

DOKTORI ÉRTEKEZÉS

TÓTH JÓZSEF

1976

Doktori értekezés

A TERMELÉSI TÉNYEZŐK FELHASZNÁLÁSÁNAK
ÉS ELOSZTÁSÁNAK OPTIMALIZÁLÁSA
A MEZŐGAZDASÁGBAN

G ö d ö l l ő

1 9 7 6

Doktori értekezés

A TERMELÉSI TÉNYEZŐK FELHASZNÁLÁSÁNAK
ÉS ELOSZTÁSÁNAK OPTIMALIZÁLÁSA
A MEZŐGAZDASÁGBAN

Írta:

Tóth József

egyetemi tanár

a mezőgazdasági tudományok kandidátusa

G ö d ö l l ő

1 9 7 6

Előszó az internetes kiadáshoz

Szeretném remélni, hogy lesznek követőim, (akik nem plagizáltak, valamint új alkotásokkal rendelkeznek), s az interneten nyilvánosságra hozzák a tudományos disszertációjukat. (PhD dolgozatok már jelenleg is olvashatók az interneten.)

A tudományos disszertációk nyilvánosságra hozásának szükségességét még 2011.03.01-én „Tudósok. A megmérettetés és annak technikája” c. interneten megjelent könyvemben (<http://mek.oszk.hu/09200/09235>) javasoltam. Az lenne a legcélszerűbb, ha ezt a Magyar Tudományos Akadémia tenné meg. Úgy vélem, hogy ha már javasoltam, akkor kötelességem példát mutatni, ezért ha szerények is az eszközeim, most nyilvánosságra hozom az 1976-ban írt MTA Doktori értekezésem.

Könyvem interneten történő megjelenése után közel egy évre robbant ki a Schmitt Pál köztársasági elnök doktori disszertációjával kapcsolatos plagizálási botrány, amely a doktori fokozatának a megvonását eredményezte. (Előtte hasonló esetek fordultak elő Németországban is.) Aztán Lázár János a Fidesz frakcióvezetője, Schmitt Pál lemondása után, a parlamentben jelentette ki: a tudomány világában elmaradt a szembenézés azzal, hogy a rendszerváltás előtt, illetve a rendszerváltás időszakában születtek olyan tudományos fokozatok, amelyek mögött nem volt valós teljesítmény. (Ezt a média szerint Pálinkás József az MTA elnöke politikai túlfűtöttségnek nevezte, s higgadt-ságot javasol.) Lázár János állítólag úgy gondolta, hogy egy bizottságot kellene létrehozni, amely megvizsgálná az előző rendszerben írt disszertációkat.

Csak hogy Schmitt Pál éppen most, 2012 első hónapjaiban tagadta, hogy plagizált, s mint a parlamentben mondta, bíróságon fogja megvédi az igazát. Lázár János ennek ellenére úgy véli, hogy a rendszerváltás (előtt és) alatt Schmitt Pál (és mások is) plagizáltak? Véleményem szerint, a plagizálás és más visszaélés a tudományos fokozatokkal rendszer független, tehát mind az előző rendszerben, mind a rendszerváltás alatt és után keletkezett disszertációkat érdemes lenne megvizsgálni. De nem bizottság létrehozásával, hanem minden disszertációk nyilvánosságra hozásával, hogy az adott szakmához értők olvashassák, s bírálhassák el, hogy kinek mit ér a munkája! Erre a célra az internet igen alkalmas lehetne. A nyilvánosság különösen fontos lehet olyan országokban, ahol a tudományos elismertség esetenként inkább

az egyén által betöltött hivatali funkciók és kapcsolatok, mintsem a tudományos eredmények függvénye.

A „Tudósok. A megmérettetés és annak technikája” c. könyvemben többek között a következőket írtam:

„Milyen érdekes lenne, és megmérettetést biztosítana, ha a kandidátusi, akadémiai doktori, PhD-i disszertációk (visszamenőleg is) megjelenének az interneten, csatolva hozzá az opponensi és bizottsági véleményeket is! (Szívesen adnám disszertációimat ilyen célra.)

Milyen érdekes lenne, ha az akadémia levelező és rendes tagjai, illetve az MTA apparátusa, (legalább utólag, a jövőben pedig előre) összefoglalót tennének fel az internetre, amelyben kifejezetten az általuk elért eredeti új tudományos eredményeket (általuk kidolgozott új módszereket, eredeti alkotásaikat, illetve általuk feltárt új tudományos tételeket, törvényszerűségeket) foglalnék össze röviden!”

„Milyen érdekes lenne a plagizáló és a plagizált alkotásokat egymás melletti ablakban olvasni, s meg lehetne jelölni színessel a plagizált mondatokat, sőt gondolatokat is.

Lehetne tehát egy objektívebb tudományos minősítési, rangsorolási rendszert megteremteni, amikor a tudós, az akadémikus lényegében saját magát minősítené azáltal, hogy közzéteszi alkotásait, opponensi véleményeit, valamint a munkáiról készült opponensi véleményeket, stb. illetve röviden összefoglalva közreadja, hogy szerinte milyen új, eredeti, saját, tudományos eredményei vannak. Ebből kiderülne, hogy van-e új alkotása, vagy mellébeszél, plagizált? Tehát nem a publikációk és az idézettség száma lenne a döntő, hanem a tartalom, a valós tudományos eredmény!”

Az lenne természetesen az igazi, ha a tudományos dolgozatok minden országban az internetre kerülnének, akkor nem lehetne, vagy rizikósabb lenne, a különböző nyelveken megjelenteket plagizálni.

A tudományos dolgozatok nyilvánossága kétoldalú védelmet is jelentene, hiszen mindenki megnézhetné azt is, hogy esetleg Ő maga nem plagizált, vagy plagizál-e a pillanatnyilag leírni szándékozottakkal tudta nélkül, meg azt is, hogy az általa leírtakat nem plagizálták-e?

Szerencsés helyzetben vagyok, hogy még fiatal tanársegédként olyan tudományos terület művelésére vállalkoztam, amelyet nagyon megszerettem, s amely még akkor kezdett kibontakozni, s művelésében jelentős szerepet tudtam vállalni.

Disszertációm az 1967 évi politikai és gazdasági viszonyok között, azokból kiindulva írtam, de ma is érvényes modelleket, törvényszerűségeket és elméleti tételeket fogalmaztam meg, s fogalmazok meg azóta is a mai napig. E mellett igen jelentős gyakorlati, gazdasági eredményeket is sikerült elérni az általam megfogalmazott tervezési rendszerek és modellek alkalmazásával. Abban az időben még a tudományok doktora disszertációkat (sőt a kandidátusit is) a Magyar Tudományos Akadémián, (a tudományok templomában, amelybe akkor még áhitattal léptünk be), kellett megvédeni, három felkért opponens és nagytekintélyű tudományos bizottság, valamint jelentős számú (nagyreszt tudományos fokozattal rendelkező) érdeklődő előtt. Ma is jó érzéssel gondolok arra, hogy milyen sokan – mintegy 150 fő – vettek részt védésemen, s akiknek nem jutott állóhely a teremben, azok a folyosón, nyitott ajtónál álltak, s érdeklődéssel figyelték a teremben zajló védést. Érdekes lenne emlékezősként megírni az akkori eseményeket, beleértve a meghívókkal kiküldött téziseket, az opponensi véleményeket, s az arra adott válaszokat, valamint a színvonalas vitát.

A plagizálások ellen viszont már régóta küzdök, sajnos eredménytelenül. Még 1982-ben szakcikkben világítottam rá egy konkrét plagizálásra. 1990-ben az akkori Szerzői Jogvédő Hivatal által képviselve, pert nyertem egy plagizálási ügyben. Úgy tűnik azonban, hogy a szerzői jogi védelem, különösen a tudományos alkotásokat tekintve jelenlegi nem megoldott, ezért is az elektronikus könyvtárban (MEK-ben) megjelent alábbi könyveimben hoztam nyilvánosságra az alkotásaimmal kapcsolatos plagizálásokat.

<http://mek.oszk.hu/05900/05918>,

<http://mek.oszk.hu/06000/06021>,

<http://mek.oszk.hu/06200/06260>,

<http://mek.oszk.hu/08100/08104>.

B E V E Z E T É S

A mezőgazdasági termelés eredményessége lényegében két tényezőtől függ: egyrészt attól, hogy a termeléshez milyen feltételek adóttak, vagyis a termelési tényezők[✱] milyen mennyiségben, minőségben és összetételben állnak rendelkezésre, másrészt attól, hogy a rendelkezésre álló termelési feltételeket hogyan, milyen célszerűen hasznosítjuk.

A termelési feltételek egy része meghatározott, s változtatásuk nem áll módunkban, más részük azonban kisebb-nagyobb anyagi befektetések árán változtatható. Kérdés, hogy az egyes termelési feltételek változtatása - ha az módunkban áll - milyen áldozatokkal jár, s a szükséges áldozat nagysága arányban áll-e az elérhető termelési eredménnyel.

A termelés, így a mezőgazdasági termelés is, a termelő vállalatok keretei között valósul meg. A szocialista vállalat /értve alatta a termelőszövetkezeteket is/ önálló gazdasági egység, a szocialista népgazdaság alapegysége. Ilyen értelemben a vállalat önállóan dönt a termelési tényezők változtatásáról és felhasználásáról, azonban döntéseinek a szocialista népgazdaság fejlődését kell szolgálnia.

✱ A termelési tényezők részletesebb vizsgálatával később foglalkozunk.

A vállalati önállóság soha nem jelent abszolút önállóságot, hanem mindig meghatározott - a fejlődés során állandóan változó - tágabb vagy szűkebb keretek között érvényesül. Az önállóság kereteit korlátozzák a vállalat rendelkezésére álló termelési feltételek és azok változtatásának lehetőségei, a környezet /a partnerek helyzete és magatartása/, valamint a szocialista állam. A gazdasági fejlődés a vállalati önállóság kereteit tágitja, de ugyanakkor szűkíti is; tehát ellentétes tendenciák jutnak érvényre.

Az önállóság kereteinek tágitása irányában hat egyrészt a vállalati eszközök gyarapodása és korszerűsítése, illetve ennek fokozódó potenciális lehetősége, a partner-választás lehetőségének szélesedése.

A szocialista állam közvetett vagy közvetlen formában - esetenként egyik vagy másik formát előtérbe helyezve - hatást gyakorol a vállalatokra, a termelési feltételek alakításával kapcsolatos tevékenységeikre és azok felhasználására vonatkozó tevékenységeikre. Az állam befolyásolhatja - elősegítheti vagy gátolhatja - a termelési feltételek átalakítására vonatkozó vállalati elképzelések megvalósítását aszerint, hogy azok mennyire megalapozottak és mennyiben szolgálnak a szocialista népgazdaság érdekeit. A szocialista állam közvetlenül is jelentős szerepet vállal a termelési feltételek célszerű alakításában, különösen a nagy áldozatokat kívánó természetátalakító munkában. Az állam e tevékenységével nagymértékben befolyásolja a gazdasági erőforrásoknak a vállalatok közötti elosztását azzal a céllal, hogy a szocialista népgazdaság egészének hatékonyabb fejlődését elősegítse.

A szocialista állam befolyásolja a vállalatokat a termelési tényezők felhasználásában is, s olyan irányba tereli tevékenységüket, hogy eszközeiket a népgazdasági cél érdekében a leghatékonyabban használják fel, mind a termelés strukturája, mind pedig az eszközök rendeltetésszerű és célszerű hasznosítása érdekében.

