť totéž obilí nelze zkrmit pro skot a ještě jednou podruhé pro prasata. Bylo by samozřejmě možné zavést jen jednu proměnnou pro obilí v tom případě, kdybychom stanovili poměr, v jakém bude obilí zkrmeno prasaty a skotem a v jakém množství bude prodáno. Takto bychom však předem zasahovali do výpočtu optimální varianty a zbytečně bychom zužovali případná další řešení:

čís. 11: potřeba a krytí škrobové hodnoty,

čís. 12: potřeba a krytí proteinu,

čís. 13: potřeba a krytí sušiny.

Omezující podmínky 11 až 13: Krmná bilance pro prasata

	X_3	X_5	X_{15}	X_{22}	
čís. 11: 0	= -22,3	-40	+6,85	-0,7	(q)
čís. 12: 0	= -2,7	-2	+0,83	-0,54	(q)
čís. 13: 0	= -25,8	-44	+8	-0,9	(q)

Následují omezující podmínky 14 a 15, které omezují ornou půdu (čís. 14) a trvalé louky a pastviny (čís. 15).

Podmínka čís. 16 určuje horní meze pěstování jetele, aby nedocházelo k přílišnému rozšíření plochy z hlediska půdní hygieny. (Podobné omezení by bylo možno stanovit rovněž pro cukrovou řepu, brambory nebo i jinou plodinu.) Podmínka čís. 17 uvádí v závislost maximální plochu pastvin a počet krav, které se v závodě chovají, a jejich počet je omezen rozsahem trvalých luk a pastvin (čís. 15). Takto se zabrání chybným závěrům při sestavování krmné bilance.

Omezující podmínky 14 až 17: Požadavky na půdu (plochu)

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}	
čís. 14: 200	$\geq$ +1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	+1	0	0	0	(ha)
čís. 15: 20	$\geq$ 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+1	+1	0	(ha)
čís. 16: 50	$\geq$ 0	0	0	0	0	0	0	0	0	+1	0	0	0	(ha)
čís. 17: 0	$\geq$ 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+1	-0,4	(ha)

Omezující podmínka 18: Přikoupené jaderné krmivo

$$\text{čís. 18: } 45 \geq \frac{X_{21}}{+1,4} + \frac{X_{22}}{+1,5} \quad (q)$$

Omezující podmínka 18 zahrnuje možnost přikoupit jaderné krmivo. Horní mez je stanovena na 45 q obilních jednotek. Je možnost volby přikoupit bílkovinné koncentrované krmivo buď pro skot nebo pro prasata, tj. X_{21} nebo X_{22} , přičemž platí různé přepočítávací klíče pro obilní jednotku na metrický cent jaderného krmiva.

Omezující podmínkou 19 se uvádějí ostatní náklady, které způsobují různé jednotlivé proměnné, pokud je nelze vyjádřit přímo jako krmivo, hodiny práce jedné koňské síly, hodiny živé práce apod. Ovlivňují účelovou funkci prostřednictvím X_{23} .

Omezující podmínka 19: Sestavení „ostatních nákladů“

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	$X_9 \dots$
čís. 19: 0	$\geq$ +300	+300	+300	+600	+600	+400	+650	+650	+500...
...	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}	X_{19}	X_{20}	X_{23}
...	+200	+150	+120	+600	+200	+60	+350	+300	-1 (DM)

Obě další omezující podmínky omezují spotřebu hodin práce jedné koňské motorové síly (čís. 20) v době od 15. 7. do 15. 9. a potažných hodin (čís. 21) v době od 15. 9. do 15. 11. Podobná omezení lze stanovit rovněž pro jiná časová období. Obě tyto podmínky určují počet potřebných traktorů a počet tažných koní v zemědělském závodě.

Omezující podmínky 20 a 21: Potřeba traktorů a koní

	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉ ...
čís. 20: $0 \leq$	+1200	+1200	+1200	+1400	+1400	+800	+1700	+1200	+900...
čís. 21: $0 \leq$	+3	+3	+3	+6	+6	+1	+40	+20	+2...

	X ₁₀	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	X ₁₅	X ₁₉	X ₂₀	
...	+200	+350	+40	0	0	0	-60 000	0	(hodin práce 1 koňské síly)
...	0	0	+1	+4	+2	+0,5	0	-400	(potažní hodiny)

Čísla, která jsou uvedena v tomto modelu, jsou jenom příklady. Při sestavování modelu prokázal významnou pomoc diplomovaný matematik Nitschke z Výpočtového střediska Institutu pro stavbu lodí v Rostocku. Úloha byla počítána v roce 1961 na samočinném počítači ZRA 1 Zeissovy továrny v Jeně.

Optimálního řešení bylo dosaženo po 40 krocích. Podle simplexového teoremu je v optimálním řešení a také v každém meziřešení (suboptimální řešení) právě tolik proměnných a doplňkových proměnných v hodnotě různé od nuly, kolik bylo uplatněno omezujících podmínek. V optimálním řešení naší úlohy bylo proto v souladu s tím obsaženo 15 proměnných a 6 doplňkových proměnných.

Základní proměnné a doplňkové proměnné od nuly různé, které byly v optimálním řešení úlohy:

X ₃ : obilí (krmivo pro prasata)	=	106	ha
X ₅ : brambory (krmivo pro prasata)	=	6,1	ha
X ₇ : cukrová řepa (řepný chrást jako krmivo pro skot)	=	74,4	ha
X ₉ : kukuřice (krmivo pro skot)	=	6,1	ha
X ₁₀ : jetel (krmivo pro skot)	=	7	ha
X ₁₁ : louky (krmivo pro skot)	=	20	ha
X ₁₃ : dojnice včetně dorostu	=	69,7	ks
X ₁₄ : býčci na žír	=	28,2	ks
X ₁₅ : stav prasat k výkrmu	=	380	ks
X ₁₆ : sezónní hodiny živé práce od 15. 5. do 15. 7.	=	1 057	hod.
X ₁₈ : sezónní hodiny živé práce od 15. 9. do 15. 11.	=	3 500	hod.
X ₁₉ : traktory v přepočtu na 15 k	=	4,6	ks
X ₂₀ : tažní koně	=	9,7	ks
X ₂₂ : příkoupené bílkovinné krmivo pro prasata	=	30	q
X ₂₃ : ostatní náklady	=	166 615	DM
X ₂₅ : přebytečné vlastní hodiny živé práce od 15. 7. do 15. 9	=	8 508	h. ž. p.
X ₂₇ : přebytečné sezónní hodiny živé práce od 15. 5. do 15. 7.	=	2 443	h. ž. p.
X ₂₈ : přebytečné sezónní hodiny živé práce od 15. 7. do 15. 9.	=	3 500	h. ž. p.
X ₃₄ : přebytečné celkové množství živin v krmivu pro prasata	=	34,4	q
X ₃₉ : nevyužitá možná plocha pro pěstování jetele	=	43	ha
X ₄₀ : rozdíl v porovnání s maximální výměrou pastvin	=	27,9	ha

Ostatní základní proměnné a doplňkové proměnné nebyly pro maximalizaci příjmů použity (tento příjem v tomto případě dosáhl 17 636 hodnotových jednotek), jelikož se rovnají nule. Výsledek svědčí o tom, že výroba se bude především orientovat na krmné obilí a výkrm vepřů, na cukrovou řepu a mlékaření, což vyplývá z relací c_i mezi sebou a z poměru ke koeficientům omezujících podmínek. Z doplňkových proměnných je dále zřejmé, že se nevyužije částí rezervy pracovních sil v některých časových úsecích.

Z výsledku však lze usoudit i na některé nedostatky úlohy. Tak například z hlediska půdní hygieny je plocha cukrové řepy příliš vysoká. Bylo by proto správné zavést omezení pro plochu cukrovky. Dále by se nepěstovaly brambory

a obilí pro konzum, čemuž by bylo možno rovněž zabránit tím, že stanovíme příslušné dolní meze.

Přesto však ve své době splnil model svůj účel: potvrdil zásadní funkční schopnost stavby uvedeného modelu a stal se výchozím materiálem pro tvorbu a vyvíjení dalších zlepšených modelů. V zemědělství dochází ke složitým biologickým a ekonomickým procesům, které nelze s konečnou platností bez dalšího bádání vyjádřit matematickou formou. Musíme se pokusit dosáhnout tohoto cíle krok za krokem.

*

V roce 1962 byl ve spolupráci s pracovní skupinou Státní plánovací komise rozpracován úkol, který umožnil další pronikání lineárního programování v zemědělské ekonomice. Šlo o to, aby se na základě odhadu sklizně běžného roku v jednotlivých okresech odhadl maximální objem živočišné produkce v příštím roce. Pro každý okres byl zkonstruován model o 29 proměnných a 30 omezujících podmínkách, a to:

- X₁: kusů krav včetně dorostu, doживost 2000 l mléka ročně + ročně 1,2 q masa,
- X₂: kusů krav včetně dorostu, doживost 2500 l mléka ročně + ročně 1,2 q masa,
- X₃: kusů krav včetně dorostu, doживost 3000 l mléka ročně + ročně 1,2 q masa,
- X₄: kusů krav včetně dorostu, doживost 3500 l mléka ročně + ročně 1,2 q masa,
- X₅: kusů mléčných telat o váze 40 kg masa,
- X₆: kusů telat, rychlovýkrm o váze 100 kg masa,
- X₇: kusů skotu na žir, konečná váha 250 kg,
- X₈: kusů skotu na žir, konečná váha 400 kg,
- X₉: q mléka — tržní produkce,
- X₁₀: kusů ovcí, roční výnos 3,5 kg vlny + 12 kg masa,
- X₁₁: q drůbežního masa a vajec,
- X₁₂: q vepřového masa,
- X₁₃: q obilí pro skot a ovce v zimě,
- X₁₄: q obilí pro prasata a drůbež,
- X₁₅: q zelené píce pro prasata a drůbež,
- X₁₆: q zelené píce pro skot a ovce v létě,
- X₁₇: q sena pro skot a ovce v zimě,
- X₁₈: q kukuřičné siláže pro skot a ovce v létě,
- X₁₉: q kukuřičné siláže pro skot a ovce v zimě,
- X₂₀: q krmných okopanin pro prasata a drůbež,
- X₂₁: q krmných okopanin pro skot a ovce v zimě,
- X₂₂: q otrub pro prasata a drůbež,
- X₂₃: q otrub pro skot a ovce v zimě,
- X₂₄: q rostlinných bílkovinných koncentrovaných krmiv pro prasata a drůbež,
- X₂₅: q rostlinných bílkovinných koncentrovaných krmiv pro skot a ovce v zimě,
- X₂₆: q krmné slámy pro skot a ovce v zimě,
- X₂₇: q krmné slámy pro skot a ovce v létě,
- X₂₈: q odstředěného mléka pro prasata a drůbež,
- X₂₉: počet hodin živé práce — spotřeba.

U proměnných X₁ až X₄ je nutno ještě poznamenat, že příslušná c vyjadřují jen hodnotu masa, zatímco mléko pro všechny „proměnné týkající se krav“ („Kuhvariablen“ — pozn. překladatele) ovlivňuje účelovou funkci prostřednictvím X₉ a c₉, přičemž se odečítá potřeba mléka pro telata.

Omezující podmínky mají tento význam:

- čís. 1: zimní krmení pro skot a ovce, q škrobových jednotek,
- čís. 2: zimní krmení pro skot a ovce, q proteinu,
- čís. 3: zimní krmení pro skot a ovce, minimum sušiny v q,
- čís. 4: zimní krmení pro skot a ovce, maximum sušiny v q,
- čís. 5: letní krmení pro skot a ovce, q škrobových jednotek,
- čís. 6: letní krmení pro skot a ovce, q proteinu,
- čís. 7: letní krmení pro skot a ovce, minimum sušiny v q,
- čís. 8: letní krmení pro skot a ovce, maximum sušiny v q,
- čís. 9: odstředěné mléko,
- čís. 10: telata,
- čís. 11: krmení prasat a drůbeže, celkové množství živin v q,
- čís. 12: krmení prasat a drůbeže, q bílkovin celkem,

- čís. 13: krmení prasat a drůbeže, q bílkovin živočišného původu,
- čís. 14: krmení prasat a drůbeže, maximum sušiny v q,
- čís. 15: q krmného obilí,
- čís. 16: q zelené píce,
- čís. 17: q silážní kukuřice,
- čís. 18: q krmných okopanin,
- čís. 19: q otrub,
- čís. 20: bílkovinné koncentrované krmivo rostlinného původu v q,
- čís. 21: q krmné slámy,
- čís. 22: minimální stav krav,
- čís. 23: maximální podíl krav s dojitostí 3500 l mléka,
- čís. 24: maximální podíl krav s dojitostí 3000 l a 3500 l mléka,
- čís. 25: maximální stav ovcí,
- čís. 26: minimální produkce vepřového masa v q,
- čís. 27: minimální produkce drůbežního masa a produkce vajec v q,
- čís. 28: minimální produkce hovězího masa v q,
- čís. 29: plnotučné mléko v q,
- čís. 30: hodiny živé práce.

Ke konstrukci tohoto modelu je nutno ještě poznamenat toto: V souladu se stanovením omezeného úkolu nejsou zde zavedeny proměnné, jež by se týkaly produkce krmiv tak, jak tomu bylo v prvním modelu. Krmné bilance byly poněkud upřesněny v tom směru, že se rozlišovalo mezi krmením v zimě a v létě u skotu a ovcí, protože se částečně zkrmuji různé druhy krmiv.

Vlastní krmivo, které bylo zjištěno na základě inventury sklizně, bylo vyjádřeno vedlejšími podmínkami 15 až 21.²⁾ K rozdělení tohoto krmiva do jedné ze tří bilancí krmiv dochází prostřednictvím proměnných X_{13} – X_{27} a není tedy předem pevně stanoveno. V porovnání s předchozí úlohou se zde uplatňuje nové hledisko v tom, že se dojnice rozděluje podle dojitosti do více skupin, v nichž jsou také rozdílné požadavky na krmivo. K podobnému členění také dochází u skotu na žír a tuto metodu by bylo možno aplikovat i u výkrmu prasat.

Omezující podmínky 22–28 vymezují vzájemný vztah jednotlivých skupin krav o rozdílné dojitosti, udávají horní meze pro chov ovcí a dolní meze pro tržní produkci jatečných dobytka. Dvě poslední vedlejší podmínky – čís. 29 a čís. 30 – mají úlohu sběrných kanálů pro mléko, popřípadě pro hodiny živé práce.

Formulace účelové funkce nás postavila před tyto speciální problémy: Co se vlastně má maximalizovat? Zásadně bylo jasné, že je nutno dosáhnout maximální živočišné produkce a k tomuto cíli je třeba optimálně využívat krmiv. Avšak jakým způsobem se mají převést různé živočišné výrobky (mléko, hovězí maso, vlna atd.) na společného jmenovatele? Mají se vzít za základ ceny? Je lepší – vhodnější přepočítat na obilní jednotky? Obojí má své nevýhody, a tak byly zkonstruovány oceňovací faktory, které vycházejí z obilních jednotek a korigují se však s přihlédnutím k národohospodářskému významu toho kterého produktu. Tímto způsobem vznikla c_i , která jsou uvedena v modelu.

Tato úloha byla vypočítána na počítači ZRA 1 Výpočtového střediska Institutu pro stavbu lodí v Rostocku a poskytla toto optimální řešení:

Proměnné v optimálním řešení od nuly různé

X_2 : krávy s dojitostí 2500 l mléka	= 217 363 kusů
X_4 : krávy s dojitostí 3500 l mléka	= 72 454 kusů
X_5 : mléčná telata o váze 40 kg masa	= 107 313 kusů
X_6 : telata vykrmená na váhu 100 kg	= 52 086 kusů
X_9 : mléko – tržní produkce	= 7 783 178 q
X_{10} : ovce	= 111 400 kusů
X_{11} : produkce drůbeže a vajec	= 88 000 q
X_{12} : produkce prasat	= 439 000 q
X_{13} : obilí pro skot a ovce (v zimě)	= 2 531 623 q
X_{15} : zelená píce pro prasata a drůbež	= 8 225 092 q

²⁾ Při tom se ta krmiva, kterých se výlučně používá k výkrmu určitých zvířat, zařadila přímo do krmné bilance:

Levá strana nerovnosti čís. 1–4: siláž z řepného chrástu

Levá strana nerovnosti čís. 11–14: krmné brambory + bílkovinné koncentrované krmivo živočišného původu.

X ₁₆ : zelená píce pro skot a ovce (v létě)	= 17 449 428 q
X ₁₇ : seno pro skot a ovce (v zimě)	= 4 595 198 q
X ₁₈ : silážní kukuřice pro skot a ovce (v létě)	= 7 428 256 q
X ₂₀ : krmné okopaniny pro prasata a drůbež	= 2 995 903 q
X ₂₁ : krmné okopaniny pro skot a ovce (v zimě)	= 5 296 777 q
X ₂₃ : otruby pro skot a ovce (v zimě)	= 335 620 q
X ₂₅ : bílkovinná koncentrovaná krmiva živočišného původu, pro skot a ovce (v zimě)	= 76 435 q
X ₂₆ : krmná sláma pro skot a ovce (v zimě)	= 428 991 q
X ₂₇ : krmná sláma pro skot a ovce (v létě)	= 2 759 944 q
X ₂₈ : odstředěné mléko pro prasata a drůbež	= 2 748 667 q
X ₂₉ : hodiny živé práce	= 64 683 322 h. ž. p.

Doplňkové proměnné:

X ₃₀ : rozdíl až do maxima sušiny, skot a ovce (v zimě)	= 3 716 756 q
X ₃₁ : rozdíl až do maxima sušiny, prasata a drůbež	= 27 447 q
X ₃₂ : přebytek krav nad minimální stav	= 178 718 kusů
X ₃₄ : přebytek hovězího masa nad minimální produkci	= 189 161 q
X ₃₆ : přebytek škrobové hodnoty u skotu a ovcí (v zimě)	= 132 324 q
X ₄₁ : přebytek proteinu u skotu a ovcí (v létě)	= 6 949 q
X ₄₂ : přebytek sušiny nad minimum u skotu a ovcí (v zimě)	= 1 366 447 q
X ₄₃ : rozdíl až do maxima sušiny, ovce a skot (v létě)	= 1 366 173 q
X ₅₉ : rozdíl až do maxima krav s dojivostí 3000 l a 3500 l mléka	= 101 436 kusů

Ostatní proměnné jsou rovny nule. X₃₀–X₃₅ jsou speciální doplňkové proměnné, jichž se použilo ke změně znaménka nerovnosti u vedlejších podmínek 4, 14, 22, 26, 27 a 28.

Na výsledném řešení této úlohy je především nápadná vysoká produkce mléka proti produkci vepřového masa a drůbeže, když obě produkce jen těsně splňují stanovené minimální podmínky. To je způsobeno nedostatkem „živočišných bílkovin“ pro prasata a drůbež, což vyžaduje maximální zpětné použití odstředěného mléka.

V porovnání s výrobou, jíž se ve sledovaném roce dosáhlo, se zjistily možnosti desetiprocentního zvýšení, jestliže se využije optimálně krmiv a dojde-li k příslušnému vyrovnání v produkci mléka.

Podobné úlohy se shodnou stavbou a stejnými c_i , u nichž však byly rozdílné celkové objemy jednotlivých krmiv, se počítaly pro každý okres. Téměř všude byly získány podobné výsledky, ačkoli se v některých okresech docházelo k určitým variacím na základě specifických přírodních a ekonomických podmínek, pokud tyto podmínky ovlivňují výrobu krmiv. Bude-li se v těchto pracích pokračovat se zlepšenými matematickými modely a při přesných údajích, bude možno dospět k použitelnému nástroji běžného plánování.

*

Závěrem považuji za vhodné rozvést některé myšlenky k problému, který lze rovněž řešit pomocí lineárního programování, ke zjištění optimálního rozmístění rostlinné a živočišné výroby. Přímá cesta k tomuto cíli vede prostřednictvím modelu, do kterého jsou zařazeny všechny stanovištní jednotky se svými zvláštními proměnnými a vedlejšími podmínkami. K tomu se připojují některé společné vedlejší podmínky, které určují vzájemný vztah jednotlivých tržních produktů v součtu všech stanovišť (např. brambory : maso = 4 : 1). V účelové funkci lze např. jako oceňovacích činitelů (sazeb) použít cen produktů jako kritéria maximalizace nejvyšší tržní produkce v peněžním vyjádření.

Z toho vyplývá schéma matice omezujících podmínek, uvedené na str. 31.

Hlavní nevýhodou tohoto modelu je, že obsazuje značnou kapacitu paměti počítače a přitom ji neúplně využívá. Jelikož však paměť našich samočinných počítačů je omezena, nemůže model překročit určitá měřítka. U počítače, který má Německá demokratická republika k dispozici (ZRA 1), se tato hranice pohybuje kolem 60 proměnných a 60 omezujících podmínek. Chceme-li například rozlišovat jen šest stanovištních jednotek v NDR, pak může každá stanovištní jednotka obsahovat maximálně 10 proměnných a asi 9 omezujících podmínek. Za těchto okolností lze vztahy a zvláštnosti zemědělské produkce na jednotlivých stanovištích

vyjádřit jen zhruba a značně nepřesně. Z této skutečnosti vyplývá, že použití výsledků by mělo jen omezenou platnost

Avšak jiný obraz nám poskytne výpočet, jestliže všechny stanovištní jednotky rozdělíme do dvou skupin. Pak může každá z těchto skupin obsahovat asi 30 proměnných a 27 omezujících podmínek. Koeficienty výnosů apod. se stanoví jako průměry příslušné skupiny. Po výpočtu optimalizace podle první metody se zjistilo, jaké jsou u každé z obou skupin relace mezi jednotlivými tržními produkty. Vychází-li se z takto získaných relací, lze nyní opět každou skupinu dělit a odděleně optimalizovat, až se dospěje k dostatečně přesnému rozdělení stanovišť.

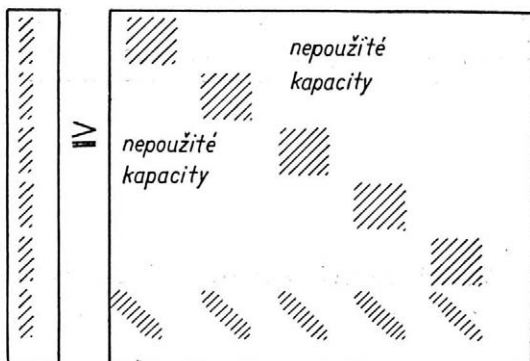
Krokem vpřed by byl samostatný výpočet každé stanovištní jednotky v rozsahu 60 proměnných a 60 omezených podmínek, čímž by byla zaručena již přijatelná přesnost.

Avšak jak máme dodržet potřebný sortiment tržní produkce u sumy všech stanovišť? K této otázce nelze říci nic s konečnou platností, avšak naše zkoumání se zaměřují na to, abychom se na základě opakovaných výpočtů všech stanovištních jednotek přiblížili korigováním c_i požadovanému sortimentu.

Postup: oceňovací činitel (sazby) c_i se u jednotlivých produktů nejprve stanoví na základě libovolně zvolených opěrných bodů. Tato c_i jsou pro všechna stanoviště stejná. Na pokladě různých výsledků ve výnosech se pomocí optimalizace vypočítají jiné vztahy tržních produktů. Přesto zůstávají relace tržních produktů v sumě všech oblastí nejdůležitější. Vypočtené relace mezi všemi tržními produkty se nyní porovnají s relacemi, které by byly žádoucí. Jestliže se pro určitý produkt vypočte příliš malý podíl, pak se při dalším propočtu všech oblastí poněkud zvýší příslušná hodnota c_i . V opačném případě se stanoví poněkud níže. Tento postup se musí několikrát opakovat až do té doby, než je dosaženo požadovaných proporcí. Nevýhodou této metody jsou relativně vysoké náklady na vlastní výpočty, přičemž lze při opakovaných výpočtech dosáhnout úspor.

Tímto postupem však dosáhneme souladu mezi maximální produkcí každého stanoviště a sortimentem tržní produkce, který je z hlediska národního hospodářství nutný. Zvláštní úloha, která v tomto případě připadá c_i , musí být ještě teoreticky hlouběji objasněna.

V tomto posledním odstavci se měla věnovat jen zběžná pozornost další cestě, která logicky navazuje na naše dosavadní výzkumné práce. Naším cílem je přispět k tomu, aby se přednosti našeho společenského řádu proti kapitalismu, které v neposlední řadě spočívají v plánování, mohly plně rozvinout.



1. Schéma modelu „rozdělení podle stanovišť“

Zajišťování optimální výroby krmiv pomocí lineárního programování

Dr. Ernst Walter PAASCH, Otto KREUTZBERGER
Ústav pro zemědělství při Zemědělské radě, Magdeburg

Zemědělsko-ekonomický výzkum je na počátku nové vývojové fáze. To bude v obsahu a formě vyjádřeno úsilím kvantifikovat co nejvíce ekonomické jevy a souvislosti, formulovat je matematicky exaktně a vyvozovat z takovéto analýzy bezprostřední závěry pro plánování na rozličných úrovních. Také při plánování bude matematický model v budoucnu působit víc a více orientačně. Odpovídá to v nejvyšší míře dialektickému nazírání, jaké je ekonomice socialismu vlastní.

Mnohostrannost vzájemných vztahů při zemědělském výrobním procesu nelze dosavadními analytickými metodami jednoznačně proniknout. Jimi je možno v každém případě stanovit účinek jednoho či dvou faktorů na výsledek hospodářské jednotky. Takto je však možno působit na plánování jen v rozsahu velmi omezeném, ježto na způsob působení ostatních faktorů není možno pohlížet v bezprostřední souvislosti a nelze jej posuzovat. Proto se dosavadní metody plánování snaží o to, zlepšit krok za krokem organizační formu prošlých hospodářských období a dovést ji k příznivějšímu řešení. Nelze však prokázat, že toto řešení je jednoznačné optimum, dosažitelné za nynějších podmínek.

Ke zmírnění těchto nedostatků se nabízejí matematické metody. Ty mohou vykázat nejen exaktní řešení určitých daných problémů, nýbrž také osvětlí změť faktorů u zemědělské výroby a umožní rozpoznat souvislosti a odvodit závěry. Použití matematických metod však předpokládá, že

1. ekonomický cíl lineárního programování — účelová funkce — bude jednoznačně stanovena.

2. potřebné hodnoty analýz jsou známy a

3. budou formulovány podmínky, které umožní přizpůsobení všeobecného problému specifickým poměrům té které plánovací jednotky.

Tak zvané lineární programování má významnou možnost upotřebení. Je použito také v předložené práci, v níž je zkoumána otázka, jak lze minimalizovat plochu hlavních krmených plodin pro krávy s určitou dojivostí tím, že se účelně kombinuje pěstované krmivo, které je k dispozici za daných ekonomických a přírodních podmínek v jednotlivých zemědělských závodech. Pro tento účel bylo vypracováno řešení pro 10 státních statků a 4 zemědělská výrobní družstva, která hospodáří v různých místních podmínkách. V 35 rovnicích byly formulovány požadavky z hlediska nutričních hodnot, fyziologické požadavky, možnosti výnosů jednotlivých plodin v rostlinné výrobě a ekonomické podmínky jednotlivých závodů. Řešení těchto rovnic představuje s matematickou přesností dosažitelné minimum plochy hlavních krmených plodin při daných podmínkách. Soustava rovnic byla řešena na samočinném počítači ZRA 1.

Podmínky zařazené v systému rovnic, způsob jejich řešení a výsledky jsou objasněny a diskutovány v další části tohoto pojednání. Výsledky výpočtu svědčí o tom, že existují významné možnosti úspory plochy hlavních krmených plodin, jestliže se přistoupí ke správnému výběru krmených plodin a jestliže se krmivo ve správné formě zužitkuje. Dalšího, lepšího přizpůsobení podmínkám závodu lze dosáhnout substitucemi v konečné matici.

Formulace výroby a způsob řešení

Soustava rovnic by měla podchytit všechny nejrušnější možnosti produkce krmiv v různých ekonomických a přírodních podmínkách v kraji Magdeburk, popřípadě zčásti již rozepsanou výrobu krmiv. V rámci soustavy rovnic by měl být např. uvažován různý podíl luk a pastvin nebo plocha pro cukrovou řepu. Rovněž musí být podchyceny rozdílné výnosy téže plodiny na různých stanovištích a různých plodin na témže stanovišti. Dále musí být vzaty v úvahu

různé způsoby pěstování krmných mezipločin. Je nutno vytvořit předpoklady k tomu, aby bylo možno vypracovat pomocí všeobecného programu různá řešení pro krávy s rozdílnou dojivostí a na to navazující rozdílné nároky zvířat na množství, kvalitu a složení krmiv. Na základě výsledků výpočtu se dospělo k závěrům o budoucím pěstování krmných plodin a o způsobu jejich využití při různých stanovištních podmínkách v kraji Magdeburk.

Podmínky

Aby bylo možno vzít v úvahu všechny uvedené požadavky, bylo nutno formulovat podmínky, tj. vyjádřit je matematickou formou lineárních rovnic a nerovností.

Pro zjištění minimální plochy hlavních krmných plodin na jednu krávu jsou nutné tyto podmínky:

1. potřeba škrobových jednotek, vypočtená podle produkčního vzorce $q = 11,0 + 0,003 l$ (přísná rovnice)*;

2. stravitelný hrubý protein celkem, omezení zdola, vypočteno podle produkčního vzorce $q = 1,1 + 0,00055 l$ *);

3. stravitelný hrubý protein celkem, omezení shora, vypočteno podle produkčního vzorce $q = 1,1 + 0,00065 l$ *);

4. obsah sušiny celkem, omezení zdola 50,00 q/krávu*);

5. obsah sušiny celkem, omezení shora 65,00 q/krávu*);

6. zelená píce celkem, omezení zdola 70,00 q/krávu*);

7. zelená píce celkem, omezení shora 100,00 q/krávu*);

8. siláž celkem, omezení zdola 70,00 q/krávu*);

9. siláž celkem, omezení shora 110,00 q/krávu*);

10. seno celkem, omezení zdola 5,00 q/krávu*);

11. sláma celkem, omezení shora, stanoveno závodem v q/krávu.

12. trvalé louky a pastviny; plocha trvalých luk a pastvin v arech na jednu krávu, uvádí vždy závod (přísná rovnice);

13. pastviny — omezení shora;

závod uvede plochu luk a pastvin vhodných k pastvě, v arech na jednu krávu;

14. výnos z pastvin podle způsobu využití jako zelená píce, seno, siláž;

15. výnos z luk podle způsobu využití jako seno, siláž;

16. sušené řízky; závod uvede nezbytné množství sušených řízků na jednu krávu; podle poměru suchých a mokřých řízků (10:1) je možno vypočítat příslušné použití;

17. řepný chrást celkem — omezení shora; závod uvede maximální plochu v arech na jednu krávu. Při použití čerstvého chrástu, siláže nebo sušeného chrástu se používá přepočítávacího koeficientu v poměru 1:0,8:0,16 podle zvoleného způsobu krmení;

18. zimní meziplochy jsou ve vztahu k ploše, na které bude zaseta kukuřice (přísná rovnice). Počet podmínek se řídí počtem předplodin;

19. celková plocha zimních meziplochin úhrnem — maximálně v procentech pěstované kukuřice (údaje poskytne závod);

20. možnost výkrmu žitem ve formě zelené píce nebo siláže;

21. celková plocha strniskových směsek — omezení shora — maximální plochy v arech na jednu krávu uvede závod;

22. Celková plocha podsevů — omezení shora — maximální plochy v arech na jednu krávu uvede závod;

23. obilní šroty celkem — omezení shora — vyjádření v ploše hlavních krmných plodin;

24. ostatní jadrná krmiva celkem — omezení shora — maximální hodnoty uvede závod;

* Příslušné hodnoty na jednotku jsou udány v tabulkových hodnotách.

Dílčí omezení:

25. řepka	maximum 3 q
26. krmné žito	" 5 q
27. krmná pšenice	" 5 q
28. pšenice s vikví	" 5 q
29. Landsberská směska	" 5 q
30. směska ovsa a vikve	" 15 q
31. vojtěška	" 30 q
32. jetel	" 30 q
33. jetelotráva	" 30 q
34. kukuřice na zeleno	" 20 q
35. čerstvý řepný chrást	" 20 q

Jednotlivá dílčí omezení jsou pevně stanovena, může je však určit závod sám.

Typy jednotlivých podmínek

Uvedené podmínky, jimiž formulujeme úlohu, je nutno vyjádřit soustavou rovnic a nerovností. K tomu účelu je členíme do skupin, které odpovídají určitému „typu“ rovnic. Toto členění je rovněž uvažováno s ohledem na charakteristiku krmivového hospodářství. Uvedené rozdělení nám umožňuje přehled o koeficientech, které je nutno zjistit nebo vypočítat při sestavování rovnic. V další části jsou typy jednotlivých podmínek uvedeny a vysvětleny:

1. Za základní tři podmínky, pokud jde o výživu a fyziologii, považujeme nutný obsah škrobových jednotek, stravitelného proteinu a sušiny, které je nutno dodržet, aby byla zajištěna předpokládaná roční dojivost. Jelikož obsah živin v každém centu krmiva je znám (s_i , e_i , t_i – viz tabulkové hodnoty), vyplývá celkové množství ze vzorců:

$$\text{škrobové jednotky} = \sum_{i=1}^n s_i F_i$$

$$\text{stravitelný protein} = \sum_{i=1}^n e_i F_i$$

$$\text{obsah sušiny} = \sum_{i=1}^n t_i F_i$$

Pomocí F_i ($i = 1$ (1) n) označujeme množství jednotlivých krmiv v q = (centech)

U škrobových jednotek stanovíme podmínku, že jejich celkové množství má obsahovat určité množství S

$$(1) \quad \sum_{i=1}^n s_i F_i = S$$

Podmínky pro stravitelný protein a sušinu obsahují naproti tomu minimální a maximální meze požadavků. Tento vztah je možno matematicky vyjádřit pomocí nerovností. Označíme dolní a horní mez $\underline{E}$ a $\overline{E}$, popřípadě $\underline{T}$ a $\overline{T}$ a podmínky formulujeme takto:

$$(2) \quad \underline{E} \leq \sum_{i=1}^n e_i F_i \leq \overline{E}$$

$$(3) \quad \underline{T} \leq \sum_{i=1}^n t_i F_i \leq \overline{T}$$

Podmínky u škrobových jednotek a u proteinu závisí na dojivosti v litrech. Vypočítávají se na základě těchto lineárních vzorců:

$$S = 11 + 0,0030 l$$

$$\underline{E} = 1,1 + 0,00055 l$$

$$\overline{E} = 1,1 + 0,00065 l$$

kde: l = roční dojivost v litrech.

Tyto základní podmínky, které se týkají všech krmiv, jsou uvedeny v bodě 1 až 5.

2. Druhá skupina podmínek vyplývá z toho, že úhrnné množství určitých druhů krmiv musí být omezeno jak směrem nahoru, tak směrem dolů; například úhrnné množství zelené píce se musí pohybovat mezi 70 a 100 q. Rovněž množství siláže se musí pohybovat mezi 70 a 110 q. Je však také možno stanovit samostatné horní nebo dolní meze požadavků. Celkové množství sena musí činit nejméně 5 q. Naproti tomu nesmí množství jaderného krmiva překročit určitou mez. Všechny tyto podmínky se vztahují k úhrnnému množství určitých krmiv a je možno je všeobecně vyjádřit těmito nerovnostmi

$$(4) \quad g \leq \sum_{i=1}^n F_i \leq G$$

Přitom je při jednostranném omezení buď $g = 0$ (horní mez) nebo $g = \infty$ (dolní mez). Do této skupiny spadají podmínky číslo 6 až 10 a 23, 24.

3. Další podmínky jsou složeny z jednotlivých dílčích omezení. Vyplývají z toho, že jednotlivá krmiva jsou k dispozici jen v omezeném množství nebo jsou k dispozici ke zkrmení jen v určitých časových úsecích. Tyto podmínky většinou uvádí sám podnik. Tato jednotlivá dílčí omezení

se všeobecně vyjadřují pomocí nerovností ve formě:

$$(5) \quad F_i \leq G_i$$

Jde tu např. o podmínky 25–30.

4. Některými podmínkami lze také vyjádřit vztahy mezi osevními plochami. Tyto podmínky vyjadřují omezení ploch, na nichž se mají pěstovat určitá krmiva. Je-li E výnosem určité plodiny F_i , pak je podmínka plochy vyjádřena vzorcem:

$$(6) \quad \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{E_i} \leq f$$

přičemž f vyjadřuje omezení plochy. Do této kategorie nerovností spadá více podmínek. Blíže je uvedeme na příkladu.

a) V podmínkách 21 a 22 jsou omezeny plochy strniskových směsek a podsevu. Vyjadřují se pomocí nerovností ty-

$$(7) \quad \sum_{i=1}^n \frac{F_{zi}}{E_{zi}} \leq \frac{p}{100} \left[\sum_{i=1}^n \left(\frac{F_{Mi}}{E_{Mi}} + \frac{F_{MSi}}{E_{MSi}} \right) + \frac{F_M}{F_M} + \frac{F_{MS}}{E_{MS}} \right]$$

V tabulce je uvedena jako bod 19. Jelikož jednotlivé plochy meziplodin F_z souhlasí s odpovídajícími plochami kukuřice, platí ještě tento vztah pro plochu:

$$(8) \quad \frac{F_{zi}}{E_{zi}} = \frac{F_{Mi}}{E_{Mi}} + \frac{F_{MSi}}{E_{MSi}} \quad (i = 1, 2, \dots)$$

Tyto rovnice (8) musí být bezpodmínečně splněny. Nazýváme je proto přísnými rovnicemi pro předplodiny. Z (8) a (7) lze vyvodit, že při maximálním sto procentním podílu plochy meziplodin na celkové ploše kukuřice ($p = 100\%$), uplatňuje se jen rovnice (8) a nerovnost (7) je zbytečná. Rovnice ve formě (8) vyjadřují rovnost plochy u předplodin a následných plodin. Pomocí nich lze vyjádřit vztahy ozimých směsek.

c) Ke skupině vztahů — pokud jde o plochy — náleží také podmínky, které se týkají luk a pastvin (bod 12). Závod uvede plochu luk a pastvin (f) v arech na jednu krávu; tuto plochu lze využít buď k pastvě nebo ji lze sklízet. Přitom z luk lze získat buď seno nebo siláž.

Tyto různé možnosti využití krmiva z plochy luk a pastvin je nutno vyjádřit pomocí rovnice. Označíme-li krmivo

pu (6). Rovněž podmínka, která se týká pastvy (13), obsahuje stejný vztah k ploše.

b) Zvláštní skupinu tvoří podmínky, které vyjadřují vztahy k ploše a které se týkají pěstování kukuřice a ozimých směsek. Podle výrobních podmínek jednotlivých zemědělských závodů nesmí objem určitých ozimých směsek překročit určitý podíl plochy kukuřice. Musíme přitom rozlišovat mezi kukuřicí jako hlavní plodinou a kukuřicí, která následuje po jednotlivých meziplodinách. Kukuřici jako hlavní plodinu, která je určena ke krmení, označujeme F_M a kukuřici po meziplodině F_{zi} označujeme F_{MS} . Přitom je možno kukuřici buď silážovat, a pak ji označíme jako F_{MS} , popřípadě jako F_{MSi} , jestliže je po zimní směsce. Má-li podíl plochy meziplodin dosáhnout maximálně p procent celkové plochy kukuřice, pak se tato podmínka vyjádří touto nerovností:

z luk a krmivo z pastvin F_{we} a F_{wi} , pak platí rovnice:

$$(9) \quad < \frac{F_{we}}{E_{we}} + \frac{F_{wi}}{E_{wi}} = f$$

Jestliže jen část uvažované plochy je vhodná k pastvě, musí se pro pastvu F_{we} stanovit ještě další omezení.

5. Jako poslední skupinu uvádíme podmínky, které se týkají možnosti použití krmiv. Příslušné rovnice označujeme jako rovnice použití. Tyto rovnice vyjadřují různé možnosti použití $F_{(k)}$ ($k = 1, 2, \dots$) určitého krmiva F_i . Tak například lze řepný chrást zkrmit buď čerstvý nebo silážovaný, popř. sušený. U podmínek, které se týkají luk a pastvin, lze trávu buď zkrmit jako seno nebo siláž, o čemž jsme se již zmínili. Řepný řízky, které jsou závodu k dispozici, lze zkrmit mokré nebo sušené. Jestliže lze určité krmivo použít různým způsobem, musíme znát přepočítací koeficienty. To znamená, že nám musí být známo, kolik metrických centů krmiva dostaneme z krmiva F_i , bude-li krmivo ve formě $F_{i(k)}$. Přepočítací koeficienty můžeme zjistit rovněž prostřednictvím maximálních množství $M_{i(k)}$. Jelikož je možnost volby použití krmiva v různé formě, musí se jejich vzájemný vztah vyjádřit takto:

$$(10a) \quad \frac{F_i}{M_i} + \sum_k \frac{F_{i(k)}}{M_{i(k)}} = 1$$

Z této rovnice vyplývá: Jestliže přichází v úvahu jen možnost použití krmiva ve formě $F_{i(k)}$, pak jde o maximální množství $M_{i(k)}$. Rovnici není třeba měnit, jestliže je známo, v jakém poměru je možno zaměnit krmivo F_i krmivem $F_{i(k)}$. Jestliže je poměr $M_i : M_{i(k)} = 1 : V_{i(k)}$, pak rovnice se rovná (10b):

$$(10b) \quad F_i + \sum_k \frac{F_{i(k)}}{V_{i(k)}} = M_i$$

Jestliže současně ve výpočtu uvažujeme i výnosy, pak je nutné, aby se plo-

cha f uvedla jako omezení pro pěstování. Pak má rovnice použití tvar:

$$(10c) \quad \frac{F_i}{E_i} - \sum_k \frac{F_{i(k)}}{E_{i(k)}} = f$$

V této formě se rovnice opět vztahuje k ploše.

Všechny tři formy (10a), (10b) a (10c) vyjadřují stejný obsah volitelné možnosti použití určitého krmiva. Která forma rovnice dojde k uplatnění, o tom se rozhodne na podkladě údajů uvedených praxí. U naší konstrukce modelu máme podobnou podmínku o použití, uvedenou v bodě 16 (řízky z cukrové řepy) a 17 (řepný chrást).

Sestavení výchozí matice

Typy rovnic a nerovností, které byly objasněny v předchozí části a které vyplývají ze speciální formulace problémů v krmivářství, lze podchytit z matematického hlediska do soustavy lineárních rovnic a nerovností:

$$(11) \quad \sum_{k=1}^m a_{i,k} \cdot F_k \begin{cases} \geq \\ \leq \end{cases} b_i \quad i = 1(1)n$$

kde:

$a_{i,k}$ jsou koeficienty, které se vztahují k jednotlivým podmínkám.

Z formulace úlohy plyne, že máme zjistit krmiva a jejich dávky za podmínek, které jsou charakterizovány soustavou rovnic (11) při požadavku minimální plochy hlavních krmných plodin. Ke splnění tohoto úkolu je nutno vyjádřit plochu jako lineární funkci účelové funkce f . Je-li E_i výnosem (v metrických centicích na hektar) krmiva F_i , pak je reciproční hodnota $f_i = 1/E_i$ plochou, připadající na cent krmiva. Celkovou plochu všech krmiv vyjadřujeme rovnicí:

$$(12) \quad f = \sum_{i=1}^n f_i F_i$$

Jelikož je úloha formulována tak, že se má minimalizovat plocha hlavních krmných plodin, koeficienty f příslušné krmným plodinám, jejichž plocha se započítává do celkové plochy, jsou v účelové funkci rovny nule (12).

Je známo, že při lineární optimalizaci se soustava nerovností (11) převede na

soustavu rovností zavedením doplňkových proměnných y_i . Tento vztah lze vyjádřit ve tvaru:

$$(13) \quad y_i = a_{i,0} + \sum_{k=1}^n a_{i,k} F_k \quad i = 1(1)m$$

Optimální kombinace se zjistí, jak známo, buď simplexovou metodou nebo metodou duálně simplexovou. K tomuto účelu se koeficienty $a_{i,k}$ sestaví do takzvané výchozí matice:

$$(14) \quad a = (a_{i,k}); \quad i = 0(1)m; \quad k = 0(1)n$$

V této matici jsou v řádce $i = 0$ obsaženy koeficienty účelové funkce (12).

Sestavení výchozí matice je usnadněno tím, že se podmínky rozdělí do určitých typů. Tím se umožní, aby výpočet koeficientů pro výchozí matici byl přehledný. S ohledem na přepočítání většího množství zemědělských závodů musí být tato přípravná práce systematická, aby bylo možno použít samočinných počítačů. Obdobě je tomu i u duálně simplexové metody. Pro výpočet duálně simplexovou metodou řadíme rovnice jednotlivých podmínek do matice takto:

Mezi podmínkami jsou takové, které vyjadřují dodržení pevného stavu nebo pevného počtu. To je například celková škrobová hodnota nebo louky a pastviny. Rovněž rovnice použití (například řepných řízků) a rovnice plochy předplodin vyjadřují pevný vztah. Koeficienty těchto takzvaných přísných rovnic se zařadí do prvních řádků výchozí matice. Pak následují koeficienty nerovností, které odpovídají podmínkám

s dolními a horními omezeními. Příslušné koeficienty jsou buď pevně stanovenými hodnotami nebo je musíme napřed vypočítat z daných hodnot. To poznáme podle zařazení do jednotlivých typů, které uvádíme:

a) Pevně stanovené koeficienty:

1. Při základních podmínkách 1, 2 a 3 jsou takzvanými jednotkovými hodnotami s_i , e_i , t_i krmiva F_i hodnoty uvedené v tabulkách.

2. Koeficienty podmínek typu 4 a 3 jsou = 1.

b) Koeficienty, které je nutno vypočítat:

V podmínkách typu 6 až 10 c jsou koeficienty vždy reciproční hodnoty daných hodnot, jako jsou výnosy, maximální množství nebo poměrná čísla. V podmínce 7 je nutno reciproční hodnoty ještě násobit určitým procentem.

c) Údaje podmínek, které je nutno vypočítat:

Omezení, vztahující se k příslušným podmínkám, se nazývají omezujícími hodnotami (kapacitami). Jsou to hodnoty, které se v soustavě (11) zapisují na pravou stranu. Tyto hodnoty buď závod uvede sám (jednotlivá samostatná omezení, omezení plochy), nebo jsou pevně dány formulací úlohy (množství zelené píce, množství siláže, množství sena), popřípadě je nutno je předem vypočítat. K posledně jmenovaným se počítají ty, které závisí na množství nadojeného mléka, např. škrobová hodnota, protein a popřípadě množství

jadrných krmiv a omezení krmné slámy.

Při zapisování koeficientů do matice je třeba dát pozor na znaménka. Ta závisí na formulaci úlohy, podle které se rovněž zavádějí kladné doplňkové proměnné. Podmínka s jednou horní mezí

$$(15) \quad \sum_{k=1}^n a_{i,k} F_k \leq b_i$$

odpovídá rovnici:

$$(16) \quad y_i = b_i + \sum_{k=1}^n (-a_{i,k}) F_k$$

V tomto případě se číslo omezující hodnotu (kapacita) b_i zapisuje přímo, zatímco u koeficientů $a_{i,k}$ změnímme znaménko. Právě naopak je tomu při podmínce, jejíž stanovíme dolní meze:

$$(17) \quad \sum_{k=1}^n a_{i,k} F_k \geq b_i,$$

která odpovídá rovnici

$$(18) \quad y_i = -b_i + \sum_{k=1}^n a_{i,k} F_k$$

Přitom je nutno zdůraznit, že podmínce s dolní a horní mezí odpovídají dvě rovnice ve tvaru (16) a (18).

Výsledky lineárního programování

S použitím podmínek a metod z předchozí části statě se přistoupilo k výpočtu minimální plochy hlavních krmných plodin pro čtrnáct socialistických zemědělských závodů kraje Magdeburk. Výpočtem se dospělo k výsledku, který uváděl množství a potřebu plochy krmiv zařazených do výsledného řešení, a dále substituční sazby (relativní ocenění) výsledné matice. Tyto sazby nám uvádějí, v jakých proporcích jsou jednotlivá krmiva vzájemně zaměnitelná.

Přednost těchto výsledků spočívá v tom, že umožňují další úpravu výsledků a jejich přízpůsobení podmínkám praxe. Poté byla vyzkoušena první varianta optimální kombinace i z hlediska možného praktického uplatnění. Přitom se ukázalo, že řešení pro jeden státní statek neodpovídalo jeho podmínkám a znamenalo by neúčelné využití

jeho zdrojů. Pro dvanáct závodů bylo nutno přistoupit k nepatrným úpravám, které zčásti bylo možno učinit přímo v matici a zčásti vyžadovaly dalších propočtů. Řešení, navržené pro čtrnáctý zemědělský závod, mohlo být dáno k praktickému použití bez dalších úprav. Pro dvanáct závodů byla zjištěna další druhá varianta, kterou bylo možno v každém případě akceptovat. Přitom zde uvedené podmínky je možno zařadit do programu pro budoucí výzkumné práce.

Abychom se seznámili se vzájemnými souvislostmi, uvedeme nejdůležitější výsledky výpočetních prací (druhá varianta) s ohledem na požadavky plochy a na skladbu ročního množství krmiva. Hodnoty, které představují maximum uvedené v podmínkách, jsou

I. Potřeba plochy pro krmné plodiny v arech na 1 krávu s roční dojivostí 4000 l

Závod	Číslo bonity	Dosavad. plocha hlavních krmných plodin	Plánov. plocha hlavních krmných plodin	Plocha mezi-plodin	Řepa cukrová	Louky a pastviny	Jadrné krmivo q ¹⁾	Výpalky hl	Stravitelný hrubý protein q
		arů							
A	98	38,0	28,9	50,0	26,7	1,1	3,8 ²⁾	—	3,36
B	92	47,0	24,1	23,0	21,7	6,9	1,0	—	3,39
C	92	34,0	26,1	39,9	15,2	4,2	4,3	50,0	3,68
D	89	34,0	26,4	44,1	30,6	6,2	—	—	3,52
E	87	32,3	32,1	38,7	19,2	21,9	6,0	—	3,60
F	85	26,6	43,5	57,8	19,1	18,2	4,9 ²⁾	52,5	3,48
G	80	21,0	31,8	35,3	16,3	3,0	1,4	46,0	3,70
H	74	48,5	46,7	44,3	14,0	26,0	1,4	34,8	3,46
J	63	43,0	45,1	38,2	16,8	26,9	0,5	—	3,30
K	48	×	53,1	25,3	10,0	28,2	1,5	—	3,58
L ³⁾	45	56,0	52,5	37,7	6,1	34,1	6,1	—	5,48
M	41	54,6	56,0	51,6	6,5	28,2	—	—	3,32
N	30	73,8	63,8	37,7	8,3	50,4	—	41,4	3,37

¹⁾ bez sušených řízků

²⁾ sušený řepný chrást

³⁾ dojivost na krávu 5000 l ročně

vytištěny tučně, a ty které představují minimum, jsou označeny kursivou.

Tabulka I uvádí potřebu plochy krmných plodin, jadrného krmiva, potřebu výpalků, jakož i celkový obsah proteinu v ročním množství krmiv.

Jednotlivé zemědělské závody jsou uspořádány podle bonity půdy, kterou obhospodařují. Tato skutečnost se promítá do výnosů a do podílu cukrové řepy. S klesající bonitou obvykle souvisí i vzrůstající podíl luk a pastvin. Za těchto okolností stoupá potřeba plochy hlavních krmných plodin. Od tohoto pravidla se závody odchylují jen výjimečně, a to buď v důsledku poměrně nízkých výsledků výnosů (závod A a F) nebo vlivem nepatrného rozsahu meziplodin (závod K). U závodu L umožňují dobré výnosy, aby plocha hlavních krmných plodin byla nepatrná. Přitom je třeba mít na zřeteli, že se zde vycházelo ze základu 5000 l nadojeného mléka na jednu krávu. V závodě B klesl podíl plochy hlavních krmných plodin o 23 arů, v závodě A, D, C, vždy o 8 až 10 arů v přepočtu na jednu krávu. V závodě E, H, L, M a J se dosáhlo jen ne-

patrných změn v ploše, zatímco v závodě G a H došlo ke zvýšení plochy hlavních krmných plodin v porovnání s plánovanými plochami v roce 1961. Ve všech závodech mimo závod L se dosud dosahovalo nízké dojivosti v přepočtu na jednu krávu, a to v důsledku nedostatečného množství krmiv, které bylo k dispozici. Jestliže se podaří v závodech druhé skupiny dosáhnout dojivosti na jednu krávu ve výši 4000 l při spotřebě daného množství krmiva, pak se zvýšenou produkcí mléka přesto dosáhne relativní úspory plochy na hektar hlavních krmných plodin. Na základě těchto skutečností lze usoudit, že pomocí exaktní metody plánování krmiv lze bezpochyby přijmout opatření, která vedou ke snížení plochy hlavních krmných plodin.

Ke snížení plochy hlavních krmných plodin přispívá to, že se využívá možnosti ku zvětšenému pěstování meziplodin. Jejich rozdílný obsah lze vysvětlit především omezením plochy, kterou si jednotlivé závody stanovily. Tyto maximální meze byly ve všech případech, mimo závody J a K, plně vyčer-

pány. V průměru by měly zemědělské závody pěstovat na 1 VDJ meziploidy na 40 arech. To znamená, že při stavu 70 VDJ na 100 ha by se meziploidy pěstovaly na 28 % zemědělské půdy, jestliže bereme v úvahu v průměru 12 % luk a pastvin a 32 % orné půdy.

Spotřeba jaderného krmiva může být považována za dostatečnou jen v závodech E, popř. ještě v závodech F, C a L. Ve spotřebě nejsou zahrnuty nutné přídatky na počátku laktčního období.

V tabulce II se uvádí potřeba zelené píce. Pro všechny závody byla množství celkem omezena směrem dolů na 70 q a směrem nahoru na 100 q. Toto omezení bylo považováno za žádoucí, aby se usnadnilo roční rozdělení krmiv na dávky. Rovněž omezení směrem dolů bylo nutné, neboť jak nám ukázaly výsledky, 8 závodů dosáhlo a dodrželo minima. V těchto závodech by byl možný další pokles plochy hlavních krmných plodin do té míry, do jaké by bylo možno nahradit zelenou píci z hlavních krmných plodin silážní kukuřicí a žitem ke krmení.

Jenom závody L a D dosáhly stanoveného maxima, protože zde jsou zvláštní podmínky; totiž poměr mezi cukrovou řepou a vojtěškou ve výši 3 : 1 v zá-

vodě D a minimální množství zelené píce z pastvin ve výši 75 q v závodech L.

Převážná část zelené píce pochází z doplňkové plochy krmných plodin, přičemž vysoký podíl zelené píce připadá na letní směsky. Proto bylo nutno v některých závodech omezit „podzimní zelenou píci“, aby bylo možno sestavovat správné denní dávky. U ozimých směsek bylo za minimum označeno využití plochy udané v tabulkách pro předplodiny kukuřice. Při výpočtu se použilo větších množství — 15 až 20 q v souladu s časovým rozmezím, které připadalo v úvahu ke zkrmování. Jestliže se jich dosáhlo jen v malém počtu případů, je to způsobeno nejen rozdílným snížením výnosů následně kukuřice na siláž, ale také ostatními okolnostmi, které spoří plochu při výrobě zelené píce, nebo s ohledem na žádaná omezení ploch ozimých směsek v poměru ke kukuřici.

Poslední podmínka se přístě již nebude uvádět, takže by bylo možno v plánu určit rozsah ozimých směsek snížením výnosu kukuřice. U pícnin na orné půdě, které se mají zkrmit na zeleno, jde o:

II. Potřeba zelené píce v q na krávu

Závod	Zelená píce	Z toho				
		hlavní krmné plodiny	pastva	ozimé směsky	letní směsky	řepný chrást
A	70,0	23,8	2,2	7,5	16,5	20,0
B	75,6	13,3	4,3	10,0	29,0	19,0
C	70,0	—	6,0	19,7	24,3	20,0
D	99,9	19,2	10,1	15,0	35,6	20,0
E	90,0	—	28,2	5,0	36,8	20,0
F	70,0	20,0	—	15,0	30,0	5,0
G	70,0	21,0	—	5,0	44,0	—
H	70,0	24,3	19,6	11,0	15,1	—
J	71,5	0,3	23,9	10,0	25,5	11,8
K	70,0	20,0	15,0	5,0	24,1	5,9
L	100,0	—	75,0	—	25,0	—
M	70,0	34,6	6,4	5,0	24,0	—
N	70,0	—	47,1	5,0	17,9	—

směsku ovsa a vikve	v závodě A (12 q),
zelenou kukuřici	v závodě A (10 q),
zelenou kukuřici	v závodech F, H, K a M (vždy po 20 q),
vojtěšku	v závodech B (13 q), D (19 q) a M (16 q),
jetel	v závodě G (21 q)

Přitom je pozoruhodné, že směska ovsa a vikve, vojtěška a jetel byly v plánované výši pojaty ve všech případech teprve ve druhé variantě na základě dodatečných podmínek, které především musely obsahovat požadavek přesunu podzimní zelené píce a účelný poměr cukrové řepy k vojtěšce. Zelená kukuřice se však prosadila i v první variantě.

U šesti zemědělských závodů se celkové množství siláže pohybuje u stanoveného minima 70 q. Jen v závodech B a J bylo vykázano větší množství než 90 q, aniž by zde k tomu byly zjištěny zvláštní důvody. Udané maximum 110 q nebylo tudíž ani v jednom případě dosaženo (tab. III).

Ve všech závodech zaujímá kukuřice na siláž významné postavení. V průměru třinácti závodů dosahuje v dávkách 46 q, přičemž nejsou patrný rozdíly,

kteří by způsobovaly různé stanovištní podmínky. V těchto výsledcích spatřuje nový důkaz předností silážní kukuřice po ozimých směskách. V této souvislosti je nutno konstatovat, že krmná řepa je v řešení zastoupena jen jednou, a to v první variantě závodu L. Avšak v dalších variantách se již neobjevuje, ačkoli se plánoval výnos 750 q z hektaru. Ze speciální formulace úlohy vyplynulo, že krmná řepa může být schopna konkurovat silážní kukuřici teprve při výnosu větším než 1200 q z hektaru, jestliže se dosáhne výnosu 450 q zelené hmoty a 200 q žita ke krmení. Nebylo však prozkoumáno, zda bude krmná řepa zařazena do výsledného řešení, je-li bilancována společně se siláží.

V tabulce IV je nejprve uvedena výměra luk a pastvin a její rozdělení v ploše jednotlivých způsobů použití. Z výsledků nelze vyvodit závěr ve smyslu nejúčelnějšího využití luk a pastvin v závislosti na jejich vzájemném poměru. Jiné faktory zřetelně překrývají vliv luk a pastvin na celkové krmné dávky. Tak například množství slámy velmi silně ovlivňuje množství sena nutného k nasycení zvířat. Tak je třeba vyprodukovat více sena v případě, když je k dispozici méně slámy (závody G a M) nebo obráceně (závody C a N). Travní siláž přichází v úvahu jen v závodě N. Byla by rovněž účelná pro závod L, kdyby nebyla stanovena

III. Potřeba siláže v q na 1 krávu

Závod	Siláž celkem	Z toho			
		kukuřice	krmné žito	tráva	řepný chrást
A	85,0	44,6	17,8	—	22,6
B	92,9	47,4	4,1	—	41,1
C	70,0	47,8	12,1	—	10,1
D	75,5	35,9	2,2	—	37,4
E	72,5	28,5	13,9	—	30,1
F	79,1	56,6	22,5	—	—
G	70,0	48,3	4,6	—	17,1
H	70,0	47,0	8,3	—	14,7
J	95,0	50,9	19,1	—	29,0
K	70,0	58,1	1,3	—	10,6
L	70,0	45,4	13,2	—	11,4
M	79,4	46,9	21,0	—	11,5
N	70,0	37,9	8,7	9,7	13,7

IV. Rozdělení luk a pastvin a nasycenost krav

Závod	Louky a pastviny v arech na 1 krávu	Z toho pastvin	V % seno	Siláž	Seno q celkem	Z toho pícniny na orné půdě q	Sláma q	Sušina q
A	1,1	100	—	—	5,0	5,0	11,0	50,0
B	6,9	25	75	—	5,0	0,6	11,0	50,0
C	4,2	58	42	—	5,0	2,4	18,0	53,3
D	6,2	67	33	—	5,0	2,9*)	11,0	50,0
E	21,9	59	41	—	5,0	—	10,0	51,2
F	18,2	—	100	—	5,0	0,5	10,0	50,0
G	3,0	—	100	—	9,2	7,5	9,0	50,0
H	26,0	34	66	—	9,7	—	8,9	50,0
J	26,9	60	40	—	5,0	1,8	11,0	50,0
K	28,2	23	77	—	13,6	3,8	9,0	50,0
L	34,1	79	21	—	5,0	2,1	6,7	51,3
M	28,2	10	90	—	14,2	—	9,0	50,0
N	50,4	58	25	17	5,0	—	11,1	50,0

*) sušený řepný chrást je započítán do sena

V. Zhodnocení řepných řízků a chrástu

Závod	Plocha cukrové řepy v arech	% čerstvého chrástu	% siláže	% sušeného chrástu	Řepné řízky	
					čerstvé v q	sušené v q
A	26,7	30	38	32 ¹⁾	12,0	1,5
B	21,7	26	74	—	12,0	1,5
C	15,2	66	34	—	14,0	—
D	30,6	26	65	9 ²⁾	14,0	0,3
E	19,2	35	65	—	15,0	—
F	19,1	15	—	85 ¹⁾	14,5	0,1
G	16,3	—	100	—	2,9	2,3
H	14,0	—	100	—	—	2,3
J	16,8	24	76	—	11,0	1,5
K	10,0	30	70	—	0,4	1,4
L	6,1	—	100	—	10,0	—
M	6,5	—	100	—	10,0	—
N	8,3	—	100	—	16,0	—

¹⁾ bilancováno jako jadné krmivo²⁾ bilancováno jako seno

podmínka minimální meze ve výši 75 q u zelené píce.

Při této příležitosti je nutno poukázat na to, že zjištění optimální varianty a zvláště účelného využití luk a pastvin je založeno na běžně dosahovaných výnosech a na způsobu hospodaření. Možností zvýšení intenzity hospodaření na loukách a pastvinách — tak jak je tomu v mnohých závodech kraje Magdeburk — nelze v rámci této zprávy blíže objasňovat.

Tabulka IV dále uvádí použití sena a slámy, jakož i obsah sušiny v celkové dávce. Zde vyplývají zajímavé souvislosti. Sláma v množství menším než 10 q v maximu má nutně za následek vyšší dávky sena, než je minimum ve výši 5 q (závody G, H, K, M), jestliže není možné, aby následovaly zvýšené dávky jadrných krmiv (závody E a L). To je zřejmě nutné k nasycení zvířat, jestliže jsme pro krmné dávky k nasycení uvažovali s 50 q sušiny. Proto také většina řešení vykazuje jen 50 q. Snížení plochy hlavních krmných plodin zvýšením dávek slámy je zcela dobře možné, avšak proti tomu se staví možnost zvířat přijímat krmiva. Vyšší dávky jadrných krmiv působí stejným směrem. Bylo zkoumáno více variant při dojitosti 3000 l na jednu krávu. Ve vět-

šině případů nemohlo být dosaženo řešení, protože podmínky si vzájemně odporovaly: potřeba sušiny u zvířat a obsah sušiny v krmivu. Proto by měla být v budoucnosti v modelech vyjádřena závislost maxima slámy na výši dojitosti jako podmínka.

V každém případě budou řepný chrást a řízky beze zbytku zužitkovány (na rozdíl do výpalků — srovnej tabulku I). Při použití chrástu se dává přednost siláži, protože zelená píce znamená úsporu plochy; lze ji získat z meziplodin. Tato tendence převládá zejména v závodech, kde převažují louky a pastviny. Sušený chrást se uvažuje jen ve třech závodech, přičemž u dvou je bilancován jako seno, čímž by se mohlo dosáhnout relativně vysoké úspory plochy hlavních krmných plodin. Bilancování jadrného krmiva se zde zdá být účelné, jestliže v budoucnosti budou vyžadovány vyšší dávky jadrných krmiv, jejichž potřebu bude třeba rovněž, pokud se týče plochy, minimalizovat (tab. V).

Vývoj směřuje hlavně k použití čerstvých řízků, protože při daném poměru 10 : 1 obsahují více živin. Jelikož vyšší dávky čerstvých řízků neodpovídají praxi, byly čerstvé řízky omezeny ve prospěch sušených řízků, což by se mělo uvažovat i v budoucích pracích.

Užití lineárního programování při vytváření nejúčelnější struktury ve výrobě krmiv

Dr. Josef TÓTH

*Katedra organizace socialistických zemědělských závodů
Ústavu zemědělských věd, Debrecín*

V Maďarské lidové republice se krmné plodiny pěstují ve státních statcích a ve výrobních družstvech na 40–60 % orné půdy. Protože stoupá počet obyvatelstva i jeho životní úroveň a současně s tím se spotřebovává více živočišných produktů, zvyšují se početní stavy a užitkovost hospodářských zvířat. Rozvoj živočišné výroby není však provázen rozšiřováním osevní plochy krmných plodin, takže potřebná krmiva musíme vyrábět na dosavadní nebo někde i na menší výměře.

Řešení tohoto problému klade velké nároky nejen na šlechtitele (šlechtění a šíření velmi výnosných odrůd) a pěstitele (vypracování a šíření agrotechnických postupů přispívajících k dosahování vysokých výnosů), ale i na organizátory výrobního závodu. Úkolem tohoto organizátora je zajišťovat vykonání prací spojených s výrobou krmiv v optimální lhůtě a mimoto správně plánovat výrobu krmiv tak, aby hospodářská zvířata dostávala potřebné živiny z plodin vypěstovaných na co nejmenší výměře. Při tom je nejdůležitější správný poměr různých plodin: přednostně se pěstují plodiny, které dávají vyšší výnosy, avšak je třeba pamatovat i na to, aby byly ve vhodném poměru k ostatním plodinám. Podle výsledků pokusů, které jsme uskutečnili na katedře organizace zemědělských závodů Debrecínského zemědělského ústavu, můžeme potvrdit, že při řešení uvedeného programu lze úspěšně použít lineárního programování.

Strukturu výroby krmiv nejpřesněji naplánujeme tak, že seskupíme zvířata podle plemene, stáří, pohlaví a chovného zaměření a pak pomocí lineárního programování naplánujeme na základě očekávané průměrné produkce optimální krmné dávky za rok, jejichž souhrn

nám dává optimální plán výroby krmiv v podniku.

Se zřetelem ke střídání krmných plodin v různých ročních obdobích je nutno pro jednotlivé skupiny zvířat sestavit 10–20 krmných dávek.

Při sestavování krmných dávek je ovšem třeba přihlížet i k výnosům luk a pastvin, k vedlejším produktům a odpadkům, jakož i ke krmivům získaným mimo závod. Na výzkumu koordinace v tomto směru právě pracujeme.

Naše výzkumy v zemědělském družstvu „Keszarsasagy“ v Hajdúszoboszló prokázaly, že plánování výroby krmiv v takovémto směru je dnes ještě ne-reálným a neúčelným požadavkem. K tak podrobnému řešení by bylo třeba mnoho výpočtů, což by nebylo v poměru s dosaženými výsledky, a to tím spíše, že plánování průměrných výnosů není dosud spolehlivé.

V současné době je reálnějším cílem celkové plánování výroby krmiv, které ve srovnání s dříve uváděným způsobem vyžaduje nepatrné propočty, jimiž se získá dostačující výsledek bez jakéhokoli technického vybavení. Toto plánování není sice přesné „na setinu gramu“, avšak to by stejně bez spolehlivých základních údajů bylo dokonce zbytečné.

Základní údaje a řešení, jichž je nezbytně třeba k sestavení celkového plánu výroby krmiv

1. Potřeba jednotlivých druhů živin pro hospodářská zvířata v plánovaném období.

2. Přehled plodin pěstovaných v hospodářství v této době a ohodnocení jejich očekávaných průměrných výnosů.

3. Údaje o tom, co jednotlivé plodiny obsahují.

4. Plánované vlastní náklady krmných plodin.

5. Zjištění omezujících podmínek.

6. Stanovení účelové funkce.

7. Formulování úlohy programování.

Tyto úkoly spadají do oblasti ekonomiky. Výsledky matematických metod závisí na správném zpracování těchto úloh. Jsou-li správné základní údaje a je-li správně formulována úloha programování, je už pak další práce v podstatě pouhým mechanickým počítáním.

Při celkovém plánování výroby krmiv určujeme především množství živin, jichž je třeba pro veškerá hospodářská zvířata (škrobová hodnota, stravitelné bílkoviny nebo jiné látky). To se snadno určuje podle množství krmiv spotřebovaných v předchozím roce nebo podle normativů. Pak určujeme plodiny, s nimiž se počítá pro výrobu, jakož i očekávané průměrné výnosy.

Pochybnosti o efektivnosti této metody vznikají z nespolehlivého plánování průměrných výnosů. K nepřesnostem dochází však i při obecném způsobu plánování. Třebaže se výjimečně může

stát, že optimální plán dá prakticky horší výsledky než plán sestavený běžným postupem, většinou je tomu naopak. Určujeme-li tedy průměrné výnosy podle víceletých (všeobecně pětiletých) průměrných výnosů a přihlížíme-li přitom i k očekávaným výsledkům plánovaných agrotechnických změn, blíží se průměrné výnosy za více let ve většině hospodářství skutečně očekávaným průměrným výnosům, nebo alespoň odpovídají poměru stanovenému při průměrných výnosech jednotlivých plodin. Avšak o tom, který z obou plánů, sestavených podle plánovaných průměrných výnosů, je lepší, nelze rozhodnout odchýlením skutečného průměrného výnosu od výnosu plánovaného, nýbrž změnou poměru mezi skutečným a plánovaným výnosem.

Údaje o struktuře krmných plodin uvádějí tabulky. Údaje o vlastních nákladech planujeme podle plánovaných agrotechnických postupů.

Drive, než začneme s výpočty, je spolu s plánováním potřeby živin a průměrných výnosů třeba také stanovit určité omezující podmínky. Je to nutné proto, aby různé plodiny nebo skupiny plodin byly pěstovány v poměru, který odpovídá fyziologickým potřebám stáda. Zvláště důležitý je správný poměr objemných, šťavnatých a jadrných krmiv. Lze ovšem určovat i jiné poměry.

Podle cíle programování se pak formuluje účelová funkce.

Formulace úlohy programování

Obecná matematická formulace této úlohy zní takto:

$$\text{I. } X \geq 0$$

$$\text{II. } A X \geq b$$

$$\text{III. } C X \rightarrow \text{extr.}$$

kde:

X znamená vektor plodin zařazených do výroby, jehož složky $X_1, X_2, \dots, X_n$ označují jednotlivé plodiny.

To znamená, že podle I. vzorce je vyloučena možnost jejich „záporné“ výroby.

A znamená matici tzv. technologických koeficientů. Zahrnuje koeficienty

výroby krmiv a koeficienty omezujících podmínek. Jeho složka a_{ij} zahrnuje údaje týkající se j -tého krmiva nebo omezení v případě výroby i -té krmné plodiny.

Základem koeficientů, vztahujících se k výrobě krmiv, může být jednotka plochy, jednotka množství krmiv, jednotka množství nějaké živiny, jednotka výrobních nákladů apod. Řešení této otázky je důležité proto, že podle něho je pak třeba stejným způsobem vypočítat koeficienty ze základních krmných dávek.

Rovněž správné určení omezujících podmínek je velmi důležité. Jimi lze totiž vymezit správný poměr jednotlivých plodin odpovídající fyziologickým požadavkům hospodářských zvířat, jakož

i úspěšně zvládnout jiné ekonomické požadavky (například horní mez výrobních nákladů aj.).

Omezení lze formulovat různě. Tak například omezení vztahující se na poměr jednotlivých plodin mohou podmínit horní nebo dolní hranici nebo procentuální podíl osevní plochy nějaké plodiny či skupiny plodin, množství živin, krmiv vypěstovaných na této výměře atd.

Vektor b vyjadřuje potřebu živin a limity odpovídající omezujícím podmínkám.

Druhý vzorec může obsahovat rovnice

Výsledky a závěry na základě výzkumů

Při našich výzkumech ve státních statcích a ve výrobních družstvech jsme vycházeli z plánu příslušného hospodářství; považovali jsme jej za reálný, a to jak pokud jde o potřebu krmiv, tak také pokud jde o průměrný výnos a jednotlivé skupiny plodin (dávající jadrná, objemná nebo štavnatá krmiva). Předpokládali jsme, že při struktuře osevní plochy, naplánované v tomto hospodářství, bude vyrobenými živinami dokonale kryta ta část veškeré potřeby živin v hospodářství, již nutno vyprodukovat na polích vedle množství živin získávaných z odpadů, z nakoupených krmiv a z pastvin a luk. Tento předpoklad byl správný, protože jsme si tím mohli ušetřit drobné práce nezbytné k přesnému plánování krmiv získávaných na polích a na druhé straně jsme mohli porovnávat výsledky dosažené při výpočtech s výchozím plánem, jenž byl sestaven v hospodářství.

Naše práce spočívala tudíž jen v tom, že jsme se při programování snažili o to, aby optimální plán, opírající se o plán výroby krmiv sestavený v hospodářství, zajišťoval stejné množství jednotlivých živin jako plán výchozí, a to při využití co nejmenší výměry a s nejnižšími výrobními náklady. Optimální plány, které jsme sestavili při našem výzkumu pro některá hospodářství, uvádíme v tabulce I, kde je porovnáváme s výchozími plány.

Výrobní družstva „Kossuth“ (ve městě Nagyleta) a „Ságyiváry“ (ve městě Hajdúböszörmény) zavedla výrobní strukturu, kterou jsme jim navrhli.

Se zřetelem k našim výzkumům jsme mohli dojít k těmto závěrům (dokládáním i údaji v tabulkách):

1. Lineárního programování lze úspěšně použít při sestavování celkového plánu výroby krmiv v zemědělských

i horní a dolní limity podle přání ve výrobě živin nebo v omezeních.

Třetí vzorec vyjadřuje účelovou funkci, podle níž za podmínek I a II získáme extrémní hodnoty. Při sestavování plánu výroby krmiv v naší zemi je nejdůležitějším cílem omezení osevních ploch. V takovém případě vektor C označuje potřebnou výměru osevních ploch pro jednotlivé plodiny se zřetelem k podmínkám vztahu.

Úlohu účelové funkce může převzít také zjišťování minimálních výrobních nákladů nebo maximální výroby živin, dále hodnoty výroby apod.

závodech; toto programování je při našich podmínkách uskutečnitelné v praxi.

2. V současné etapě není ještě reálný požadavek, aby zemědělské závody sestavovaly roční plán krmných dávek pomocí lineárního programování podle sáří a pohlaví zvířat a s ohledem na krmiva používaná v různých ročních obdobích; místo toho nutno zavádět běžný způsob plánování. Je však účelné programovat krmné dávky v průběhu roku na příští krátké období. K tomu lze použít skutečných údajů o průměrných výnosech a nákladech a přihlížet přitom k odpadům, vedlejším produktům, k výnosům z luk a pastvin a k nakupovaným krmivům. V tomto případě je bezpodmínečně nutné přesné plánování.

3. Celkový plán výroby krmiv lze sestavovat pro celou krmivovou základnu nebo pro její jednu část (píce, jařiny atd.).

4. Při programování části krmivové základny není vždy třeba zařazovat určitá speciální omezení (např. poměr plodin), což je naopak nutné při programování veškeré krmivové základny. Ke zjištění těchto omezení nutno však podrobně znát příslušné hospodářství.

5. Údaje nutno při programování kontrolovat. Kdyby se zjistilo, že jsou z určitého hlediska neuspokojivé, bylo by řešení po zařazení speciálních omezení bezcenné z agronomického i zootechnického stanoviska.