A szocialista vállalat tevékenysége nem lehet ellentétes a szocialista társadalom alapvető törvényszerűségeivel, alapelveivel és törvényeivel, a szocialista állam gazdaságpolitikájával. A vállalati önállóságnak e keretek között kell érvényesülnie.

A vállalati önállóság és a döntési lehetőségek kereteinek korlátozása irányában hat, hogy egyrészt a megvalósított állóeszköz-beruházások /különösen a nagy erőforrásokat lekötők/ hosszabb időre meghatározzák a vállalat tevékenységét és döntési lehetőségeit, másrészt a partnerekkel kialakult sokoldalú kapcsolat is jelentős mértékben befolyásolja az adott vállalat önállóságát és döntési lehetőségeit.

Általában szubjektív tényezők, kialakult hagyományok, a megszokotthoz való ragaszkodás, az újtól és a gazdasági kockázattól való félelem is korlátozzák a vállalati önállóság kereteit.

A termelési feltételek változtatására és felhasználására vonatkozó gazdasági döntések megalapozása során igen sok tényezőt és azok kölcsönös összefüggéseit kell mérlegelni. A gazdasági irányítás és a gazdasági vezetés nincs könnyű helyzetben, s valószínűleg ez a mezőgazdaságban

még fokozottabban érvényes, mint más népgazdasági ágazatokban, mivel a mezőgazdaság számos olyan sajátossággal rendelkezik, amelyek a gazdasági döntéseket megnehezítik, bonyolultabbá teszik, egyidejűleg megnövelve a döntések kockázatát is.

A termelés koncentrációjának előrehaladásával a gazdasági döntések súlyának növekedése, bonyolultabb és komplexebb formában való jelentkezése, a gazdasági fejlődéssel járó ellentétes tendenciák és a döntési felelősség fokozódása ösztönzik azokat a törekvéseket, amelyek a gazdasági döntések célszerűbb megalapozását kívánják előmozdítani.

A mezőgazdasági termelést és a mezőgazdasági döntéseket az összes népgazdasági ágazatokban egyaránt érvényesülő gazdasági törvények mellett az adott ágazat sajátosságai-ból adódó törvényszerűségek is befolyásolják. E sajátosságok közül - mint arra számos szakkönyv utal - a legdöntőbbek a következők:

- a/ A mezőgazdasági termelés alapvetően termőföldre kötött, s a földterület nagysága és a föld domborzata, fizikai, kémiai és biológiai állapota, valamint elhelyezkedése a mezőgazdaságban nagy szerepet játszik. A mezőgazdasági vállalat nagyrészt a szabadban, különböző fekvésű és különböző tulajdonságokkal rendelkező földterületeken termel.
- b/ A mezőgazdasági termelés nagyrészt élő anyaggal van kapcsolatban, aminek következtében a természeti és a biológiai tényezőknek jelentős szerepük van.

- c/ A munkafolyamat és a termelési folyamat legtöbbször nem esik egybe, ezekre az idényszerűség jellemző.
- d/ A mezőgazdaság termelési eszközeinek jelentős részét önmaga számára termeli meg, ami számos belső vállalati összefüggés érvényre jutását vonja maga után.
- e/ A mezőgazdaságban a szövetkezeti tulajdonforma az uralkodó. Ennek folytán nagy szerephez jutnak a szövetkezeti tulajdonformából adódó sajátosságok.

A mezőgazdaságban a gazdasági irányításnak és a vállalatvezetésnek a döntések során figyelemmel kell lenni a felsorolt sajátosságokra, s mérlegelni kell, hogy adott termékek termelésére, illetve adott ágazatokra vonatkozó döntések milyen hatással vannak más termékek termelésére, illetve más ágazatokra, vagyis az egész mezőgazdasági tevékenységre, sőt a mezőgazdasághoz szorosabban kapcsolódó ipari tevékenységekre. Figyelembe kell venni a földterület nagyságát, domborzati viszonyait, fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságait, fekvését és a termőföld hatékony felhasználásának lehetőségeit, a természeti és a biológiai tényezők szerepét, a munkaerő- és az eszközfelhasználás idényszerűségét, valamint több ágazatban történő hasznosíthatóságuk lehetőségeit, a belső vállalati összefüggéseket, s az ezekből adódóan szükséges arányokat, a szövetkezeti tulajdonformából adódó sajátosságokat, különösen a szövetkezeti tagok tulajdonosi pozícióját.

A sokféle tényező szerepének és kölcsönhatásának mérlegelése, a döntési problémák és a döntések hatásának bonyolult és komplex felvetődése a mezőgazdasági termelés felteteleinek és lehetőségeinek sokoldalú vizsgálatát teszi szükségessé. A vizsgálat során nagyjelentőségű annak elem-

zése, hogy a döntésnek milyen hatása várható az egész mezőgazdaságra, illetve vállalati szinten a vállalat teljes komplexumára.

A gazdasági döntések megalapozása, a gazdasági irányítás és a vállalatvezetés olyan módszereket igényel, amelyek birtokában egyre inkább képesek vagyunk átfogni a gazdasági jelenségeket a maguk bonyolultságában és komplex kapcsolatukban. Különösen kívánatos lehet, hogy a döntések jövőbeni hatását előre leírjuk, mintegy "laboratóriumi úton"^{**} megvizsgáljuk, mielőtt még a döntést meghoznánk, illetve végrehajtanánk. Egy ilyen vizsgálat célszerűsége vitathatatlan, mert megóv attól, hogy olyan döntések szülessenek, amelyek hosszú időre visszavethetik a mezőgazdaságot, vagy a mezőgazdasági vállalatot.

A korszerű gazdasági-matematikai módszerek - különösen a matematikai programozás - éppen azáltal válnak mindinkább a döntések megalapozásának hatékony eszközévé, hogy

^{**} Vannak, akik idegenkednek az olyan megfogalmazásoktól, mint "a gazdasági döntések hatásának laboratóriumi vizsgálata", vagy általában "a közgazdasági problémák laboratóriumi vizsgálata". Márpedig a gazdasági modellekkel végzett vizsgálatok elvileg semmiben sem különböznek attól, mint amikor pl. laboratóriumi úton kikísérletezik valamely termék előállítását egy-egy nagy vegyianyag-gyárban vagy konzervgyárban. Laboratóriumi vizsgálatról beszélni a közgazdasági tudományokban, éppen úgy helyénvaló lehet, mint a fizikában, a kémiában, vagy más tudományokban. Mi több; a matematikai modellezés megteremtí annak lehetőségét, hogy komplex nagyüzemi kísérleteket, laboratóriumi vizsgálatokat végezzünk anélkül, hogy nagyobb arányú gazdasági áldozatot és kockázatot kellene vállalni.

lehetővé teszik a gazdasági tevékenységek komplex elemzését, a gazdasági döntések várható következményeinek egzakt módszerrel, rövid idő alatt és nagyobb anyagi veszteség nélkül történő "laboratóriumi" vizsgálatát. Egy ilyen vizsgálat még semmire sem kötelez, eredményét hasznosíthatjuk vagy elvethetjük, egy megalapozatlan döntés megvalósításával viszont milliókat veszíthetünk.

A matematikai programozás alkalmazásának számos előnye van, kezdve a különböző döntési változatok "laboratóriumi" vizsgálatának lehetőségétől a legjobb /pl. legjövedelmezőbb/ döntési változat kiválasztásának lehetőségén keresztül, egészen a gazdasági irányításban és a gazdasági vezetésben dolgozó szakemberek szemléletére gyakorolt jó hatásig.

A matematikai programozás gyakorlati alkalmazásának széleskörű elterjesztéséhez mindinkább ki kell dolgozni a különböző népgazdasági ágak sajátosságainak megfelelően a konkrét alkalmazások rendszerét, fejleszteni kell a modellszerkesztés módszerét, hogy a gazdasági élet problémáit mindinkább a maguk bonyolultságában és komplexitásában tudjuk megközelíteni. Munkámban e tekintetben szeretnék előrehaladást elérni, természetesen nem tartva igényt a teljességre.

Értekezésemben egyrészt módszertani kérdésekkel foglalkozom. Ennek során feladatul tűzöm ki annak vizsgálatát, hogy a matematikai programozás alkalmazásával hogyan lehetséges a gazdasági döntéseket minél inkább a gazdasági valóságot megközelítve, megalapozni. A módszertani problémák megoldása során is felvetődnek azonban elméleti

kérdések, melyek tisztázása a módszertani megoldásokhoz szükséges. A módszertani és elméleti kérdések egymással szoros kölcsönhatásban, kölcsönös összefüggésben vannak.

Másrészt a módszertani kérdésekhez kapcsolódó elméleti problémákon túlmenően, vizsgálataim lehetővé és egyben szükségessé teszik, hogy néhány elméleti kérdéssel foglalkozzam. Eljutok néhány közgazdasági elméleti megállapításhoz is. Esetenként egzakt módon alátámasztom a jelenleg elfogadott közgazdasági elméleti tételek érvényesülését, adott körülmények között. Más esetben a jelenleg elfogadott elméleti tételek érvényesülését egzakt módon nem találtam bizonyíthatónak, ezekkel ellentétes vagy más formában érvényesülő tételekhez jutottam. Előfordul az is, hogy ismert tételeket más oldalról világítok meg.

Elméleti megállapításaim egzakt módon bizonyíthatók, illetve a vizsgálat során alkalmazott körülmények és feltételek között bizonyíthatóan fennállnak. Az elméleti tételek és törvényszerűségek általában meghatározott körülményekhez és feltételekhez kötődnek, s csak ezen körülmények között érvényesülnek. Természetesen ez vonatkozik az általam tett megállapításokra is, s ezt szükségesnek tartom már most hangsúlyozni.

Arra törekszem, hogy vizsgáljam a különböző feltételek között érvényesülő törvényszerűségeket. Ez esetenként absztrakciókat tesz szükségessé, azonban úgy vélem, tudományos vizsgálatokban az absztrakciók alkalmazása nemcsak lehetséges, de szükséges is.

Nem törekszem elméleti matematikai eredményekre. A matematikát segédeszközként tekintem, ezért kerülöm az ön-magában való matematikai tárgyalásmódot. Természetesen matematikai formulák alkalmazásáról nem mondhatok le, azonban igyekszem azokat minden esetben gazdasági tartalommal megtölteni. Munkámban döntően a matematikai programozást használom fel, de e mellett hasznosítom az egyszerűbb matematikai, statisztikai eszközöket is.

Vizsgálataim során döntően a mezőgazdasági vállalatok problémáival foglalkozom. Ezen belül a vállalatot, mint komplex egészet tekintem, és különösen a vállalatok fejlesztési döntéseinek, a fejlesztési tervek készítésének problémáival foglalkozom. Ennek során eljutok a termelési tényezők értékelésének és hasznosításának vizsgálatához.

A vállalatok gazdálkodása azonban nem független a szocialista népgazdaságtól. A gazdasági irányítás jelentősen befolyásolhatja a vállalatok tevékenységét a termelési tényezők elosztásának célszerű orientálásával, ezért szükségesnek tartom, hogy - ha röviden is - e problémával is foglalkozzam.