6. Lineární programování přispívá ke snížení osevní plochy a ke specializaci hospodářství.

7. Výsledky lineárního programování uhradí práci vynaloženou na programování; co největší rozšíření lineárního programování by znamenalo významnou pomoc při řešení našich úkolů spojených s krmením hospodářských zvířat.

I. Srovnání výchozího a optimálního plánu

	Státní statek Ujfalu		Státní statek Nirmada		
	výchozí plán	optimální plán	výchozí plán	optimální plán	
				1. varianta	2. varianta
katastrálních					
Kukuřice	1748	2833	304	348	397
Jarní ječmen					
Oves	56	262	250		
Krmný hrášek	59	—			
Ozimý ječmen	1261	—			
Směs pšenice a žita	54	—			
Sója	236	—			
Kukuřice na siláž	424	309	278	324	156
Kukuřice setá naširoko	78	—	50	—	248
Kukuřice naširoko s hrachem	24	—			
Směs vikve s ovsem			30	155	7
Krmná řepa					
Krmná mrkev	8	—			
Ozimá směs	96	—			
Vojtěška	1455	1955			
Červený jetel	94	—			
Sudánská tráva					
Celkem výměra (kat. jiter)	5629	5359	1012	827	800
Veškeré výrobní náklady	—	—	2 488 308	2 157 125	2 310 996
Úspora plochy (kat. jiter)	—	270	—	185	204
Úspora nákladů (forinty)				331 183	177 312
Základní jednotka		1 k. jitro		1 q škrob. hod. ekv.	1000 ft výr. nákladů
Omezení		vešk. sušiny u nejrozšíř. krmiv			
Účelová funkce		min. výměra		min. výměra	min. výměra
Poznámka	veškerá krmivová základna		jen krmné jařiny		

výroby krmiv v různých hospodářstvích

ZVD „Doža“ kom. Beszerm.		ZVD Ságyváry kom. Beszerm.		ZVD „Kossuth“ Nagyleta		Státní statek Biharkörösztes	
výchozí plán	optimální plán	výchozí plán	optimální plán	výchozí plán	optimální plán	výchozí plán	optimální plán
jiter							
856	814	274	264	336	317		
		30	—	40	—		
20	—	10	—				
57	71	189	209	30	42		
128	177	62	89	20	37	539	585
50	—	30	—				
						3	3
						95	30
						1131	1452
						539	—
						10	—
1111	1062	595	562	426	396	2317	2070
—	—	—	—	—	—	—	—
—	49	—	33	—	30	—	247
—	—	—	—	—	—	—	—
	1 kat. jitra		1 kat. jitra		1 kat. jitra		1 kat. jitra
	—		—		—		horní mez směsi ozimů, vojtěšky a mrkve
	min. výměra		min. výměra		min. výměra		min. výměra
jen krmné jařiny		jen krmné jařiny		jen krmné jařiny		jen běžná krmiva	

Sestavování optimálního plánu výroby krmiv se zřetelem k jakosti půdy

Při výzkumech, o nichž jsme dosud hovořili, jsme tvrdili, že výměra osevní plochy nemá vliv na průměrné výnosy různých plodin. Toto tvrzení se však vztahuje jen na hospodářství s půdami stejné kvality (jíž se tu rozumí půdní úrodnost). Naše hospodářství mají však zcela rozmanité půdy. (Mají různou půdní strukturu, různý obsah živin, jednotlivé hony různě rozmístěné apod.) Nepřihlíží-li se při programování k těmto faktorům, nejsou výsledky zcela správné.

Lineární programování však umožňuje přihlížet k různorodým půdním podmínkám v jednotlivých hospodářstvích při sestavování plánů. Lze to doložit tímto jednoduchým příkladem: Statní statek (Ebesy) má dva druhy půd a osevní plán pro výrobu píce sestavuje podle tabulky II.

Při této výrobní struktuře je zajištěna výroba 17 323 q sušiny, 15 124 q škrobové hodnoty, 1580 q stravitelných bílkovin a 1629 q stravitelných bílkovin + 50 % amidu, a to při výměře 1073 kat. jiter a 2 831 926 forintů výrobních nákladů.

Naším úkolem je nyní pomocí lineárního programování zjistit výrobní strukturu, která zajistí uvedená krmiva na výměře nanejvýš 1073 kat. jiter a při minimálních výrobních nákladech.

Výsledky získané při řešení této úlohy ve srovnání s výchozím plánem jsou uvedeny v tabulce III.

Z tabulky III názorně vyplývá, že při programování jsme dostali nejen optimální strukturu, ale mohli jsme určit i výměru nutnou k osetí pro jednotlivé kultury a u jednotlivých typů. Optimální osevní struktura zajišťuje optimální množství krmiv úsporou značné půdní plochy i nákladů.

Matematické řešení tohoto problému se od uvedené úlohy liší jen nepatrně. V tomto případě vektor každé kultury figuruje v počtu odpovídajícím variantám půd. Do úlohy je zároveň třeba zavést v rámci omezení horní meze výměry pro výrobu krmiv u jednotlivých půdních typů. Při řešení této úlohy je ovšem třeba mnohem více výpočtů. Evidování různých kultur a půdních typů znamená obrovskou práci, kterou už nelze zvládnout dosavadními jednoduchý-

II. Plán pro výrobu píce se zřetelem k půdním typům

Typ půdy	Kultura	Osevní plocha kat. jiter	Průměrný výnos q/kat. jitra
I	ozimý ječmen	150	22,00
	jarní ječmen	150	18,00
	oves	2	11,25
	kukuřice	216	23,00
	hrách	82	11,80
Úhrnem		600	
II	ozimý ječmen	85	17,25
	jarní ječmen	99	14,66
	oves	—	9,00
	kukuřice	289	17,43
	hrách	—	10,00
Úhrnem		473	—
Dohromady		1073	—

III. Výchozí a optimální setový plán při různých půdních podmínkách

Půdní typ	Kultura	Osevní plán (kat. jitra)	
		výchozí plán	optim. plán
I	ozimý ječmen	150	84
	jarní ječmen	150	—
	oves	2	—
	kukuřice	216	435
	hrách	82	81
Úhrnem		600	600
II	ozimý ječmen	85	412
	jarní ječmen	99	—
	oves	—	—
	kukuřice	289	—
	hrách	—	—
Úhrnem		473	412
Všechny plochy		(kat. jitra)	1073
Všechny výrobní náklady		(forinty)	2 831 926
Úspora:			
výměra		(kat. jitra)	61
výrobní náklady		(forintů)	183 043

mi prostředky. Podle našeho názoru lze však problém vyřešit i tímto způsobem. Pro půdní varianty nutno sestavit jednotlivé programy a nakonec je zkoordinovat. Výzkumy v tomto směru se dosud zabýváme.

Postup, který jsme tu vyložili, je ve stadiu, kdy již může být uplatněn v zemědělských závodech. Některá zemědělská výrobní družstva ho také již použila (v naší oblasti); snažíme se o to, aby ho při sestavování plánů použilo v příštím roce více státních statků a družstev. Třebaže tento postup se vztahuje jen na část úkolů hospodářství, lze jeho použitím dosáhnout dobrých výsledků. Podle skromného odhadu by použitím této metody ve všech zemědělských závodech naší vlasti bylo možno ušetřit ročně 250 000 kat. jiter půdy a 450 000 000 fo-

rintů, a to jako výsledek správně plánované výroby krmiv vycházející z přesných metod. Kdyby se na ušetřené výměře pěstovala kultura dávající 1000 forintů čistého důchodu z jednoho kat. jitra, stoupl by spolu s ušetřenými náklady důchod státu ze zemědělství v jednotlivých letech o 700 miliónů forintů. Nutno ovšem přihlídnout k tomu, že uvedených výsledků bylo dosaženo v hospodářstvích s plánováním krmiv na vysoké úrovni. Z toho vyplývá, že podíl a výše úspor ve většině hospodářství je jistě ještě značnější než dříve. V současné etapě je dokonce nemožné určit, jak velkou částku by mohlo celé hospodářství ušetřit přesnějším plánováním. Proto pokračujeme ve zkoumání možností a způsobů rozšíření uváděných postupů v zemědělství.

Návrh metodiky stanovení optimální krmivové základny pro JZD a státní statky

Inž. dr. Petr RASTOKIN

Výzkumný ústav zemědělské ekonomiky, Praha

Předkládaný návrh metodiky stanovení optimální krmivové základny obsahuje tři části:

I. Obecná formulace účelové funkce a omezujících podmínek.

II. Příprava potřebných číselných podkladů a vyhotovení tzv. výchozí simplexové tabulky pro propočty na samočinném počítači.

III. Rozbor výsledků propočtů získaných na samočinném počítači a uspořádaných v tzv. výsledné tabulce.

Předkládané pojednání je upravený návrh metodiky, která byla v tomto roce autorem vypracována ve Výzkumném ústavu zemědělské ekonomiky v Praze. Nyní se ve VÚZE ověřuje její použitelnost ve větším počtu závodů (celkem 17 JZD a 1 státní statek). Pro rozpracování návrhu metodiky bylo použito údajů z jednoho družstva v řepařské oblasti. Pro zobecnění návrhu metodiky byly některé údaje družstva poopraveny, popřípadě doplněny. Celý postup úpravy

číselných podkladů a vyplnění výchozí tabulky byl uspořádán ve formě tabulek navazujících na výchozí tabulku. Ke každé vyplněné tabulce byl vyhotoven prázdný formulář, takže jejich vyplnění je přístupno i středně technickým zemědělským a ekonomickým pracovníkům. V předkládaném pojednání zmíněné tabulky neuvádíme a při úpravě číselných podkladů o postupu se zmiňujeme jen v textu.

Obecná formulace účelové funkce a omezujících podmínek

V přítomné době za nejvhodnějšího ukazatele optimálnosti krmivové základny lze pokládat maximální množství škrobových (popř. ovesných) jednotek, které se dá získat za daných přírodních a agrotechnických podmínek. Jako rovnocenného kritéria optimálnosti krmivové základny lze popř. použít též maximálního množství stravitelných bílkovin, které se dá získat za daných podmínek. Hlavním cílem všech propočtů je určit takovou kombinaci jednotlivých krmných plodin, která poskytne za daných omezujících podmínek maximální množství živin, vyjádřených ve škrobových jednotkách nebo ve stravitelných bílkovinách.

Tento požadavek maximálního množství živin, čili tzv. účelovou funkci, lze obecně matematicky vyjádřit touto rovnicí:

$$Z_{\max} = \sum_{j=1}^{j=n} C_j X_j \quad (1)$$

kde:

$Z_{\max}$ = hledané minimální množství škrobových jednotek (popř. stravitelných bílkovin),

C_j = hektarové výnosy škrobových jednotek (popř. stravitelných bílkovin),

X_j = hledaná optimální výměra jednotlivých plodin,

n = počet plodin pojatých v úvahu,

j = pořadí jednotlivých plodin,

$\sum_{j=1}^{j=n}$ znamená součet řady sčítanců s indexy od 1 do n .

Slovně tento požadavek lze formulovat takto: součet součinů osevních ploch jednotlivých plodin a příslušných hektarových výnosů živin (š. j. popř. stravitelných bílkovin) má být maximální ($Z_{\max}$), tj.

$$Z_{\max} = C_1 X_1 + C_2 X_2 + \dots + C_n X_n \quad (2)$$

Podmínky, které v určitém směru omezují výrobu, tzv. omezující podmínky, může být mnoho. V předkládaném pojednání byly vzaty v úvahu tyto nejzávažnější omezující podmínky:

A. Podmínky zajišťující dostatek zelené píce pro celé vegetační období (plynulý zelený pás)

1. Nezbytná osevní plocha rané ozimé směsky I (žito + řepka) s následnou plodinou (X_{14} , X_{45}).

2. Minimální osevní plocha ozimé směsky II (žito + vikev) s následnou plodinou (X_{15} , X_{27}).

3. Minimální osevní plocha ozimé směsky III (vikev + pšenice) s následnou plodinou (X_{16} , X_{28}).

4. Minimální osevní plocha jílkové směsky s následnou plodinou (X_{17} , X_{29}).

5. Minimální osevní plocha jarní směsky I (vikev + hrách + oves + kukuřice) s následnou plodinou (X_{18} , X_{30}).

6. Minimální osevní plocha jarní směsky II (vikev + hrách + oves + kukuřice) s následnou plodinou (X_{19} , X_{31}).

7. Minimální sklizňová plocha vojtěšky (X_7 , X_{32}).

První písmeno X s příslušným indexem označuje první plodinu, uvedenou v hořejší řádce výchozí tabulky – druhé písmeno X tzv. umělou proměnnou a zároveň pořadí omezující podmínky uvedené ve druhém sloupci zmíněné tabulky.

B. Podmínky určující poměr živin

1. Maximální poměr množství škrobových jednotek k množství stravitelných bílkovin (X_{33}).

2. Maximální poměr sušiny s ohledem na škrobové jednotky (X_{34}).

3. Minimální poměr škrobových jednotek k množství stravitelných bílkovin (X_{48}).

4. Minimální poměr sušiny k množství škrobových jednotek (X_{35}).

5. Minimální podíl škrobových jednotek jaderných krmiv z celkového množství škrobových jednotek (X_{36}).

6. Minimální podíl škrobových jednotek šfavnatých krmiv (okopanin a siláže) z celkového množství škrobových jednotek (X_{37}).

C. Podmínky určující náklady a pracovní normy

1. Maximální náklady na práci (X_{38}).

2. Maximální náklady na mechanizaci a potahy (X_{39}).

3. Maximální přímé materiálové náklady (X_{40}).

4. Maximální vlastní náklady celkem (X_{41}).

5. Maximální množství pracovních norm, které má závod k dispozici pro květnové práce (X_{42}).

6. Maximální množství norem mechanizačních a potahových prací, které má závod k dispozici v květnu (X_{43}).

D. Další omezující podmínky

1. Maximální množství chlévské mrvy, které má závod k dispozici pro hnojení krmných plodin (X_{44}).

2. Maximální množství průmyslových hnojiv pro hnojení krmných plodin.

3. Dosavadní plocha absolutních luk (X_{46}).

4. Maximální výměra půdy pro zajištění krmivové základny (X_{47}).

Písmeno X s příslušnými indexy u každé podmínky označuje příslušnou tzv. doplňkovou proměnnou a zároveň pořadí omezující podmínky.

Výše uvedené podmínky jsou zaměřeny na konkrétní družstvo, jehož číselné údaje budou uvedeny v dalším pojednání.

Mimo uvedené omezující podmínky se předpokládá, že plánovaný rozsah živočišné výroby a struktura stáda bude v podstatě zachován. Změny ve struktuře osevních ploch v důsledku optimalizace se dotknou jen těch plodin, které jsou věnovány ke krmným účelům, a to jen na té části výměry, která zajišťuje krmivovou základnu. Změny ve struktuře plodin se tedy netýkají ani plochy pro zajištění tržního množství výrobků, ani uhrazené potřeby členů a fondu osiv v naturáliích.

Uvedené omezující podmínky lze matematicky obecně formulovat takto:

A. První podmínku ze skupiny A, která se týká osevní plochy rané směsky, vyjádříme rovnicí:

$$b_{45} = X_{14} \quad (3)$$

kde:

b_{45} je požadovaná osevní plocha plodiny označené X_{14} .

Pro omezující podmínku používáme rovnici proto, že jde o plodinu, která rychle stárne a není žádoucí jí mít více než ke krytí potřeby zeleného krmení na několik dnů časné z jara.

Další podmínky 2, 3, 4, 5, 6, 7 z této skupiny lze vyjádřit nerovnostmi typu:

$$b_i \leq X_j, \quad (4)$$

kde:

b_i je požadovaná minimální osevní plocha plodin označených X_j .

Indexy $i = 27, 28, 29, 30, 31$ a 32 , uvedené dále ve výchozí tabulce, znamenají pořadí tzv. umělých proměnných a zároveň pořadí omezujících podmínek. Indexy $j = 15, 16, 17, 18, 19$ a 7 se vztahují na příslušné plodiny, jejichž hledané výměry jsou označeny písmenem X .

B. První dvě omezující podmínky ze skupiny B, ze kterých jedna se týká maximálního poměru množství škrobových jednotek k množství stravitelných bílkovin a druhá maximálního poměru sušiny ke škrobovým jednotkám, lze vyjádřit nerovnostmi (6) a (7):

$$\frac{\sum_{j=1}^{j=n} S_j X_j}{\sum_{j=1}^{j=n} b_j X_j} \leq k \quad (5)$$

Po elementární úpravě dostaneme nerovnost:

$$\sum_{j=1}^{j=n} S_j X_j - k \sum_{j=1}^{j=n} b_j X_j \leq 0 \quad (6)$$

kde:

S_j = hektarový výnos škrobových jednotek jednotlivých plodin,

b_j = hektarový výnos stravitelných bílkovin jednotlivých plodin,

X_j = hledaná jejich výměra,

j = pořadí jednotlivých plodin,

n = počet plodin,

k = požadovaný maximální poměr škrobových jednotek ke stravitelným bílkovinám.

Pro maximální poměr sušiny ke škrobovým jednotkám platí obdobná nerovnost:

$$\sum_{j=1}^{j=n} S_j X_j - k \sum_{j=1}^{j=n} S_j X_k \leq 0 \quad (7)$$

kde:

S_j = hektarový výnos sušiny,

k = požadovaný maximální poměr množství sušiny k množství škrobových jednotek.

Ostatní označení jsou stejná jako v nerovnosti (6).

Obdobně, jen s menší změnou, lze vyjádřit podmínku minimálního poměru množství škrobových jednotek ke stravitelným bílkovinám a množství sušiny k množství škrobových jednotek:

$$\sum_{j=1}^{j=n} S_j X_j - k \sum_{j=1}^{j=n} b_j X_j \leq 0 \quad (8)$$

Tato nerovnost se liší od nerovnosti (6) jen tím, že zde levá část je větší než nula, kdežto v nerovnosti (6) je levá část menší než nula. Z technických důvodů je při výpočtu lépe mít levou část nerovnosti menší než nula. Abychom tomuto požadavku vyhověli, stačí u všech členů změnit znaménka na opačná:

$$k \sum_{j=1}^{j=n} b_j X_j - \sum_{j=1}^{j=1} S_j X_j \leq 0 \quad (9)$$

Pro minimální poměr sušiny ke škrobovým jednotkám lze použít podobné nerovnosti:

$$k \sum_{j=1}^{j=n} S_j X_j - \sum_{j=1}^{j=n} S_j X_j \leq 0 \quad (10)$$

kde:

k = minimální poměr sušiny ke škrobovým jednotkám.

Omezující podmínku minimálního podílu škrobových jednotek jadrných krmiv z celkového množství škrobových jednotek lze vyjádřit rovněž podobnou nerovností:

$$k \sum_{j=e}^{j=m} S'_j X_j - \sum_{j=1}^{j=n} S_j X_j \leq 0 \quad (11)$$

kde:

k = podíl škrobových jednotek jadrných krmiv (zrniny bez vedlejšího produktu) z celkového množství potřebných škrobových jednotek,

$\bar{S}_j$ = hektarový výnos škrobových jednotek zrnin bez vedlejšího produktu,

m = počet plodin pěstovaných na zrnno.

Ostatní označení je jako v předešlých nerovnostech.

Minimální podíl škrobových jednotek šfavinatých krmiv z celkového množství škrobových jednotek lze zajistit nerovností:

$$k \sum_{j=e}^{j=m} \bar{S}_j X_j - \sum_{j=1}^{j=n} \bar{S}_j X_j \geq 0 \quad (12)$$

kde:

k = podíl škrobových jednotek šfavinatých krmiv (okopaniny a silážní plodiny) z celkového množství škrobových jednotek,

m = počet okopanin a plodin pěstovaných na siláž,

$\bar{S}_j$ = hektarové výnosy škrobových jednotek okopanin a silážních plodin.

Ostatní označení jsou stejná jako v nerovnostech předchozích.

C. Podmínky, které se vztahují na náklady, lze definovat dvěma způsoby:

a) buď stanovením maximální celkové částky vlastních nákladů a jejich složek, nebo

b) stanovením maximální částky vlastních nákladů a jejich složek na jednu škrobovou jednotku.

V případě, uvedeném v bodě a), lze omezující podmínku vyjádřit, a to jak pro vlastní náklady, tak i pro jejich složky touto nerovností:

$$\sum_{j=1}^{j=n} V_j X_j \leq b \quad (13)$$

kde:

V_j = vlastní náklad (popř. jeho složky) jednotlivých plodin na hektar osevní plochy,

b = maximálně přípustný vlastní náklad, popř. jeho složky, který může být věnován krmivové základně.

V případech, kdy chceme dosáhnout zvýšené výroby živin za cenu zvýšení celkové částky vlastních nákladů (popř. jejich složek), avšak nechceme zvýšit náklad na jednu škrobovou jednotku, používáme druhého způsobu, a to:

$$\sum_{j=1}^{j=n} V_j X_j - k \sum_{j=1}^{j=n} \bar{S}_j X_j \geq 0 \quad (14)$$

kde:

k = vlastní náklad (popř. jeho složky) na jednu škrobovou jednotku.

Tento náklad získáme dělením příslušného nákladu (vlastního nebo jeho složek) dosavadním množstvím produkovaných škrobových jednotek na krmivové výměře.

Další podmínky této skupiny, které se týkají sezónních prací, lze definovat rovněž dvěma způsoby, obdobně jako tomu bylo u nákladů:

$$\sum_{j=e}^{j=m} p_j X_j = b \quad (15)$$

nebo:

$$\sum_{j=e}^{j=m} p_j X_j - k \cdot \sum_{j=1}^{j=m} \leq 0 \quad (16)$$

kde:

p_j = spotřeba práce v dané sezóně na hektar plodiny, a to buď v pracovních jednotkách, v hodinách nebo v normách,

b = celkové maximální množství PJ, popř. hodin nebo norem, které závod může věnovat krmivovým plodinám v této sezóně,

k = množství PJ (popř. hodin nebo norem) na jednu škrobovou jednotku.

D. Další omezující podmínky, které přicházejí v úvahu, a to maximální množství statkových a průmyslových hnojiv, lze vyjádřit nerovností:

$$\sum_{j=e}^{j=m} h_j X_j \leq b \quad (17)$$

kde:

h_j = množství hnojiv (statkových nebo průmyslových) na hektar krmivových plodin, které přicházejí v úvahu ke hnojení,

m = počet hnojených plodin,

e = pořadí první plodiny, která přichází v úvahu pro hnojení,

b = celkové množství hnojiv, které je k dispozici pro hnojení krmných plodin.

Pro plochu absolutních luk použijeme pro vyjádření omezující podmínky rovnici:

$$X_j = b \quad (18)$$

kde:

b = dosavadní plocha absolutních luk.

Poslední omezující podmínka se vzta-

huje na celkovou výměru krmných plodin a lze ji vyjádřit nerovností:

$$\sum_{j=1}^n X_j \leq b \quad (19)$$

kde:

b = výměra půdy věnovaná krmným plodinám.

Úprava číselných podkladů pro stanovení účelové funkce a omezujících podmínek pro výchozí tabulku

Abychom mohli omezující podmínky vyjádřit matematicky v konkrétních číslech, je třeba vykonat řadu předběžných výpočtů. Pro vyčíslení omezujících podmínek je možno použít jednak údajů z ročních výkazů JZD, popř. ročních výkazů zemědělských podniků (státních statků) a jednak údajů celoročních výrobně finančních plánů JZD, popř. výrobních a finančních plánů státních statků. Údaje, zejména o výnosech a vlastních nákladech (a jejich složkách), je žádoucí použít ve formě průměrů za více let s přihlédnutím k vývojové tendenci. Mimoto bude třeba použít různých norem (krmné normy, normy pracovní pro sezónní práce) a převodních koeficientů (obsah živin), jak to vyplývá z dalšího pojednání.

1. Potřebné propočty pro stanovení omezujících podmínek v našem případě bude nejvhodnější začít stanovením spotřeby živin a krmných dávek pro dobytek. K tomuto účelu bude nutno stanovit obrat stáda a propočítat roční potřebu živin (sušiny, stravitelných bílkovin a škrobových jednotek) a dávky krmiv pro každý druh dobytka podle zaměření a stáří. To znamená, že u hovězího dobytka nutno stanovit potřebu živin zvláště pro dojnice, a to podle dojitosti, pro mladý skot a ostatní skot podle užitkového zaměření a stáří, u prasat, zvlášť pro prasnice, žir podle váhy a pro selata; totéž platí pro koně, ovce a drůbež. Sečtením potřeby živin a krmiv — stanovené pro jednotlivé druhy hospodářských zvířat — dostaneme celkovou potřebu živin a krmiv pro celý rok. V našem případě bylo stanoveno:

a) množství živin podle norem: 43 518 q sušiny, 3169 q stravitelných bílkovin a 22 192 q škrobových jednotek;

b) množství krmiv podle dávek ve škrobových jednotkách: 3904 q sena, 1387 q krmné slámy, 4816 q zelené píce, 6643 q šfavnaté píce a 5442 q jadr-

ných krmiv, celkem 22 192 q škrobových jednotek.

2. Dalším krokem v propočtech bude stanovení výměry půdy pro krmné plodiny, a to tak, že od celkového množství hlavních výrobků se odečtou státní dodávky, potřeba osiva, přiděl členům družstva, popř. zadina ze státních dodávek a osiv s určitou rezervou pro krytí státních dodávek v případě nižší sklizně.

Zbytek produkce bude reprezentovat množství výrobků určených ke krmení. Rozdělíme-li tuto produkci příslušnými hektarovými výnosy, obdržíme výměru určenou pro krmné plodiny. Tímto způsobem pro krmivovou základnu bylo určeno 606,66 ha.

3. Na základě takto stanovené výměry krmivové základny a hektarových výnosů hlavních a vedlejších výrobků a po odečtení nezbytných ztrát stanovíme množství živin (na 1 ha jednotlivých plodin a celkem), které závod je schopen vyprodukovat na krmivové výměře. Hektarové výnosy živin (škrobových jednotek a stravitelných bílkovin) použijeme pro stanovení účelové funkce a ve spojení s poměrem živin použijeme pro stanovení omezujících podmínek (b_{33} , b_{34} , b_{35} a b_{43} — viz výchozí tabulku I a II). Bylo stanoveno, že závod byl schopen (za dosavadních podmínek) vyprodukovat na ploše 606,66 ha celkem 35 801 q sušiny, 1684 q stravitelných bílkovin a 17 301 q škrobových jednotek.

4. Vedle toho vypočítáme množství živin hlavních a vedlejších výrobků, vyprodukovaných na ploše tržních plodin (jako krmné slámy z tržních plodin a osiva, chrást a řízky z technické cukrovky atd.). Přičteme k tomu ještě živiny krmiv získaných nákupem (celkem bylo napočítáno 9288 q sušiny, 316 q stravitelných bílkovin a 2856 q škrobových jednotek. Odečteme-li takto získané množství ži-

vin od celkové potřeby živin, získané propočtem podle norem, obdržíme množství živin, které je třeba vyprodukovat na krmivové základně (což činí 34 230 q sušiny, 2853 q stravitelných bílkovin a 19 336 q škrobových jednotek).

5. Toto množství živin nám udává i poměr živin (škrobových jednotek k bílkovinám a sušiny ke škrobovým jednotkám), v jakém mají být vyprodukovány na krmivové základně. Ve družstvu, ze kterého bylo použito údajů k dalším propočtům, činil tento poměr 1,77:1,00:6,78 (sušina: stravitelné bílkoviny: škrobové jednotky). Poměr škrobových jednotek ke stravitelným bílkovinám (zaokrouhlený na celých 7) byl použit pro omezující podmínku jako maximální. Minimální poměr škrobových jednotek k bílkovinám byl stanoven odhadem na 6,50 s ohledem k obecným zásadám krmné techniky.

Pro omezující podmínku poměru sušiny ke škrobovým jednotkám bylo použito jednak údajů o potřebě živin podle norem (jako minimálního poměru 1,77) a jednak údajů o množství živin, které lze vyprodukovat na krmné výměře při dosavadní struktuře plodin (jako maximálního poměru 2,07). Při stanovení těchto poměrů nutno přihlídnout k obecným zásadám krmné techniky a podle toho vypočítané poměry popř. upravit.

6. Na základě potřeby množství jednotlivých druhů krmiv, získaného podle norem, které nutno vyprodukovat na výměře krmné základny (po odečtení jiných zdrojů), stanovíme podíl škrobových jednotek jaderných krmiv a šťavnatých krmiv z celkového množství škrobových jednotek. V našem příkladě podíl škrobových jednotek jaderných krmiv činil 28,2 % a podíl šťavnatých krmiv (okopaniny, siláž) činil 25,8 %. Tyto podíly spolu s hektarovými výnosy živin byly použity pro omezující podmínky jako minimální (b36 a b37).

7. Na základě údajů o vlastních nákladech a jejich jednotlivých složkách na hektar plodiny a příslušných ploch jednotlivých plodin vypočítáme celkové částky vlastních nákladů a jejich složek pro všechny plodiny. V našem příkladě byly vzaty v úvahu přímé pracovní náklady, které činily 468 000 Kčs, náklady na mechanizaci a potahy 282 000 Kčs, přímé materiálové náklady 657 000 Kčs

a vlastní náklady celkem 1 331 000 Kčs. Pro vyjádření omezujících podmínek u nákladů byly tyto částky zvýšeny asi o 11 % (v poměru množství škrobových jednotek, které je třeba vyprodukovat na krmivové ploše, k dosavadnímu množství škrobových jednotek) na 523 000 Kčs, 315 000 Kčs, 735 000 Kčs a 1 488 000 Kčs (b38, b39, b40 a b41).

Pro matematickou formulaci omezujících podmínek vlastních nákladů a jejich složek bylo použito vzorce (13).

8. Pro formulaci omezujících podmínek z hlediska sezónnosti práce bylo použito potřeby pracovních norem a norem mechanizační a potažní práce podle zvláštních tabulek.*) Sezónní špička se objevila jen v květnu a podle propočtu činila asi 1570 norem pro ruční práce a 246 norem pro stroje a potahy (b42 a b43). Pro formulaci omezujících podmínek byly tyto částky, jako u nákladů, zvýšeny asi o 11 % na 1760 a 280 norem a bylo použito vzorce (15).

9. Množství produkované mrvy bylo vypočítáno podle známého vzorce 4 ($\frac{1}{2}$ sušiny v krmivu + sušina steliva) $\cdot$ 0,6. Od celkového množství mrvy byla odpočítána potřeba hnoje pro tržní plodiny a zbytek 39 300 q byl použit jako omezující podmínka pro pěstování plodin na krmivové základně (b44 – viz výchozí tabulku).

Pro nedostatek vhodných podkladů nebylo vzato v úvahu omezení pro použití průmyslových hnojiv.

10. Omezující podmínky pro zajištění dostatku zeleného krmení pro letní období vyplynuly v našem případě z plynulého zeleného pásu na období od 20. dubna do 20. listopadu = 214 dní. Na tuto dobu při daném složení stáda bylo třeba celkem 64 550 q zeleného krmení. Pro zajištění tohoto množství zeleného krmení bylo třeba zařadit do plánu 16,9 ha rané ozimé směsky (žito + řepka) s následnou plodinou, minimálně 21,5 ha ozimé směsky II (vikev + žito) s následnou plodinou, minimálně 20,6 ha ozimé směsky III (vikev + pšenice), minimálně 12,6 ha jílkovité směsky, minimálně 12,1 ha jarní směsky I, minimálně 14,4 ha jarní směsky II a minimálně 91 ha vojtěšky pro druhou seč. Tyto omezující podmínky (mimo první) jsou z technických důvodů uvedeny na začátku výchozí tabulky (b27, b28, b29, b30, b31, b32 a b35).

*) Tabulky sestavil kolektiv pracovníků Výzkumného ústavu zemědělské ekonomiky v Praze pod vedením inž. Jana Bruthanse (Bratislava 1958).

11. Abychom zjistili, v jaké relaci k ostatním plodinám jsou louky, zavádíme jejich výměru do omezujících podmínek ve formě rovnice ($b_{46} = 40,00$ ha).

12. Jako poslední omezující podmínka je výměra půdy krmivové základny, jejíž stanovení bylo popsáno v odstavci 2 a která může být v našem případě maximálně 606,66 ha (b_{47}).

Na základě takto získaných a upravených údajů s použitím příslušných vzorců byly stanoveny omezující podmínky v celkovém počtu 21 při účelové funkci množství škrobových jednotek

a 22 při účelové funkci množství stravitelných bílkovin. Tyto omezující podmínky spolu s účelovými funkcemi jsou vypsány ve dvou výchozích tabulkách I a II. Propoččet byl získán simplexovou metodou na samočinném počítači pro dvě eventuality, jednak při maximalizaci škrobových jednotek a jednak při maximalizaci stravitelných bílkovin. Dvojí propoččet byl nutný pro nedostatek zkušeností, kdy se nedalo předem rozhodnout, který z nich je lepší. Později po získání zkušeností bude možno podle konkrétních okolností vybrat jednu vhodnější účelovou funkci.

Rozbor výsledků propočtů získaných na samočinném počítači

Rozbor výsledků získaných při maximalizaci škrobových jednotek

Výsledky propočtu, získané na samočinném počítači, jsou seřazeny v tzv. výsledné tabulce (viz tabulku III). Uspořádání výsledné tabulky na různých počítačích nebývá stejné. Pro usnadnění rozboru bývá nutno poněkud je upravit.

Tabulka III se od prvního uspořádání liší tím, že byly vynechány sloupce, které nepotřebujeme k rozboru. Jsou to sloupce s nulovými indexy a sloupce X_{27} , X_{28} , X_{29} , X_{30} , X_{31} a X_{32} , které mají stejné číselné ukazatele se sloupci X_{21} , X_{22} , X_{23} , X_{24} , X_{25} a X_{26} a liší se jen znaménky. Proto ve sloupci 11–16 je uvedeno dvojí označení.

Výsledek propočtu, tj. optimální struktura osevních ploch plodin, které přicházejí v úvahu, aby se získalo za daných podmínek maximální množství škrobových jednotek, je uveden ve sloupci 3. Mimoto ve sloupci 3 jsou uvedeny údaje o nevyčerpaných částkách omezujících podmínek. Ve sloupci 1 je uvedeno označení jednotlivých plodin a omezujících podmínek, které nebyly vyčerpány. Ve sloupci 2 jsou uvedeny hektarové výnosy škrobových jednotek jednotlivých plodin.

Ze sloupce 3 vidíme, že pro optimální krmivovou základnu přichází v úvahu z 20 plodin 13, a to ječmen (X_2) 28,536 ha, kukuřice na zrno (X_4) 116,021 ha, vojtěškaotráva (X_7) 91,00 ha, kukuřice na zeleno (X_9) 0,527 ha, krmná cukrovka (X_{12}) 3,987 ha, louky (X_{13}) 40,00 ha, ozimá směska (žito + řepka) s následnou plodinou (X_1) 21,60 ha, ozimá směska (vikev + pšenice) s následnou plodinou (X_{14}) 16,90 ha, ozimá směska (vikev + žito) s následnou plodinou (X_{16}) 20,60 ha, jílková směska s násled-

nou plodinou (X_{17}) 12,60 ha, jarní směska I s následnou plodinou (X_{18}) 12,10 ha, jarní směska II s následnou plodinou (X_{19}) 14,40 ha a bob s ovsem (X_{20}) 220,474 ha. Součet výměry půdy těchto plodin je 593,747 ha, zbývá tedy nevyčerpáno 7,913 ha (X_{47}).

Každá jiná kombinace plodin, než je uvedeno ve výsledné tabulce s příslušnými výměrami za daných omezujících podmínek, poskytne menší množství škrobových jednotek.

Na poslední řádce ve sloupci 3 je uvedeno maximální množství škrobových jednotek, které se za daných podmínek dá získat při optimálním složení plodin. Pro kontrolu správnosti tohoto údaje vynásobíme výměry jednotlivých plodin příslušnými hektarovými výnosy škrobových jednotek a sečteme. Součet má být roven 19 318,7. Propoččet je uveden v tabulce IV.

První a druhý sloupec jsou uvedeny podle výsledné tabulky III. Údaje, uvedené ve sloupci 3, 5, 7, jsou převzaty z příslušné tabulky.

Z tabulky IV je zřejmé, že množství škrobových jednotek (sloupec 4) odpovídá množství uvedenému ve výsledné tabulce.

Ve sloupci 6 je vypočítáno množství stravitelných bílkovin, které činí 2765,1 q. Poměr škrobových jednotek ke stravitelným bílkovinám je 7:1 ($19\,318,5 : 2765,1 = 6,986 = 7$), tj. poměr požadovaný omezující podmínkou (X_{33}), byl dodržen, proto ukazatel této podmínky se neobjevuje ve sloupci 1 tabulky III. Ve sloupci 8 (tab. IV) je vypočítáno množství sušiny, které činí 39 990,1, což je 2,07 násobek množství škrobových jednotek.

I. Výchozí tabulka pro stanovení optimální krmivové základny při maximalizaci škrobových jednotek

Dopl. a uměl. nem. X_j	Z max. požadavek b_i	X_j	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}	X_{16}	X_{17}	X_{18}	X_{19}	X_{20}	X_{21}	X_{22}	X_{23}	X_{24}	X_{25}	X_{26}
		=	30,91	30,43	24,51	29,80	17,75	32,16	20,80	36,00	36,43	20,50	49,46	57,75	16,33	55,19	46,74	46,05	50,99	43,21	47,09	33,85	0	0	0	0	0	0
X_{27}	21,60	≠															1,00						-1					
X_{28}	20,60	≠																1,00						-1				
X_{29}	12,60	≠																	1,00							-1		
X_{30}	12,10	≠																		1,00							-1	
X_{31}	14,40	≠																			1,00						-1	
X_{32}	91,00	≠							1,00																			-1
X_{33}	0,00	≠	8,51	13,77	8,62	11,53	-11,86	19,63	-3,84	22,00	16,62	-3,72	29,23	34,16	0,51	-6,90	4,04	0,92	12,70	7,16	-6,53	-7,66						
X_{34}	0,00	≠	16,09	-1,88	3,28	-30,03	2,36	-30,83	6,05	5,48	-2,55	2,02	-12,41	-14,47	4,78	5,33	0,67	-0,29	-1,89	3,59	-8,98	13,00						
X_{35}	0,00	≠	-25,36	-7,25	-10,64	21,09	-7,68	21,18	-12,29	-16,28	-8,38	9,17	-2,43	-2,87	-9,68	-21,88	-14,69	-13,52	-13,41	-16,55	-5,15	-23,16						
X_{36}	0,00	≠	-16,25	-14,67	-10,76	-21,40	-8,29	9,07	5,87	10,15	10,27	5,78	13,95	16,29	4,61	15,56	13,18	12,99	14,38	12,19	13,28	-16,10						
X_{37}	0,00	≠	7,97	7,85	6,32	7,69	4,58	-23,86	5,37	-26,79	9,40	5,29	-36,70	-42,85	4,21	14,24	12,06	11,88	-15,34	-10,45	-16,65	8,73						
X_{38}	523,00	≠	0,45	0,53	0,53	1,26	0,60	2,09	0,65	0,78	0,75	0,52	2,74	2,80	0,54	1,10	1,18	1,25	1,25	1,21	2,62	0,59						
X_{39}	315,00	≠	0,46	0,30	0,48	0,64	0,50	0,76	0,22	0,52	0,50	0,44	0,79	0,83	0,20	0,94	0,93	0,95	0,71	0,93	1,23	0,30						
X_{40}	735,00	≠	1,01	0,97	1,13	1,56	1,10	2,75	0,83	1,24	1,19	1,20	1,67	1,75	0,42	2,02	2,05	1,97	2,12	2,19	2,80	0,97						
X_{41}	1488,00	≠	1,76	1,65	1,85	3,10	2,00	5,04	1,99	2,30	2,24	1,83	4,91	5,09	1,58	3,83	3,85	3,98	3,93	3,81	6,62	1,64						
X_{42}	1760,00	≠	-	-	-	7,20	-	0,22	4,25	1,19	1,19	-	22,36	22,36	-	1,19	4,50	1,19	-	-	-	-						
X_{43}	280,00	≠	-	-	0,09	0,99	-	0,85	0,90	0,32	0,32	-	0,37	0,37	-	0,32	2,03	0,32	-	-	-	0,09						
X_{44}	39,39	≠				0,20							0,20	0,30							0,30							
X_{45}	16,90	=														1,00												
X_{46}	40,00	≠													1,00													
X_{47}	606,66	≠	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00						

II. Výchozí tabulka pro stanovení optimální krmivové základny při maximalizaci stravitelných bílkovin

Doplň. a um. neznámé X_j	Z max. požadavek b_i	X_7	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{13}	X_{14}	X_{15}	X_{16}	X_{17}	X_{18}	X_{19}	X_{20}	X_{21}	X_{22}	X_{23}	X_{24}	X_{25}	X_{26}
		=	3,20	2,38	2,27	2,61	4,23	1,79	3,52	2,00	2,83	3,46	2,89	3,37	2,26	8,87	6,10	6,71	5,47	5,15	7,66	5,93	0	0	0	0	0	0
X_{27}	21,60	≠															1,00						-1					
X_{28}	20,60	≠																1,00						-1				
X_{29}	12,60	≠																	1,00						-1			
X_{30}	12,10	≠																		1,00						-1		
X_{31}	14,40	≠																			1,00						-1	
X_{32}	91,00	≠							1,00																		-1	
X_{33}	0,00	≠	8,51	13,77	8,62	11,53	-11,86	19,63	-3,84	22,00	16,62	-3,72	29,23	34,16	0,51	-6,90	4,04	0,92	12,70	7,16	-6,53	-7,66						
X_{34}	0,00	≠	16,09	-1,88	3,28	-30,03	2,36	-30,83	6,05	5,48	-2,55	2,02	-12,41	-14,47	4,78	5,33	0,67	-0,29	-1,89	3,59	-8,98	13,00						
X_{35}	0,00	≠	-25,36	-7,25	-10,64	21,09	-7,68	21,18	-12,29	-16,28	-8,38	-9,17	-2,43	-2,87	-9,68	-21,88	-14,69	-13,52	-13,41	-16,55	-5,15	-23,16						
X_{36}	0,00	≠	-16,25	-14,67	-10,76	-21,40	-8,29	9,07	5,87	10,15	10,27	5,78	13,95	16,29	4,61	15,56	13,18	12,99	14,38	12,19	13,28	-16,10						
X_{37}	0,00	≠	7,97	7,85	6,32	7,69	4,58	-23,86	5,37	-26,79	9,40	5,29	-36,70	-42,85	4,21	14,24	12,05	11,88	-15,34	-10,45	-16,65	8,73						
X_{38}	523,00	≠	0,45	0,53	0,53	1,26	0,60	2,09	0,65	0,78	0,75	0,52	2,74	2,80	0,54	1,18	1,18	1,25	1,25	1,21	2,62	0,59						
X_{39}	315,00	≠	0,46	0,30	0,48	0,64	0,50	0,76	0,22	0,52	0,50	0,44	0,79	0,83	0,20	0,94	0,93	0,95	0,71	0,93	1,23	0,30						
X_{40}	735,00	≠	1,01	0,97	1,13	1,56	1,10	2,75	0,83	1,24	1,19	1,20	1,67	1,75	0,42	2,02	2,05	1,97	2,12	2,19	2,80	0,97						
X_{41}	1488,00	≠	1,76	1,65	1,85	3,10	2,00	5,04	1,99	2,30	2,24	1,83	4,91	5,09	1,58	3,83	3,85	3,98	3,93	3,81	6,62	1,64						
X_{42}	1760,00	≠				7,20		0,22	4,25	1,19	1,19		22,26	22,36		1,19	4,50	1,19										
X_{43}	280,00	≠			0,09	0,99		0,85	0,90	0,32	0,32		0,37	0,37		0,32	2,03	0,32				0,09						
X_{44}	39,3	≠				0,20							0,20	0,30							0,30							
X_{45}	16,90	=														1,00												
X_{46}	40,00	=												1,00														
X_{47}	606,66	≠	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00						
X_{48}	0,00	≠	-10,11	-14,96	-9,75	-12,83	9,75	-20,52	2,08	-23,00	-18,03	1,99	-30,67	-35,84	-1,64	2,47	-7,09	-2,43	-15,43	-9,73	2,70	4,70						

III. Výsledná tabulka pro stanovení maximálního množství škrobových jednotek

X_j vyřešení	X_j mimo řešení		X_1	X_3	X_5	X_6	X_8	X_{10}	X_{11}	X_{21} (27)	X_{22} (28)	X_{23} (29)	X_{24} (30)	X_{25} (31)	X_{26} (32)	X_{33}	X_{34}	X_{37}	X_{38}	X_{40}	X_{45}	X_{46}
	výnos ŠJ z ha	výsledek propočtu	hektarové výnosy škrobových jednotek:																			
			30,91	24,51	17,75	32,16	36,00	20,50	49,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1000,00	-1000,00
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
X_{15}	46,74	21,600								-1,000												
X_{16}	46,05	20,600									-1,000											
K_{17}	50,99	12,600										-1,000										
X_{18}	43,21	12,100											-1,000									
X_{19}	47,09	14,400												-1,000								
X_7	20,80	91,000													-1,000							
X_2	30,43	28,536	1,132	0,742	-0,686	-0,671	0,559	-0,794	-0,059	-1,075	-1,296	-0,690	-0,720	-2,262	-0,043	0,065	0,026	0,032	-0,153	-0,026	1,873	-0,199
X_{35}	0,00	5796,530	3,091	3,508	3,323	9,847	2,634	2,640	1,789	3,468	2,699	3,094	6,524	8,282	1,901	0,093	1,197	0,009	1,461	7,601	-0,551	-0,107
X_4	29,70	116,021	-0,410	-0,003	0,440	1,120	-0,341	0,310	0,025	0,373	0,440	0,282	0,257	0,990	0,084	-0,021	-0,030	0,0002	-0,069	0,275	-0,453	0,074
X_{14}	55,19	16,900																			1,000	
X_{23}	33,85	220,474	0,482	0,316	0,996	0,337	-0,013	0,707	0,162	0,891	0,974	0,598	0,897	1,767	0,718	-0,034	0,018	0,001	0,305	0,336	-1,324	-0,377
X_9	36,43	0,527	0,045	0,190	0,311	1,116	0,924	0,996	-0,169	1,630	1,513	1,667	1,602	1,082	0,063	-0,008	-0,005	-0,030	-0,912	0,834	-1,848	0,296
X_{39}	0,00	40,995	0,201	0,125	0,092	-0,414	0,045	-0,048	0,006	0,070	0,105	-0,175	-0,048	-0,009	-0,061	0,003	0,004	0,003	-0,041	-0,343	-0,058	-0,066
X_{12}	57,75	3,987	0,017	-0,067	-0,147	-0,0003	0,081	-0,219	0,990	-0,167	-0,117	-0,122	-0,166	0,256	0,068	0,006	0,006	0,002	0,597	-0,413	0,202	-0,189
X_{44}	0,00	15,295	-0,007	0,027	0,059	0,0001	-0,033	0,088	-0,096	0,068	0,047	0,049	0,066	-0,103	-0,027	-0,002	-0,003	-0,001	-0,239	0,165	-0,081	0,075
X_{42}	0,00	306,288	2,513	1,300	-0,249	-9,163	0,725	1,481	0,256	3,613	-1,170	-1,280	-0,059	-14,147	2,197	0,023	0,080	-0,0003	-11,769	6,266	-0,242	3,330
X_{43}	0,00	5,904	0,342	-0,028	-0,571	-0,646	0,333	-0,608	0,019	1,121	-0,644	-0,821	-0,787	-1,580	0,747	0,024	0,027	0,009	0,111	-0,417	0,765	-0,065
X_{41}	0,00	33,082	0,184	0,034	0,186	-0,374	-0,028	-0,095	0,005	0,207	0,362	0,103	-0,017	0,658	0,418	-0,002	0,001	0,003	-1,031	-1,127	-0,233	-0,568
X_{36}	0,00	4327,000	-1,410	4,304	6,295	17,160	0,048	5,480	1,841	5,721	5,445	4,801	7,815	14,438	18,141	-0,052	-0,027	0,774	0,837	9,083	-3,413	-11,978
X_{13}	16,33	40,000																			1,000	
X_{47}	0,00	7,913	-0,267	-0,178	0,086	-0,901	-0,211	0,001	0,051	-0,651	-0,514	-0,734	-0,871	-0,833	0,236	-0,010	-0,014	-0,005	0,232	-1,007	0,550	-0,606
Indexy		19318,7	10,282	11,706	11,042	32,824	8,775	12,117	5,984	11,534	8,960	10,308	21,716	27,597	6,326	0,310	0,655	0,031	4,879	25,321	998,210	999,64

V. Výsledná tabulka při maximalizaci stravitelných bílkovin

X_j v řešení	X_j mimo řešení		X_1	X_2	X_3	X_5	X_6	X_8	X_9	X_{10}	X_{11}	X_{12}	X_{21} (27)	X_{23} (20)	X_{24} (30)	X_{25} (31)	X_{26} (32)	X_{37}	X_{34}	X_{40}	X_{45}	X_{46}
	výnos str. b. z ha	výsledek propočtu	hektarový výnosy stravitelných bílkovin:																			
			3,20	2,38	2,27	4,23	1,79	2,00	2,83	3,46	2,89	3,27	0,00	0,00	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,000	-1,000
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
X_{15}	6,10	21,600											-1,000									
X_{16}	6,61	24,834	0,030	-0,020	0,049	0,078	0,827	0,753	0,730	0,499	0,976	1,109	1,025	1,049	1,000	1,119	0,030	-0,021	0,003	0,151	-1,162	0,011
X_{17}	5,47	12,600												-1,000								
X_{18}	5,15	12,100													-1,000							
X_{19}	7,66	14,400														-1,000						
X_7	3,52	91,000															-1,000					
X_{28}	0,00	832,264	-15,988	-13,730	-10,413	9,477	-5,684	-23,578	-15,450	2,449	-23,576	-27,707	-4,970	-12,160	-8,739	9,193	0,128	-0,027	-0,397	0,714	-2,885	3,350
X_{35}	0,00	5733,210	1,593	-1,073	2,609	4,174	6,884	-1,648	-3,303	1,905	-5,277	-7,768	0,538	-0,720	3,291	5,145	1,628	0,061	1,138	8,083	1,973	0,592
X_4	2,61	125,299	-0,066	0,303	0,207	0,202	0,895	-0,176	-0,019	0,014	0,172	0,163	-0,011	0,022	-0,018	0,327	0,084	0,011	-0,021	0,184	0,182	-0,22
X_{20}	5,93	233,331	1,087	0,554	0,732	0,651	-0,285	0,032	-0,224	0,200	-0,536	-0,711	0,049	-0,071	0,257	0,089	0,660	0,024	0,029	0,429	-0,016	-0,419
X_3	0,00	525,539	17,564	14,543	11,794	-9,280	6,364	23,582	14,453	-2,815	22,245	25,810	3,600	10,901	8,415	-10,646	0,219	0,082	0,458	1,022	5,751	-3,473
X_{31}	0,00	4329,280	-0,544	0,987	4,834	5,507	12,905	-2,869	-3,322	2,817	-3,681	-6,070	0,423	-0,507	2,946	7,162	17,890	0,892	-0,023	8,877	3,164	-11,984
X_{29}	0,00	39,312	0,148	-0,041	0,081	0,101	-0,513	-0,092	-0,114	-0,104	-0,086	-0,115	-0,052	-0,322	-0,086	-0,069	0,060	0,005	0,002	-0,390	0,052	-0,070
X_{38}	0,00	2,116	-0,145	-0,523	-0,224	-0,136	0,096	0,204	-0,006	-0,240	1,620	1,623	-0,117	-0,103	-0,168	0,757	0,118	-0,002	0,006	-0,673	0,052	-0,278
X_{44}	0,00	9,920	0,013	-0,061	-0,041	-0,040	-0,179	0,035	0,004	-0,003	0,166	0,267	0,002	-0,004	0,003	0,235	-0,017	-0,002	0,004	0,037	0,036	0,004
X_{42}	0,00	324,236	0,437	-2,155	-1,551	-1,549	-7,211	1,560	0,460	-0,698	19,962	19,864	3,359	-1,458	-1,059	-3,683	3,611	-0,053	0,148	-1,505	-1,117	0,148
X_{43}	0,00	84,852	-0,042	-0,343	-0,197	-0,284	-0,276	0,250	0,126	-0,192	-0,064	-0,083	1,708	-0,365	-0,325	-0,689	0,748	-0,006	0,017	-0,269	-0,127	0,056
X_{41}	0,00	34,946	0,064	-0,117	-0,188	-0,004	-0,561	-0,204	-0,237	-0,530	1,374	1,336	-0,276	-0,375	-0,533	1,008	0,528	0,008	0,008	-1,874	0,255	-0,867
X_{22}	0,00	4,234	0,030	-0,020	0,049	0,078	0,827	0,753	0,730	0,499	0,976	1,109	1,025	1,094	1,000	1,119	0,030	-0,021	-0,003	0,151	-1,162	0,011
X_{19}	2,26	40,000																				1,000
X_{47}	0,00	14,596	-0,051	0,163	0,011	0,069	-0,438	0,391	0,514	0,286	0,389	0,439	-0,063	-0,045	-0,238	-0,534	0,226	-0,015	-0,010	-0,763	-0,004	-0,569
X_{14}	8,87	16,900																			1,000	
Indexy		2811,24	3,271	1,561	2,924	0,678	4,408	2,784	0,687	1,113	0,926	0,282	1,041	1,506	3,032	1,227	0,813	0,035	0,132	4,034	1,0015	999,79

IV. Kontrolní výpočty

Plodina	Výměra	Výnos ŠJ		Výnos Sb		Výnos sušiny	
	ha	na 1 ha	celkem	na 1 ha	celkem	na 1 ha	celkem
1	2	3	4	5	6	7	8
X_{15}	21,600	46,74	1 009,6	6,10	131,8	97,42	2 104,3
X_{16}	20,600	46,05	948,6	6,71	138,2	95,03	1 957,6
X_{17}	12,600	50,99	642,5	5,47	68,9	103,66	1 306,1
X_{18}	12,100	43,21	522,8	5,15	62,3	93,03	1 125,7
X_{19}	14,400	47,09	678,1	7,66	110,3	88,50	1 274,4
X_7	91,000	20,80	1 892,9	3,52	320,3	49,11	4 469,0
X_2	28,536	30,43	868,4	2,38	67,9	61,11	1 743,8
X_4	116,021	29,80	3 457,4	2,61	302,8	31,66	3 673,2
X_{14}	16,900	55,19	932,7	8,87	148,9	119,57	2 020,7
X_{20}	220,474	33,85	7 463,0	5,93	1307,7	83,07	18 314,8
X_9	0,527	36,43	19,2	2,83	1,5	72,86	38,4
X_{12}	3,987	57,75	230,2	3,37	13,4	105,07	418,9
X_{13}	40,000	16,33	653,2	2,26	90,4	38,58	1 543,2
Celkem	598,747	—	19 318,5	—	2765,1	—	39 990,1

Tím je prokázáno, že i omezující podmínka maximálního poměru sušiny ke škrobovým jednotkám (X_{34}) byla dodržena. Proto se ukazatel (X_{34}) rovněž neobjevuje ve sloupci 1 tabulky III. Rovněž omezující podmínka (X_{35}), která se týká minimálního poměru ke škrobovým jednotkám, byla dodržena, neboť množství sušiny převyšuje množství škrobových jednotek o 5796,5 q, což odpovídá rozdílu

$39\,990,1 - 1,77 \cdot 19\,318,7 = 5796,0$ q (viz formulaci omezující podmínky X_{35}).

Podobně se můžeme přesvědčit o dodržení i ostatních podmínek. Kupříkladu údaj 7,913, uvedený ve výsledné tabulce III ve sloupci 3 pod značkou (X_{47}), představuje nevyčerpanou půdu, což se shoduje s rozdílem mezi celkem a vyčerpanou půdou ($606,66 - 598,747 = 7,913$).

Ve sloupcích 4–10 tabulky III v první řádce jsou uvedeny plodiny, které nepřicházejí v úvahu pro krmivovou základnu. V poslední řádce těchto sloupců (tzv. indexní řádka) jsou uvedena po-

měrná čísla, která ukazují, o kolik centů by se snížilo výsledné maximální množství škrobových jednotek (19 318,7), kdybychom zařadili do krmivové základny jeden hektar některé z plodin X_1 až X_{11} .

Nyní vysvětlíme ekonomický význam údajů výsledné tabulky, uvedených ve sloupcích 11 až 23. V první řádce jsou uvedena označení, která se vztahují na plně vyčerpané omezující podmínky. Ve sloupcích 11–16 je dvojí označení proto, že obě se vztahují na stejné omezující podmínky. V poslední řádce jsou uvedena indexní čísla (jako v předchozích sloupcích), která ukazují, o co se změní maximální množství škrobových jednotek, když určité (jedno nebo několik) omezení se rozšíří nebo zúží o jednu měrnou jednotku (o 1 ha u výměry, o 1000 Kčs u nákladů, o 1 normu u sezónních prací). Ostatní čísla uvnitř tabulky ukazují, jaké změny nastanou ve výsledném sloupci (sl. 3) v důsledku rozšíření nebo zúžení omezující podmínky.

Rozbor výsledků získaných při maximalizaci množství stravitelných bílkovin

Výsledky propočtu, získané na samostatném počítači, jsou seřazeny v tabulce V. Uspořádání této tabulky je obdobné jako u tabulky III. Výsledek propočtu

je uveden ve sloupci 3. Jak je vidět z tohoto sloupce při maximalizaci stravitelných bílkovin, přichází v úvahu pro optimální zabezpečení krmivové zá-

kladny jen deset plodin proti třinácti plodinám při maximalizaci škrobových jednotek. Jsou to tyto plodiny mimo tři: ječmen (X_2), krmnou cukrovku (X_{12}) a kukuřici na zeleno (X_9). Těmito plodinami výměra půdy nebyla vyčerpána o 14,596 ha. Kontrolní propočty, jež daly za výsledek tu neuvádíme, prokázaly, že výpočty na samočinném počítači byly správné.

Z poslední řádky třetího sloupce je zřejmo, že při maximalizaci stravitelných bílkovin optimální krmivová základna v našem případě poskytuje více stravitelných bílkovin (2811,24 q místo 2760,0 q), kdežto škrobových jednotek je méně (19 153,2 q místo 19 318,5 q) než při maximalizaci škrob. jedn. Obdobně, jak to bylo v tabulce III, i zde, vedle výše uvedených plánovaných plodin, jsou ve sloupci 3 uvedeny nevyčerpané částky omezujících podmínek, vyznačených ve sloupci 1. Plodiny, které nepřišly v úvahu, a omezující podmínky, které byly vyčerpány, jsou uvedeny v první řádce tabulky (X_1 , X_2 až X_{46}). V poslední řádce jsou uvedena indexní čísla a uvnitř tabulky relativní čísla, která mají stejný význam jako v tabulce III.

Získané optimální řešení v tomto případě poskytuje poměrně velké množství stravitelných bílkovin, které prakticky stačí na krytí potřeby při vyhovujícím poměru škrobových jednotek ke stravitelným bílkovinám 6,82 : 1 (potřeba 6,78 : 1). Při současně optimální skladbě plodin však bude obtížné sestavit vhodný osevní postup, který by zaručoval dosažení výnosu jednotlivých plodin uvedených v propočtu. Proto bude nutno buď v rámci omezujících podmínek nebo popř. i s určitým rozšířením nebo zúžením omezujících podmínek stanovit suboptimální varianty, které by poskytovaly možnost sestavení vhodného osevního postupu, byť i za cenu určitého snížení stravitelných bílkovin a částečného porušení poměru živin.

V tabulce VI jsou uváděny propočty suboptimální varianty se zařazením některých plodin a změnou omezujících podmínek. Při rozhodování o změnách skladby plodin a omezujících podmínek je třeba se řídit zásadou, aby se pokud možno nejméně zmenšilo výsledné množství stravitelných bílkovin a přitom aby čísla ve výsledném sloupci zůstala kladná.

Z tabulky VI je zřejmé, že optimální sortiment plodin byl doplněn pšenicí s výměrou 45 ha a hrachem s výměrou 30 ha. Tím se ovšem snížilo množství stravitelných bílkovin o 167,54 q

(-147,195 q - 20,340 q - viz tab. VI).

Zvýšením plochy vojtěškotrávy o 40 ha nad minimální hranici (viz omezující podmínku X_{32}) se snížilo množství stravitelných bílkovin o dalších 32,520 q. Naproti tomu zvýšením maximální hranice přímých materiálůvých nákladů o 5905,- Kčs došlo ke zvýšení množství stravitelných bílkovin o 23,821 q. Uvedené změny mají za následek celkové snížení stravitelných bílkovin proti optimální variantě o 176,24 q, tj. ze 2811,24 q na 2635 q. Přitom škrobových jednotek bude získáno 18 434 q. (Lze je vypočítat z poměru živin 1 : 7, tj. $2635 \cdot 7 = 18\,445$ q, protože podmínka X_{33} nebyla vyčerpána o 10,83 q - viz sloupec 7 tabulky VI -, musíme toto množství odečíst $18\,445 - 10,83 = 18\,434$ q.)

Výpočty v tabulce VI byly získány takto: výměrou pšenice 45 ha byla vynásobena čísla sloupce 4, výměrou hrachu 30 ha vynásobena čísla sloupce 7, výměrou vojtěškotrávy 40 ha čísla sloupce 18 a materiálovým nákladem 5905 Kčs sloupec 21 tabulky V. Součiny ze sloupců 4 a 7 vezmeme s opačným znaménkem proto, že zařazujeme do řešení méně výhodné plodiny a nastává zhoršení výsledku. Rovněž součiny ze sloupce 18 vezmeme s opačným znaménkem, protože jde o zpřísnění omezující podmínky (zvysujeme minimální plochu méně výhodné plodiny), což má za následek rovněž snížení množství stravitelných bílkovin. Naproti tomu součiny ze sloupce 21 vezmeme se stejným znaménkem, neboť jde o rozšíření příznivě omezující podmínky (X_{41}), což má za následek zvýšení množství stravitelných bílkovin. Konečně připočítáním součtů součinů sloupců 3, 4, 5 a 6 k sloupci 2 v tabulce VI, dostaneme suboptimální výsledek (sl. 7).

* * *

Výměry jednotlivých plodin suboptimální varianty pro krmivovou základnu jsou z tabulky VI přeneseny do sloupce 5 tabulky VII. Po sloučení těchto výměr s výměrami nekrmných plodin získáme (sl. 6 tabulky VII) celkové zastoupení jednotlivých plodin.

Přestože sestavení osevního postupu je běžným úkolem agrotechniků, pokusíme se na základě výměr sloupce 6 tabulky VII navrhnout vhodný osevní postup. V případě, že by se při sestavování osevního postupu objevily nepřekonatelné obtíže, bylo by třeba s použitím popsaných způsobů stanovit novou suboptimální variantu a pak se pokusit znovu o sestavení vhodného osevního postupu.

VI. Výpočet suboptimální varianty

Údaje z tabulky V		Zařazení dalších plodin		Změny omezujících podmínek		Suboptimální výsledek
X_j	optimální výsledek	$X_{1.45}$	$X_{5.30}$	$X_{26.40}$	$X_{40.5,905}$	
1	2	3	4	5	6	7
X_{15}	21,600					21,600
X_{16}	24,834	— 1,350	— 2,340	— 1,200	0,892	20,836
X_{17}	12,600					12,600
X_{18}	12,100					12,100
X_{19}	14,400					14,400
X_7	91,000			40,000		131,000
X_{48}	832,264	719,460	— 284,310	— 5,120	4,216	1266,510
X_{35}	5733,210	— 71,685	— 125,220	— 65,040	47,730	5518,995
X_4	125,299	2,970	— 6,060	— 3,360	1,087	119,936
X_{20}	233,331	— 48,915	— 19,530	— 26,400	2,533	141,019
X_{33}	525,539	— 790,380	278,400	— 8,760	6,035	10,834
X_{36}	4329,280	24,480	— 165,210	— 715,600	52,419	3525,289
X_{39}	39,312	— 6,660	— 3,303	2,400	2,303	34,325
X_{38}	2,116	6,525	4,080	— 4,720	— 3,974	4,027
X_{44}	9,920	— 0,585	1,200	0,680	0,218	11,433
X_{42}	324,236	— 19,665	46,470	— 144,440	— 8,887	197,714
X_{43}	84,852	1,890	8,520	— 29,920	— 1,588	63,754
X_{41}	34,946	— 2,880	0,120	— 21,120	— 11,066	0,000
X_{22}	4,234	— 1,350	— 2,340	— 1,200	0,892	0,236
X_{13}	40,000					40,000
X_{47}	14,596	2,295	— 2,070	— 9,040	— 4,506	1,275
X_{14}	16,900					16,900
Index	2811,240	— 147,195	— 20,340	— 32,520	23,821	2635,006
X_1						45
X_5						30
$X_{26} (32)$						40
X_{40}						5,705

Kdyby ani to nevedlo k cíli, což se může stát zejména v začátcích při nedostatku zkušeností, bude třeba doplnit výchozí tabulku dalšími omezujícími podmínkami, které vyplynou z nesnází při sestavování osevního postupu, a učinit výpočet znovu.

V našem příkladě při sestavování osevního postupu byly výměry jednotlivých plodin zaokrouhleny na celé hek-

tary, popř. byly učiněny další menší úpravy, aby se plodiny vešly do jednotlivých honů. Celá výměra byla zařazena do dvou osevních postupů.

1. Osevní postup hlavní

1. Vojtěškotráva 66 ha + cukrovka 56 ha*) 122 ha

VII. Srovnání dosavadní a nové struktury osevních ploch

Název plodiny	Výměra plodiny původní			Výměra půdy po úpravě	
	celkem	z toho:		podle strav. bílk.	
		pro krm. základnu	ostatní	pro krm. základnu	celkem
1	2	3	4	5	6
pšenice ozimá	122,15	46,50	75,65	45,00	120,65
ječmen jarní	270,00	102,00	168,00	—	168,00
směska obilní na zrno	17,00	17,00	—	—	—
kukuřice na zrno	49,28	46,92	2,36	119,94	122,30
hrách	4,54	3,16	1,38	30,00	31,38
brambory	35,00	14,00	21,00	—	21,00
jetelo-vojtěško-tráva	148,15	148,15	—	131,00	131,00
kukuřice na siláž	81,69	81,69	—	—	—
kukuřice na zel.	62,32	63,32	—	—	—
směska na zeleno jarní	24,73	24,73	—	—	—
cukrovka techn. a krmná I.	203,39	19,19	184,20	—	184,20
cukrovka krmná II.	—	—	—	—	—
louky	40,00	40,00	—	40,00	40,00
ozimá směska I. s násl. plodinou	—	—	—	16,90	16,90
ozimá směska II. s násl. plodinou	—	—	—	21,60	21,60
ozimá směska III. s násl. plodinou	—	—	—	20,84	20,84
jílková směska s násl. plodinou	—	—	—	12,60	12,60
jarní směska I. s násl. plodinou	—	—	—	12,10	12,10
jarní směska II. s násl. plodinou	—	—	—	14,40	14,40
směska bob s ovsem na zrno	—	—	—	141,00	141,00
ostatní plodiny	93,20	—	93,20	1,28	94,48
Celkem	1152,45	606,66	545,79	606,66	1152,45

2. Vojtěškotráva 66 ha + ječmen 46 ha + hrách 10 ha . 122 ha
 3. Kukuřice na zrno . . . 122 ha*)
 4. Bob s ovsem . . . 122 ha
 5. Ozimá pšenice . . . 122 ha
 6. Cukrovka . . . 122 ha*)
 7. Ječmen (s podsevem vojtěšky 66 ha) . . . 122 ha
 Celkem . . . 854 ha

2. Osevní postup vedlejší

1. Brambory 21 ha + čekanka 14 ha . . . 35 ha*)

2. Jarní směsky I (13 ha), II (12 ha), III (10 ha) . . . 35 ha
 3. Hrách 21 ha + ozimá směska III 14 ha . . . 35 ha
 4. Čekanka 13 ha + cukrovka 6 ha + mák 16 ha . . . 35 ha*)
 5. Bob s ovsem 19 ha + ozimá směska I 16 ha . . . 35 ha
 6. Jarní směska III 6 ha + ozimá směska II 22 ha + ozimá směska III 7 ha . . . 35 ha
 Celkem . . . 210 ha

*) Hnojeno

Úhrn obou postupů činí 1064 ha, zbývajících 48,45 ha orné půdy je využito pro pěstování zeleniny.

Tento osevní postup vcelku zaručuje jednotlivým plodinám příznivé podmínky růstu.

Nyní zjistíme úhrnnou bilanci krmivové základny podle suboptimální varianty s přihlédnutím ke krmivům z nekrmivové plochy.

Celkové množství škrobových jednotek činí 24 504 q, stravitelných bílkovin 3051 q a sušiny 52 103 q. Protože sušiny a škrobových jednotek je nadbytek proti potřebě, takže lze upustit od zkrmování ječné slámy, bude krmivová bilance vypadat takto: sušiny bude 46 705 q (52 103 – 5398), škrobových jednotek 23 298 q (24 504 – 1206) a stravitelných bílkovin 3019 q (3051 – 32). Sušiny a škrobových jednotek je tedy poněkud více proti požadavku a naopak tomu bílkovin je o něco méně. Avšak proti dosavadní krmivové základně poskytuje suboptimální varianta více nejen sušiny (o 10,7 %) a škrobových jednotek (o 11,7 %), ale i stravitelných bílkovin o 46,3 %.

Množství škrobových jednotek, obsažených v jednotlivých druzích krmiv podle suboptimální varianty, ve srovnání s požadavkem podle norem je uvedeno v tomto přehledu:

	Potřeba ŠJ podle norem	Produkce ŠJ podle subopti- mální va- rianty
1. Jadrná krmiva	5 442	8 724
2. Zelená píce	4 816	4 817
3. Seno	3 904	2 809
4. Siláž a okopá- niny	6 643	6 948
5. Sláma	1 387	—
Celkem	22 192	23 298

Množství sena nebylo omezeno, proto se v řešení uchýlilo od potřeby podle norem. Je však hojně kompenzováno jadrnými krmivy a siláží.

Množství steliva (včetně ječné slámy) činí podle optimální varianty 13 208 q proti požadavku 11 565 q.

Produkce uleželého hnoje podle suboptimální varianty činí celkem 83 306 q: 4 (46 705 : 2 + 0,86 · 13 208) · 0,60 = 83 306 q.

Uleželé chlévské mrvy při suboptimální variantě bude tedy vyprodukováno o 6206 q více, než se předpokládalo vypočtu. Protože v řešení problému nebylo vyčerpáno 11 433 q hnoje (viz sl. 7, řádka X₄₄ v tab. VI), celková

rezerva činí 17 639 q, což dává možnost zvýšit normu hnojiv pod cukrovku téměř o 100 q na hektar, popř. o 50 q pro každý hektar cukrovky, čekanky a kukurice na zrno, a tím zajistit dosažení plánovaných výnosů.

* * *

Hlavním cílem předkládaného návrhu metodiky je stanovit hlavní zásady propočtu optimální krmivové základny a současně usnadnit získávání podkladových materiálů při zkušebním zavádění na větším počtu závodů (20–30) v různých přírodních a ekonomických podmínkách. Získaných zkušeností a poznatků pak bude použito pro vypracování podrobnější metodiky stanovení optimální krmivové základny tak, aby jí bylo možno používat v masovém měřítku.

Bezpochyby, že jednou z nejzákladnějších podmínek úspěšného stanovení optimální krmivové základny je správnost a úplnost používaných podkladů.

Přitom nutno vzít v úvahu nikoli jen dosahované výnosy a náklady v daném závodě, ale také existující závady, možnost jejich odstranění, náklady spojené s odstraněním závad a výsledky. V případě nejistoty o ekonomické vydatnosti (za předpokladu, že ekonomická vydatnost je známa) některých těchto opatření, je účelné zařadit do problému stejné plodiny s různými výnosy, jichž lze dosáhnout použitím různé agrotechniky, vynaložením výrobních prostředků o různé výši apod. Rovněž nelze omezit sortiment plodin jen na plodiny, které se v daný okamžik pěstují v závodě. Nutno uvážit možnost rozšíření sortimentu o efektivní plodiny ze sousedních závodů.

Protože hlavním cílem tohoto pojednání bylo dát prozatímní návod k získání a úpravě číselných údajů a vyhotovení výchozí tabulky pro výpočet na samočinném počítači, bylo k výkladu použito praktického příkladu, což umožnilo ilustrovat obecné pojmy, a tím snadněji pochopit zásady metodiky. Přitom nebyl kladen důraz na dokonalé technické a ekonomické sladění použitých číselných podkladů, i když v převážné většině pocházejí ze skutečného závodu z řepářské oblasti. Proto z výsledků rozboru nelze odvozovat a zobecňovat ekonomické důsledky.

Nutno zdůraznit, že stanovením více méně vhodné optimální, popř. suboptimální varianty krmivové základny, využití výsledků propočtu zdaleka nekončí. Hlubší rozbor výsledků propočtu může poskytnout řadu dalších poznatků.

V probíraném číselném příkladu vy-

padly z řešení vedoucí plodiny pro řepařskou oblast: cukrovka a pšenice pro jejich poměrně nízké výnosy. Ukazuje to na skutečnost, že v závodě není něco v pořádku. Rovněž vojtěškotráva dává poměrně malé výnosy, a kdyby pěstování na ploše 91 ha nebylo zajištěno v omezující podmínce, bývala by i tato plodina vypadla z řešení a byla by nahrazena jinou, efektivnější plodinou. Kdyby těmto plodinám byla věnována náležitá péče, bylo by možno dosáhnout podstatně větších výnosů, a proto i řešení optimální krmivové základny by bylo jiné.

V červenci 1963 upravili pracovníci VÚZE příslušné údaje do výchozích tabulek pro 18 zemědělských závodů (z toho 17 JZD a 1 státní statek) z různých výrobních oblastí. Po propočtu na samočinném počítači byl učiněn rozbor výsledků propočtu, na jehož podkladě

bylo navrženo pro každý závod několik variant. Tyto varianty struktury ploch krmivových plodin byly projednány s vedoucími představiteli většiny zemědělských závodů. S menšími úpravami všechny návrhy byly jednotnými zemědělskými družstvy akceptovány a budou zaváděny do praxe. Část navržených změn v krmivové základně budou zapracovány již do plánu na rok 1964.

Zvýšení množství škrobových jednotek a stravitelných bílkovin při uplatnění návrhu v plném rozsahu by mohlo dosáhnout 5–25 % proti dosavadnímu stavu při snížených vlastních nákladech (a jejich složkách) za jednu škrobovou jednotku a za kilogram stravitelných bílkovin.

Metodické poznatky, získané při této práci, budou použity pro vypracování podrobnější metodiky stanovení krmivové základny.

Ekonomicko-matematické modely a výpočty optimální struktury strojně traktorového parku

Štefan Zacharovič TOLPEKIN, kandidát ekonomických věd
Ústřední ekonomicko-matematický ústav Akademie věd SSSR, Moskva

Plánování výroby a řízení výrobních procesů vždy souvisí s přijetím určitých řešení, na nichž jsou závislé výsledky výroby. Avšak tato řešení nebývají vždy nejlepší (optimální), neboť nezaručují nejefektivnější využití výrobních prostředků, pracovních a finančních zdrojů pro výrobu maximálního množství produkce při minimální spotřebě práce a prostředků.

Z problémů, jejichž vyřešení je pro zemědělské pracovníky zvláště naléhavé, jsou to především úkoly, vztahující se na optimální využití techniky, půdních ploch a pracovních sil. Přitom má zvláštní význam zkoumání způsobů nejefektivnějšího využití strojně traktorového parku v zemědělství.

Současný způsob stanovení potřeby strojů, založený na použití přepočteného hektaru a přepočteného traktoru, jakož i na zkušenostech a intuici jednotlivých pracovníků, nedovoluje řešit tuto otázku správně. Tyto propočty nemohou obsáhnout veškerou mnohostrannost možností efektivního využití mechanizačních prostředků a na tomto základě vypracovat optimální plán.