Módszertani és elméleti megállapításaimat nagyszámu gyakorlati modellel végzett vizsgálatok során alapoztam meg. Az értekezés korlátozott terjedelme miatt ezek közreadására nincs lehetőségem. A Gödöllői és a Debreceni Agrártudományi Egyetem, valamint a Mezőgazdasági Gépkeresleti Intézet könyvtáraiban azonban ezek az anyagok, illetve tanulmányok megtalálhatók. A terjedelmességet kerülve, esetenként eltekintek egy-egy probléma részletesebb ki-

fejtésétől, s ilyenkor utalok megjelent könyveimre és szakcikkeimre, valamint más szerzők publikációira, amelyekben a kérdés részletesebb kifejtése megtalálható. A matematikai programozás mezőgazdasági alkalmazásának módszertana több kutató munkájának eredményeként fejlődött a jelenlegi szintre. Mind kutatásaim, mind a disszertáció megírása során támaszkodtam ezekre az eredményekre. Munkám tehát részben összefoglaló, szintetizáló jellegű is, több kutató eredményes munkáját tükrözi. Hazai kutatók közül különösen Csáki Csaba, Mészáros Sándor, Pillis Pál és Sebestyén József munkái adtak számomra nagy segítséget.

A matematikai programozás mezőgazdasági alkalmazásának problémáival 19 éve foglalkozom. Az értekezés nem ad lehetőséget e munka teljes áttekintésére, csupán az értekezés témájához kapcsolódó kérdések vázlatos összefoglalását végezhetem el. Egyéb kérdések részletesebb kifejtése publikációimban található meg.

A feldolgozandó téma széles körét tekintve, nem törekedhettem részletes irodalmi áttekintésre. Legfeljebb a matematikai programozással és különösen annak mezőgazdasági alkalmazásával foglalkozó irodalom, elsősorban a hazai irodalom rövid összefoglaló ismertetésére szorítkozhatom. Más irodalmakra /mezőgazdasági, közgazdasági vonatkozásokra/ csak esetenként az adott kérdés tárgyalása során hivatkozom.

1. A TERVEZÉS ÉS A DÖNTÉSMEGALAPOZÁS

NÉHÁNY ÁLTALÁNOS KÉRDÉSE

Az értekezés célja konkrét módszertani és elméleti vizsgálatok elvégzése, illetve e vizsgálatok eredményeinek ismertetése. Az adott keretek nem teszik lehetővé a tervezés és a döntés általános elméleti kérdéseinek részletesebb kifejtését. Ennek ellenére célszerűnek látszik, ha röviden is, néhány általános kérdés érintése. Kizárólag azokat a legfontosabb általános problémákat tekintjük át, amelyek a további módszertani és elméleti vizsgálatok során, különösen a komplex vállalati tervezés szempontjából számunkra lényegesek.

A komplex vállalati tervezés - általában a tervezés - nem lehet öncélú tevékenység. Célja, hogy az adott vállalat optimális cselekvési irányát meghatározza és megteremtse azt az integrált döntési rendszert, amely a vállalat tevékenységének keretét adja.

A komplex vállalati tervezés a vállalatot mint komplex rendszert kell hogy tekintse, amely nyílt rendszerként viselkedve, szoros kölcsönhatásban van más vállalatokkal, illetve az egész gazdasági rendszerrel.

A komplex vállalati tervezéssel kapcsolatban két alapvető probléma merül fel. Az egyik probléma a komplex vállalati tervezés bonyolultsága. A mezőgazdasági vállalatok tervezése, tekintve sokirányú, egymással sokoldalú kapcsolatban lévő tevékenységi körüket, az időjárási, biológiai, idényszerűségi, stb. tényezők viszonylag nagy sze-

repét, valamint a tervezés során figyelembe veendő sokirányú és gyakran ellentmondásos külső hatásokat, rendkívül bonyolult. Ilyen vonatkozásban kétféle irányzattal találkozunk. Az egyik irányzat - középtávu fejlesztési tervezés során is - a legapróbb részletek számításba vételét igényelné. Ez többféle veszéllyel jár. Egyrészt olyan lényegtelen kérdések vizsgálatát is szükségelteti, amelyek a középtávu komplex vállalati tervezésben nem játszanak jelentős szerepet, sőt legtöbbször számszerű információkkal nem is bírnak. Másrészt hallatlanul megnöveli és bonyolítja a tervezést - esetleg éppen a lényeges kérdésektől vonja el a figyelmet - és a tervező munka kudarccal végződhet, végső konklúziójában elvezet a gyakorlati tervezés lehetőségének tagadásához.

A másik irányzat az előbbivel ellentétes, s a bonyolult gazdasági gyakorlatot olyannyira leegyszerűsíti, hogy annak következtében a tervezés a valóságnak teljesen torz tükörképét eredményezheti, s a vállalatot helytelen irányban orientálhatja.

A komplex vállalati tervezéssel kapcsolatos másik alapvető probléma a bizonytalanság. A terv a jövőre vonatkozik, márpedig a jövőt - különösen a mezőgazdaságban - soha nem láthatjuk előre pontosan. Emiatt a tervezés során jelentős kockázattal kell számolni. Bár rendelkezésre állnak matematikai eljárások a bizonytalan adatok kezelésére, azonban a gyakorlat szempontjából a kérdés ezáltal nem oldódott meg megnyugtatóan. Még ha el is tekitünk a mezőgazdaság sajátosságaiból /biológiai, időjárási, stb./ adódó bizonytalansági tényezőktől, akkor is fennáll a jövőre vonatkozó elképzelések bizonytalansága.

A jövőből adódó bizonytalanság is sokszor vezet el a tervezés lehetőségének tagadásához. A gazdasági vezetők sokszor azon óhajuknak adnak kifejezést, hogy a gazdaságirányítás merevítse meg az árakat, a gazdasági szabályozókat, stb. Ez csak akkor lenne gyakorlatilag elképzelhető, ha képesek volnánk megállítani a gazdasági fejlődést. A gazdasági fejlődés során a gazdaság célszerű arányai megváltoznak, módosulnak, s az árak és a gazdasági szabályozók egyik szerepe éppen abban is lehet, hogy a vállalatokat a gazdasági fejlődésnek megfelelő célszerű gazdasági arányok kialakítása irányában ösztönözze.

Ha a gazdasági fejlődés állandó folyamat és a vállalatoknak a gazdasági fejlődés által adott változó keretek között kell tevékenykedni, akkor a tervezést - bármilyen módszerrel tervezünk - nem lehet egyszeri aktusnak tekinteni, hanem az permanens folyamat kell hogy legyen. Ez azt igényli, hogy az elkészült tervet a feltételek változása és a fejlődés igényei szerint állandóan figyelemmel kísérjük, szükség esetén átdolgozzuk.

Emellett is igen nagy jelentőséggel bírnak a variáns-számítások és az érzékenységi vizsgálatok, amelyek azonban nem helyettesíthetik a terv karbantartását. A számítástechnika egyik jelentősége éppen abban van, hogy a terv átdolgozása viszonylag gyors, kevés időt és költséget igényel.

A tervezés lényeges feladata megteremtteni azt az integrált döntési rendszert, amely a szervezet tevékenységének kereteit megadja. Feladata, hogy az egész rendszer

eredményességének maximalizálására törekedjék.* Erre csak komplex és megalapozott tervezés ad lehetőséget.

1.1. Az alapvető döntési feladatok és összefüggéseik

A tervezés tulajdonképpen döntések sorozatát foglalja magában, másrészt további döntések kereteit teremti meg. A tervezés és a döntés tehát egymással szoros összefüggésben van.

A komplex vállalati tervezés során nagyszámu döntést kell hozni. Ezek - a matematikai programozás szempontjából - alapvetően 4 csoportban, négy alapvető döntési feladatban foglalhatók össze:**

a/ Egyrészt dönteni kell arról, hogy a vállalat a különböző tevékenységeket /pl. a különböző termékek termelését/ milyen terjedelemben folytassa, azaz milyen legyen a termelés szerkezete. A számtalan sok lehetőség közül az adott vállalat körülményei között legcélszerűbbnek mutatózó termelési szerkezetet kell a döntés során kiválasztani. Az ilyen döntéseket szerkezeti, vagy strukturális döntéseknek, illetve e döntések megalapozását szerkezeti vagy strukturális döntésmegalapozásnak nevezem.

* Rendszerelmélet /Válogatott tanulmányok/. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1969.

** Nem foglalkozom a vezetésre és munkaszervezetre vonatkozó, stb. döntésekkel, amelyek pedig a tervezéssel szoros kapcsolatban vannak, de a disszertáció kereteit meghaladják.

b/ Dönteni kell arról, hogy a különböző termékeket milyen fajlagos hozamszinten termeljük, azaz milyen fajlagos hozamokat érhetünk el a termelés során.[✱] Ezen döntéseket a fajlagos hozamokra vagy egyszerűen a hozamokra vonatkozó döntéseknek, illetve az ezekre vonatkozó döntések megalapozását fajlagos hozamokra vonatkozó döntésmegalapozásnak nevezem.

c/ El kell dönteni azt is, hogy a különböző termékek termelése során milyen termelési technológiai eljárást vagy eljárásokat alkalmazunk. Az ezzel kapcsolatos döntéseket technológiai döntéseknek, illetve megalapozásukat technológiai döntésmegalapozásnak nevezem.

d/ Végül a termelés mindig bizonyos feltételekhez kötött. Döntenünk kell arról, hogy e feltételeket, a termelés különböző tényezőit, amelyek alakítása lehetséges, hogyan változtassuk meg, milyen gépeket, eszközöket és anyagokat kell a termeléshez biztosítani, milyen mennyiségben, milyen változás szükséges a munkaerő létszámában és szakképzettségében, stb. Az ilyen jellegű döntéseket a termelési tényezőket, illetve a termelési erőforrásokat meghatározó döntéseknek, megalapozásukat a termelési tényezőket vagy a termelési erőforrásokat, illetve a vállalati erőforrásokat meghatározó döntések megalapozásának nevezem.

✱ A mezőgazdasági vállalatok nemcsak termelő tevékenységeket folytatnak, hanem szolgáltatási, kereskedelmi, stb. tevékenységeket is. Ilyenkor is beszélhetünk fajlagos hozamszintekről. Az egyszerűség kedvéért sok esetben csak a termelési tevékenységet emelem ki, de az tágabb értelemben a szolgáltatási, kereskedelmi, stb. tevékenységekre is értelmezhető.

A komplex vállalati tervezés során adódó feladatok bonyolultságának megvilágítása céljából is vizsgáljuk meg kissé részletesebben az alapvető döntési feladatokat és azok belső és egymás közötti összefüggéseit.

Tekintsük először a strukturális döntéseket. A termelési szerkezet több elemből áll össze. A mezőgazdasági vállalatok termelhetnek pl. őszi búzát, őszi árpát, tavaszi árpát, kukoricát, napraforgót, borsót, cukorrépát, lucernát, vörösherét, silókukoricát, tejet, marhahúst, sertéshúst, tojást, baromfihúst, stb.stb. A különböző termékek termelése azonban - még ha egyelőre a technológiai összefüggésektől el is tekintünk - nem független egymástól, hanem köztük kötöttebb vagy rugalmasabb mennyiségi kapcsolat van.