Jde o to, že kolchozy a sovkchozy jsou zpravidla víceodvětvovými závody se značnou výměrou osevních ploch a se značným počtem rozmanitých strojů. Každý pracovní cyklus, probíhající v zemědělské výrobě, je komplexem postupných procesů. Například výroba krmiv a krmení hospodářských zvířat jsou složeny ze zpracování půdy, setí, sklizně, dopravy, uskladnění, rozdělování, zkrmování aj. Přitom mimo soustavu vzájemných vztahů mezi výrobními procesy a traktorovými agregáty uvnitř závodu existuje vždy ještě soustava vnějších vztahů, protože kolchoz nebo sovkhoz získává z vnějšku hnojiva, pesticidy atd. a rovněž prodává svou produkci (obilí, zeleninu, maso, mléko, tuky aj.). Značná složitost vzájemných vztahů způsobuje i nejzkušenějším odborníkům obtíže při správném rozdělení strojně traktorového parku v každém časovém období pro splnění různých druhů prací v určeném objemu a stanovených lhůtách.

Soustava strojů pro komplexní mechanizaci se musí opírat o optimální program všech faktorů, které ovlivňují růst zemědělské výroby. Tyto zásady jsme vzali jako základ pro stanovení optimálního složení strojně traktorového parku a způsobů jeho efektivního využití. Za optimální je třeba považovat takovou variantu strojně traktorového parku, která:

a) zajistí splnění daného objemu prací ve stanovených agrotechnických lhůtách při nejefektivnějším využití zvolených typů a počtu traktorů,

b) umožní získat maximálně možné množství produkce při minimální spotřebě práce a prostředků, budou-li dodrženy podmínky zachování úrodnosti půdy.

Předpokládejme, že výroba je složena z pěti za sebou následujících procesů, z nichž každý lze vykonat dvěma způsoby. V tomto případě, nejsou-li nějaká omezení, lze předložit $2^5 = 32$ variant plnění prací, při 10 pracích počet možných variant vzroste na $2^{10} = 1024$. Proto dokonce i při pěstování jediné plodiny je úkol

velmi složitý; jestliže ještě uvážíme, že kolchoz nebo sovchoz je víceodvětvovým závodem, pak řešení úkolu se mnohonásobně zkomplikuje.

Složitost zkoumaného úkolu, tj. volby optimálního plánu doplňování a stanovení způsobů efektivního využití strojního a traktorového parku v zemědělství, je rovněž podmínována zjevnou sezónností zemědělské výroby, která způsobuje nízkou úroveň využití strojů v průběhu roku. To vše svědčí o tom, že posouzení všech možných variant při volbě optimálního řešení tradičními metodami je prakticky nemožné.

Protože experiment je zde neuskutečnitelný, může být optimální varianta stanovena jen na základě sestavení ekonomicko-matematického modelu optimální struktury strojního parku. K jeho sestavení jsou nezbytné informace o struktuře závodu, o objemu různých druhů prací v časových obdobích, o nákladech na provoz strojů, o jejich výkonnosti při konání různých druhů prací, o lhůtách konání prací atd. Informace se získávají jak experimentálně u jednotlivých prvků procesů, tak i z materiálu shromážděného z předchozího výzkumu a propočtů. Ke zjednodušení výpočtů je třeba vyloučit takové faktory, které mají na konečné řešení malý vliv a mohou konečný obraz jen zkreslit.

Při volbě optimální struktury strojně traktorového parku je třeba přesně formulovat cíle, stanovit kritéria a omezení.

Podstatou zkoumaného úkolu je stanovení nejlepšího plánu vykonání daného objemu zemědělských prací ve stanovených lhůtách s přihlédnutím ke konkrétním podmínkám závodu. Přitom je třeba zvolit nejefektivnější typy traktorů, automobilů a samochodných podvozků a jejich optimální počet, zajišťující vykonání všech druhů prací v daném rozsahu a ve stanovených lhůtách, a určit pro každé období nejhospodárnější rozdělení typů a počtů traktorů, samochodných podvozků a automobilů pro jednotlivé druhy prací. Využití strojně traktorového parku podle jednoho optimálního plánu vytvoří novou kvalitu a umožní zvýšit efektivnost celé soustavy strojů v důsledku jejich účelného využívání v každém časovém období. Objevuje se možnost plánovat nejefektivnější využití každého stroje, a to tak, aby využití veškerého strojně traktorového parku bylo maximálně efektivní.

Tyto úkoly jsou řešeny použitím matematických metod, včetně lineárního programování.

Kritérium optimální volby a využití strojně traktorového parku může být rozmanité. Mohou jím být například nejnižší náklady nebo maximálně možná produktivita práce při podmínce vykonání prací ve stanovených (agrotechnických) lhůtách. Z hlediska jednotlivých odvětví i z hlediska celého závodu má kritérium optimalizace obecnější charakter. Netýká se využití jednotlivých faktorů, nýbrž několika, z hlediska společenské výroby nejdůležitějších ukazatelů, jejichž vliv se posuzuje současně ve výrobním procesu.

Kritérium optimalizace se volí podle konkrétních podmínek zemědělského závodu. Je-li například v závodě nedostatek strojů, je třeba úkol optimalizovat při maximální produktivitě práce v období maximálně přípustné kalendářní lhůty, potřebné k vykonání prací. Má-li závod dostatečný počet strojů a mechanizátorů, pak je účelné úlohu optimalizovat při minimálních peněžních nákladech a vykonání prací ve stanovených lhůtách. V těch závoděch, v nichž je dostatek strojů a nedostatek mechanizátorů, je třeba úkol optimalizovat při maximální výkonnosti strojů a s dodržením podmínky, že práce budou vykonány ve stanovených lhůtách.

V souladu se zvoleným kritériem mohou být řešeny tři typy úkolů, které mají pro zemědělskou praxi velký význam.

Stanovit optimální variantu plánu z počtu všech možných variant, znamená nalézt matematické optimum. Je to jeden z dosti složitých úkolů, protože jde o stanovení optimálních hodnot, proměnných při řadě omezení. Výrobní zdroje a koeficienty nákladů se zařazují v omezujících podmínkách v těch jednotkách, v nichž se obvykle měří, tj. v hektarech, centech, ve dnech lidské práce, v traktorových směnách, v krmných jednotkách, v rublech atd. To je nutné proto, že převod fyzických jednotek na přepočtené jednotky je obtížný a někdy i nemožný. Možnost zavádění různorodých veličin do téhož úkolu rozšiřuje okruh úkolů řešených simplexovou metodou.

Ekonomické zhodnocení určité varianty soustavy strojů je závislé na prostudování značného počtu normativů, statistických aj. údajů.

Podle komplexního posouzení nejdůležitějších charakteristik je třeba při řešení úkolu předem vyloučit z plánu zjevně neúčelné varianty. To usnadňuje řešení a nikterak neovlivňuje kvalitu optimálního výsledku.

Na základě konkrétních podmínek kolchozů a sovchozů jsme studovali a řešili tyto tři varianty optimální volby a využití strojné traktorového parku:

a) Stanovení optimálního rozmístění daného objemu různých druhů prací mezi typy traktorových agregátů, které jsou v závodě k dispozici, aby bylo zajištěno včasné a maximálně efektivní vykonání těchto prací.

b) Stanovení optimálního počtu traktorů a jejich typů, aby bylo zajištěno kvalitní vykonání všech druhů prací ve stanovených agrotechnických lhůtách při minimální spotřebě práce a prostředků.

c) Volba doplňkového optimálního počtu traktorů a jejich typů k dokončení komplexní mechanizace zemědělských prací.

Dvě první varianty jsou speciálními případy varianty třetí, která má stanovit optimální variantu plánu, a to nejen pokud jde o využití strojů, které jsou již k dispozici, ale i o nákup nových strojů k dokončení komplexní mechanizace. Avšak v každém konkrétním případě se tyto úkoly liší svým ekonomickým obsahem. Autor navrhuje pro řešení těchto úkolů tři ekonomicko-matematické modely.

Řešení kteréhokoli z těchto úkolů je složeno ze čtyř etap:

1. Sestavení výchozí tabulky (matice), která obsahuje přehled druhů prací, jejich objem, lhůty plnění a vyznačení, kterými základními i náhradními mechanizačními prostředky lze tyto práce vykonat. Tato etapa je nejodpovědnější, protože nesprávné výchozí údaje způsobí znehodnocení výsledků celého řešení;

2. matematická formulace;

3. řešení na samočinném počítači;

4. zpracování výsledků.

Podle vypracované metodiky mohou první a čtvrtou etapu vykonat odborníci ze zemědělských závodů. Druhou a třetí etapu vykonávají pracovníci výpočtových středisek společně se zástupci zemědělských závodů.

První ekonomicko-matematický model

Připusťme, že sovchoz má m strojů k vykonání n druhů prací. Každý typ stroje je charakterizován určitým zdrojem pracovního času b_i ($i = 1, 2, 3, \dots, m$) (v daném období v závislosti na agrotechnické lhůtě), časovou normou t_{ij} k vykonání jedné jednotky práce j ($j = 1, 2, 3, \dots, n$) strojem i a rovněž hodnotou vykonání C_{ij} jedné jednotky práce j strojem i .

Je-li sovchozu uloženo vykonat v nejbližším časovém období (měsíc, čtvrtletí, rok) určitý objem a_j různých traktorových prací, pak před vedením sovchozu vyvstává úkol organizovat práce tak, aby úkol byl splněn ve stanovených agrotechnických lhůtách s minimální spotřebou práce a prostředků. To znamená, že je nutno rozdělit zatížení mezi jednotlivé stroje (traktorové agregáty) tak, aby byly splněny tyto podmínky:

$$\sum_i X_{ij} \geq a_j; \quad \sum_j t_{ij} X_{ij} \leq b_i \quad \text{a hodnota celkových nákladů vykonaných prací}$$

$C = \sum_i \sum_j C_{ij} X_{ij}$ byla co nejmenší, kde X_{ij} je hledaný objem prací (v hektarech) i -tého traktorového agregátu při j -tém druhu prací.

To znamená, že při hledání nejlepšího (tj. nejvýhodnějšího) rozdělení prací mezi traktorové agregáty je třeba nalézt takové řešení soustavy lineárních rovnic a nerovností (1), které danou lineární funkci minimalizují (2):

$$\sum_i X_{ij} = a_j; \quad \sum_j t_{ij} X_{ij} \leq b_i \quad (1)$$

$$C = \sum_i \sum_j C_{ij} X_{ij} \rightarrow \min \quad (2)$$

Je zřejmé, že daná úloha se omezuje na problém lineárního programování.

K sestavení prvního plánu $\pi = \{X_{ij}\}$ a k jeho splnění je třeba získat na základě výchozích údajů veličiny a_{ij} , b_{ij} , C_{ij} , t_{ij} .

V prvním modelu je hledaným parametrem racionální rozdělení daného objemu různých druhů prací mezi traktorové agregáty, které v závodě jsou, aby práce byly vykonány ve stanovených lhůtách při minimální spotřebě práce a prostředků. Použití údajů o hodnotě vykonaných různých druhů prací umožňuje optimalizovat celkové náklady podle provozu strojné traktorového parku.

Evidence požadavku, tj. dokonalého a včasného vykonání prací, je zajišťována zařazením příslušných rovnic. V pravé polovině této rovnice jsou uvedeny plánované objemy prací. Omezení provozních možností traktorů každého typu daným strojním časem jsou zapsána ve formě nerovností.

Při řešení konkrétního úkolu byla jako kritérium optimalizace užitá podmínka – vykonat všechny práce ve stanovených lhůtách s minimálním počtem traktorů. Přitom zkoumáme nejen výběr nejlepších typů traktorů, automobilů a samochodných podvozků, nýbrž i jejich nejlepší rozdělení na jednotlivé druhy prací. Zvolené kritérium zajistí takové rozdělení traktorů, automobilů a samochodných podvozků, při němž každý ze zvolených typů bude využit při těch pracích, při nichž lze zajistit maximální výkonnost strojů.

Vyřešením varianty a) bylo stanoveno, kterých typů traktorů, samochodných podvozků a automobilů, jež jsou v daném zemědělském závodě k dispozici, lze nejefektivněji využít v každém časovém období k vykonání daného objemu různých druhů prací. Mimoto bylo zjištěno, že ve složitých a komplexních výrobních procesech lze kalendářní lhůty prací, stanovené technologickými kartami, zkrátit o 20 až 30 % hospodárnějším využitím strojné traktorového parku závodu, a tím vytvořit podmínky pro nejefektivnější splnění daného objemu prací.

Rozbor ukázal, že používané kalendářní lhůty prací, stanovené technologickými kartami (které, jak známo, sestavují vysoce kvalifikovaní odborníci podle pokusných údajů), nejsou z hlediska efektivního řízení zemědělské výroby nejlepší. Při použití matematických metod lze pro konkrétní zemědělský závod stanovit optimální lhůty konání prací, které budou přispívat k nejefektivnějšímu využití výrobních prostředků a pracovních sil v zemědělství pro výrobu maximálního množství produkce s minimální spotřebou práce a prostředků.

Druhý ekonomicko-matematický model

Podle struktury osevních ploch zemědělského závodu sestavili jsme druhý model pro tři špičková období v zemědělské výrobě, která se liší dobou a povahou prací a plně charakterizují strukturu strojné traktorového parku ve zvoleném závodě. Jako výchozí proměnné zde je jednak počet traktorů různých typů, potřebných k nejhospodárnějšímu doplnění strojné traktorového parku, jednak počet traktorů každého typu, používaných maximálně produktivně k vykonání daného objemu různých druhů prací v každém ze zkoumaných období. Optimalizace řešení je v tomto případě zajištěna minimalizací počtu strojů nezbytných k doplnění strojné traktorového parku. Tato podmínka zaručuje vykonání všech druhů prací při optimální, tj. maximální možné výkonnosti. Při této podmínce je též objem prací vykonán menším počtem strojů, takže jejich výkonnost je vyšší a současně se tím dosahuje minimálních nákladů na údržbu a provoz strojné traktorového parku.

Požadavek komplexního vykonání všech prací v každém ze zkoumaných tří období je matematicky vyjádřen jako roven jedné, tj. součtu podílů každé práce, vykonávané traktory různých typů.

Způsob výpočtu variant využití traktorů, jehož jsme používali, se opírá o dva principy. Kalendářní doba zatížení traktorů v průběhu roku musí být maximální a je třeba dát přednost pracím vhodnějším pro daný stroj v případě potřeby současného plnění několika prací.

Minimalizovaná lineární funkce: $L = X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5$.

Získané optimální řešení: DT-54A – $X_1 = 4$; T-38m – $X_2 = 4$; MZT-5ms $X_3 = 30$; T-40 – $X_4 = 12$; T-75 – $X_5 = 6$.

Vyřešením druhé varianty se zjistilo, jaký počet a který typ traktorů je třeba mít v zemědělském závodě k vykonání daného objemu všech druhů prací ve sta-

novených agrotechnických lhůtách při minimální spotřebě práce a prostředků. Řešením na samočinném počítači bylo stanoveno optimální složení strojního parku v počtu 56 traktorů z pěti nejdokonalejších typů, místo dosavadních 62 traktorů devíti typů. Ekonomická efektivnost tohoto řešení je zřejmá a nevyžaduje dodatečného objasňování. Přitom byla stanovena varianta nejlepšího využití strojně traktorového parku v každém časovém období pro vykonání daného objemu různých druhů prací.

Z toho vyplývá, že dokonalá realizace optimálních plánů, sestavených metodami lineárního programování s použitím samočinných počítačů, může správně zorganizovat využití strojně traktorového parku i lidských rezerv, nalézt efektivnější stroje pro každé přírodní a ekonomické pásmo podle velikosti a struktury závodu a vědecky zdůvodnit soustavu strojů k dokončení komplexní mechanizace, čímž se z hlediska státu uspoří stovky miliónů rublů.

Je známo, že do současné doby se zdůvodnění soustavy strojů opírá o technologické karty. Tento způsob však neuvažuje všechny možné varianty využití strojně traktorového parku, a proto není optimální, tj. nejlepší ze všech možných variant. Proto se také objevila nutnost vypracovat novou metodu, která by byla přesnější a využívala nejnovějších poznatků matematiky.

Prvky náhodnosti ve využívání strojů v zemědělství musí být tedy nahrazeny vědeckou organizací prací při vytváření optimální soustavy strojů pro komplexní mechanizaci a pro její efektivní využití.

Velmi významné je to, že na základě získaného řešení byly sestaveny dispečerské karty, které jsou vědeckým základem nejefektivnějšího využití strojně traktorového parku a pracovních sil v každém časovém období. Tyto karty umožňují včas zjistit slabiny i rezervy v závodě v každém časovém období a stanovit racionální lhůty pro technickou údržbu a opravy každého stroje. Dispečerské karty jsou velmi dobrým příkladem, jak lze řešit složité problémy efektivního využívání strojů a pracovních sil v zemědělství, zejména ve špičkových obdobích. Tyto karty rovněž dovolují včas stanovit, ve které době, na kterých pozemcích a na které práce je třeba soustředit úsilí pro kvalitní a ekonomicky výhodné vykonání všech nezbytných prací ve stanovených lhůtách a s maximální produktivitou.

Základní výchozí údaje pro dispečerské karty byly získány jako výsledek řešení úkolu pro tři špičková období (I_{ij} , Y_{ij} , Z_{ij} , ψ_q).

Výzkumy ukázaly, že optimální výběr a racionální rozdělení strojně traktorového parku podle období a druhů prací vytvořily podmínky pro výrazné zvýšení průměrného ročního indexu využití strojů, který v řadě případů dosáhl výjimečně vysoké úrovně.

Jako ukazatele využití strojního a traktorového parku jsme použili indexu využití, rovnajícího se poměru odpracovaných strojních směn k daným (kalendářním) strojním směnám, vypočítaným z podmínky práce strojů v jedné směně.

Metoda lineárního programování dovoluje odhalit slabiny, které jsou podmíněny především nedostatkem pracovních sil ve špičkových obdobích zemědělských prací. Takovou slabinou, která podmiňuje rozsah pěstování různých plodin, bývá často nedostatek pracovních sil v létě, v době sklizně obilnin, a na podzim v době sklizně lnu a konopí, kukuřice, brambor, řepy, zeleniny a zejména v období převádění hospodářských zvířat z pastvy do stájí.

Podstatné je i to, že pomocí lineárního programování lze stanovit optimální plán doplnění strojně traktorového parku kolchozu nebo sovkchozu novými, dokonalejšími stroji k dokončení komplexní mechanizace zemědělských prací.

Nechť počet prací vykonávaných v závodě je tedy n , objem každé práce a_j . Závod má k dispozici typy strojů v počtu b_i ; tento počet může vykonat určitou část prací. K dokončení komplexní mechanizace prací může závod získat doplňkové stroje typů q v celkové hodnotě S . Je třeba zjistit, které stroje je pro závod nejvýhodnější nakoupit a při kterých pracích jich využít, aby bylo zajištěno vykonání všech prací ve stanovených agrotechnických lhůtách s minimální spotřebou práce a prostředků.

Je známa výkonnost α_{ij} , α_{kj} a hodnota C_{ij} , C_{kj} vykonání jednotlivých prací těmi stroji, které mohou tyto práce vykonat.

Jestliže X_{ij} je objem prací j -tého druhu, vykonávaný stroji i -tého typu, X_k objem prací j -tého druhu, který bude vykonán novými stroji k -tého typu, a Y_k počet strojů k -tého typu, které je třeba nakoupit, potom se daná úloha omezuje na stanovení těch hodnot proměnných X_{ij} , X_k a Y_k , které minimalizují vyjádření celkové hodnoty prací

$$\sum_j \sum_i C_{ij} X_{ij} + \sum_j \sum_k C_{kj} X_{kj} \rightarrow \min$$

a odpovídají těmto omezením:

a) vykonávat práce ve stanovených agrotechnických lhůtách

$$\sum_i X_{ij} + \sum_k X_{kj} = a_j$$

b) omezení výrobních možností strojů jednotlivých typů podle počtu

$$\sum_j \frac{X_{ij}}{\alpha_{ij}} \leq b_i ; \sum_j \frac{X_{kj}}{\alpha_{kj}} \leq Y_k$$

c) evidence peněžního fondu přiděleného hospodářství na nákup nových strojů

$$\sum_k S_k Y_k \leq S,$$

kde S_k je cena k -tého stroje.

Matematická formulace druhého modelu a popis všech jeho podmínek ve formě lineárních rovnic a závislostí pro roční objem prací

Jsou dány rovnice:

1. Rovnice vyjadřující podmínky k dokonalému splnění všech prací ve stanovených lhůtách:

a) pro první špičkové období: $\sum_i \frac{I_{ij}}{a_{ij}} = 1$

b) pro druhé špičkové období: $\sum_i \frac{Y_{ij}}{a_{ij}} = 1$

c) pro třetí špičkové období: $\sum_i \frac{Z_{ij}}{a_{ij}} = 1$

Zde I_{ij} , Y_{ij} , Z_{ij} počet strojů i -tého druhu, používaných při j -té práci; a_{ij} – totéž, avšak za podmínky, že j -tou práci vykonávají jen stroje i -tého druhu

2. Rovnice využití traktorů a odhalení rezerv:

a) pro první špičkové období: $X_i - \sum_j I_{ij} - \psi_q = 0$

b) pro druhé špičkové období: $X_i - \sum_j Y_{ij} - \psi_q = 0$

c) pro třetí špičkové období: $X_i - \sum_j Z_{ij} - \psi_q = 0$

X_i – počet strojů i -tého druhu, potřebných k dokonalému splnění všech prací*)

Je třeba stanovit takové nezáporné řešení těchto rovnic, při němž lineární funkce, která vyjadřuje podmínku minimálního počtu traktorů, dosahuje své nejnížší hodnoty:

$$L = \sum_i X_i \rightarrow \min$$

*) ψ_q – počet strojů daného typu, které v dané době nepracují (rezerva).

$$\frac{1}{6,2} I_{31} + \frac{1}{6,2} I_{41} = 1$$

$$\frac{1}{6,2} I_{22} + \frac{1}{2,8} I_{32} = 1$$

$$\frac{1}{6,5} I_{35} + \frac{1}{5,0} I_{45} + \frac{1}{4,0} I_{55} = 1$$

$$\frac{1}{2,0} I_{16} + \frac{1}{2,0} I_{26} + \frac{1}{2,0} I_{36} = 1$$

$$\frac{1}{9,0} I_{27} + \frac{1}{8,3} I_{37} + \frac{1}{5,9} I_{47} = 1$$

$$\frac{1}{9,0} I_{28} + \frac{1}{8,5} I_{38} + \frac{1}{6,4} I_{48} = 1$$

$$\frac{1}{1,3} I_{29} + \frac{1}{2,0} I_{39} + \frac{1}{2,7} I_{49} = 1$$

$$\frac{1}{2,8} I_{110} + \frac{1}{3,3} I_{210} + \frac{1}{3,3} I_{310} + \frac{1}{4,9} I_{410} + \frac{1}{3,3} I_{510} = 1$$

$$\frac{1}{2,0} I_{111} + \frac{1}{2,0} I_{211} + \frac{1}{2,0} I_{311} + \frac{1}{2,7} I_{411} = 1$$

$$X_1 - I_{16} - I_{110} - I_{111} - \psi_1 = 0$$

$$X_2 - I_{22} - I_{26} - I_{27} - I_{28} - I_{29} - I_{210} - I_{211} - \psi_2 = 0$$

$$X_3 - I_{31} - I_{32} - I_{35} - I_{36} - I_{37} - I_{38} - I_{39} - I_{310} - I_{311} - \psi_3 = 0$$

$$X_4 - I_{41} - I_{45} - I_{47} - I_{48} - I_{49} - I_{411} - \psi_4 = 0$$

$$X_5 - I_{55} - I_{510} - \psi_5 = 0$$

První index — typ strojů:

- 1 — DT-54A
- 2 — T-38m
- 3 — MTZ-5ms
- 4 — T-40
- 5 — T-75

Druhý index — druh prací:

1. Sečení sena
2. Shrabování sena
3. Kopení sena
4. Stahování sena
5. Stohování
6. Poprašování, meziřádková kultivace brambor, meziřádková kultivace vinné
7. Meziřádková kultivace kukuřice
8. Meziřádková kultivace silážních plodin
9. Přísun minerálních hnojiv na pole
10. Rozmetání minerálních hnojiv
11. Vlácení pícnin

$$\frac{1}{10,0} Y_{11} + \frac{1}{18,7} Y_{21} + \frac{1}{18,7} Y_{51} = 1$$

$$\frac{1}{23,2} Y_{12} + \frac{1}{27,7} Y_{22} + \frac{1}{20,8} Y_{32} + \frac{1}{55,5} Y_{42} + \frac{1}{18,8} Y_{52} = 1$$

$$\frac{1}{11,5} Y_{33} + \frac{1}{7,7} Y_{43} = 1$$

$$\frac{1}{8,6} Y_{34} + \frac{1}{6,4} Y_{44} + \frac{1}{4,2} Y_{54} = 1$$

$$\frac{1}{5,2} Y_{35} + \frac{1}{5,2} Y_{45} = 1$$

$$\frac{1}{3,9} Y_{26} + \frac{1}{1,7} Y_{36} = 1$$

$$\frac{1}{4,1} Y_{38} + \frac{1}{3,1} Y_{48} + \frac{1}{2,1} Y_{58} = 1$$

$$\frac{1}{6,2} Y_{39} + \frac{1}{3,8} Y_{49} = 1$$

$$X_1 - Y_{11} - Y_{12} - \psi_6 = 0$$

$$X_2 - Y_{21} - Y_{22} - Y_{26} - \psi_7 = 0$$

$$X_3 - Y_{32} - Y_{34} - Y_{34} - Y_{35} - Y_{36} - Y_{38} - Y_{39} - \psi_8 = 0$$

$$X_4 - Y_{42} - Y_{42} - Y_{45} - Y_{48} - Y_{49} - Y_{44} - \psi_9 = 0$$

$$X_5 - Y_{51} - Y_{52} - Y_{54} - Y_{58} - \psi_{10} = 0$$

První index — typ strojů:

- 1 — DT-54A
- 2 — T-38m
- 3 — MTZ-6ms
- 4 — T-40
- 5 — T-75

Druhý index — druh prací:

1. Sklizeň obilnin
2. Odvoz zrna od kombajnů
3. Stahování slámy
4. Stohování slámy
5. Sečení pícein na seno
6. Shrabování pícein
7. Kopení — určuje se jednoznačně (a proto se do rovnice nezařazuje)
8. Stohování sena
9. Stahování

$$\frac{1}{8,8} Z_{11} + \frac{1}{12,8} Z_{21} + \frac{1}{17,5} Z_{31} + \frac{1}{21,7} Z_{41} + \frac{1}{17,5} Z_{51} = 1$$

$$\frac{1}{5,3} Z_{32} + \frac{1}{6,6} Z_{42} + \frac{1}{4,0} Z_{52} = 1$$

$$\frac{1}{9,0} Z_{13} + \frac{1}{10,9} Z_{23} + \frac{1}{10,9} Z_{33} + \frac{1}{9,0} Z_{53} = 1$$

$$\frac{1}{7,3} Z_{14} + \frac{1}{9,8} Z_{24} + \frac{1}{11,7} Z_{34} = 1$$

$$X_1 - Z_{11} - Z_{13} - Z_{14} - \psi_{11} = 0$$

$$X_1 - Z_{21} - Z_{23} - Z_{24} - \psi_{12} = 0$$

$$X_3 - Z_{31} - Z_{32} - Z_{33} - Z_{34} - \psi_{13} = 0$$

$$X_4 - Z_{41} - Z_{42} - \psi_{14} = 0$$

$$X_5 - Z_{51} - Z_{52} - Z_{53} - \psi_{15} = 0$$

První index — typ strojů:

Druhý index — druh prací:

1. DT-54A

2. T-38m

3. MTZ-5ms

4. T-40

5. T-75

1. Předseťová kultivace

2. Setí obilnin

3. Sklizeň kukuřice

4. Sklizeň okopanin

5. Orba podzimní

Třetí ekonomicko-matematický model

Vycházíme-li z peněžního fondu, přiděleného hospodářství na nákup nových strojů, z daného objemu prací a ze strojů, které již závod má, stanoví se v tomto případě optimální plán doplnění strojné traktorového parku novými stroji s cílem dokončit komplexní mechanizaci. Vyřešení modelu umožní získat informace jak o nejlepším využití strojů, které již v závodě jsou, tak i strojů, které jsou nezbytné pro nejefektivnější dokončení komplexní mechanizace zemědělských prací, jakož i informace o hospodárném využití těchto nových strojů v kombinaci se stroji, které již má závod k dispozici.

Výzkumy ukázaly, že použití matematických metod při stanovení optimální struktury strojné traktorového parku podstatně zvyšuje efektivnost celé soustavy strojné traktorového parku v důsledku jeho nejúčelnějšího využití v každém časovém období a při každém druhu prací. Jak se již ukázalo, je velmi významné to, že lineární programování umožňuje zjistit včas v každém časovém období jak slabiny, tak i rezervy. Tento rozbor a o něj se opírající plánování zajišťují účinnější řízení práce strojů, a tím dosažení nejvyšší výkonnosti a nižších vlastních nákladů na tyto práce.

Při vykonávání prací podle optimálních plánů se prostroje strojů omezují na minimum. Veškerý strojné traktorový park je využíván nejefektivněji, protože sestavený plán je optimální, tj. nejlepší ze všech možných variant. Mimoto se zvyšuje odpovědnost a osobní zainteresovanost každého mechanizátora, protože již předem ví, které práce, v jakých lhůtách a s kterými stroji má vykonat a jakou mzdu za to dostane.

Sestavení optimálních plánů donutí pracovníky v zemědělské výrobě, aby včas a uvážlivě využívali všech rezerv techniky, pracovních sil a peněžních prostředků tak, aby daný plán prací byl splněn v plánovaných lhůtách a co nejefektivněji. Vedoucím pracovníkům závodu se tím usnadní kontrola plnění plánu. Včasně vykonání prací přispěje ke zvýšení výnosů a snížení sklizňových ztrát, což se opět projeví ve

snížení vlastních nákladů produkce a ve zvýšení produktivity práce. Výpočty ukazují, že bez doplňkových investic je možno snížit spotřebu práce a prostředků na výrobu zemědělské produkce a získat maximální ekonomický efekt jen racionálním využíváním strojné traktorového parku zemědělského závodu.

*

Lineární programování v ekonomických výzkumech je v podstatě prostředkem optimálních výpočtů, tj. do určité míry jen pomocným prostředkem technicko-ekonomického nebo ekonomického rozboru těch procesů, podmínek a omezení, které se zařazují do úlohy. Přitom zavedení těchto podmínek a omezení není vždy ekonomicky zdůvodněno. Právě zde je nezbytná důkladná kvalitativní analýza. Význam této analýzy je potvrzován tím, že každý výrobní proces v zemědělství je složen z velkého počtu složitě se prolínajících vzájemných vztahů, jež rozebrat jen na základě intuice a zkušeností je téměř nemožné. Proto před použitím lineárního programování je krajně nezbytné vypracovat faktoriální analýzu, aby bylo možno stanovit existenci vlivu různých činitelů. Tato matematicko-statistická analýza pochopitelně nemůže nahradit kvalitativní ekonomickou analýzu, může ji však úspěšně doplnit; přispívá k orientaci ve složitých kvantitativních vzájemných vztazích a zejména ukazuje na možnosti evidence konkrétních podmínek zkoumaných procesů.

Faktoriální analýza jen kvalitativně odhaluje existenci vlivu činitelů, neměří však kvantitativně stupeň tohoto vlivu a nedovoluje formulovat analytické vyjádření funkcí, které popisují zákonitosti zkoumaných procesů. K tomu je třeba použít metod tzv. korelační analýzy.

Použití korelační analýzy umožňuje kvantitativně hodnotit různé výrobní činitele, kteří kolísají podle různých náhodných změn. Pro tyto případy nejsou zpravidla v zemědělské výrobě zdůvodněné normativy. Použití korelační analýzy však dovoluje tyto normativy získat, jestliže se jako normativů použije koeficientů regrese.

Avšak ani při tomto rozboru se nesmí zapomínat na to, že kvantitativní analýza musí vždy předcházet kvalitativní analýze, která zaručuje věcný ekonomický smysl měřených veličin. Mimoto je známo, že ukazatelé určení pomocí matematicko-statistických metod, představují určité průměrné ukazatele. Proto je třeba stanovit vliv možných (náhodných) odchylek na tyto průměrné ukazatele a na optimální řešení úlohy tak, aby byla zvolena nejlepší varianta plánu. K tomu je třeba použít složitějšího matematického aparátu, který umožňuje nejen získat určité optimální řešení při daných hodnotách ukazatelů, ale zajišťuje i uplatnění operativních řešení při změnách těchto ukazatelů.

Tyto operativní změny plánů v průběhu jejich plnění kladou zvláště vysoké požadavky na evidenci. Je třeba rychle nalézt odchylky od norem a plánů a odhalovat a zkoumat jejich příčiny. Jen na základě pečlivého a důkladného rozboru příčin odchylek lze činit opatření v plánu využití strojné traktorového parku. Je třeba poznamenat, že uskutečnění rozboru se ještě více komplikuje v těch případech, kdy je třeba řešit úkoly souvisící s operativním řízením automobilového a traktorového parku při zajištění plynulosti plánování. V tomto případě se linearity většiny procesů narušuje a analytické vyjádření zákonitostí se komplikuje, takže je třeba použít složitějšího matematického aparátu.

Takovým matematickým aparátem jsou metody poměrně mladého vědního oboru, známého jako „operační výzkum“. Tento vědní obor zahrnuje metody teorie pravděpodobnosti, matematické statistiky, lineárního a nelineárního programování, dynamického programování, teorie her, teorii informace a řadu jiných. Souhrnné využití těchto metod se opírá o hluboký rozbor výrobních procesů, o jejich racionální plánování a optimální řízení pomocí samočinných počítačů.

Nezbytným předpokladem pro zavádění samočinných počítačů do praxe optimálního plánování a ekonomických rozborů využití strojné traktorového parku je vypracování algoritmů, které s určitou přesností popisují zpracování a odevzdání informací o splnění dispečerského plánu provozu strojné traktorového parku. To vše pochopitelně vyžaduje od vedoucích pracovníků zemědělských závodů mimo optimální plánování strojního parku, aby zajistili dobře organizovanou činnost informační soustavy v kombinaci s pokrokovými matematickými metodami, včetně lineárního programování s operativním řízením využití strojního parku. Na základě systematické informace lze organizovat operativní plánování využití strojního parku. Tím se vedoucím pracovníkům závodu umožní, aby maximálně snížili neproduktivní náklady, vznikající prostoji nebo nevhodným využitím strojné traktorového parku.

Sestavení modelů a řešení výroby ve státních statcích Rostoklaty a Kolín

Inž. Libor VRÁNA
Státní statek Rostoklaty

Při propočtech krmivových základů ve statcích Rostoklaty a Kolín jsme se setkali s námitkou, že propočet postihuje jen část závodu, že nedává komplexní ekonomický pohled na výrobu a oběma řediteli byly požadovány takové propočty, aby postihly celou výrobu. To byl podnět, ze kterého oba modely vznikly. Byly vyvinuty přímo v závodech v konkrétních podmínkách a byly určeny především pro potřebu praxe. Ukazatelé a omezující podmínky byly vzaty v takových formách, jak se běžně v praxi objevují, v běžných jednotkách. Modely měly především postihnout všechny závislosti uvnitř závodu, jeho běžné problémy a nevzdálat se příliš metodice plánování. Bylo jasné, že se narazí i na širší problémy, např. na ceny, na specializaci a že by model měl pomoci řešit i tyto problémy.

Oba statky jsou v řepářské výrobní oblasti dobré úrovně, statek Kolín má titul „Podnik XII. sjezdu KSČ“. Statek Rostoklaty má poněkud horší půdní podmínky a asi čtvrtina půdy patří do bramborářské oblasti. Evidence, úroveň plánování a spolehlivost podkladů byla v dobrém průměru, ale finanční ukazatelé, hlavně náklady, je nutno pokládat jen za přibližné.

Úkolem tedy bylo vytvořit model výroby státního statku, ve kterém by byly co nejúplněji podchyceny všechny vztahy mezi jednotlivými plodinami a odvětvími živočišné výroby. Model měl dále obsahovat úkoly, uložené státním plánem a smluvními závazky, ostatní omezení a požadavky (agrotechnika, zootechnika, kapacity) jen v nutné míře pro zachování reálnosti vypočtených variant, aby vypočítané výměry plodin a rozsahy odvětví živočišné výroby byly určovány především ekonomickými faktory a pak teprve volenými mezemi. Model po malém přizpůsobení měl být schopen použití i ve družstvech a ostatních socialistických zemědělských závodech k propočtům optimálního plánu výroby, optimální specializace a ke komplexnímu řešení ostatních otázek ekonomiky závodu. Měl k tomuto propočtu poskytovat i co nejdokonalější soubor číselných podkladů. Další možnost použití má být při řízení země-

dělství k experimentování s modelem, resp. vybraným souborem takových modelů, aby bylo možno sledovat dopady různých opatření (cenových, účetních, výrobních apod.).

Model byl sestavován na podkladech výrobně finančních plánů na rok 1963 (tab. II). Jednotlivé plodiny byly rozděleny podle použití hlavních výrobků v bilanci až na šest proměnných, např. pšenice na množení (jen statek Kolín), tržní, na výměnu za krmné směsi pro prasata, pro ostatní (vyměňuje se v jiném poměru), krmná pšenice a osivo pro jiné plodiny (do ozimé směsky). Každá taková proměnná byla posuzována jako samostatná plodina. Přitom u každé proměnné je počítáno s určitou strukturou bilance hlavního i vedlejších výrobků. Tak např. u pšenice tržní je z výnosu 30,5 q/ha počítáno s 1,30 q/ha na osivo (k tomu se přikoupí 0,70 q/ha za 138,— Kčs), 20,— q/ha je prodej a 9,2 q/ha přijde ke zkrmení. Ztráta zde není počítána, protože tržní obilí se neskládá. Dále 48,5 q/ha slámy přijde ke stláni. U zrnin na výměnu za krmné směsi je v tržbách uvedena částka za prodané zrní; jako jejich produkce jsou uvedeny krmné hodnoty směsí a jejich nákupní cena je potom v nákladech.

Jako jedna plodina je vzata produkce z plochy za celý rok, tedy včetně

předplodiny nebo následné plodiny a všichni ukazatelé (nakoupená osiva, mzdy, pohonné látky, strojená hnojiva, ostatní přímé náklady a nakoupená krmiva) jsou přepočtení na hektar osevní plochy plodiny nebo kombinace plodin.

U živočišné výroby je postup poněkud složitější. Bylo nutno utvořit jednotku celého stáda, kterou můžeme nazvat chovnou jednotkou (CHJ), a všechny ukazatele přepočítat na tuto jednotku. Chovnou jednotku si můžeme představit jako vertikální řez stádem. Protože složení stáda je individuální, je pro každý závod individuální i chovná jednotka. Její propočet postupuje takto:

Vyčíslíme obrat stáda na 100 matek, např. na 100 krav, prasnic nebo slepic. U krav je to počet narozených telat, který procentuálně podle podkladů potom rozdělíme na uhybnulá, dodaná na jatky a převedená do dalších kategorií, každou další kategorii rozdělíme obdobně a tak postupujeme až k uzavření obratu stáda, tedy k otečeným jalovicím. V podkladech jsou ovšem některé nesrovnalosti, vzniklé různými nákupy nebo prodeji v minulých letech a nerovnoměrným rozdělením porodů v průběhu roku; ty je nutno vyloučit. V modelech obou statků byly výdaje z jednotlivých kategorií rozdělovány ve stejných vzájemných poměrech jako v podkladech, váhy prodávaných zvířat byly měněny jen nepatrně, aby se model nelišil od podkladů.

Z takto vypočítaných obrátů stáda byl propočítáván průměrný stav tak, že počet zvířat, zjištěný při propočtu obratu na jednu matku, byl násoben průměrnou dobou „pobyту“ v kategorii. Tato doba bylo vyčíslována z podkladů tak, že průměrný stav v kategorii byl dělen průměrným obrátem (příjem do kategorie + polovina rozdílu mezi konečným a počátečním stavem nebo výdej z kategorie + polovina rozdílu mezi počátečním a konečným stavem). Takto vypočtenou dobu bylo nutno přizpůsobovat podkladům, aby se složení stáda v modelu od nich příliš nelišilo. Tak např. chovná jednotka hovězího dobytka ve statku Rostoklaty má toto složení (v průměrných ročních stavech):

krávy	1,0
telata do 3 měsíců	0,163
mladý chovný dobytek do 1 roku	0,197
jalovice do 2 roků	0,231
jalovice nad 2 roky	0,170
hovězí žír	0,337
skot celkem	2,098

U hříbat je chovná jednotka jeden odchovaný tříletek, tedy tři roky chované hříbě. Při otevřeném obratu stáda jsou příslušné kategorie v chovné jednotce vynechány (Kolín), tržby a náklady zvýšeny o příslušné částky za prodaná a nakoupená zvířata. Průměnné volíme podle obratu stáda (otevřený, uzavřený) a podle použití produktů (mléko na prodej nebo zkrmení). Na takto vyčíslené chovné jednotky jsou potom přepočítávány všichni ukazatelé: spotřeba živin (roční normy), produkce a tržby, potřeba steliva, mzdy, ostatní přímé náklady a nakoupená krmiva kromě krmných směsí, které jsou u zrnin na výměnu. Krmná hodnota odstředěného, egalizovaného a krmného plného mléka je přitom odečtena z požadavků příslušných hovězích chovných jednotek, na které je vázáno jejich získávání. Tak např. na statku Rostoklaty je počítáno s touto bilancí mléka v litrech:

	CHJ na tržní mléko	CHJ na krmné mléko
nádoj	2240	2240
tele spotřebuje průměrně	200	200
zbývá	2040	2040
na výměnu za egalizované mléko	178	178
ke zkrmení plné mléko	—	1000
dodávka mléka z toho 18 %	1862	862
odstředěného mléka	335	155
tele spotřebuje průměrně odstředěného mléka	155	155
zůstane ke krmení pro prasata a slepice	180	—
tržní produkce mléka	2040	1040

Požadavky a omezující podmínky jsou v obou modelech stanoveny v takových jednotkách, jaké se pro ně běžně používají, aby výsledek byl získán přímo z počítače a nebylo nutno jej přepočítávat. Tak požadavek na minimum dodávek je formulován v centech, vagonů cukrovky, hektolitrech nebo v tisících litrech mléka, vejce v tisících kusech a množitelské plochy v hektarech. Z finančních ukazatelů jsou formulovány požadavky na tržní produkci, na rozdíl mezi ní a přímými nerozdělovanými náklady a u statku Rostoklaty i na zisk. Hodnoty zisku byly převzaty přímo z výrobního finančního plánu statku a jen přepočteny na hektary nebo chovné jednotky.

Z přímých nákladů jsou omezeny především mzdy, které jsou zde i ve funkci

ukazatele potřeby práce, dále pohonné látky (zároveň ukazatel potřeby mechanizace), strojená hnojiva, nakoupená krmiva a zvířata, a některé ostatní přímé nerozdělované náklady, jak jsou uvedeny ve výrobně finančních plánech statků (např. jsou tam zahrnuty opravy a odpisy jen speciálních strojů, ale nikoli ostatních). O ostatních, tedy nepřímých (toto označení se nekryje s označením ve VFP statků) nákladech se předpokládá, že se příliš nemění v závislosti na změnách výroby a že na jejich úhradu stačí zajistit určitý minimální rozdíl mezi tržbou a přímými náklady. To bylo také hledisko, podle něhož byly tyto náklady tříděny. Do nepřímých nákladů jsou zahrnuty např. výrobní i celopodniková režie, opravy a odpisy budov, strojů kromě speciálních ale i náklady na hnojení organickými hnojivy za předpokladu, že určitá část výměry se musí hnojit v každém případě.

Omezení byla stanovena tak, že potřeba strojených hnojiv se nesmí zvýšit, hranice spotřeby pohonných látek byla zaokrouhlena nahoru nebo stanovena přibližně, u mezd a u ostatních přímých nákladů bylo stanoveno, že se mohou zvýšit nejvýše o 15 %, náklady na nakoupená krmiva a zvířata nejvýše o 50 % a všechny tyto náklady dohromady nejvýše o 60 % ze zvýšení tržeb. Označíme-li T celkové tržby, L celkové přímé náklady, t_j tržbu u proměnné j , l_j náklady na proměnnou j , a zvolený vzájemný poměr zvýšení k , je dána matematická formulace tohoto požadavku jednoduchým vztahem:

$$\sum_{j=1}^n l_j \cdot x_j - L < k \left(\sum_{j=1}^n t_j \cdot x_j - T \right)$$

$$\sum_{j=1}^n (l_j - k \cdot t_j) x_j < L - k \cdot T$$

Další omezení jsou již jen ve váhových jednotkách. U sušiny, stravitelných bílkovin a krmných jednotek je rezerva u Rostoklat zvýšena proti plánu ze 4 % na 6 % (další rezerva je v nižších výnosech), u statku Kolín je rezerva 10 %. Přitom je sušina omezena nahoru, bílkoviny a krmné jednotky dolů; čísla na levých stranách rovnic znamenají produkci získanou mimo propočty (louky, některá nakoupená krmiva apod.). Rovnici je dáno množství nakoupených směsí pro prasata podle vyhlášky (určené množství na prasnici, sele a 1 kg přírůstek). Tato rovnice spolu s omezením

sušiny zajišťují dostatek jaderných krmiv, takže nebylo nutno stanovit požadavek na krmiva podle druhů zvířat. Další požadavky a rovnice zajišťují rovnováhu výroby a spotřeby výslovně vyžádaných krmiv (mléko plné a odstředěné, mrkev, brambory, krmná řepa, oves) a osiv do směsek (osiva pro jiné). U steliv je formulován požadavek, aby výroba kryla potřebu a u produkce hnoje je stanovena spodní mez.

Z formulace omezení nákladů, steliv, krmiv a osiv je zřejmá snaha vyhnout se vnitropodnikovému oceňování netržních produktů a rozdělování nepřímých nákladů a celé problematice s tím spojené. Vzájemná závislost krmiv, osiv, steliva a produkce hnoje k finančním výrobkům je tedy stanovena jen v naturálních jednotkách, prakticky v metrických centech. Matematické metody tuto výhodu umožňují.

Zbývající omezení – jednotková – vyjadřují omezení celkové výměry, agrotechnická, kapacitní a zajišťují reálnost optimálních vypočtených variant.

Jako účelových funkcí bylo použito rovnice tržní výroby, rozdílu mezi přímými náklady a tržbami a u Rostoklat i rovnice zisku. Porovnáním mezi oběma posledními můžeme usuzovat na účelnost metod rozdělování nepřímých nákladů ve státních statcích.

Již v průběhu sestavování modelů byly oba konzultovány a po sestavení znovu prodiskutovány s vedením obou státních statků. Tím byla ověřena reálnost použitých podkladových ukazatelů, požadavků a omezení.

Při propočtu modelů se objevily obtíže, které zavinily menší zdržení,^{*)} ale poslední propočty prokázaly reálnost a použitelnost takto sestavených modelů i schopnost počítače řešit velké a složité modely, které obsahují dvojitou i trojitou závislost a případnou degeneraci.

Celkem bylo získáno šest použitelných výsledných tabulek, a to čtyři pro statek Rostoklaty a dvě pro statek Kolín. U Rostoklat byl při matematických úpravách modelů nedopatřením získán propočty na maximální tržní produkci bez omezení cukrovky.

Z výsledku propočtů bylo na první pohled patrné, že se plně projevil vliv nepříznivého vzájemného poměru zemědělských cen. Jen v jedné výsledné tabulce, v propočtu Rostoklat na maximální tržní produkci, se projevil vliv

*) Děkuji soudr. Vondrovi z Výzkumného výpočtového střediska n. p. Kancelářské stroje v Praze za obětavou pomoc a rady při řešení matematické stránky výpočtů.

změn při zařazení méně vhodných plodin nebo změn omezujících podmínek také menšími změnami v živočišné produkci, a to u dojníc a u slepic; ve všech ostatních výsledných tabulkách jsou změny v živočišné výrobě jen u těch sloupců, které se jich přímo týkají. Vysvětlení je snadné. Sloupcové vektory představují samy o sobě maximum, totiž nejmenší zhoršení nebo největší zlepšení maxima účelové funkce při zavádění vypuštěných proměnných nebo při zpřísnění nebo uvolnění omezujících podmínky. Jestliže tedy optimální změny probíhají jen v rostlinné výrobě změnami výměr jednotlivých plodin, je možné jen jedno vysvětlení: že změny v živočišné výrobě jsou mnohem nevýhodnější, že zhoršení maxima účelové funkce je u nich takové, že tyto změny nebyly vůbec uvažovány. Živočišná výroba dosáhla určené spodní hranice a další zlepšení funkcionálu, tj. že snížení živočišné výroby není možné. To ostatně vyplývá i z čísel indexního řádku.

Ze všech plodin se jeví na obou statistikách jako daleko nejefektivnější cukrovka, buď technická nebo krmná. Je zajímavé, že to bylo i ve variantě na maximum zisku u Rostoklat při výnosu 296 q bulev z hektaru, tedy tam, kde byla plně zatížena nepřímými náklady.

Vliv změn výměry některých plodin a rozsahu odvětví živočišné výroby na ukazatele, jejichž rovnice byly vzaty jako účelové funkce, lze sledovat z výsledných tabulek (pro velký rozsah se neuvádějí). Z těchto tabulek bylo zřejmé, že další rozšiřování dodávek obilí je nevýhodné, právě tak jako rozšiřování živočišné výroby, a že tato nevýhodnost je různá při různých účelových funkcích. Toho je možno využít při odvozování suboptimálních variant.

Odvozovat nějaké závěry se širší platností z této tabulky je mimo rámec úkolu. Je přirozené, že výsledek může být náhodný, že podkladová čísla, vzata z běžného závodu, jsou zvláště v nákladové části jen přibližná a že tedy neprokazují, ale jen upozorňují. Ostatně účelem bylo jen prokázat možnost sestavit model celého závodu a ukázat na možnosti jeho využití; tomuto účelu podkladová čísla vyhovují.

Ještě je třeba se zmínit o sloupcích požadavků na krmiva a na osiva. Jejich ekonomická interpretace není totiž tak jednoduchá jako u ostatních omezujících podmínek a je nutno se při ní vrátit až k původním rovnicím ve výchozí tabulce I. U ostatních omezujících podmínek znamená uvolnění nebo zpřísnění

podmínky o jednu jednotku změnu levé strany rovnice o jedničku. Levé strany těchto rovnic mají buď nulu, jestliže má být produkce vyrovnána se spotřebou, nebo číslo, které stanoví dolní nebo horní mez jejich rozdílu. Ekonomicky může toto číslo znamenat výrobu nebo nějaký zdroj mimo propočet, nebo by tak bylo možno vyjádřit požadovanou rezervu (v obou modelech statků je požadavek rezervy vyjádřen zvýšením spotřeby u jednotlivých chovných jednotek). Jedničková změna levých stran těchto rovnic může tedy znamenat změnu zdroje mimo propočet, požadavku na rezervu nebo požadavku na spotřebu a můžeme z ní usuzovat na výhodnost snížení spotřeby nebo získání produktu mimo propočet, např. i nákupem.

Dále je nutno se zmínit o číslech, která jsou u modelu Rostoklat ve sloupcích a řádkách s označením zisk nebo ztráta omezení. Jak již bylo uvedeno, byla jako zisk použita čísla z výrobní finančního plánu, a jen přepočtená na hektar nebo na chovnou jednotku. Tato čísla obsahují i nepřímé náklady, rozdělované podle metodiky předepsané ministerstvem zemědělství, lesního a vodního hospodářství. Porovnáme-li však u jednotlivých variant vypočtený „zisk“ s druhým ukazatelem rentability, tj. s rozdílem mezi přímými náklady a tržbami, vidíme, že jejich průběh je rozdílný. Tak u všech suboptimálních variant je rozdíl mezi přímými náklady a tržbami menší než u plánu 1963, a to až asi o 190 000 Kčs, kdežto „zisk“ se u těchto variant zvýšil z -453 000 Kčs až téměř k nule. Správným ukazatelem je zde rozdíl mezi přímými náklady a tržbami, „zisk“ v těchto variantách neodpovídá skutečnosti a neměl být vůbec v tomto modelu uveden. Chyba je v tom, že je stanoven pevnou částkou na jednu chovnou jednotku a přitom jsou náklady na jednu krmnou jednotku stanoveny proměnlivou částkou, závislou na použitých krmivech. Výpočet řeší optimální krmivovou základnu i optimální krmnou dávku, a tím přirozeně mění náklady, i když jsou závislosti formulovány jen v naturálních jednotkách.

Tak např. u variant jsou proti plánu zvýšeny náklady na nakoupená krmiva, což se projevuje snížením rozdílu mezi tržbami a přímými náklady. U „zisku“ v modelu se projevuje jinak. Zvýšení prodeje zrnin do mísíren směsí se projevuje celkovým zvýšením „zisku“, který je stanoven pevnou částkou na cent, resp. na hektar plodiny. Protože je stejně stanoven pevnou částkou na jednu chovnou jednotku, na jednotku živočišné vý-

roby, neprojeví se tato změna nákladů krmné dávky na snížení zisku, vlastně na zvýšení ztráty na chovnou jednotku a celkový „zisk“ tak domněle stoupne. Pro propočty to pak znamená, že varianta C (na maximum zisku) a z ní odvozené varianty jsou sice použitelné a odpovídají soustavě rovnice, ovšem jejich indexní řádek a funkcionál jsou čísla nesprávná, právě tak jako příslušné řádky „zisku“ nebo „ztráty omez.“ ve všech výsledných tabulkách.

Sledovaný vliv způsobu rozdělování nepřímých nákladů se prakticky projevil jen zmíněným přesunem maximální výměry technické cukrovky na krmnou cukrovku (pokud to dovozovala omezení); ostatní rozdíly mezi variantami B a C jsou nepatrné.

V obou modelech není nikde přímo uvažována sezónní špička a také při konzultacích v obou závodech nebylo takové omezení postrádáno. Je možné, že v jiných závodech za jiných podmínek by mohla být důležitá a v tom případě by nebylo obtížné modely doplnit. Při plné mechanizaci je na obou stacích pracovní špička jen u cukrovky, a proto je v modelech určena horní hranice její výměry, vymezená prakticky kapacitou jarní ruční kultivace a podzimní sklizně. Výpočty ukázaly, že zrušení této hranice by znamenalo radikální zlepšení finančních ukazatelů na obou stacích.

Z výsledných tabulek je také zřejmé, že není jednoduché odpovědět na otázku, jaké rezervy propočty pro praxi objevil. Z hlediska vzájemného poměru cen zemědělských výrobků, jak se projevil při propočtu, vlastně ani rezervy objevit nemohl. Ve variantě I Rostoklat, kde nebyly omezeny plodiny jako řepka, hrách, krmná kapusta a bob, počítal prakticky zachoval stanovenou spodní hranici živočišné výroby, vyřešil optimální krmivovou základnu a na ušetřené výměře „zasel“ tržní plodiny. Když byly tyto plodiny omezeny, snížil se i vypočítaný finanční efekt, ale živočišná výroba se nezvýšila. Když pak při odvozování variant byla zvýšena živočišná výroba, byla snížena i rentabilita podniku. Protože se mají zvýšit především tržby za živočišné výrobky, znamená to, že pro tento účel nebyla vhodně volena účelová funkce. Přitom při současných cenách by šlo takové propočty dělat jen ve státních stacích, kdežto ve družstvech to z pochopitelných důvodů není možné, až snad na družstva ve špatných půdních podmínkách, a to bez určení plánovaných úkolů výroby předem. Propočty by ukázal, zda a jak by bylo

možné ulehčit jejich finanční situaci. Všeobecně formulované účelové funkce mohou zřejmě v našich poměrech být užitečné jen pro širší pohledy, např. pro posouzení cenových nebo jiných opatření. Pro maximalizaci a specializaci výroby zemědělského závodu by však tato funkce měla být užší, např. na maximum tržní produkce živočišné výroby při zachování dosavadní výše úkolů prodeje rostlinných výrobků; na celkovou tržní produkci a pokud možno i rentability závodu, nebo dokonce jen na optimální výrobu jednoho nebo několika málo výrobků určené specializace.

Realisticky posuzování neukázaly tedy propočty žádoucího zvýšení výroby, obdobně, jak to ukazují propočty krmivové základny. Propočty však ukázal na jinou možnost, totiž využít výsledné tabulky jako dokonalého souboru kalkulací, které komplexně osvětlují ekonomiku výroby v závodech. Takový soubor kalkulací není možno získat jiným způsobem.

Dobře je možno využít těchto kalkulací při sestavování plánů výroby, při úvahách o specializaci, o změnách ve výrobě a samozřejmě při sestavování variant výrobních plánů, jak jsme je také využili na obou stacích.

Z výsledných tabulek a odvozených variant je patrné, že změny nejsou ve všech variantách stejné, že závisí na účelové funkci. Pro rozšiřování živočišné výroby se jeví jako poměrně nejvýhodnější změny ve variantě B, tedy v propočtu na maximální rozdíl mezi tržbami a přímými náklady. Zdá se, že vhodnou volbou účelové funkce je možno usnadnit odvozování suboptimálních variant, které u modelů této velikosti je proti modelům menším mnohem pracnější.

Bylo vyčísleno devět variant, jejichž některá charakteristická čísla jsou uvedena v tabulce I. Úkolům, které statek mezitím dostal na rok 1964 od výrobní zemědělské správy, nejlépe odpovídaly varianty B 111 a C 11.

Při běžném způsobu sestavování plánu bychom pravděpodobně vyšli z plánu minulého roku, odhadovali účelné změny v plánu s ohledem na úkoly ve výrobě a teprve po sestavení bilancí bychom upravovali a sladili rostlinnou a živočišnou výrobu. Po sestavení peněžní bilance bychom upravovali plán definitivně. Přitom není nikdy jistota, že definitivní varianta je optimální.

Při sestavování plánu propočtem je také účelné vyjít z minulého roku a rozborem technologických karet, výrobních úkolů, vlastních nákladů, statistickým srovnáváním výsledků minulých let připravit spolehlivá podkladová čísla pro pro-

I. Varianty plánu — Rostoklaty

Název ukazatelů		Plán 1963	B					C
			požad. výměry B 1	zvýšení vepř. masa o 150 q B 11	snížení hřibat B 111	B 112	B 113	zvýšení vepř. 150 q snížení hřibat C 11
Zrniny	pšenice	703,8	728,7	731,7	753,0	721,5	629,5	690,1
	žito	97,5	133,3	133,3	133,3	133,3	133,3	143,3
	ozimý ječmen	74,9	50,5	109,0	94,6	126,6	111,9	127,1
	jar. pšenice	24,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
	jar. ječmen	496,0	457,8	457,8	457,8	457,8	577,8	473,4
	oves	54,9	42,6	42,6	35,4	38,4	38,4	35,5
	oves — ječmen	69,0				—	20,0	
	hrách	33,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0
	krm. luštěn.	26,0	32,0	32,0	32,0	20,0	20,0	32,0
	bob	10,0	8,0	8,0	8,0	20,0	20,0	8,0
Techn.	řepka	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0
	cukrovka	466,0	467,1	467,1	467,4	475,4	475,4	466,2
Okopaniny	krm. cukrovka	—	15,0	15,0	15,0	11,0	11,0	16,3
	brambory	44,0	37,2	37,2	37,2	37,2	37,2	37,2
	krmná řepa	22,0	13,9	13,9	13,6	13,6	13,6	13,5
	krmná kapusta	5,8	15,0	15,0	15,0	—	—	15,0
	kukuřice sil.	57,8	185,2	180,8	182,0	194,6	174,8	103,3
	kukuřice — bob		40,0	40,0	40,0	40,0	—	50,0
Pícniny	jednoletá směska	286,0	170,0	170,0	170,0	170,0	170,0	245,0
	víceleté	747,3	779,7	722,6	720,8	715,6	742,1	720,1
Ostat.	kmín, zelenina	34,0	26,0	26,0	26,0	27,0	27,0	26,0
Živočišná výroba	dojnice	1341	1343	1350	1361	1361	1361	1368
	ostatní hovězí	1487	1477	1482	1495	1495	1495	1502
	prasnice	396	400	400	400	400	400	400
	ostatní prasata	2530	2555	2638	2638	2638	2638	2638
	tažní koně	64	64	64	64	64	64	64
	hřibata	70	69	69	39	39	39	39
	slepice	5853	5918	5918	6291	6291	6291	5853

Název ukazatelů		Plán 1963	B					C
			požad. výměry B 1	zvýšení vepř. masa o 150 q B 11	snížení hřibát B 111	B 112	B 113	zvýšení vepř. 150 q snížení hřibát C 11
Prodej rostl. výrodků	pšenice	4714	4714	4714	4714	4714	4714	4714
	žito	1700	1700	1700	1700	1700	1700	1700
	ječmen j.	8240	8240	8240	8240	8240	8240	8254
	hrách	340	360	360	360	360	360	360
	řepka	1110	1110	1110	1110	1110	1110	1110
	cukrovka	1380	1383	1383	1383	1407	1407	1380
	brambory	2230	2232	2232	2232	2232	2232	2232
Prodej živočiš. výrob.	mléko	27210	27273	27423	27654	27654	27654	27793
	hov. maso	2370	2370	2383	2403	2403	2403	2415
	selata ks	348	348	348	348	348	348	348
	vepřové maso	4661	4661	4811	4811	4811	4811	4811
	vejce tis.	739	748	748	795	795	795	739
	drůbeží maso	148	150	150	159	159	159	148
Bíckrma	pšenice	10500	14261	14348	14963	14049	11370	13141
	ječmen	3400	1441	3107	2695	3609	6273	3622
	oves, směs.	1053						
	celkem	14953	15702	17455	17658	17648	17643	16763
Peněžní ukazatelé	tržby	20944	21169	21544	21636	21678	21622	21511
	tržby bez přímých nákladů	5949	5886	5794	5862	5865	5839	5761
	mzdy	5731	5716	5750	5741	5763	5755	5794
	rentabilita	0	-63	-155	-87	-84	-110	-188
	pohonné látky	949	966	977	975	985	961	995
	nákup krmiv a zvířat	4071	4261	4627	4668	4668	4668	4594
„ZISK“		-453	-78	-80	-8	-37	-93	-64

počet. Rozdíl mezi běžným sestavováním plánu a odvozováním variant po propočtu je možno ukázat na příkladu odvozování variant řady B, tedy z maximalizace rozdílu mezi tržbami a přímými náklady na statku Rostoklaty.

Proti variantě B z počítače měla být u odvozených variant snížena výměra tržního hrachu, řepky, bobu, cukrovky, kapusty, vypuštěn kmín a zvýšena vý-

měra ozimých směsek, krmné cukrovky a krmných luštěnin. Tak byla odvozena varianta B 1. Z výsledku bylo patrné, že u této varianty byla překročena stanovená horní mez nákladů na nakoupená krmiva o 78 000 Kčs (o 190 000 Kčs proti plánu 1963) a protože omezení celkových přímých nákladů je překročeno o 152 000 Kčs (proti plánu 1963 ještě o povolených 60 % ze zvýšení tržeb,

tedy celkem o 287 000 Kčs) a tržby jen o 225 000 Kčs, snižuje se ve variantě rozdíl mezi tržbami a přímými náklady asi o 62 000 Kčs. Z výsledku (5886 – 5949) vyplývá rozdíl 63 000 Kčs, nepřesnost 1000 Kčs si vysvětlíme zaokrouhlováním. Přitom máme jistotu, že ve variantě jsou zachovány všechny ostatní omezující podmínky, tedy např. 6 % rezerva krmivové bilance, omezení mezd, spotřeby pohonných látek, požadavky na steliva, produkce hnoje, vyžádaná krmiva, produkce vlastních osiv a ostatní, aniž bychom museli bilancovat.

Dále byla odvozena varianta se zvýšením produkce vepřového masa z nakoupených selat o 150 q (vepřové maso) a zde se ukázala nutnost rozšíření hovězího dobytka o 13 q (hovězí maso); aby byl zachován stav slepic a pro dosažení žádané výměry víceletých píceň, která byla prakticky již pro rok 1964 určena stavem podsevu, bylo nutno zavést pšenici na výměnu za krmné směsi pro ostatní (pšenice Biokrma ostatní) a tak byla odvozena další varianta B 11.

Protože výrobní zemědělská správa povolila omezení odchovu hřibát asi o 10 CHJ, bylo toho využito k dalšímu rozšíření hovězího dobytka (hovězí maso). Bylo však nutné dále rozšířit výměru pšenice na výměru za krmné směsi pro ostatní (pšenice Biokrma ostatní). Tak byla odvozena varianta B 111, navržená vedením statku.

Vedení statku chtělo přizpůsobit výměry plodin návrhu plánu výrobní zemědělské správy; proto byla odvozena ještě varianta B 112, která je naprosto reálná, a to zvýšením výměry technické cukrovky, krmné cukrovky a plochy zeleniny, zvýšená výměra bobu na úkor krmných luštěnin a vypuštěna úplně kapusta. Při určité toleranci ve vzájemné výměře obilovin i jednoletých píceň (předpokládá se vzájemná zaměnitelnost obilovin a přitom se celkové množství zrní změní jen nepatrně, podobně i u jednoletých píceň a kukuřice při vzájemné záměně se jen nepatrně mění celkové množství siláže) se tato varianta liší od návrhu výrobní zemědělské správy asi o 80 ha vyšší výměrou kukuřice a jednoletých píceň na úkor 13 ha brambor, 40 ha obilovin a 5 ha víceletých píceň.

Protože vedení statku chtělo dodržet návrh výrobní zemědělské správy, byla odvozena ještě varianta B 113, která ovšem znamená určité zhoršení a vznikla vypuštěním kukuřice s bobem, zavedením jarního ječmene na výměnu za směsi pro prasata a krmné směsky na zrna. Změnu tržní produkce u této va-

rianty si vysvětlíme náhradou dodávky na výměnu za směsi ječmenem o nižší výkupní ceně.

U této poslední varianty je požadována změněná výměra víceletých píceň, výměra kukuřice a jednoletých píceň je proti návrhu větší asi o 24 ha na úkor 13 ha brambor a 11 ha obilovin, ovšem při snížení rentability a zhoršení finančních ukazatelů. Další zvýšení výměry brambor a zrnin při snížení výměry jednoletých píceň není v těchto variantách možné při požadované výměře víceletých píceň. To znamená, že pokud nebudou sníženy plánované krmné dávky proti roku 1963 nebo výměry přizpůsobeny vyčíslené variantě, dotud bude v plánu na rok 1964 rezerva menší než 6 %, kolik bylo v propočtu (v plánu 1963 byla rezerva krmiv jen 4 %), a to při ještě zhoršených finančních ukazatelích.

Návrh plánu požaduje, aby statek snížil plánované ztráty na 300 000 Kčs. Plánovaná ztráta na rok 1963 byla i s odvětvími mimo propočet 485 000 Kčs, změny v plánu na rok 1964 znamenají další snížení rozdílu mezi přímými náklady a tržbami asi o 115 000 Kčs (když nepřímé náklady zůstanou na stejné výši). V novém plánu bude tedy proti roku 1963 nutno zvýšit tržby a snížit náklady nejméně o 300 000 Kčs. Bylo by ovšem možné při nedodržení navrhovaného rozsahu ploch jednotlivých plodin nalézt variantu, která by poněkud zlepšila tento finanční výsledek. Ovšem nějaký podstatnější rozdíl nelze při stanoveném rozsahu plánovaných dodávek a zvýšení živočišné výroby očekávat.

Celé odvozování pěti variant B trvalo asi 12 až 14 hodin. Výběr variant je někdy pracný, ale překročení omezujících podmínek je vyčísleno přímo ve variantě, takže máme přehled o všech změnách, výhodách i nevýhodách. Volíme si tedy přímo mezi vykalkulovanými možnostmi a víme, že varianta je za zvolených podmínek optimální.

Úkol sestavit modely výroby není možno pokládat za splněný. Přítomné modely mohou snad vyhovovat propočtům dopadů při řízení zemědělství, ale pro praktické uplatnění v zemědělských závodech ještě nesplňují všechny předpoklady, které by bylo možno od nich požadovat. I když nejde o takové otázky, jako optimální využití hnojiv, krmiv a propočet optimální intenzity vůbec, jsou tyto modely pro běžné upotřebení v praxi příliš velké, výpočet na počítači trvá příliš dlouho (až 3 hodiny) a je proto drahý, příprava výchozí tabulky

Ročníky 1963	Přehled	Pšenice										Žito				Oz. jarní celkem				Jarní ječmen				Oves				Sazka rž. oves - jarní celkem				Jedlí				Krmné luštěniny				Bob				Sazka řádk. umělá	Kukurka				Brambory				Kuhulice				Ostatná umělá				Víceletá				Hovězí				Prasata				Kozí				Stav																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
		Bioterna		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní			ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní			ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní		ostatní	

a zpracování výsledků je dlouhé, pracné a pro množství čísel nepřehledné.

Při dalším vývoji těchto modelů je nutno vyjít z optimálního rozmístění výrobních úkolů a ze specializace v rámci širší výrobní jednotky. Bude-li toto uskutečněno po nezbytné úpravě cen a přihlédnuto k rentabilitě podniků a k odčerpání diferenční renty i ke všemu dalšímu, co náleží k pečlivým propočtům, zůstane pro závod otázka optimálního splnění uložených úkolů, odkrytí rezerv k překročení žádaných úkolů a dosažení optimální rentability. To by poněkud zjednodušilo požadavky na model i na propočty. Jako minimální by potom byl propočet krmivové základny, jako maximální propočet celé výroby. Mezi nimi by potom mohla být celá stupnice modelů, vzniklá rozšiřováním modelů krmivových základen o další proměnné a omezení, nebo zužováním velkých modelů vypouštěním proměnných a omezení. Tak by bylo možno vytvořit škálu typizovaných modelů a samozřejmě připustit i možnost netylizovaných. Ve velkých modelech by byla účelová funkce užší. Účelem by bylo maximalizovat jen některé specializované výrobky, popř. při minimalizaci nákladů, nebo vůbec minimalizovat náklady. Další velké zjednodušení by mohlo být v počtu uvažovaných plodin, kde by byly spojovány jako jedna proměnná plodina s přibližně stejnými parametry nebo s různými parametry, ale navzájem vázané v pevném poměru, popř. zjednodušována bilance tak, že se omezí počet určení jednoho výrobku (některé jen tržní, jiné jen ke zkrmení nebo výměna za směsi). Určené výměry plodin a rozsahy odvětví, které propočet nemůže měnit (kde je rovnítko v tabulce II např. množitelské plochy, tažné koně), mohou být vynechány, ale v tom případě se o nich s ohledem na ekonomiku závodu nic nedovíme.

Na druhé straně je třeba modely prohloubit. Především není správné odbýt mechanizaci jen jednou rovnicí, spotřebou pohonných látek. Model by měl řešit otázku minimalizace nákladů na mechanizaci asi tak, jak řeší otázku optimální krmivové základny. Zde je ovšem nutno dodržovat zásadu, že mechanizace má být podřízena výrobě a ne naopak. Z dalších otázek, řešených modelem, by to měla být vnitropodniková i vnější doprava, optimální poměr počtu traktorů a koňských potahů, otázka různých technologií apod.

Propočet nákladů bude nutno prohloubit všeobecně. V modelech byly vzaty náklady tak, jak to umožňovala výchozí evidence, která byla doopravdy jen přibližná. Podrobnější členění by znamenalo ocitnout se v mnohem větších nepřesnostech a v nebezpečí velkých zkreslení. Šlo by především o přesnější členění odpisů, ostatních přímých nákladů, oprav, spotřeby materiálů, nepřímých nákladů atd., a po přesném rozboru o pokud možno úplné zachycení jejich závislosti na změnách ve výrobě. Použitím odpisů by šlo řešit i otázku optimálních investic a zajímavá by byla i otázka optimálního financování, vnitropodnikové specializace a další. Není třeba pochybovat o tom, že čím hlouběji se půjde do ekonomiky závodů a čím více se rozšíří používání matematických metod, že se vynoří plno dalších otázek k řešení.

To, co je v tomto příspěvku uvedeno, jsou jen některé náměty k diskusi; jinak je třeba jen jednoho: získávat praktické zkušenosti, počítat konkrétní závody v konkrétních podmínkách, řešit jejich vlastní problémy a těžkosti a na nich se učit využívat matematiky. Jenom tak si ověříme velké možnosti, které nám matematické metody v zemědělství otevírají.

Metody lineárního programování při propočtu optimálního územního rozmístění zemědělské výroby

Prof. dr. Vladimír KADLEC
Vysoká škola ekonomická, Praha

Optimální využití půdní základny je v ČSSR důležité především proto, že — ve srovnání s ostatními státy socialistického tábora — připadá u nás na jednoho obyvatele nejmenší výměra orné půdy.

Pro optimální využití půdní základny z hlediska celostátního plánování zemědělské výroby je nejdůležitějším nástrojem optimální územní dělba práce, tj. optimální využití rozdílných místních přírodních a ekonomických podmínek.

Ve svém příspěvku bych chtěl uvést nejprve několik kritických poznámek o praktické použitelnosti těch modelů, které se dnes pro výpočet celostátního optimálního rozmístění zemědělské výroby snaží použít simplexové metody. Nakonec bych chtěl stručně uvést jednak výsledky propočtu pro celostátní rozmístění tržních plodin do 43 územních rajónů ČSSR, jednak výsledky rozmístění krmných plodin se zřetelem k místním přírodním a ekonomickým podmínkám jednotlivých zemědělských závodů.

Simplexová metoda vyžaduje ekonomicky značně zjednodušit celý problém, takže praktická aplikace vypočteného optimálního rozmístění zemědělské výroby se pak může stát problematickou.

Vezmeme jako příklad optimální rozmístění jen jedenácti hlavních tržních plodin do 43 rajónů (jde o ČSSR, rozdělenou do 10 krajů, v nichž jsou v průměru asi čtyři výrobní oblasti). Výchozí simplexová tabulka má v tomto případě 54 omezujících podmínek (tj. 11 + 43 řádků) a 473 proměnných (tj. 11.43 sloupců), tedy 25 542 políček (tj. 54.473).

Pro každou plodinu v každém rajónu je však nutno ještě určit horní nepřekročitelnou hranici výměry — např. pro omezené zdroje pracovních sil, mechanizačních prostředků, hnojiv, pro bonitu půdy, pro agrotechnické důvody atd. Tím se počet rovnic (omezujících podmínek) zvýší o 473, tj. z 54 na 527. Simplexová výchozí tabulka má pak 527 řádků a 473 sloupců, tj. čtvrt miliónu políček.

Bylo by však nutno stanovit horní nepřekročitelné hranice výměry i pro skupiny několika plodin — ze zcela podobných důvodů, jako byla určena horní nepřekročitelná hranice výměry pro jednotlivou plodinu. Jestliže by v uvedeném příkladu byly v každém rajónu vytvořeny jen tři skupiny plodin (např. obiloviny jarní a obiloviny ozimé; nebo obiloviny celkem; nebo cukrovka a brambory apod.) znamenalo by to dalších 129 rovnic. Výchozí simplexová tabulka by pak měla 656 rovnic (řádků) a 473 proměnných (sloupců), tedy přes 300 tisíc políček.

V praktické aplikaci by asi bylo nutno uvažovat ještě další omezující podmínky. Např. horní nepřekročitelná hranice výměry některých plodin, resp. skupin plodin není neměnná. Její výše je závislá na tom, jak velká bude výměra některých konkurujících či doplňujících plodin. To souvisí především s tím, že z hlediska

hnojení je nutno uvažovat jiné skupiny plodin než např. z hlediska pracovních či mechanizačních zdrojů nebo z hlediska racionálního střídání plodin apod. Skupiny plodin se tedy mohou překrývat, což znamená nutnost formulovat další omezující podmínky. Jinými omezujícími podmínkami by mohly ještě být minimálně nutné hranice výměry některých plodin, přesněji řečeno, některých skupin plodin v každém jednotlivém rajónu; počet omezujících podmínek by vzrostl, jestliže by pro vypočtenou specializaci byly uvažovány i dopravní náklady, investice, resp. investiční varianty.