Nem kevésbé bonyolultak a fajlagos hozamokra vonatkozó döntések sem. Hogy pl. valamely növény termelése során milyen fajlagos hozamot érhetünk el, az számos - fajta, időjárás, műtrágya- és vegyszerfelhasználás, talajadottságok, stb. - tényezőtől függ. Az sem biztos, hogy célszerű az adott körülmények között elérhető maximális fajlagos hozamokra törekedni. Különösen így van ez, ha egyes termelési források szűkösen állnak rendelkezésre, s nem elégségesek ahhoz, hogy valamennyi terméket a maximálisan elérhető fajlagos hozamszinten termeljük. Kérdés, hogy mi volna a célszerű, ha minden terméknel arányosan alacsonyabb hozamszint elérését tűzzük ki célul, vagy egyes termékeknél a maximálisan elérhető, másoknál pedig alacsonyabb hozamszintre törekedjünk. A különböző termékek hozamszintje között is kölcsönös kapcsolat van.

Aligha kell sok szót vesztegetnünk a technológiai elemek sokoldalú összefüggéseinek bizonyítására. Tudvalevő, hogy adott termék termelése során is kapcsolat van a különböző technológiai elemek között, s adott elem meghatározott, más elemeket feltételez vagy kizár, sőt sokszor a különböző technológiai elemek végrehajtásának módja között is meghatározott kapcsolat van. De a különböző termékek technológiája között is sokoldalú összefüggés áll fenn, egészen addig, hogy pl. ha valamely terméket meghatározott technológiával termeljük, akkor célszerű lehet egy másik termék termelésére is adott technológiát alkalmazni, hogy a termeléshez szükséges eszközöket - különösen a nagyértékű eszközöket - és a munkaerőt célszerűen használjuk ki, s ezáltal a termelést kevesebb munkaerő- és eszközigénnyel oldjuk meg.

Végül röviden a termelési erőforrások elemei közötti kapcsolatokról. Ha adott erőgépet kiválasztunk, a hozzá megfelelő munkagépet kell felhasználnunk. Ha a munkagép adott, akkor az erőgépet kell ennek megfelelően megválasztani. Ha meghatározott mennyiségű nitrogén műtrágyát használunk fel, ezzel arányosan - az adott növények, illetve növény igényei szerint - kell meghatározni a foszfor és a kálium műtrágyák felhasználását, stb.

Az alapvető döntési feladatokon belül adódó sokoldalú összefüggés mellett sokoldalú és kölcsönös összefüggés van az alapvető döntési feladatok között is. Hogy adott termék termelése célszerű vagy nem, az függ attól, hogy milyen fajlagos hozammal, milyen technológiai eljárás vagy eljárások szerint, milyen termelési erőforrások felhasználásával termeljük. Adott fajlagos hozam, technológia és erőforrás felhasználása mellett jövedelmező lehet valamely

termék termelése, más esetben kevésbé jövedelmező, vagy ráfizetéses. Sőt a jövedelmezőség attól is függ, hogy a szóbanforgó terméket milyen volumenben termeljük. Lehet, hogy csak akkor jövedelmező termelése, ha legalább egy meghatározott vagy /és/ legfeljebb egy meghatározott mennyiségben termeljük.

Még bonyolultabb az összefüggés, ha meggondoljuk, hogy az alapvető döntési feladatok nemcsak általánosságban, de elemenként is kölcsönös és sokoldalu kapcsolatban vannak egymással. Ilyen sok elemből összetevődő komplex összefüggés áttekintése kizárólag logikai kalkuláció segítségével aligha lehetséges. De felvetődik a kérdés, képesek vagyunk-e ennek áttekintésére korszerű matematikai eszközök és számítógépek alkalmazásával.

A matematika és a számítástechnika csak eszköz, önmagában csodákra nem képes. Bármilyen jól megkonstruált mezőgazdasági gép hozzá nem értő kezekben tönkretelheti a talajt, vagy a termést. A korszerű matematikai módszerek és számítógépek alkalmazása szintén vezethet helytelen eredményhez. Ilyen adódhat adathibákból, modellszerkesztési hibákból, vagy a modellben érvényre jutó szemléletbeli hibákból. Ezek a problémák feltétlen óvatosságra intenek a korszerű matematikai módszerek gyakorlati alkalmazását illetően, s egyben meghatározzák az ezzel kapcsolatos kutatások fő feladatait, irányát is. Egyrészt továbbra is foglalkozni kell a mezőgazdasági vállalatok sajátosságait mind reálisabban kifejező, szemléletbelileg is megalapozottabb modellek kidolgozásával, másrészt jelentősen előre kell lép-nünk a modellszerkesztés automatizálásának megoldásában,

kiküszöbölve, vagy minimálisra csökkentve ezzel a modell-szerkesztési hibalehetőségeket. Végül törekedni kell megfelelő adatházis kialakítására. Ez utóbbi nemcsak az alap-adatok pontosságára vonatkozik, hanem arra is, hogy az adatok a matematikai tervezés által igényelt formában álljanak rendelkezésre, vagy legyenek kimunkálhatók. Ilyen vonatkozásban feltétlen szükséges lenne a komplex matematikai tervezés információrendszerének és statisztikai elemzésének kimunkálása, mely irányban már történtek kezdeményezések.

Természetesen bármilyen előrehaladás történjen is a matematikai tervezésben, a számítások eredményeinek, a variáns-számításoknak a szakmai és közgazdasági elemzése, sokoldalú értékelése nem nélkülözhető.

1.2. A tervezés általános módszertani kérdései

Ebben a részben tekintsük át a tervezés néhány általános módszertani problémáját. Nem könnyű feladat ez, hiszen az általános módszertan mindig a konkrét módszerekhez kapcsolódik, azoktól függően egyik-másik kérdés előtérbe kerül, más-más konkrét formában valósul meg. A probléma tehát bonyolult, s ennél fogva, valamint a korlátozott terjedelem miatt nem törekedhetünk teljességre.

Célszerűbbnek tűnik, ha a tervezés munkafázisait áttekintve, rámutatunk néhány általános módszertani vonatkozásra és az alkalmazott módszerekből fakadó legfontosabb sajátosságokra. Ennek során foglalkozunk a legfontosabb korszerű biológiai, technológiai és technikai ismeretek szerepével is.

A matematikának a mezőgazdaságban való alkalmazására irányuló munkában, ha szükséges - bármennyire is objektivitásra törekszünk - vállalni kell az elfogultság vádját is. Ugy érzem viszont, hogy nem a matematika, hanem éppen a mezőgazdaság iránt vagyok elfogult és célom nem az, hogy a matematikát helyezzem a mezőgazdaság fölé, hanem éppen az, hogy a matematikát igyekszem a mezőgazdaság hű szolgájává tenni. De éppugy, mint ahogy nem az a szolga jó, aki urát vakon követi, hanem aki szükség esetén a veszélyre is figyelmezteti, nem tenne jó szolgálatot a matematika sem, ha nem volna képes kimutatni a mezőgazdaságban fellelhető buktatókat.

A tervezés munkafázisainak áttekintése során a középtávu tervezést célszerű mintának tekinteni. Az éves tervezés lényegében hasonló munkafázisokban történhet, természetesen több kötöttséggel, azaz korlátozottabb döntési lehetőségek mellett. A hosszútávu tervezés pedig alapvetően abban különbözik a középtávu tervezéstől, hogy a döntési lehetőség kevésbé korlátozott, azonban nagymértékben növekszik a bizonytalansági tényező.

A tervezés folyamatának munkafázisokra történő felosztását számos szakirodalomban megtaláljuk. Nem alakult ki egységes, mindenki által elfogadott felosztás, s valószínűleg ez abból adódik, hogy egyrészt a szerzők által alkalmazott vagy szem előtt tartott tervezési módszerek is eltérők, másrészt a szerzők célkitűzésük szerint, a legcélszerűbbnek látszó felosztást alkalmazzák. A továbbiakban a tervezés 7 munkafázisát különböztetem meg a következők szerint: helyzetfelmérés, koncepciók kialakítása, technológiák tervezése, matematikai modell összeállítása, variánsszámítás, döntés, tervmérlegek kidolgozása és elemzése.

A tervezés munkafázisai tartalmukban - a részleteket tekintve - különbözhetnek aszerint, hogy a terv egyszerű kalkulációs eljárással vagy matematikai programozással készül. Másrészt a tervezés munkafázisai - a részleteket tekintve - aszerint is különböznek, hogy a matematikai programozás alkalmazása során milyen modellel dolgozunk. Ilyen szempontból döntő jelentősége van annak, hogy az előbbieken vázolt 4 alapvető döntési feladat melyikére kívánunk választ adni programozással, s melyikére logikai kalkulációval. Ilyen vonatkozásban négyféle modellt fogunk megkülönböztetni, a következők szerint:*

1. A termelési szerkezet optimalizálásának modellje
2. A termelési szerkezet és a termelési erőforrások egyidejű optimalizálásának modellje
3. A termelési szerkezet, a termelési technológia és a termelési erőforrások egyidejű optimalizálásának modellje
4. A termelési szerkezet, az átlaghozamok, a termelési technológiák és a termelési erőforrások egyidejű optimalizálásának modellje.

E 4 modelltipushoz lehet sorolni általában a ma ismert komplex mezőgazdasági vállalati modelleket, bár azok részleteiben különbözhetnek egymástól /a tevékenységek és feltételek részletezése, a programozási szféra kiterjesztése, stb/. Másrészt e modellek lehetnek folytonos vagy egészértékű, illetve vegyes-egészértékű, lineáris vagy nemlineáris, determinisztikus vagy sztochasztikus

* E modelleket később részletesebben fogjuk vizsgálni.

modellek. Ezek a tervezés munkafázisait alapvetően nem befolyásolják, csupán további információk beszerzését teszik szükségessé.

Vegyük sorra a továbbiakban a tervezés munkafázisait.*

1.2.1. Helyzetfelmérés

A tervezés általában a vállalat kiindulási helyzetének és feltételeinek vizsgálatával, megismerésével kezdődik. A helyzetfelmérés, bármely tervezési módszert is alkalmazunk, azonos lehet, bár a matematikai programozást alkalmazva, általában már a helyzetfelmérés szakaszában is törekszünk matematikai eszközök alkalmazására. Különösen célszerűnek tűnik a mezőgazdaságban az átlagtermések vizsgálata szóráselemzéssel, trendszámítással, korrelációs és regressziós analízissel és faktoranalízissel. /E módszerek - és más, esetleg egyszerűbb statisztikai módszerekkel végzett elemzések - felhasználhatók teljesítményadatok és más paraméterek tervezése során is./

Az elemzések képet adnak a különböző termékek termelésének multbeli helyzetéről, a termés biztonságáról, illetve bizonytalanságáról, a terméshozam időbeli változásának tendenciájáról, az egyes termelési tényezők változásának a terméshozamokra gyakorolt hatásáról, a technológiai paramétereknek a különböző tényezőktől való függéséről, stb.

* A munkafázisok részletezése a szakirodalomban megtalálható, ezért röviden csak a matematikai programozás alkalmazásához kapcsolódó néhány utalásra szorítkozunk.

A helyzetfelmérés során végzett elemzések a multbeli helyzetre vonatkoznak, s a feltárt összefüggések a multban meglévő feltételek és alkalmazott technológiai körülmények között érvényesültek - tükrözve azoknak minden jó vagy rossz vonatkozásait - , ezért természetesen nem fogadhatók el egyértelműen a jövőt illetően. Mégis a multbeli feltételek és technológiai körülmények, valamint az e tekintetben tervezett, vagy tervezhető változtatások ismeretében hozzájárulnak ahhoz, hogy a terméshozamokra vonatkozó döntések megalapozottabbak, realisabbak legyenek.

A különböző termékek hozamával kapcsolatos bizonytalansági tényezők és tendenciák összehasonlítása, valamint e tényezők és tendenciák kialakításában szerepet játszó faktorok hatásának feltárása nemcsak egyes termékek összehasonlító elemzését teszi lehetővé, hanem azt is, hogy a jövőre vonatkozó terméshozamokat - a tervezett technológiai változásokat messzemenően figyelembe véve - realisabban tervezhessük meg.

A helyzetfelméréshez kiindulási alapot szolgáltatnak a vállalat könyvelése által meghatározott rendszerben szolgáltatott adatok, a talajvizsgálati eredmények és talajtérképek, a víz- és a talajrendezési, valamint a talajjavítási térképek, a vállalat birtokában lévő egyéb tanulmányok és elemzések, a helyszíni szemle /vagy szemlék/ és a vállalatvezetés által nyújtott információk.

Már a helyzetfelmérés során rá kell mutatni a várható, vagy szükségesnek látszó, valamint lehetséges változások-

ra. A vállalat helyzetének tanulmányozása ugyanis semmiképpen nem tűzheti ki célul a meglévő helyzet konzerválását, sőt éppen ellenkezőleg, az egyik legfontosabb feladata, hogy feltárja; mi az, ami a jövőben feloldható, javítható, változtatható. Az sem hiba, ha a helyzetfelmérő tanulmány "merész" elképzeléseket is felszínre juttat, hiszen a későbbiekben ugyanis kiderül, hogy megvalósításuk reális és jövedelmező-e vagy sem.

1.2.2. A koncepciók kialakítása

A vállalat adottságait megismerve kerülhet sor a koncepciók kialakítására.

A jelenlegi gyakorlatban használt - a matematikai programozást és a számítástechnikát nem alkalmazó - módszerekkel tervezve általában a koncepciók kialakítása egyidejűleg döntést is jelent. Lényegében ennek során döntenek el a terv legfontosabb sarokszámait, a termelés szerkezetét, az átlaghozamokat, az alkalmazandó technológiákat, stb. A továbbiakban már csak a technológiai adatok és a tervtáblázatok, mérlegek, költség- és jövedelemszámítások kimunkálását végzik el. Ezen az sem változtat, ha a tervtáblázatok kimunkálása után esetleg változtatnak a döntésen. A tervvariánsok készítése is legtöbbször azt jelenti, hogy különböző tervkoncepciók alapján készítik el a tervet.

A matematikai programozás alkalmazása során a koncepciók kialakítása csak elképzelések és lehetőségek rögzítését jelenti. Ennek konkrét megoldása függ attól, hogy az előbbiekben felsorolt modellek melyikét alkalmazzuk.

Ha célunk csak a termelési szerkezet optimalizálása, akkor a koncepciók kialakítása során számba kell venni azokat a termékeket, amelyek termelése az adott vállalat körülményei között egyáltalán lehetséges. Meg kell határozni, hogy a különböző termékek termelése hányféle technológiai változattal képzelhető el. Le kell írni a technológiai változatok legfontosabb jellemzőit. Meg kell határozni a tervezendő átlaghozamokat, illetve ha ezt is programozással kívánjuk meghatározni, akkor rögzíteni kell az elérhető maximális átlaghozamot és el kell határozni, milyen átlaghozamokra készítünk komplex technológiát, vagy technológiai folyamatot hogyan bontunk meg területarányos és az átlagterméstől függő műveletekre. /Megjegyezzük, hogy ennek megoldása az adott modellben elég nehéz./ Dönteni kell a kapacitásokról, tehát eleve el kell dönteni például, hogy mennyi munkaerő, milyen és mennyi gép és eszköz, stb. áll majd rendelkezésre. Ugyancsak dönteni kell a modellbe beépítendő egyéb változókról /pl. beszerzési , értékesítési, stb. változókról/.

Ha a termelési szerkezetet és a termelési erőforrásokat egyidejűleg optimalizáljuk, akkor az előbbivel szemben nem kell eleve dönteni a termelési erőforrások kapacitásáról, hanem csak a fajlagos kapacitásokat kell meghatározni. Természetesen most is rögzíteni kell azokat a kapacitásokat, amelyek nem változtathatók, vagy eleve meghatározottak. Egyes kapacitásokra - ha ez szükséges - intervallumot adhatunk meg, amelyen belül a változás megengedhető. E modell alkalmazásakor a technológiai folyamat

szétbontása területarányos és átlagterméstől függő műveletekre már nem okoz olyan nagy gondot, így az átlaghozamok egyidejű tervezése esetén célszerű ezt az eljárást alkalmazni.³⁶

Amennyiben a termelési szerkezet, a termelési technológia és a termelési erőforrások egyidejű optimalizálását oldjuk meg, a koncepciók kialakítása is egyszerűbbé válik. Most is rögzíteni kell a termelhető termékek körét, az elérendő átlaghozamokat, illetve ha a termésátlagot is optimalizáljuk, akkor a maximálisan elérhető átlaghozamokat. Mivel most a technológiai tervezés elmarad -- hiszen azt a számítógéppel oldjuk meg --, nem szükséges előzőleg komplex technológiai terveket kidolgozni, elegendő csak a felhasználható gépeket és eszközöket felsorolni és azok fajlagos adatait meghatározni.

Bármelyik matematikai programozási modellt alkalmazzuk is, általában nem rögzítjük, hogy a különböző termékeket milyen volumenben fogjuk termelni, de azt sem, hogy a lehetségesnek tartott technológiák közül melyiket fogjuk alkalmazni. Ezeket általában csak mint lehetőségeket vesszük számba, s termelésükre legfeljebb bizonyos korlátozatot állapítunk meg. Egy-egy termék termelésének pontos volumenét csak akkor rögzítjük eleve egyértelműen, ha az adott termék termelésének, vagy az adott tevékenységnek a szintjét valamilyen ok miatt egyáltalán nem kívánjuk változtatni. /Például valamely állattenyésztési ág méretét, valamely gyümölcs termőterületének nagyságát, stb. nem kívánjuk megváltoztatni./ Már a koncepciók kialakítása során jelzünk olyan követelményeket, hogy adott termékeket csak bizonyos nagyságrendben, illetve annak többszörösében kívánatos termelni.

³⁶ E kérdésről később részletesebben szó lesz.

A koncepciók kialakításakor meghatározzuk a rendelkezésre álló területet, annak megoszlását talsajtípusok és domborzat szerint. Ez alapul szolgál majd a technológiai paraméterek kidolgozásához.

A matematikai programozás során tehát a kialakított koncepciókat csak mint előzetes elképzeléseket, lehetőségeket kezeljük. A variánsszámítások során mind az adatokat, mind a modell feltételrendszerét megváltoztathatjuk, és ténylegesen nagyon sokszor megváltoztatjuk.

1.2.3. Technológiai paraméterek tervezése

A technológiai paraméterek tervezése ismét csak nagymértékben függ attól, hogy milyen módszerrel tervezünk.

A jelenlegi gyakorlatban széles körben alkalmazott módszerek esetén, valamint ha matematikai programozással a termelési szerkezetet adott erőforrások mellett optimalizáljuk, azonos módon eljárva, komplex technológiai terveket kell kidolgozni több változatban. A technológiai terveket valamilyen egységre /pl. 100 ha termelésre, 100 vagy 1000 q termék előállítására, egy vagy száz állatra, vagy száz anyaállatra és szaporulatára, egy adott állattenyésztési telep méretére, stb./ dolgozzuk ki a koncepciókban meghatározott változatok szerint. Az adott egység termelésére az összes technológiai paramétereket /munkaerő igény időszakonként, esetleg szak- és segédmunkára megbontva, gépi műszak igény géptípusonként és időszakonként, takarmánytermelés, illetve -szükséglet táplálóanyagféleségekenként, stb./ ki kell dolgozni. Ugyancsak meg kell határozni a termelési értéket, árbevételt, a költségeket és a jövedelmet. A költségtervezés során a gépek

állandó költségét vagy az ágazatokra terhelhetjük, vagy általános költségként kezelhetjük. Mint később látni fogjuk, a költségtervezés ilyen megoldása jelentős hibaforrást takar.

Ha a termelési szerkezetet és a termelési forrásokat egyidejűleg, egymással összefüggésben optimalizáljuk, akkor is kénytelenek vagyunk komplex technológiai terveket kidolgozni több változatban. Az előbbivel szemben azonban az a különbség, hogy a gépek fix költségeit a modell megoldása során a számítógéppel "terhelhetjük" az igénybevevő ágazatokra az adott gép igénybevétele arányában, azaz kiűszöböljük az előbbi hibaforrást.

Ha egyidejűleg a termésátlagokat is optimalizálni kívánjuk, akkor a technológiai terveket megbontva kell készíteni, pl. l_{00} ha területre és $l_{00} q$ termék termelésére. Előbbi esetben a területtel kapcsolatos, utóbbiban a termeléssel kapcsolatos műveleteket kell megtervezni.

Egészen másképpen vetődik fel a technológiai paraméterek tervezése akkor, ha a termelési szerkezetet, a termelési technológiákat és a termelési forrásokat egyidejűleg optimalizáljuk.

Most ugyanis nem kell komplex technológiai terveket kidolgozni, hiszen ezeket a modell megoldásaként nyerjük. Kizárólag azt tervezzük meg, hogy adott termék termeléséhez milyen munkaműveleteket kell elvégezni, mikor, és milyen módon /milyen gépkapcsolatokkal/ végezhetőek el a műveletek. Ezután termelési tevékenységeként meghatározzuk a termelési értéket és a tevékenységekre közvetlenül terhelhető költségeket, a műveleti teljesítményeket és költségeket, valamint a gépek állandó költségeit és a fajlagos

kapacitásokat. /Ha egyidejűleg a termésátlagokat is optimalizáljuk, a termelési tevékenységeket megbontjuk pl. területfelhasználási és terméseredmény változókra./ Most tehát valóban csak a technológiai paramétereket kell megtervezni. Ez a módszer lehetővé teszi technológiai adatbank létrehozása útján a tervezés jelentős mértékű automatizálását.

A technológiai paraméterek tervezésekor a matematikai modell szükségletét és könnyebb összeállításának lehetőségét figyelembe kell venni, és a technológiai adatokat meghatározott rendszer és felépítés szerint célszerű kidolgozni.

A technológiai paraméterek tervezése matematikai programozásnál különösen gondos munkát igényel, mert egy-egy hibás adat a későbbiekben jelentős problémákat okozhat.

A technológiai paraméterek kidolgozása /beleértve a hozamok megtervezését is/ során különösen nagy szerephez jutnak a korszerű biológiai, technológiai és technikai ismeretek. Az állatok és növények biológiai tulajdonságainak ismerete, a fajtaválaszték, az átlaghozamok és a különböző tényezők összefüggéseinek ismerete, a műtrágyák és vegyszerek hatásának, választékának, beszerzési lehetőségeinek és árainak ismerete, a különböző korszerű technológiai megoldások és technikai eszközök és azok költségkihatásainak ismerete, stb. nélkülözhetetlenek a tervezéshez. Mindezen ismeretekkel egy ember nem rendelkezhet, s az ismeretek gyors változásával képtelen is lenne lépést tartani. Több, különböző szakképzettségű szakember együttműködésére van szükség. A megnyugtató megoldás megfelelő, számítógépre szervezett és állandóan továbbfejlesztett technológiai adatbank létrehozása lenne.