Jestliže by byly respektovány jen některé z uvedených omezujících podmínek, je zřejmé, že výchozí simplexová tabulka by v uvedeném příkladu musela obsahovat přes tisíc rovnic, a to při poměrně jednoduché úloze rozmístění jen do 43 územních rajónů (což je např. pro ČSSR nedostatečný počet) a při omezení úlohy jen na jedenáct plodin. Zahrneme-li do modelu i živočišnou výrobu s jejími zpětnými vazbami na výrobu krmiv a zvětšení počtu územních rajónů tak, aby vypočtený výsledek respektoval odlišné místní přírodní i ekonomické podmínky, zvětší se počet rovnic ve výchozí simplexové tabulce natolik, že propočít by dnes byl prakticky velmi obtížný.

Další obtíž je však v tom, zda lze předpokládat, že by bylo možno všechny podstatné omezující podmínky reálně předem přesné a spolehlivě určit tak, aby tím byla zajištěna praktická realizovatelnost vypočteného optimálního rozmístění, tj. aby ve vypočteném řešení byly respektovány všechny podstatné odlišné místní přírodní a ekonomické podmínky pro každou plodinu a skupinu plodin v jednotlivém rajónu. Mimoto zůstává otevřena otázka, zda takové nákladné šetření je ekonomicky účelné, tj. zda je to ekonomicky nejvýhodnější cesta, jak mají být stanoveny všechny podstatné omezující podmínky potřebné pro optimální rozmístění výroby v zemědělství. (Jiný postup určení omezujících podmínek je uveden dále.)

Všechny uvedené obtíže jsou hlavní překážkou, proč nelze obecný model optimálního rozmístění v praxi použít též v zemědělství, jak se o to pokusil J. H. Henderson (*The Utilization of Agricultural Land*, Harvard University, 1959) při propočtu optimálního rozmístění rostlinné výroby v USA.

* * *

Uvedené nedostatky výpočetní techniky jsou odstraněny v modelu I. G. Popova (*Linějnoje programirovanije v ekonomičeskich rasčetach po selskomu chozjajstvu*, Moskva, 1962, str. 64–66). Místo jedné velké simplexové tabulky navrhuje Popov postupný propočít v několika kaskádových etapách. Tak např. optimální rozmístění pro celou SSSR se nejprve propočte pro 15 republik, pak vypočtený výsledek pro každou jednotlivou republiku se dalším optimalizačním propočtem rozmístí do jejich 10 zón, pak vypočtený výsledek pro každou jednotlivou zónu se dalším optimalizačním propočtem rozmístí do jejich oblastí atd. Navrhuje pro SSSR asi šest kaskádových propočtových etap, přičemž v každé etapě bude rozmístění propočteno vždy asi do 10 dílčích rajónů. Předpokládá se rozmístění asi 16 hlavních plodin asi při deseti omezujících podmínkách. Tím se podařilo Popovi rozložit velkou výchozí simplexovou tabulku na velký počet menších simplexových tabulek.*)

Vážnější však — pokud jde o praktické použití modelu — je ekonomická problematika u Popova modelu, jde-li o stanovení účelové funkce. Jako účelová funkce se stanoví maximalizace hrubé výroby nebo minimalizace nákladů. Používá tedy cenových a hodnotových ukazatelů. Při dnes platných cenových relacích u nás by se výsledky optimalizace hrubé výroby mohly stát do určité míry pochybnými. Rovněž zjištění vlastních nákladů výroby na jednotku produkce by byl dnes u nás velmi obtížný a nákladný statistický úkol s pravděpodobně nikoli dostatečně spolehlivými výsledky. To platí zvláště pro optimální rozmístění, propočítávané pro příští vzdálenější roky, kdy nákupní ceny a rovněž nákladové položky, jako jsou tuzemská a dovážená hnojiva a krmiva, ceny mechanizačních prostředků atd., se mohou měnit, a tím učinit vypočtené optimální rozmístění pochybným, popř. i bezcenným.

Pochybnosti vzbuzuje i použití velmi hrubých globálních průměrů v prvních etapách kaskádového propočtu. Je známo, že vypočtené optimální řešení vyloučí

*) V pozdějších pracích sovětských ekonomů je počet kaskád zmenšen (na čtyři) a počet rovnic zvětšen. Otázka doby propočtu všech tabulek však zůstává stále velmi vážnou.

v jednotlivých rajónech téměř polovinu dosud pěstovaných plodin jako relativně neefektivní. Při příliš hrubých globálních průměrech ve velkých územních celcích může tak být vyloučena i plodina, která z hlediska konkrétních místních podmínek může být v části některého rajónu na určité omezené výměře relativně velmi výhodná. Propočít na základě hrubých globálních průměrů, tj. při rozdělení velkých územních celků jen na pouhých 10 až 15 rajónů, vyžaduje nutně dodatečné korektury vypočteného optimálního řešení, a tím i dodatečného rozboru a kontroly vypočteného řešení, nebo vstřícného plánu v dílčích územních jednotkách. To je nejen poměrně pracné, ale mohou se tím dostat do konečného řešení v určité míře i subjektivní prvky — zvláště, jestliže výchozí statistické údaje o jednotkových nákladech výroby nejsou plně spolehlivé.

Vcelku lze tedy kladně hodnotit technicko-výpočtovou stránku Popovova modelu. Tento nesporný klad postupného propočtu v kaskádových etapách je však poněkud zastíněn hrubou globalizací průměru v prvních etapách propočtu. Popov se sice vyhnul dnešní obtížnosti propočtu velké simplexové tabulky tím, že rozložil celý problém na dílčí simplexové tabulky s maximálně 15 a s průměrně 10 rajóny při asi 10 omezujících podmínkách. Zůstává však pochybné, zda 10 omezujících podmínek stačí. Právě tak zda počet 10 až 15 rajónů, zvláště v prvních etapách propočtu, příliš hrubými globálními průměry nedá příliš zkreslený obraz o výchozích údajích. Vedle toho vzbuzuje vážné pochybnosti — s ohledem na praktické využití modelu — použití hodnotových ukazatelů jednak z hlediska dnes platných cenových relací, jednak z hlediska obtížnosti a nákladnosti statistického zjišťování především nákladových položek.

* * *

Z uvedených poznámek vyplývá, že — z hlediska praktického využití modelu optimálního rozmístění — bylo by vhodné postavit pro konstrukci modelu tyto požadavky:

1. Nepoužívat hodnotových ukazatelů, jestliže by se ukázalo, že účelovou funkci lze dnes téměř stejně dobře a spolehlivě vyjádřit jinak — především se zřetelem k tomu, aby pracnost zjišťování statistických výchozích údajů nepřesáhla přiměřenou míru a přesto byla zajištěna dostatečná spolehlivost výchozích údajů, potřebných pro optimalizační propočet. Je to též otázka statistických údajů, které jsou již k dispozici, ve srovnání se statistickými údaji, které by bylo nutno nově, ve větší šíři a hloubce teprve zjišťovat.

2. Rozšířit ve výchozí tabulce počet územních rajónů alespoň na několik set, aby hrubost globálních průměrů ukazatelů byla snížena.

3. Rozšířit ve výchozí tabulce počet omezujících podmínek, aby vypočtené optimální řešení bylo reálné a v praxi snáze realizovatelné; dále odstranit nutnost určovat všechny podstatné teoreticky možné omezující podmínky předem, tj. již před vlastním propočtem, do „zásoby“.

4. Použít jinou metodu lineárního programování, která by umožnila jednak propočet pro velký počet rajónů najednou, jednak podstatně rozšířit počet omezujících podmínek, ale která by nevyžadovala stanovit všechny teoreticky možné omezující podmínky předem (do zásoby), nýbrž prakticky jen ty, jež se pak ve vypočteném optimálním řešení skutečně objeví.

Vyhnout se obtížím uvedeným u Popovova modelu nelze jinak než za cenu určitých obětí, jež představují pak omezení a zjednodušení celé problematiky optimálního rozmístění. V podstatě jde vlastně o to, hledat takový způsob řešení, který by byl proti dosud známým teoretickým způsobům řešení především prakticky použitelný. Nejde tedy o odstranění všech obtíží a nevýhod v nějakém ideálním modelu, ale o způsob řešení, který má rovněž nutné své nevýhody, jež by však měly být — z hlediska praktické použitelnosti modelu — menší.

*

Ve svém příspěvku se omezím jen na optimální rozmístění zemědělské výroby na příští plánovaný rok, popřípadě na několik nejbližších plánovaných roků, protože — z hlediska praktického využití modelu — to pokládám dnes za nejpalčivější problém. (Pro optimální rozmístění v perspektivním plánu by platily pochopitelně některé odlišné principy; především však nejsou zatím k dispozici dostatečně spolehlivé výchozí údaje a jejich opatření by zatím bylo velmi obtížné.)

Hodnotoví a naturální ukazatelé

Především jde o to, obejít se pokud možno bez hodnotových ukazatelů, jež nejsou dnes u nás pro optimalizační propočty dostatečně spolehlivé. To by bylo možné, jestliže jako účelová funkce by byla stanovena minimalizace výměry půdy, jež je potřebná ke splnění plánovaných úkolů zemědělské výroby. Výpočtem zjištěná úspora půdy může pak být použita k nadplánované výrobě, přičemž bude přihlíženo k celkovým potřebám (zvýšení rostlinné nebo živočišné výroby, nebo snížení dovozu, nebo zvýšení vývozu) a k místním přírodním a ekonomickým podmínkám v rajónu, kde bude úspora potřebné půdy vykázána.

Jako ukazatele pro tuto účelovou funkci lze použít hektarových výnosů. Výhodou je poměrně snadná zjistitelnost výchozích statistických údajů; prakticky známých u nás za řadu let zpět, takže by bylo třeba jen jejich utřídění do vhodně volených územních, resp. organizačně-plánovaných rajónů.

Nevýhodou je, že při takto stanovené účelové funkci nelze konstruovat společný model pro rostlinnou a živočišnou výrobu, protože jen hodnotoví ukazatelé jsou společným jmenovatelem pro současně vyjádření a porovnání ekonomického efektu rostlinné a živočišné výroby. Tato nevýhoda je však v praxi do značné míry jen zdánlivá, protože to ani dnes není prakticky možné (ne plně vyhovující cenová relace, nedostatek spolehlivé účetní a statistické evidence o nákladových položkách na jednotku v rostlinné a živočišné výrobě).

Počítat optimální rozmístění rostlinné výroby — samostatně nebo společně s rozmístěním živočišné výroby — by však stejně z hlediska sestavení plánu na příští rok (popř. na příštích několik nejbližších let) nemělo žádný velký praktický význam. Při stanovení struktury a rozmístění živočišné výroby je ekonomicky nutno respektovat existující rozložení investic, zejména stavebních investic v živočišné výrobě. Přesun živočišné výroby z oblasti do oblasti a stejně změna struktury živočišné výroby by jednak vyžadovaly značné nové investice, jednak by znamenaly neúplné využití existujících investic, a tím značné národohospodářské ztráty. Změny proto nelze dělat z roku na rok. Především z tohoto důvodu je nutné vzdát se společného, současného modelu pro optimální rozmístění rostlinné a živočišné výroby. Samostatný, oddělený model optimálního rozmístění rostlinné výroby umožňuje však vypočítat toto optimální rozmístění pro všechny zvolené varianty struktury živočišné výroby.

Nemožnost změnit v krátkém časovém intervalu rozmístění a strukturu živočišné výroby dává tedy teoretickou i praktickou možnost propočítat optimální strukturu a rozmístění rostlinné výroby výroby samostatně, odděleně. To tedy v praktickém řešení umožňuje stanovit jako účelovou funkci minimalizaci potřebné půdy, a tím se obejít bez hodnotových ukazatelů a spokojit se s ukazateli hektarových výnosů.

Poměrně dlouhé časové rozpětí, které si vyžadují přesun a změny v dosavadním rozmístění živočišné výroby, umožňuje mimoto důležité ekonomické zpřesnění propočtu, pokud jde o optimální rozmístění rostlinné výroby, a to oddělenou optimalizací jednak tržních, jednak krmných plodin.

Proti propočtu optimálního rozmístění krmných plodin ve větších rajónech lze mít totiž vážné námitky. Propočty nedostatečně respektuje poměrně značně odlišné místní a zejména ekonomické podmínky každého jednotlivého výrobního závodu především z hlediska možné zastupitelnosti krmných plodin, jak se ukázalo při propočtech praktických příkladů v našich družstvech i ve státních statcích.

Velmi stručně vyjádřeno, optimalizační propočty lze uskutečnit dvojím způsobem:

a) Buď lze nejdříve vyjít z dosavadní výměry, potřebné pro plánované úkoly v živočišné výrobě výrobního podniku, a pomocí simplexové metody minimalizovat potřebnou výměru k získání krmiv pro krytí potřeb v krmivové bilanci (popř. na dosavadní výměře krmných plodin maximalizovat výrobu živin) a potom na zbývajících výměře půdy závodů rozmístit plánované úkoly celostátní tržní rostlinné výroby.

b) Nebo lze nejdříve vyjít z dosavadní výměry, jež byla v závodě, popř. v rajónu věnována tržní rostlinné výrobě, a rozmístit plánované úkoly celostátní tržní rostlinné výroby a potom pro každý jednotlivý podnik simplexovou metodou vypočítat optimální strukturu krmných plodin.

Druhý způsob se při praktickém použití ukázal výhodnější jednak z důvodů techniky propočtu, jednak z hlediska snazšího dodržení požadovaných osevních postupů ve výrobních jednotkách.

Optimalizační propočty u pudy, určené jako krmivová základna, byly zpracovány asi ve 20 výrobních závodech a odsouhlaseny jejich vedoucími pracovníky. Ukázaly možnost lepšího využití pudy, tj. zvýšení výroby deficitních živin (stravitelných bílkovin), v průměru asi o 15 % na stejné výměře. Propočet pro jeden podnik trvá na počítači méně než 10 minut, včetně vytištění úplné výsledné simplexové tabulky.

O použití naturálních ukazatelů ve srovnání s nákladovými, resp. hodnotovými ukazateli lze obecně říci, že nelze předpokládat obecnou platnost nepřímé úměry mezi výši hektarových výnosů a mezi jednotkovými náklady výroby. Pro optimální rozmístění rostlinné výroby je však dostačujícím předpokladem, jestliže v těch rajónech, kde ve srovnání s ostatními rajóny u nevýhodnějších plodin jsou relativně vysoké hektarové výnosy, že jsou i jednotkové vlastní náklady relativně nižší než v ostatních rajónech. To se zdá být celkem přijatelný, praktický předpoklad — alespoň do té doby, než statistickými šetřeními by byl v některých případech zjištěn opak. Pak teprve bude mít ekonomický význam při optimálním rozmístění rostlinné výroby použít místo hektarových výnosů jako účelovou funkci minimalizaci jednotkových vlastních nákladů výroby.

Počet rajónů ve výchozí tabulce

Propočty optimálního rozmístění jednak v jednotlivých dílech samostatných rajónech odděleně, jednak v těchto rajónech vzatých jako společný celek, ukázaly poměrně značný rozdíl ve vypočtené celkové úspoře. Např. optimalizační propočet ve 43 rajónech vzatých jako celek ve srovnání s optimalizačním propočtem těchto 43 rajónů rozdělených do 10 samostatných skupin (krajů), ukázal celkovou úsporu pudy o 5 % vyšší (z celkové stejné optimalizované výměry pudy).

To ukazuje, že co největší počet rajónů v jednom optimalizačním propočtu znamená možnou poměrně značnou úsporu hledaného optima. Použití simplexové metody však prakticky velmi podstatně omezuje možný počet rajónů.

Použití aproximačních metod lineárního programování naproti tomu umožňuje počet rajónů značně rozšířit. Bylo zpracováno téměř dvacet propočtů optimálního rozmístění 11 až 15 hlavních plodin do 43 rajónů. Doba jednoho propočtu (bez přípravných prací) si při dvou pracovnících vyžádala v průměru asi čtyři hodiny.

Nečinilo by tedy obtíž zpracovat takový propočet optimálního rozmístění do 300 až 400 rajónů, přičemž doba vlastního propočtu (bez přípravných prací) by si vyžádala maximálně pět pracovních dnů. Pomocí děroštitkových strojů popř. samostatného počítače by bylo možno propočítat optimální rozmístění rychleji a i pro několik tisíc rajónů, resp. výrobních podniků.

Počet omezujících podmínek ve výchozí tabulce

Propočty ukázaly, že reálnost a praktická realizovatelnost vypočteného řešení závisí především na dostatečném počtu omezujících podmínek ve výchozí tabulce. Použití simplexové metody však prakticky velmi podstatně snižuje možný počet omezujících podmínek.

Další závažná obtíž u simplexové metody je v tom, že všechny podstatné, teoreticky možné omezující podmínky musí být určeny předem, před propočtem, do zásoby. Je zde proto jednak nebezpečí, že některé z nich budou opomenuty, přehlédnuty, jednak je zjištění tak velkého počtu omezujících podmínek (z nichž se pak ve vypočteném optimálním řešení objeví jen zlomek) velmi pracné. Přitom nelze zapomínat, že některé omezující podmínky — z hlediska praktického využití vypočteného výsledku — jsou často vzájemně svázané, což jednak ztěžuje jejich formulaci, jednak při přesné formulaci zvyšuje jejich počet. Opomenutí — záměrné

či přehlédnutím — některých omezujících podmínek může do značné míry znehodnotit vypočtené řešení z hlediska jeho praktické realizace.

Z těchto důvodů základním požadavkem pro konstrukci vhodného modelu je umožnit formulovat omezující podmínky nikoli do „zásoby“, před propočtem, nýbrž v průběhu propočtu, postupně, vždy se zřetelem k tomu, jak se omezující podmínky postupně v každém rajónu změní, jestliže již byla některá plodina rozmístěna do některého rajónu. Tím

— je zajištěna přesnější formulace omezujících podmínek z hlediska místních přírodních a ekonomických podmínek;

— odpadá zbytečné určování omezujících podmínek u těch plodin v těch rajónech, které se jako relativně neefektivní nedostaly do optimálního řešení, takže stanovení omezujících podmínek je nejen přesnější a výstižnější, ale i méně pracné (prakticky se práce vynaložená na stanovení omezujících podmínek snižuje na pouhý zlomek toho, kdyby omezující podmínky musely být určeny plně před propočtem, jak to vyžaduje použití simplexové metody);

— je větší jistota a průběžná kontrola, že vypočtené řešení bude reálné a v praxi realizovatelné, protože všechny omezující podmínky a vazby mezi nimi je možno plně respektovat — s ohledem na plodiny, jež byly již jako relativně nejefektivnější do každého rajónu předtím v propočtu rozmístěny.

Způsob propočtu

Použití simplexové metody i ve spojení se současnými ve světě nejvýkonnějšími počítači neumožňuje ani stanovit počet rajónů na ekonomicky žádoucí výši, ani počet omezujících podmínek, nutný z hlediska praktické realizovatelnosti vypočteného optimálního řešení. Zdá se proto vhodné použít aproximačních metod lineárního programování, resp. je vhodně upravit pro použití při optimálním rozmístění zemědělské výroby.

Nevýhodou u těchto metod je, že na rozdíl od simplexové metody je vypočtený výsledek jen aproximačním optimem. Rozdíl ve výsledku nemůže být při optimálním rozmístění rostlinné výroby porovnán, protože aproximační metodou byly propočteny úlohy, jež by při použití simplexové metody přesahovaly prakticky kapacitu i nejvýkonnějšího počítače. Propočty u menších příkladů však ukázaly, že ve vypočteném výsledku podle simplexové metody a aproximační metody je rozdíl u tohoto typu problémů poměrně malý. Mimoto rozdíl je tím menší, čím je výchozí tabulka větší.

Rozdíl je prakticky zanedbatelný, zvláště když se ukázalo, že mezi dnešním rozmístěním rostlinné výroby odhadem na základě profesionálního citu a mezi vypočteným řešením je asi 10 % úspory půdy. Mimoto uvedená nevýhoda aproximačních metod je značně převážena úsporou půdy, již lze dosáhnout tím, že ve výchozí tabulce lze zvýšit počet rajónů (viz vpředu); další výhodou je možnost zvýšit počet omezujících podmínek a především průběžné, postupné jejich určování a jejich průběžná postupná celková kontrola při rozmísťování každé jednotlivé plodiny v každém jednotlivém rajónu. Splněním těchto předpokladů — podle zkušeností z propočtů — je teprve vypočtené optimální řešení prakticky realizovatelné.

*

Uvedený postup pro stanovení optimálního rozmístění zemědělské výroby se týká jen plánu na příští plánovací rok, resp. několik nejbližších let. Protože z důvodů investiční politiky nelze strukturu a územní rozmístění živočišné výroby měnit z roku na rok, je výpočet optimálního rozmístění omezen jen na rostlinnou výrobu. Optimální rozmístění rostlinné výroby lze však propočítat pro každou navrženou variantu různého rozmístění a různé struktury živočišné výroby.

Pro přesnější a podrobnější respektování odlišných místních přírodních a ekonomických podmínek je optimalizační propočet rozdělen jednak na tržní rostlinnou výrobu, jednak na výrobu krmných plodin.

To umožňuje vypočítat optimální strukturu a optimální rozmístění krmných plodin se zřetelem na odlišné místní přírodní i ekonomické podmínky každého jednotlivého výrobního závodu nebo podniku, tedy bez jakéhokoli většího či menšího zprůměrování ukazatelů v rajónu. Výsledkem je možnost zvýšit deficitní

živiny o 10 až 15 %. Rovněž celostátní rozmístění tržních plodin ukazuje možnost úspory plochy o 10 %.

Charakteristické pro uvedený propoččet je, že se vyhnul použití hodnotových ukazatelů, které dnes nelze u nás pokládat pro optimalizační propočty v zemědělské výrobě za dostatečně spolehlivé a kde zjištění výchozích statistických podkladů by bylo velmi pracné a nákladné.

Z hlediska techniky propočtu znamená uvedený postup propočtu přechod od přesné simplexové metody k aproximačním metodám lineárního programování. Je tomu tak proto, že simplexová metoda — i při použití velmi výkonných počítačů — dnes prakticky vyžaduje, aby ekonomická stránka celé problematiky optimálního rozmístění byla velmi značně — a z hlediska realizovatelnosti vypočteného řešení téměř nepřipustně — zjednodušená. To se totiž projevuje v nutnosti omezit ve výchozí tabulce jak počet rajónů, tak počet omezujících podmínek. Proto je v navrženém postupu matematická přesnost a strojová mechaničnost obětována většímu respektování ekonomických požadavků. Aproximační metoda lineárního programování — za poměrně malou oběť ve výši vypočteného optima — umožňuje totiž jednak zvýšit počet rajónů, a tím dosáhnout zvýšení hledaného optima, jednak zvýšit počet omezujících podmínek, a tím dosáhnout větší realizovatelnosti vypočteného řešení v praxi. Tím je tedy u optimálního rozmístění zemědělské výroby ve velkých územních celcích zvýšena ekonomická použitelnost modelu v praxi.

Použití aproximační metody lineárního programování však především umožňuje přesnější a méně pracné stanovení omezujících podmínek teprve v průběhu propočtu.

Vhodně upravenými aproximačními metodami lineárního programování byly propočteny příklady, jež by při použití simplexové metody vyžadovaly výchozí simplexové tabulky téměř o tisíce rovnicích. Bylo uskutečněno asi 20 takových propočtů. Čistá doba propočtu (bez přípravných prací) jedné takové úlohy si při dvou pracovnících vyžádala v průměru asi čtyři hodiny. Pomocí děrnoštítkových strojů, popř. samočinných počítačů by bylo možno výchozí simplexovou tabulku velmi podstatně zvětšit a dobu propočtu zkrátit.

Je též velmi pravděpodobné, že ekonomický efekt, tj. náklady na zjištění výchozích dat, na určení omezujících podmínek a na vlastní propoččet, v poměru k výsledkům, jež realizace vypočteného řešení může přinést, je mnohem výhodnější při použití uvedeného postupu podle aproximační metody lineárního programování než při použití simplexové metody.

Mělo by to být proto především kritérium praktické využitelnosti, které by určovalo vhodnost modelu i způsobu propočtu.

Ekonomicko-matematický model optimálního plánování rozmístění a specializace zemědělské výroby

Doc. Ivan Gerasimovič POPOV, kandidát ekonomických věd
Plechanovův ústav národního hospodářství, Moskva

V ekonomice a plánování zemědělství byla a je dosud prvořadou otázkou rozmístění a specializace zemědělské výroby. Zemědělská výroba se uskutečňuje v oblastech s velmi odlišnými přírodními a ekonomickými podmínkami, což ztěžuje řešení tohoto úkolu. V důsledku neustálého a rychlého růstu výroby je tato otázka na pořadu dne a roste její národohospodářský význam.

Jak ve vědeckých ústavech, tak i v praktické plánovací činnosti se otázky rozmístění zemědělské výroby zpravidla řešily podle jednotlivých důležitých zemědělských odvětví. Všechna ostatní odvětví, tzv. pomocná nebo doplňková, působovala se těmito hlavními odvětvími.

V zemědělství je však pro výrobu všech druhů produktů, pro rozvoj jakéhokoliv odvětví třeba stejných zdrojů: půdy, zemědělské techniky a pracovních sil. Rozvoj jednoho odvětví nutně omezuje rozvoj druhých odvětví. Otázku rozmístění a specializace zemědělské výroby je proto nutno chápat a řešit nikoliv izolovaně podle jednotlivých odvětví, nýbrž komplexně všechna odvětví ve vzájemných souvislostech a nikoli jen v rámci jednotlivých ekonomických rajónů, bez ohledu na úkoly rozmístění zemědělství v zemi jako celku.

Při řešení takového grandiózního problému je nutno vzít v úvahu neobyčejně velké množství různých zvláštností přírodně ekonomických podmínek v různých rajónech a hospodářských oblastech naší země.

Posoudit všechny tyto činitele a zahrnout je do jediné soustavy by nebylo možné bez použití současných matematických metod a samočinných počítačů.

Vypracované matematické modely a metodika formulace a řešení úloh nám při použití samočinných počítačů umožní zjistit při daných podmínkách nejlepší optimální variantu rozmístění a specializace zemědělské výroby.

Ekonomicko-matematický model

Rozbor modelu je nutno systematicky začít formulací úlohy optimální kombinace odvětví (činností) v zemědělských závodech.

Optimální kombinací odvětví v zemědělských závodech nazýváme takovou kombinací činností, která za daných podmínek vede k racionálnímu využití půdy, práce, techniky a ostatních prostředků hospodaření, umožňuje dosáhnout maxima výroby při daných zdrojích nebo dosáhnout minima nákladů na výrobu daného objemu produkce.

Pro řešení této úlohy používáme tohoto zjednodušeného matematického vzorce: Označení:

1. Počet druhů výrobních zdrojů	m
2. Počet odvětví nebo druhů výroby	n
3. Norma spotřeby i -tého druhu zdrojů na jednotku j -té výroby	A
4. Množství (objem) výrobních zdrojů i -tého druhu	b
5. Cena za jednotku j -té výroby	C
6. Objem j -tého druhu výroby	X

Úlohu možno vyjádřit tímto způsobem:

najít maximum
$$C = \sum_{j=1}^n C_j X_j$$

při podmínkách 1.
$$\sum_{j=1}^n A_{ij} X_j \leq b_i \quad (i = 1, 2 \dots m)$$

2.
$$X_j \geq 0$$

Uvedený model představuje vlastní obecnou osnovu úlohy optimálního plánování specializace zemědělské výroby. Objektem této úlohy může být jednotlivý závod, skupina závodů, výrobní správa, oblast, ekonomický rajón, republika.

Je známo, že specializace výroby je úzce spjata s jejím rozmístěním na území naší vlasti. Jestliže specializace je chápána jako slučování jednotlivých odvětví v dané výrobní jednotce, pak rozmístění znamená slučování výrobních jednotek podle specializace. Těsná souvislost problémů specializace a rozmístění zemědělské výroby se projevuje rovněž v konstrukci ekonomicko-matematických modelů.

Základem modelu úlohy výpočtu optimálního rozmístění je výše uvedený model optimální specializace.

Při konstrukci modelu plánu rozmístění zemědělské výroby se do jednoduššího modelu specializace zavádějí dvě důležité skupiny podmínek:

první: soubor zvláštností jednotlivých zón,

druhá: omezení, které u každého druhu výroby ohraničuje její horní a dolní mez.

Zvláštnosti jednotlivých zón jsou v úloze vyznačeny zavedením doplňkového indexu k do všech nerovností v podmínkách i v účelové funkci. Index k znamená číslo zóny (objektu rozmístění).

Podmínky, které zaručují nutný objem a sortiment výroby, zavádíme do úlohy jako

$$\sum_{k=1}^r X_{jk} \geq Q_j$$

kde:

Q_j = nutný objem j -té výroby,

r = počet zón,

X_{jk} = objem j -té výroby k -té zóny.

Po zavedení dodatečných podmínek do uvedeného modelu specializace výroby má problém plánování rozmístění výroby tento tvar: Nalézt maximum (minimum)

$$C = \sum_{j=1}^l \sum_{k=1}^r C_{jk} X_{jk}$$

při podmínkách

1.
$$\sum_{j=1}^l A_{ijk} X_{jk} \leq b_{ik} \quad (i = 1, 2, \dots, P)$$
2.
$$\sum_{k=1}^r X_{jk} \geq Q_j$$
3.
$$X_{jk} \geq 0$$

Označení:

1. A_{ijk} = norma spotřeby i -tého zdroje na výrobu jednotky j -té výroby v k -té zóně,
2. b_{ik} = objem zdrojů i -tého druhu k -té zóně,
3. Q_j = zaručený objem j -té výroby,
4. l = celkový počet výrobních odvětví (druhů výrobků),
5. r = počet zón (objektů rozmístění),
6. C_{jk} = cena jednotky j -té výroby v k -té zóně,
7. X_{jk} = objem j -té výroby v k -té zóně,
8. P = počet druhů výrobních zdrojů.

Mějme plán rozmístění, který uvažuje pět odvětví ve dvou zónách, přičemž pro každou zónu zavedeme do úlohy tři omezení. Matice bude mít tvar, uvedený na str. 92.

Tato úloha obsahuje soustavu nerovností, charakterizujících normy výrobní spotřeby a velikost výrobních zdrojů na úrovni zón a rajónů, tj. na úrovni báz řešení. Systém nerovností každé jednotlivé zóny vyjadřuje podmínky pro stanovení optimální specializace příslušné zóny. Abychom řadu obdobných úloh sjednotili do jediné velké úlohy, přiřazujeme k nim systém doplňkových nerovností. Tyto doplňkové nerovnosti plní v úloze rozmístění zemědělské výroby dvojí úlohu:

Mimo funkci spojovacího článku jednotlivých úloh, vztahujících se k příslušným zónám, vymezují zpravidla dolní mez objemu produkce každého druhu konečné výroby. Jestliže bude při daných podmínkách zadána úloha zjistit maximum celkové produkce nebo maximum čistého důchodu, dostaneme v tom případě podle jednotlivých nejefektivnějších druhů výroby plánovaný objem výroby, převyšující veličinu Q . Jestliže bude jako kritérium optimálnosti uvažováno minimum nákladů na výrobu daného objemu produkce, bude v konečném řešení plánován dříve zadaný objem výroby ve všech druzích produkce. Zde bude v doplňkovém systému nerovnosti obsažena rovnice

$$\sum_{k=1}^r X_{jk} = Q_j$$

V uvedeném schématu nerovností jsou koeficienty u X_{jk} rovny jedné. Přitom jsou nerovnosti sestaveny podle typu dopravního problému, v případě sumarizace podle „ k “. Avšak v praktických úlohách se objevují nutné odchylky od tohoto schématu.

Zaprve — někdy není účelné stanovit dolní mez u každého jednotlivého produktu, ale za skupinu stejnorodých druhů výrobků, např. obilniny, maso všech druhů atd.

Zadruhé — koeficienty u některých X_{jk} v doplňkových nerovnostech nebudou jednotky, ale některé A_{ijk} . To platí především o živočišné výrobě, tj. o odvětvích, kde jednotlivé produkty mají mimořádný význam. Takovými odvětvími jsou: chov skotu, chov ovcí a chov drůbeže. V těchto odvětvích normy spotřeby výrobních zdrojů zahrnujeme do úlohy v propočtu na jednotku základního stáda, avšak v doplňkových nerovnostech vymezujeme dolní hranici nutného objemu výroby konkrétních druhů živočišných výrobků: mléka, masa, vlny atd.

Modely uvažovaných úloh optimální specializace a rozmístění zemědělské výroby jsou popsány všeobecně. Obsahují osnovu úloh. V praktické aplikaci se obecný

Matrice

$A_{11}X_1$	$A_{12}X_2$	$A_{13}X_3$	$A_{14}X_4$	$A_{15}X_5$						$\leq$	B_1
$A_{21}X_1$	$A_{22}X_2$	$A_{23}X_3$	$A_{24}X_4$	$A_{25}X_5$						$\leq$	B_2
$A_{31}X_1$	$A_{32}X_2$	$A_{33}X_3$	$A_{34}X_4$	$A_{35}X_5$						$\leq$	B_3
					$A_{46}X_6$	$A_{47}X_7$	$A_{48}X_8$	$A_{49}X_9$	$A_{410}X_{10}$	$\leq$	B_4
					$A_{56}X_6$	$A_{57}X_7$	$A_{58}X_8$	$A_{59}X_9$	$A_{510}X_{10}$	$\leq$	B_5
					$A_{66}X_6$	$A_{67}X_7$	$A_{68}X_8$	$A_{69}X_9$	$A_{610}X_{10}$	$\leq$	B_6
X_1					X_6					$\leq$	Q_1
	X_2					X_7				$\leq$	Q_2
		X_3					X_8			$\leq$	Q_3
			X_4					X_9		$\leq$	Q_4
				X_5					X_{10}	$\leq$	Q_5

model doplňuje, konkretizuje, rozšiřuje. Doplnování a rozšiřování modelu komplikuje matematickou formulaci úlohy, způsobuje, že je méně pružná, zato však se více přibližuje podmínkám výroby.

Uvádíme některá z doplňujících omezení:

První konkretizace modelu souvisí s nutnou organickou vazbou odvětví rostlinné výroby s odvětvími živočišnými. Specifičnost této vazby je charakterizována tím, že v důsledku živočišné výroby se část výroby zemědělských plodin (krmiva) mění v meziproduct, stává se důležitým druhem zdrojů rozvoje živočišné výroby. Pokud jsme nuceni současně počítat s výrobou krmiv, která vystupují jako hlavní omezení živočišné výroby, zavádíme příslušnou spotřebu krmiv a jejich kapacity do soustavy podmínek zvláštním způsobem. Na pravé straně těchto nerovností, které představují maximální meze, uvádíme tyto veličiny:

1. Množství krmiv z vlastních luk, pastvin a krmiv nakoupených.

2. Množství krmiv vyrobených na orné půdě. Tato množství jsou uvedena jako sumy proměnných veličin.

Přitom tzv. nerovnosti krmiv, charakterizující zdroje a jejich spotřebu, musí vyjadřovat zvláštnosti různých krmiv (objemná, koncentrovaná apod.) a jejich obsah živin: stravitelného proteinu, karotinu atd.

Zavedeme označení:

D_h – množství živin h -tého druhu dodávaných z vlastních luk a pastvin a nakoupených,

G_{hj} – obsah živin h -tého druhu v jednici j -tého krmiva,

d_j – podíl j -té kultury, pěstované na zkrmení.

Pro stručnost označíme $d_j G_{hj} = V_{hj}$

Vyjádříme systém tzv. krmivových nerovností

$$\sum_{j=l'+1}^l A_{hjk} X_{jk} \leq D_{hk} + \sum_{j=1}^{l'} V_{hjk} X_{jk}$$

$$\sum_{j=l'+1}^l A_{hjk} X_{jk} - \sum_{j=1}^{l'} V_{hjk} X_{jk} \leq D_{hk}$$

přičemž: l' = počet odvětví (kultur) v zemědělství,

$l - l'$ = počet odvětví živočišné výroby.

Druhý doplňkový systém nerovností souvisí s nutností vyjádřit rozdílné výnosy jednotlivých stanovišť v rámci každé zóny, závodu (objektu rozmístění).

Mějme r' stanovišť, která se liší výnosností. Uvažujme l' kultur, přičemž každá kultura může být pěstována na libovolném stanovišti. Označme plochu k -tého stanoviště $S_{k'}$ a osevní plochu, nutnou k výrobě centu j -té produkce na k -tém stanovišti – $A_{jk'}$. Celkovou produkci j -té kultury, kterou získáme na k -tém stanovišti, označíme $X_{jk'}$.

Dostaneme systém nerovností:

$$\sum_{j=1}^{l'} A_{jk'} X_{jk'} \leq S_{k'}$$

Výše uvedené doplňkové systémy nerovností mají za úkol konkretizovat, odhalit nerovnosti obecného problému. Mimo konkretizaci podmínek mohou být do úlohy zavedeny další doplňující podmínky, které jsme v obecném modelu vůbec neuvažovali.

Takovými podmínkami jsou např. podmínky, kterými vyjadřujeme náklady na rozvoj produkce. Protože jde o nové podmínky, uvádíme k nim některá zdůvodnění.

Při řešení problému racionálního rozmístění výroby nezřídka zdůrazňujeme, takřka na prvním místě, otázku hospodárnosti nákladů na dopravu konečné produkce ke spotřebiteli. Je samozřejmé, že náklady na dopravu musíme nutně uvažovat. To však neznamená, abychom při plánu rozmístění vycházeli jen z hlediska dopravních nákladů. Je nutno vycházet z ekonomie celkových nákladů na výrobu a dodávku produkce ke spotřebiteli.

V celkové částce provozních nákladů mají náklady na dopravu mimořádný význam jen u některých hlavních druhů zemědělské výroby. K těmto produktům náleží: obilí, mléko, brambory, ovoce, cukrová řepa.

Tak při dopravě na 1000 km vzrůstá výrobní cena obilí a brambor v průměru o 10 %; při převozu cukrové řepy do 200 km vzrůstá výrobní cena o více než 20 %. Podobné výsledky jsou rovněž při převozu mléka, ovoce.

Při řešení problému optimální varianty rozmístění výroby pěti uvedených druhů výrobků je tudíž nutné zavést podmínky, které charakterizují náklady na dopravu.

Abychom matematicky formulovali zmíněné náklady na dopravu, zavedeme označení:

výrobní zóny označíme — jako v předešlém textu — indexem „ k “, avšak spotřebitelské zóny označíme „ p “.

Potřebu p -té zóny v j -tém produktu označíme d_j . Objem dopravy j -tého produktu z k -té zóny do p -té zóny označíme X_{pjk} . Náklady na dopravu jednotky j -té výroby z k -té zóny označíme C_{pjk} . Počet produktů, ke kterým se vztahují náklady na dopravu, l'' .

Nyní můžeme formulovat dodatečnou úlohu:

Nalézt minimum

$$C = \sum_{j=1}^{l''} \sum_{p=1}^r \sum_{k=1}^r C_{pjk} X_{pjk}$$

při podmínkách:

1. $\sum_{k=1}^r X_{pjk} = d_{pj}$
2. $\sum_{p=1}^r X_{pjk} = X_{jk}$
3. $X_{pjk} \geq 0$

Tím je formulován tzv. dopravní doplněk k obecné úloze plánování rozmístění zemědělské výroby.

Když zavedeme do obecného modelu tři uvažované doplňky, dostaneme tento výraz:

Nalézt minimum:

$$C = \sum_{i=1}^l \sum_{k=1}^r C_{jk} X_{jk} + \sum_{p=1}^r \sum_{j=1}^{l''} \sum_{k=1}^r C_{pjk} X_{pjk}$$

při podmínkách:

1. $\sum_{j=1}^l A_{ijk} X_{jk} \leq b_{ik}$
2. $\sum_{i=1}^l A_{jk}' X_{jk}' \leq S_k'$
3. $\sum_{j=l'+1}^l A_{hjk} X_{jk} - \sum_{i=1}^{l'} V_{hjk} X_{jk} \leq D_{hk}$

$$4. \quad \sum_{k=1}^r X_{jk} \geq Q_j$$

$$5. \quad \sum_{k=1}^r X_{pjk} = d_{pj}$$

$$6. \quad \sum_{p=1}^r X_{pjk} = X_{jk}$$

$$7. \quad X_{jk} \geq 0$$

Metodika zavedení vlivu kapitálových investic do soustavy omezení

Společně s běžnými provozními náklady a náklady na dopravu ovlivňují řešení problému rozmístění a specializace výroby podstatně i kapitálové investice. Proto je třeba do uvažované úlohy nutně začlenit i podmínky, které charakterizují kapitálové investice.

Kapitálové investice představují zvláštní druh výrobních zdrojů. Na rozdíl od ostatních zdrojů, které se přemisťují z jednoho odvětví do druhého, avšak poměrně stále jsou vázány na jednotlivé zóny, mohou se kapitálové investice volně přemisťovat nejen mezi jednotlivými odvětvími, ale i mezi zónami. Výsledkem využití obvyklých zdrojů (půdy, práce) je konečná produkce; bezprostředním výsledkem kapitálových investic zvyšujeme výrobní zdroje (techniku) a rovněž snižujeme výrobní náklady na jednotku produkce.

Uskutečněním kapitálových investic v zemědělské výrobě může být zlepšena agrotechnika, zvýšena mechanizace prací, což nakonec vede k vyšším sklizním, ke zvýšení produktivity práce, ke snížení výrobní ceny produktů.

Kapitálové investice je proto nutno zavést do úlohy tak, aby působily na snížení potřeby živé práce, na snížení výrobní ceny jednotky produkce atd., tj. aby v dané úloze plnily úkol, který jim přisuzujeme v ekonomii i ve výrobě.

Zmíněný přínos zařazení kapitálových investic do úlohy ukážeme na postupu při sestavení a řešení jednoduchého příkladu.

Máme stanovit optimální kombinaci dvou odvětví: obilnářství a pěstování brambor. Pro obě odvětví mohou být využívány zdroje: osevní plocha — 10 000 ha a kapacita živé práce — 25 000 pracovních dnů. Výnosy obilovin činí 20 q/ha a brambor 100 q/ha. Spotřeba práce na výrobu centu zrna činí 0,1 pracovního dne, na výrobu centu brambor 0,12 pracovního dne. Na základě těchto údajů sestojíme systém o dvou nerovnostech s dvěma neznámými.

Předběžně označíme celkovou produkci zrna indexem X_1 a celkovou produkci brambor indexem X_2 :

$$0,05 X_1 + 0,01 X_2 \leq 10\,000$$

$$0,1 X_1 + 0,12 X_2 \leq 25\,000$$

Dále je známo, že pro další rozvoj může závod zvýšit úroveň mechanizace prací při obdělávání obilnin a brambor. Zvýšení mechanizace se zabezpečí nákupem nových strojů, tj. prostřednictvím kapitálových investic v daném odvětví. Předpokládejme, že závod může ve sledovaném hospodářském roce uskutečnit v obou odvětvích investice ve výši 40 000 rublů. V důsledku pořízení nové techniky a zvýšení mechanizace prací se zvýší produktivita práce, tj. sníží se spotřeba živé práce na jednotku produkce.

Jinými slovy, v důsledku kapitálových investic vzniká možnost zvýšit při stejné kapacitě živé práce celkovou výrobu. V daném případě představují kapitálové investice vlastně dodatečný zdroj zvýšení pracovní kapacity, protože snížení spotřeby práce je možno chápat jako zvýšení objemu pracovních zdrojů. V našem případě je pracovní kapacita závodu a její spotřeba při obdělávání obilovin a brambor vyjádřena nerovností:

$$0,1 X_1 + 0,12 X_2 \leq 25\,000$$

Normy spotřeby práce jsou zde 0,1 a 0,12. Tato čísla představují v daném případě koeficienty příslušných neznámých. Změnit je v procesu řešení, tj. vyjádřit je jako proměnné, je dost složité. Tato operace by znamenala změnit lineární nerovnosti (rovnice) v nerovnosti nelineární.

Přístupme k jiné úvaze: číslo 25 000 je absolutním členem nerovnosti. V procesu řešení úlohy jsme se již se změnou kapacity zdrojů nejednou setkali. Tohoto způsobu jsme použili při stanovení objemu krmivových zdrojů. Jak známo, krmivové zdroje získáváme tím, že do plánu zařazujeme krmné plodiny a rovněž jiné plodiny, které se zčásti použijí jako krmiva. Jinak řečeno, tyto plodiny můžeme současně využít pro živočišnou výrobu, v důsledku čehož si rozšiřujeme možnosti růstu výroby živočišných produktů.

Podobně je tomu i s kapitálovými investicemi, které jednak umožňují zvýšení výrobních zdrojů (živé práce), jednak v důsledku toho rozšiřují možnosti zvýšení objemu výroby. Rozdíl je jen v tom, že v případě krmiv jsou zdrojem jednotlivé plodiny, zatímco zde jsou zdrojem zvýšení pracovní kapacity kapitálové investice v jednotlivých odvětvích. Je zřejmé, že kapitálové investice musí být zavedeny do jednotlivých odvětví takovým způsobem, aby v procesu výpočtu splnily svou funkci, tj. musí být v úloze formulovány souběžně s odvětvími jako samostatné druhy činnosti, a z druhé strany musí kapitálové investice vystupovat rovněž ve funkci omezení.

Abychom mohli do našeho systému nerovností zařadit podmínky, které charakterizují vliv kapitálových investic na optimální plán, je nutno zjistit koeficienty efektivnosti kapitálových investic.

Předpokládejme, že každých 100 rublů investovaných do obilnářství, zabezpečuje úsporu práce ve výši čtyř pracovních dnů a v pěstování brambor ve výši šesti pracovních dnů. Objem kapitálových investic v obilnářství označme indexem X_3 a v pěstování brambor indexem X_4 .

Konečně kapitálové investice, vložené do obilnářství i do pěstování brambor, je nutno vyjádřit s ohledem na osevní plochy těchto kultur. Problém spočívá v tom, že při dané úrovni techniky a tím při určení efektivnosti má objem kapitálových investic na hektar osevní plochy určitou hranici. Předpokládejme, že tato hranice činí u obilnin 10 rublů a u brambor 100 rublů na hektar. Uvažujeme-li kapitálové investice jako spotřebu prostředků na mechanizaci práce, pak uvedená hranice představuje hodnotu strojů, jejichž pomocí může být zabezpečena komplexní mechanizace obdělávání dané plodiny.

Podmínky naší úlohy můžeme tedy vyjádřit soustavou nerovností:

$$\begin{aligned} 0,05 X_1 + 0,01 X_2 &\leq 10\,000 \\ 0,1 X_1 + 0,12 X_2 - 4 X_3 - 6 X_4 &\leq 25\,000 \\ -0,05 X_1 &+ 10 X_3 \leq 0 \\ &- 0,01 X_2 + X_4 \leq 0 \\ 100 X_3 + 100 X_4 &\leq 40\,000 \end{aligned}$$

Kritériem optimálnosti budiž maximální celková produkce v peněžním vyjádření. Cena produkce činí u obilovin 4 ruble, u brambor 3 ruble z centu. Za daných podmínek je tudíž nutno zjistit maximum lineární funkce

$$C = 4 X_1 + 3 X_2$$

Převědeme nerovnosti na rovnice a řešíme úlohu při zkrácených simplexových tabulkách (viz tabulky na str. 97 a 98).

Ve druhém a třetím kroku výpočtu nebyly dosud uvažovány investice u pěstování brambor. Třetí krok počítá s plánem, ve kterém je uvažována výroba 198 000 q zrna a 10 000 q brambor. Výrobní zdroje, které má závod k dispozici (půda a kapacita práce) jsou plně vyčerpány. Hodnota celkové výroby činí 822 000 rublů. Kdybychom nepočítali s kapitálovými investicemi, byl by plán v tomto stadiu řešení úlohy konečný. Avšak zařazením podmínek, které charakterizují vliv kapitálových investic na úsporu práce, způsobilo, že třetí krok není krokem konečným. Hodnota koeficientů $Z_j - C_j$ ve sloupcích X_3 a X_4 je záporná. Pokračujeme tudíž ve výpočtu a optimálního řešení dosáhneme po pěti krocích. Pátý krok se poněkud odlišuje od třetího kroku. Plán výroby brambor se zvýšil o 22 500 q, avšak plán výroby obilí se snížil o 4500 q. To znamená, že v důsledku dodatečných kapitálových investic došlo ke zvýšení intenzifikace výroby. Suma celkové produkce se zvýšila o 49 500 rublů.

Řešení úlohy

Základní neznámé	Absolutní členy	X_1	X_2	X_3	X_4	Kroky
$\leftarrow X_5$	10 000	0,05	0,01	0	0	I.
X_6	21 000	0,1	0,12	— 4	— 6	
X_7	0	— 0,05	0	10,0	0	
X_8	0	0	— 0,01	0	1,0	
X_9	40 000	0	0	100	100	
C	0	— 4	— 3	0	0	
$\rightarrow X_1$	200 000	X_5 20	X_2 0,2	X_3 0	X_4 0	II.
$\leftarrow X_6$	1 000	— 2	0,1	— 4	— 6	
X_7	10 000	1	0,01	10,0	0	
X_8	0	0	— 0,01	0	1,0	
X_9	40 000	0	0	100	100	
C	800 000	80	— 2,2	0	0	
X_1	198 000	X_5 24	X_6 — 2	X_3 18	X_8 12	III.
$\rightarrow X_2$	10 000	— 20	10	— 40	— 60	
X_7	9 900	1,2	— 0,1	10,4	0,6	
$\leftarrow X_8$	100	— 0,2	0,1	— 0,4	0,4	
X_9	40 000	0	0	100	100	
C	822 000	36	22	— 88	— 132	
X_1	195 000	X_5 30	X_6 5	X_3 20	X_8 — 30	IV.
X_2	25 000	— 50	25	— 100	150	
X_7	9 750	1,5	— 0,20	11,0	— 1,5	
$\rightarrow X_4$	250	— 0,5	0,25	— 1,0	2,5	
$\leftarrow X_9$	15 000	50	— 25	200	— 250	
C	855 000	— 30	55	— 220	330	

(Dokončení tabulky na str. 98.)

Základní neznámé	Absolutní členy	X_1	X_2	X_3	X_4	Kroky
		X_5	X_6	X_9	X_8	
X_1	193 500	25	7,5	— 0,1	— 5	V.
X_2	32 500	— 25	12,5	0,5	25	
X_7	8 925	— 1,25	1,125	— 0,055	12,25	
X_4	325	— 0,25	0,125	0,005	1,25	
$\rightarrow X_3$	75	0,25	0,125	0,005	1,25	
C	871 500	25	27,5	1,1	55	

V pátém (optimálním) kroku, mimo objem celkové produkce obilí a brambor, dostáváme hodnotu $X_4 = 325$. Tato hodnota charakterizuje objem kapitálových investic, vložených do odvětví pěstování brambor. Podle podmínek úlohy bylo počítáno s hraniční částkou kapitálových investic na pěstování brambor ve výši 100 rublů na hektar osevní plochy. V souladu s tím plánujeme tudíž kapitálové investice do tohoto odvětví ve výši 325.100, tj. 32 500 rublů, tudíž převážnou část prostředků, které má závod k dispozici.

Vzniká otázka: proč nevynaložíme na výrobu brambor veškeré kapitálové prostředky, když zde dosahujeme efektivnosti kapitálových prostředků 1,5krát vyšší, než je tomu u pěstování obilnin? To je možno vysvětlit těmito okolnostmi: Kritériem optimalizace zadané úlohy je dosáhnout maxima celkové produkce. Objem celkové produkce v přepočtu na pracovní den je v uvedených dvou odvětvích různý. Podle podmínek úlohy počítáme se spotřebou 0,1 pracovního dne na výrobu centu obilí. Cena obilí činí 4 ruble za cent. V důsledku toho připadá na každý pracovní den při výrobě obilí v peněžním vyjádření celkem 40 rublů celkové výroby ($4 : 0,1 = 40$).

Na cent výroby brambor se spotřebuje 0,12 pracovního dne. Cena centu brambor činí 3 ruble. Za každý pracovní den se tudíž vyrobí v peněžním vyjádření produkce za 25 rublů ($3 : 0,12 = 25$).

Každých 100 rublů vložených do výroby brambor nám ušetří šest pracovních dnů a umožní v důsledku toho v tomto odvětví dodatečně zvýšit produkci o 150 rublů. Avšak 100 rublů vložených do obilnářství nám umožní úsporu čtyř pracovních dnů, v důsledku čehož je možno zvýšit výrobu v tomto odvětví o 160 rublů.

Jestliže uvažujeme dosaženou doplňkovou výrobu v peněžním vyjádření, je tudíž efektivnost kapitálových investic vyšší v obilnářství.

Je účelné investovat veškeré prostředky do obilnářství? Takové řešení by nebylo rovněž řešením optimálním. Podstata problému spočívá v tom, že je omezena osevní plocha, která nemůže být vyšší než 10 000 hektarů. Úspory pracovních zdrojů v důsledku kapitálových investic v jednom odvětví se však zčásti využívá v odvětví druhém. Uskutečněním kapitálových investic v obilnářství získáme na každých 100 rublů úspory pracovních zdrojů ve výši čtyř pracovních dnů. V obilnářství však nemůžeme využít všech možných úspor pracovních zdrojů, protože nemáme dostatek výměry, abychom mohli ornou půdu pro obilniny rozšířit. Úspory pracovních sil tedy můžeme využít pro výrobu brambor, kde získáme za každé čtyři pracovní dny dodatečnou výrobu v hodnotě 100 rublů namísto 160 rublů, jak je tomu v obilnářství. Je zřejmé, že je neúčelnější zaměřit kapitálové investice na mechanizaci výroby brambor, kde nám zabezpečí v přepočtu na každých 100 rublů úsporu pracovních sil nikoli ve výši čtyř, ale šesti pracovních dnů, které mohou být využity v tomto odvětví a zajistit dodatečnou výrobu o 150 rublů vyšší ($25 \cdot 6 = 150$).

Vraťme se k optimálnímu řešení, kterého jsme dosáhli v pátém kroku.

V optimálním plánu uvažujeme vyrobit:

193 500 q obilí ($X_1 = 193\,500$)

32 500 q brambor ($X_2 = 32\,500$).

Osevní plocha činí:

obilniny $193\,500 : 20 = 9\,675$ ha

brambory $32\,500 : 100 = 325$ ha

celkem $10\,000$ ha.

Uvažujeme zajištění tohoto plánu, pokud jde o pracovní zdroje.

Podle podmínek úlohy činí norma spotřeby práce na jednotku produkce, aniž uvažujeme zvýšení úrovně mechanizace prostřednictvím kapitálových investic:

na výrobu 1 q obilí $0,1$ pracovního dne,

na výrobu 1 q brambor $0,12$ pracovního dne.

K výrobě vypočteného objemu produkce je tudíž nutno vynaložit:

na výrobu obilí $193\,500 \cdot 0,1 = 19\,350$ pracovních dnů

na výrobu brambor $32\,500 \cdot 0,12 = 3\,900$ pracovních dnů

celkem $23\,250$ pracovních dnů.

V podmínkách úlohy jsme však zatím uvažovali jen $21\,000$ pracovních dnů. Bylo by proto nutno získat dodatečný zdroj živé práce v množství $2\,250$ pracovních dnů. Těmito „dodatečnými zdroji“ jsou však právě úspory práce, snížení norem spotřeby práce na jednotku produkce, jichž jsme dosáhli v důsledku kapitálových investic.

Vypočítejme tuto úsporu:

Podle optimálního plánu je celková částka kapitálových investic rozdělena takto:

obilnářství $7\,500$ rublů ($X_3 = 75$)

bramborářství $32\,500$ rublů ($X_4 = 325$)

celkem $40\,000$ rublů.

Podle podmínek úlohy zabezpečí každých 100 rublů, vložených do obilnářství, úsporu práce o čtyři pracovní dny a vložených do výroby brambor o šest pracovních dnů.

Celková úspora práce, dosažená v důsledku kapitálových investic, bude tudíž činit:

v obilnářství $75 \cdot 4 = 300$ pracovních dnů

při výrobě brambor $325 \cdot 6 = 1\,950$ pracovních dnů

celkem $2\,250$ pracovních dnů

V důsledku kapitálových investic jsme tedy zvýšili dosavadní pracovní zdroje jakoby o $2\,250$ pracovních dnů. Toto zvýšení se netýká absolutního množství pracovních zdrojů, které máme k dispozici, ale projevuje se ve snížení norem spotřeby práce na jednotku výroby. Můžeme vypočítat, o kolik byly sníženy normy spotřeby práce u každého odvětví.

Při výrobě obilí činila úspora 300 pracovních dnů. V důsledku toho skutečná spotřeba práce v obilnářství podle optimálního plánu činí: $19\,350 - 300 = 19\,050$ pracovních dnů. Na výrobu centu obilí tudíž připadá: $19\,050 : 193\,500 = 0,0984$ spotřeby pracovního dne, namísto spotřeby $0,1$ pracovního dne.

Podobně při výrobě brambor činila celková spotřeba práce $3\,900 - 1\,950 = 1\,950$ pracovních dnů.

Na výrobu centu brambor bylo tudíž třeba $1\,950 : 32\,500 = 0,06$ pracovních dnů proti $0,12$ pracovních dnů. To znamená, že produktivita práce při výrobě brambor v důsledku kapitálových investic vzrostla dvojnásobně. Tento poměr je zřejmý i z podmínek úlohy, kde je uvažováno, že původní potřeba práce na hektar osevní plochy brambor činila dvanáct pracovních dnů, avšak v důsledku kapitálových investic se snížila o šest pracovních dnů, v přepočtu na hektar osevní plochy.

Konečně v optimálním plánu je uvedeno $X_7 = 8925$. Tato hodnota se vztahuje k osevní ploše obilnin, která by musela být obdělávána bez kapitálových investic. S hodnotou X_7 koresponduje index $X_3 - 75$. Hodnota X_3 nám udává zaprvé objem kapitálových investic u obilovin. Tento objem je uveden v jednotkách po 100 rublech, protože za jednotku kapitálových investic jsme stanovili 100 rublů. Zadruhé

nám X_3 udává, jakou osevní plochu obilovin zabezpečujeme maximálními kapitálovými investicemi. Podle podmínek úlohy je jednotka kapitálových investic (100 rublů) maximální částkou kapitálových investic při 10 ha osevní plochy obilovin. Odtud $X_3 = 75$ ukazuje, že na obilnářství plánujeme 7500 rublů kapitálových investic, což nám umožní zabezpečit 750 ha osevní plochy obilovin.

$$8925 \text{ plus } 750 = 9675 \text{ hektarů.}$$

Na závěr několik slov o pozměněném významu hledané veličiny „C“.

V třetím kroku řešení uvedené úlohy bylo $C = 822\,000$ rublů. Tato částka představuje celkovou hodnotu výroby, které by bylo možno dosáhnout bez kapitálových investic.

Kapitálové investice v částce 40 000 rublů umožnily zvýšit intenzifikaci zemědělské výroby, rozšířit osevní plochu brambor. V konečném řešení vzrostla celková hodnota výroby na 871 500 rublů, což znamená přírůstek 49 500 rublů. V daném případě se částka kapitálových investic vrátí ve zvýšeném výnosu za rok a navíc umožní nadplánový zisk ve výši 9500 rublů. Avšak nyní nás nezajímá doba návratnosti kapitálových investic. Zajímá nás, proč v daném případě produkce vzrostla právě o 49 500 rublů?

V předchozím textu jsme uvedli, že podle podmínek úlohy připadá na pracovní den spotřebovaný při výrobě obilí objem produkce ve výši 40 rublů, avšak při výrobě brambor jen 25 rublů. Přitom se tyto pracovní zdroje využívají takto:

300 pracovních dnů při výrobě obilí a

1950 pracovních dnů při výrobě brambor.

Podle uvedených norem je možno při použití pracovních zdrojů, uspořádaných v důsledku kapitálových investic, dosáhnout této produkce:

obilí $300 \cdot 40 = 12\,000$ rublů

brambory $1950 \cdot 35 = 48\,750$ rublů

celkem 60 750 rublů.

Avšak dodatečná produkce činí jen 49 500 rublů. Rozdíl je tedy 11 250 rublů. Tento rozdíl vznikl v důsledku nového rozdělení pracovních zdrojů mezi odvětvími. Vraťme se opět ke třetímu kroku, kde je v řešení uvažována celková produkce ve výši 822 000 rublů. Podle tohoto řešení měla výroba brambor činit jen 10 000 q. V tomto případě by spotřeba práce činila 1200 pracovních dnů ($10\,000 \cdot 0,12$).

Podle pátého (optimálního) kroku byla pro výrobu brambor uvažována spotřeba 1950 pracovních dnů ($32\,500 \cdot 0,06$). Zde se v důsledku kapitálových investic snížila norma spotřeby práce při výrobě brambor dvojnásobně, avšak osevních ploch se zvýšila více než třikrát. Absolutní spotřeba práce při výrobě brambor se zvýšila o 750 pracovních dnů. Avšak, ačkoli se v naší úloze efektivnost kapitálových investic projevila relativním zvýšením pracovních zdrojů, objem produkce v přepočtu na jeden pracovní den zůstane stejný:

při výrobě obilí 40 rublů,

při výrobě brambor 25 rublů.

Přeřazení každého pracovního dne z obilnářství do výroby brambor vede ke snížení celkové výroby o 15 rublů. Tím je možno vysvětlit rozdíl 11 250 rublů ($750 \cdot 15 = 11\,250$ rublů).

V konečném řešení vzrostla tudíž výroba v důsledku kapitálových investic o částku 60 750 rublů — 11 250 rublů = 49 500 rublů.

* * *

V předchozím textu jsme se zabývali podrobným rozborem metodiky zařazování takových podmínek do úlohy, které zabezpečují optimální rozdělení kapitálových investic a vyhodnotili jsme jejich specifický vliv na změnu norem spotřeby práce.

Je samozřejmé, že kapitálové investice ovlivňují nejen normy spotřeby práce, ale i mnohé další normativy, především výrobní ceny produktů, výnosnost zemědělských plodin a produktivnost živočišné výroby.

Na druhé straně je možno samostatně kapitálové investice chápat jednak jako účelové částky, tj. investice na zakoupení zemědělské techniky, na výstavbu hospodářských budov pro zvířectvo, na meliorační práce apod., jednak je můžeme chápat v jejich naturálně společenském stavu, například traktory nebo zemědělská technika vůbec, minerální hnojiva atd.

Konečně jsme uvažovali metodiku optimálního rozdělení kapitálových investic mezi dvě odvětví v jednom závodě. V zásadě se metodika nemění, budeme-li kapitálové investice rozdělovat mezi větší množství odvětví ve větší úloze, zabývající se plánováním specializace závodů (zón) a rovněž v problému plánování rozmístění zemědělské výroby.

Matematické podmínky, které charakterizují změny spotřeby v souvislosti s kapitálovými investicemi, můžeme formulovat tímto způsobem:

$$\begin{aligned}
 1. \quad & \sum_{j=1}^l \bar{X}_{ijk} \leq b_{ik} \\
 2. \quad & \sum_{j=1}^l A_{ijk} X_{jk} - \bar{X}_{ijk} - V_{ijk} X_{ijk} \leq 0 \\
 3. \quad & \sum_{j=1}^l A^o_{ijk} X^o_{jk} - b'_{ijk} X'_{ijk} \leq 0 \\
 4. \quad & \sum_{j=1}^l \sum_{k=1}^r b'_{ijk} X'_{ijk} \leq B_i
 \end{aligned}$$

Označení:

1. $\bar{X}_{ijk}$ — množství zdrojů i -tého druhu, využívaných k výrobě j -té produkce v k -té zóně,
2. b_{ik} — celkový objem zdrojů i -tého druhu v k -té zóně,
3. A_{ijk} — norma spotřeby i -tého zdroje na výrobu jednotky j -té produkce v k -té zóně,
4. X_{jk} — objem výroby j -té produkce v k -té zóně,
5. V_{ijk} — norma úspory zdroje i -tého druhu v přepočtu na jednotku j -té výroby v k -té zóně, v důsledku kapitálových investic,
6. X'_{ijk} — množství úspor zdrojů i -tého druhu v j -tém odvětví v k -té zóně v důsledku kapitálových investic,
7. $A^o_{ijk} X^o_{jk}$ — počet objektů pro kapitálové investice i -tého druhu do j -tého odvětví v k -té zóně,
8. b'_{ijk} — norma efektivnosti kapitálových investic i -tého druhu do j -tého odvětví v k -té zóně,
9. X'_{ijk} — počet výrobních objektů, zajištěných maximální normou kapitálových investic i -tého druhu pro rozvoj j -tého odvětví v k -té zóně,
10. B_i — celkový objem kapitálových investic i -tého druhu.

Uvedené systémy nerovností představují doplněk k obecnému modelu úlohy optimálního plánování rozmístění zemědělské výroby. Tyto doplňky umožňují vzít v úvahu změny podmínek pro rozmístění výroby v souvislosti s realizací kapitálových investic v příslušném rozsahu i druhu. Je nesporné, že tyto podmínky zvětšují rozsah úlohy a komplikují její strukturu. Avšak dovolují nám ve větší míře zařadit do problému podmínky, které rozmístění výroby ovlivňují.

Základní parametry úlohy

Popsaný model umožňuje řešit úlohy pro různé objekty, pro kolchozy, sovchozy, trusty sovchozů, jednotlivé rajóny, oblasti a republiky a naši zemi jako celek. Přitom je účelné, aby na každý objekt byl sestaven projekt jak pro účetní, tak i pro plánovací období. Sestavení a řešení úlohy podle účetních údajů nám umožní odhalit výrobní rezervy a stanovit hlavní směry jejich využití. Sestavení

úlohy na základě plánovaných a normativních ukazatelů nám poskytne materiál pro souhrnný plán.

Sestavení úlohy stanovení optimální varianty rozmístění zemědělské výroby je spojeno se značným množstvím účetně analytické práce.

Celkový objem práce při sestavení a řešení úlohy je vymezen rozsahem úlohy. Podmínky úlohy rozmístění zemědělské výroby představují blokovou diagonální soustavu lineárních nerovností. Rozměr soustavy závisí na třech parametrech — r , l , p , tj. na počtu proměnných a omezení v každé zóně a na počtu zón.

Počet proměnných v zóně (bloku) je dán počtem zemědělských odvětví (druhů závodů), zařazených do úlohy, a navíc některými proměnnými, jejichž zařazení nám umožní optimalizovat využití jednotlivých, vzájemně zastupitelných zdrojů (druhy krmiv, druhy hnojiv, prostředky kapitálových investic atd.).

Pokud jde o vymezení počtu odvětví, zařazujeme do úlohy jednotlivé plodiny, skupiny plodin a jednotlivé druhy živočišné výroby jako samostatná odvětví. Přitom každé samostatné odvětví musí vyhovovat nejméně těmto dvěma požadavkům:

1. Musí se podstatně lišit od ostatních odvětví a plodin technologií výroby a konečným produktem nebo určením využití konečného produktu.

2. V ekonomice závodu, rajónu musí hrát značnou úlohu.

Je samozřejmé, že počet odvětví zařazených do soustavy závisí na struktuře specializace rajónu. V hlavních obilnářských rajónech zavedeme jako samostatná odvětví do úlohy hlavní obilní plodiny. V podhorských zónách, kde obilní plodiny neurčují specializaci závodu, zavedeme je jako skupiny plodin, např. ozimé obilí, jarní obilí. Avšak v těch zónách, které se specializují na zeleninu, pěstování brambor, výrobu mléka a ostatních produktů živočišné výroby, zavedeme do úlohy jako samostatné odvětví důležitější druhy zeleniny, jako zelí, mrkev atd.

Při sestavení nomenklatury odvětví je nutno brát v úvahu zvláštnosti daného druhu produkce, ale i zvláštnosti jejího použití. To se vztahuje především ke krmivům. V případě, že ke zkrmení není použito hlavního produktu příslušné plodiny, ale vedlejšího produktu (sláma, řepný chrást), uvažujeme tento vedlejší produkt jako podíl, jímž příslušná plodina přispívá ke krmivu. V případě, kdy se hlavní produkt příslušné plodiny realizuje jako konečný produkt a částečně také jako krmivo (např. řepa cukrová na dodávku do cukrovarů i na zkrmení), zavedeme tuto plodinu do úlohy jako samostatné odvětví podle jejího účelu, tj. zčásti jako řepu na dodávku a zčásti jako řepu na zkrmení. To se týká rovněž brambor, kukurice na zrno a některých dalších plodin.

Nejdůležitější skupiny základních omezení v šetřené úloze jsou:

- | | |
|--|-------------------------|
| 1. osevní plocha | 5. krmiva |
| 2. pracovní zdroje | 6. hnojiva |
| 3. zemědělská technika | 7. kapitálové investice |
| 4. výrobní náklady v peněžním vyjádření, | |

Každá z uvedených skupin omezení se zařazuje do úlohy zpravidla jako soustavy nerovností, z nichž každé má své zvláštnosti.

V úlohách matematického programování se jeví jako jeden ze základních problémů problém kritéria optimálnosti. Pro vysvětlení metodiky se první úlohy řešily podle různých křítrií. Nejpříjemnějších výsledků bylo dosaženo při řešení úloh maximalizace celkové výroby při vyloučení způsobů dvojího načítání hodnot, který se uplatňuje při výpočtu ceny krmiv a rovněž při výpočtu minimální spotřeby práce při výrobě za daného objemu produkce.

* * *

Uvedený model optimálního plánování rozmístění zemědělské výroby byl nedlouho prověřen v praxi. Podle tohoto modelu byla sestavena a pomocí samočinného počítače řešena řada úloh rozmístění zemědělské výroby podle zón v RSFSR. K prověření funkce modelu a k upřesnění metodiky sestavení a řešení úloh byly vzaty jako výchozí informace údaje souhrnných ročních výkazů kolchozů a sovkhozů oblastí, krajů a republik RSFSR za leta 1958, 1959 a 1960. Byly uvažovány průměry (za tři roky), skutečné normy spotřeby a použito skutečného objemu výrobních zdrojů.

Řešení řady uvedených úloh potvrdilo správnost modelu a ukázalo na vysokou efektivnost této metody. Varianty rozmístění zemědělské výroby, které byly vypočítány na samočinném počítači, zabezpečují — při srovnání se skutečnými výsledky hospodaření — úsporu o 15–20 %.

Návrh rozmístění rostlinné výroby v kraji Magdeburg, vyhovující z hlediska stanovišť

Dr. agr. habil. E. W. PAASCH
Ústav pro zemědělství při Zemědělské radě, Magdeburk

Profesor Kadlec podal zprávu o metodě, podle níž je možno účelně rozmístit na různá stanoviště tržní rostlinnou výrobu, kterou potřebuje územně ohraničená správní jednotka. Slovo „účelně“ znamená přitom, že plocha potřebná pro tržní produkci se má zmenšit na minimum, aby se co největší plocha uvolnila pro zvýšenou živočišnou výrobu. Měl jsem již příležitost seznámit se s touto metodou a pracoval jsem s ní.

Pomocí uvedené metody jsme pro kraj Magdeburg vypočítali variantu plánu, která sleduje již uvedenou účelovou funkci. Získanými výsledky se mají dát rozpoznat chyby nynějšího rozmístění rostlinné výroby a objevit rezervy při budoucím plánování.

Jako příklad praktického uplatnění metody profesora Kadlece zde vyličním postup plánovacích prací a nejdůležitější výsledky.

(1) V kraji Magdeburg je rozloha orné půdy 554 026 ha.

(2) Z uvedené plochy byla v roce 1962 věnována na pěstování krmných plodin plocha 97 735 ha.

(Živočišnou výrobu na této ploše lze maximalizovat metodou, kterou jsem popsal v prvním příspěvku.) Pro živočišnou výrobu, stanovenou podle plánu na rok 1964, je dále třeba jaderných krmiv, která se produkují

(3) na ploše obilnin 169 385 ha,

(4) a na ploše, na níž se pěstují brambory 27 293 ha.

Samozásobením bramborami mají podle možnosti zajistit samy okresy, aby se ušetřilo na dopravě.

(5) K tomu je třeba plochy 21 474 ha.

[Body (4) a (5) a plocha, na níž se pěstují brambory pro trh, berou zřetel na to, že 60 % úrody se hodí pro trh a že se 40 % zkrmí.]

(6) Zvláštní kultury včetně zeleniny vyžadovaly v roce 1962 18 832 ha.

(Nebyly rozvrženy podle druhu pro nepatrný rozsah pěstování.)

Pro tržní rostlinnou výrobu proto zbývá plocha 218 627 ha.

Všechny uvedené položky jsou rozvrženy na 20 okresů magdeburského kraje, takže pro každý okres je plně zajištěna dosavadní živočišná výroba a jsou známy plochy, které lze rozvrhnout. Dnes je rozmístění možné jen pro 20 okresů. Jakmile bude po ruce potřebný statistický materiál stanovištních jednotek, ohraničených podle přírodních i ekonomických podmínek, bude podle něho možno uskutečnit rozmístění a dosáhnout ještě lepších výsledků.

Rozpisem plánu by se požadovaná tržní produkce 18 kultur měla rozmístit do 20 okresů. Jde o tyto druhy plodin: šest druhů obilovin, brambory, cukrovka, tři druhy olejnin, len, hrášek a fazole a čtyři druhy krmných luskovin.

Pro pěstování je k dispozici 218 627 ha, ale z této plochy se má podle účelové funkce použít co nejméně.

K rozpisu plánu se vypracuje tabulka, v níž se u každého okresu počítá se svislým sloupcem a u každé plodiny s vodorovným řádkem. Tím vzniká $20 \cdot 18 = 360$ políček, do nichž lze zapsat potřebné plochy a množství výroby (podle okresu a plodiny). V dalším součtovém sloupci se zapíše požadovaná tržní produkce v tunách podle vý-

robků a v dalším součtovém řádku plocha, která je v okrese k dispozici. Při vyplňování každého políčka je nutno přihlížet k podmínkám, které by rozsah pěstování mohly omezovat (nahoru nebo dolů).

Zavedli jsme tyto omezující podmínky:

1. Součet obilovin nesmí být nižší než 35 % orné půdy a

2. nesmí překročit 66 %.

3. Jařiny se nesmějí pěstovat na ploše větší než 15 % orné půdy.

4. až 7. U ozimé a jarní pšenice i u ozimého a jarního ječmene se u jednotlivých okresů uvádějí maximální plochy, které se z důvodů vhodnosti stanoviště nebo osevního postupu nesmějí překročit.

8. Také u plochy, na které se pěstují brambory, se pro každý okres předem stanoví diferencované maximum.

U podmínek 1. až 8. je nutno vzít zřetel na to, že plochy obilí a brambor [podle položek (3) až (5) na str 103], potřebné k samozásobení a zásobení jadernými krmivými, musí respektovat příslušné maximální a minimální hranice. Přitom musí určitou minimální část jaderného krmiva tvořit obiloviny, zatímco zbytek může podle volby pocházet z pěstování obilovin nebo brambor.

9. Maximum plochy cukrovky pro každý okres podle agrotechnických hledisek.

10. Pro součet brambor, cukrovky a zeleniny se stanoví maximum. Pro tento účel se vycházelo jako ze základního kritéria z počtu pracovních sil v jednotlivých okresech (v polním hospodářství), a to z plochy okopanin 3,25 ha na jednu pracovní sílu.

11. Plocha řepky byla omezena na 4 % orné půdy.

14. Plocha hořčice a máku na 2 % a lnu na 4 %.

15. až 20. Jednotlivé druhy luskovin byly omezeny na 5 % orné půdy.

21. Úhrn luskovin nesmí překročit 10 %.

Všechny tyto omezující podmínky nutno velmi pečlivě uvážit, protože právě ony nakonec rozhodují o tom, zda je možno dosáhnout výnosů, které jsou podkladem rozpisu plánu.

Stanoví-li se pro jednotlivé druhy plodin příliš velká část plochy, je nebezpečí klesajících výnosů, protože zde již buď není dobré zařazení plodin v osevním postupu, nebo proto, že se projeví

nesnášenlivost několika kultur, nebo proto, že počet pracovních sil nestačí k zachování optimálních agrotechnických lhůt. Máme za to, že po překročení optimálních ploch pěstování plodin je opuštěna oblast lineárního průběhu výnosů. Proto je třeba, aby omezující podmínky byly důkladně projednány se zkušebními praktiky okresu.