Célszerű volna megszervezni a technológiai tervek megvalósításának figyelemmel kísérését számítógép segítségével. Ez jelentősen hozzájárulhatna a technológiai paraméterek állandó javításához, lehetővé tenné a különböző paraméterek megbízhatóságának, változékonyságának és hatásának, stb. értékelését. Ez egyidejűleg azt is jelenti, hogy a matematikai tervezés akkor lenne igazán hatékony, ha széleskörű gazdasági elemzésre alapulhatna. A vállalati könyvelés és adatfeldolgozás számítógépre szervezése, s ennek alapján széleskörű gazdasági elemzés megvalósítása tehát egyre sürgetőbb feladatként jelentkezik.

1.2.4. A matematikai modell összeállítása

A technológiai tervek, illetve a technológiai paraméterek kidolgozása után kerül sor a matematikai modell összeállítására. Ennek során a technológiai paramétereket meghatározott rendszerbe foglaljuk.

A modellt általában táblázatos formában szokták megalkotni. Nagyobb modelleknél azonban ennek megoldása technikailag elég nehézkes. Ilyenkor modellblokkokat képezhetünk, vagy pedig szabadlapos - minden feltételt külön lapon megadva és a változók listáját mellékelve - eljárást alkalmazhatunk.*

Bármelyik eljárást alkalmazzuk, nagy modellek szerkesztése gondot okoz, fáradságos, időigényes és sok hibalehetőséget

* A szabadlapos eljárást nagy modelleknél eredményesen alkalmaztuk.

rejt magában, ami a tervezést - többek között a számítógépköltséget - jelentősen megdrágítja. Ezen - mint később látni fogjuk - az automatizált modellszerkesztéssel lehet segíteni, amikor is a modellt számítógéppel szerkesztjük meg.

A modell összeállítása akkor fejeződik be, ha megoldása értelmes eredményhez vezet. Ha ellentmondásos rendszer miatt megoldhatatlan a modellünk, meg kell keresni az ellentmondás, vagy az ellentmondások okát, s a modellt átdolgozva, vagy kijavítva, az ellentmondást ki kell küszöbölni. Ilyen ellentmondás adódhat modellszerkesztési hibából, adataiból, vagy abból, hogy a vállalatvezetés teljesíthetetlen igényeket támaszt a tervezéssel szemben. Különösen gyakran adódik ellentmondás, amikor a termelési szerkezetet adott erőforrás-kapacitások mellett optimalizáljuk. Ugyanakkor viszont, ha a termelési szerkezetet és a termelési erőforrásokat, vagy ha a termelési szerkezetet, a termelési technológiákat és a termelési erőforrásokat egyidejűleg optimalizáljuk, ellentmondásos modellel ritkán találkozunk. Utóbbi modellek alkalmazása ilyen szempontból is előnyös.

Ha a modell megoldása során értelmes eredményhez jutunk - ez még nem jelent gyakorlatilag megvalósításra elfogadható tervet - akkor modellünk, mint alapmodell, jó. A modell összeállításának folyamatába tehát az első értelmes számítás is beleszámítandó, hiszen csak akkor tekinthetünk egy alapmodellt késznek, ha az legalábbis értelmezhető megoldáshoz vezet.

A matematikai modell összeállításának fázisa természetesen csak matematikai tervezésnél fordul elő.

1.2.5. A variáncsszámítás

A matematikai tervezés egyik fontos tulajdonsága, hogy sok tervváltozat viszonylag gyors előállítását teszi lehetővé. Egyrészt az előzetes elképzelések alapján, másrészt egy-egy megoldás elemzésének alapján, vagy éppen az árak, vagy az előzetes elképzelések változásai alapján a matematikai modell rendszerét vagy adatait változtatva, több variáncsszámítást végzünk. Ugyancsak variáncsszámításokat végezhetünk különböző célfüggvényekkel.

A számítógép több lépésben jut el a matematikai modell megoldásához. Minden lépésben egy-egy lehetséges tervváltozatot vizsgál, s végül az utolsó lépésben az optimális változatot - vagy alternatív optimumokat - kapjuk. Célszerű lehet az optimum előtti tervváltozatokat is megvizsgálni, mert lehetséges, hogy közöttük van olyan, amely gyakorlati megvalósításra célszerűbbnek mutatkozik, mint az optimális tervváltozat.

1.2.6. A döntés

A variáncsszámítások során, különösen, ha az optimumot megelőző változatokat is vizsgáljuk, sok tervváltozathoz jutunk. Döntenünk kell, hogy közülük melyik változatot, vagy változatokat tartjuk gyakorlati megvalósításra a legcélszerűbbnek.

A döntés tulajdonképpen szelekciót jelent. Elvetjük a rossz, vagy kevésbé célszerűnek látszó megoldásokat, s megtartjuk azt, amelynek megvalósítását a legcélszerűbbnek találjuk. Helyes, ha egy-egy modellváltozat megoldása

során kapott /optimális és azt megelőző/ változatokat hasonlítjuk össze először, s ezeket szelektálva, néhány gyakorlati megvalósításra legjobbnak tartott változatot hagyunk meg. A modell többszöri megoldása során eljuthatunk 10-30 változathoz. Ezeket összehasonlítva, tovább szelektálunk, amíg döntéshez nem jutunk.

A döntést - még akkor is, ha a tervezést külső szerv végzi - mindenképpen a vállalatvezetésnek kell meghozni.
A döntés kimenetele többféle lehet:

a/ A vállalatvezetés a kidolgozott változatok közül egyet sem tart megvalósíthatónak, vagy döntési alapként elfogadhatónak. Ebben az esetben újabb tervváltozatok készítése szükséges.

b/ A vállalatvezetés dönt, kiválaszt egy vagy több tervváltozatot, amelyet megvalósíthatónak tart. Ki kell tehát dolgozni a részletes tervet a kiválasztott tervváltozat vagy tervváltozatok szerint.

Egynél több tervváltozat részletes kidolgozásának is lehet értelme, ha pl. az adott tervváltozatok közötti döntés bizonytalan, vagy azok a fejlesztési terv rugalmas megvalósítását teszik lehetővé, vagy az azok közötti döntés olyan tényezőktől függ /pl. jövőbeni árváltozás, piacváltozás, a gazdasági szabályozók változása, stb./, amelyekről csak később szerezhethünk bizonyos információt.*

* Lásd Tóth J. A termelési tényezők felhasználásának optimalizálása a mezőgazdaságban. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1973.

c/ A vállalatvezetés egy vagy több tervváltozatot megvalósításra alkalmasnak tart, de annak néhány adatát kismértékben megváltoztatja. E változások főként kerekítés jellegűek, ezért nem szükséges a modell újbóli megoldása, a részletes tervet ezek figyelembevételével kell kidolgozni.

d/ A vállalatvezetés néhány tervváltozat alapján újabb, gyakorlatilag megvalósítható tervváltozatot, vagy tervváltozatokat állít elő és fogad el megvalósításra.

1.2.7. A terv kidolgozása

A tervezés folyamatának befejező szakasza a tervmérlegek és tervtáblázatok kimunkálása és elemzése. Célszerű a tervet áttekinthető táblázatrendszerben, a terv elemzését pedig röviden, a leglényegesebb, a terv megvalósítása szempontjából legfontosabb problémák leírásával elkészíteni.

A terv összeállítása, a táblázatok szerkezete és tartalma nagyjából azonos lehet, bármely tervezési módszert alkalmazunk. A pénzügyi terv azonban, ha a termelési szerkezetet és a termelési forrásokat, vagy ha a termelési szerkezetet és a termelési technológiákat és forrásokat egyidejűleg optimalizáljuk, a komplex szemléletmód erőteljesebb érvényre juttatásából adódóan bizonyos sajátosságokat mutat.

A tervtáblázatok összeállítása matematikai tervezés esetén is sok munkával jár. E munka nagyobb része azonban számítógéppel végezhető el. /A termelési szerkezet és az erőforrások egyidejű optimalizálását szolgáló modellhez már rendelkezünk kiértékelő, tervtáblázatok szerkesztő programcsomaggal./

2. I R O D A L M I Á T T E K I N T É S

Több ezerre rugna az irodalmi forrás /matematikai, mezőgazdasági, közgazdasági/, amely jellegénél fogva az értekezés témájához kapcsolható volna. Ilyen nagytömegű irodalom áttekintésére aligha lehet e tanulmány keretében vállalkozni, ezért e helyütt főként a matematikai, valamint a mezőgazdasági alkalmazásokkal, illetve az alkalmazások módszertani kérdéseivel foglalkozom - természetesen a teljesség igénye nélkül -, s ezen belül is részletesebben vizsgálom a mezőgazdasági alkalmazással foglalkozó hazai irodalmi forrásokat, s a kifejezetten mezőgazdasági, vagy közgazdasági legfontosabb irodalmi forrásokra csak esetenként egy-egy témakör tárgyalása során hivatkozom.

A közgazdaságtanban a matematikai programozás iránti igény lényegében a XVIII. században jelentkezik. Ekkor kezdték a közgazdászok matematikailag leírni a közgazdasági rendszereket. Már Francois Quesnay közgazdasági táblázataiban megtaláljuk a lineáris programozás modelljének legegyszerűbb példáit. Quesnay közgazdasági táblázatait Marx is zseniális ötletként értékeli.

A XIX. század közgazdászai közül kiemelkedik N.G. Csernisevcskij, kinek közgazdasági tanulmányait Marx és Lenin is igen nagyra értékelték. "Már sok példából láthatuk, milyen módszereket alkalmaz a politikai gazdaságtan a maga feladatainak megoldására. Ezek a módszerek matematikaiak. S ez nem is lehet másként, hiszen ennek a

tudománynak a tárgyai mennyiségek, amelyek megszámlálhatók és mérhetőek, s csupán számolás és mérés útján foghatóak fel."*

Ismeretesebb Marx újratermelési sémái és "Matematikai Füzetek", amelyek arról tanuskodnak, hogy Marx is igen nagy figyelmet szentelt a közgazdasági jelenségek matematikai elemzésének. Lenin továbbfejlesztette Marx újratermelési sémáit, s igen nagy jelentőséget tulajdonított a gazdasági jelenségek matematikai elemzésének és leírásának.

Z. Walras 1874-ben már egy bonyolult matematikai modellt dolgozott ki. J.B.J. Fourier nagy matematikus 1823-ban először vizsgálta meg a lineáris egyenlőtlenségeket minden oldalról és rámutatott annak jelentőségére a valószínűségszámításban és mechanikában. Fourier a lineáris egyenletek rendszerében a legkisebb maximális eltérés meghatározásának problémáit vizsgálta. A feladatot a sokrétű halmaz legalsó pontjának megállapítására vezette vissza. Módszere az egyik csúcsponttól a másikra való sorozatos eltolásból állt, vagyis tulajdonképpen a jelenleg széles körben alkalmazott szimplex módszer alapján állt. Az ő példája tekinthető a legrégebb lineáris programozási példának.