Dosažené hektarové výnosy jsou kritériem k výběru okresů pro pěstování jednotlivých kultur. Proto je rozhodující jejich správné vyhodnocení. Použili jsme průměrných výnosů roků 1956 až 1960, jak nám byly sděleny ze statistiky podle okresů. Používali-li se tohoto pětiletého průměru, dalo by se dosáhnout značné jistoty produkce podle plánu. Okresy by pak měly možnost využít zvýšených výnosů pro další stupňování živočišné výroby.

U každé plodiny se okresy seřadí podle výše hektarových výnosů. Pak se zahájí vyplňování 360 políček, přičemž se např. začne s největšími poměrnými výnosy. Jakmile je určeno nejvhodnější políčko k obsazení, stanoví se v každém jednotlivém případě podle daných omezujících podmínek maximálně možný rozsah pěstování. Po vynásobení hektarovým výnosem se v součtovém sloupci odečte vypočtená produkce od celkové plánované produkce kraje a v součtovém řádku plocha zjištěná pro plodinu od orné půdy, která je v okrese k dispozici. Tak se postupuje až do rozvržení celé produkce.

Ve výsledku bylo pro kraj Magdeburg vyplněno z 360 políček 85. Tím je také naznačen směr specializované produkce. Je to patrné zvláště v tom, že v roce 1963 je obsazeno 323 políček.

Podle propočtu lze např. potřebný jarní ječmen a brambory produkovat v 8 a řepku v 10 okresech. Ozimý ječmen, oves a luskoviny, mák, hořčice a len se pěstují jen v jednom nebo ve dvou okresech. Naproti tomu musí 12 okresů pěstovat žito a 19 okresů cukrovku. Záleží to na požadovaném větším množství a u cukrovky na úžeji vymezeném maximu pěstování. Čím více okresů se pojme do tržní produkce, s tím menšími výnosy se musí počítat v posledních okresech. Proto by se přesun produkce žita na produkci pšenice projevil úsporou několika tisíc hektarů v celém kraji.

Čím méně okresů je třeba ke krytí potřeby, tím více jsou využita nejlepší stanoviště a tím vyšší je průměrný hektarový výnos ve srovnání se starým

průměrem z většího počtu okresů. Z toho vyplývají úspory plochy.

V našem případě činily úspory 20 449 ha, tj. 9,4 % z celkové plochy, jež byla k dispozici. S tímto výsledkem jsme zatím spokojeni.

Přesnějšími metodami bylo by možno bezpochyby najít ještě poněkud příznivější řešení. Snažit se toho dosáhnout, má podle našeho názoru smysl jen tehdy, když bude statistický materiál přesnější, a budou-li územní rajóny lépe přizpůsobeny daným místním podmínkám.

Vypočtený výsledek bude ve skutečnosti lepší ještě proto, že krmivová bi-

lance nebyla dříve plně kryta, zatímco nyní by měla být potřeba krmiv plně zajištěna.

Na podkladě těchto výsledků činíme závěry pro rozmístění rostlinné výroby v kraji Magdeburg. Nyní je předmětem porad, s jakým stupněm důslednosti, tj. v praxi, lze toto rozmístění uskutečňovat. V každém případě máme dobrý diskusní podklad pro vypracování výhledového plánu 1970. I když návrh není ještě plně uskutečněn, přece jen slouží tomu, že se rozpoznají dosavadní chyby a ukazuje se cesta pro specializaci produkce z hlediska optimálního rozmístění.

Rozmístění zemědělské výroby v ČSSR

Inž. dr. Jan UCHYTIL

Výzkumný ústav zemědělské ekonomiky, Praha

V několika posledních desetiletích byly vyvinuty některé matematické metody a prostředky, dovolující převést plánování na matematickou základnu, což umožňuje spolehlivě a poměrně rychle zvolit optimální variantu z mnoha možných a přijatelných variant plánu. Tento přechod je tak závažný, že se plným právem začíná hovořit o tzv. matematickém bilancování a plánování.

Dosavadní zkušenosti s některými dílčími pracemi v tomto oboru (např. řešení optimálního výrobního programu zemědělského závodu pomocí lineárního programování) ukazují, že výběrem optimální varianty plánu by mnohdy bylo možno proti dosavadnímu způsobu plánování značně zvýšit efektivnost zemědělské výroby příslušné výrobně územní jednotky (farmy, závodu, podniku, kraje i celého státu).

Nejzávažnější je pochopitelně plánování zemědělské výroby v rozsahu celého státu, neboť se zde nejvíce uplatňuje společenská funkce této výroby.

1. Podstata problému

Rozvržení zemědělské výroby ve státě s ohledem na její společenskou funkci předpokládá především stanovit ty potřeby společnosti, které mají být zemědělskými výrobky uspokojeny (společenské nároky). Konkrétně to znamená určit, které výrobky vyrábět a v jakém množství. Proti této potřebě stojí pak omezené výrobní možnosti celého zemědělství (fondy), jako druhy a množství materiálních prostředků*) a pracovních sil.

Na základě těchto podkladů je možno sestavit teoreticky nekonečné množství variant plánu rozvržení zemědělské výroby. Tyto varianty můžeme rozdělit do tří skupin:

1. Varianty, jež vyčerpávají fondy, avšak neuspokojují nároky; v dalším budeme předpokládat, že nároky jsou pomocí daných fondů splnitelné, a proto tuto skupinu nebudeme dále uvažovat.

2. Varianty, jež uspokojují nároky a nevyčerpávají fondy.

3. Varianty, jež vyčerpávají fondy a splňují, popř. přepřelňují nároky.

Optimální varianta může být v kterékoli z posledních dvou skupin. Záleží na tom, jak vymezíme optimální stav. Budou-li z hospodářskopolitického hlediska pokládány za účelnější varianty druhé skupiny, pak optimální variantou bude obvykle ta, jež vyčerpá nejméně vhodně zhodnocených fondů. V této skupině bude tedy optimálního stavu dosaženo při vynaložení minimálního úsilí (minimálního množství společensky zhodnocených fondů), čili jde o tzv. minimalizační problém. Budou-li z téhož hlediska považovány za prospěšnější varianty třetí skupiny, pak optimální varianta obvykle povede k největšímu přeplnění vhodně zhodnocených společenských nároků. Optimální varianta v této skupině bude tedy vykazovat maximální užitek (maximální množství společensky zhodnocených výrobků), popř. maximální efekt, čili jde o tzv. maximalizační problém. Lze soudit, že hospodářskopolitická situace ČSSR bude i v nejbližší budoucnosti vyžadovat optimalizaci ve třetí skupině,

*) Včetně klimatu. Skutečný průběh počasí je ovlivněn náhodnými, popř. nahodilými faktory, a může být uvažován jen jako očekávání, podepřené dosavadní, vhodně zhodnocenou zkušeností.

a proto se nebudeme v našich úvahách dále zabývat ani druhou skupinou.

Jak již bylo poznamenáno, optimalizace ve třetí skupině variant plánu zemědělské výroby vyžaduje vhodné zhodnotit jednotlivé nároky, jež společnost klade na zemědělské produkty. Není totiž lhostejné, zda nároky budou překročeny v tom či onom produktu. Je proto třeba, aby zemědělské produkty byly seřazeny do pořadí důležitosti pomocí nějakého vhodného kritéria, jež by číselnou formou vyjadřovalo význam toho kterého produktu pro společnost. Toto kritérium se může měnit se změnou množství některého výrobku nebo může zůstat beze změny. V posledním případě hovoříme o lineárním kritériu. V řešeném problému budeme uvažovat jen poslední případ, neboť vede k početně nejjednodušší manipulaci. Lze však soudit, že v určitých případech by mohlo být nelineární kritérium výstižnější (např. lze očekávat, že význam určitého zemědělského výrobku pro společnost bude s jeho množstvím klesat,

a to alespoň po překročení určitého množství). V tomto případě budeme pokládat jeho lineární vyjádření za aproximaci.

Úhrnné množství n zemědělských výrobků, vyvážených vzájemně koeficienty společenské důležitosti, pak představuje celkové kritérium, podle něhož vybíráme optimální variantu plánu zemědělské výroby. Označíme-li jednotlivá množství x_j ($j = 1, 2, \dots, n$) a váhy (preferenční koeficienty) c_j , pak v obecné formě je toto souhrnné kritérium

$$E = \sum_{j=1}^n c_j x_j,$$

což je tzv. zájmová (účelová) funkce, vyjadřující zájem společnosti na zemědělské výrobě. Předpokládá se, že zájmová funkce si zachová svůj tvar po dobu plánovaného období. Po jeho uplynutí se zájem společnosti může změnit, takže se může změnit i zájmová funkce.

2. Charakteristické rysy problému

Řešený problém vyhledávání optimální varianty plánu zemědělské výroby vykazuje na celostátní úrovni několik zvláštností, charakteristických pro tento rozsah. Zatímco např. výběr optimální varianty výrobního plánu zemědělského podniku nečiní v podstatě zvláštní obtíže, neboť jeho zájmy jsou poměrně vyhraněny, jeho nároky a fondy zhodnoceny platnými cenami, rozsah jeho plánu poměrně malý a stupeň aproximace a agregace potřebných údajů poměrně nepatrný, je tomu jinak u větších a složitějších výrobních územních jednotek, zvláště pak u té největší, státu.* V dalším postupně probereme některé z nejzávažnějších charakteristických rysů tohoto případu.

2.1. Hodnocení užitných hodnot a zájmové funkce

V kapitalistickém společenském řádu je o zhodnocování užitných hodnot příslušnosti (fondů) a odsunu (nároků) postaráno mechanismem trhu, a to ve formě tržních cen. Jelikož podniky v tomto řádu plní svou společenskou funkci, plynoucí z dělby práce, jen odvozeně, druhotně, přes nabídku a po-

ptávku, nemusí ti, kteří disponují výrobními prostředky, brát na tuto společenskou funkci hlavní zřetel, takže jejich zájem se až na výjimky soustřeďuje na maximalizaci zisku při neukojené poptávce, popř. na minimalizaci vlastních nákladů při ustálené poptávce.

Jiná situace je v socialistickém plánovaném hospodářském řádu. Ceny užitných hodnot jsou v podstatě určovány státem na základě hodnoty, takže nevyjadřují v podstatě zájem společnosti na příslušné užité hodnotě. Nemohou tedy být použity pro stanovení hodnotících koeficientů v zájmové funkci, jež má být kritériem pro celou zemědělskou výrobu ve státě. Je tedy třeba hledat jiné, vhodnější hodnocení. Pokud by takové hodnocení zemědělských výrobků bylo již uskutečněno, nemusely by se objevit obtíže. Vypracovat takovou soustavu zcela od základu by však bylo velmi pracné.

2.2. Rozsah problému

Optimální rozmístění celé zemědělské výroby v ČSSR přímo na všechna družstva, státní statky, popř. na některé další zemědělské závody by vyžadovalo příliš velké kapacity samočinných počítačů, která v současné době není ani v ČSSR, ani jinde na světě k dispozici. Uvážíme-li, že v ČSSR je asi 8000

*) Je přirozené, že ještě větší obtíže by se objevily u skupiny států, např. u skupiny sdružené v RVHP. Tento případ však pro jeho složitost nebudeme uvažovat.

těchto zemědělských závodů, pak při asi 130 druzích zemědělských výrobků a zhruba 50 omezovacích podmínkách bychom dostali technologickou tabulku této výroby v rozsahu $8000 \cdot 130 = 1\,040\,000$ proměnných (např. sloupců) a $8000 \cdot 50 = 400\,000$ doplňkových proměnných (například řádků). To je rozsah, vymykající se přímému řešení. Je proto třeba použít takového způsobu optimalizace, jenž by umožnil využít samočinných počítačů, jež jsou toho času v ČSSR.

2.3. Stupeň agregace a aproximace dat

Požadavek úpravy modelu zemědělské výroby v ČSSR na rozsah strojově zpracovatelný si vynutí shrnout výrobně územní jednotky ve větší celky, popř. jednotlivé zemědělské výrobky či omezovací podmínky do skupin. To však vede ke značné agregaci potřebných dat, především pokud jde o technologické koeficienty, jako např. hektarové výnosy nebo užitkovost hospodářského zvířectva. V důsledku těchto opatření budou jednak zanedbány některé detailní vztahy mezi užitnými hodnotami a jednak dojde k určité nepřesnosti v odhadu velikosti nezbytných údajů. Výsledek řešení bude tedy třeba pokládat za pouhou aproximaci správného.

3. Dosavadní stav řešení problému

Dosavadní způsob plánování zemědělské výroby v ČSSR spočíval v návrhu několika přijatelných variant a ve výběru té, která se jevila být nejvýhodnější. Při tomto způsobu není dána záruka, že jde o optimální variantu, neboť není zajištěno, aby ve variantách, mezi nimiž se rozhoduje, tato optimální varianta byla zahrnuta.

Pokud je mi známo, v literatuře kapitalistických států není rozmístění celostátní zemědělské výroby řešeno, ačkoli v určitých případech by bylo možno takový pokus očekávat (např. v USA k účelům státní regulace rozsahu zemědělské výroby).

4. Navrhované řešení problému

4.1. Princip

Obrovský rozsah problému volby optimální varianty celostátního plánu zemědělské výroby si vynucuje rozdělení na části, které by byly zvládnutelné kapa-

Mimo tyto podmínky je třeba mít na zřeteli ještě jednu, jež je dosud typickou pro zemědělskou výrobu, a to velkou závislost na průběhu počasí, přinejmenším pokud jde o rostlinnou výrobu. Značná nejistota prognóz počasí vede k ještě větší nejistotě při odhadu očekávaných výnosů a užitků, což může způsobit, že optimální varianta plánu zemědělské výroby při očekávaných výnosech se bude značně lišit od optimální varianty při skutečných výnosech. Lze jen očekávat, že vypočtená varianta bude optimální. Jsou-li však výnosy odhadnuty s přiměřenou pečlivostí, lze soudit, že riziko odchylky od skutečného optima bude tím menší, čím větší by měla být odchylka.

Nejistota výnosů je však spojena s jakoukoli variantou plánu zemědělské výroby, ne jen s optimální.

Řešení problému s ohledem na jeho stochastickou povahu by tuto nejistotu neodstranilo, nýbrž by jen dovolilo omezit riziko určité (obvykle nepřijatelné) odchylky od optima na přiměřenou velikost. Při velkém rozsahu problému by však takové řešení bylo velmi složité a pracné, takže je zatím nelze uskutečnit.

V literatuře socialistických států jsem se s tímto problémem dosud*) setkal jen v práci polského pracovníka M. Lesze a sovětského pracovníka I. G. Popova. První práce však v podstatě obsahuje jen určité metodické pokyny pro výběr optimální varianty ústředního plánu z několika navržených. Druhá práce řeší sice problém v celé šíři, avšak s ohledem na to, že používá simplexového algoritmu při řešení rozvržení na jednotlivých úrovních, je nucena předpokládat tak značné agregace dat, že lze očekávat poměrně malý význam výsledků pro praktické rozvržení ve vlastním plánu.

citou samočinných počítačů v ČSSR. Jednou z možných cest je postupná decentralizace vypracování plánu na kraje, okresy a zemědělské podniky.***) Přitom se optimální výrobní programy vý-

*) K pracím předneseným na tomto mezinárodním sympoziu zatím stanovisko nezaujímám.

**) Další členění na závody a farmy je v případě potřeby možné, avšak nebudeme je zde uvažovat.

robně územních jednotek, stanovené při rozmístění ve vyšší jednotce, předávají jako společenské nároky, jež je třeba při dalším rozvrhování v této nižší výrobní územní jednotce na ještě nižší jednotky splnit jako minimální. Konkrétně řečeno, rozvrhne se optimálním způsobem celá zemědělská výroba nejprve na kraje jako celky, v každém jednotlivém kraji zvlášť se pak rozvrhne optimálním způsobem na okresy jako celky v tomto kraji a v každém jednotlivém okrese zvlášť se pak rozvrhne optimálně na zemědělské podniky jako celky v tomto okrese. Optimální výrobní program, stanovený při rozvrhování ve vyšší výrobní územní jednotce, je vždy předepsán jako společenský nárok při rozvrhování v příslušné výrobní územní jednotce na nižší jednotky.

Při tomto kaskádovitém řešení (rozepisování) jako jediná společná omezující podmínka (mimo společenské nároky) se uvažuje množství orné půdy. Ostatní omezující podmínky jsou respektovány tím, že je pro každou proměnnou (zemědělský výrobek v příslušné výrobní územní jednotce) stanovena maximální a minimální dovolená hranice. Jinými slovy, je udáno přípustné rozmezí, v němž se velikost jednotlivých proměnných může pohybovat, aniž by došlo ke stavu, jenž by byl za dané situace výrobní územní jednotky prakticky nepřijatelný. Teprve při výběru optimální varianty výrobního plánu zemědělského podniku se k omezení půdním fondem a předaným společenským nárokům přidruží ještě všechna další nezbytná omezení.

Protože v jedné výrobní územní jednotce je nanejvýš kolem sta nejbližších výrobní územních jednotek, nepřekročí při tomto způsobu velikost technické tabulky jednoho každého dílčího problému rozsah asi 100×130 , jenž je poměrně snadno strojově zvládnutelný.

4.2. Zdůvodnění postupu

Potřeba co nejvíce zredukovat rozsah matematického modelu zemědělské výroby v ČSSR vedla k tomu, že v navrhovaném řešení se při rozvrhování výroby v nadpodnikových výrobní územních jednotkách uvažuje jen omezení půdy a všechny ostatní omezovací podmínky se pomíjejí. Vedla k tomu úvaha, že omezení půdy je v podstatě téměř neovlivnitelné a tudíž neproměnné, takže je rozhodujícím omezovacím činitelem pro velikost zájmové funkce. Ostatní omezení lze (alespoň teoreticky) v případě potřeby rozšířit, takže nemusí být při

prvním přiblížení uvažována. Rozhodnutí hospodářskopolitických činitelů zvýšit efektivnost zemědělské výroby musí vyústit ve snahu co nejlépe využít půdního fondu, takže prvotním zájmem naší společnosti musí být odstranit co nejvíce těch omezovacích činitelů, jež brání plnému využití půdy. Tyto úzké profily budou při navrhovaném způsobu řešení odhaleny při výběru optimální varianty výrobního plánu zemědělských podniků v posledním stupni kaskády. Kdyby přes očekávání nebylo možno z nějakých důvodů některé z těchto omezení vhodnými opatřeními uvolnit, lze dodatečně celkový plán bez podstatných změn upravit.

Dalším podstatným znakem navrhovaného řešení je postupné předávání výrobního programu, jenž byl přidělen určité výrobní územní jednotce při rozvrhování ve vyšší jednotce, jako společenského nároku při rozvrhování plánu na nižší výrobní územní jednotky. Dotsud se, pokud je mi známo, po metodické stránce uvažoval v odborné literatuře jen „vertikální“ způsob rozčleňování výrobních systémů, při němž je nižším (ve výrobním sledu) výrobním jednotkám předáváno jako hospodářskopolitické (vnější) hodnocení užitečných hodnot odsunu operativní (vnitřní) hodnocení, jež při výběru optimální varianty programu vyšlo pro přísun vyššího systému.

V našem případě jde o „horizontální“ problém, při němž nejde o členění výrobního systému na operace nebo jejich skupiny ve výrobním sledu, nýbrž o členění na menší a menší části téže operace nebo skupiny operací. Zde zůstává hospodářskopolitické (vnější) hodnocení odsunu stejné (až na zanedbatelné výjimky), neboť jde o týž odsun, a operační (vnitřní) hodnocení se týká půdy jako přísunu, již v podstatě nelze rozšiřovat či zmenšovat (za dané situace v ČSSR). Naproti tomu je namístě předávat na menší výrobní územní jednotky příslušnou část výrobního programu větší jednotky jako minimální společenský nárok, neboť detailní znalost podmínek v menší jednotce dovoluje předpokládat, že tento společenský nárok zde bude překročen.

Tímto postupným předáváním je zajištěno závazné uspokojování společenské potřeby v požadované struktuře a optimálním způsobem. Operační (vnitřní) hodnocení půdy a v zemědělském podniku i ostatních fondů,*) jež při ma-

*) V podstatě jde o hodnocení jednotlivých omezení (úzkých profilů), z něhož teprve odvozeně lze získat hodnocení užitečných hodnot, jichž se omezení týká.

tematickém řešení problému výběru optimální varianty vyjde, lze použít pro různé rozhodování operativního i strukturálního charakteru.

4.3. Matematický model

Naznačený postup řešení vede ke dvěma odchylným matematickým modelům:

1. matematický model výroby vyšších výrobně územních jednotek, než jsou zemědělské podniky, jež nazveme nadpodnikovým, a
2. matematický model výroby zemědělských podniků, jež bude nazýván podnikovým.

Oba druhy si ukážeme v obecné formě.

4.3.1. Matematický model výroby nadpodnikových výrobně územních jednotek

Obecný tvar tohoto modelu je stejný pro všechny nadpodnikové výrobně územní jednotky, ať jde o stát, kraj či okres.

Označíme:

- x_{kl} množství l -tého zemědělského výrobku ($l = 1, 2, \dots, s$) v q z k -té ($k = 1, 2, \dots, r$) výrobně územní jednotky,*)
- s počet zemědělských výrobků sledovaných v příslušné výrobně územní jednotce,
- r počet zkoumaných výrobně územních jednotek,
- x_l úhrnné množství l -tého zemědělského výrobku v q ,
- c_l velikost preferenčního koeficientu l -tého zemědělského výrobku (ve zvoleném rozměru),
- a_{kl} množství půdy v ha, potřebné na 1 q l -tého výrobku v k -té výrobně územní jednotce*) (hektarovost),
- b_k velikost úhrnného fondu orné půdy v hektarech v k -té výrobně územní jednotce,*)
- d_{kl} maximální přípustné množství l -tého zemědělského výrobku v k -té výrobně územní jednotce,*)
- q_{kl} minimální přípustné množství l -tého zemědělského výrobku v k -té výrobně územní jednotce,*)

*) Rozčleněno popř. podle bonity půdy

p_l velikost nárokováného množství l -tého druhu zemědělských výrobků v q ,

$e_{kl} = \frac{a_{kl}}{c}$ preferovaná hektarovost l -tého výrobku v k -té výrobně územní jednotce,

E úhrnná velikost zájmové funkce (v příslušném rozměru).

V tabulce I je uvedeno schéma technické tabulky pro rozvrhování zemědělské výroby na nejbližší nižší výrobně územní jednotky.

Pomocí uvedeného označení můžeme sestavit nadpodnikový matematický model rozvrhování zemědělské výroby na nižší výrobně územní jednotky:

1. omezení úhrnnými půdními fondy ve výrobně územních jednotkách:

$$\sum_{l=1}^s a_{kl} x_{kl} \leq b_k$$

2. technologické omezení největších množství jednotlivých zemědělských výrobků ve výrobně územních jednotkách:

$$x_{kl} \leq d_{kl}$$

přičemž

$$\sum_{l=1}^s a_{kl} d_{kl} \geq b_k ; \sum_{k=1}^r d_{kl} > p_{kl}$$

3. technologické omezení nejmenších množství jednotlivých zemědělských výrobků ve výrobně územních jednotkách:

$$x_{kl} \geq q_{kl}$$

přičemž

$$\sum_{l=1}^s a_{kl} q_{kl} < b_k ; \sum_{k=1}^r q_{kl} \leq p_{kl}$$

4. společenské nároky na úhrnné množství jednotlivých zemědělských výrobků:

$$\sum_{k=1}^r x_{kl} = p_l$$

5. velikost zájmové funkce:

$$\sum_{k=1}^r \sum_{l=1}^s c_l x_{kl} \rightarrow \max!$$

I. Schéma tabulky pro rozvrhování na výrobně územní jednotky

		Zemědělské výrobky						Velikost půdního fondu
		1	2	—	—	—	s	
Výrobně územní jednotky*)	1			—	—	—	—	b_1
	2			—	—	—	—	b_2
	—	—	—	—	—	—	—	—
	r			—	—	—	—	b_r
Nároky		p_1	p_2	—	—	—	—	p_s
Preferenční koeficienty		c_1	c_2	—	—	—	—	c_s

a_{kl}	
	x_{kl}
q_{kl}	d_{kl}

kl -té políčko tabulky

*) V případě potřeby může být půdní fond výrobně územních jednotek rozčleněn na několik druhů podle bonity a podle toho upravena jeho velikost.

4.3.2. Matematický model výroby zemědělského podniku

I v tomto případě je obecný tvar matematického modelu stejný pro všechny zemědělské závody.*) Označení, použité v odst. 4.3.1. můžeme v podstatě ponechat, jen symbol k nahradíme symbolem i ($i = 1, 2, \dots, m$), kde m je počet omezení, symbol l nahradíme symbolem j ($j = 1, 2, \dots, n$) kde n je počet zemědělských výrobků sledovaných v příslušném zemědělském podniku, a platnost symbolu b rozšíříme na všechna omezení a připojíme k němu index i , čili: $b_i \dots$ velikost i -tého ($i = 1, 2, \dots, m$) omezení fondů a minimálních nebo maximálních nároků. V důsledku toho rozšíříme i platnost symbolu a na různé technické koeficienty, příslušné daným omezením, takže $a_{ij} \dots$ množství i -té užitné hodnoty přisunu a odsunu na 1 q j -tého zemědělského výrobku. Mimoto zavedeme ještě další symboly $y_i \dots$ ve i -

kost vytížení tzv. doplňkového procesu, vyjadřující nevyužití či překročení příslušného i -tého omezení. V tabulce II je uvedeno schéma technické tabulky pro detailní rozvrhování výroby zemědělského závodu.

Matematický model rozvrhování výrobního plánu zemědělského podniku má pak tento tvar:

- omezení různými fondy, např. půdním, pracovních sil, techniky apod., technologická omezení největšího, popř. nejmenšího množství zemědělských výrobků atd.

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \leq \text{popř. } \geq \text{popř. } = b_i$$

- společenské nároky na úhrnné množství jednotlivých zemědělských výrobků

$$\sum_{j=1}^n x_j^l \geq p_l \quad (l = 1, 2, \dots, s)$$

*) Další členění na závody a farmy je v případě potřeby možné, avšak nebudeme je zde uvažovat.

II. Schéma tabulky pro detailní rozvrhování výroby zemědělského závodu**)

		Zemědělské výrobky							Velikost omezení
		x_1	x_2	—	—	—	—	x_n	
Omezení	y_1	a_{11}	a_{12}	—	—	—	—	a_{1n}	b_1
	y_2	a_{21}	a_{22}	—	—	—	—	a_{2n}	b_2
	y_m	a_{m1}	a_{m2}	—	—	—	—	a_{mn}	b_m
Nároky*)		p_1	p_2	—	—	—	—	p_n	
Preferenční koeficienty		c_1	c_2	—	—	—	—	c_n	

*) Pro zjednodušení budeme v této tabulce předpokládat, že každý společenský nárok p_l je splňován jen jedním zemědělským výrobkem (procesem), čili že $p_l = p_j$. Ve skutečnosti tomu tak být nemusí. Tabulka IV tuto okolnost může již bez obtíží respektovat.

**) V případě potřeby může být omezení orné půdy členěno podle bonity půdy na několik druhů.

kde:

x_j^l = množství j -tého zemědělského výrobku, přispívajícího ke splnění l -tého společenského nároku

3. velikost zájmové funkce

$$\sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \max!$$

4.4. Řešení matematického modelu

Převedením nerovnic v odstavcích 4.3.1 resp. 4.3.2 na rovnice a řešením příslušné neúplné soustavy rovnic pomocí vhodné úpravy distribučního, resp. simplexového algoritmu lineárního programování s ohledem na dosažení maximální velikosti zájmové funkce, dostaneme žádané optimální rozdělení zemědělské výroby na nejbližší nižší výrobní územní jednotky a nakonec v zemědělském podniku. Naznačíme si toto řešení nejprve pro distribuční a pak pro simplexový algoritmus.

4.4.1. Distribuční algoritmus

Schéma technické tabulky, upravené pro řešení modelů rozvržení zemědělské výroby na nižší výrobní územní jednotky distribučním algoritmem je v tab. III.

Proti schématu v tabulce I jsou zde tyto změny:

- hektarovost a_{kl} je zaměněna preferovanou hektarovostí e_{kl} ;
- je přidána doplňková $(r+1)$ ní řádka, jež má zachycovat přebytky zemědělských výrobků nad společenské nároky p_l ; technické koeficienty pro procesy (políčka) této řádky jsou $e_{r+1,l} = -1$;
- je přidán jeden sloupec pro druhotné proměnné u_k a jedna řádka pro druhotné proměnné v_l ;
- do každého políčka je přidáno další hodnocení, tzv. operační (vnitřní), jež je zde v obecné formě tabulky zastupováno symbolem h_{kl} .

Stručný postup při řešení této distribuční tabulky je tento:

1. metodou severozápadního rohu naplníme políčka s přihlédnutím k individuálním a souhrnným omezením, čímž dostaneme první přijatelné řešení;

2. postupně přesouváme vytížení jednotlivých procesů z méně výhodných políček do výhodnějších, přičemž se řídíme velikostí operačního (vnitřního) hodnocení neobsazených políček;

3. optimálního řešení je dosaženo, až když nelze uskutečnit žádný výhodný přesun;

4. velikost zájmové funkce v tomto posledním kroku je maximální velikostí, již je možno dosáhnout.

Tohoto distribučního algoritmu po-

III. Distribuční tabulka

		Zemědělské výrobky					Velikost půdního fondu	Druhotné proměnné u
		1	2	—	—	—		
	1			—	—	—	b_1	u_1
	2			—	—	—	b_2	u_2
	r			—	—	—	b_r	u_r
	$r+1$			—	—	—	0	$u_r - 1$
Nároky		p_1	p_2	—	—	—	p_s	
Druhotné proměnné		v_1	v_2	—	—	—	v_s	

e_{kl}	h_{kl}
x_{kl}	
q_{kl}	d_{kl}

kl -té políčko tabulky

užijeme při rozvrhování zemědělské výroby

1. na kraje,
2. z každého kraje na jeho okresy,
3. z každého okresu na jeho zemědělské podniky,

přičemž vždy příslušný optimální výrobní program, získaný při rozvrhování ve větší výrobně územní jednotce, přeneseme do příslušné menší výrobně územní jednotky jako společenský nárok.

V případě potřeby lze tento přesný distribuční algoritmus nahradit aproximačním, např. Vogelovým. Pro řešení zemědělského výrobního plánu podniku použijeme simplexového algoritmu, jehož stručný popis je v dalším odstavci.

4.4.2. Simplexový algoritmus

Simplexová tabulka pro řešení modelů rozmístění výroby v zemědělském podniku je v tabulce IV. Proti sché-

matu v tabulce II jsou tu přidány ještě po dvou řadách pro hospodářskopolitické (vnější) hodnocení hlavních a doplňkových procesů (proměnných x_j a y_j) přičemž předpokládáme vždy jedno z nich nulové.

Postup při řešení této simplexové tabulky je ve stručnosti:

1. postupně vyměňujeme použité procesy za výhodnější nepoužité, přičemž se řídíme velikostí operačního hodnocení nepoužitých procesů;
2. optimálního řešení je dosaženo, až když nelze uskutečnit žádnou výhodnou výměnu procesů;
3. velikost zájmové funkce v tomto posledním kroku je maximální, jaké je možno za daných podmínek dosáhnout.

Tohoto simplexového algoritmu užijeme pro každý zemědělský podnik, přičemž jako společenských nároků použijeme optimálního výrobního programu, získaného pro daný podnik při rozvržení zemědělské výroby v příslušném okresu.

IV. Výchozí simplexová tabulka

				Zemědělské výrobky					Velikost omezení		
				0	0	— — — —				0	
				x_1	x_2	— — — —				x_n	
				c_1	c_2	— — — —				c_n	
Omezení	b_1	y_1	0	a_{11}	a_{12}	— — — —				a_{1n}	b_1
	b_2	y_2	0	a_{21}	a_{22}	— — — —				a_{2n}	b_2
	b_m	y_m	0	a_{m1}	a_{m2}	— — — —				a_{mn}	b_m
Vnější hodnocení				c_1	c_2	— — — —				c_n	E
Kontrola				k_1	k_2	— — — —				k_n	k_{n+1}

4.5. Konkretizace matematického modelu

Nahrazení obecných symbolů v uvedených matematických modelech konkrétními čísly si probereme postupně pro jednotlivé základní skupiny:

1. procesy (proměnné),
2. technické koeficienty,
3. fondy,
4. nároky,
5. preferenční koeficienty v zájmové funkci.

4.5.1. Procesy (proměnné)

Jako proměnné můžeme v obou modelech zvolit buď váhové množství jednotlivých druhů zemědělských výrobků (např. v centech), jež přicházejí v úvahu pro plán (zemědělské plodiny či živočišné produkty, jako maso, mléko, vejčka apod.), nebo počet hektarů potřebných pro vypěstování tohoto množství zemědělských výrobků. Je možno zvolit kterýkoli z těchto dvou druhů proměnných, neboť oba povedou k přesně stejnému výsledku, jen jinak vyjádřenému, avšak s možností snadného převodu. Protože státní plán vyjadřuje nároky především ve váhových jednotkách, zvolíme první alternativu, tj. váhové množství. V důsledku toho budou výrobní programy, a tedy společenské nároky na nižší výrobně územní jed-

notky vyjádřeny rovněž ve váhových jednotkách.

U nadpodnikových modelů je procesem, resp. proměnnou výroba, resp. váhové množství příslušného zemědělského výrobku v jednotlivé nižší výrobně územní jednotce.*) U podnikového modelu je procesem, resp. proměnnou výroba, resp. váhové množství příslušného zemědělského výrobku v podniku.

V případě nadpodnikového modelu je na první pohled zřejmé, že pojem zemědělského výrobku a procesu, resp. proměnné, není shodný. Totéž však platí i pro podnikový model. Tak např. výroba stejné zemědělské plodiny na několika půdách různé bonity nebo připravenosti se rozkládá na několik procesů, resp. proměnných. Podobně je tomu i při členění zemědělských výrobků na odrůdy, popř. plemena. Stručně řečeno, procesem, resp. proměnnou, je každá výroba, resp. každé váhové množství zemědělských výrobků, jež je spojeno s jinou výnosností či užítkovostí.

Ze zemědělských výrobků nebudeme u nadpodnikového modelu uvažovat ty druhy, které jsou výlučně zemědělským meziproduktem (např. při živočišné výrobě: krmiva, skot apod.). Naproti tomu u podnikového modelu je možné a mnohdy účelné tyto meziprodukty uvažovat, pokud vyžadují nějaké úzkopro-

*) Popřípadě v rozčlenění podle bonity.

filové sledované fondy, jako např. ornou půdu nebo kapacitu ustájení apod. Zvolený způsob závisí na použitém druhu matematického modelu podniku. V našem případě budeme předpokládat, že tyto meziprodukty podnikové výroby nebudou společností v podniku nárokovány.

Zemědělské výrobky, jež jsou současně tržním produktem a zemědělským meziproduktem, jako např. některé druhy zrnin, mohou být v podniku vyráběny dvěma skupinami procesů, z nichž jedna se týká tržní, popř. vlastní produkce a druhá zemědělské meziprodukce.

4.5.2. Technické koeficienty

Protože proměnné jsou v obou modelech ve váhových jednotkách, pak technické koeficienty, vyjadřující množství užitných hodnot nároku či fondu na jednotku proměnné, musí mít rozměr daný rozměrem příslušného nároku či fondu na váhovou jednotku. U zemědělských plodin je takový technický koeficient běžný a je dán tzv. hektarovostí příslušné plodiny, což je množství hektarů, potřebné pro získání váhové jednotky příslušného výtěžku. Jde tedy o obrácenou hodnotu hektarového výnosu.

Odhad hektarovosti určité zemědělské plodiny má co nejlépe vystihnout skutečnou jeho velikost, dosaženou v plánovaném období. Použijeme proto očekávané (průměrné) hodnoty, stanovené z takového největšího počtu skutečných hodnot z odpovídajících minulých období, o nichž je možno předpokládat, že budou tvořit staticky i dynamicky homogenní soubor s očekávanou hodnotou. Jestliže však lze v plánovaném období spolehlivě předpokládat nějakou změnu technologických nebo jiných podmínek, jež se projeví jako nezanedbatelná změna hektarovosti, je třeba tuto změnu v matematickém modelu uplatnit.

Naproti tomu hektarovost živočišného výrobku není tak běžná a její zjišťování může být spojeno s určitými obtížemi. Tento koeficient není tak bezprostřední jako u zemědělských plodin, neboť je závislý na sortimentu krmiv, jimiž je příslušné zvíře krmeno. Při řešení našeho problému budeme u nadpodnikových modelů předpokládat, že změna způsobu krmení hospodářských zvířat, k níž popř. dojde v plánovaném období, nebude mít podstatný vliv na koeficient hektarovosti živočišné výroby v příslušné výrobně územní jednotce. Použijeme proto pro jeho zjištění obdobného postupu jako u hektaro-

vosti zemědělských plodin. Za předpokladu, že byly dosud dodržovány zásady racionální výživy zvířat, nemůže dojít k velké chybě.

4.5.3. Fondy

Jak již bylo uvedeno v odstavci 4.1, je v nadpodnikových modelech uvažováno jediné omezení, a to půdním fondem. Zdůvodnění tohoto postupu je uvedeno v odst. 4.2. Zde se zmíníme o podmínkách zjišťování velikosti těchto fondů pro jednotlivé výrobně územní jednotky.

Velikost úhrnných půdních fondů jednotlivých výrobně územních jednotek je známa z celostátního plánování zemědělské výroby, takže je pro účely řešení k dispozici. Tyto hodnoty budou k tomuto účelu použity, přestože se v praxi zemědělských podniků objevují určité nesrovnalosti mezi údaji o velikosti půdních fondů, pocházejícími z různých pramenů.

Do úhrnných půdních fondů musí být zahrnuta veškerá orná půda. Trvalé louky do fondů nebudou pojaty a jejich přínos pro krmení hospodářského zvířectva musí být z hektarovosti hospodářských zvířat eliminován. Totéž platí i pro podnikový model.

Omezení orné půdy v příslušné výrobně územní jednotce pro jednotlivé plodiny bude činit podstatně větší obtíže. Horním omezením pro zemědělské plodiny tu bude maximální plocha, již je možno v příslušné jednotce osít danou plodinou, aniž by hektarový výnos nepřiměřeně klesl. Například by bylo možno použít hektarových ploch stanovených rajonizací pro I. zóny příslušné plodiny, korigovaných s ohledem na osevní postupy. Maximální přípustná plocha orné půdy pro jednotlivé druhy živočišných výrobků vyplyne ze zootechnických úvah. Většinou bude odvozena z kapacity ustájení. Součet jednotlivých horních omezení půdy v příslušné výrobně územní jednotce nesmí být menší než úhrnný půdní fond.

Dolní omezení orné půdy pro jednotlivé zemědělské výrobky bude odvozeno z agrotechnických a zootechnických podmínek, jako např. potřeba steliva, mrvy apod. Součet jednotlivých dolních omezení půdy v příslušné výrobně územní jednotce musí být menší než úhrnný půdní fond.

Podnikové modely mají zahrnovat i všechna další omezení, o nichž lze oprávněně předpokládat, že mohou být pro růst zájmové funkce úzkým profilem. S ohledem na vládní směrnici o zvýšení efektivity zemědělské výro-

by by neměly být uvažovány jako omezující takové fondy, jejichž zvětšení neklade zvláštní materiální nároky, jako např. finanční fond.

Při sestavování nadpodnikových modelů by bylo možno rozdělit půdní fondy pro každou plodinu podle bonity (např. podle výrobních typů, zón vhodnosti, stanovištních jednotek apod.). Matematický model by se principiálně nezměnil, jen by se změnil počet proměnných a tím i rozsah tabulek pro výpočet. Kdybychom použili nejhrubšího známého členění do čtyř oblastí, pak by se rozsah tabulek zvětšil čtyřikrát. Při prvním náběhu řešení problému rozmístění zemědělské výroby nebudeme toto další členění uvažovat a budeme předpokládat, že se rozdíl v bonitě půdy projeví v příslušném technickém koeficientu. Později bude třeba znovu uvážit potřebu tohoto dalšího členění.

4.5.4. Nároky

Zemědělská výroba v ČSSR musí zajistit především výživu obyvatelstva v příslušném složení živin, nerostných látek, vitamínů a při zachování vyživovacích a chuťových zvyklostí. Mimoto je třeba, aby uspokojila požadavky průmyslové výroby na technické plodiny. Tyto společenské nároky jsou obvykle určeny hospodářskopolitickými úvahami s přihlédnutím ke kapacitě zemědělské výroby, možnostem a závazkům zahraničního obchodu apod.

4.5.5. Preferenční koeficienty v zájmové funkci

Optimalizace celostátního plánu zemědělské výroby v ČSSR se týká nadnárokové oblasti v tom smyslu, že usměrňuje výrobní úsilí, jež zbývá po splnění společenských nároků. Aby výroba byla usměrněna žadaným směrem, k tomu slouží preferenční koeficienty v zájmové funkci. Jejich velikost (váha) se pak uplatní při výběru procesů, na něž je třeba věnovat fondy, zbývající po uspokojení nároků. Čím je preferenční koeficient větší, tím spíše bude přísluš-

ný proces vytížen nad kladený nárok.

Mají tedy preferenční koeficienty poměrně značný význam. Současně však není snadné je stanovit tak, aby co nejlépe vyjadřovaly zájem společnosti. Zdánlivě nejsnadnější soustava preferenčních koeficientů by se opírala o soustavu cen.

Jak však bylo v odst. 2 uvedeno, taková soustava by nevystihovala dostatečně zájem společnosti. Je proto třeba hledat jinou, výstižnější hodnotící soustavu. Nejjednodušším způsobem by bylo sestavit číselnou řadu těchto koeficientů pouhým logickým úsudkem. Je to však spojeno se značným rizikem nevhodného odhadu. Objektivnějším způsobem již je opřít se při určování těchto preferenčních koeficientů o výživovací (nutriční) hodnoty jednotlivých zemědělských výrobků při výživě obyvatelstva. Avšak i s touto soustavou jsou spojeny některé nedostatky. Nehledě na to, že tuto soustavu by bylo nutné ještě doplnit vhodným hodnocením technických plodin a technických živočišných výrobků v přiměřené relaci k zemědělským výrobkům sloužícím k výživě obyvatelstva, je třeba uvážit, že taková soustava prakticky nebere zřetel na profilovost*) zemědělských výrobků. Přes tyto nevýhody bude učiněn pokus použít této soustavy při řešení našeho problému k ohodnocení zemědělských výrobků objevujících se v zájmové funkci, neboť prozatím se její použití jeví jako nejméně pracné. Při tomto hodnocení bude zájem společnosti zaměřen na maximální velikost úhrnné výživovací hodnoty všech zemědělských výrobků. V případě, že by se objevily velké obtíže, bude jako náhradní zhodnocovací soustavy použito preference dané obsahem některé důležité živiny v jednotlivých zemědělských výrobcích, např. stravitelných bílkovin.**)

V budoucnosti však bude třeba se postarat o ještě výstižnější ohodnocení, jež by v sobě zahrnovalo i ohled na profilovost výrobků. Takovou hodnotící soustavu je však možno získat jen optimalizací celostátní hospodářské činnosti na základě úplné bilance.

5. Ověření navrženého způsobu řešení

Navržený způsob řešení problému celostátního rozmístění zemědělské výroby v ČSSR bude třeba ověřit po metodické i podkladové stránce v konkrétním případě. K tomuto účelu bude použito těchto podkladů:

a) celostátního plánu zemědělské výroby za rok 1962,

b) skutečných výsledků zemědělské výroby v roce 1962.

*) Pod profilovostí rozumíme stupeň uspokojení poptávky po výrobku. Úzkoprofilové jsou výrobky, jichž je nedostatek, širokoprofilových výrobků je nadbytek.

**) Opět s příslušnou úpravou pro technické zemědělské výrobky.

Pomocí podkladů a) bude celostátní zemědělská výroba rozmístěna na kraje, ve vybraném kraji na okresy a ve vybraném okrese na podniky. V několika vybraných podnicích bude pak na základě takto stanovených společenských nároků uskutečněn výběr optimální varianty výrobního plánu podniku.

Na základě skutečných hektarovostí z podkladů b) budou pak porovnány výsledky tohoto rozmístění v příslušných krajích, okresech a podnicích se sku-

tečnými výsledky z roku 1962. Výsledek tohoto porovnání by měl svědčit ve prospěch navrhovaného řešení. Je však třeba připustit, že tím ještě nebude výhodnost doporučeného postupu zdaleka potvrzena. Jediným skutečným a prakticky dostatečným prověřením zůstává souběžné vypracování úplného celostátního plánu zemědělské výroby oběma způsoby a jejich porovnání na základě dosažených skutečných hektarovostí, jak o tom bude pojednáno dále.

6. Praktické uplatnění navrhovaného řešení

Navrhovaný způsob by mohl být použit při přípravě plánu celostátního rozvržení zemědělské výroby v ČSSR na rok 1965 souběžně se způsobem, který by byl obvykle použit plánovacími orgány. Obě vypracované varianty mohou být porovnány a k realizaci zvolena varianta nadějnější. Účinnost obou va-

riant může pak být porovnána na základě hektarovostí, skutečně dosažených v roce 1965. Osvědčí-li se navrhovaný způsob, může být použit i v dalších letech. Nastanou-li nějaké změny soustavy společenského hodnocení zemědělských výrobků, nebudou mít na použití navržené metody již podstatný vliv.

Ekonomické vyhodnocování polních pokusů použitím produkčních funkcí

Prof. dr. Erich HOFFMANN

*Ústav pro osiva a obdělávání půdy Německé akademie zemědělských věd,
Halle-Lauchstädt*

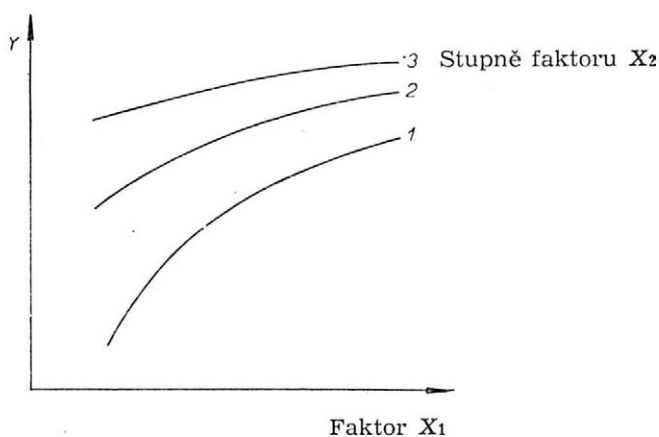
Čím více se v ekonomice zemědělské výroby jeví snaha přecházet pro optimální úpravu výroby od všeobecných kvalitativních ukazatelů ke kvantitativním výpočtům, tím více bude třeba používat přesných veličin k vyjádření účinnosti výrobních činitelů. Protože se účinnost jednotlivých činitelů, jež ovlivňují výnosy v rostlinné výrobě vlivem daných vedlejších podmínek, značně mění, je správné pokládat výnos (Y) za funkci většího počtu činitelů (X_i) nebo komplexů činitelů. Jako činitele lze považovat jednotlivá plynule proměnná agrotechnická opatření, stanovištní činitele a povětrnostní podmínky.

Všeobecně se pak vychází z hypotézy

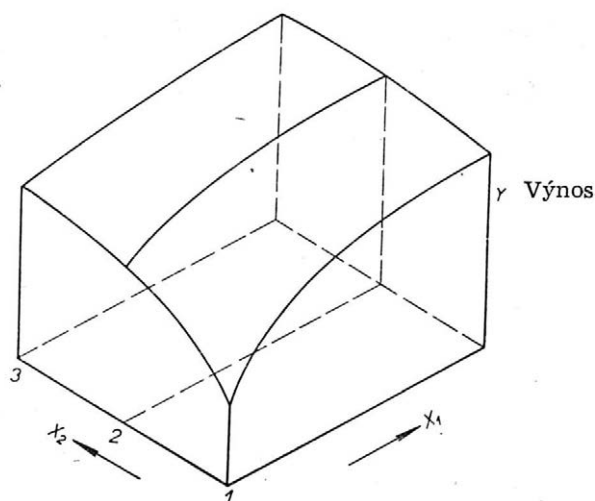
$$Y = f(X_i) \quad (i = 1, 2, \dots, n) \quad (1)$$

Geometricky lze produkční funkci jednoho činitele vyjádřit křivkou v rovině, dvou činitelů plochou v prostoru, n -činitelů n -rozměrnou výnosovou plochou v $(n+1)$ -rozměrném prostoru, a proto může být popsána a vypočtena jedinečně algebraickou formulací. Obrázek 1a a 1b ukazuje 2- a 3-rozměrné znázornění dvoufaktorové produkční funkce, a to takové, kde mezi oběma činiteli existuje vzájemný vztah.

Výnos



1a. Průběh výnosu v závislosti na 2 faktorech se střídavým působením



Výnosová plocha

1b. Soubor výnosových křivek

Při stanovení jednotlivých agrotechnických opatření je třeba řešit tyto ekonomické otázky:

1. Jak se stanoví při větším počtu agrotechnických činitelů maximální výnos?
2. Jak se určí dosazením peněžních hodnot faktorů a peněžní hodnoty výrobku (produktu) maximum peněžní hodnoty výnosů po odečtení peněžní hodnoty faktorů (tj. maximum peněžního přebytku)?
3. Jak lze stanovit kombinaci činitelů, na kterou připadá maximum nákladů (kombinace minimálních nákladů)?

Ad 1. Výnosového maxima se dosahuje, když se diferenční výnosy činitelů produkční funkce rovnají nule.

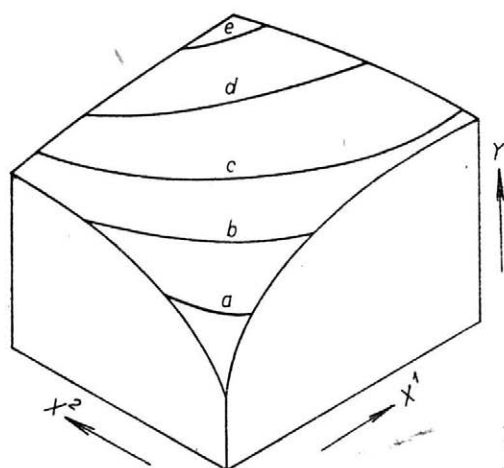
$$\frac{\delta Y}{\delta X_i} = f_{x_i}(X_j) = 0 \quad (2)$$

Ad 2. Maximum peněžního přebytku se dosahuje, když diferenční výnosy jednotlivých činitelů vykazují obrácený vztah než ceny činitelů (P_{x_i}) k ceně výrobku (P_y).

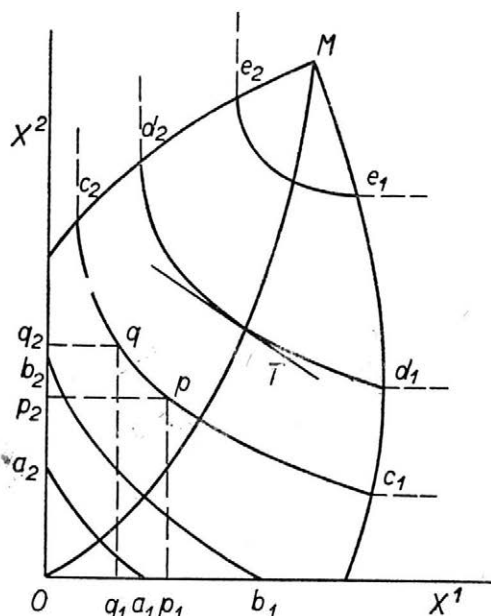
$$\frac{\delta Y}{\delta X_i} = f_{X_i}(X_j) = \frac{P_{x_i}}{P_y} \text{ resp. } Y \text{ a } P_y = X_i P_{x_i} \quad (3)$$

Ad 3. Při stanovení kombinace minimálních nákladů vycházíme ze skutečnosti, že v rámci určitých obvodů lze dosáhnout stejného výnosu různými kombinacemi stejných činitelů, že činitelé jsou tedy částečně zastupitelní. To platí např. pro formy hnojiv a živiny v nich obsažené nebo pro živou a mrtvou práci v určitých obvodech. Je tedy třeba stanovit z produkčních funkcí průběh míry zastupitelnosti. V obr. 2a jsou na výnosové ploše zakresleny křivky stejného výnosu. Tyto křivky, tzv. isokvanty, znázorňují průsečnice výnosové plochy s plochami položenými rovnoběžně k rovině činitelů v různé výši výnosu. Isokvanty jsou křivky měnící se míry zastupitelnosti pro konstantní výnosy.

Promítneme-li tyto křivky na rovinu činitelů (obr. 2b), lze na nich spojit body stejné míry zastupitelnosti. Tyto křivky leží v bodech dotyku rovnoběžných tečen s isokvantami. Takto získané isokliny znázorňují křivky stejné míry zastupitelnosti při měnícím se výnosu. Tam, kde isokvanty jsou rovnoběžné se souřadnicemi, se míra zastupitelnosti rovná nule a je dosažen bod, který měl na mysli Liebig,



2a. Isokvanty na výnosové ploše



2b. Isokvanty a isokliny na rovině faktorů

když stanovil zákon minima. Označujeme proto isokliny procházející těmito body jako „isokliny Liebiga“. Vymezují obvod, v jehož rámci lze jediné klást ekonomickou otázku, která kombinace činitelů je optimální; neboť vně tohoto obvodu není možná zastupitelnost a zvýšení výnosu může být dosaženo jediné zmenšením jednoho nebo více činitelů. Na každém výnosovém stupni je dosažena kombinace minimálních nákladů, když je míra zastupitelnosti obráceně úměrná cenové relaci zastupitelných činitelů.

$$\frac{dX_i}{dX_j} = \frac{f(X_i)}{f(X_j)} = \frac{P_{x_i}}{P_{x_j}} \quad (i \neq j) \quad (4)$$

Ke kvantitativnímu řešení uvedených tří otázek je proto třeba najít diferenční výnosy a odvodit míru zastupitelnosti. Přesná ekonomická rozhodnutí proto vyžadují znalost produkčních funkcí, ze kterých lze diferenciací odvozovat veličiny, které spolu s cenami, resp. náklady na použití faktorů umožňují stanovit hledané optimální náklady. Jako modely pro produkční funkce slouží převážně funkční rovnice, které lze rozdělit na dvě skupiny:

$$\text{polynomická funkce } Y = \sum a_{ik} X_i^k + \sum_{k, i < 1} d_{i1} X^{ki} X_1^k \quad (5)$$

$$\text{funkce mocninová nebo exponenciální } Y = A \pi_i X_i^a \text{ neb } A \pi_i a^x \quad (6)$$

Je zásluhou Mitscherlicha, že již v roce 1909 matematicky formuloval zákon o účinnosti růstových činitelů. Jeho exponenciální funkce

$$Y = M (1 - e^{-cX}) \quad \begin{array}{l} M = \text{maximum výnosu} \\ C = \text{činitel úměrnosti, resp.} \\ \text{konstanta účinnosti} \end{array} \quad (7)$$

byly jím samotným, dále Bauleem a v poslední době Boguslawskim a Schneiderem*) rozšířeny na tak zvanou 3. aproximaci. Objemné průzkumy

*) Místo objemné příslušné literatury se zde uvádí jen jedna z posledních prací: BOGUSLAWSKI E. a SCHNEIDER B.: Třetí aproximace výnosového zákona. Zeitschrift f. Acker- und Pflanzenbau 114, 1962, str. 221-236.

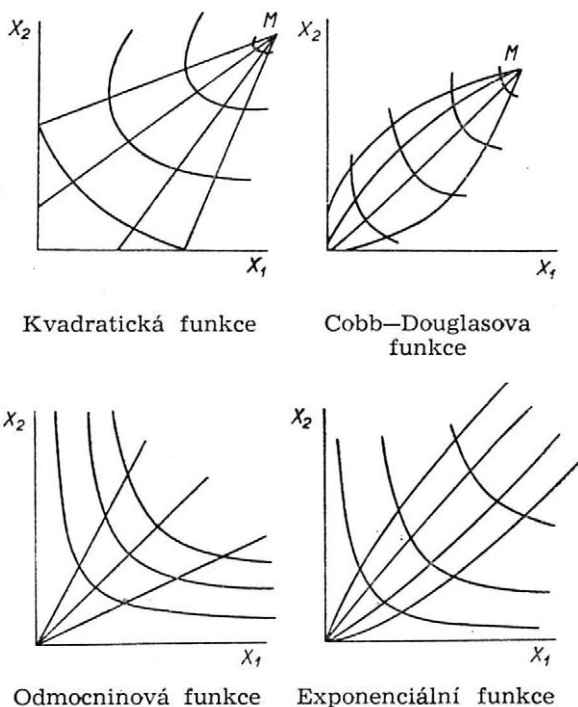
četných autorů, publikované v průběhu padesáti let od první formulace, ukázaly, že Mitscherlichem navržená rovnice se sice může úspěšně používat k popisu průběhu výnosů, avšak nebude vystihovat vliv četných vzájemných vztahů mezi průběhem výnosu a výší a složením růstových činitelů. Zatímco hlavní námitka ze strany rostlinné výroby byla zaměřena proti Mitscherlichem obhajované stálosti faktoru účinnosti (c), je třeba pochybovat o použitelnosti této exponenciální funkce i proto, že parametr M , jenž se tu objevuje, může být stanoven jen extrapolací. Přízpusobení Mitscherlichovy funkce údajům získaným z pokusů se neuskutečňuje pomocí metody nejmenších čtverců, jinak pro regresní rozbor běžně používané, nýbrž vyrovnávacími postupy, které právě s ohledem na parametr M nemohou být zkoumány obvyklými testy. Totéž platí i pro funkci formulovanou Boguslawskim.

Při ekonomickém vyhodnocování produkčních funkcí je však zvláště důležité, jaký charakter má průběh isokvant a isoklín. Část průběhu je zahrnuta do volby matematického modelu. Lze např.

dokázat, že u polynomiálních funkcí, pokud byly dosud uplatňovány, isokvanty probíhají kolem maxima výnosu jako elipsa a isoklín konvergují k maximu. Obrázek 3 znázorňuje schematicky rozličnou povahu isokvant a isoklín pro čtyři nejčastěji používané funkční modely. Z toho vyplývá, že věcné logické souvislosti odpovídají jen obě polynomiální formy. U většiny činitelů ovlivňujících výnosy v rostlinné výrobě je třeba počítat s tím, že se jejich obvod zastupitelnosti při přibližování se k maximálnímu výnosu zmenší a že tento výnos může být zpravidla dosažen jedinečnou kombinací faktorů. Dva grafy na obr. 3 dole ukazují u těchto exponenciálních funkcí, že při nízkém výnosu je zastupitelnost nejmenší a protože tyto funkce nemíří k maximu, nezmenší se obvod zastupitelnosti na vyšší výnosové úrovni. Pro ekonomické vyhodnocení ve směru uvedených tří otázek při funkční analýze produkce se proto použití polynomiálních modelů osvědčilo lépe než použití modelů exponenciálních.

Další dva příklady demonstrují uplatňování funkčního rozboru produkce při pěstitelském a ekonomickém vyhodnocování polních pokusů.

Produkční funkce podle modelu kvadratického polynomu byla použita k vyhodnocení statického 3×4 stupňového hnojařského pokusu. Z víceleté pokusné série, založené na více místech,^{*)} jsme vybrali jen výnosy zelené hmoty v pětiletém pokusu. Nebudeme se na tomto místě podrobně zabývat pěstitelskou interpretací; příklad má ukázat, jak lze pomocí funkčního rozboru, zjištěného regresním výpočtem, způsob účinnosti hnojivých dávek jasněji vyjádřit a ekonomicky interpretovat. Louka s nedostatkem živin byla ročně vyhnojena ve třech stupních N (0, 40, 80 kg/ha) a ve čtyřech stupních P_2O_5 (0, 25, 50, 100 kg/ha), podle ortogonálního dvoufaktoriálního pokusného plánu (na každém dílci 6 opakování). Výnosy byly propočteny vždy pro stanovení jedné produkční funkce samočinným počítačem, a to za každou seč v každém roce podle modelu



3. Průběh isokvantů JG a isoklín JK

^{*)} Pokusy byly uskutečněny Německou akademií zemědělských věd a jsou vyhodnocovány z pěstitelského hlediska Ustavem pro zemědělské průzkumnictví, Potsdam, vedoucí prof. dr. Selke, kterému vděčíme za přenechání údajů. Materiál umožnil výpočet téměř 500 mnohonásobných výrobních funkcí, jelikož bylo možno analyzovat nejen výnosy hrubých výrobků, ale též sušiny, škrobu atd. a spotřebu N a P výnosy, jako funkci hnojení.

$$Y = a + bN + cN^2 + dP + eP + fNP \quad (8)$$

Tabulka 1 ukazuje absolutní členy (a), 5 koeficientů (b, c, d, e, f) a míru určitosti (B) jako výsledek regresního rozboru.

I. Produkční funkce pro pětiletý dvoufaktoriální statický pokus s hnojením NP na louce (výnosy zelené hmoty)

$N = 10 \text{ kg N/ha}$, $P = 10 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$

Seč	Rok	a	b	c	d	e	f	B
I	1957	173,85	12,4750	0	7,9772	- 0,0655	0,0063	93,7
	1958	57,65	7,3387	- 0,0485	3,8888	- 0,0348	0,0312	93,5
	1959	163,81	13,2250	- 0,0906	9,5982	- 0,0794	0,0020	92,8
	1960	157,57	11,7375	- 0,0477	5,4534	- 0,0501	0,0453	96,2
	1961	177,76	17,3624	- 0,0211	11,7545	- 0,1235	0,0510	97,8
II	1957	130,27	- 4,3500	0,0234	1,1731	0,0095	- 0,0206	97,4
	1958	161,55	- 5,1825	0,0131	- 3,9854	0,0199	0,0193	77,9
	1959	135,25	- 3,1250	0,0391	- 0,0685	- 0,0074	0	62,4
	1960	195,56	- 0,4375	0,0054	- 0,0826	0,0198	- 0,0336	74,9
	1961	143,94	- 0,1705	0,0102	- 2,0184	0,0096	- 0,0119	81,1
Su. I+II	1957	304,12	8,1250	0,0234	9,1448	0,0560	- 0,0143	88,5
	1958	219,21	2,1563	- 0,0354	- 0,0975	0,0149	0,0505	51,7
	1959	299,03	10,0100	- 0,0516	9,5290	0,0868	0,0020	93,6
	1960	353,11	12,1750	- 0,0422	4,5908	0,0408	0,0117	97,4
	1961	321,54	15,5600	- 0,0109	9,3361	0,1139	0,0391	97,0

Absolutní člen a udává výnos bez hnojení NP. Koeficienty b resp. d udávají přírůstek výnosu na 10 kg čistých živin v hnojivu obsažených. U kvadratické rovnice je snížení diferenčního kvocientu konstantní. Je-li $y = a + bx - cx^2$, bude zmenšení výnosového přírůstku podle druhé derivace $= 2c$, pokud se činitelé nebudou vzájemně ovlivňovat.

Koeficienty c (pro N) a e (pro P) udávají zmenšení (—) resp. zvýšení (+) výnosového přírůstku a v tomto případě změnu výnosového přírůstku na 5 kg zvýšené dávky čistých živin. Koeficient f udává vzájemné působení. V případě, že je kladný, pak způsobují obě živiny společně větší zvýšení výnosu než součet jednotlivých účinků = kumulativní vzájemné působení.

Aniž bychom se podrobně zabývali otázkami týkajícími se převážně výživy rostlin, chceme na tomto místě jen konstatovat, že se projevují výrazné tendence, ačkoliv oba roky 1958 a 1960 se odchylují tím, že výnosy z druhé seče předčí první seč.

Vliv hnojení N na výnosy první seče (b) se zvýšil v průběhu pokusu (mimo rok 1958); úbytek míry přírůstku při stupňujících se dávkách hnojiv (c) se přitom do 3. roku nepatrně zvyšoval a pak zmírnil; to znamená, že se nedostatek živin v půdě od té doby projevil zřetelněji.

Vliv hnojení P (d) na první seč se v průběhu let rovněž zvětšuje, mimo leta 1958 a 1960. Na rozdíl od dusíku se však v průběhu let zvětšuje oblouk výnosové křivky, tzn. že se přes zvyšující účinnost hnojení P úbytek míry přírůstku při zvyšovaných dávkách hnojiv (e) zvětšuje, protože na pozemcích několik let za sebou silně

hnojených dojde k obohacení živin. Slabě pozitivní koeficient f poukazuje na slabou kumulativní účinnost obou hnojiv.

Hnojení způsobilo u druhé seče snížení výnosu, které se zmírňuje v průběhu pokusu (mimo rok 1958). Také slabě naznačené zvětšení míry přírůstku vlivem vyšších dávek N se v průběhu pokusu zmírnilo a nedostatek živin se u druhé seče projevil zřetelněji.

Celkové výnosy ukazují na vysokou účinnost hnojení N , která se mírně zmenšuje při stupňujících se dávkách hnojiv a zvětšuje se v průběhu pokusu.

Účinnost hnojení P se zvyšujícími dávkami v průběhu let mírně stupňuje (mimo leta 1958 a 1960). Vzájemné působení hnojiv je nepatrné.

Následkem velmi nízkého obsahu živin v půdě je účinnost hnojiv v tomto pokusu velká a diferenční výnosy se při stupňujících se dávkách hnojiv slabě snižují jen u dusíku; u kyseliny fosforečné se dokonce nepatrně zvyšují. Z těchto pokusných údajů nelze vypočítat maximum výnosu a jen značně vyšší dávky hnojiv by mohly vykazovat takové snížení diferenčních výnosů, že by bylo možné vypočítat dávky hnojiv pro maximální výnos. Pro ekonomickou interpretaci jsme volili rok, ve kterém parametry, uvedené v tabulce I, dosáhly asi průměrné hodnoty za uvedená leta.

Funkce výnosu zelené hmoty ($Y = q/ha$) v roce 1959 je

$$Y = 299,0 + 10,010 N - 0,0516 N^2 + 9,529 P + 0,0868 P^2 + 0,002 NP \quad (9)$$

Hnojivé dávky 10 kg čistých živin na hektar tedy zvyšují výnos zelené hmoty asi o 10 q/ha. Přitom se přírůstek výnosu se stoupajícími N mírně zmenšuje (o 0,10 q na 10 kg N) a se stoupajícími dávkami P zvětšuje (o 0,17 q na 10 kg P). Optimálního nákladu se dosahuje, když se diferenční výnosy rovnají poměru mezi náklady na hnojiva (P_N resp. F_P) a cenou za výrobek (F_Y), nebo když:

$$dY \cdot P_Y = dN \cdot P_N \quad \text{a} \quad dY \cdot P_Y = dP \cdot P_P \dots \dots \quad (10)$$

Uvažujeme-li jako náklady za hnojení 12.— DM za 10 kg N a 8.— DM za 10 kg P_2O_5 , pak bude hnojení ne hospodárné, bude-li cena za cent trávy (P_Y)

$$P_Y = 10 : \frac{dY}{dN} \quad \text{resp.} \quad 8 : \frac{dY}{dP}$$

Pro nejnižší a nejvyšší úroveň hnojení vyplýval z funkce tento přírůstek výnosu v q/ha zelené hmoty:

	(40 kg N ; 25 kg P_2O_5) nízká úroveň hnojení q/ha	(80 kg N ; 100 kg P_2O_5) vysoká úroveň hnojení q/ha
zvýšení výnosu		
na 10 kg N $\left(\frac{dY}{dN}\right)$	5,93	1,77
na 10 kg P_2O_5 $\left(\frac{dY}{dP}\right)$	13,70	26,05
míra zastupitelnosti $\frac{dN}{dP}$	2,3	14,7

Dusíkaté hnojení je při těchto cenových relacích již na nízké úrovni hnojení jen v tom případě hospodárné, může-li zelená hmota být zhodnocena nejméně za 12 : 5,93 = 2,02 DM. Vyšší dávky N budou hospodárné jedině při vyšší hodnotě zelené hmoty, zatímco hnojení P způsobuje i při nižší ceně výrobku zvýšení zisku. Zvyšování výnosu hnojením P bude hospodárné, pokud bude míra zastupitelnosti větší než poměr nákladů 12 : 8 = 1,5. Při změně relací nákladů bude hnojení kyselinou fosforečnou v podmínkách pokusu nadále levnější cestou ke zvýšení výnosů, pokud ovšem budou náklady na hnojení na kilogram čistých živin u N nižší než 2,3násobné náklady za P_2O_5 . Při předpokládaných nákladech se zřejmě hnojením kyselinou fosforečnou dosahuje vyšší hospodárnosti. Tento výsledek lze také očekávat u louky tohoto pokusu, která má velký nedostatek fosforu.

Tento příklad je sice velmi vhodný, aby poukázal na změnu účinnosti hnojiv na základě změny parametrů v produkčních funkcích ročních posloupců. Avšak následkem velké potřeby hnojení, na kterou tyto funkce poukazují, je možno učinit

jen velmi přibližné závěry o optimálním množství a kombinaci hnojiv pro ekonomické hodnocení. Proto má další příklad ukázat, jak naturální průběh sklizní spolu s cenovými relacemi umožňuje stanovit hospodářské optimum, znázorníme-li ho jako vícefaktoriální produkční funkci. Je to současně příklad polynomu s mocninou 0,5 (funkce druhé odmocniny). K tomuto účelu volíme sérii pokusů s kukuřicí na zeleno v jednom roce na různých místech; tyto pokusy byly založeny ortogonálně ve třech stupních výsevního množství (60, 90 120 g/ha) a ve čtyřech stupních dusíkatých dávek (0, 60, 100, 140 kg/ha).

Regresní rozbor umožnil stanovení této výrobní funkce z průměrů všech pokusů, a to s vysokou mírou určitosti:

$$Y = -24,5755 - 0,0424456 N + 1,9703979 \sqrt{N} - 0,57547175 M + 13,430798 \sqrt{M} \quad (11)$$

$$B = 99,7$$

N = hnojení N v kg/ha M = norma výsevu v kg/ha.

Funkce druhé odmocniny bez násobícího členu opisuje u obou výnosy kladně ovlivňujících činitelů nejdříve rychle a potom pomalu stoupající průběh výnosů. Na rozdíl od kvadratické funkce prvního příkladu nejsou přitom změny výnosového přírůstku konstantní a v tomto případě nemůže být dokázáno vzájemné působení. Velikost koeficientů poukazuje na okolnost, že se výnos s výsevním množstvím rychle zvyšuje a že se pak rychle blíží k maximu, zatímco dusíkaté hnojení způsobuje v průměru všech pokusů poměrně (na kg) menší zvýšení a v rámci pokusného obvodu neprokazuje při vysokých dávkách ještě značné zmírnění. Podle výpočtu činí maximální výnos 76,66 q/ha. Tomu odpovídající množství činitelů je pro normu výsevu 136 kg/ha a pro dusíkaté hnojení 539 kg/ha.

Následkem velmi pomalého růstu odmocninové funkce při přibližování se k maximu je výsledkem propočtu takové množství hnojiv, které přesahuje praktické možnosti. Nelze proto funkci používat k takové extrapolaci. Je ale vhodná pomocí diferencních kvocientů a míry zastupitelnosti k rozhodování, které hospodářsky optimální dávky odpovídají daným cenovým relacím.

Z těchto hodnot byla propočtena maxima peněžního přebytku pro tři různé cenové relace (tab. II).

Přehled ukazuje, jak se při stejné ceně za produkci, avšak při rozličných nákladech na jednotlivé činitele, resp. při rozličné ceně za produkci, ale při stejných nákladech na činitele přesunují jak optimální kombinace činitelů, tak i onen výnos, při kterém je dosažen nejvyšší přebytek ke krytí všech ostatních výrobních nákladů. Protože je kilogram osiva levnější než kilogram dusíku a protože funkce vysévaného množství vykazuje rychlejší růst než funkce N , bude zvýšení výnosu

II. Maxima peněžního přebytku pro tři cenové relace propočteny z produkční funkce pro normu výsevu a dusíkaté hnojení u kukuřice na zeleno

Cenová relace	I	II	III
Cena za $Y (P_y)$ DM	20,00	20,00	15,00
$M (P_m)$ DM	0,80	0,50	0,80
$N (P_n)$ DM	1,00	1,20	1,00
Y dt/ha	69,66	68,67	67,59
M kg/ha	119,0	125,0	114,0
N kg/ha	113,5	92,5	81,5
Maximální peněžní přebytek DM/ha	1184,50	1199,90	841,15

cestou zvýšené normy výsevu dosaženo levněji do té doby, než bude dosaženo optima; avšak kvantitativní poměr se s úrovní výnosu výrazně mění.

Pokus vykázal při různých kombinacích normy výsevu a hnojení stejné výnosy. Na isokvantech, přímkách stejného výnosu, lze najít kombinaci minimálních nákladů, která je závislá na cenovém poměru obou činitelů. Mění se však s výnosovou úrovní. Z výpočtu vyplývá např. pro cenovou relaci I tato kombinace minimálních nákladů:

	norma výsevu kg/ha	zvýšení	hnojení kg/ha	zvýšení
pro výnos 58 q/ha	67		44	
68 q/ha	106	+ 60 %	97	+ 120 %

Protože cena dusíku je vyšší než cena osiva, zůstává hnojení na nízké výnosové úrovni méně výhodným opatřením k zvyšování výnosu, než zvýšení normy výsevu. K zvýšení výnosu o 10 q/ha je třeba zvýšit normu výsevu jen o 60 %, zatímco potřebné zvýšení u dusíkatého hnojení je 120 %. Při vysoké výnosové úrovni je proto zvyšování výnosu pomocí zvýšeného hnojení hospodárnější, protože výnosový přírůstek dosažitelný zvýšením normy výsevu rychle ubývá, zatímco účinnost hnojiv podléhá menšímu úbytku míry přírůstu.

Příklad ukazuje, jak je možné podobnou funkční úvahu o dvoufaktoriálně založené sérii pokusů hospodářsky vyhodnotit. Rozdělíme-li pokusy podle jiného znaku, můžeme zkoumat též vliv tohoto znaku v součinnosti s činiteli prověřovanými v pokusu tím, že propočítáme výnosové rozdíly průměru dvou skupin v porovnání s funkčními hodnotami. Série pokusů dovolila vytvořit skupiny podle dalších činitelů ovlivňujících výnosy. V jednotlivém pokusu byli tito činitelé pevní, avšak v sérii proměnliví. Vliv doby výsevu byl přitom nejvýraznější. Byly vytvořeny dvě skupiny s 13, resp. 10 pokusy a vypočten rozdílný průměr výnosů podle zkušebních členů.

Přes součinnost jiných činitelů při tvorbě výnosů, kterou nelze při vytváření skupin eliminovat, byla zjištěna výrazná tendence k vzájemnému působení doby setí a činitelů — norma výsevu a hnojení N. Získané střední hodnoty pro obě skupiny doby setí byly: doby setí 23. 5. a 15. 6. a výnosy 70,0 resp. 48,9 q/ha; zmenšení výnosu činilo tedy denně 92 kg/ha. Pro jednotlivé zkušební členy vyplývaly z výpočtu tyto výnosové rozdíly (tab. III).

III. Snížení výnosu následkem opožděné doby setí denně v kg/ha

	Norma výsevu kg/ha		
	60	90	120
hnojení N kg/ha			
0	58	69	79
60	94	104	107
100	89	89	109
140	92	88	123

Rozdíly se zvětšují jak s výsevním množstvím, tak i s dusíkatým hnojením, a to výrazně. Opoždění doby setí způsobilo horší účinek zvýšené normy výsevu a hnojení N. Porovnání rozdílů středních hodnot zkušebních členů, vytvořených podle skupin doby setí, s funkčními hodnotami celé série, ukázalo, že zmenšení výnosů pozdní dobou setí, bylo vždy značně podstatnější než výnosový přírůstek způsobený raným výsevem, takže činitel doby setí vykazuje rovněž ubývací tendenci výnosového přírůstu. Počet pokusů nevystačuje k propočtu funkce pro tento vztah. Bylo by však možné vystihnout vzájemné působení doby setí a činitelů — doba setí a dusíkaté hnojení — pro ekonomické výpočty tím, že by se pro raný a pozdní vý-

se vypočítávaly různé funkce; objevují se takto ještě další kombinace pro maximalizaci přebytku bez zvláštních nákladů a za minimálních nákladů, protože poměry účinnosti normy vysevu a hnojení jsou změněny dobou setí.

Počet pokusů a sérií pokusů, poskytujících údaje vhodné pro funkční rozbory, je bohužel dosud ještě nepatrný. Čím více se budou naturální náklady s pokračující intenzifikací zvyšovat, tím větší bude potřeba podobných pokusů, které umožní ekonomicky přesná rozhodování.

Použití metod teorie grafů při řízení výroby

Inž. Vladimíra MACHOVÁ

Výzkumný ústav zemědělské ekonomiky, Praha

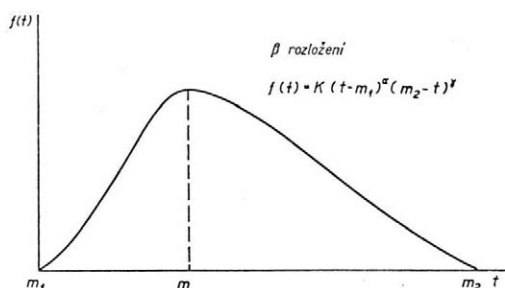
Tak jako se u nás dnes hovoří o metodách lineárního programování a jejich využití v plánování a řízení výroby, v USA a ve Francii jsou tyto metody v poslední době vystřídány metodami teorie grafů.

V USA to je metoda Program Evolution Research Task (PERT). Využití programování a úloha výzkumu nebo její ekvivalent Critical Path Scheduling — harmonogram kritických prací a ve Francii metoda potenciálů. Obě metody vznikly zcela nezávisle na sobě v roce 1958. Zabýváme se metodou PERT.

Je zajímavé, že metoda PERT vznikla z podnětu štábu pracovníků amerického námořnictva a bylo jí s úspěchem použito v různých odvětvích kooperace výroby. I když se tato metoda původně užívala, právě tak jako metoda lineárního programování při řešení vojenských úloh, dalším rozvojem zevšeobecněla, takže dnes dochází k jejímu uplatnění téměř ve všech odvětvích národního hospodářství.

Předpokladem řešitelnosti určité úlohy metodou PERT je její rozložitelnost na etapy a ty pokud možno na nejmenší dílčí úlohy s vymezením jejich trvání. Etapy tvoří časovou posloupnost, tzn. je přesně definována etapa, která předchází a která následuje. Každá dílčí úloha (činnost = práce) je charakterizována třemi čísly, která značí nejkratší, nejpravděpodobnější a nejdelší dobu jejího trvání s vyloučením veškerých nepředvídaných okolností (živelné katastrofy, porouchání strojů atd.). Trvání jednotlivých prací odhadují odborníci na základě evidence, která je o určité práci k dispozici. Ke splnění činnosti existuje tedy velmi těsná korelace mezi stanoveným odhadem a použitými prostředky.

Empiricky je zjištěno, že rozložení času jednotlivých prací nejlépe charakterizuje β rozložení. Hustota pravděpodobnosti tohoto rozložení je



1.

$$f(t) = K(t - m_1)^\alpha \cdot (m_2 - t)^\gamma, \quad (1)$$

kde K = konstanta,

m_1 = nejkratší doba trvání určité činnosti,

m_2 = nejdelší doba trvání určité činnosti,

m = nejpravděpodobnější doba trvání určité činnosti,

α, γ jsou funkce m_1, m_2, m .

Rozložení je určeno svým průměrem t_e a směrodatnou odchylkou σ_{te}

$$\text{kde } t_e = \frac{m_1 + 4m + m_2}{6} \quad (2)$$

$$\sigma_{te} = \frac{m_2 - m_1}{6} \quad (3)$$

V našich výpočtech budeme užívat t_e , σ_{te} .

Metoda PERT je složena z návrhu a konstrukce grafické sítě, jejíž uzly představují etapy a čáry dílčí úlohy (činnosti). Uzly v síti musí být uspořádány tak, aby zpětné cesty nebyly možné.

Kritickou cestou v síti budeme rozumět ty etapy, jejichž činnosti nemají žádnou časovou vůli, tj. jejichž prodloužení by mělo za následek nesplnění celkové úlohy v daném termínu. Všechny činnosti etap, které netvoří kritickou cestu, mají zpravidla časovou vůli, tj. můžeme je vykonat s nižším nákladem i při jejich případném prodloužení, aniž bychom tím ovlivnili plnění celé úlohy.

Pro stručnost zavedeme značení:

T_0 – počáteční termín (zahájení úlohy),

T_K – konečný termín (ukončení úlohy),

T_E – maximální počet časových jednotek potřebných k ukončení určité etapy,

T_L – počet časových jednotek, potřebných k ukončení určité etapy, aniž by byl překročen konečný termín T_K .

$S = T_L - T_E$ (4) volnost, udává o kolik časových jednotek můžeme danou etapu prodloužit (zkrátit), aniž bychom překročili konečný termín T_K .

Je-li $S = 0$, etapa leží na kritické cestě a každé nedodržení času na této cestě má za následek nedodržení konečného termínu.

Je-li $S = l$, kde $l < 0$, musí být příslušná etapa zkrácena právě o l časových jednotek, nemá-li být konečný termín T_K dané úlohy překročen.

Je-li $S = l$, $l > 0$, příslušná etapa ne-

leží na kritické cestě a může být prodloužena o l časových jednotek, aniž by byl narušen konečný termín T_K .

Objasníme použití metody PERT na tomto velmi zjednodušeném příkladě.

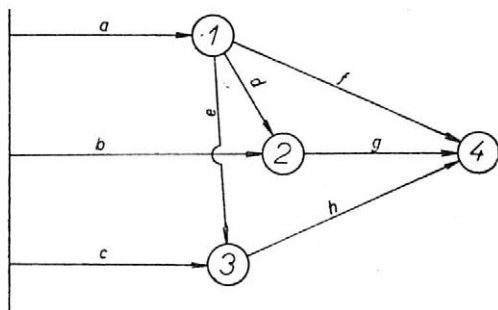
Nechť je dána úloha A, kterou rozdělíme na nejmenší možné dílčí úlohy (činnosti – práce) a, b, c, d, e, f, g, h, a konečný termín T_K , v kterém má být hotova.

Činnosti a, b, c mohou začít současně.

První etapa úlohy A je splněna skončením činnosti a. Zahájení činnosti d, e, f předpokládá ukončení činnosti a, tj. skončení 1. etapy. Zahájení činnosti g předpokládá ukončení dílčích úloh b, d, tj. 2. etapy. Zahájení činnosti h předpokládá zakončení dílčích úloh c, e, tj. 3. etapy. Úloha A je splněna, jsou-li zakončeny všechny dílčí úlohy (práce).

Trvání jednotlivých prací uvedené úlohy A je dáno např. údaji, uvedenými v tabulce I a znázorněnými na obr. 3.

Z hodnot uvedených v tabulce I, vypočteme podle (2) a (3) t_e a σ_{te} , což je uvedeno v tabulce II.



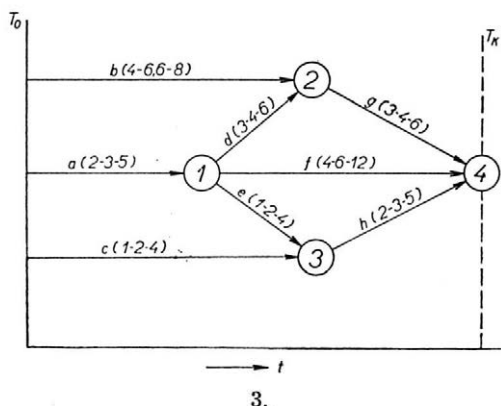
2.

I.

Práce	Nejkratší trvání práce v čas. j. m_1	Nejpravděpodobnější trvání práce v čas. j. m	Nejdelší trvání práce v čas. j. m_2
a	2	3	5
b	4	6,6	8
c	1	2	4
d	3	4	6
e	1	2	4
f	4	6	12
g	3	4	6
h	2	3	5

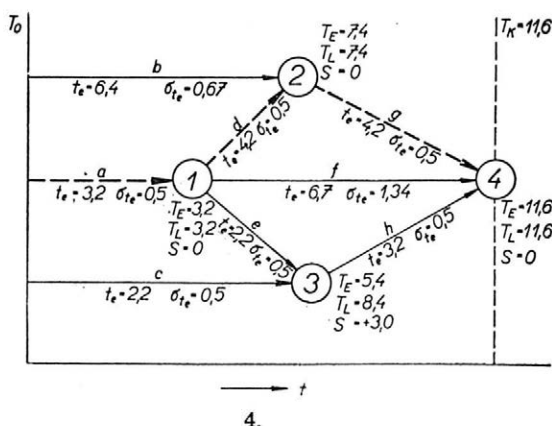
II.

Práce	t_e v čas. j.	t_e v čas. j.
a	3,2	0,5
b	6,4	0,67
c	2,2	0,5
d	4,2	0,5
e	2,2	0,5
f	6,7	1,34
g	4,2	0,5
h	3,2	0,5



3.

Z obrázku 4 je zřejmé, že konečný termín T_K pro dokončení úlohy A je v našem případě stejný s T_E u etapy 4., tj. je 11,6 časových jednotek se směro-



4.

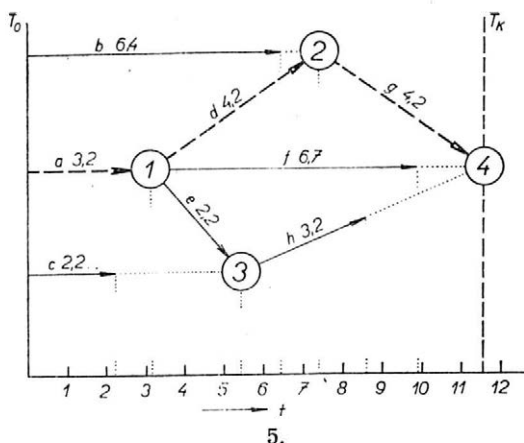
datnou odchylkou 1,5 časových jednotek. Podle (4) určíme kritickou cestu, která je v síti vyznačena trhanou čarou. Kritickou cestu tvoří činnosti a, d, g, tj. etapy 1., 2., 4. Naproti tomu můžeme prodloužit trvání činností b, e, c, f, h, aniž bychom překročili konečný termín T_K . Toto je zřejmé z obrázku 5, který je zakreslen v přesném časovém měřítku. Tečkovaně je vyznačena volnost v plnění určitých dílčích úloh.

Předpokládejme, že finanční náklady dokončení úlohy A za 11,6 časových jednotek činí 520 milionů peněžních jednotek. Položme si nyní otázku, zda je efektivní zkrátit termín zakončení úlohy A o 1 časovou jednotku.

Sestavíme program, zvaný „zrychlený“, do něhož dosadíme jak technicky možné zrychlení dílčích úloh, tak i vyšší ná-

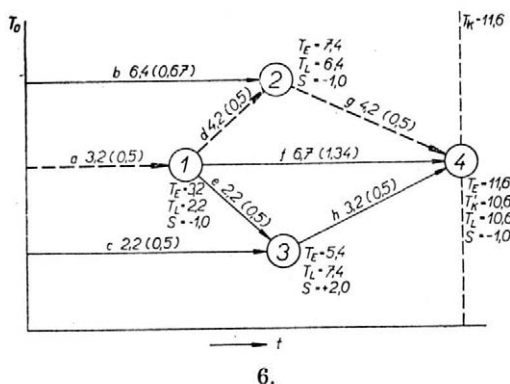
III.

Práce	Normální program		„Zrychlený“ progr.		Náklad na „zrychlení“ za 1 čas. jedn. v mil. peněžních jednotek
	t_e	pravděp. nákl. v mil. peněž. j.	t_e	pravděp. nákl. v mil. peněž. j.	
a	3,2	25	2,7	37,5	25
b	6,4	100	5,9	112,5	25
c	2,2	80	1,7	100,0	40
d	4,2	50	3,7	60,0	20
e	2,2	75	1,7	87,5	25
f	6,7	80	5,7	90,0	10
g	4,2	60	3,7	75,0	30
h	3,2	50	2,7	60,0	20
Celkový náklad		520		622,5	

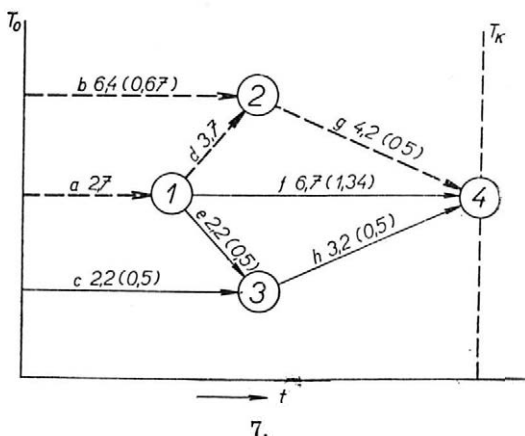


klady, které by bylo nutno vynaložit na novou techniku, personální zabezpečení atd.

Zkrátíme-li konečný termín T_K o 1 časovou jednotku, dostáváme v našem případě $T'_K = 10,6$. Znázornění je v obrázku 6.



Nejvýhodnější je tudíž 1. varianta, tj. zkrácení činnosti **a**, **d**, neboť je úspornější s ohledem na 2. variantu o 5 milionů peněžních jednotek a ke 3. variantě o 2,5 milionů peněžních jednotek. Splnění úlohy **A** za 10,6 časových jednotek má za následek finanční náklad 542,5 milionů peněžních jednotek.



Zkrácením činností **a**, **d** dostáváme dvě kritické cesty:

- I. kritická cesta je tvořena etapami 1., 2. a 4., činnostmi **a**, **d**, **g**.
- II. kritická cesta, tvořená etapami 2. a 4., činnostmi **b**, **g**.

Plnění úlohy lze ještě dále „zrychlit“, jestliže konečný termín $T_K'' = 10,1$. V tomto případě můžeme zkrátit jen činnost **g** o 0,5 časové jednotky, což má za následek další zvýšení finančních nákladů o 15 milionů peněžních jednotek. Úloha **A** je tedy splněna za 10,1 časových jednotek s finančním nákladem 557,5 milionů peněžních jednotek.

Kritická cesta není vždy ve skutečnosti stejná. Tuto změnu mohou vyvolat nepředvídané události. Zůstává však vždy možnost, promítnout tuto změnu na celkové dokončení prací.

Jak jsem se již zmínila na začátku tohoto sdělení, vznikla v roce 1958 ve Francii z podnětu pracovníků SEMA – Société d'Economie et de Mathématique appliquées (Společnost pro ekonomii a užitou matematiku) metoda potenciálů při řešení rozsáhlého problému plánování (100 dílčích úloh s 1000 omezujícími podmínkami).

Obě zde jmenované metody vykazují nápadnou podobnost. Přesto se od sebe

liši nejen způsobem řešení, ale i zobrazením skutečností v matematickém modelu.

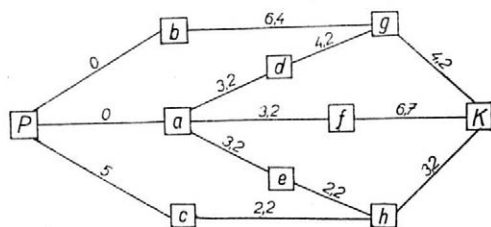
Naši úlohu, řešenou metodou PERT, lze při metodě potencionálů vyjádřit tabulkou IV, jejíž grafická interpretace je v obrázku 8.

IV.

Činnost	a	b	c	d	e	f	g	h	K
Předcházející činnost	P: 0	P: 0	P: 0	a: 3,2	a: 3,2	a: 3,2	b: 6,4 d: 4,2	c: 2,2 e: 2,2	f: 6,7 g: 4,2 h: 3,2

Z tabulky IV je zřejmé pro každou činnost a, b, c, d, e, f, g, h — která činnost musí předcházet její realizaci.

Symbol P: 0 značí, že činnost např. a může začít v okamžiku T_0 . Symboly b: 6,4; d: 4,2 ve sloupci g vyjadřují omezení činnosti g, tj. činnost g může začít jen tehdy, jestliže od započetí činnosti b uplynulo 6,4 časových jednotek a od započetí činnosti d uplynulo 4,2 časové jednotky. Symbol K značí zakončení celé úlohy, které nastane tehdy a jen tehdy, jsou-li splněny činnosti f, g, h, které však nejsou nikterak vázány ukončením předcházejících činností.



9.

Závěrem bych ráda poukázala na význam metod teorie grafů i pro řízení zemědělské výroby (podniku).

Těchto metod lze použít všude, kde

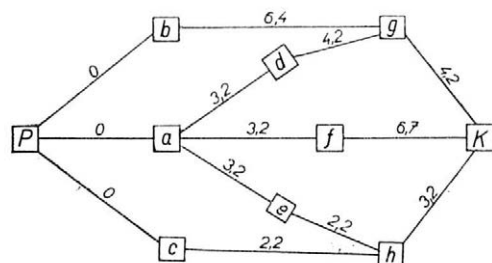
a) několik činností se plní souběžně,
b) některá činnost vykazuje určitý stupeň rozpracovanosti, aby mohla začít druhá činnost (svoz cukrovky, aniž by všechna cukrovka byla vyorána),

c) čas realizace jednotlivých činností není jednoduchým parametrem, ale naopak je to základní neznámá, jejíž velikost závisí na vybavení atd. (personální, materiální, počasí atd.).

Je samozřejmé, že úlohy pomocí obou zde zmíněných metod (PERT, metoda potencionálů) lze úspěšně řešit na samočinných počítačích. Většina západních samočinných počítačů je vybavena standardními programy pro řešení úloh metodou PERT.

Cílem tohoto článku je ukázat na další druh ověřených matematických metod, které jsou používány k řízení a koordinaci složitých výrobních procesů.

Je obecně známo, že právě zeměděl-



8.

Uzly v síti představují činnosti a čáry omezení, tj. čas potřebný k tomu, aby mohla nastat další činnost. Předpokládáme, že v našem příkladě činnost c nemůže začít dříve, dokud neuplynulo 5 časových jednotek od začátku řešení celé úlohy (např. pro nepřítel počasí nebo z nedostatku techniky). Potom do tabulky IV do sloupce c vepíšeme symbol P: 5, čímž vyjádříme příslušnou podmínku, která vede k umístění č. 5 do sítě místo 0 na spojnici P_c (obr. 9).

ství je takovým odvětvím materiální výroby, kde v důsledku působení různých biologických zákonitostí i půdních a klimatických podmínek, mají jednotlivé agrotechnické úkony a pracovní operace, zejména v rostlinné výrobě, nejen svou nezbytnou časovou posloupnost, ale také svá časová omezení.

Zavádění nové techniky a technologie může sice podstatně přispět ke zkrácení dosavadní, často zcela nevyhovující délky jednotlivých agrotechnických úkonů a pracovních operací až na hranici danou biologickými požadavky plodin a hospodářských zvířat, nemůže však podstatně změnit nezbytnou časovou návaznost jednotlivých úkonů. Je však známo, že časová návaznost jednotlivých úkonů není absolutní, tzn., že je možné zpracovat druhý úkon nikoli až po úplném dokončení úkonu prvního, ale v těsné návaznosti na jednotlivé etapy úkonu prvního. Tak např. je známo, že podmínka má být vykonána nikoli až poté, kdy je celá plocha obilovin sklizena, ale prakticky ihned za sklízecím

strojem; obdobné to je s orbou, válením, vláčením, setím atd.

Na druhé straně je však nutno v důsledku zásahu počasí určité úkony odsouvat, jiné urychlit apod. Všechny tyto skutečnosti, které se v průběhu roku v každém zemědělském závodě objevují ve značném rozsahu, svědčí o tom, že je žádoucí, abychom tyto nové metody propracovali a na příkladu ze zemědělské praxe možnost jejich uplatnění vyzkoušeli. To je záhodno tím spíše, že zavádění nové techniky a technologie nemusí být vždy spojeno jen s izolovaným zvýšením nákladů. Odstranění různých ztrát ve výrobě, zvýšení hektarových výnosů a kvality zemědělské produkce, které tím získáme, a konečně rychlejší uvolňování sklizených ploch, které na nich umožní další zemědělskou výrobu, může být totiž jak pro daný zemědělský závod, tak i pro celé národní hospodářství vysoce efektivní.

Naznačené metody mohou pak přispět k nalezení nejvhodnější cesty k dosažení tohoto cíle.

Užití metody lineárního programování při řešení dopravního problému při kooperaci v chovu skotu

Inž. Vladimír STÁREK, inž. Vladimíra MACHOVÁ
Výzkumný ústav zemědělské ekonomiky, Praha

Ve Výzkumném ústavu zemědělské ekonomiky v Praze je řešen úkol „Výzkum kooperace v chovu skotu“. Jeho cílem je mj. stanovit, k jak velkým přesunům by mělo dojít mezi jednotlivými okresy našeho státu u mladého chovného skotu a u mladého skotu určeného na výkrm při organizaci chovu skotu, vycházející z důsledného rozmístění jeho jednotlivých kategorií podle jejich požadavků na přírodní a ekonomické podmínky.

V souhrnu se jeví vhodnost jednotlivých výrobních oblastí našeho státu pro rozmístění jednotlivých kategorií skotu podle přírodních podmínek takto:

Výrobní oblast	I. pořadí vhodnosti pro rozmístění	II. pořadí vhodnosti pro rozmístění
kukuřičná	výkrm	chov dojnic + telata do 6 měsíců
řepařská	chov dojnic + telata do 6 měsíců	výkrm
bramborářská	chov dojnic + telata do 6 měsíců	výkrm i odchov mladého skotu
podhorská	odchov mladého skotu	chov dojnic + telata do 6 měsíců
horská	odchov mladého skotu	chov dojnic + telata do 6 měsíců

Podle uvedeného pořadí vhodnosti bylo při řešení úkolu uskutečněno výhledově rozmístění jednotlivých kategorií skotu, a to nejprve do pěti výrobních oblastí a v další etapě i do jednotlivých okresů státu. Toto rozmístění bylo ještě upraveno tak, aby v příměstských oblastech velkých měst a v průmyslových střediscích stavy krav zajišťovaly alespoň výrobu mléka pro přímý konzum a pro výrobu mléčných výrobků, nesnášejících dlouhou dopravu a uskladnění. Tím byla respektována i jedna z nejdůležitějších ekonomických podmínek.

Takovéto rozmístění skotu má za následek, že v okresech, kde převládá jedna výrobní oblast, bude chována v převážující míře jedna nebo dvě kategorie sko-

tu. Aby byla v těchto okresech zajištěna potřebná reprodukce stáda skotu, ať prostá nebo rozšířená, musí mezi nimi dojít ke vzájemné kooperaci. To znamená, že okresy s vysokým stavem dojnic a tím i telat do 6 měsíců, tj. nížinné okresy řepařské a částečně též bramborářské oblasti a okresy příměstské a průmyslové, budou dodávat část mladých jaloviček na odchov do okresů horských a podhorských. Naopak tyto okresy budou nížinným a příměstským okresům odchovávat z dodaných jaloviček vysokobřezí jalovice. Z horské, podhorské a částečně bramborářské oblasti budou do nížin, zvláště pak do kukuřičné oblasti, přesunováni všichni býčci na výkrm.

Z uvedeného je vidět, že dojde-li v na-

šem chovu skotu k uplatnění navržené specializace, tzn. že bude zaveden v zemědělských výrobních jednotkách „systém uzavřeného obratu stáda“ skotu, je třeba řešit dopravní problém spojený s přesunem zvířat mezi jednotlivými okresy.

Úkolem proto je, stanovit pro vzájemnou kooperaci jednotlivé okresy tak, aby v celostátním měřítku byl počet ujetých kilometrů při přepravě zvířat mezi těmito okresy co nejmenší. Je nutno ještě podotknout, že se všechny okresy neúčastní této kooperace, neboť je u nás celá řada okresů, v nichž jsou jednotlivé výrobní oblasti zastoupeny v takovém poměru, že důsledná specializace skotu podle přírodních a ekonomických podmínek může být uskutečněna v hranicích okresu, tj. bez mimo-okresních, event. mezikrajských přesunů zvířat.

Z hlediska použitých dopravních prostředků je vhodnější automobilová do-

prava proti dopravě po železnici, protože je možno zvířata nakládat přímo v zemědělských závodech, a vykládat přímo na místě určení. Nemusí tedy docházet ke dvojímu zbytečnému mezipřekládání z aut do vagónů při nakládce a vykládce. Mimo toho je doprava auty mnohem rychlejší. Rovněž potřeba obsluhujícího personálu je při dopravě auty menší, neboť odpadá krmení a napájení zvířat, se kterým se vždy při dopravě po železnici musí počítat. Při určité vzdálenosti však tyto výhody přestávají působit, neboť náklady na dopravu nákladními auty se velmi zvyšují v důsledku nevytížení vozů při zpáteční cestě.

Požadavkem proto je, aby co největší množství zvířat bylo přepraveno auty, event. traktory. Z tohoto hlediska má minimalizace dopravních vzdáleností své opodstatnění. Problém byl řešen metodou lineárního programování, a to tzv. dopravním problémem.

Matematické řešení

1. Ekonomická formulace problému

Je dán určitý počet m vývozních míst, z nichž je třeba přesunout určitou kategorii skotu (např. březích jalovic). Na druhé straně je dán určitý počet n dovozních míst.

Označme symbolem V ($i = 1, 2, \dots, m$) vývozní místo, z něhož skot přesunujeme, symbolem D ($j = 1, 2, \dots, n$) dovozní místo, do něhož skot dovážíme.

Označme a_i ($i = 1, 2, \dots, m$) množství v tunách vyváženého skotu. Množstvím a_i budeme rozumět kapacitu i -tého vývozního místa V .

Symbolem b_j ($j = 1, 2, \dots, n$) označme množství v tunách dováženého skotu. Množstvím b_j budeme rozumět kapacitu j -tého dovozního místa D .

S ohledem na ekonomický význam a_i , je zřejmý předpoklad

$$\begin{aligned} a_i &> 0, & \text{pro } i = 1, 2, \dots, m; \\ b_j &> 0, & \text{pro } j = 1, 2, \dots, n; \end{aligned} \quad (1,1)$$

Ekonomickou rovnováhu mezi množstvím vyváženého a dováženého skotu lze vyjádřit vztahem

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j \quad (1,2)$$

Symbolem x_{ij} označme množství (v tunách) skotu, které vyváží i -té vývozní

místo V do j -tého dovozního místa D . Ekonomickým významem symbolu x_{ij} ($i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$) je zdůvodněna podmínka

$$x_{ij} > 0 \quad \text{pro } i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n \quad (1,3)$$

Skutečnost, že veškerá kapacita a_i vývozního místa V_i se vyčerpá a v místě nezůstává žádný skot, který byl určen pro vývoz, vyjádříme

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i \quad (i = 1, 2, \dots, m) \quad (1,4)$$

Obdobně vyjádříme skutečnost, že každé dovozní místo D_j bylo plně uspokojeno ve svém požadavku

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j \quad (j = 1, 2, \dots, n) \quad (1,5)$$

Přesun skotu z určitého vývozního místa do určitého dovozního místa vyžaduje určité finanční náklady, jejichž výše závisí na vzdálenosti jednotlivých míst, druhu dopravy a dopravovaném množství. Budeme předpokládat, že pro každé vývozní a dovozní místo je dáno určité kladné číslo c_{ij} , které nazveme sazbou a které v našem případě vyjadřuje vzdálenost v km z vývozního místa V_i do dovozního místa D_j . Tyto sazby jsou obecně pro každou dvojici

$V_i D$ různé. Budeme předpokládat, že jsou dána čísla

$$c_{ij} > 0 \quad (i = 1, 2, \dots, m; \quad 0j = 1, 2, \dots, n; \quad (1,6)$$

představující sazby mezi jednotlivými vývozními a dovozními místy tak, jak jsme popsali.

Za nejvhodnější možný přesun skotu budeme považovat takový přesun charakterizovaný čísly x_{ij} , vyhovující podmínkám (1,3), (1,4), (1,5), při němž počet tunokilometrů

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij} C_i \quad (1,7)$$

bude minimální.

Na základě všech dosavadních úvah můžeme jednoznačně formulovat náš ekonomický problém:

Mějme m vývozních míst V_i s kapacitami a_i ($i = 1, 2, \dots, m$) a n dovozních míst D_j s kapacitami b_j ($j = 1, 2, \dots, n$). Pro každou dvojici $V_i D_j$ je dána sazba $c_{ij} > 0$ ($i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$). Úkolem je určit nejvhodnější možný přesun skotu tak, jak jsme už výše uvedli.

2. Matematická formulace problému

Nechť existují dvě soustavy kladných čísel

$$a_i > 0, \quad i = 1, \dots, m \quad (2,1)$$

$$b_j > 0, \quad j = 1, \dots, n \quad (2,2)$$

za předpokladu, že m, n jsou přirozená čísla, $m \geq 2, n \geq 2$ *) Předpokládejme dále platnost

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j \quad (2,3)$$

Každou soustavu $m + n$ čísel $a_1, a_2, \dots, a_m; b_1, b_2, \dots, b_n$ nazveme soustavou S a budeme označovat $S(a_1, a_2, \dots, a_m; b_1, b_2, \dots, b_n)$. Řešením dané soustavy $S(a_1, a_2, \dots, a_m; b_1, b_2, \dots, b_n)$ nazveme každou soustavu m, n čísel x_{ij} ($i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$), za předpokladu, že

$$x_{ij} \geq 0 \quad \text{pro } (i = 1, 2, \dots, m; \quad j = 1, 2, \dots, n) \quad (2,4)$$

*) případ $m = 1, n = 1$ je i z ekonomického hlediska triviální, proto ho z našich úvah vypoustíme.

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i \quad \text{pro } i = 1, 2, \dots, m \quad (2,5)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j \quad \text{pro } j = 1, 2, \dots, n \quad (2,6)$$

Nechť mimo dané soustavy $S(a_1, a_2, \dots, a_m; b_1, b_2, \dots, b_n)$ je dáno m, n kladných čísel $c_{ij} > 0$ ($i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$); (2,7).

Nyní můžeme přistoupit k matematické formulaci problému: Mějme soustavu $S(a_1, a_2, \dots, a_m; b_1, b_2, \dots, b_n)$ a matici C, m, n čísel c_{ij} .

Úkolem je

a) popsat množinu všech řešení dané soustavy S ,

b) zjistit existenci takových řešení dané soustavy S , pro něž lineární forma

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (2,8)$$

nabývá na množině všech řešení absolutního minima,**)

c) charakterizovat názorné řešení soustavy S , které zaručuje absolutní minimum (2,8),

d) nalézt vhodný algoritmus pro výpočet toho řešení dané soustavy, které vede k absolutnímu minimu formy (2,8).

V dalších odstavcích budeme nyní postupně odpovídat na jednotlivé body.

3. Geometrická interpretace všech řešení dané soustavy

Každé řešení soustavy $S(a_1, a_2, \dots, a_m; b_1, b_2, \dots, b_n)$ lze geometricky interpretovat jako souřadnice bodu m, n rozměrného prostoru, který označíme L_{mn} . Bod $P \in L_{mn}$ o souřadnicích x_{ij} bude znamenat bod z L_{mn} o souřadnicích v nanačném pořadí.

$$P(x_{ij}) = P(x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1n}, x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2n}, \dots, x_{mn})$$

Označme M množinu všech bodů $P \in L_{mn}$, které vyhovují (2,4), (2,5) a (2,6). Množina M je tedy geometrickou interpretací všech řešení dané soustavy.

**) Nechť funkce $z(x_1, x_2, \dots, x_n) = z(p)$ je definována na množině M . Říkáme, že funkce $z(p) = z(x_1, x_2, \dots, x_n)$ nabývá v bodě $p_0 \in M$ absolutního minima na množině M , jestliže pro všechny body $p \in M$ platí, že $f(p) > f(p_0)$.

Popisem množiny všech řešení dané soustavy S budeme rozumět její popis jako bodové množiny v L_{mn} .

4. Minimum lineární formy

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

Je zřejmé, že lineární forma (2.8) je spojitou funkcí. Každá spojitá funkce na uzavřené množině*) nabývá minima v některém bodě této množiny.

Tedy pro každou danou soustavu $S(a_1, b_2, \dots, a_m; b_1, b_2, \dots, b_n)$ existuje alespoň jedno takové řešení, pro něž nabývá daná forma (2.8) na množině všech řešení M (která je uzavřená) absolutního minima.

5. Názorné řešení

Lze vyslovit toto tvrzení:

Jestliže je dána soustava $S(a_1, a_2, \dots, a_m; b_1, b_2, \dots, b_n)$ a polyedr**) P reprezentující všechna řešení dané soustavy S , potom existuje alespoň jeden vrchol polyedru P takový, že v něm nastává absolutní minimum dané lineární formy (2.8) na množině všech bodů P .

Pro řešení konkrétního ekonomického problému je velmi důležité jednoduchým způsobem rozhodnout o tom, zda nějaké řešení soustavy S představuje vrchol příslušného polyedru P . Nejlepší by bylo nalézt všechny vrcholy polyedru P , dosadit jejich hodnoty do (2.8) a zjistit, pro který vrchol P , nabývá (2.8) nejmenší hodnotu. Tato úvaha je teoreticky správná, ale prakticky je neuskutečnitelná, neboť pro hrubý odhad počtu vrcholů polyedru P platí

$$(m-1)(n-1) < v \leq \frac{(m+n)!}{[(m-1)(n-1)]!}$$

*) Nechť je dán bod A , který je bodem prostoru L_{mn} . Okolím O_r bodu A budeme rozumět vnitřek koule se středem v A a poloměru r . Tzn., že okolím O_r rozumíme všechny body $X \in L_{mn}$, pro které platí $q(AX) < r$.

Nechť množina M patří do prostoru L_{mn} . Máme bod $Z \in L_{mn}$, který je hromadným bodem množiny MCL_{mn} , což znamená, že v každém okolí bodu Z leží nekonečně mnoho bodů množiny M . Množinu M nazýváme uzavřenou množinou.

**) Konvexním polyedrem např. jednorozměrným je úsečka, jejíž koncové body jsou vrcholy jednorozměrného polyedru.

(Pro $m=3, n=3$ je 15 120 vrcholů, což je číslo jistě účtyhodné.)

Počet tunokilometrů bude poměrně nízký, jestliže přesun skotu stanovíme takto: Sazby $c_{ij} > 0$ ($i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n$) uspořádáme v neklesající posloupnost

$$c_{i_1 j_1} z \leq c_{i_2 j_2} \leq \dots \leq c_{i_{nm} j_{mn}}$$

V místě, kde sazba je nejnižší, přesunujeme v největším možném množství. Tak se přiblížíme hledanému řešení a nazýváme tento krok první aproximací hledaného řešení. Vyjdeme nyní z první aproximace, odpovídající určitému vrcholu polyedru P a postupujeme po jeho hranách*) tak, až dosáhneme takového vrcholu polyedru P , v němž nastává minimum dané formy (2.8).

6. Algoritmus úlohy

V odstavci 1. jsme ekonomicky formulovali naši úlohu a v dalších odstavcích jsme popsali postup při řešení úlohy. Nyní jde o to, stanovit předpis, podle kterého při výpočtu postupujeme.

1. Je-li možné, zjistíme, zda S soustava je regulérní, tj. zda platí.

$$\sum_{s=1}^1 a_{is} = \sum_{r=1}^1 b_{jr} \quad (i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n)$$

Jestliže tomu tak není, nebo nemůžeme-li toto snadno zjistit, musíme učinit takovou úpravu S -soustavy, abychom s ní mohli počítat jako se soustavou regulérní.

2. Nalezneme první aproximaci hledaného řešení, tj. vrchol P_0 polyedru P , reprezentující všechna řešení dané soustavy S .

3. Nalezneme hrany polyedru P vycházející z vrcholu P_0 , z nichž vybereme jen ty, podél nichž hodnota dané lineární formy klesá. Neexistuje-li taková hrana vycházející z P_0 , potom P_0 odpovídá hledanému řešení.

4. Jestliže P_0 neodpovídá hledanému řešení, tj. existují-li hrany polyedru P vycházející z vrcholu P_0 , podél nichž hodnota dané lineární formy klesá, najdeme všechny hrany této vlastnosti a

*) Hranou polyedru rozumíme úsečku h , která má tuto vlastnost. Mimo přímky, obsahující úsečku h , neexistuje žádná jiná přímka, jdoucí libovolným bodem úsečky h a mající tu vlastnost, že s uvažovaným bodem by patřilo k polyedru P určité okolí tohoto bodu na příslušné přímce.

na nich vrcholy sousední*) k vrcholům P_1 .

5. Ze sousedních vrcholů k vrcholu P_0 vybereme ten, který vede k nejmenší hodnotě dané lineární formy. Mají-li dva nebo více vrcholů uvedenou vlastnost, potom z nich zvolíme jeden libovolně. Označíme ho P_1 .

6. Bod P_1 posuzujeme jak je popsáno v 3., 4. a 5.

7. Proces 3. až 6. opakujeme tak dlouho, až nalezneme takový vrchol polyedru P , že po žádné hraně z něho vycházející hodnota dané lineární formy neklesá. Potom tento vrchol je hledaným řešením.

7. Konkrétní řešení

V našem případě, jehož ekonomická a matematická formulace je uvedena v odstavcích 1 a 2, šlo vlastně o řešení tří samostatných, i když obsahově stejných soustav.

V prvním případě šlo o přesun šestiměsíčních jalovic $m = 90$, $n = 49$, ve druhém o přesun březích jalovic $m = 48$, $n = 46$ a konečně ve třetím o přesun šestiměsíčních býčků $m = 112$, $n = 39$.

Z uvedeného je zřejmé, že rozměry řešených soustav byly značné, a proto

jsme k výpočtu použili samočinného počítače Sirius, který je majetkem Výzkumného ústavu hutnictví a železa v Praze. Sirius, výrobek firmy Ferranti Ltd. Hollinwood Lancashire, Anglie, je malý transistorový samočinný počítač s kapacitou paměti 1000 až 10 000 slov a s průměrnou operační rychlostí 1000 op/sec. (Př. 20 rovnic o 20 neznámých vyřeší asi za 2 minuty.) Počítač je konstruován pro vědeckotechnické výpočty, ale po připojení děroštitkové soupravy (ta v ČSSR dosud není), lze ho použít i pro řešení ekonomických úloh. Samočinný počítač Sirius pracuje jak ve strojovém kódu, tak i v autokódu. Naše úlohy jsme řešili pomocí Transiru, což je standardní program pro řešení dopravního problému na počítači Sirius. Tento program provádí optimální distribuci s omezením (na rozsah paměti počítače) $13m + 8n + mn < 6500$, je sestaven ve strojovém kódu v režimu pevné řadové čárky. Obecný algoritmus řešení je popsán v odstavci 6. Tzn., že v prvním kroku stroj nalezne základní řešení, tj. první aproximaci. Zpřesňování dělá stroj podle modifikované Dantzigovy metody.

Optimální řešení našich případů jsme získali po jistém počtu iterací, jak je zřejmé z tabulky I.

I.

m	n	Počet iterací	$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij} c_{ij}$ (počet tunokilometrů)
90	49	340	1 905 007
48	46	291	5 285 295
112	39	419	14 397 767

Výpočet všech tří úloh trval na počítači 6 1/2 hodiny.

Rozbor řešení

U jednotlivých kategorií skotu, které se zúčastní přesunů, jsou tyto výsledky:

Z celkového počtu 93 500 kusů šesti-

měsíčních jalovic, které mají být mezi okresy přesunuty, bude na vzdálenost do 100 km přepraveno asi 35 500 kusů, což je 38 % z celkového počtu přepravova-

*) Dva vrcholy polyedru P , které jsou krajními body jedné a téže hrany polyedru, nazveme sousedními vrcholy polyedru P . Jsou-li

P_1 a P_2 dva sousední vrcholy polyedru P , potom říkáme, že P je vrchol sousední k vrcholu P_2 a P_2 je vrchol sousední k P_1 .

ných jalovic. Do tohoto pásma spadají okresy východočeské nížiny (Hradec Králové, Pardubice, Jičín), jejichž jalovičky by měly být odchovány v oblasti Krkonoš a Orlických hor (okresy Trutnov, Rychnov nad Kněžnou a Ústí nad Orlicí). Dále sem patří některé okresy příměstské oblasti Prahy (Kolín, Mladá Boleslav, Nymburk, Kutná Hora), které budou kooperovat jednak s okresy v oblasti Jizerských hor a Krkonoš (Liberec, Jablonec nad Nisou a Trutnov), jednak s okresem Žďár nad Sázavou na Českomoravské vysočině. Třetí skupinou tohoto pásma jsou okresy Dyjsko-svrateckého úvalu (Brno-venkov, Brno-město, Hodonín, Znojmo a Třebíč), pro něž se počítá s odchovnou oblastí na Českomoravské vysočině v okresech Žďár nad Sázavou a Jihlava, a v Beskydech v okrese Vsetín. Další skupinu tvoří okresy v oblasti Hornomoravského úvalu – Hané, a to Olomouc, Kroměříž, Přerov, Nový Jičín, odkud budou jalovičky posílány do Jeseníků (okr. Bruntál) a do Beskyd (okr. Vsetín).

Na Slovensku toto pásmo zahrnují okresy Rimavská Sobota, Levice a Nitra, odkud bude přesun jalovic směřovat do okresů Rožnava, Zvolen, Banská Bystrica a Žiar nad Hronom. Ve východoslovenské nížině tvoří pak okresy Košice a Michalovce poslední skupinu tohoto pásma s vazbou na okresy Spišská Nová Ves a Prešov.

V pásmu 100–200 km bude přepravena největší část jaloviček, a to asi 50 500 kusů, tj. 54 %. Spadají sem především okresy pražské příměstské oblasti, jejichž převážná část, tj. okresy Praha-východ a Praha-západ, Benešov, Kladno, Kolín a Beroun se budou orientovat většinou na šumavské okresy Český Krumlov, Prachatice a Klatovy, zatímco menší severní část okresů, tj. Mělník, Nymburk, budou své jalovičky posílat jednak do oblastí západních Čech (Karlovy Vary), jednak do oblasti Jizerských hor (Liberec). Menší část jaloviček z okresu Kolín, zvláště z jeho východní části, ještě půjde do Orlických hor (Ústí nad Orlicí). Z pražské příměstské oblasti by mělo být do uvedených odchovných oblastí ročně převáženo přibližně 20 000 jaloviček.

Druhou velkou skupinou v tomto pásmu jsou okresy podunajské nížiny na jižním Slovensku, tj. Bratislava-venkov, Senica, Trnava, Nitra, Topolčany, Galanta, Dunajská Streda, Nové Zámky, Komárno a Levice, které budou větší část svých jaloviček posílat do okresů západní části Nízkých Tater (Martin,

Banská Bystrica, Žiar nad Hronom, Zvolen) a menší část, a to jen z okresů Bratislava-venkov, Senica a Trnava, do okresů v oblasti Beskyd (Gottwaldov, Vsetín). Celkem by mělo být z okresů podunajské nížiny přemístěno k odchovu do západní části Nízkých Tater a do Beskyd ve vzdálenostním pásmu 100 až 200 km asi 10 000 jaloviček.

Na zbývající části se podílejí některé okresy východoslovenské nížiny, tj. Michalovce a Trebišov s vazbou na okresy východní části Nízkých Tater, tj. Spišská Nová Ves, Rožnava a Prešov. Dále jsou to okresy všech tří moravských úvalů (Hornomoravský, Dolnomoravský a Dyjskosvratecký) především s vazbou na odchovnou oblast Jeseníků a v menší části též na Českomoravskou vysočinu, Beskydy a Orlické hory. Konečně nejmenší skupinu v tomto pásmu tvoří okresy Louny a Litoměřice, jejichž jalovičky by měly být odchovány na pastvinách okresů Cheb a Sokolov.

V pásmu s dopravními vzdálenostmi 200–300 km by mělo být přesunuto přibližně 7500 jaloviček, tj. asi 8 %. Jde vesměs o přepravu jalovic, které již nebylo možno umístit v nejbližším směru od okresu produkčního k odchovnému, jako tomu je většinou v obou předcházejících pásmech, takže by mělo dojít k přepravě přes některou odchovnou oblast do další. Je tomu tak např. mezi okresem Brno-venkov a Českým Krumlovem, kde by se přes oblast Českomoravské vysočiny mělo převážet asi 800 jaloviček, podobně mezi okresy Znojmo a Český Krumlov by mělo být přesunuto asi 1100 jaloviček.

Uvedené přesuny šestiměsíčních jaloviček představují celkem asi 1 900 000 tunokilometrů. Z toho připadá na auta a traktory 20 %, tj. 380 000 tunokilometrů.

Přesuny odchovaných vysokobřezích jalovic půjdou opačným směrem. Nikoliv sice již v takovém kusovém množství, neboť se v průběhu odchovu počítá se stálým vyřazováním nevhodných kusů k chovu, avšak o značně vyšší váze, jelikož se počítá, že váha jedné šestiměsíční jalovičky se v průběhu odchovu na pastvině zvýší téměř trojnásobně, a to ze 150–160 kg na 450 kg. Zpáteční přesuny, kterých by se mělo zúčastnit asi 90 000 kusů vysokobřezích jalovic ročně, představují téměř 5 300 000 tunokilometrů.

Mnohem větší nároky na dopravu budou vyplývat ze specializace při výkrmu skotu, i když půjde o dopravu jen jedním směrem, a to ze stanovišť od-

chovávajících býčky do stáří šesti měsíců do místa výkrmu.

Je to způsobeno tím, že podstatná část výkrmu (75 %) má proběhnout v řepářské a kukuřičné výrobní oblasti. Rozhodující část uvedených oblastí je soustředěna do podunajské nížiny na území jižního Slovenska a do moravských úvalů (Hornomoravský, Dolnomoravský, Dyjskosvratecký). Do tohoto území, které tvoří jeden celek, přerušeny jen pásmem Bílých a Malých Karpat, směřují přesuny šestiměsíčních býčků ze všech okresů Jihočeského kraje, ze všech okresů Východočeského kraje mimo okresy Pardubice a Hradec Králové a dále z okresů jižní části Středočeského kraje.

V uvedených případech jde většinou o přesuny na velké vzdálenosti od 200 km výše. Z blíže položených okresů, které sem budou dodávat býčky na výkrm, jsou to okresy z oblasti Jeseníků, Beskyd, Vysokých Tater a z moravské části Českomoravské vysočiny.

Z celkového množství 364 000 býčků, kteří by měli být mezi okresy přesunuti, připadá na uvedenou oblast 260 700 kusů, tj. 72 %. Zbývající část je pak rozdělena mezi okresy východoslovenské nížiny, polabské nížiny a některé západočeské okresy. Ve východoslovenské nížině jde o okresy Košice, Michalovce a Trebišov, které budou dostávat býčky z okresů Poprad, Bardějov, Prešov, Spišská Nová Ves a Humenné. V polabské nížině jsou to okresy Pardubice, Mladá Boleslav, Litoměřice, Česká Lípa s příslušným z okresů Nymburk, Mělník, Jablonec nad Nisou a Liberec. Mezi západočeské okresy patří Cheb, Sokolov, Karlovy Vary, Tachov, Chomutov a Most, kam se budou býčci dovážet ze západní části Šumavy (okresy Domažlice, Klatovy) a z okresů západní části Středočeského kraje (Kladno, Rakovník, Beroun).

Uvedené přesuny býčků na výkrm představují celkem asi 14 400 000 tunokilometrů. Z toho připadá na auta a traktory 661 000 tunokilometrů, tj. jen 4,6 %.

Stejnoměrné rozdělení určitého množství pomocí optimálního ocenění kvantifikovatelných činitelů

Dipl. matematik — ekonom Klaus SCHNABEL

Ústav pro zemědělskou ekonomiku Německé akademie zemědělských věd,
Neetzow

Často je nezbytné rozdělit dané fondy maximálně rovnoměrně podle určitého měřítka více skupinám (např. krajům, okresům, jednotlivým závodům atd.). Přitom jsou zájmy jednotlivých skupin rozdílné, pokud jde o stanovení měřítka, podle něhož se má rozdělení realizovat. Dané měřítka se bude více nebo méně odchylovat od zájmů jednotlivých skupin. Je snadno pochopitelné, že rozdělení daných fondů bude maximálně rovnoměrné tehdy, až bude minimální suma odchylek stanoveného měřítka od zájmů všech skupin. S ohledem na takto formulovanou podmínku je možno sestavit matematický model, který nám poskytne měřítka ocenění pro rovnoměrné rozdělení.

Matematický model

Uvažujme nejprve nejjednodušší příklad: rozdělení určitého fondu podle dvou kvantifikovatelných činitelů F_1 a F_2 . Uvažujeme-li n -skupin, dostáváme pro oba činitele dvě řady procentních sazeb tohoto druhu:

F_1	F_2
f_{11}	f_{21}
f_{12}	f_{22}
.	.
.	.
.	.
.	.
f_{1n}	f_{2n}

Symbolsy f_i vyjadřují procentní podíl i -té skupiny na celkové sumě faktoru F_1 . To analogicky platí i pro f_{2i} . Měřítka, které máme vypočítat, je v obecné formě vyjádřeno takto:

$$(1) \quad x f_{1i} + (1-x) f_{2i} = v_i$$

kde: x je hledaná neznámá, nutná pro stanovení měřítka a v_i je procentní podíl fondu, který máme rozdělit a který má obdržet i -tá skupina. S ohledem na

proměnnou x budou mezi skupinami vystupovat dva rozdílné zájmy. Část si bude přát, aby se x rovnala 1, zatímco druhá část se bude snažit, aby se x rovnala nule, a to podle toho, jeli f_1 větší nebo menší než f_2 . Podle různých zájmů dělíme počet skupin na dílčí množství R

$$\text{pro } f_{1r} \geq f_{2r} \quad r \in R$$

a na druhé dílčí množství S

$$\text{pro } F_{1s} \leq f_{2s} \quad s \in S$$

Rozdělení je prováděno tím způsobem, že všechna $r \in R$ sledují zájem $x = 1$ a všechna $s \in S$ zájem $x = 0$.

Podle těchto obou rozdílných zájmů je možno formulovat dva různé druhy rozdílů mezi vlastními zájmy a obecným měřítkem:

$$(2) \quad [1 \cdot f_{1r} + (1-1) f_{2r}] - [x \cdot f_{1r} + (1-x) f_{2r}] = K_r \text{ pro } r \in R$$

$$[0 \cdot f_{1s} + (1-0) f_{2s}] - [x \cdot f_{1s} + (1-x) f_{2s}] = K_s \text{ pro } s \in S$$

Naopak platí:

$$(3) \quad \begin{aligned} K_r &= (1-x)(f_{1r} - f_{2r}) & r \in R \\ K_s &= x(f_{2s} - f_{1s}) & s \in S \end{aligned}$$

Uvedenou podmínku minima formulujeme matematicky takto:

$$(4) \quad \sum_{r \in R} K_r^2 + \sum_{s \in S} K_s^2 = \text{Min!}$$

Zavedením označení $d_r = f_{1r} - f_{2r}$ a $d_s = f_{2s} - f_{1s}$ dostaneme tento nový tvar (4):

$$(5) \quad (1-x)^2 \sum_{r \in R} d_r^2 + x^2 \sum_{s \in S} d_s^2 = \text{Min!}$$

Diferenciací podle x a nulových sazeb tohoto výrazu, můžeme vypočítat hodnotu pro x , pro kterou je minimum (5):

$$(6) \quad x \left(\sum_{r \in R} d_r^2 + \sum_{s \in S} d_s^2 \right) - \sum_{r \in R} d_r^2 = 0$$

$$(7) \quad x = \frac{\sum_{r \in R} d_r^2}{\sum_{r \in R} d_r^2 + \sum_{s \in S} d_s^2}$$

Dosadíme-li do obecného tvaru vyjádření měřítka (1) hodnotu x podle vzorce (7), můžeme vypočítat, kolik rozdělených fondů připadá na každou skupinu.

Tento zvláštní případ, který se omezuje jen na dva činitele, může posloužit jen k objasnění problematiky. Zkoumejme nyní obecnější příklad, který předpokládá libovolné množství činitelů. Uvažujeme opět n skupin a p činitelů a analogicky k předchozímu dostáváme p řad:

F_1	$F_2 \dots \dots F_p$
f_{11}	$f_{21} \dots \dots f_{p1}$
f_{12}	$f_{22} \dots \dots f_{p2}$
$\vdots$	$\vdots$
$\vdots$	$\vdots$
$\vdots$	$\vdots$
$\vdots$	$\vdots$
f_{1n}	$f_{2n} \dots \dots f_{pn}$

Symbole f_{ij} jsou opět procentními sazbami, přičemž první index označuje číslo činitele a druhý index číslo příslušné skupiny. Z těchto p řad utvoříme dodatečnou řadu f_{mj} , která vyjadřuje největší procento této skupiny. Platí tedy

$$(8) \quad f_{mj} = \max_{i=1, \dots, p} f_{ij}$$

Tato dodatečná řada obsahuje tudíž u každé skupiny výši procenta toho činitele, pro kterého nejvyšší ohodnocení představuje maximální zájem a který může být v důsledku toho ohodnocen 1. Obecný výraz měřítka bude nyní tento:

$$(9) \quad x_1 f_{1j} + x_2 f_{2j} + \dots + x_p f_{pj} = x_j$$

při podmínce, že $x_1 + x_2 + \dots + x_p = 1$
Rozdíly mezi zájmy jednotlivých skupin a obecným měřítkem je možno formulovat

$$(10) \quad f_{mj} - (x_1 f_{1j} + x_2 f_{2j} + \dots + x_p f_{pj}) = K_j$$

Jestliže sečteme čtverce rozdílů, dostáváme matematickou formulaci minimalizačního problému s vedlejší podmínkou:

$$(11) \quad f_{mj} - (x_1 f_{1j} + x_2 f_{2j} + \dots + x_p f_{pj})^2 = \text{Min!}$$

$$x_1 + x_2 + \dots + x_p = 1$$

Aby bylo možno těchto poznatků prakticky využít, může se jevit nezbytným, odchýlit se poněkud od rovnoměrného rozdělení. Řešíme-li totiž takový problém, může se stát, že některá x budou menší než nula. To by při praktické aplikaci způsobilo obtíže, neboť bychom v obecném oceňovacím měřítku určité dosažené výkony (činitele) ohodnotili záporně, tj. dobré výsledky některých činitelů by se jevil jako jejich nedostatky. Takový účinek je z ekonomického hlediska nežádoucí. Zavedením dodatečných podmínek musíme proto nežádoucí možnosti vyloučit, čímž se poněkud odchýlíme od maximálně rovnoměrného rozdělení. Zamýšleného účelu dosáhneme snadno zavedením dodatečných podmínek

$$x_i \geq 0 \quad i = 1, \dots, p$$

Problém jako celek bude mít tento tvar:

$$(12) \quad \sum_{j=1} [f_{mj} - (x_1 f_{1j} + x_2 f_{2j} + \dots + x_p f_{pj})]^2 = \text{Min!}$$

za podmínek

$$x_1 + x_2 + \dots + x_p = 1$$

$$x_i \geq 0 \quad i = 1, \dots, p$$

Tím se dostáváme k problému kvadratického programování, který může

být příslušnými metodami řešen. Pro uvedený příklad můžeme zvolit algoritmus von Wolfoho, který je snadno

dostupný. Pro bližší objasnění dalšího postupu uvádíme problém v maticovém tvaru:

$$Q(x) = (x_1, \dots, x_p) \begin{bmatrix} f_{11}^2 & f_{11}f_{21} & \dots & f_{11}f_{p1} \\ f_{11}f_{21} & f_{21}^2 & \dots & f_{21}f_{p1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{11}f_{p1} & f_{21}f_{p1} & \dots & f_{p1}^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_p \end{bmatrix}$$

$$- \left(\sum_{j=1}^n f_{mj} f_{1j}, 2 \sum_{j=1}^n f_{mj} f_{2j}, \dots, 2 \sum_{j=1}^n f_{mj} f_{pj} \right) \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_p \end{bmatrix} + \sum_{j=1}^n f_{mj}^2 = \text{Min!}$$

při vedlejších podmínkách

$$(1 \ 1 \ \dots \ 1) \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_p \end{bmatrix} = 1$$

$$x_i \geq 0 \quad i = 1, \dots, p$$

Pro větší přehlednost zavedeme zkrácené vyjádření. Matice vyjádříme velkými a vektory malými latinskými

písmeny. Vzorec (13) můžeme tudíž formulovat takto:

$$(14) \quad \begin{aligned} Q(x) &= x' C x - p' x + d = \text{Min!} \\ a' x &= 1 \\ x &\geq 0 \end{aligned}$$

Podle Wolfoho je řešení tohoto problému identické s řešením tohoto

systému rovnic

$$(15) \quad \begin{aligned} 2 Cx - w + au &= p \\ x &\geq 0 \\ w_i x_i &= 0 \end{aligned} \quad \begin{aligned} w &\geq 0; u \text{ libovolná proměnná} \\ \text{pro } i &= 1, \dots, p \end{aligned}$$

přičemž platí

$$w_i = \frac{\delta \Phi}{\delta x_i}$$

$$(16) \quad \Phi(x, u) = Q(x) - p'x + u(a'x - 1)$$

Wolfe řeší nyní tento systém rovnic, přičemž zavedením přídatných proměnných dostává rozšířený systém rovnic, při němž může formulovat výchozí základní řešení, které vyhovuje podmínce,

aby $w_i x_i = 0$. Pomocí simplexové metody se potom vylučují přídatné proměnné a dostáváme žádoucí řešení. Při jednotlivých krocích simplexového postupu musíme respektovat, aby podmín-

ka $x_i w_i = 0$ zůstala stále splněna. Tento dodatek je jedinou odchylkou od simplexového algoritmu lineární optimalizace.

Při uvedeném tvaru se podle Wolfeho předpokládá, že matice, označená symbolem C , je pozitivním výrazem.

V případě, že tato podmínka není splněna, můžeme v poněkud pozmeněném tvaru rovněž použít Wolfeho algoritmu. Abychom dospěli k řešení uvedeného systému rovnic, zavádíme p přídatných, nezáporných, fiktivních proměnných (Schlupfvariable):

$$\begin{aligned} z &= \begin{matrix} z_1 \\ z_2 \\ \vdots \\ z_p \end{matrix} \end{aligned}$$

a dostáváme tento rozšířený systém rovnic

$$\begin{aligned} (17) \quad 2 \quad Cx - w + au + z &= p \\ a'x &= 1 \\ w; x_i &= 0 \\ x \geq 0, w \geq 0, z &\geq 0 \end{aligned}$$

Pro tento systém rovnic můžeme ihned formulovat výchozí základní řešení s

$$\begin{aligned} (18) \quad x_i &= 1, x_i = 0 \text{ pro všechna } j = i \\ &= -f_{ji} \quad j = 1, \dots, p \\ w &= 0, u = 0 \end{aligned}$$

Podle simplexového algoritmu vyjdeme z tohoto základního řešení a minimalizujeme lineární tvar

$$(19) \quad \sum_{i=1}^P z_i$$

přičemž dosažením minima

$$(20) \quad \sum_{i=1}^P z_i = 0$$

dostáváme řešení původního systému rovnic.

Při jednotlivých krocích musíme současně dbát, aby byla dodržena podmínka $w_i x_i = 0$.

I. Procentní podíl jednotlivých oblastí podle čtyř činitelů (1962)

Číslo oblasti	Počet VDJ v % na plochu	Živočišná výroba v %	Hektarů zemědělských půdy v %	Reciproční hodnota disponibilní části krmivové základny v %	f_{mj}
1	7,2	7,5	7,8	6,9	7,8
2	7,5	7,7	8,6	6,0	8,6
3	9,5	8,5	10,5	5,4	10,5
4	9,1	9,0	10,1	5,1	10,1
5	5,1	4,8	5,8	7,9	7,9
6	5,1	5,9	5,6	6,8	6,8
7	11,0	10,3	11,8	4,2	11,8
8	9,6	8,6	9,2	3,7	9,6
9	7,6	6,4	7,5	5,1	7,6
10	4,2	4,6	3,3	11,9	11,9
11	2,4	2,4	2,4	17,0	17,0
12	8,0	9,2	6,4	6,4	9,2
13	6,8	7,1	5,6	6,5	7,1
14	6,9	8,0	5,4	7,1	8,0

Použití modelu

Popsaný model byl použit při problému rovnoměrného rozdělení krmivových fondů u více oblastí. Byly propočteny dva různé pokusy. V prvním příkladě se vyšlo z těchto čtyř činitelů:

1. Počet VDJ na plochu.
2. Živočišná výroba ve velkých dobytčích jednotkách.
3. Velikost kraje v hektarech zemědělské půdy.
4. Zbytek sklizně v obilních jednotkách.

V tabulce I jsou uvedeny procentní

sazby pro tyto čtyři činitele. Šetření bylo konáno ve 14 oblastech (skupinách). Zbytek sklizně je část krmivové základny, kterou má oblast k dispozici. Je-li tato část velká, dostává oblast méně krmiv než v případě, kdy je příslušná část krmivové základny, se kterou oblast disponuje, nižší. Na tomto základě je vypočítána procentní sazba reciproční hodnoty zmíněné části krmivové základny. Jestliže tyto vypočítané hodnoty, uvedené v tabulce I, dosadíme do obecného modelu, dostáváme tento optimální problém:

Minimalizujeme

$$Q(x) = (x_1, x_2, x_3, x_4) \begin{bmatrix} 0,078534 & 0,077563 & 0,079174 & 0,052301 \\ 0,077563 & 0,077362 & 0,077719 & 0,03238 \\ 0,079174 & 0,077719 & 0,081032 & 0,051515 \\ 0,062301 & 0,063288 & 0,061515 & 0,085900 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} - (0,186974, 0,186048, 0,187486, 0,207712) \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} + 0,137453$$

při vedlejších podmínkách

$$x_1 + x_2 + x_3 + x_4 = 1$$

$$x_i = 0$$

$$i = 1, \dots, 4$$

Řešení tohoto problému je identické s řešením systému rovnic

$$\begin{bmatrix} 0,157068 & 0,155126 & 0,158348 & 0,124602 \\ 0,155126 & 0,154724 & 0,155438 & 0,126576 \\ 0,158348 & 0,155438 & 0,162064 & 0,123030 \\ 0,124602 & 0,126576 & 0,123030 & 0,173800 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ w_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} u = \begin{bmatrix} 0,186974 \\ 0,186048 \\ 0,187486 \\ 0,207712 \end{bmatrix}$$

$$(1, 1, 1, 1) \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} = 1$$

$$\begin{aligned} w_1 x_1 &= 0 \\ w_2 x_2 &= 0 \\ w_3 x_3 &= 0 \\ w_4 x_4 &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} \geq 0 \quad \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ w_4 \end{bmatrix} \geq 0$$

Zavedeme-li do prvních čtyř rovnic ještě přídatné proměnné z_1, z_2, z_3 a z_4 , dostáváme výchozí řešení rozšířeného systému rovnic. Toto řešení je ve formě simplexové tabulky uvedeno v tabulce II. Po šesti krocích nemáme v bázi již žádnou přídatnou proměnnou a tím dostáváme hledané řešení (tabulka II). Výsledek vyjadřuje, že při rovnoměrném rozdělení je objem zemědělské půdy ohodnocen koeficientem 0,34 a reciproční hodnota disponibilní části krmivové základny koeficientem 0,66, zatímco činitelé stavu dobytka a živočišné výro-

II. Simplexová tabulka

Výchozí řešení:

	x_2	x_3	x_4	w_1	w_2	w_3	w_4	u	
x_1	1	1	1	0	0	0	0	0	1
z_1	-0,001942	0,001280	-0,032466	-1	0	0	0	1	0,029906
z_2	-0,000402	0,000312	-0,028550	0	-1	0	0	1	0,030922
z_3	-0,002910	0,003716	-0,035318	0	0	-1	0	1	0,029138
z_4	0,001974	-0,001572	0,049198	0	0	0	-1	1	0,083110

1. krok:

	x_2	x_3	x_4	w_1	w_2	w_3	w_4	z_3	
x_1	1	1	1	0	0	0	0	0	1
z_1	0,000968	-0,002436	0,002852	-1	0	1	0	-1	0,000768
z_2	0,002508	-0,003404	0,006768	0	-1	1	0	-1	0,001784
u	-0,002910	0,003716	-0,035318	0	0	-1	0	1	0,029138
z_4	0,004884	-0,005288	0,084516	0	0	1	-1	-1	0,053972

2. krok:

	x_2	x_3	x_4	w_1	w_2	z_1	w_4	
x_1	1	1	1	0	0	0	0	1
w_3	0,000968	-0,002436	0,002852	-1	0	1	0	0,000768
z_2	0,001540	-0,000968	0,003916	1	-1	-1	0	0,001016
u	-0,001942	0,001280	-0,032466	-1	0	1	0	0,029906
z_4	0,003916	-0,002852	0,081664	1	0	-1	-1	0,053204

3. krok:

	x_2	x_3	z_2	w_1	w_2	w_4	
x_1	0,606742	1,247191	-255,362615	-255,362615	255,362615	0	
w_3	-0,000154	0,001731	0,728294	1,728294	0,728294	0	
x_4	0,393258	0,247191	255,362615	255,362615	-255,362615	0	
u	0,010826	0,006745	8,290603	7,290603	-8,290603	0	
z_4	-0,028199	0,017335	20,853933	19,853933	20,853933	-1	

x_1	0,740552
w_3	0,000028
x_4	0,259448
u	0,038329
z_4	0,032016

(Pokračování tabulky na str. 146.)

(Dokončení tabulky ze str. 145.)

4. krok:

	x_2	x_3	w_1	w_3	w_4	
x_1	0,660739	1,854134	350,631222	— 350,631222	0	0,730734
w_2	— 0,000211	— 0,002377	— 2,373072	1,373072	0	0,000038
x_4	0,339261	— 0,854134	— 350,631222	350,631222	0	0,269266
u	0,009073	— 0,026450	— 12,383594	11,383594	0	0,038648
z_4	— 0,023789	0,066900	29,633949	— 28,633949	— 1	0,031214

5. krok:

	x_2	x_1	w_1	w_3	w_4	
x_3	0,356360	0,539335	189,107811	— 189,107811	0	0,394111
w_2	0,000636	0,001258	— 1,923563	0,923563	0	0,000975
x_4	0,643640	0,460665	— 189,107811	189,107811	0	0,605889
u	0,018499	0,014265	— 7,381792	6,381692	0	0,049072
z_4	— 0,047629	— 0,036082	16,982636	— 15,982636	— 1	0,004848

6. krok:

	x_2	x_1	z_4	w_3	w_4	
x_3	0,886726	0,941121	— 11,135363	— 11,135357	11,135363	0,340127
w_2	— 0,004759	— 0,002829	0,113266	— 0,886733	— 0,113266	0,001524
x_4	0,113274	0,058879	11,135363	11,135357	— 11,135363	0,659873
u	— 0,002204	— 0,001419	0,434667	— 0,565431	— 0,434667	0,051179
w_1	— 0,002805	— 0,002125	0,058884	— 0,941116	— 0,058884	0,000285

by jsou sníženi na nulu a tak nejsou v hodnocení uvažováni.

Rozdělení, kterého jsme tímto postupem dosáhli, je obsaženo v prvním sloupci tabulky III. Výsledek ukazuje, že hodnocení podle těchto činitelů nemá ekonomický smysl. Protože oblasti mají velmi rozdílnou strukturu krmivové základny, což je však v příkladu vyjádřeno reciproční hodnotou disponibilní části krmivové základny jen podle jednoho hlediska, vede chybná ekonomická formulace k velmi jednostrannému oceňovacímu měřítku. Oblasti s velmi vysokým podílem luk mají v důsledku toho omezenější část disponibilní krmivové základny a jsou tím neoprávněně vysoko zvýhodněny v přidělu krmivových fondů. Tak oblast 11, která má vysoký podíl luk a tím nízký podíl disponibilní krmivové základny, dostává v porovnání s oblastí 12 ne-

oprávněně vysoký podíl z krmivových fondů.

Z uvedeného příkladu je zřejmé, že správné ekonomické zhodnocení je nezbytné proto, abychom dostali reálný výsledek. Protože podíl disponibilní krmivové základny jen v jedné z jednotlivých oblastí ovlivňuje velmi podstatně rozdělení krmivových fondů, není zařazení tohoto činitele do měřítka ocenění účelné. Na základě tohoto poznatku byl problém znovu přepočítán jen pro tyto tři činitele:

1. Počet VDJ na plochu.
2. Živočišná výroba ve velkých dobytých jednotkách.
3. Velikost kraje v hektarech zemědělské půdy.

Příslušné procentní sazby jsou opět obsaženy v tabulce IV. Z toho vyplývá tento optimalizační problém:

III. Procentní rozdělení krmivových fondů při různém oceňovacím měřítku

Číslo oblasti	Ha = 0,340 reciproční hodnota = 0,660 disponibilní části krmivové základny	Počet VDJ = 0,355 živočišná výroba = 0,414 hektary = 0,231	Skutečné rozdělení
1	7,2	7,5	7,1
2	6,9	7,8	5,0
3	7,1	9,3	8,8
4	6,8	9,3	10,5
5	7,2	5,1	5,4
6	6,4	5,5	5,1
7	6,8	10,9	11,8
8	5,6	9,1	9,5
9	5,9	7,1	7,1
10	9,0	4,2	4,3
11	12,0	2,4	2,5
12	6,4	8,1	8,5
13	6,2	6,7	7,2
14	6,5	7,0	7,2
	100,0	100,0	100,0

IV. Procentní podíl jednotlivých oblastí podle tří činitelů (1962)

Číslo oblasti	Počet VDJ v % na plochu	Živočišná výroba v %	Hektarů zemědělské půdy v %	f_{mj}
1	7,2	7,5	7,8	7,8
2	7,5	7,7	8,6	8,6
3	9,5	8,5	10,5	10,5
4	9,1	9,0	10,1	10,1
5	5,1	4,8	5,8	5,8
6	5,1	5,9	5,6	5,9
7	11,0	10,3	11,8	11,8
8	9,6	8,6	9,2	9,6
9	7,6	6,4	7,5	7,6
10	4,2	4,6	3,3	4,6
11	2,4	2,4	2,4	2,4
12	8,0	9,2	6,4	9,2
13	6,8	7,1	5,6	7,1
14	6,9	8,0	5,4	8,0

Minimalizujeme

$$Q(x) = (x_1, x_2, x_3) \begin{pmatrix} 0,078534 & 0,077563 & 0,079174 \\ 0,077563 & 0,077362 & 0,077719 \\ 0,079174 & 0,077719 & 0,081032 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} - (0,170774, 0,169246, 0,172216) \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} + 0,093064$$

při vedlejších podmínkách

$$x_1 + x_2 + x_3 = 1$$

$$x_i = 0$$

$$i = 1, 2, 3$$

Jak již bylo uvedeno, je řešení tohoto problému opět identické řešení systému rovnic:

$$\begin{pmatrix} 0,157068 & 0,155126 & 0,158348 \\ 0,155126 & 0,154724 & 0,155438 \\ 0,158348 & 0,155438 & 0,162064 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_2 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} u = \begin{pmatrix} 0,170774 \\ 0,169246 \\ 0,172216 \end{pmatrix}$$

V. Simplexová tabulka

Výchozí řešení

	x_1	x_2	w_1	w_2	w_3	u	
x_3	1	1	0	0	0	0	1
z_1	-0,001280	-0,003222	-1	0	0	0	0,012426
z_2	-0,000312	-0,000714	0	-1	0	1	0,013808
z_3	-0,003716	-0,006626	0	0	-1	1	0,010152

1. krok:

	x_1	x_2	w_1	w_2	w_3	z_3	
x_3	1	1	0	0	0	0	1
z_1	0,002436	0,003404	-1	0	1	-1	0,002274
z_2	0,003404	0,005912	0	-1	1	-1	0,003656
u	-0,003716	-0,006626	0	0	-1	1	0,010152

2. krok:

	x_1	z_2	w_1	w_2	w_3	
x_3	0,424222	-169,147497	0	-169,147497	-169,147497	0,381597
z_1	0,000476	-0,575778	-1	0,575778	0,424222	0,000169
x_2	0,575778	169,147497	0	-169,147497	169,147497	0,618403
u	0,000099	1,120771	0	-1,120771	0,120771	0,014250

3. krok:

	z_1	z_2	w_1	w_2	w_3	
x_3	-891,222689	891,222689	-343,998920	-547,223769		0,230980
x_1	2100,840336	-2100,840336	-1209,617647	891,222689		0,355042
x_2	-1209,617647	1209,617647	-865,618727	-343,998920		0,413978
u	-0,207983	0,207983	-1,240523	0,032540		0,014215

$$(1, 1, 1) \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = 1$$

$$w_1 x_1 = 0$$

$$w_2 x_2 = 0$$

$$w_3 x_3 = 0$$

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = 0$$

$$\begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \end{pmatrix} = 0$$

Zavedením tří přídatných proměnných můžeme opět sestavit výchozí základní řešení, které je ve formě simplexové tabulky obsaženo v tabulce V. Po třech krocích (viz tabulku V) byly tyto přídatné proměnné vyloučeny a tím jsme

dospěli k řešení minimalizačního problému. V tomto řešení byla živočišná výroba oceněna koeficientem 0,414, počet VDJ koeficientem 0,355 a velikost oblasti koeficientem 0,231.

Propočet podle tohoto oceňovacího měřítka vede k procentnímu rozdělení krmiv jednotlivým oblastem, což vyplývá z druhého sloupce tabulky III.

Toto rozdělení odpovídá praktickým požadavkům. Ukazuje se, že ekonomické vyjádření bere zřejmě v úvahu nejdůležitější činitele a vede k reálnému výsledku.

Srovnání se skutečným rozdělením v době průzkumu (viz sloupec 3, tabulka III) ukazuje, že existují značné odchylky proti výpočtům. Rozdělení nebylo uskutečněno rovnoměrně podle těchto tří činitelů.

Další šetření směřovalo k určení počtu činitelů, kteří ovlivňují stanovení rozdělení krmivových fondů.

Výsledek výpočtu stanovení závislosti ve vybraných stanovištních jednotkách NDR

Dr. Hans-Jürgen PEUSS

Ústav pro zemědělskou ekonomiku Německé akademie zemědělských věd, Neetzow

Institut zemědělské ekonomiky v Neetzowě koná v rámci výzkumných prací svého oddělení „Reprodukce a financování“ průzkum působení diferenciální renty v socialistickém zemědělství Německé demokratické republiky a průzkum faktorů, které ovlivňují její tvorbu. V další části budou objasněny první výsledky, k nimž se došlo při stanovení stupně působení jednotlivých faktorů (a to co do kvantity působení), jež ovlivňují tvorbu diferenciální renty II.

Východiskem výzkumných prací byly přírodní stanovištní jednotky, jak byly vymezeny v NDR. Pod přírodními stanovištními jednotkami se rozumí přibližně shodné přírodní výrobní podmínky. Přitom se předpokládá, že přírodní výrobní podmínky mohou působit jen s průměrnými ekonomickými faktory a že společně s nimi tvoří podklad pro tvorbu diferenciální renty I.

Při určování faktorů, které ovlivňují tvorbu diferenciální renty II, jde o to, aby se jednotlivé ekonomické výrobní faktory izolovaly a tak se umožnilo sledovat jejich vliv na vývoj hospodářského výsledku zemědělských výrobních družstev. Při současném stavu účetní evidence ve výrobních zemědělských družstvech lze nejzřetelněji prokázat úroveň výroby a tím také zčásti i hospodářský výsledek na základě vývoje hrubé produkce v přepočtu DM/ha zemědělské půdy.

Přípravné šetření se konalo na základě hrubého ocenění vlivu jednotlivých ekonomických výrobních faktorů na vývoj hrubé produkce a jejich statistického utřídění. Přitom se zjistilo, že jsou to především stav pracovních sil, spotřeba strojených hnojiv, přikupování krmiva, stav základních prostředků a velikost závodu, jež ovlivňují hrubou produkci.

Vznikla tedy potřeba zjistit a přesně kvantifikovat pomocí matematických metod tyto činitele, jež byly jen jednoduše tříděny.