A lineáris egyenletek és egyenlőtlenségek mélyebb megismeréséhez jelentős mértékben járult hozzá K.F. Gauss /1826-ban/. Algoritmust dolgozott ki normálegyenletek

* N.G. Csernisevskij: Izbrannüe ekonomicseszkije proizvegyenija. III. 51. old. Goszpolitizdat 1948.

gyakorlati megoldására. Cramer svájci matematikus 1750-ben a lineáris egyenletrendszerek megoldására bevezette a determinánsokat. P. Gordan 1873-ban tételt dolgozott ki, mely szerint a nem negatív homogén egyenletrendszernek van megoldása, amelyben legalább egy változó pozitív, ha a másodlagos rendszerben az éles egyenlőtlenségekkel nincs megoldás. H. Minkowski transzpozícióról alkotott tétele, J. Farkas 1902-ben publikált tétele alapvető jelentőségű a programozási feladatok megoldásánál. F. Stiemke 1915-ben kiegészítette Gordan tételét. Még számos matematikust lehetne felsorolni, akik jelentősen járultak hozzá a programozás matematikai alapjainak kidolgozásához.

A lineáris programozás matematikai alapjainak kidolgozásában igen nagy érdemet szerzett a magyar származásu Neumann János. Emil Borel 1921-ben megjelent játékelmélettel kapcsolatos munkáját Neumann János 1928-ban megjelent "Minimax" tételében fejlesztette tovább. Munkája a lineáris egyenlőtlenségek elméletének matematikai alapját képezi. A Neumann János által kidolgozott elmélet igazi jelentősége azonban akkor domborodott ki igazán, amikor Morgensternnel együtt 1944-ben kiadta alapvető művét.[☞] 1932-ben jelent meg "Az általános gazdasági egyensúly modellje" c. munkája, melyben a lineáris programozás dinamikus modelljét megfogalmazza. Neumann a továbbiakban is vezető szerepet játszott a tudomány sok területén. Különösen nagy volt a hatása az atomenergia és az elektronikus számítástechnika fejlődésében. Az USA-ban 1945-ben kezdtek el az első elektronikus számítógépek sorozatgyártását, melyet Busch készített Neumann János részvételével.

☞ Neumann J. - Morgenstern O.: Theory of Games and Economic Behaviour. Princeton, 1944.

A XX. században továbbfejlődött a közgazdaságtan is. A közgazdászok számára egyre több információ állt rendelkezésre, ami lehetővé tette, hogy a közgazdasági kutatásokban az elméleti modellekről az empirikus modellekre térjenek át. Ezt nagyban elősegítette az is, hogy a reprezentatív statisztikai módszer kidolgozása lehetővé tette mind több közgazdasági jelenség megfigyelését. Kezdik alkalmazni a gazdasági jelenségek vizsgálatában a regressziós analízist, amely a jelenségek közötti kapcsolatok mélyebb feltárását teszi lehetővé.

Igen jelentős lépés volt a tudomány fejlődésében, hogy a Szovjetunióban már a szocializmus építésének első éveiben különböző mérlegszámítási módszereket dolgoztak ki, majd pedig az 1923/24. évre megszerkesztették a Szovjetunió népgazdasági mérlegét.

W. Leontieff, ismerve a Szovjetunióban végzett mérlegkészítéssel kapcsolatos munkákat, 1936-ban megalkotta az amerikai gazdaságra vonatkozó mérleget, a ráfordítás és termékkibocsátás amerikai mérlegét. Leontieff érdeme, hogy ő kombinálta először a termelési mérlegnek és a társadalmi termék, illetve a nemzeti jövedelem elosztásának táblázatait és a mérlegnek matematikai értelmezést adott.

L.V. Kantorovics szovjet matematikus hosszú évek során foglalkozott a matematika tervezési feladatokban való felhasználásával. 1939-ben megjelentette részletes monográfiáját^{*}, melyben először tárta fel, hogy a legfontosabb

^{*} L.V. Kantorovics: *Matematicheszkije metodü organizacii i planirovanija proizvodstva*. Izd. LGU. Moszkva, 1939.

termelési feladatok nagyrésze tisztán matematikai alakban fejezhető ki. Véleménye szerint ez lehetőséget ad arra, hogy a feladatokat mennyiségi oldalról közelítsük meg és számoló eljárásokkal oldhassuk meg.

Kantorovics számos olyan, a termelés szervezése és tervezése körébe tartozó kérdést tett vizsgálat tárgyává, melyeknek különböző megoldásai lehetnek, s ezek közül kell az optimálisat kiválasztani. A probléma megoldása olyan matematikai szélsőérték feladatokhoz vezet, melyekben a változók lineáris függvényeknek és korlátoknak vannak alávetve. A feladatok megoldására Kantorovics a megoldó szorzók módszerét dolgozta ki. Kantorovics munkássága sok tekintetben megszabta a lineáris programozási módszer tartalmát és további fejlődését. További munkássága során is igen jelentős mértékben járult hozzá a matematikai programozás fejlődéséhez. Mint Dantzig írja: "Ha Kantorovics első munkáit megjelenésük idején megfelelő módon értékelték volna, úgy lehetséges, hogy napjainkban a lineáris programozás már lényegesen messzebb tartana, mint jelenleg."[‡]

A második világháború, majd azt követően a gazdaság helyreállításának feladatai nagy lökést adtak a tervezési módszerek fejlesztése irányában. Az USA-ban különösen az 1947-49-es években indult meg a lineáris programozási módszerek kidolgozása. 1947-ben G.B. Dantzig kidolgozza, majd 1951-ben publikálja a szimplex módszert, mely rohamosan

[‡] G.B. Dantzig: Linear Programming and Extensions, Princeton University Press, Princeton. New-Yersey, 1963.

terjedt el az egész világon és nagymértékben fellendítette a matematikai programozás elméleti kidolgozását és gyakorlati felhasználását.

A matematikai programozás rohamos fejlődését 1947 után nehéz lenne követni /ma már bibliográfiája is több kötetet tesz ki/, jelen rövid összefoglalónak ez nem is feladata. Csupán a fejlődés néhány fontosabb vonatkozásainak felvázolására szorítkozhatunk, a teljesség igénye nélkül. L.V. Kantorovics további munkássága, valamint M.K. Gavurin, V.A. Zalgaller, G.S. Rubinszejn, Sz.N. Csernyikov és mások munkássága a Szovjetunióban matematikai téren, valamint a konkrét alkalmazásokra vonatkozó példáikkal nagymértékben hozzájárultak a programozási módszerek kifejlesztéséhez és gyakorlati alkalmazásának előbbreviteléhez. A szovjet matematikusok a programozás elméleti továbbfejlesztésével egyidőben foglalkoztak a számítási eljárások kidolgozásával is. Így például a terv fokozatos javításának módszere és a szorzók alsó és felső értékhatárának módszere^{**}, a szorzók javításának módszere^{***}, a potenciál-módszer szállítási feladatok megoldására^{****} jelentősek ilyen vonatkozásban.

^{**} L.V.Kantorovics-V.K.Zalgaller: Raszcsot racionalnovo raszkraja promüslennüh materialov, Lenizdat, 1951.

^{***} L.V.Kantorovics: Matematicheskije metodü organizacii i planirovaniya proizvodstva. Izd. LGU. 1939.

^{****} L.V.Kantorovics-M.K.Gavurin: Primenyenyije matematicheskikh metodov v voproszah analiza gruzopotokov. Izd. AN. SzSzSzR 1949.

A.J.Goldmann és A.W.Tucker, valamint D.Gale-H.W.Kuhn -
- A.W. Tucker a duális feladatokkal foglalkoztak. G.B.
Dantzig, D.Gale - H.W.Kuhn - A.W.Tucker és a magyar
származású Vajda Sándor kimutatták a lineáris progra-
mozás és a matrix-játékelmélet ekvivalenciáját. Igen
sok kutató foglalkozott a szimplex módszer továbbfej-
lesztésével, így H.M.Wagner, S.Vajda, G.B.Dantzig, A.
Orden, Ph Wolfe, Markovitz, stb. A degeneráció problé-
maival foglalkoztak többek között A.Charnes, W.W.Cooper,
A.Henderson, E.U.L.Beale. C.E.Lemke dolgozta ki a duális
szimplex módszert /C.E.Lemke 1954/. Hasonló ehhez a mód-
szerhez Beale vezető változók módszere, T.S.Motzkin re-
loxációs módszere, A.Orden - L.Goldstein, C.B.Tompkins
projekciós módszere, valamint T.S.Motzkin - H.Raiffa -
- G.L.Thomson - R.M.Thrall kétmeghatározásos módszere.

G.B.Dantzig - L.R.Ford - D.R.Fulkerson 1956-ban egy olyan
módszert dolgoznak ki, mely a lineáris programozás primá-
lis és duális feladatát egyidejűleg oldja meg. Módszerük
azonos Kantorovics együtthatók javításának módszerével.

S.I.Gass, T.L.Saaty, J.E.Kelley és mások a parametrikus
programozással foglalkoztak. Hamarosan megindult a fej-
lődés a nemlineáris programozással kapcsolatban is. A.
Charnes-C.E.Lemke és E.U.L.Beale konvex célfüggvény al-
kalmazását vizsgálták. Dantzig, M.Frank-P.Wolfe és E.W.
Barankin, R.Dorfman, H.Markovitz, A.W.Tucker és H.W.Kuhn
a nemlineáris /főként kvadratikus/ programozással foglal-
koztak.

A hiperbolikus programozással először Martos B. foglal-
kozott, akitől az elnevezés is származik.

A bizonytalan körülmények közötti vagy sztochasztikus programozási problémákkal foglalkoztak J.M.Danskin, G.B.Dantzig, és R.Rader. Ennek különösen nagy jelentősége van a mezőgazdasági alkalmazások során.

Az egészértékű programozás módszerével foglalkozott R.E.Gomory, S.Beer, G.B.Dantzig. A dinamikus programozás R.Bellmann nevéhez fűződik. Sok tekintetben új megvilágításba helyezi a dinamikus modellek kérdését, később L.S.Pontrjagin.

Hazánkban jelentős munkát végeztek a matematikai programozás területén Aczél István, Bacskay Zoltán, Bod Péter, Csepinszky Andor, Egervári János, Kádár István, Kondor György, Kornai János, Krekó Béla, Lipták Tamás, Nagy András, Simon György és mások.

A matematikai programozás igen sokféle gazdasági gyakorlati probléma megoldására alkalmazható, mind népgazdasági szinten, mind pedig népgazdasági ágazatok, területi egységek és vállalatok szintjén. Bár alkalmazása népgazdasági, ipari és közlekedési területen fejlődött gyorsabban, már a kezdet kezdetén találkozunk mezőgazdasági alkalmazásokkal is. Az utóbbi időben pedig a mezőgazdasági alkalmazások területén rohamos fejlődés tapasztalható.

A lineáris programozás mezőgazdasági alkalmazásának előfutáraként talán a G.J. Stigler-féle diétával kapcsolatos feladat megoldása tekinthető, melyet New-York-ban a "Matematikai Táblázatok" csoportjának munkatársa, Ladernann 1947 végén oldott meg a nem sokkal azelőtt kidolgozott szimplex-módszer ellenőrzése alkalmával. Ez a probléma képezi tulajdonképpen a takarmányadagok programozásának alapját.

A matematikai programozás mezőgazdasági felhasználása több irányú. Használatos országos szintű, területi szintű és vállalati szintű vizsgálatokban.