Na základě seskupení a odděleného výpočtu podle přírodních stanovištních jednotek se měla částečně vzít v úvahu diferenciální renta I. Do šetření bylo poято těchto pět činitelů:

1. Velikost zemědělského závodu (v ha zemědělské půdy).
2. Počet pracovních sil (pracovních sil na 100 ha zemědělské půdy).
3. Nákup strojených hnojiv (DM na ha zemědělské půdy).
4. Přikupovaná krmiva (DM na ha zemědělské půdy).
5. Vybavení základními prostředky (DM na ha zemědělské půdy).

Velikost zemědělského závodu sama o sobě neznámá další využití základních prostředků k tvorbě diferenciální renty II. Bylo však možné uvažovat o tom, že v rámci větších závodů může dojít k lepšímu využití současných výrobních prostředků, což by mohlo být zároveň spjato se zvýšením hrubé produkce.

Po objasnění problému se došlo k závěru, že pro výpočet je vhodné použít metody parciální korelace a regrese. Matematický postup považujeme za známý, a proto zde nebude blíže osvětlen. Odkazujeme na příslušnou literaturu.

Velmi rozsáhlé výpočetní práce byly uskutečněny na elektronkovém samočinném počítači ZRA 1 Ústavu pro stavbu lodí v Rostocku. Program sestavili pracovníci Institutu zemědělské ekonomiky v Neetzowě.

Data pro toto šetření byla získána z 979 zemědělských výrobních družstev III. typu poté, když byla speciálně vyhodnocena Ústřední správou pro statistiku. Týkala se roku 1961. Toto zvláštní vyhodnocení se opíralo o materiál ročních závěrečných účtů. Pro daný problém však přineslo jen omezený počet ukazatelů, takže pro uvedené šetření nebylo možné z tohoto materiálu získat další ukazatele.

Do šetření byla zprvu pojata jen čtyři stanoviště, a to závody, jež jsou umístěny na stanovištích D 1, D 4, Lő 1, V 5. Stanoviště D 1 a D 4 představují slabě písčité zeminy s nízkou hladinou spodní vody, popřípadě jílovito-písčité zeminy. Stanoviště Lő 1 jsou nepravé černozemě sprašového původu (degradované) s nízkou hladinou spodní vody, zatímco stanoviště V 5 představují převážně skeletové zeminy a zvětralé písčité zeminy.

I. Míry závislosti podle stanovištních jednotek

	D 1	D 4	Lő 1	V 5
velikost závodu	-0,053	-0,175 + + +	-0,035	-0,207 +
počet pracov. sil	0,340 + + +	0,446 + + +	0,360 + + +	-0,144
nákup strojených hnojiv	0,123	0,051	0,050	-0,047
přikoupená krmiva	0,089	0,075	0,118	0,458 + + +
vybavení základními prostředky	0,132	-0,102 +	0,076	0,203
počet sled. závodů	100	498	259	122

V tabulce I jsou uvedeny parciální korelační koeficienty uvnitř jednotlivých stanovišť a dále počet zkoumaných závodů v každém stanovišti.

Hodnoty v tabulce I, u nichž jsou uvedeny křížky, znamenají, jak je v biometrice běžné, že určitý statistický vztah mezi hrubou produkcí a příslušnou závislou veličinou existuje s pravděpodobností překročení 5 % (+), 1 % (+ +) a 0,1 % (+ + +).

Při celkovém zhodnocení výsledků je možno zjistit, že nákup strojených hnojiv nemá podstatný vliv na hrubou produkci v žádném ze čtyř sledovaných stanovišť, ačkoliv při předběžných šetřeních se uvažovalo s jistým působením, byť rovněž slabým. Nákup strojených hnojiv je určen pro všechny závody na základě jejich podmínek pro pěstování plodin a může být jednotlivými závody překročen jen v omezené míře.

Ve třech stanovištích ovlivňuje počet pracovních sil hrubou produkci nejsilněji, ačkoliv v absolutní výši daleko méně, než se dosud předpokládalo. Zcela odlišná situace je u stanoviště V 5, u něhož nelze zjistit vliv počtu pracovních sil. Průměrný počet pracovních sil v této skupině ve výši 25,8 osob na 100 ha zemědělské půdy je podstatně vyšší než např. u stanoviště D (D 4 — 13,9 pracovních sil na 100 ha zemědělské půdy).

Avšak i v jiných hlediscích se závody stanoviště V 5 odlišují od ostatních. Je zde patrný velký vliv nákupu krmiv. Nákup strojených hnojiv podobně jako u ostatních stanovišť nevykazuje žádný vliv. To bude z velké části záviset na tom, že podíl živočišné výroby na celkové produkci bude ve stanovišti V 5 značně vysoký.

Záporný korelační koeficient u činitele „velikost závodu“ u všech čtyř stanovišť naznačuje, že se zvětšující se velikostí závodu klesá hrubá produkce. Podobná tendence byla již patrna ze zkoumání 2000 výrobních zemědělských družstev již při jiném hromadném statistickém šetření. Absolutní výše korelačního koeficientu přesto nedovoluje určitý závěr, ačkoliv u stanoviště D 4 a V 5 je z hlediska statistiky téměř jistý.

Stejný závěr vyplývá z vlivu vybavení základními prostředky. Z uvedených dat vyplývá především zjištění, že podkladový materiál (roční závěrečné účty) není dosti přesný. Často nejsou podchyceny a aktivovány všechny základní prostředky (především převzatá technika) a na druhé straně jsou mnohé závody zatíženy starými stavbami, jež nejsou téměř vůbec využívány.

Pro ocenění stupně čistého působení jednotlivých činitelů (při vyloučení ostatních) vzniká otázka, jaký je celkový vliv

všech pěti činitelů na hrubou produkci, jež byly pojaty do šetření. Tuto otázku lze zodpovědět stanovením míry mnohonásobné korelace, jež uvede, jaký podíl

z celkové výše hrubé produkce lze přičíst na vrub pěti zkoumaných činitelů. Výpočet poskytl pro jednotlivá stanoviště tyto výsledné údaje (tab. II):

II. Stanovištní jednotky

	D 1	D 4	Lö 1	V 5
B	21,0 %	20,4 %	22,3 %	23,4 %

U všech čtyř měr mnohonásobné korelace bylo možné s 99,9 % jistotou prohlásit, že se podstatně liší od nuly a že vliv těchto faktorů nebyl zjištěn náhodně. Pomocí *t*-testu lze dokázat, že nepatrné rozdíly mezi jednotlivými stanovišti jsou jen náhodné. Zkouška linearity regresních hodnot pomocí *F*-testu ukázala značně vysoké kladné rozdíly v porovnání s tabulkovými hodnotami, takže bylo možné pokládat linearitu za prokázanou.

Při zhodnocení hodnot mnohonásobné korelace ve všech čtyřech stanovištích je nápadné, že pět zkoumaných činitelů ovlivňuje hrubou produkci z více než 20 %, a za druhé, že působení ve všech čtyřech stanovištních jednotkách je shodné i přes rozdílnou váhu jednotlivých činitelů (viz stanovištní jednotku

V 5). Převažující část vlivu je nutno odvozovat od těch faktorů, které do našeho výpočtu nebyly pojaty. Další šetření musí tuto otázku objasnit. Eventuálně bude nutné učinit další roztržení v rámci stanovištních jednotek, a to podle ekonomických faktorů. Bude rovněž třeba pojímat do výpočtu podle volby více než pět faktorů a dále bude třeba zvolit závislou proměnnou podle příslušného znění úlohy.

Máme-li jednu závislou proměnnou a několik nezávisle proměnných, můžeme vzájemné vztahy vyjádřit rovnicí mnohonásobné regrese. Hodnoty vypočtené podle regresních rovnic odpovídají příslušným empirickým hodnotám tím více, čím je větší vliv uvažovaných činitelů. V našem problému můžeme dosadit:

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + b_5X_5$$

přičemž *Y* je hrubá produkce, *X*₁ velikost zemědělského závodu, *X*₂ počet pracovních sil, *X*₃ nákup strojených hnojiv, *X*₄ přikoupené krmivo, *X*₅ je vyba-

vení základními prostředky. Konstanty *b_i* jsou koeficienty, zjištěné regresní analýzou. Pro čtyři stanoviště poskytl výpočet tyto čtyři rovnice:

$$D\ 1: Y = 560 - 0,0512\ X_1 + 29,97\ X_2 + 1,897\ X_3 - 0,488\ X_4 + 0,0483\ X_5$$

$$D\ 4: Y = 611 - 0,1797\ X_1 + 59,67\ X_2 + 0,748\ X_3 + 0,561\ X_4 - 0,0473\ X_5$$

$$Lö\ 1: Y = 591 - 0,0393\ X_1 + 58,21\ X_2 + 1,281\ X_3 + 1,180\ X_4 + 0,0631\ X_5$$

$$V\ 5: Y = 1672 - 0,8515\ X_1 - 6,55\ X_2 - 0,887\ X_3 + 2,301\ X_4 + 0,0646\ X_5$$

Ve druhém kroku (počítáno rovněž na samočinném počítači ZRA 1) byla vypočítána hrubá produkce na základě zde uvedených regresních rovnic a byly zjištěny odchylky v procentech k produkci skutečné. Cílem této práce bylo, aby se u těch závodů, jež vykazují zvláště velké odchylky, zkoumaly zvláštnosti, které by bylo možno eventuálně v dalším výpočtu vyloučit. Jelikož faktory, které byly pojaty do výpočtu, představují 20 % rozdílů v hrubé produkci, bylo možno již předem očekávat významné odchylky.

Výsledky těchto propočtů jsou uvede-

ny v tabulce III. V řádkách jsou uvedeny plusové a minusové odchylky pro každou stanovištní jednotku, a to pro počet všech závodů, aby bylo možno jednotlivé stanovištní jednotky mezi sebou porovnávat. Jednotlivé odchylky v procentech od skutečně dosažené produkce byly seřazeny do skupin odstupňovaných vždy po pěti procentech rozdílu a u každé skupiny se uvádí jak podíl plusových odchylek, tak také podíl minusových odchylek.

Křivky znázorňující procenta odchylek u jednotlivých stanovišť (viz obr. 1) slučují plusové a minusové odchylky.

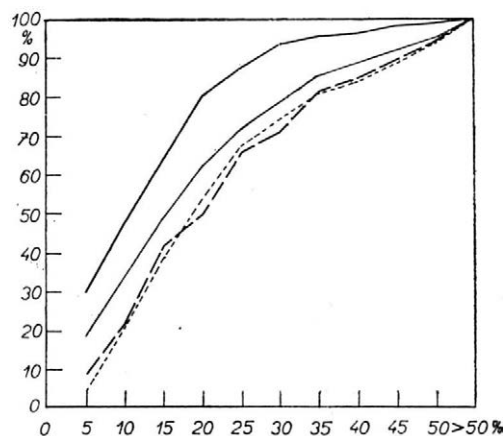
III. Podíl plusových a minusových odchylek vypočítaných ke skutečné produkci v %

		D 1		D 4		Lô 1		V 5	
až 5 %	+	2)	4	9)	18	10)	24	3)	8
	-	2)		9)		14)		5)	
6-10 %	+	9)	16	7)	16	12)	23	9)	12
	-	7)		9)		11)		3)	
11-15 %	+	7)	18	9)	15	8)	16	11)	19
	-	7)		9)		8)		11)	
16-20 %	+	5)	15	7)	14	6)	16	6)	9
	-	10)		7)		10)		3)	
21-25 %	+	8)	14	4)	9	4)	7	2)	16
	-	6)		5)		3)		14)	
26-30 %	+	3)	6	4)	7	2)	7	2)	6
	-	3)		3)		5)		4)	
31-35 %	+	6)	10	3)	7	1)	2	3)	9
	-	4)		4)		1)		6)	
36-40 %	+	3)	7	1)	3	0)	1	2)	3
	-	4)		2)		1)		1)	
41-45 %	+	0)	3	2)	3	1)	1	2)	5
	-	3)		1)		0)		3)	
46-50 %	+	2)	2	2)	3	0)	1	4)	6
	-	0)		1)		1)		2)	
přes 50 %	+	2)	5	3)	5	2)	2	6)	7
	-	3)		2)		0)		1)	
		100 %		100 %		100 %		00 %	

Součty %

Z vyobrazení je patrné, že u všech čtyř stanovišť více než 70 % závodů vykazuje odchylku až + 30 % v porovnání se skutečnou produkcí. Tento výsledek nás musí zprvu uspokojit, a to zvláště u stanovišť Lô 1 a D 4, jejichž křivka zpočátku stoupá rovnoměrně. Z absolutní výše parciálních koeficientů korelace bylo sotva možné očekávat jiný výsledek.

Z těchto prvních výsledků lze dojít k závěru, že je nutno daleko více než dosud používat k posouzení ekonomického číselného materiálu zkušeností a metod matematické statistiky.



1. Procentuální součtová křivka odchylek

Základní předpoklady a současný stav uplatňování matematických metod při řízení zemědělství

Jiří VESELÝ

Ministerstvo zemědělství, lesního a vodního hospodářství, Praha

Jedním ze základních předpokladů pro uplatňování nejpřesnějších metod plánování — bilancování v zemědělství — je evidence, statistika a zpracování ekonomických informací metodami třídění.

Jestliže chceme plně uplatnit matematické metody v řídicí práci v zemědělství, je nutné, podle našeho názoru, zařadit evidenci a statistiku, jakož i zpracování ekonomických informací na přední místo v řídicí a organizační práci vedení zemědělských závodů, řídicích zemědělských orgánů v okresech, krajích a v ústředních orgánech (ministerstvu, Státní plánovací komisi atd.).

Než přejdu k některým konkrétním námětům na řešení problematiky předpokladů v zemědělství, chtěl bych poukázat na určité závažné nedostatky v řízení zemědělství, které budou vytvářet řadu politických a hospodářských problémů při realizaci vědeckých metod plánování — bilancování do zemědělské praxe.

Jde především o mechaničnost v plánování zemědělské výroby a nákupu. Pozůstatky nevědeckých, administrativních metod plánování, vážné dlouholeté disproporce v plánech zemědělských závodů (družstev i státních statků) vytvořily situaci nízké autority plánů v zemědělství.

Kontrola plánů v zemědělských závodech byla a je věnována velmi slabá pozornost, pro kontrolu není využívána evidence a statistika do té hloubky, aby všechny hospodářské jevy a činnost lidí a strojů byly analyzovány v komplexním pohledu s ekonomickými a přírodními podmínkami zemědělských závodů a zejména v oblastech s intenzivní výrobou i u jednotlivých provozů závodů. Chceme-li uplatnit vědecké metody v řízení zemědělství, je analýza nejdůležitějším úkolem řídicích orgánů v závodech a nadřízených orgánů (výrobních zemědělských správ i ministerstva). Rozborová činnost v zemědělství bude zasluhovat skutečně vynikající odborné práce, aby naše dlouhodobé plánování vycházelo z optimálního využití prostředků, které máme nebo budeme mít k dispozici.

Podkladem soustavné rozborové práce v zemědělství je znalost vývoje výroby, použití prostředků, ekonomických a přírodních podmínek i v jednotlivých výrobních oblastech v dostatečně dlouhém časovém období. Podle mého soudu je velkým nedostatkem, že velmi nedokonale je evidována úrodnost půd, hektarové výnosy, užítkovost zvířat a efektivnost základních prostředků v tzv. časových řadách přímo v závodech a zde i podle územních celků rozdílných přírodních podmínek (svahovitost terénu, bonita půdy, počasí atd.).

Posuzování výsledků hospodaření zemědělských závodů jen podle globálních zprůměrovaných ukazatelů není dostatečným podkladem k propracování dalšího rozvoje výroby a ekonomiky v zemědělství. To je i další nedostatek řídicí práce nadřízených orgánů. Ukazatelé evidence a statistiky se zpracovávají tzv. metodami postupné sumarizace a málo se přistupuje k třídění ukazatelů podle přírodních a ekonomických podmínek.

Řídící orgány jen velmi nedokonale sledují vývoj výroby a hospodaření zemědělských závodů podle časových řad podrobných ukazatelů. Ač podle mého soudu pro řádné bilancování v zemědělství by měli být k dispozici podrobní kvantitativní i kvalitativní ukazatele, třídění podle výrobně ekonomických podmínek za podstatně delší období než je tomu dosud. Jen velmi málo ekonomických institucí se v zemědělství zabývá tímto problémem. Srovnání výrobních ukazatelů a výsledků hospodaření za 3–5 let je podle mého názoru pro další stanovení plánovaného trendu nedostatečné a může vést i k mylným závěrům, zejména v oblastech již intenzivního zemědělství. Lineární stanovení zvýšených úkolů ve výrobě a nákupu podle rozboru ukazatelů jen velmi krátkých období může svou labilitou porušit celostátní národohospodářské bilance. Je samozřejmé, že při analýze vývoje podle časových řad musíme mít k dispozici hmotné a hodnotové ukazatele a data plánů, pro srovnání kvality plánování a bilancování.

Skutečností však je, že evidenci a statistice není věnována taková péče, aby všechny podklady, zejména pro stanovení dalšího rozvoje výroby a hospodaření, byly vždy v pořádku.

S pořádkem v evidenci a statistice však souvisí skutečnost, že i v zemědělství je nedokonalost v evidenci obsažena v nedokonalém měření hospodářských jevů. Chceme-li pochopit a řešit problémy vědeckého řízení zemědělství, musíme umět přesně vyjádřit všechny jevy, z kterých je složen proces zemědělské výroby. Tyto metodické a organizační problémy daleko přesahují pramoc a odpovědnost tzv. evidenčních pracovníků a statistiků a jasně dokazují to, že evidence a statistika je velmi jemným a důležitým nástrojem řízení, za jehož kvalitu jsou odpovědní všichni techničtí a ekonomičtí pracovníci závodů. Jestliže zkoumáme tento faktor podmínek pro vědecké řízení, musíme říci, že naši ukazatele, a to jak kvantitativní, tak zejména kvalitativní, trpí velkými nepřesnostmi právě u svého vzniku, tj. při pracovním procesu, při měření hospodářských jevů. Tento nedostatek je znám našim technikům (protože se těchto chyb sami dopouštějí), a proto se objevují i známé tendence v podceňování významu evidence a statistiky v zemědělství.

Stále je voláno po aktivní úloze evidence a jejím zjednodušování. Je skutečností, že evidence a statistika v zemědělství prodává svůj vývoj od ryze administrativního chápání evidence k posílání rychlých a kvalitativních ekonomických informací jako podkladu nejen operativního řízení výroby a hospodaření podniků a závodů, ale i jako podkladu pro použití dokonalých metod plánování a kontroly plánů, činnosti lidí, strojů a zkoumání vývoje oborů a odvětví socialistického hospodářství.

Dosavadní úroveň řízení v zemědělství však nezabezpečuje předpoklady tohoto druhu a této kvality.

Dalším problémem při zpracování možností širokého zavádění matematických metod do řídicí práce jsou nedostatky v organizaci práce v zemědělských závodech, jež by směřovala ke skutečné velkovýrobě po vzoru moderních průmyslových závodů. Jen velmi málo vědeckých prací se zabývá touto problematikou obsahující studie k plánování prací v zemědělských závodech a stanovení potřeby práce z hlediska zemědělského závodu i celého zemědělství. Studium práce je na nízké úrovni. Zejména v socialistické zemědělské velkovýrobě je nutno vytvářet podmínky pro rychlé zvýšení produktivity práce. Výzkumné ústavy a řídicí zemědělské orgány musí v náležitém předstihu zvládnout metody úspory práce a zaměřovat svou činnost na řešení této politicky a odborně velmi náročné práce. Jsem toho názoru, že právě při pokusech s uplatňováním nových bilančních metod se setkáváme s praxí v organizaci práce lidí v zemědělství, neodpovídající zásadám racionálního využití všech prostředků, které máme ke zvyšování výroby a snižování nákladů k dispozici.

Jsem toho názoru, že pokusy s uplatněním vědeckých metod v řídicí práci v zemědělství nám odhalí značné rozpory, které nutno v zemědělských závodech řešit na podkladě studia práce. Při studiu těchto problémů se opět dostaneme k prvotní evidenci, kvalitě normování práce i k problému odměňování v zemědělství. Může být namítnuto, že při uplatňování matematických metod v řídicí práci nelze řešit všechny problémy zemědělství najednou. Musím však upozornit, že mzdy a platy v zemědělském závodě představují nejpodstatnější položku nákladů. Všechny dosud uplatňované metody vědeckého bilancování v zemědělství počítají s náklady, takže i tento problém nás musí zajímat a musí být řešen jako důležitý předpoklad pro naši úspěšnou práci. Racionalizace v řízení zemědělské výroby se musí

tedy stát předmětem soustavné výzkumné i organizační práce všech institucí zemědělského výzkumu a řídicích zemědělských orgánů.

Dalším problémem, který zasluhuje rozboru v souvislosti s dosavadní úrovní řídicí práce, je plánování, sledování a využívání ukazatelů nákladů v zemědělských závodech a v celém zemědělství. S tím souvisí i účetní evidence státních statků a družstev. Diskutuje se, zda je plně efektivní, aby zemědělské závody sledovaly vlastní náklady na jednici výrobku a kalkulovaly jak v plánech, tak i ve skutečnosti. Zastávám názor, že otázky nákladů a hodnotových ukazatelů vůbec nejsou v zemědělství náležitě doceněny. Proto musíme metodologii plánování nákladů, oceňování a kalkulací věnovat pozornost tak významnou, jak to vyžaduje celý problém kvalitativních ukazatelů v řídicí práci.

Tradice sledování nákladů a hodnotových ukazatelů v zemědělství je podstatně kratší než např. v průmyslu. Jestliže chceme dosáhnout správného obrazu o zemědělské výrobě, musíme znát komplexní vývoj těchto ukazatelů do všech podrobností, v časových řadách a podle přírodních a ekonomických podmínek zemědělských závodů a v nich i podle nižších článků řízení a výrobních skupin (farem, hospodářství atd.). V zemědělství zatím nejsou dobré podmínky pro velmi náročná srovnání nákladů s výsledky výroby vyjádřenými hmotnými ukazateli. Zkoumání poměru mezi náklady a výsledky výroby však je nezbytným předpokladem použití např. lineárního programování v zemědělském závodě. Jsem toho názoru, že tato analytická práce musí být zpracována za řadu let, než můžeme přistoupit k použití dat hmotných a hodnotových ukazatelů pro vypracování optimálního výrobního plánu.

Socialistické zemědělství má podle mého soudu podstatně větší předpoklady široké aplikace matematických metod, zejména lineárního programování, než zemědělství kapitalistických států z těch důvodů, že máme dokonalejší řídicí aparát, centrálně řídíme plánování, financování, evidenci a statistiku. Máme velké závody a podstatně méně bilančních jednotek než kapitalistické státy.

V souvislosti s problematikou nákladů a jejich sledováním v každém zemědělském závodě se objevují i názory, zda je tato náročná administrativní práce nutná ve všech závodech, zda by nebylo účelné vybudovat vzorové závody v jednotlivých výrobních oblastech, které by komplexně sledovaly kvantitativní a kvalitativní ukazatele do všech podrobností, zejména pro potřeby plánování. Jsem toho názoru, že v zemědělství nelze v současné době tuto metodu uplatnit pro naprostou nejistotu tzv. průměrných ukazatelů jednoho závodu. Nejistota takto získaných faktorů by mohla vážně oslabit péči zemědělských pracovníků ostatních závodů o sledování specifických ekonomických a přírodních podmínek, důležitých pro rozvoj výroby v jejich závodech. Tato námitka je zejména důležitá pro země a oblasti s intenzivním zemědělstvím a velmi různými přírodními i ekonomickými podmínkami.

Při uplatňování vědeckých metod řízení v zemědělství je nutno počítat s nedostatkem kvalifikovaných pracovníků takového zaměření, kteří by v závodech a zemědělských řídicích orgánech dovedli zabezpečit aplikaci matematických metod do řízení výroby. Aplikace zdánlivě vyřešených problémů matematických modelů nebo programů bude v zemědělství velmi složitá a nesnadná právě pro dlouhotrvající setrvačnost v některých formách řízení, postrádajících ekonomické účinnosti. Požadavek souladu zájmů společnosti se zájmy zemědělského závodu vytváří složité a pro nás dosud snad ani neznámé vztahy a problémy. Aplikace bude vyžadovat vypracování nových metod v řízení zemědělství, opřených o dokonalý vědecký rozbor všech podmínek zemědělství. To se neobejde bez zásadních změn v kádrové situaci v zemědělství a ve výchově pracovníků.

Odborné zemědělské školství je dosud velmi málo orientováno na výuku mladých lidí s hlubokými znalostmi evidence a statistiky; matematika se stala mnohdy tzv. zbytečným předmětem pro zemědělského inženýra. Základní podmínkou nyní je řešit tyto problémy v zemědělských školách. Evidence, statistika a plánování se musí stát důležitými vědními obory.

Zaostávání v zemědělství se projevuje vedle již uvedených skutečností i v dosud relativně nedostatečné výpočetní základně. Naše evidence, statistika, plánování i celá administrativa potřebují stroje malé, střední a velké mechanizace. Musíme mít vlastní výpočtová střediska vybavená stroji účtovacími, děroštitkovými, dálnopisy a samočinnými počítači. Zemědělské řídicí orgány musí mít v této etapě řízení ve svých rukou všechny prostředky k měření hospodářských jevů a získávání ekonomických informací a ovlivňovat jejich činností celý proces vývoje zemědělství ke skutečně moderní, racionální velkovýrobě.

Tímto problémem je nutno se zabývat zejména proto, že jsou různé názory na vytváření vlastní základny výpočetní techniky v zemědělství. Uvažujeme-li o těchto otázkách, musíme znát složitý proces převýchovy zemědělce, složitost řízení zemědělství, značné obtíže v plánování, evidenci a statistické práci. Mimo to nejsou dobré zkušenosti s prací výpočetních organizací tzv. univerzálního zaměření.

Tato koncepce je podle mého soudu nesprávná a vede k omezování iniciativy resortů i podniků v zavádění těchto progresivních metod plánování a zpracování ekonomických informací. Některé příklady z SSSR i z kapitalistických států nám jasně ukazují, že pružnost řízení je v pohotovosti informací, které si získávají ministerstva a velké podniky svými vlastními prostředky výpočetní techniky. Nechtějí si statistické úřady zpracovávají národohospodářské ukazatele pro své potřeby z celostátních pohledů, ale nechtějí se ponechat zpracování ukazatelů pro řízení podniků v působnosti resortů.

Koncentrace zpracování ekonomických informací i v socialistických státech by se měla organizovat v maximální míře po linii odvětví národního hospodářství a v průmyslu i podle hlavních oborů podniků.

Zdržení ve vytváření vlastní výpočetní základny v zemědělství, zejména strojů na děrné štítky, dálnopisů a hlavně samočinných počítačů proti ostatním odvětvím bude udávat tempo v možnostech širší aplikace námi diskutovaných metod v řízení zemědělství.

Posledním názorem, který jsem chtěl uvést ve svém rozboru nedokonalosti v řízení zemědělství, je uspořádání zemědělského výzkumu právě na úseku ekonomiky. Jsem toho názoru, že chceme-li budovat zemědělskou velkovýrobu, nesmíme se obávat budovat silný ekonomický výzkum, vybavený pracovníky i stroji k prověřování teoretických otázek v praxi. Výzkum dosud velmi málo řekl ke složité problematice řízení zemědělství a mohlo by se stát, že i otázky matematických metod by se staly příliš dlouhou dobu jen záležitostí výzkumných pracovníků bez širšího použití v řídicí praxi.



V dalším svém výkladu bych se chtěl zaměřit na některé náměty k řešení předpokladů pro uplatňování vědeckých metod v řízení zemědělství.

K problematice evidence a statistiky

Nezbytným předpokladem je postupná unifikace a centralizace metodiky a řízení všech druhů prvotní evidence zemědělských závodů, a to jak státních statků, tak družstev. S tím souvisí i problém jednotné účetní a prvotní evidence státních statků a družstev a jednotné uspořádání výkaznictví.

Bude nutno velmi konkrétně se zabývat sblíčováním ekonomiky státních statků a družstev a řešit problémy tak, aby ekonomické informace doznamenaly jednotného uspořádání a jednotného centrálního řízení. Podle našeho soudu bude účelné jít v našich podmínkách cestou postupného přechodu z dosavadní evidence družstev na evidenci státních statků (a to i účetní) při respektování některých specifických otázek ekonomiky družstev. Evidenci státních zemědělských podniků bude nutné i dále zjednodušovat v tom směru, aby těžiště složitých výpočetních prací převzaly stroje, a to pokud možno brzy stroje moderní, tj. samočinné počítače. Dosavadní úroveň vedení evidence a zpracování ekonomických informací družstev je tak nedokonalá, že nemůže zabezpečit podklady pro použití přesných matematických metod v plánování a rozboru činnosti družstev.

V ČSSR jsme již v minulých letech, zejména u státních organizací socialistického sektoru, přikročili k soustavnému budování jednotného systému prvotních záznamů (prvotní evidence), zahrnující v sobě nejdůležitější ukazatele o vývoji výroby, činnosti lidí a strojů, plnění úkolů na jednotlivých pracovištích, o nákladech na jednici výrobku atd. Vydali jsme centrálně všechny typové doklady a jednotnou metodiku zpracování a využívání. Od roku 1963 jsme rovněž doporučili družstvům komplexní soustavu prvotní evidence, přibližující se již soustavě státních zemědělských podniků.

Nutno však v příštích letech přikročit k úplné závaznosti všech dokladů prvotní evidence, aby podklady pro účetní evidenci, statistiku a ostatní ekonomické informace měly jednotné závazné vedení a jednotnou metodiku zpracování a využívání.

Tato koncepce centralizace řízení i unifikace prvotní evidence je bezpodmínečně nutná při mechanizaci a postupné automatizaci zpracování ekonomických informací v zemědělství.

Automatizace zpracování ekonomických informací pomocí dokonalých samočinných počítačů se čtecím zařízením může zabezpečit i splnění našich požadavků spočívajících v odbourání velkého množství zápisů prvotních dokladů v zemědělských závodech. Např. při použití samočinných počítačů Leo III bylo možno např. v obchodě jednoho velkého odvětví ve Velké Británii snížit potřebu formulářů prvotní evidence na 1/64.

Jestliže zde hovořím o koncepci použití těchto strojů, jsem toho názoru, že nelze realizovat tato opatření tzv. metodami velkých skoků. Most mezi dosavadní soustavou prvotních dokladů a programem budoucnosti musí být pevně opřen o zkušenosti s děrnoštítkovou technikou. Jiná cesta je riskantní a nezaručuje splnění i dalších úkolů spočívajících v dosažení věcné správnosti ekonomických informací.

Použití samočinných počítačů v zemědělství Velké Británie a USA podstatně zjednodušilo administrativu v zemědělských závodech a pomáhá řešit i některé další problémy jako je specializace výroby, odbyt zemědělských výrobků, subvenční politika atd.

Koncentrace zpracování ekonomických informací na podkladě srozumitelné a přitom jednoduché prvotní dokumentace zemědělského závodu samočinnými počítači může upevnit centrální řízení pomocí celé řady ekonomických nástrojů. Funkce dosavadních nižších článků řízení se může měnit ve skutečnou odborně poradenskou službu zemědělským závodům, a celá plánovací, finanční, statistická a analytická práce může být koncentrována do jednoho ústředního řídicího centra.

Účetní evidence bude vyžadovat plného zaměření na sledování vlastních nákladů jak podle výrobků, tak i podle použitých technologií. Při té příležitosti je nutno zdůraznit, že bude účelné se zabývat i metodami výběrového šetření o vlastních nákladech podle použitých technologií i systémem kalkulací jednotlivých výrobků podle výrobních a ekonomických podmínek v podrobnějším členění, než jsou např. v ČSSR výrobní oblasti. Toto hrubé členění zřejmě nebude stačit pro další vývoj plánování a centrálního řízení zemědělství.

Zemědělská statistika bude vyžadovat dokonalejší vazby na kvalitní prvotní evidenci. Závažnou otázkou, kterou budeme muset řešit v metodice zemědělské statistiky, je problém hrubé produkce jako ukazatele používaného při hodnocení úrovně a vývoje zemědělství. Podle mého soudu není tento globální ukazatel dostatečující.

Kvalitativních změn je nutné dosáhnout v evidenci půdy a celé statistice půdního fondu. I když je nezbytně nutné, aby naše statistická praxe stále více sledovala takové vlastnosti půdy, které jsou důležité pro rozvoj mechanizace polních prací jako je svažitost pozemků, odpor půdy atd., bude účelné se zabývat i tříděním půdy podle jejích fyzikálních vlastností (písčité, hlinité apod., podzol, hnědozem atd.) a z hlediska biologických vlastností. Jsem toho názoru, že právě v ČSSR by bylo účelné znovu prověřovat systém statistiky půdního fondu. Naše kvalitativní různorodost půdy klade pochopitelně specifické, obtížné úkoly na celou statistiku půdního fondu a využívání dat evidence a statistiky pro plánování výroby v zemědělství.

Dosavadní stav ve vedení evidence půdy není uspokojivý. Poměr k evidenci půdy musí být změněn přímo v zemědělském závodě. Státní orgány, MNV, měřičské instituce, ministerstvo a jeho výrobní zemědělské správy by měly problém evidence půdy vzít za základ své řídicí práce.

Rozbory transformace a dynamiky půdního fondu by měly sledovat, zda je plněn úkol přeměny méně intenzivních kultur k intenzivnějším.

Úkolem statistiky pak je, aby sledovala i přeměny kultur v jednotlivých letech a číselně vyjadřovala velikost a jakost změn těchto statisticko-ekonomických ukazatelů.

Časové řady v evidenci půdy jsou základním předpokladem další práce k vědeckému řízení zemědělství.

Jde o velmi náročné práce, vyžadující pevné organizace jak ve vedení, tak ve zpracování těchto dat v místech, okresech, krajích a v centrálních orgánech.

Nedílnou součástí evidence půdy musí být evidence investic do půdy, meliorace, zavodňování, výsledky hnojení, stavy kompostů apod. Vodní podmínky, povětrnostní přehledy a všechny skutečnosti mající vliv na zvyšování úrodnosti půdy nutno evidovat, sledovat a vyhodnocovat pro další rozvoj zemědělství.

Statistika rostlinné výroby je důležitou složkou zemědělské statistiky. Její význam vyplývá z postavení rostlinné výroby v celém zemědělství.

Důležitým předpokladem pro správné bilancování v zemědělském závodě, okrese, kraji i v celém státě je přesná statistika a evidence osevních ploch, která musí zkoumat celou ornou půdu, tj. nejen tu její část, která byla oseta, ale také plochu, která z různých důvodů oseta nebyla, neboť ladem ležící půda je důležitou rezervou pro rozšiřování osevních ploch a tím i pro růst produkce.

Využití dat o osevních plochách je mnohostranné. Dosavadní řídicí práce v zemědělství mnohdy nedostatečně prověřuje kvalitu evidence a statistiky osevních ploch. Jestliže zpracováváme propočty lineárního programování např. výrobních plánů, můžeme bilancovat s nedokonalými údaji a dosáhnout sice lepších výsledků než při dosavadním plánování, ale rezervy stále zůstávají značné.

Dosavadní tzv. soupisy ploch osevů každého roku jsou sice nutnou inventarizací celé rostlinné výroby pro bilanční práce, ale jejich zpracování a hlavně kontrola není na úrovni, kterou potřebujeme pro naši práci.

Při posuzování struktury osevních ploch je nutno si více všimnout intenzity zemědělské výroby.

I zde je třeba činit opatření, aby zemědělské závody a zemědělské řídicí orgány měly správně vedené vývojové řady ploch osevů, aby mohla být vhodně posuzována dynamika osevních ploch, a to zejména pomocí grafů a indexních čísel.

Dalším důležitým faktorem je statistika hektarových výnosů a sklizní.

Statistika hektarových výnosů, respektive statistika sklizní musí především:

1. vypracovávat spolehlivé metody zjišťování hektarových výnosů v potřebném členění podle sektorů, výrobních oblastí, podoblastí a podle potřeby i podle různých výrobních i ekonomických podmínek a bilančních potřeb zemědělských závodů a vypočítávat ekonomicky zdůvodněné ukazatele produkce u jednotlivých skupin plodin a celé rostlinné výroby;

2. uplatňovat účinné metody rozboru hektarových výnosů a jejich dynamiky především z hlediska plnění plánu, agrotechnických opatření, struktury odrůd a osevních ploch (rozmístění).

Dosavadní metody zjišťování sklizní jsou velmi nedokonalé, zejména v průběhu vegetace. Jsem toho názoru, že těžiště naší bilanční práce má být opřeno o roční výkazy zemědělských závodů a rozborů dat o hektarových výnosech a sklizních, kde bude řešena dynamika hektarových výnosů především za delší období (i několika desítek let) a srovnány dosažené hektarové výnosy a sklizně jednak s úrovní minulých let a jednak s plány a použitou technologií sklizně.

Je důležité se zabývat samostatným sledováním sklizňových ztrát při různých technologiích a při činnosti zemědělských závodů. Bylo by účelné výběrově šetřit sklizňové ztráty zemědělskými řídicími orgány nebo ve spolupráci s orgány lidové kontroly. Dosavadní evidence a statistika nám neumožňuje reálný a pokud možno objektivní pohled na ztráty, které je možno podstatně snížovat opatřeními podle zjištěných skutečností, majících plně reprezentativní charakter.

V současné době jsou k dispozici bohaté statistické údaje o stavu a rozvoji živočišné výroby. Chceme-li plně využívat dosavadní soustavy evidence a statistiky živočišné výroby, je nutné zkvalitnit statistiku početních stavů hospodářského zvířectva, zejména u drůbeže a mláďat. Strukturu stáda hospodářského zvířectva je možno i dále podrobněji dělit podle věkových skupin.

Statistika musí přímo v závodech i v celém zemědělství sledovat vývoj reprodukce hospodářského zvířectva.

Pro další vývoj bilancování na úseku živočišné výroby bude nutno více než dosud analyzovat obrát stáda a prověřit zjišťování údajů o živočišné produkci a užitkovosti. Na tomto úseku má evidence a statistika mnoho nedostatků pramenících převážně z nízké úrovně řízení, kontroly a odměňování v zemědělství.

Zvláštní pozornost zaslouží podklady pro statistiku krmiv. Základem statistiky krmiv musí být bilance krmiv, zejména z vlastní výroby, obsahující:

1. výpočet potřeby celkového množství ovesných jednotek a stravitelných bílkovin,
2. výpočet potřeby ovesných jednotek podle jednotlivých skupin krmiv,
3. výpočet množství krmiva, které zůstává v zemědělských závodech ke krmným účelům,
4. výpočet množství krmiva přiděleného zemědělským závodům z centrálního fondu.

Neméně důležitým nástrojem řízení živočišné výroby je i bilance pohybu krmiv.

Při naší práci používání matematických metod je právě oblast krmiv nejlepším polem působnosti vědeckého bilancování.

Vedle uvedených druhů informací o zemědělské výrobě bude nutno znovu prověřit způsoby oceňování zemědělské produkce. Tento úkol není podle mého soudu dokonale vyřešen.

Zvláštní pozornost budeme věnovat evidenci a statistice mechanizace, která bude muset dokonaleji než dosud sledovat vybavení zemědělství mechanizačními prostředky a energetickými zdroji, využití těchto prostředků, stupeňnost v podkladech bude nutno věnovat dopravě v zemědělských závodech.

K problematice studia práce

Jedním z velmi důležitých předpokladů pro progresivní metody řízení zemědělství je studium činnosti lidí v zemědělských závodech. Jak jsem již uvedl, tento obor nemáme na patřičné výši a nemáme propracovanou techniku studia práce do takových konkrétností, aby vnitrozávodní plánování neobsahovalo jen základní ukazatele výrobně-finančního plánu, ale obsahovalo i opatření k odstranění zbytečných výkonů lidí a strojů, ke snížení výrobních nákladů a zabezpečení maximální efektivnosti základních a oběžných prostředků.

Obor studia práce by podle mého soudu měl být spojen s celým úsilím po dosažení zvědečnění plánování a zapojení samočinných počítačů v zemědělství. Podrobným studiem práce v zemědělském závodě můžeme řešit celý složitý problém pracovních sil v zemědělství a jejich kvalifikace i odměňování.

Nestačí jen normovat práci a neřešit přitom celou sérii problémů plánování práce v zemědělském závodě. Co nám ukazuje rozbor evidence práce lidí např. ve státním statku? Na jedné straně špičkové výkony a na druhé straně obrovské množství neproduktivní práce a ztrátových časů.

Evidence o práci a mzdách ve své složité problematice ukazuje jasně, že bilancovat práci a pracovní síly je přední úkol našich ekonomů a techniků v zemědělských závodech i zemědělských řídicích orgánech.

Hledat úspory práce se dotýká všech oborů zemědělské činnosti, vlastní výrobou počínaje a výstavbou hospodářských budov konče.

Dosavadní statistika práce v zemědělství má nedostatky snad největšího rozsahu z celé národohospodářské evidence v zemědělství.

Dosud nemáme plně věrohodnou analýzu všech jevů na úseku ekonomiky práce a dost dobře neznáme tedy příčiny některých obtíží zemědělství.

Bylo by velmi romantické hovořit o uplatňování vědeckých forem řízení v zemědělství, jestliže bychom neměli řádný rozbor současné situace, zejména na úseku pracovních sil a jejich činnosti. I tyto rozbor vyžadují dokonalejší techniku ve zpracování ekonomických informací.

K problematice zpracování ekonomických informací pomocí prostředků výpočetní techniky

Ukazuje se, že jedním ze zásadních problémů je vedení evidence, zajišťování plánovacích prací a zpracování ekonomických informací na strojích výpočetní techniky. Bez širokého uplatnění mechanizace a postupně i automatizace do řídicí práce nelze v širším měřítku realizovat vědecké metody komplexního bilancování a použití matematiky v zemědělské praxi.

Nelze však čekat s aplikací dílčích programů. V současné době můžeme v širší míře realizovat programy optimalizace krmivové základny pomocí lineárního programování a řešení dopravního problému. Programy rozmístění výroby a optimálních výrobních plánů budou však realizovatelné za podmínek, které jsem již uváděl.

Pro upřesnění pohledu na problematiku mechanizace zpracování ekonomických informací, pokusím se stručně charakterizovat postup mechanizace a automatizace řízení a správy, jak jej začínáme uplatňovat u nás v ČSSR v zemědělství a v ostatních odvětvích, která jsou řízena ministerstvem zemědělství, lesního a vodního hospodářství.

Za veliké podpory strany a vlády došlo po roce 1948 v našem zemědělství ke značnému rozvoji tzv. malé mechanizace výpočetních prací ve státních statcích, STS, JZD a v ostatních zemědělských závodech. V průběhu asi 10–12 let jsme dodali našemu zemědělství asi 30 až 35 tisíc sečítacích a kalkulačních strojů domácí a zahraniční výroby. Vedle dostatku psacích strojů se vytvořila a stále vytváří technická základna pro jednoduché početní úkony přímo v zemědělských závodech. Náročné úkoly plánování a evidence si však vynutily doplnit tzv. malou mechanizaci výpočetních prací dalšími stroji kancelářské techniky. Šlo zejména o zlepšení podmínek pro účetní evidenci. V letech 1955–1961 jsme položili základy ke kvalitativně vyšší organizaci práce pracovníků na úseku národohospodářské evidence, a to pomocí účtovacích a fakturovacích strojů s moderními funkcemi a schopnostmi. Dovozením dosud v zemědělství nepoužívaných automatických strojů Optimatic a Ascota nastal organizovaný útok na zaostávající řízení administrativy v našem zemědělství. S tímto opatřením bylo nutno řešit celou řadu problémů v první evidenci a v ostatních otázkách uspořádání účetní služby. V současné době již v našich podnicích a družstvech pracuje přes 1000 těchto strojů. Nejnovějším opatřením na úseku mechanizace, a možno již použít definice automatizace výpočetních prací a evidence, je široké a systematické zřizování zemědělských strojních početních stanic, vybavených stroji na děrné štítky československé výroby ARITMA. V současné době pracuje v našem resortu již 61 kompletních souprav strojů na děrné štítky.

Pro rozvoj mechanizace evidence a výpočetních prací bylo nutno vypracovat celou řadu organizačních a technických projektů. Bylo nutno vybudovat vývojovou resortní strojní početní stanici a skupinu projektantů a organizátorů pro zpracování všech potřebných pomůcek pro zřizování strojních početních stanic a přípravu zemědělských závodů pro mechanizaci evidence a výpočetních prací na strojích na děrné štítky.

Jsem toho názoru, že účelné spojení účtovacích strojů a děrnostítkové techniky pokládá základy k rozvoji dokonalejší techniky v řízení, a to je použití dálnopisů a děrné pásky v nejširším měřítku v zemědělských závodech, zemědělských řídicích orgánech a zemědělských strojních početních stanicích.

Dosavadní zkušenosti nám ukazují, že koncepce vlastních zemědělských strojních početních stanic může velmi rychle vyrovnat zaostávání zemědělství v této oblasti řídicích prací za průmyslem. Je pochopitelné, že řada zemědělských závodů si dává zpracovávat výpočty, plány a evidenci i v mimořesortních strojních početních stanicích. Jde jen o dílčí práce, které mohou převzít tyto stanice v obdobích volné kapacity strojů, tj. obvykle od 12. do 22. běžného měsíce. Pro komplexnější zpracování podkladů zemědělského závodu však tyto termíny nevyhovují. Spoléhat se výlučně na práci strojních početních stanic jiných resortů by znamenalo neřešit problém zemědělské evidence a statistiky a automatizace řídicích prací v zemědělství.

Stručně bych se chtěl zmínit o koncepci v mechanizaci a automatizaci řídicích a evidenčních prací v zemědělství ČSSR. Chceme i nadále budovat v každém okrese zemědělskou strojní početní stanici, vybavenou stroji na děrné štítky. Družstva i státní statky budou dostávat i nadále účtovací stroje pro ty druhy evidence, které není ekonomické zpracovávat na děrnostítkové technice. Předpokládáme, že tento program může být ukončen do konce roku 1975–1980.

Děrnostítková technika není sice nejmodernější technikou, ale je nutné s ní v zemědělství stále ještě počítat. V současné době zkoušíme techniku děrné pásky a přenos dat pomocí dálnopisů. Dálnopisná technika může zvýšit produktivitu práce ve strojní početní stanici a několikrát. Proto plánujeme do roku 1967 zapojit v zemědělství 683 dálnopisů se zabudovaným děrovačem pásky a automatickým vysílačem děrné pásky. Toto zařízení by měly všechny státní statky, strojní početní stanice, výrobní zemědělské správy a vybraná družstva. Vysílání dat je počítáno při modulační rychlosti 50 bandů pro automatické vysílání děrnou páskou rychlostí 400 znaků za minutu a pro ruční vysílání 180 znaků za minutu. Tento velký pokus bude znamenat další rozhodný krok k předpokladům pro využití samočinných počítačů v řízení zemědělství a zpracování ekonomických informací pro potřeby exaktního plánování a bilancování.

Uvedené poznámky a opatření považuji za nutné pro použití samočinných počítačů v zemědělské ekonomické praxi.

Předpokladem pro efektivní zapojení těchto strojů na zpracování informací je důkladná projekční a programová příprava, spojená se širokou organizační přípravou v zemědělských závodech a řídicích zemědělských orgánech. Počítá se dále s tím, že pro reálné projektování a programování bude mít centrální zemědělský řídicí or-

gán (MZLVH) v brzké době vlastní počítač, na kterém budou ověřovány vypracované projekty a řešeny úlohy v oblasti řízení a plánování zemědělství.

V současné době zpracováváme pokusné propočty např. u optimálních výrobních plánů zemědělských závodů různých výrobních a ekonomických podmínek proto, že se nám ukáží disproporce v cenové tvorbě a další problémy vyžadující různých opatření před širokým použitím samočinných počítačů v plánování a bilancování zemědělství.

Naši programátoři budou stát před daleko obtížnějším problémem, než musí řešit obdobní pracovníci v zemědělství kapitalistických států, kde celé snažení je zaměřeno na maximální zisk příslušného podnikatele bez ohledu na důsledky pro národní hospodářství.

Soulad zájmů zemědělských závodů se zájmy státu a společnosti u nás bude vyžadovat rozsáhlejšího programování a širší výzkumné činnosti pro zavádění matematických metod a samočinných počítačů v socialistické zemědělské velkovýrobě.

Bude proto účelné, aby první samočinný počítač byl umístěn ve výpočtovém středisku Výzkumného ústavu zemědělské ekonomiky. Výpočtové středisko bude vybaveno 25–30 pracovníky, plně kvalifikovanými pro programování úloh. Těsné spojení programů s projekty úkolů na děrnoštitkových strojích bude ovšem vyžadovat koordinační práci ministerstva zemědělství, lesního a vodního hospodářství, kde nutno plně zabezpečit předpoklady pro tuto činnost.

Celý, dosud v našich podmínkách neprozkoumaný problém koncentrace a specializace zemědělské výroby, bude vyžadovat i rozsáhlé programování pro samočinný počítač právě v oboru zemědělského výzkumu.

Jsem toho názoru, že skutečné zapojení samočinných počítačů do zemědělství je problém, o jehož složitosti zatím nemáme reálné představy. Je rozhodně složitější než dosavadní použití počítačů v tzv. vědeckotechnických výpočtech.

Jaký počítač volit? Jsem toho názoru, že počítače, které dosud v ČSSR máme, můžeme použít pro zemědělství jen v omezeném měřítku. I když zatím vytváříme předpoklady pro využití těchto strojů v zemědělství, je však nutno řešit otázku vhodného počítače pro úlohy intenzivního zemědělství. Musíme uvažovat o víceúčelovém středním počítači, vybaveném rozsáhlou pamětí.

O jednom z velmi důležitých předpokladů pro zapojení samočinných počítačů bych se chtěl ještě před závěrem zmínit. Jde o formulaci požadavků řídicích orgánů na výsledky zpracování ekonomických informací, a to jak z hlediska plánovaných úkolů, tak z hlediska informací o skutečně dosažených výsledcích ve výrobě a o hospodaření a činnosti závodů a řídicích orgánů.

Bez náležité zpracované požadavku řídicích složek nelze vypracovat komplexní soubory instrukcí pro počítač.

I když připustíme, že tato složitá práce nebude v prvních letech vyčerpávat všechny možnosti počítače, měl by být úkol požadavku na program zajištěn v těchto zásadách:

- a) jasně formulovat hmotné i hodnotové ukazatele nezbytné pro řízení zemědělských závodů včetně šíře zpracování a periodicity pro jednotlivé stupně řízení;
- b) respektovat maximální zjednodušení administrativy (prvotní evidence);
- c) vytvořit podmínky pro rychlý přenos informací ze závodů do výpočetního střediska;

- d) vypracovat takovou soustavu formulářů plánů a evidence, aby plně vyhovovala zpracování na počítači, a to jak pro vstup, tak i pro výstup a praktické použití v řízení;

- e) vytvořit podmínky k odstranění nepřesností v evidenci v závodech;

- f) stabilizovat metodiku informací tak, aby program pro počítač mohl plně využívat paměťových možností počítače a vývoj zemědělství v hmotných i hodnotových ukazatelích byl běžně sledován v objemu požadavku, formulovaného řídicími zemědělskými orgány;

- g) jasně si uvědomit, že program pro počítač musí být zpracován tak, aby výsledky zpracovaných informací jak plánovaných ukazatelů, tak skutečností, mohly být použity pro nejširší okruh řídicí práce (např. pro cenovou tvorbu, kontrolu plánů, odměňování, odbyt výrobků, subvenční opatření, financování, plánování, odbornou poradenskou službu – veterinární, plemenářskou, přímé zásahy v distribuci hnojiv, náhradních dílů, přesuny strojů atd.);

- h) jaký dopad bude mít použití počítače do organizační struktury řídicího aparátu v ústředí a na nižších složkách, jakož i přímo v závodech; přitom nutno velmi obezřetně vážit takzvané úspory pracovních sil, neboť ihned po pořízení stroje kancelářské techniky jsme mnohdy svědky toho, že místo formulování požadavku na

to, co má stroj dělat, se bez rozvahy snižují počty ekonomických pracovníků v závodech a nadpodnikových orgánech;

ch) na vypracování požadavku se musí podílet všechny složky řídicího aparátu a rovněž i výzkumné instituce a tzv. nadresortní orgány proto, aby nevznikaly další požadavky na zpracovávané informace již po zahájení celého programu zapojení počítače do řídicí práce.

Stanovme požadavek pro počítač a měňme nástroje řízení tak, jak nám ukáže vědecká analýza vývoje zemědělství a nedostatky na jednotlivých úsecích plánu, financí, odměňování, technologií apod. Považují za nutné zdůraznit, že celá koncepce programů zapojení samočinných počítačů v zemědělství musí být již od začátku spjata s pracemi výzkumu racionalizace řízení a správy v resortu. Vypracování požadavku i programu pro tyto stroje jsou výzkumné úkoly obrovského rozsahu a významu, jestliže známe úroveň zemědělské praxe a úkoly kladené na zvýšení zemědělské výroby nejen u nás, ale i v ostatním světě.

Hovoříme-li o tak obtížných problémech řízení zemědělství, považují za nezbytné poukázat na problém neméně závažný, a to je kádrové a organizační zajištění všech úkolů, spojených s vědeckým řízením našeho zemědělství.

Příprava pracovníků zemědělských řídicích orgánů a vedoucích kádrů zemědělských závodů bude vyžadovat vybudování širší sítě instruktorů tak, aby současně s budováním sítě základny matematických strojů zvládli pracovníci v zemědělství i základy vědeckého programování a bilancování a dovedli vytvářet podmínky pro tuto řídicí práci přímo v závodech a řídicích orgánech, evidencí počínaje a organizací práce, reálným plánováním a odměňováním konče. Velmi důležitým opatřením bude, aby pracovníci centrálních řídicích zemědělských a plánovacích orgánů zvládli v náležitém předstihu problematiku, o které jednáme. To bude velmi náročné a obtížné, vyškolit lidi, kteří by školili instruktory a pracovníky zemědělských závodů. Naše odborné a vysoké zemědělské školy velmi slabě reagují na tyto problémy. Příprava našich techniků je velmi nedostatečná v problematice evidence, statistiky, ekonomiky práce, plánování a matematiky. Jde o velmi zásadní věc, která léta nebyla řešena a z i těchto důvodů je nedostatek řídicích kádrů — odborníků v zemědělství velmi citelný.

Výzkumné ústavy v zemědělství mohou vykonat velmi cennou práci, jestliže budou svou výzkumnou práci v oboru vědeckého řízení a použití matematických metod zaměřovat na celý problém, který vznikne při realizaci těchto opatření. Jsem toho názoru, že právě věda musí říci, že řešení tohoto problému v zemědělství bude znamenat podstatné zásahy v řídicím zemědělském aparátě. Pracující zemědělských závodů se nenaučí tyto věci z článků v časopisech nebo z publikací. Přípravu lidí považují za úkol bezprostřední, chceme-li v příštích letech dosáhnout zvednutí plánování a řízení zemědělství. Musíme být připraveni, že řadu let se budeme setkávat i s neúspěchy a s kritikou z těch pochopitelných důvodů, že dosud budeme počítat s nevěrohodnými údaji a odstraňovat nedokonalosti dosavadního systému plánování, odměňování, evidence, cenové tvorby a tzv. operativního řízení bez znalostí ekonomiky zemědělství.

Úkoly, které vyplývají z této problematiky, jsou velmi obtížné a bylo by snadnější je řešit v těsnější mezinárodní spolupráci.

Považují proto za nezbytné, aby i v rámci Rady vzájemné hospodářské pomoci byly otázky jednotné evidence a statistiky, použití matematických metod, vědeckého programování, mechanizace a automatizace řídicích prací v zemědělství řešeny za široké mezinárodní účasti a v účelné dělbě práce. Máme před sebou úkol, jehož realizace v zemědělství bude trvat řadu let. Jedině však zemědělství socialistických států může tento úkol splnit úspěšně.

Bude proto správné, aby z našeho jednání vzešlo doporučení orgánům RVHP k zařazení těchto otázek do plánu činnosti a umožněna široká mezinárodní spolupráce.

Příprava kádrů na vysokých zemědělských školách při zvládnutí a používání matematických metod

CSc. inž. Josef FOJTL, doc. CSc. inž. Vladimír PILÍŠEK

Vysoká škola zemědělská, Praha

Jedním z rozhodujících předpokladů uplatňování matematických metod ve všech oblastech výzkumu, plánování a řízení zemědělství je příprava odborníků plně kvalifikovaných pro tuto činnost.

Vysoké školy zemědělské si pochopitelně nekladou za cíl vychovávat specialisty matematiky a programátory — jejich úkol je jiný. Při použití matematických metod dává zemědělský odborník a zejména zemědělský ekonom použitému matematickému aparátu konkrétní obsah, cíl i podmínky řešení a dokončuje proces výpočtů a řešení až do praktického využití.

Z toho hlediska je třeba, aby vysoké zemědělské školy daly absolventům tyto základní znalosti a schopnosti:

a) využít při řešení problematiky podniků modelů a postupů vyřešených již obecně ve výzkumných ústavech a ověřených v praxi, např. řešení krmeného problému, výrobního programu aj.,

b) samostatně řešit aplikaci základních matematických metod pro jednoduché problémy, např. transportní problém,

c) zpracovávat rozbor matematických řešení a ovládat způsoby praktického využití výpočtů, a

d) formulovat podklady (normativy, omezení aj.) pro širší nadpodnikové úkoly.

Jak těmto požadavkům odpovídá výuka na vysokých školách zemědělských a jaké problémy je třeba v organizaci výroby řešit?

Domníváme se, že příprava zemědělských odborníků se bezprostředně dotýká těchto předmětů:

a) účetní evidence,

b) statistiky a

c) vědeckého programování,

a dále pak otázek využití poznatků těchto předmětů v navazujících odborných zemědělských a ekonomických předmětech, zejména v zemědělské ekonomice a organizaci socialistických zemědělských závodů.

Všechny uváděné předměty jsou zařazeny v učebních plánech vysokých škol zemědělských a z jejich výuky jsou již k dispozici určité zkušenosti; to se týká především účetní evidence a statistiky.

Účetní evidence je zařazena v učebních plánech všech fakult vysokých škol zemědělských. Na provozně-ekonomických fakultách — pokud vycházíme ze zkušeností fakulty pražské — je tomuto předmětu věnována značná pozornost. Předmět zahrnuje prvotní evidenci, metody a formy účetní evidence, problematiku kalkulací, finančních rozborů a financování; pozornost je věnována mechanizaci evidence, a to jak střední, tak i velké. Výuka je zaměřena teoreticky i prakticky.

Provozně-ekonomické fakulty si nekladou za úkol vychovávat specialisty v oboru účetní evidence, ale odborníky-ekonomy a organizátory socialistických zemědělských závodů. Absolventi by však měli být schopni dokonale využívat účetní evidence a umět ji organizovat. Tento požadavek výuka účetní evidence na provozně-ekonomických fakultách zajišťuje.

Výuce účetní evidence věnuje značnou pozornost též odborné zemědělské školství. Na zemědělských technických školách ekonomického směru je účetní evidence jedním ze základních předmětů,

jenž je dotován velkým počtem hodin. Ve čtvrtém ročníku těchto škol se žáci seznamují s mechanizací účetní evidence, a to jak se střední, tak s velkou. Tyto školy připravují speciálně účetní a ekonomy pro socialistické zemědělství.

I když je systém přípravy kadrů v oboru zemědělské účetní evidence zřejmě možno dále zlepšovat, nedomníváme se, že to je příčina vážných nedostatků současného stavu naší zemědělské evidence. Jediným nedostatkem je snad malý počet absolventů přicházejících do zemědělských závodů a ještě menší počet těch, kteří přímo v zemědělském provozu zůstávají; to však není chyba školství, resp. jen školství.

Mnohem méně uspokojivý je stav přípravy zemědělských odborníků ve statistice. Statistika je v dostatečném rozsahu zařazena jen na provozně-ekonomických fakultách, zatímco na agronomických a zootechnických fakultách je zařazena v rozsahu zcela minimálním. Na mechanizační fakultě a melioračním směru agronomické fakulty zařazena vůbec není. Méně uspokojivý stav přípravy nevyplyvá z toho, že by v systému výuky např. v provozně-ekonomických fakultách byla statistice věnována menší pozornost. Příčin méně spokojivého stavu je řada, jsou však vespolek mimo dosah řešitelnosti vlastními silami fakult. Za nejdůležitější lze považovat charakter a náročnost samotného předmětu statistiky v podmínkách zemědělského školství.

Je třeba si uvědomit, že i provozně-ekonomické fakulty VŠZ zůstávají stále zemědělskými fakultami, kde celý systém výuky a výchovy je zaměřen především na předmětné, zpravidla velmi konkrétní vědní disciplíny; proto např. není problémem výuka zemědělské statistiky, která je disciplínou předmětnou. Vážným problémem je však výuka obecné teorie statistiky, která svým abstraktním metodologickým charakterem je v celém systému výuky zemědělského školství dosud zdánlivě stejně cizorodým tělesem jako sama matematika. V tom spočívá základní příčina nízké úrovně znalostí všech disciplín abstraktně metodologického charakteru, tedy nejen statistiky a vědeckého programování, ale především samotné matematiky, jakožto základu těchto disciplín.

Abyste bylo možno učinit si představu o hloubce tohoto problému, je třeba připomenout toto:

— podle „staré tradice“ se na vysoké školy zemědělské přijímají uchazeči se sklony k praktickým, předmětným disci-

plínám, tedy jinými slovy ti, kteří zpravidla obtížně zvládali matematiku;

— dosud se dává přednost uchazečům ze zemědělských technických škol, kde výuka matematiky, a na ekonomickém směru též statistiky, je kvantitativně i kvalitativně na zcela nedostatečné úrovni; tito uchazeči však mají pro studium na VŠZ objektivně řadu jiných předností;

— zpravidla ani uchazeči z jiných škol nemají dostatečné matematické znalosti; (pokud je totiž mají, nehlásí se na vysoké školy zemědělské, které již řadu let musí vyvíjet veliké úsilí, aby zajistily plánované počty studentů); ve výuce matematiky na vysoké škole se pak zápolí s elementárními základy a např. již jen analytická geometrie roviny působí obtíže;

— na vysokých školách zemědělských působí řada odborníků, a to i vynikajících odborníků odchovaných v duchu „starých tradic“, tj. přesvědčených, že lze dobrého agronoma či zootechnika vychovat i bez matematiky.

Zvláště obtížná je situace u starších odborníků a absolventů VŠZ, zastávajících často významné funkce v našem zemědělství, kteří by tudíž mohli podstatně ovlivnit metody plánování a řízení našeho zemědělství. S fakultami přicházejí tito pracovníci do styku formou dálkového studia, postgraduálního studia a jinými speciálními formami studia. Pro tyto pracovníky je např. celá statistická indukce prakticky již téměř nedostupná. A právě tato část statistiky má mimořádný význam pro nové metody plánování a řízení zemědělství, protože rostoucí nároky na statistické údaje bude zřejmě nutno do značné míry zajišťovat výběrovými šetřeními.

Přitom si vysoké školy zemědělské v žádném případě nečiní nároky na výchovu specialistů statistiků — ani zemědělských statistiků; tyto specializace jsou zařazeny na vysoké škole ekonomické, popř. na matematicko-fyzikální fakultě KÚ. Absolventi zemědělských vysokých škol by měli však získat takové znalosti a přehled o statistice a statistických metodách, aby dovedli tohoto nástroje používat — ať již sami, nebo ve složitějších případech s pomocí specialistů.

Do studijních plánů provozně-ekonomických fakult VŠZ, s výjimkou Nitry, je již druhým rokem zařazeno vědecké programování. Na jiných fakultách se tomuto předmětu nevyučuje, s jeho výukou se bohužel ani nepočítá, což zřejmě není správné.

Dosavadní zkušenosti umožňují vyslovit

tvrzení, že všechny obtíže, se kterými se střetává výuka statistiky, se projevují ještě v mnohonásobně větší míře u vědeckého programování.

Ve větší míře mj. proto, že se v dosavadní výuce matematiky prakticky neobjevuje lineární algebra, že je nedostatek kvalifikovaných učitelů a že je nedostatek konkrétních zkušeností a příkladů z naší praxe. Ukazuje se, že je velmi obtížné dostat se ve výuce přes určitou mez, ležící na hranici popularizace a odbornosti.

Na druhé straně je třeba poznamenat, že výuka vědeckého programování je díky vědecko-popularizačnímu úsilí některých pracovníků, kteří první začali s rozvíjením těchto metod, mnohem přitažlivější a studenti mají zájem a snahu zvládnout maximum nového oboru. V důsledku zmíněných příčin však toto maximum zůstává stále minimem.

Všechny tyto nedostatky mají své kořeny v přezívající tradici zaměření škol a v řadě objektivních příčin, které nelze likvidovat rázem.

Na cestě zabezpečení výchovy odborníků pro plnění nových úkolů je třeba řešit tyto problémy:

- politicko-výchovné působení nejen mezi studenty, ale i učiteli s cílem rozbít antimatematických tradic;

- ve výrazném posílení a zkvalitnění výuky matematiky na středních a odborných školách, především na ZTŠ;

- v prohlubování a zkvalitňování výuky statistiky a vědeckého programování, popř. dalších metod významných pro plánování a řízení ve všech provozně-ekonomických fakultách VŠZ;

- ve využití ekonomicko-matematických metod ve formě konkrétních aplikací v dalších disciplínách, především v zemědělské ekonomice a organizaci socialistických zemědělských závodů;

- v zaměření práce studentských vědeckých kroužků a diplomových prací na řešení ekonomických a organizačních problémů s použitím matematických metod v provozně-ekonomických fakultách a v širokém využití matematických a statistických metod při řešení odborné zemědělské problematiky v agronomických a zootechnických fakultách;

- v těsné spolupráci všech fakult VŠZ s výzkumnými ústavy a státními orgány při řešení základních odborných problémů s cílem získat i při omezené kapacitě škol možnost vlastního podílu při využití matematických metod, které bude vyžadovat řešení úloh v širších kolektivech.

Z uvedeného je zřejmé, že existují mnohé obtíže, které nejsou samostatnými silami vysokých škol řešitelné a které vyžadují účinné a rychlé pomoci i ústředních orgánů.

Jaké jsou dosažené výsledky a další cíle v přípravě zemědělských odborníků k využívání matematických metod v provozně-ekonomické fakultě VŠZ v Praze? Zatím byly řešeny tyto problémy:

- zařazení vědeckého programování do učebního plánu, jeho úkoly a postavení,
- vytvoření navazující soustavy matematické a statistické přípravy a
- uplatnění matematické přípravy v postgraduálním studiu.

Zařazení vědeckého programování do učebního plánu, tj. do určitého semestru, vyžaduje charakterizovat cíle a úkoly předmětu. Byly v podstatě dvě možnosti, a to buď zařadit tento předmět do posledních ročníků (7–10 semestr) v návaznosti na odborné předměty, nebo do prvních ročníků (3–4 semestr) v návaznosti na matematiku. Zásadně bylo přijato druhé řešení. Provizorně z hlediska okamžitého uplatnění, se sice používá první alternativy, ovšem jsme si vědomi všech nedostatků, které z toho vyplývají a které postupným uplatněním druhé alternativy budou odstraněny.

Tyto nevýhody nemá řešení, přijaté v provozně-ekonomické fakultě, kdy je vytvořena tato závaznost předmětů:

- | | |
|-------------------|---|
| 1. až 2. semestr | matematika, |
| 3. až 4. semestr | vědecké programování, |
| 5. až 6. semestr | statistika, |
| 7. až 10. semestr | zemědělská ekonomika, |
| | organizace socialistických zemědělských závodů, |
| | racionalizace pracovních procesů. |

Přitom je třeba podotknout, že přestavba studia se týká všech předmětů — např. statistika není dále členěna na obecnou, zemědělskou a experimentální, ale s ohledem na profily odborníků — agronom, zootechnik, provozní ekonom — tvoří komplexní celek s diferencovaně řešenou náplní, kterou tvoří tři bývalé předměty. Jsou zde dvě tendence — u profilových odborných předmětů dochází ke specializaci, ke vzniku nových disciplín a u průpravných předmětů dochází k agregaci, ovšem k agregaci orientované na jednotlivé specializace.

Složitější problémy vznikají, vyjde-li za hranice uváděné specializace —

tj. provozní ekonomiky (PEF). Zatím agronomické, zootechnické a mechanizační fakulty neprojevily ani dost málo pochopení pro aplikaci matematických metod k řešení odborných problémů, které jejich absolventi budou v praxi řešit, ačkoli k tomu byly ministerstvem zemědělství, lesního a vodního hospodářství vyzvány. Toto ministerstvo není, pravda, resortním ministerstvem pro vysoké školy zemědělské, ale v tak vážné otázce, jako je příprava kádrů pro využití matematických metod v zemědělství, by se nemělo hledět na to, odkud iniciativa přichází, ale měl by rozhodovat význam opatření.

Symposium o matematických metodách v zemědělství ukázalo, že jejich využití není jen záležitostí matematiků, programátorů a ekonomů, ale že o úspěchu řešení rozhodují výrazným způsobem odborně stanovené omezující podmínky. Nelze si představit řešení otázek rozmístění či výrobního programu podniku bez účasti agronomů a zootechniků, řešení problémů krmivové základny bez zootechniků, řešení skladby traktorového parku či dopravního problému bez účasti mechanizátorů apod. Všichni tito odborníci odpovídají v praxi za správné řešení daných problémů; jde tedy o to připravit je k tomu, aby přitom používali dokonalejších, tj. matematických metod.

Bude třeba, aby v našich podmínkách vzaly na sebe iniciativu provozně-ekonomické fakulty a prosadily zavedení výuky vědeckého programování i na ostatní fakulty.

Vytvořit co nejdříve základnu pro široké využívání matematických metod znamená orientovat se nejen na úpravu různých forem studia na VŠZ, ale zabezpečit také doškolení zemědělských odborníků, kteří v minulých letech absolvovali VŠZ.

Již několik let uskutečňuje provozně-ekonomická fakulta postgraduální studium a v jeho rámci i výuku vědeckého programování

Nedostatečné základy matematiky, nesoustavnost studia a hlavně nezávažnost studia, vedou však k tomu, že postgraduální výuka se stává jen informací.

V současné době připravuje ministerstvo zemědělství, lesního a vodního hospodářství reorganizaci postgraduálního studia, kde se počítá s různými směry (např. na PEF — organizace zemědělské výroby a podnikové ekonomiky) s trváním 2—4 semestrů dálkového studia v praxi. Bude závazné nejen tím, že absolventi budou povinni se doškolení zúčastnit, ale též tím, že bude řešena hmotná zainteresovanost na úspěšném absolvování studia platovým zařazením pracovníků. Za této situace bude také možno podstatně lépe a náročněji organizovat výuku vědeckého programování.

Výuku na VŠZ si však nelze představit bez soustavného sepětí s výzkumnou prací. Na tomto poli je řada problémů a nedostatků, které musí být urychleně odstraněny.

K tomu přispělo i to, že na VŠZ byl podstatně dokončen proces vytváření komplexních výzkumných úkolů, avšak pokud jde o použití matematické metody, při jejich řešení nejsou dosud možnosti VŠZ takové, aby mohly rozhodujícím způsobem a v široké míře zasáhnout řešení jednotlivých dílčích úkolů. Tak jako počítáme s určitou mezinárodní dělbou a kooperací práce, měli bychom ji realizovat i uvnitř ČSSR. Tam, kde síly jedné fakulty nestačí na samostatné řešení úkolu, je nutno využít možnosti účastnit se práce v řešitelských kolektivech výzkumných ústavů. Této možnosti jsme však zatím nevyužívali.

Je zřejmé, že VŠZ i ostatní odborné zemědělské školy se budou s problémy nových úkolů, spojených s výchovou kádrů a s vlastním použitím a rozvíjením matematických metod vyrovnávat postupně a delší dobu. Je však třeba, abychom v rámci omezujících podmínek dosáhli optimálního řešení v nejkratší době.

K otázkám použití matematických metod v zemědělství

Diskuse na mezinárodním sympoziu konaném ve dnech 21.—26. října 1963
v Praze

Na sympoziu k otázkám použití matematických metod v ekonomickém výzkumu v zemědělství, byla mimo referátů a koreferátů, jež jsou ve formě článků součástí tohoto čísla „Zemědělské ekonomiky“, přednesena řada diskusních příspěvků. Jednotlivé příspěvky byly zaměřeny k projednávaným tématům a byly různého rozsahu. Pro nedostatek místa uveřejňujeme proto jen nejdůležitější myšlenky, přednesené jednotlivými diskutujícími.

K používání matematických metod v zemědělství

v jednotlivých zúčastněných zemích vystoupil nejdříve doc. CSc. R. G. Kravčenko k situaci v Sovětském svazu. Ve svém příspěvku zejména zdůraznil, že ačkoliv začátek použití matematických metod a samočinných počítačů v zemědělství SSSR se datuje teprve od poloviny padesátých let, zabývá se matematickými metodami a použitím samočinných počítačů v zemědělství stále více výzkumných ústavů a hospodářských organizací.

Na poslední všesvazové konferenci o použití těchto metod v zemědělství, konané začátkem října roku 1963 v Moskvě, se soustředilo 250 účastníků. Byli to zástupci 38 vědeckovýzkumných ústavů, 47 vysokých zemědělských škol a universit a 6 výpočetních středisek ze všech částí SSSR.

Bylo předneseno přes 40 referátů o použití matematických metod a výpočetní techniky v plánování a řízení zemědělské výroby.

Ještě nedávno se lineárním programováním a použitím samočinných počítačů zabývali jen vědečtí pracovníci v Leninogradě, Moskvě a Novosibirsku, nyní lze jen těžko vyjmenovat všechna města, kde všude se lineárním programováním a použitím strojné-početní techniky zabývají zemědělští ekonomové.

Na říjnové konferenci bylo poukázáno též na nedostatky, a to:

1. nedostatek potřebných kádrů,
2. neuspokojivou materiální-technickou základnu,
3. velmi slabou normativní základnu.

Na konferenci bylo založeno koordinační středisko pro usměrnění výzkumu a rozvíjení metod užití matematiky a samočinných počítačů v zemědělské výrobě.

V plánu koordinačního střediska jsou na prvním místě ta témata výzkumu, na kterých se již nyní pracuje a která poskytnou zemědělství již teď bezprostřední pomoc.

Hlavní téma, na kterém nyní ekonomové a matematici pracují ve Vsesvazovém ústavu zemědělské ekonomiky, je především:

1. „Výhledové rozmístění a specializace zemědělské výroby.“ Pro řešení tohoto úkolu byl vypracován zvláštní model, který je podrobně popsán ve sborníku referátů výše jmenované konference. Zvláštností modelu je, že se nepoužívá předem stanovených normativů na perspektivu. Ani hektarové výnosy, ani užitkovost hospodářských zvířat, ani produktivita práce, vlastní náklady a jiné podobné ukazatele — se neurčují předem.

Všichni tito činitelé jsou závislí na výši výrobních zdrojů (půdy, práce, investic, hnojiv, krmiv apod.) a na jejich racionálním rozmístění a efektivním využití.

Úloha rozmístění a specializace zemědělské výroby je velmi rozsáhlá, a proto je řešena po částech, podle jednotlivých velkých ekonomických rajónů a poté uvnitř rajónů. Parametry jedné matice jsou: 1656 proměnných a 628 omezujících

cích podmínek. Úloha se řeší metodou Dantzig—Volfa.

2. Druhým výzkumným problémem, který je v současné době řešen ve VÚZE v Moskvě, je „Vytvoření automatizované soustavy evidence, řízení a plánování zemědělské výroby pomocí samostatných počítačů“.

V rámci tohoto výzkumného problému jsou řešeny i otázky vnitropodnikového plánování a optimální organizace (struktury) výroby, z nichž na příklad úkol ekonomicko-matematického řešení optimálního perspektivního výrobního a finančního plánu kolchozů a sovchozů je ukončen.

V přítomné době se lineárním programováním s použitím nejnovější techniky v sovětském zemědělství zabývá řada dalších institucí ve všech republikách SSSR.

V závěru svého příspěvku reagoval doc. Kravčenko na referát prof. Myslivce a zejména vyzdvihl, že při použití metod lineárního programování se vstupní údaje považují sice za konstanty, i když tomu tak ve skutečnosti nemusí vždy být, jak správně uvedl prof. Myslivec. Přesto však se domnívá, že proti tradičnímu způsobu plánování, kdy se v podstatě děje totéž, dávají metody lineárního programování mnohem přesnější podklady pro praktické použití.

Zástupce MLR Josef Sebestyén ve svém příspěvku uvedl stručný přehled o použití matematických metod v zemědělství MLR a zdůraznil, že většina prací přímo nijak nesouvisí s lineárním programováním. V Maďarsku je zejména dlouholetá tradice s aplikací produkční teorie. Zvláště po druhé světové válce byl zpracován větší počet prací s použitím produkční teorie, především pro sledování vlivu meteorologických podmínek na růst a výnosy plodin, přičemž se zejména používalo funkce C o p p — D o u g l a s.

Pokud jde o použití ostatních matematických metod, je třeba vyzdvihnout práce na meziodvětových bilancích (strukturální analýze) ve státní plánovací komisi a ve statistickém úřadě MLR.

Zástupce NDR dr. Otto Beier referoval o stavu využití matematických metod v zemědělství NDR.

S ohledem na to, že vývoj aplikace matematických metod v zemědělství NDR neprobíhal dostatečně rychle, bylo v květnu 1963 předsednictvem Rady ministrů NDR vydáno usnesení o vytvoření Komise pro používání matematických metod

v celém národním hospodářství a ke zlepšení nynějších výpočetních středisek.

V posledních dvou letech se rozšířilo použití matematiky jak na úseku výzkumu, tak při její aplikaci jednotlivými státními orgány. Zejména Státní plánovací komise započala s aplikací některých matematických metod a dala vypracovat první programy, aby jejich pomocí přezkoumala své návrhy plánů. Šlo především o otázky územního rozmístění výroby, maximálního zvýšení produkce apod.

K zabránění duplicity prací byla v roce 1962 vytvořena pracovní skupina, jejímž cílem je soustřeďovat všechny práce v NDR na úseku aplikace matematických metod v zemědělské ekonomice. Tato pracovní skupina, která sdružuje asi 60 odborníků ekonomů a matematiků, zhodnocuje dosavadní práce a navrhuje další směr výzkumu i zaměření dalších prací v tomto oboru.

Mimo této pracovní skupiny je při Německé akademii zemědělských věd zřízeno poměrně malé výpočetní středisko, v němž jsou hodnoceny všechny výzkumné úkoly pomocí různých matematických metod.

V nových ústavech pro soustavu hospodaření v zemědělství, které byly vytvořeny v každém kraji — a rovněž tak v jednotlivých ústavech při vysokých školách — (univerzitách) — se řeší pomocí matematických metod otázky plánování provozu, zejména otázky minimalizace plochy krmiv na 1 VDJ, výpočty optimálních krmných směsí, otázky správného územního rozmístění výroby apod.

Závěrem svého příspěvku dr. Beier uvedl, že použití matematických metod je v NDR podporováno ústředními orgány, zejména při meziodvětových bilancích, při zjišťování vztahů mezi zemědělskými podniky navzájem i při zjišťování vztahů mezi zemědělskými podniky a ostatními odvětvími národního hospodářství.

Prof. dr. inž. Turk z FSR Jugoslávie ve svém příspěvku zdůraznil, že většina prací současného zemědělského výzkumu, a to jak ve výzkumných ústavech, tak ve vysokých školách je založena na používání matematických metod.

Nejobsáhlejší práce byly vykonány při zkoumání závislosti hektarových výnosů na různých faktorech. Tak např. katedra zemědělské ekonomiky university v Lublani vykonala od roku 1955 přes 600 pokusů, při nichž zkoumala vliv strojených hnojiv po celém Slovinsku a při

jejich vyhodnocení použila rozličných metod matematické statistiky.

S metodami matematického programování v zemědělství se začalo teprve v roce 1962, přičemž se aplikovaly zatím jen metody lineárního programování.

V této souvislosti uvedl prof. Turk příklad matematického řešení standardizace a typizace vín, zejména vinných směsí, jež se dosud zpracovávala zcela empiricky za současné příměsi cukru, alkoholu apod. Použitím metody lineárního programování bylo dosaženo přes počáteční nedůvěru odborníků — vinařů mnohem lepších výsledků, a to jen smísením jednotlivých druhů vín v optimálním poměru bez jakýchkoliv dalších příměsí.

Metody lineárního programování se v současné době používá k řešení úkolů územního rozmístění zemědělské výroby, optimální struktury krmivové základny a krmných směsí.

Závěrem svého příspěvku zdůraznil prof. Turk, že je nutno široce uplatňovat a rozpracovávat různé matematické metody v zemědělství za současného stavu výpočetní techniky a nečekat s tím, až budou k dispozici nové moderní samostatné počítače. Přitom prvořadou pozornost je třeba věnovat dobré evidenci v zemědělských závodech, která je základem správnosti výchozích údajů.

Zástupce BLR ČSR Slobodan Atič ze Sofie ve svém příspěvku uvedl, že v BLR užívají při vyhodnocování podkladových materiálů masové povahy některých metod matematické statistiky, avšak metod matematického programování dosud nepoužili. Jsou si vědomi závaž-

nosti těchto metod pro zvýšení úrovně vědeckého výzkumu, a proto vedení Akademie zemědělských věd a Výzkumný ústav ekonomiky zemědělství BLR začínají věnovat zvýšenou pozornost přípravě kádrů a vytvoření nutných předpokladů pro používání matematických metod.

Vedení Akademie a Výzkumného ústavu zemědělské ekonomiky se rozhodlo ještě v roce 1963 zřídit laboratoř výpočtové techniky ve VÚZE v Sofii.

Rovněž zástupce RLR dipl. ekonom Simion Sotan sdělil, že i v Rumunsku jsou práce s použitím matematických metod v zemědělské ekonomice v začátcích. V Ústředním výzkumném ústavu zemědělským bylo použito metod lineárního programování ke stanovení optimálních krmných dávek pro skot, prasata a drůbež. Byl také sestaven model pro rozmístění ploch hlavních plodin v socialistických zemědělských závodech a model pro dosažení optimálních výsledků plánu zemědělské výroby v několika státních zemědělských závodech. Dále byl sestaven model pro řešení korelace mezi sklizní a dopravou cukrovky do cukrovaru. Ústřední výzkumný ústav zemědělský v Bukurešti ve svém plánu na příští leta počítá s použitím matematických metod při řešení řady dalších úkolů v zemědělství včetně řešení ekonomických vztahů jak uvnitř zemědělských závodů a mezi nimi navzájem, tak mezi nimi a ostatními odvětvími národního hospodářství.

* * *

Ke druhému problému projednávanému na sympoziu, tj.

k otázkám použití matematických metod při řešení výrobní struktury podniku

a jiných otázek vnitropodnikové ekonomiky byly vedle referátů a koreferátů předneseny tyto diskusní příspěvky:

Prof. VI. Kadlec z ČSSR ve své odpovědi na kritiku L. Vrány, jež se týkala používání naturálních ukazatelů, zejména při formulaci účelové funkce, uvedl některé negativní zkušenosti, které získal při použití hodnotových ukazatelů za situace, kdy ceny jednotlivých výrobků jsou pro socialistické zemědělské závody různé výhodné. Zdůraznil přitom, že všichni, kdož znají politickou ekonomii, vědí, že hodnotoví ukazatelé jsou základem a jsou pochopitelně nejvýhodnější. Naturální ukazatelé mají jen dílčí charakter a jsou méně výhodní než hodnotoví. Jestliže však hodnotoví ukazatelé mají řadu nedostatků, pak pro řešení některých praktických problémů mo-

hou být naturální ukazatelé jako náhražka hodnotových lepší, zejména pokud nemáme důvěru, že všechny cenové relace jsou v pořádku.

Jako příklad vhodného a účelného použití naturálního ukazatele v účelové funkci prof. Kadlec uvádí maximalizaci živin při řešení krmivového problému a minimalizaci půdy při rozmístění výroby. Použití těchto ukazatelů umožňuje podle názoru prof. Kadlece vyhnout se dočasně některým složitým otázkám maximalizace hrubé hodnoty výroby, maximalizace rentability, minimalizace nákladů, pokud nebudeme mít záruku, že jsou cenové relace v pořádku a pokud nebudeme jisti, zda podkladová data hodnotových ukazatelů, která pro propočet lineárního programování

je nutno získat, jsou také přesně zjištěna.

Máme-li na mysli stochastický charakter téměř všech podkladů v lineárním programování, pak podle názoru prof. Kadlece umožňují např. i hektarové výnosy pro své delší sledování lépe odhadnout četnost rozložení podle známých Gaussových křivek, než by to mohlo být např. u nákladů na jednotku výroby, kde dosud, alespoň u nás, nejsou statistická data dosti spolehlivá.

Naturální ukazatelé jsou proto jen východiskem z nouze, avšak ve složité situaci hodnotových vztahů mohou být dobrou a praktickou pomůckou.

Z toho zároveň vyplývá, že nelze ponechat otázku cenových relací neřešenou. Podle prof. Kadlece a jím získaných zkušeností by naopak využití lineárního programování k cenové analýze a později i k určení cen, a to diferencovaných cen, mohlo odstranit dosavadní nedostatky, o kterých se obecně hovoří, že totiž vzájemné vztahy cen jednotlivých zemědělských výrobků u nás nejsou v dobrých, spolehlivých relacích.

Závěrem svého příspěvku prof. Kadlec navrhl, aby symposium bylo poštětem k vědeckému určování cen zemědělských výrobků, např. použitím metod lineárního programování ve formě duálního vyjádření simplexové tabulky.

CSc. Š. Z. Tolpekin z SSSR, k jehož referátu došly některé dotazy, zejména k tomu, jak byly získány výchozí údaje pro korelační analýzu, jak byla řešena proměnlivá závislost výše nákladů na jednotku výkonu v různých podmínkách a jak byla v jeho modelu řešena zastupitelnost různých typů traktorů při jednotlivých pracích, ve své odpovědi v podstatě uvedl, že výchozí údaje byly získány především chronometraží prací. Dále pro propočty sloužily výkazy a údaje z příslušných hospodářství a ze zkušenosti zemědělských strojů. Různost těchto údajů pro jednotlivé varianty řešení vyvolala nejen nutnost použití faktoriální a korelační analýzy, ale také nezbytnost stanovení potřebných normativů, které v zemědělství stále ještě chybí nebo jsou nedokonalé.

V SSRR je při Sovětu národního hospodářství zřízen institut, který vypracovává normativy pro průmysl. V zemědělské výrobě dosud schází nejen podobná instituce, ale i vypracovaná normativní základna. Protože při výzkumu podle různých ukazatelů dostávali odlišnou efektivnost, vznikl úkol:

1. zpracováním normativní základny při uplatnění faktoriální a korelační

analýzy nalézt nejoptimálnější variantu,

2. určit, zda jsou správně stanovené agrotechnické lhůty pro vykonání zemědělských prací.

Tak např. již první práce ukázaly, že při uplatnění metody lineárního programování s použitím výchozích údajů z chronometraže prací, konaných moderními zemědělskými stroji podle zkušeností zemědělských strojů, nejsou kalendářní lhůty, které se stanovují na základě technologických karet, optimální a lze je tudíž změnit.

To svědčí o tom, že celý řetěz vzájemně spojených procesů můžeme ověřovat a řešit matematickými způsoby, mezi nimi i lineárním programováním k tomu účelu, abychom našli buď jednotlivé optimální varianty nebo společné optimální varianty využití strojně-traktorového parku.

V souvislosti s používáním metod lineárního programování i ostatních metod, kdy jde o správné určení účelové funkce, poukázal doc. dr. Habr z ČSSR na nebezpečí přejímání deterministických modelů při jejich aplikaci v zemědělství a na extrémální povahu těchto metod, které, jsou-li postaveny do reálných podmínek, znamenají mnohem větší nároky na řízení celé soustavy.

Ve svém příspěvku poukázal zejména na to, že v modelech řešení různých problémů v zemědělství je povaha symbolů a jejich reálná náplň obvykle interpretována deterministicky, zatímco ve skutečnosti jde o stochastické procesy. Lze předpokládat, že právě tak jako zemědělská praxe podnítila vznik matematicko-statistických metod, budou to opět zemědělské aplikace, které povedou k syntéze deterministických a stochastických modelů.

Zdůraznil, že kdybychom totiž šli cestou deterministických modelů, pak zejména v zemědělství bychom mohli dojít k dost pochybným závěrům. V této souvislosti vzniká dále otázka, zda optimalizace mají svá oprávnění, neboť právě v plánovaném hospodářství jde o velmi závažný problém. Podle doc. Habra je zřejmé, že v plánovaném hospodářství máme „v rukou“ nejen proměnné, ale i omezující podmínky — parametry úlohy, dokonce i tzv. účelovou funkci. Je proto otázka, zda bychom v podmínkách plánovaného hospodářství neměli dát přednost parametrizaci úloh, tj. zjišťování citlivosti celé soustavy při měnících se podmínkách a upravovat soustavu tak, aby potom optimalizace nastávala automaticky. Jestliže optimalizujeme, zname-

ná to maximalizaci nebo minimalizaci určitého procesu a jde tedy o extrémně formulované otázky i odpovědi. To nejdůležitější zůstává v rozhodnutí, zda pro realizaci existují v praxi takové podmínky, které snesou takto extrémně formulovanou odpověď. Dostáváme se tak

na hranice rozhodnutí o citlivosti soustavy, a proto při aplikaci těchto metod musíme mít stále na zřeteli i prostředí, v němž výsledky budeme aplikovat.

* * *

K třetímu bodu, projednávanému na symposiu, tj.

k otázce matematického řešení rozmístění a specializace zemědělské výroby

vystoupil nejdříve doc. Kravčenko.

Protože problém rozmístění zemědělské výroby je dostatečně osvětlen v materiálech sborníku moskevské konference z října letošního roku, nemínila podle sdělení s. Kravčenko sovětská delegace o této otázce diskutovat. Uznala však za nutné, aby sdělila své názory k předneseným referátům na toto téma.

Sovětská delegace s některými názory souhlasí, s některými ovšem nemůže souhlasit ze zásady, a to proto, že některá stanoviska v referátech pronesená na symposiu, pokládá za principiálně nesprávná.

Úkol rozmístění a specializace zemědělské výroby se v Sovětském svazu řeší po etapách. Nejprve to je rozmístění a specializace do 10 velkých ekonomických celků. Získané výsledky se rozmisťují do 71 oblastí státu. Na základě takto získaných údajů je výroba rozmístěna do teritoriálně-výrobních administrativních jednotek, a odtud je rozmisťována na jednotlivé závody.

Při této metodice bylo rozmístěno do okresů ze 28 plodin 22, takže obavy prof. Kadlece po této stránce jsou, podle mínění sovětské delegace, zbytečné. Matice úlohy obsahovala 1656 proměnných a 628 omezujících podmínek.

Bylo zkonstruováno 10 bloků (pro 10 rajónů).

Při řešení úlohy se bezpodmínečně zachovává spojitost rostlinné a živočišné výroby s druhými nezbytnými ukazateli.

Všechny bloky v úloze jsou spojeny tzv. spojovacím blokem, který má 36 omezujících podmínek, jimiž je vyjádřen objem výroby produktů, kterého je třeba dosáhnout v celé zemi, a to podle výrobních zdrojů, které mohou být přemístěny z jedné zóny do druhé. Konkrétně jde o strojená hnojiva a doplňkové investice.

Novým prvkem v této metodice je, že bylo zcela upuštěno od předem stanovených pevných ukazatelů. Určuje se funkční závislost mezi úrovní jednotlivých ukazatelů a výrobními činiteli, které tyto ukazatele ovlivňují. Konkrétní

velikost jednotlivých ukazatelů se vy počítává v průběhu řešení úlohy.

Nejobtížnějším problémem při řešení úkolu rozmístění a specializace zemědělské výroby v současné době je určení a formulace účelové funkce.

Nejvhodnější účelovou funkcí se podle názoru doc. Kravčenko zatím jeví potřeba živé práce na cent produkce. Obtíž ovšem je v tom, že tato potřeba není v perspektivě známa a je ji proto nutno v průběhu výpočtů stanovit.

V dalším poukázal doc. Kravčenko na časté zneužívání pojmu „optimální plánování“, který se může někdy přisuzovat ekonomicky nesprávnému řešení.

V této souvislosti doc. Kravčenko zaujal kritické stanovisko k modelu pro rozmístění zemědělské výroby, navrženém dr. J. Uchytilem. Podle doc. Kravčenko jde o model, který je odtržený od reálných podmínek výroby a je nedostatečný po stránce ekonomické. Základní nedostatek vidí doc. Kravčenko v tom, že tímto modelem má být rozmístěna zemědělská výroba v první etapě (celostátně) jen s přihlédnutím k jednomu zdroji výroby, tj. k půdě, a v poslední etapě se však již předpokládá využití všech rezerv, jež jsou k dispozici. Takový experiment je podle názoru doc. Kravčenko předsedem odsouzen k nezdaru. Dalším důvodem, proč tento model pokládá za nedostatečný, je to, že je v něm obsaženo mnoho subjektivních činitelů, např. v určení koeficientů preference apod., a že bez materiálových nákladů nelze vytvořit finanční fond.

V závěru svého příspěvku doc. Kravčenko zdůraznil, aby při řešení ekonomických úloh bylo matematicky optimální řešení skutečně řešením optimálním, a to ze všech hledisek i možností realizace.

Zástupce MLR J. Sebestyén ve svém příspěvku poukazoval na to, že podle jeho mínění hlavní nedostatek modelu profesora Kadlece a dr. Uchy-

tila, který v podstatě používá modelu prof. Kadlece, je v tom, že nemá téměř žádnou návaznost na státní plán a téměř nebere zřetel na společenskou spotřebu. Nenavazuje také na plán celého národního hospodářství, kde jsou uvedeny zdroje, z nichž některé jsou stanovištně vázány a ostatní zdroje je nutno teprve rozmístit; to model neřeší.

Podle J. Sebestyána má model pro rozmístění obsahovat též údaje o hodnotě a ceně. Máme-li optimálně rozmístit zdroje výroby, pak musíme mít takové pojetí a konstrukci modelu a účelovou funkci volit tak, aby vyhovovala a byla únosná též z hlediska politické ekonomie. Podle jeho názoru je takovým kritériem např. ukazatel společensky nutných nákladů nebo množství společensky nutné práce.

Podle mínění J. Sebestyána připomíná model profesora Kadlece řešení obvyklé v kapitalistické ekonomice, a to řešení z hlediska jednotlivých zemědělských závodů. Je však jasné, že ani v kapitalistickém národním hospodářství nejsou možnosti zdrojů neomezené. J. Sebestyán dále připomíná, že model prof. Kadlece pracuje s nekonečnými časovými horizonty. Podle jeho mínění je sice možná optimalizace v rámci perspektivního plánu, nutno však brát v úvahu to, že výrobní struktura se na jednotlivých stanovištích rok od roku mění a že tyto změny vyvolávají i změny v produktivitě práce. Dále nutno brát v úvahu možnost uplatnění výrobní kooperace a možnost jejího vyjádření v modelu. Mezipodnikovou kooperaci by bylo možno vyjádřit pomocí zvláštního modelu. Dále J. Sebestyán vyslovuje své pochybnosti k formulaci účelové funkce, jak ji uváděl pro rozmístění výroby doc. Kravčenko. Podle názoru J. Sebestyána je její formulace z matematického hlediska možná, avšak ekonomicky není přijatelná. Chceme-li uspokojit potřeby společnosti, musíme přidat ještě ukazatele, kteří by zachytili i kvalitativní rozdíly právě v rámci celého objemu produkce.

Dále J. Sebestyán vyslovil pochybnost o tom, co uvedl doc. Kravčenko, že totiž v sovětském modelu neurčují koeficienty předem, ale ponechávají jejich určení v průběhu procesu počítací. Podle J. Sebestyána je nutno v tomto případě pracovat s celým obrovským systémem nelineárních vztahů. Z hlediska matematiky je to sice správné, avšak z praktického hlediska to není dobře uskutečnitelné. Snad teprve za 100 let podle J. Sebestyána budeme

mít stroje, které budou s to řešit tento problém pro zemi, jako je Sovětský svaz. V daném případě bychom se snad mohli spokojit se „suboptimem“, které také docela dobře vyhovuje z hlediska tzv. konfliktu zájmů.

Na připomínky J. Sebestyána ke svému modelu rozmístění zemědělské výroby odpověděl prof. Kadlec, přičemž uvedl, že není rozhodující, zda se jeho model podobá kapitalistickému či nikoliv, ale že rozhodující je, zda naše modely mohou přispět k okamžité pomoci zemědělské výrobě a ke splnění úkolů, jež jsou zemědělství uloženy našimi vládami.

Prof. Kadlec dále zdůraznil, že lze těžko najít v socialismu model, který by se podobal kapitalistickému, protože kapitalistické modely pro rozmístění zemědělské výroby ve velkých rajónech neexistují s výjimkou teoretického pokusu Hendersonova z roku 1956.

Všechny modely kapitalistických podniků mají za účelovou funkci zisk. On naproti tomu zvolil minimalizaci půdy, která v žádném kapitalistickém modelu účelovou funkcí není.

Na dotaz dr. H. J. Peusse z NDR, zda se v některé zemi zabývali nebo zabývají matematickým vyjádřením působení diferenciální renty, vystoupil dr. Rastokin z VÚZE v Praze. Ve svém příspěvku uvedl, že se zabýval studiem vztahu mezi tržní produkcí, intenzitou a přírodními podmínkami zemědělské výroby ve družstvech se zvláštním zřetelem na diferenciální rentu. Současně ukázal přednosti použití statistické korelační metody proti elementárním metodám. V práci šlo o stanovení „čistého“ vlivu jiných činitelů po vyloučení rušivého vlivu přírodních činitelů, jakož i o stanovení „čistého“ vlivu přírodních činitelů za konstatního stavu ostatních činitelů. Rozbor se opíral jednak o číselný materiál ve formě krajských průměrů ze 4997 družstev v českých krajích a jednak o údaje 275 JZD z býv. Olomouckého kraje. Všechny číselné údaje se vztahují k roku 1955. Byl zkoumán vztah mezi těmito činiteli:

a) podle krajských průměrů:

- X₁ — tržní produkce, jakožto ukazatel výsledků hospodaření,
- X₂ — náklad na živou a zhmotnělou práci,
- X₃ — procento orné půdy,
- X₄ — procento okopanin z orné půdy,
- X₅ — počet hektarů zemědělské půdy na jednoho stálého pracovníka.

b) podle údajů býv. Olomouckého kraje:

- X_1 — tržní produkce,
- X_2 — náklad na živou a zhmotnělou práci,
- X_3 — procento okopanin,
- X_4 — ukazatel půdního subtypu,
- X_5 — čistý katastrální výnos.

Pro tyto ukazatele byly vypočítány koeficienty celkové a dílčí regrese, koeficienty mnohonásobné korelace a regresní rovnice. Propočty byly uskutečněny zvlášť pro výrobní oblast řepářskou, bramborářskou a horskou.

Na základě regresních rovnic lze konstatovat, že se stoupáním nákladů na hektar ve všech šesti souborech roste tržní produkce, avšak jen ve dvou souborech (a to v řepářské oblasti podle krajských průměrů a v bramborářské oblasti JZD býv. Olomouckého kraje) roste dodatečný důchod (rozdíl mezi tržní produkcí a nákladem).

Rovnice mnohonásobné regrese, které byly použity:

a) pro řepářskou oblast podle krajských průměrů

$$X_1 = -33,33 + 0,9392 X_2 + 0,8621 X_3 - 4,0071 X_5$$

b) pro bramborářskou oblast — JZD býv. Olomouckého kraje

$$X_1 = -47,70 + 0,559 X_2 + 0,7708 X_3 + 13,970 X_4 + 0,9783 X_5$$

však ukázaly, že se stoupáním nákladů za konstatního stavu ostatních činitelů roste tržní produkce, avšak dodatečný důchod klesá.

Dr. O. Beier z NDR ve svém diskusním příspěvku uvedl některé zkušenosti, které získala Státní plánovací komise v NDR s použitím metody lineárního programování při řešení úkolů maximální živočišné výroby ze sklizně krmiv v roce 1961, a to podle jednotlivých okresů.

Pro poměrně velký rozsah úlohy a malou kapacitu počítače ZRA 1 nebylo možno počítat všechny okresy současně, ale postupně.

Pokud jde o účelovou funkci, ukázalo se, že jak obilní jednotky, zvolené pro maximalizaci (pro maximum) produkce, tak cena produkce v DM i společensky nutné náklady nelze považovat izolovaně za jediné hledisko.

Došlo se k názoru, že není ani nutné hledat řešení podle jednoho jediného kritéria, které by mělo postihnout celou mnohotvárnost ekonomických vztahů,

ale že je třeba použít kritérií několika. V nejbližších pracích hodlají pro několik variant použít vždy jiného kritéria pro účelovou funkci, a tak to také použili pro čtyři varianty řešení předchozího problému.

Doc. dr. Habr se se svým dalším příspěvkem znovu vrací k pojetí modelu a vysvětluje, že je sice možno používat deterministických modelů, ale přitom si musíme být neustále vědomi stochastické povahy proměnných.

V přítomné době lze sice urychlit a zmechanizovat propočty, avšak ještě dnes zůstává vyhrazena tvůrčí lidské činnosti fáze formulační a interpretační. Domnívá se, že největší nebezpečí diskreditace těchto exaktních metod spočívá právě v podceňování jednotlivých fází.

Dále se doc. Habr zabýval otázkou formulace účelové funkce. Domnívá se, že spor, co vzít jako účelovou funkci, je zbytečný. Jedině správný přístup je ten, jak o něm hovořil dr. Beier, který počítá s víceúčelovými funkcemi a přesvědčuje se o jejich vztahu. Doc. Habr potvrdil ze svých zkušeností z průmyslových optimalizací, že toto je opravdu velmi účinná metoda. Uvádí dále, že by mohla vzniknout námitka, proč brát několik účelových funkcí, když z nich je možno utvořit jednu tzv. „superúčelovou“ funkci.

Uvedl, že v našich podmínkách na rozdíl od podmínek kapitalistických, zisk touto funkcí být nemůže především z toho důvodu, že naše cíle, zejména krytí potřeb společnosti mají hodně kvalitativních prvků, které nelze kvantifikovat.

Dále nemůžeme vytvořit „superúčelovou“ funkci proto, že váha jednotlivých kritérií není pevná. Mění se s časem. Je závislá na strategii a taktice toho, kdo rozhoduje. Domnívá se proto, že jediná rozumná cesta v nynější době je: optimalizovat podle více kritérií a získat tak bohaté podklady pro toho, kdo rozhoduje.

Nejcennější na tomto způsobu je to, že mnohem lépe vidíme do celého systému. Jde v podstatě o parametrizaci úlohy, ovšem z hlediska účelových funkcí. Máme dobré zkušenosti s postupem, kde optimalizujeme podle jednoho kritéria, jakožto vedoucího kritéria, ostatní účelové funkce necháváme v simplexové tabulce, jako omezující podmínky. Při transformaci okamžitě vidíme, jak se nám třeba optimalizace podle vedoucího kritéria promítne na kritéria ostatní. Vyměníme potom vedoucí funkci za další a výpočet opakuje.

Opět dostáváme jednotlivé vlivy. Toto uděláme podle všech účelových funkcí a dokonce totéž můžeme učinit i podle některých omezení.

Nakonec se můžeme rozhodnout pro výsledek, který není optimální třeba ze žádného hlediska, ale ze všech hledisek může být výhodný.

Tato metoda je velmi jednoduchá a osvědčuje se zejména tam, kde ten, kdo rozhoduje, je postaven před úkol reagovat pohotově na měnící se situaci.

Prof. V. Myslivec se se svým příspěvkem zabýval především pojmem modelů a zdůraznil, že modelem rozumíme obraz, vyjádřený matematickými relacemi o daných ekonomických skutečnostech. Je ovšem otázka, zda model, který uvažujeme, je věrným obrazem skutečnosti, tzn. zda vystihuje všechny důležité podrobnosti dané skutečnosti.

Musíme přiznat, že tomu tak prakticky nikdy není, a že model, i když mu říkáme matematický model, je jen přibližným popsáním známých skutečností. Je proto také pochopitelné, že výsledky, které dostáváme, nemusí být absolutně nebo obecně platné, nýbrž že vždy jde jen o přibližné výsledky.

Nové metody přinášejí nové možnosti. A tak je tomu také i s aplikací matematických metod, speciálně metod, založených na matematickém programování v zemědělství, které nesporně přinesou obrovský úspěch pro naši socialistickou velkovýrobu.

Prof. Myslivec dále vystoupil se svými připomínkami k předpokladům pro využití matematických metod v zemědělství, o nichž se jednalo ve zvláštním bodu symposia. Ve svém příspěvku projevil souhlas s názorem J. Veselého, že je naprosto nezbytné, aby zemědělství mělo své výpočtové středisko, které by bylo vybaveno samočinným počítačem, a že otázka výchovy dostatečného počtu kádrů je základní otázkou. V této souvislosti upozornil na nedostatky ve výuce matematiky na vysokých zemědělských školách ČSSR. Podpořil myšlenku J. Sebestyěna, aby byla vytvořena skupina pracovníků z různých bratrských států, která by posoudila, co má být obsahem výuky matematiky na vysokých zemědělských školách. Podle jeho mínění by hlavním těžištěm výuky na agronomických fakultách měla být matematická statistika a teoretické partie z počtu pravděpodobností. Naproti tomu na fakultách ekonomických by mělo být hlavní těžiště ve statistické analýze. Současně doporučil k úvaze vydávání mezinárodního časopisu

o použití matematických metod v zemědělství.

K problematice výuky matematiky na zemědělských školách vystoupil ještě prof. R. Turk z FSR Jugoslávie. Ve svém příspěvku zejména uvedl, že s výukou matematických metod na zemědělských školách začali už v roce 1947. Přednášela se nejprve analýza rozptylu a vybrané části matematické statistiky. Přednášky byly zaměřeny prakticky.

Po roce 1950 přednášky z matematické statistiky rozšířili, zavedli výuku vyšší matematiky, takže v současné době mají kurs teoretický a praktický.

Studium na zemědělské fakultě je rozděleno na tři stupně a trvá šest až sedm let.

První stupeň, tj. první dva roky, je všeobecné studium. V těchto dvou letech dostává absolvent střední hospodářské školy nebo gymnasia všeobecný základ ve specializovaných směrech, a to:

- a) směr pro živočišnou výrobu,
- b) směr pro rostlinnou výrobu,
- c) směr pro ovocnářství a zahradnictví.

První dva semestry se opakuje středoškolská matematika, ve 3. a 4. semestru se přednáší úvod do vyšší matematiky.

Absolventi I. stupně už mají určitou kvalifikaci a mohou nastoupit zaměstnání ve specializovaných formách.

Přechod do II. stupně je vázán na absolvování prvního stupně a na složení přijímací zkoušky i z matematiky. Ve II. stupni jsou čtyři směry:

- a) zootechnický,
- b) rostlinný,
- c) živočišný,
- d) agroekonomický.

Posluchači všech čtyř směrů poslouchají rok matematiku (pokračování diferenciálního a integrálního počtu, počet pravděpodobností), zatímco v osnově agroekonomického směru je ještě speciální kurs lineární algebry a základy simplexové metody. To vše patří do kursu matematiky.

V 6. semestru se přednáší ekonomická analýza zemědělství (marginální analýza), v 7. semestru — numerické metody a v 8. semestru — lineární programování.

Domnívá se, že tento způsob výuky zabezpečí rozšíření matematických metod do všech úseků zemědělské činnosti.

*

V závěru celé diskuse vystoupili zástupci jednotlivých zemí s návrhy a doporučeními na další spolupráci v této oblasti, které symposium pojalo do závěrečného protokolu.

K otázkám využití matematických metod v zemědělství

V tomto čísle vědeckého časopisu „Zemědělská ekonomika“, věnovaném problematice využití matematických metod a samočinných počítačů při řešení ekonomických problémů v socialistickém zemědělství a v socialistických zemědělských závodech, jsou uveřejněny jednak redakci došlé některé příspěvky různých domácích i zahraničních autorů, jednak referáty, koreferáty a výťah z diskuse z mezinárodního symposia, které se stejnou problematikou zabývalo ve dnech 21.–26. října 1963 v Praze.

Jednotlivé příspěvky, uveřejněné v tomto čísle „Zemědělské ekonomiky“, dávají jen stručný a neúplný přehled o úsecích, v nichž se v oblasti zemědělské ekonomiky v různých zemích socialistického tábora používá matematických metod. Z toho důvodu nelze považovat obsah tohoto čísla „Zemědělské ekonomiky“ za jakýkoliv přehled prací, které na tomto úseku byly vykonány. Také názory, případně závěry vyslovené v jednotlivých článcích, jsou pouze názory příslušného autora a nelze je bez podrobného ověření v praxi jakkoli zevšeobecňovat.

Skutečnost, že otázce využití matematických metod při řešení ekonomických problémů v socialistickém zemědělství a v socialistických zemědělských závodech je věnována zvýšená pozornost teprve v posledních letech a že tedy není dostatek v praxi ověřených zkušeností, může vést k tomu, že při matematické formulaci řešení některých problémů není dostatečně vyjádřena míra vlivu jednotlivých činitelů nebo nejsou dostatečně přesně vystiženy a příslušnými účelovými funkcemi vyjádřeny cíle, jichž se řešením má dosáhnout. Další propracování a praktické ověřování těchto metod zcela jistě tyto nedostatky může odstranit. Obsah mnohých článků však zároveň ukazuje, že již dnes je možno některé ekonomické problémy socialistického zemědělství a socialistických zemědělských závodů úspěšně a mnohem přesněji řešit a také v praxi realizovat než při použití dosavadních tradičních metod a zkušeností. A zejména v tom je veliký význam a přínos obsahu těchto článků.

Všech těchto skutečností si bylo vědomo i zmíněné mezinárodní symposium, jež také ve svém závěru konstatovalo, že použití matematických metod a současně výpočetní techniky v zemědělství se jeví pro všechny socialistické země nanejvýš aktuální otázkou a zároveň důležitým prostředkem vědeckého plánování a racionálního řízení rozvoje zemědělské výroby. Ve všech socialistických zemích se již začaly vědeckovýzkumné práce v oblasti matematického programování, avšak v zemědělství se dosud ve většině případů zabývají použitím matematických metod jen málo početné kolektivy vědeckovýzkumných pracovníků nebo dokonce jen jednotliví vědeckí pracovníci. Příčina tohoto stavu spočívá především v nedostatku odborně připravených kádrů, jakož i v nedostatečném příslušném materiálně-technickém vybavení a v nedostatečné normativní základně.

Účastníci symposia zároveň zdůraznili, že výsledky, dosažené v některých zemích, svědčí o reálné možnosti a efektivnosti praktického použití matematických metod na základě současně výpočetní techniky již nyní, a to nejen ve vědě a výzkumu, ale zejména v zemědělské praxi.

Protože propracovávání těchto otázek a jejich rychlé uplatnění v praxi vyžaduje těsnou mezinárodní spolupráci, bylo doporučeno již na V. vědeckometodické poradě představitelů ústavů zemědělské ekonomiky socialistických zemí v září 1963 v Sofii, aby problematika využití matematických metod v zemědělství se stala předmětem mezinárodní koordinace v oblasti zemědělského výzkumu. Vycházeje z této skutečnosti doporučilo proto zmíněné symposium, aby použití těchto metod bylo soustředěno především na tyto aktuální otázky:

- a) на územní rozmístění a specializaci zemědělské výroby, a to jak na nejbližší období, tak i perspektivně;
- b) na vnitropodnikové plánování v socialistických zemědělských závodech (výrobně-finanční plán na běžné i perspektivní období, organizace výroby v různých specializovaných závodech včetně nejvhodnější kombinace výrobních odvětví, optimální rozsah a struktura výroby krmiw a jejich využití v živočišné výrobě, optimální rozsah a struktura strojně-tractorového parku apod.);
- c) na využití prostředků automatizace v evidenci, plánování a řízení zemědělské výroby;
- d) na vztahy zemědělství k ostatním odvětvím národního hospodářství a na ekonomické vztahy socialistických zemědělských závodů ke státu (meziodvětvové bilance, tvorba cen, zemědělská daň apod.).

Protože pro plné využití matematických metod v zemědělství je nutno vytvořit širokou normativní základnu, dohodli se účastníci symposia jednomyslně na dalším intenzivním výzkumu v oblasti kvantitativních závislostí mezi faktory ovlivňujícími rozvoj zemědělské výroby, jejichž znalost je nezbytná pro tvorbu ekonomicko-matematických modelů v zemědělství.

Jednou z hlavních příčin dosavadního nedostatečného používání matematických metod v oblasti ekonomiky socialistického zemědělství i socialistických zemědělských závodů je nedostatek odborně-kvalifikovaných zemědělských kádrů. V závěru symposia přijali proto jeho účastníci řadu doporučení k odstranění tohoto nedostatku včetně změn ve výuce matematiky na zemědělských školách, vydání společné učebnice na tomto úseku, vzájemných studijních pobytů, výměn pracovních metodik, vyřešených a ověřených příkladů apod.

Redakční rada vědeckého časopisu „Zemědělská ekonomika“ se domnívá, že vydání tohoto tematického čísla může přispět k tomu, aby i v čs. zemědělství se stalo co nejdříve široké používání matematických metod jedním ze samozřejmých nástrojů vědeckého řízení dalšího rozvoje socialistické výroby, a to jak v zemědělských závodech přímo, tak i mimo ně.

РЕЗЮМЕ

К вопросам применения математических методов в сельском хозяйстве

В этом номере научного журнала «Земедельска економика» («Экономика сельского хозяйства»), посвященном проблематике применения математических методов и автоматических счетчиков при решении экономических проблем в социалистическом сельском хозяйстве и в социалистических сельскохозяйственных предприятиях, опубликованы, с одной стороны, присланные в редакцию некоторые статьи различных наших и иностранных авторов, с другой стороны — рефераты, содоклады и важнейшие вопросы дискуссии международного симпозиума, который занимался подобной проблематикой 21—26 октября 1963 г. в Праге.

Отдельные статьи, опубликованные в этом номере «Экономики сельского хозяйства», подають лишь короткую и неполную информацию об отраслях, в которых в области сельскохозяйственной экономики в различных странах социалистического лагеря применяются математические методы. По этой причине содержание упомянутого номера «Экономики сельского хозяйства» нельзя принимать за обзор работ, проводившихся в этой области. Также мнения или выводы, выраженные в отдельных статьях, являются лишь мнениями соответствующего автора, и без подробной проверки на практике их нельзя считать общеприемлемыми.

Тот факт, что вопросу применения математических методов при решении экономических проблем в социалистическом сельском хозяйстве и в социалистических сельскохозяйственных предприятиях уделяется повышенное внимание только в последние годы и что таким образом практика не располагает достаточно проверенным опытом, может привести к тому, что при математической формулировке решения некоторых проблем не достаточно выражена мера влияния отдельных факторов или недостаточно точно определены и соответствующими целевыми функциями выражены цели, которые нужно достичь в ходе решения. Дальнейшая разработка и практическая проверка этих методов может безусловно эти недостатки устранить. Однако в то же время содержание многих

статей указывает на то, что некоторые экономические проблемы социалистического сельского хозяйства и социалистических сельскохозяйственных предприятий можно уже сегодня с успехом и гораздо точнее решить и осуществить на практике, чем при применении существующих до сих пор традиционных методов и опыта. А именно в этом и заключается большое значение и вклад содержания этих статей. Упомянутый международный симпозиум учитывал все эти факты и в своем заключении констатировал, что применение математических методов и современной счетной техники в сельском хозяйстве для всех социалистических стран является в высшей степени актуальным вопросом и одновременно важным средством научного планирования и рационального управления развития сельскохозяйственного производства. Во всех социалистических странах уже начались научно-исследовательские работы в области математического программирования, но в сельском хозяйстве в большинстве случаев пока что применением математических методов занимаются лишь немногочисленные коллективы научно-исследовательских работников или даже только отдельные научные работники. Причина такого положения прежде всего в недостатке специально подготовленных кадров, а также в недостаточном соответствующем материально-техническом оснащении и в недостаточной нормативной базе.

Участниками симпозиума было одновременно подчеркнуто, что достигнутые в некоторых странах результаты свидетельствуют о реальной возможности и эффективности практического применения математических методов на основании современной счетной техники уже сейчас, причем не только в науке и научном исследовании, но и в особенности в сельскохозяйственной практике.

Ввиду того, что разработка этих вопросов и их быстрое применение на практике требует тесного международного сотрудничества, уже на V научно-методическом совещании представителей институтов экономики сельского хозяйства социалистических стран в сентябре 1963 г. в Софии было рекомендовано, чтобы проблематика применения математических методов в сельском хозяйстве стала предметом международной координации в области сельскохозяйственного исследования. Поэтому, исходя из этого факта, упомянутый симпозиум рекомендовал сосредоточить применение этих методов прежде всего на следующие актуальные вопросы:

а) на территориальное размещение и специализацию сельскохозяйственного производства как в ближайшем, так и перспективно;

б) на хозяйственное планирование в социалистических сельскохозяйственных предприятиях (производственно-финансовый план на текущий и перспективный период, организация производства в различных специализированных предприятиях, включая наиболее целесообразную комбинацию производственных отраслей, оптимальный объем и структуру производства кормов и их применение в животноводстве, оптимальный объем и структуру машинно-тракторного парка и т. д.);

в) на применение средств автоматизации учета, планирования и управления сельскохозяйственного производства;

г) на отношение сельского хозяйства к остальным отраслям народного хозяйства и на экономические отношения социалистических сельскохозяйственных предприятий к государству (межотраслевой баланс, страхование цен, сельскохозяйственный налог и т. д.).

Ввиду того, что для полного применения математических методов в сельском хозяйстве необходимо создать широкую нормативную базу, участники симпозиума пришли к единодушному соглашению о дальнейшем интенсивном исследовании в области количественных зависимостей между воздействующими на развитие сельскохозяйственного производства факторами, знание которых необходимо для создания экономико-математических моделей в сельском хозяйстве.

Одна из главных причин существующего недостаточного применения математических методов в области экономики социалистического сельского хозяйства и социалистических сельскохозяйственных предприятий — это недостаток кадров сельскохозяйственных квалифицированных специалистов. Поэтому в заключении симпозиума его участники приняли ряд рекомендаций по устранению этого недостатка, в том числе по изменениям обучения математики в сельскохозяйственных школах, по изданию общего учебника по этой отрасли, по взаимным научным командировкам, обмену рабочих методик, решенных и проверенных примеров и т. д.

Редколлегия научного журнала «Экономика сельского хозяйства» придерживается того мнения, что издание этого тематического номера может способствовать тому, чтобы и в чехословацком сельском хозяйстве широкое применение математических методов

stало в кратчайший срок одним из повсeднeвных орудий научного управления дальнeйшeго развития социалистического сeльсxoзяйственного производства как непосредственно в сeльсxoзяйственных предприятиях, так и вне предприятий.

SCHLUSSFOLGERUNG

Zur Frage der Anwendung mathematischer Methoden in der Landwirtschaft

In der vorliegenden Nummer des wissenschaftlichen Zeitschrift „Zemědělská ekonomika“, die der Problematik der Anwendung mathematischer Methoden und automatischer Rechenmaschinen bei der Lösung ökonomischer Probleme der sozialistischen Landwirtschaft und der sozialistischen Landwirtschaftsbetriebe gewidmet ist, werden von der Redaktion einmal die einigen eingelangten Beiträge verschiedener in- und ausländischer Autoren, zum andern Referate, Korreferate und ein Auszug aus der Diskussion auf dem vom 21. bis 26. Oktober 1963 in Prag abgehaltenen Internationalen Symposium, das sich mit der gleichen Problematik befaßte, veröffentlicht.

Die einzelnen, in der vorliegenden Nummer der „Zemědělská ekonomika“ veröffentlichten Beiträge bieten eine nur kurze und unvollkommene Übersicht über die Sektoren, in denen in den verschiedenen Ländern des sozialistischen Lagers auf dem Gebiet der Agrarökonomik mathematische Methoden angewandt werden. Aus diesem Grunde kann der Inhalt der vorliegenden Nummer der „Zemědělská ekonomika“ keineswegs als Übersicht der Arbeiten angesehen werden, die in diesen Sektoren geleistet wurden. Auch die in den einzelnen Artikeln dargelegten Ansichten und gezogenen Schlüsse sind nur Anschauungen des betreffenden Autors und können ohne eingehende Überprüfung keineswegs in der Praxis verallgemeinert werden.

Der Umstand, daß der Anwendung mathematischer Methoden bei der Lösung ökonomischer Probleme der sozialistischen Landwirtschaft und der sozialistischen Landwirtschaftsbetriebe eine erhöhte Aufmerksamkeit erst in den letzten Jahren gewidmet wird und daß es daher auf diesem Gebiet nicht genügend in der Praxis überprüfte Erfahrungen gibt, kann dazu führen, daß bei der mathematischen Formulierung der Lösung einiger Probleme das Maß des Einflusses der einzelnen Faktoren nicht voll ausgedrückt wurde oder daß die mit der Lösung verfolgten Ziele nicht genügend genau erfaßt und durch die entsprechenden Zielfunktionen veranschaulicht wurden. Die weitere Ausarbeitung und praktische Überprüfung dieser Methoden kann diese Mängel zweifellos beseitigen. Der Inhalt vieler Artikel weist jedoch gleichzeitig darauf hin, daß es bereits heute möglich ist, einige ökonomische Probleme der sozialistischen Landwirtschaft und der sozialistischen Landwirtschaftsbetriebe erfolgreich und viel exakter zu lösen und die damit zusammenhängenden Aufgaben in der Praxis zu verwirklichen als bei der Anwendung der bisherigen traditionellen Methoden und Ausnutzung der bisherigen Erfahrungen. Und gerade darin ist die große Bedeutung und der Beitrag des Inhalts dieser Artikel verankert.

Auch das abgehaltene Internationale Symposium war sich aller dieser Tatsachen bewußt und konstatierte daher auch in seiner Entschlußfassung, daß die Anwendung mathematischer Methoden und der modernen Rechentechnik in der Landwirtschaft in allen sozialistischen Ländern ein hochaktuelles Problem und zugleich auch ein wichtiges Mittel zur wissenschaftlichen Planung und rationellen Lenkung der Entfaltung der landwirtschaftlichen Produktion darstellt. In allen sozialistischen Ländern wurden bereits wissenschaftliche Forschungsarbeiten zur mathematischen Programmierung eingeleitet; mit der Anwendung mathematischer Methoden auf dem Gebiet der Landwirtschaft befassen sich jedoch bisher in der Mehrzahl der Fälle nur zahlenmäßig kleine Kollektive wissenschaftlicher Forschungsarbeiter oder sogar nur einzelne Wissenschaftler. Dieser Umstand beruht vor allem auf dem Mangel an fachlich vorbereiteten Kadern sowie auch auf der unzureichenden einschlägigen materiell-technischen Ausrüstung und normativen Basis.

Von den Teilnehmern des Symposiums wurde auch hervorgehoben, daß die in einigen Ländern erzielten Ergebnisse auf die reale Möglichkeit und auf die Effektivität der praktischen Anwendung mathematischer Methoden auf der Grundlage der modernen Rechentechnik bereits heute hinweisen, und zwar nicht nur in der Wissenschaft und Forschung, sondern vor allem auch in der landwirtschaftlichen Praxis.

Da die Ausarbeitung dieser Probleme und die schnelle Überleitung der Ergebnisse in die Praxis eine enge internationale Zusammenarbeit erfordern, wurde bereits auf der im September 1963 in Sofia stattgefundenen V. Wissenschaftlich-methodischen Beratung der Vertreter der Agrarökonomischen Institute der sozialistischen Ländern empfohlen, die Problematik der Anwendung mathematischer Methoden in der Landwirtschaft in die internationale Koordinierung der Agrarforschung mit einzubeziehen. Von dieser Empfehlung ausgehend, wurde von den Teilnehmern des Symposiums beantragt, die Anwendung dieser Methoden vor allem auf die folgenden aktuellen Fragen zu orientieren:

a) auf die Standortsverteilung und Spezialisierung der landwirtschaftlichen Produktion, und zwar sowohl im allernächsten Zeitabschnitt als auch in der Perspektive;

b) auf die innerbetriebliche Planung in den sozialistischen Landwirtschaftsbetrieben (Produktions- und Finanzplan für den laufenden und perspektivischen Zeitabschnitt, Betriebsorganisation in unterschiedlich spezialisierten Betrieben einschließlich der günstigsten Kombination der Produktionszweige, optimaler Umfang und optimale Zusammensetzung der Futtermittel und ihre Ausnutzung in der tierischen Produktion, optimaler Umfang und Zusammensetzung des Maschinen- und Traktorenbestandes u. a.);

c) auf die Auslastung der Mittel zur Automatisierung des Rechnungswesens, der Planung und Leitung der landwirtschaftlichen Produktion;

d) auf die Beziehungen der Landwirtschaft zu den übrigen Zweigen der Volkswirtschaft und auf die ökonomischen Beziehungen der sozialistischen Landwirtschaftsbetriebe zum Staat (Verflechtungsbilanz, Preisbildung, Landwirtschaftssteuer u. a.).

Da zur vollen Anwendung mathematischer Methoden in der Landwirtschaft eine breite normative Basis geschaffen werden muß, beschlossen die Teilnehmer des Symposiums einstimmig, auf dem Gebiete der quantitativen Zusammenhänge zwischen den die Entfaltung der landwirtschaftlichen Produktion beeinflussenden Faktoren eine weitere intensive Forschungsarbeit vorzunehmen, denn die Kenntnis dieser Zusammenhänge stellt für die Schaffung ökonomisch-mathematischer Modelle in der Landwirtschaft eine unerläßliche Notwendigkeit dar.

Eine der Hauptursachen der bisherigen ungenügenden Anwendung mathematischer Methoden auf dem Gebiet der Ökonomik der sozialistischen Landwirtschaft und der sozialistischen Landwirtschaftsbetriebe ist der Mangel an fachlich qualifizierten Kadern. In der Entschließung des Symposiums wurde daher von seinen Teilnehmern eine Reihe von Empfehlungen zur Beseitigung dieser Mängel angenommen, einschließlich der durchzuführenden Veränderungen im Mathematikunterricht in Landwirtschaftsschulen, der Herausgabe eines gemeinsamen Lehrbuchs zu diesem Fachgebiet, wechselseitige Studienaufenthalte, des Austauschs der Arbeitsmethodiken, gelöster und überprüfter Beispiele u. a.

Der Redaktionsrat der wissenschaftlichen Zeitschrift „Zemědělská ekonomika“ erwartet, daß die Herausgabe der vorliegenden thematischen Nummer dazu beitragen wird, daß die breite Anwendung mathematischer Methoden in der tschechoslowakischen Landwirtschaft möglichst bald zu einem selbstverständlichen Werkzeug der wissenschaftlichen Leitung der sozialistischen landwirtschaftlichen Produktion und ihrer Entfaltung werden wird, und zwar sowohl direkt in den Landwirtschaftsbetrieben als auch außerhalb derselben.

SUMMARY

On Problems Regarding the Application of Mathematic Methods in the Agriculture

In this issue of the scientific periodical „Zemědělská ekonomika“, dealing with the problems of the application of mathematical methods and of automatic computers for the solving of economic problems in socialist agriculture and in socialist agricultural enterprises, there are published any contributions of various domestic and foreign authors sent to the editor, as well as reports, co-reports, an excerpts from the discussions held at the international symposium, which dealt with the same problems in Prague from October 21 until October 26, 1963.

The various contributions published in this issue of the "Zemědělská ekonomika" give only a brief and incomplete survey of the sectors, in which, in the field of agricultural economics in different countries of the socialist camp, mathematical methods are applied. For this reason the content of this issue of the "Zemědělská ekonomika" cannot be considered as a survey of the work done in this field. Also the views, or conclusions expressed in the various articles are only the views of the respective authors and cannot be in any way generalized without any thorough checking.

The fact that the problem of the application of mathematical methods in the investigation of economic problems in socialist agriculture and in socialist agricultural enterprises has been paid increased attention only in the last years, and that there is a lack of experiences checked in the practice, may result in an insufficient expressing of the extent of the influences of the different factors in the mathematical formulation of the solutions of some problems, or the aims that are to be attained are expressed with insufficient accuracy. Further elaboration and practical checking of these methods will certainly be able to remove these deficiencies. However, the contents of a great number of articles at the same time point out the fact that already today it is possible to find a successful and much more accurate solution of some of the economic problems of socialist agriculture and socialist agricultural enterprises and to realize it in the practice, than was possible in the case of the application of the present traditional methods and experiences. Particularly this is the great importance and contribution of the contents of these articles.

All these facts were also realized by the mentioned international symposium, which also stated in its conclusion that the application of mathematical methods and of the present technique of computing in agriculture is a problem of utmost importance for all socialist countries and, simultaneously, an important means of scientific planning and rational controlling of the development of agricultural production. In all socialist countries research work in the field of mathematical programming has been initiated, but in the field of agriculture application of mathematical methods has been dealt with hitherto only by small teams of scientific research workers or even only by individual scientific workers. The reason of this situation is above all the lack of technically prepared cadres as well as of appropriate material-technical equipment, and an insufficient normative basis.

The participants of the symposium also pointed out the fact that the results obtained in some countries indicate a real possibility and effectiveness of a practical application of mathematical methods on the basis of the present technique of computing already now, and that not only in science and research, but particularly in the agricultural practice.

As the elaborating of these problems and their rapid application in the practice requires close international cooperation, the V Scientific and Methodical Council of the representatives of the Institutes of Agricultural Economy of the socialist countries held in Sofia in September 1963 recommended that the problems regarding the application of mathematical methods in agriculture should become the subject of international coordination in the field of agricultural research. Basing on this fact the mentioned symposium therefore recommended that the application of these methods should be directed above all towards the following actual problems:

- a) the territorial distribution and specialization of agricultural production, and that both for the next period and for the more distant future;
- b) internal planning in socialist agricultural enterprises (the production-finance plan for the current and for the prospective period, organization of production in differently specialized enterprises including the most suitable combinations of production sectors, the optimum extent and the structure of fodder production and their utilization in livestock production, the optimum extent and the structure of machine and tractor equipment, etc.);
- c) the application of automatization in book-keeping evidence, planning, and control of agricultural production;
- d) the relations between agriculture and other sectors of national economy, and the economic relations between socialist agricultural enterprises and the state (intersectoral balance, forming of prices, agricultural tax, etc.).

As a full utilization of mathematical methods in agriculture requires the creation of a broad normative basis, the participants of the symposium unanimously agreed to carry out further intensive research work in the field of quantitative

dependences between factors influencing the development of agricultural production, the knowledge of which is essential for the establishment of economico-mathematical models in agriculture.

One of the main reasons of the hitherto insufficient application of mathematical methods in the field of the economics of socialist agriculture and of socialist agricultural enterprises is the lack of technically qualified agricultural cadres. In the conclusion of the symposium its participants therefore accepted a number of recommendations aiming at the removal of this deficiency, including changes in the teaching of mathematics at agricultural schools, the edition of a common text-book in this field, mutual exchange of scholarships, exchange of methods of work, of solved and checked examples, etc.

The editing council of the scientific periodical "Zemědělská ekonomika" is of the opinion that the issuing of this thematic number may contribute towards the achievement of the aim, i. e. that also in Czechoslovak agriculture a wide application of mathematical methods should become one of the obvious instruments of scientific control of a further development of socialist agricultural production, and that both in agricultural enterprises directly and outside these enterprises.

SLOVNÍČEK ZEMĚDĚLSKÉ EKONOMIKY

Výpočet optimální struktury výroby

вычисление оптимальной структуры производства

Errechnung der optimalen Produktionsstruktur

calculation of the optimum production structure

Shromažďování informací

сбор информации

Sammlung der Informationen

collecting of information

Soustava proměnných veličin

система переменных величин

System der variablen (veränderlichen) Größen

system of variables

Omezení pro matici ekonomicko-matematické úlohy

определение для матрицы экономическо-математического задания

Beschränkungen (Nebenbedingungen) für die Matrix der ökonomisch-mathematischen Aufgabe

limitations (accessory conditions) for the matrix of economic and mathematic quota

Výpočet technicko-ekonomických koeficientů matice

вычисление технико-экономических коэффициентов матрицы

Berechnung der technisch-ökonomischen Koeffizienten

calculation of technical and economical coefficients

Konstrukce matice úlohy

монтаж (конструкция) матрицы задания

Konstruktion der Matrix der Aufgabe

construction of the matrix of quota

Matematický model

математическая модель

mathematisches Modell

mathematical model

Stanovení optimální kombinace odvětví

вычисление оптимальной комбинации отраслей производства

Errechnung der optimalen Kombination der Wirtschaftszweige

calculation (establishing) of the optimum combination of production branches

Průmyslová výroba krmných směsí

промышленное производство кормовых смесей

industrielle Erzeugung von Futtergemischen

industrial production of feed mixtures

Jakostní komponenty

качественные компоненты
Qualitätskomponenten
quality components

Velkokapacitní sušárny vojtěšky

сушильни люцерны с большой пропускной способностью
Großkapazitätstrocknungsanlagen für Luzerne
great-capacity drying-plants for alfalfa

Vojtěšková moučka

люцерновая мука
Luzernemehl
alfalfa meal

Intenzivní formy chovu nosnic

интенсивные формы разведения кур-несушек

Intensivformen der Legehennenhaltung
intensive forms of rearing of laying hens

Chov nosnic na hluboké podestýlce

разведение кур-несушек на глубокой подстилке

Legehennenhaltung auf Tiefstreu
rearing of laying hens on deep litter

Chov nosnic v klecích

разведение кур-несушек в клетках
Legehennenhaltung in Käfigen
rearing of laying hens in cages

Míra rentability

мера рентабельности
Rentabilitätsrate
rate of profitableness

Osobní doplňkové hospodářství

личное дополнительное хозяйство
persönliche Ergänzungswirtschaft
personal additional farming (enterprise)

Práce ve společném hospodářství

совместный труд в хозяйстве
Arbeit in der gemeinsamen Wirtschaft
work in the common farming enterprise

Průměrná spotřeba hodin na 1 PJ

средняя затрата часов на 1 трудодень
durchschnittlicher Stundenaufwand auf 1 AE
average expenditure of hours for 1 work unit

Změkčování norem

снижение норм выработки
Erweichung der Normen
softening of standards

Pracovní kapacita

производительность труда
Arbeitskapazität
working capacity

Pracovní zatížení venkovské ženy

рабочая нагрузка деревенской женщины
Arbeitsbelastung der Dorffrau
labour charge of a country woman

Výběr z literatury k otázkám použití matematických metod

Uvádíme základní publikace českých a slovenských autorů o otázkách použití matematických metod (především lineárního programování) v ekonomice, dále pak výběr z čs. literatury o aplikaci těchto metod v zemědělství.

Současně upozorňujeme na seznam československé, sovětské, lidově demokratické a kapitalistické odborné literatury o použití matematických metod v ekonomice a v zemědělství (včetně výpočetní techniky), který zpracoval Ústav vědeckotechnických informací MZLVH a Výzkumný ústav zemědělské ekonomiky.

Habr J.: Lineární programování. 1960, Praha, SNTL (2. vydání). — Habr J., Korda B.: Rozbor meziodvětvových vztahů. 1960, Praha, SNTL. — Kadlec V.: Některé matematické metody a jejich použití v národohospodářském plánování. 1959, Praha, SNPL. — Kadlec V., Vodáček L.: Praktická aplikace metod lineárního programování. 1962, Praha, SNPL. — Korda B.: Matematické metody v ekonomii. 1960, Praha SPN — Sborník VŠE. — Korda B.: Učebnice lineárního programování. 1962, Praha, SNTL. — Kotzig A.: Matematické metody v hospodářské praxi. 1961, Bratislava. — Kotzig A.: Matematický náčrt dynamického modelu socialistického ekonomického komplexu. 1963, Bratislava, SAV. — Rendek I., Ferienc J., Kotzig A. aj.: O využívání matematických metod a samočinných počítačů při řízení národního hospodářství. 1962, Bratislava, Čs. spoločnosť pre šírenie polit. a ved. poznatkov. — Zkoumání meziodvětvových vztahů. (Sborník statí pracovníků Výzkumného ústavu národohospodářského plánování.) 1960, Praha SNTL.

Aplikace matematických metod v zemědělství

Časopisy:

Dvořák J.: Optimální intenzita při závlaze postřikem. 1963, Vodní hospodářství, č. 2, str. 70–71. — Ferienc J., Masaryk J.: Metody rozdělení a přepravy suroviny v systému cukrovarov. 1963, Ekonomický časopis, č. 1, str. 14–35. — Hrubeš A., Kadlec V.: Použití lineárního programování pro určení optimální krmné směsi v socialistické velkovýrobě. 1961, Živočišná výroba, č. 6, str. 435–448. — Hrubeš A., Kadlec V.: Využití lineárního programování k určení optimálních plánů v socialistické zemědělské výrobě. 1961, Zemědělská ekonomika, č. 4, str. 283–308. — Hubáček J., Machaňová J.: Příklad použití matematických metod v zemědělství. 1962, Studijní informace ÚVTI — Zemědělská ekonomika, čís. 6, str. 1–40. — Maxim G.: Určenie optimálnej krmnej dávky skráteným postupom simplexovej metódy lineárneho programovania. 1962, Zemědělská ekonomika, čís. 3, str. 235–252. — Myslivec V., Stone B.: Použití metody akad. A. N. Kolmogorova a N. V. Smirnova v zemědělském a lesnickém výzkumnictví. 1951, Věstník ČSAZV, čís. 5–6, str. 277–283. — Myslivec V.: Použití kybernetiky v zemědělství. 1962, Mezinárodní zemědělský časopis, č. 1, str. 78–85. — Vrána L.: Pokus o stanovení optimální krmivové základny simplexovou metodou. 1962, Zemědělská ekonomika, č. 12, str. 827–842. — Vraný J.: Použití metody rozboru meziodvětvových vztahů v zemědělství. 1962, Zemědělská ekonomika, čís. 2, str. 89–106.

Publikace:

Kadlec V., Hrubeš A.: Využití samočinných počítačů v socialistické zemědělské velkovýrobě. 1962, Praha, SZN. — Hrubeš A., Kadlec V., Vrána L.: Výpočet optimální krmivové základny na samočinném počítači. 1963, Praha, SZN. — Myslivec V.: Statistické metody zemědělského a lesnického výzkumnictví. 1957, Praha, ČSAZV. — Stone B.: Statistické metody v lesnictví. 1963, Praha, SZN.

STATISTICKÉ PŘEHLEDY

o československém a zahraničním zemědělství

ČÍSLO

1-2

1 9 6 4

PŘÍLOHA ČASOPISU ZEMĚDĚLSKÁ EKONOMIKA

POČET A STRUKTURA STAVŮ HOSPODÁŘSKÉHO ZVÍŘECTVA K 1. X. 1963

Ukazatel	Počet v tisících kusů			Struktura v %		
	ČSSR	české kraje	slov. kraje	ČSSR	české kraje	slov. kraje
a	1	2	3	4	5	6
skot úhrnem	4573	3148	1425	100,0	100,0	100,0
v tom:						
telata do 6 měsíců	582	405	177	12,7	12,8	12,4
jalovičky a jalovice starší 6 měsíců						
ve váhové skupině: do 200 kg	340	202	138	7,4	6,4	9,7
201—300 kg	372	244	128	8,1	7,8	8,9
301—400 kg	309	217	92	6,8	6,9	6,5
nad 400 kg	154	114	40	3,4	3,6	2,8
býci ¹⁾ , býčci volí a volci starší 6 měsíců						
ve váhové skupině: do 200 kg	251	160	91	5,5	5,1	6,4
201—300 kg	244	173	71	5,3	5,5	5,0
301—400 kg	190	137	53	4,2	4,3	3,7
nad 400 kg	97	74	23	2,1	2,4	1,6
býci plemenní s povolením k připouštění	6	3	3	0,1	0,1	0,3
krávy	2028	1419	609	44,4	45,1	42,7
ovce a berani úhrnem	612	138	474	100,0	100,0	100,0
v tom:						
bahnice a připuštěné jehnice	336	59	277	54,9	43,0	58,3
ostatní ovce, berani a skopci	276	79	197	45,1	57,0	41,7
ovce jemnovlnné (plemeno merino)	258	57	201	42,2	41,6	42,3
prasata úhrnem	6318	3939	2379	100,0	100,0	100,0
v tom:						
prasnice (včetně kojících a jedno- rázových)	535	345	190	8,5	8,7	8,0
prasničky určené k chovu dosud nezapuštěné	85	55	30	1,3	1,4	1,3
plemenní kanci s povolením k připouštění	23	15	8	0,4	0,4	0,3
selata do odstavu	1385	928	457	21,9	23,6	19,2
ostatní prasata včetně prasníc a kanců z chovu vyřazených ve váhové skupině:						
do 50 kg	1873	1097	776	29,6	27,9	32,6
51—75 kg	990	615	375	15,7	15,6	15,8
76—100 kg	911	580	331	14,4	14,7	13,9
nad 100 kg	516	304	212	8,2	7,7	8,9
indexy (stav k 1. 10. 1962 = 100)						
skot úhrnem	98,4	98,4	98,4	x	x	x
ovce úhrnem	95,9	88,1	98,5	x	x	x
prasata úhrnem	95,2	94,6	96,3	x	x	x

¹⁾ bez plemenných s povolením k připouštění

**POČET A STRUKTURA STAVŮ HOSPODÁŘSKÉHO ZVÍŘECTVA
PODLE HLAVNÍCH SKUPIN CHOVATELŮ V ČSSR K 1. X. 1963**

U k a z a t e l	Ústředně plánované zemědělské závody MZLVH	Ostatní ústředně řízené zemědělské závody	Státní statky	Školní statky	JZD	Záhumenky	Ostatní chovatelé
skot úhrnem ks	264 653	27 057	592 477	27 374	2881 109	296 760	483 587
v tom v %:							
telata do 6 měsíců	10,5	11,9	10,5	13,8	14,0	6,2	12,9
jalovičky a jalovice starší 6 měsíců ve váhové skupině:							
do 200 kg	7,7	6,7	8,7	5,8	7,1	2,6	10,4
201 — 300 kg	8,2	8,9	9,3	7,4	8,8	1,7	6,7
301 — 400 kg	7,3	8,7	7,7	8,8	7,7	0,9	3,2
nad 400 kg	4,6	6,6	3,7	8,0	3,8	0,4	1,0
býci ¹⁾ býčci, volí a volci starší 6 měsíců ve váhové skupině:							
do 200 kg	5,5	4,3	6,2	4,0	5,8	1,0	5,6
201 — 300 kg	5,7	4,2	6,5	4,6	5,8	0,4	4,1
301 — 400 kg	4,4	5,1	4,1	4,8	4,8	0,2	3,0
nad 400 kg	2,9	2,9	2,0	2,9	2,2	0,1	2,5
býci plemenní s povolením k připouštění	0,9	0,7	0,2	0,0	0,1	x	0,2
krávy	42,3	40,0	41,1	39,9	39,9	86,5	50,4
ovce a berani úhrnem ks	28 063	9 539	92 702	4 686	283 056	87 252	106 718
v tom v %:							
bahnice a připuštěné jehnice	50,9	45,6	53,0	55,4	61,6	47,5	46,5
ostat. ovce, berani a skopci	49,1	54,4	47,0	44,6	38,4	52,5	53,5
ovce jemnovlnné (plemeno merino,	69,6	18,1	47,3	53,3	53,0	27,8	15,1
prasata úhrnem ks	509 343	36 412	687 749	34 770	3 533 616	818 803	697 061
v tom v %:							
prasnice včetně kojících a jednorázových	7,7	9,0	9,5	9,0	11,3	0,7	3,1
prasničky určené k chovu dosud nepřipuštěné	2,2	3,1	2,2	3,5	1,5	0,1	0,3
plemenní kanci s povolením k připouštění	0,4	0,5	0,4	0,6	0,5	x	0,1
selata do odstavu	18,9	25,7	22,4	24,5	29,7	2,1	7,2
ostatní prasata včetně prasnic a kanců k chovu vyřazených ve váhové skupině:							
do 50 kg	37,5	34,8	35,8	29,5	29,4	24,5	24,9
51 — 75 kg	15,1	12,5	16,0	17,6	15,0	16,3	18,3
76 — 100 kg	9,8	8,9	11,0	11,2	10,7	27,8	24,6
nad 100 kg	8,4	5,5	2,7	4,1	1,9	28,6	21,5
indexy (stav k 1. 10. 1962 = 100)							
skot úhrnem	207,8		83,3	101,8	98,5	90,1	94,1
ovce úhrnem	176,1		77,8	97,7	99,7	95,9	90,3
prasata úhrnem	152,0		72,9	95,5	94,8	101,8	91,6

¹⁾ bez plemenných s povolením k připouštění.

**POČET A INTENZITA CHOVU HOSPODÁŘSKÉHO ZVÍŘECTVA
K 1. X. 1963 PODLE KRAJŮ**

Kraj	Skot			Krávy			Prasata		
	počet v tis. ks	index (1.10. 1962= 100)	na 100 ha země- děl. půdy při- padá kusů	počet v tis. ks	index (1.10. 1962= 100)	na 100 ha země- děl. půdy při- padá kusů	počet v tis. ks	index (1.10. 1962= 100)	na 100 ha orné půdy při- padá kusů
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Č S S R	4573	98,4	63,8	2028	97,0	28,3	6318	95,2	123,9
České kraje	3148	98,4	70,1	1419	97,2	31,6	3939	94,6	117,4
Slovenské kraje	1425	98,4	53,2	609	96,6	22,7	2379	96,3	136,2
Praha hl. město	3	69,1	55,9	1	74,3	23,7	5	56,7	150,7
Středočeský	519	98,7	73,0	225	96,6	31,6	715	95,1	120,3
Jihočeský	443	98,3	72,3	205	96,9	33,5	450	95,2	110,1
Západočeský	346	99,0	64,5	151	98,3	28,2	352	93,0	99,9
Severočeský	250	97,7	60,0	104	97,7	25,0	303	91,6	103,1
Východočeský	544	98,0	78,6	265	97,5	38,2	598	97,1	117,4
Jihomoravský	629	98,5	67,4	276	96,4	29,6	1048	95,1	137,5
Severomoravský	414	99,0	70,8	192	98,2	32,9	468	93,5	108,6
Západoslovenský	538	95,3	53,2	207	91,9	20,5	1295	96,0	152,6
Středoslovenský	438	99,2	53,0	201	99,4	24,3	497	90,5	127,2
Východoslovenský	449	101,5	53,3	201	98,9	23,8	587	102,3	115,8

Kraj	Prasnice			Ovce			Bahnice		
	počet v tis. ks	index (1.10. 1962= 100)	na 100 ha orné půdy při- padá kusů	počet v tis. ks	index (1.10. 1962= 100)	na 100 ha země- děl. půdy při- padá kusů	počet v tis. ks	index (1.10. 1962= 100)	na 100 ha země- děl. půdy při- padá kusů
a	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Č S S R	535	98,8	10,5	612	95,9	8,5	336	95,0	4,7
České kraje	345	98,3	10,3	138	88,1	3,1	59	89,6	1,3
Slovenské kraje	190	99,7	10,9	474	98,5	17,7	277	96,2	10,3
Praha hl. město	0	112,6	6,0	0	41,4	4,7	0	101,9	1,1
Středočeský	63	98,5	10,6	16	90,9	2,2	5	95,4	0,7
Jihočeský	41	98,0	10,1	19	83,7	3,2	10	85,8	1,6
Západočeský	34	96,3	9,6	21	82,2	3,8	10	86,7	2,0
Severočeský	28	101,5	9,4	33	95,2	7,9	13	91,9	3,2
Východočeský	52	100,0	10,1	10	81,7	1,5	4	80,6	0,5
Jihomoravský	88	97,2	11,5	20	91,7	2,1	8	94,4	0,9
Severomoravský	39	97,8	9,1	19	87,0	3,2	9	91,0	1,5
Západoslovenský	104	98,9	12,2	86	97,0	8,6	44	95,5	4,3
Středoslovenský	38	99,4	9,9	223	98,8	26,9	131	95,7	15,9
Východoslovenský	48	101,6	9,5	165	98,8	19,6	102	97,1	12,1

PODÍLY JEDNOTLIVÝCH SKUPIN CHOVATELŮ NA STAVECH HOSPODÁŘSKÉHO ZVÍŘECTVA K 1. X. 1963

U k a z a t e l	Ústředně plánované závody MZL VH	Ostatní ústředně řízené zemědělské závody	Státní statky	Školní statky	JZD	Záhu-menky	Ostatní chovatelé
	v % v úhrnu zemědělství celkem						
Č S S R							
skot úhrnem	5,8	0,6	12,9	0,6	63,0	6,5	10,6
z toho krávy	5,5	0,5	12,0	0,6	56,7	12,7	12,0
ovce úhrnem	4,6	1,6	15,1	0,8	46,2	14,3	17,4
prasata úhrnem	8,1	0,6	10,9	0,5	55,9	13,0	11,0
z toho chovné prasnice	7,3	0,6	12,2	0,6	74,2	1,0	4,1
České kraje:							
skot úhrnem	6,1	0,6	15,1	0,6	66,3	5,8	5,5
z toho krávy	5,8	0,5	14,1	0,6	61,4	11,7	5,9
ovce úhrnem	7,5	3,0	31,8	0,6	17,7	17,9	21,5
prasata úhrnem	8,5	0,5	13,4	0,6	59,9	10,6	6,5
z toho chovné prasnice	7,2	0,5	14,5	0,6	75,4	0,0	1,8
Slovensko:							
skot úhrnem	5,1	0,5	8,2	0,5	55,8	8,0	21,9
z toho krávy	5,0	0,5	7,2	0,4	45,8	14,9	26,2
ovce úhrnem	3,7	1,1	10,3	0,8	54,6	13,2	16,3
prasata úhrnem	7,3	0,7	6,7	0,5	49,4	16,9	18,5
z toho chovné prasnice	7,5	0,9	7,9	0,5	72,1	2,9	8,2

INTENZITA CHOVU HOSPODÁŘSKÉHO ZVÍŘECTVA PODLE SKUPIN CHOVATELŮ K 1. X. 1963

U k a z a t e l	Ústředně plánované závody MZL VH	Ústředně řízené zemědělské závody	Státní statky	Školní statky	JZD	Záhu-menky	Ostat. ¹⁾ chovatelé
počet skotu na 100 ha zemědělské půdy: ČSSR	60,7	45,8	57,4	65,6	66,4	93,5	59,8
České kraje	62,1	52,0	59,3	69,9	75,8	95,9	56,5
Slovensko	57,1	34,6	50,9	56,3	50,1	89,9	61,6
počet krav na 100 ha zemědělské půdy: ČSSR	25,6	18,4	23,6	26,1	26,5	80,9	31,6
České kraje	26,5	20,8	24,9	28,8	31,7	87,1	30,6
Slovensko	23,7	14,1	19,2	20,5	17,6	71,6	32,1
počet ovcí na 100 ha zemědělské půdy: ČSSR	6,4	16,2	9,0	11,2	6,5	27,5	13,8
České kraje	3,3	10,8	5,5	3,1	0,9	12,9	10,7
Slovensko	13,9	25,8	21,3	28,7	16,3	49,5	15,4
počet prasat na 100 ha orné půdy: ČSSR	146,6	111,8	93,1	104,2	107,4	349,7	171,2
České kraje	141,7	86,3	91,1	100,1	107,6	303,1	169,4
Slovensko	157,1	168,5	100,2	113,9	107,0	416,3	172,3
počet chovných prasníc na 100 ha orné půdy: ČSSR	11,2	10,1	8,8	9,4	12,1	2,4	5,4
České kraje	10,5	7,0	8,6	9,1	11,9	0,0	4,2
Slovensko	12,8	16,8	9,5	9,9	12,5	5,8	6,2

¹⁾ Zvířectvo pouze chovatelů nezemědělců, drobných držitelů půdy do 0,10 ha a jednotlivě hospod. rolníků.