Országos szinten alkalmazható a módszer a mezőgazdasági termelés országos szerkezetének, fejlesztési irányainak meghatározására, a gazdasági szabályozók hatásának vizsgálatára, egy-egy mezőgazdasági ágazat /pl. takarmánytermelés, állattenyésztés, árunövény-termelés, zöldségtermelés, hustermelés, stb./ országos szintű vizsgálatára, a termelés területi elhelyezésének és szakosításának optimalizálására. Hasonlóképpen alkalmazható a módszer területi szinten is, a termelési szerkezet, termelési irány, stb. vizsgálatára.

Igen jelentős hazai irodalom található a mezőgazdasági vállalati szintű vizsgálatok köréből is. E vizsgálatok egyrészt a mezőgazdasági vállalatok részterületeivel, másrészt a vállalat komplex tervezésével foglalkoznak és számos vonatkozásban előrevitték a matematikai programozás mezőgazdasági alkalmazásának ügyét. Nem kevésbé fontosak azok a vizsgálatok, amelyek a matematikai programozáshoz szükséges adatbázis megalapozását célozzák /termelési függvények, faktoranalízis/, valamint azok a vizsgálatok, amelyek a matematikai programozás alkalmazását kiegészítik, vagy azzal kombináltan alkalmazhatók /hálótervezés, szimulációs módszerek, stb./.

A korszerű matematikai módszerek mezőgazdasági alkalmazására irányuló kutatások hazánkban az 50-es évek végén indultak meg. Az uttörő szerep Sebestyén József nevéhez fűződik. Tőle származik az első jelentősebb publikáció is /1960/, amelyben a lineáris programozást alkalmazza a légkedvezőbb termelési szerkezet kialakítására /156/.

Krekó Béla - BacsKay Zoltán: Bevezetés a lineáris programozásba /Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1957./ című könyv megjelenése, valamint Sebestyén J. munkássága nyomán a lineáris programozás mezőgazdasági alkalmazására irányuló kutatások egyre szélesebb körben indultak meg. 1961-ben jelent meg publikáció Tóth József tollából, amelyben a takarmánynövények vetésterülete optimális arányainak meghatározásával foglalkozik. 1965-ben Csáki Csaba első publikációja jelenik meg a lineáris programozás alkalmazásáról. 1967-ben a hálótervezés mezőgazdasági alkalmazásáról jelenik meg tanulmány Kovács A. - Nagy J. - Timon B. tollából.

Szücs I. - Varga Gy. a szőlő fajtaösszetétel, Balla S. - Tóth J. a termelési rendszerek vizsgálatával, Fadgyas K. a tehenészeti telepek vizsgálatával, Tóth J. a tejhozam és technológia kapcsolatával, Pillís Pál kertészeti és feldolgozási problémákkal foglalkoztak.

Munkaszervezési feladatok programozásával foglalkoztak Láng Z., Ligeti Cs., Papp Zs., Varga Gy.

A gépfelhasználás optimalizálásával Acsai F., Csáki Cs., Módos Gy., Varga Gy., a géppark optimalizálásával Acsai F., Csáki Cs., Tóth J., Varga Gy., a növényi sorrend optimalizálásával Acsai F., Csáki Cs., Lámfalusi E., Tóth J., Varga Gy. foglalkoztak.

Több szerző foglalkozott a mezőgazdasági vállalatok komplex tervezésével, így a termelési szerkezet optimalizálásával, adott termelési források mellett Csáki Cs., Csete L., Megyeri F., Pillís P., Tóth J., a termelési szerkezet és a termelési források egyidejű optimalizálá-

sával Balla S., Csáki Cs., Csete L., Megyeri F., Tóth J., a termelési szerkezet, a termelési technológiák és a termelési források egyidejű optimalizálásával Acsai F., Balla S., Tóth J. A termelési szerkezet, a fajlagos hozamok, a termelési technológiák és a termelési források egyidejű optimalizálásával, ezen belül a lineáris és a konvex programozás alkalmazásával Karlik E., Tóth J. foglalkoztak.

Előrelépés történt az egészértékű programozás /Felleg L., Tóth J., Varga K./, a nemlineáris programozás /Felleg L., Karlik E., Tóth J./, a paraméteres programozás /Felleg L., Tóth J./, a dinamikus programozás /Csáki Cs., Forgács Cs., Mészáros S., Pintér J., Sebestyén M., Tóth J., Varga Gy./ alkalmazásában is. Ujabban a bizonytalan adatok kezelésében és a döntési játékok területén indult meg a fejlődés /Csáki Cs., Módos Gy./.

A matematikai programozás mellett az utóbbi időben jelentős előrehaladás következett be a szimulációs módszerek alkalmazása /Csáki Cs., Módos Gy., Ligeti Cs./, a hálótervezés /Csáki Cs., Hunyadi K., Kovács A., Ligeti Cs., Módos Gy., Nagy J., Timon B./, az ágazati kapcsolatok /Benet I., Bethlendi L., Klein P., Szerdahelyi P./ mezőgazdasági alkalmazása terén is.

A programozáshoz szükséges paraméterek biztonságosabb meghatározása, a jelenségek közötti kapcsolatok vizsgálata, tendenciák meghatározása, stb. vonatkozásában is lényegesnek tekinthetők a termelési függvényekkel kapcsolatos vizsgálatok /Ajtai Á., Berényi D., Csáki Cs., Mészáros S., Sebestyén J., Tóth J., Varga Gy., Vendég F./ . Nem kevésbé jelentősek /a vállalati tervezés szempontjából sem/ a nép-

gazdasági tervezésben elért módszertani eredmények /Ganczer S., Jónás A., Vágó J./, valamint a termelési tényezőkkel kapcsolatos vizsgálatok /Tóth J./, továbbá a gazdasági szabályozással kapcsolatos vizsgálatok /Csáki Cs., Megyeri F., Mészáros S./ sem.

Az utóbbi időben tapasztalt rohamos fejlődés a közeljövőben várhatóan a tényleges gyakorlati alkalmazások tömeges elterjedéséhez vezet. Az előrehaladás lényeges feltétele volna a könyvelés és az információfeldolgozás számítógépre vitele széles körben, technológiai adatbank létesítése, a számítógépes tervezés további kiszélesítése, s mindezekben belül a munkafolyamatok további automatizálása.

Mind a kutatás, mind az oktatás, mind pedig a gyakorlati alkalmazás előbbrevitele érdekében jelentős koordinációs munka folyik a KGST keretében. Az évenként rendszeresen ismétlődő tanácskozások, bizottsági ülések jelentősen előreviszik a számítástechnika mezőgazdasági alkalmazásának ügyét.

3. KOMPLEX VÁLLALATI MODELLEK ALKALMAZÁSÁNAK ELVI ÉS MÓD- SZERTANI KÉRDÉSEI

A mezőgazdasági vállalatok fejlesztési tervének optimalizálása módszertani kérdéseiről az utóbbi néhány év alatt számos publikáció jelent meg. Ezeket olvasva, szembetűnik az a törekvés, hogy a szerzők általában igényt tartanak arra, hogy az általuk kidolgozott és alkalmazásra javasolt modellek "komplex modell" vagy "komplex tervezési modell" elnevezést birtokoljanak.

A komplexitásra irányuló törekvések valóban mind komplexebb modellek kidolgozásához vezettek és tükrözik a kutatók azon törekvését, hogy a mezőgazdasági vállalatok gazdálkodását mind sokrétűbben, komplexebben, a valóságot egyre inkább teljes bonyolultságában kifejező modelleket dolgozzanak ki.

Olvasva azonban kitűnik, hogy az eddig publikált modellek igen különbözőek és távolról sem komplexek. Olyan modellt gyakorlatilag nem is lehet szerkeszteni, amely a szó igazi értelmében komplex, s a mezőgazdasági vállalatok gazdálkodásának minden részletére kiterjed. Mindig lehet tehát egy modellel szembeállítani egy még komplexebb modellt.

Kérdéses az is, hogy milyen komplexitásra célszerű törekednünk. A komplexitásra irányuló törekvés ugyanis általában a matematikai modell méretének növekedésével jár,

ami viszont hatványozott mértékben növeli a munka- és költségráfordítást, s ez nem mindig áll arányban az elérhető információtöbblettel. A munka- és a költség-többletet, valamint az elérhető információ-többletet mindenképpen mérlegelni kell, s e tekintetben is célszerű optimumra törekedni.

A komplexitásra irányuló kutatásoknak tehát azt kell célul kitűzni, hogy lényeges kérdéseket ragadjunk meg, s a lényegtelen, tényleges információval nem bíró, új információt nem, vagy alig jelentő kérdéseket figyelmen kívül hagyjuk.

Az azonban, hogy mi jelent lényeges információt, általában függ a vizsgálat céljától, illetve a gyakorlati tervezés során az adott vállalat konkrét feltételeitől, sajátosságaitól.

A mezőgazdasági vállalatok fejlesztési tervezését szolgáló programozási modellek komplexitását - véleményem szerint - kétféle aspektusból lehet vizsgálni:

- a/ Vertikálisan, vagyis, hogy milyen részletesen és széleskörűen fogja át a modell a vállalat gazdálkodási körét;
- b/ Horizontálisan, azaz hogy milyen alapvető döntések egyidejű optimalizálását teszi a modell lehetővé.

Valójában ez a szétválasztás is viszonylagos, s nem kezelhető mereven.

Vertikális szempontból pl. felvetődik, hogy a modellben foglalkozunk-e valamennyi termelési tevékenységgel, vagy csak a legfontosabbakkal, esetleg a kisebb jelentőségű tevékenységeket aggregáltan vesszük figyelembe. Az állattenyésztési ágazatokat pl. fajonként, esetleg ezen belül termelési irányok szerint megbontva, építhetjük be a modellbe, vagy pedig takarmányozási állatcsoportok szerinti részletezéssel. A takarmánytermelést az állatállománnyal összhangban, éves mérlegszinten /természetesen megfelelő belső arányokat biztosítva/, vagy takarmányadag mélységig tervezhetjük. A munkaerő- és a gépi munka-mérlegeket havi vagy dekádönkénti részletezésben vizsgálhatjuk. Ha egyidejűleg a gépparkot is optimalizáljuk, valamennyi gépet /a kisértékű gépeket is/ változóként építhetjük a modellbe, vagy csak a nagyértékű gépek darabszámát határozzuk meg optimalizálással, esetleg a kisértékű munkagépeket az erőgépekkel aggregálva vesszük figyelembe. Kiterjed-e a modell /és milyen mélységben/ szolgáltatási, pénzügyi és egyéb tevékenységekre, stb.stb.

Vertikális szempontból tehát lényegében a modell kiterjedését és részletezettségét vizsgáljuk. Erre vonatkozólag általános elveket adni nem lehet, eldöntését a konkrét adottságok, a rendelkezésre álló számítástechnikai és pénzügyi lehetőségek határozzák meg. E kérdések módszertanilag nem vetnek fel különösebb problémát.

Sokkal izgalmasabb módszertani szempontból a modell horizontális felépítettségének vizsgálata, azaz annak meghatározása, hogy milyen alapvető döntések egyidejű optimalizálását teszi lehetővé. A továbbiakban ennek vizsgálatára fordítjuk figyelmünket.

Az 1. fejezetben megfogalmaztuk a mezőgazdasági vállalatok komplex tervezése során felmerülő alapvető döntési feladatokat és jellemeztük legfontosabb összefüggéseiket. Attól függően, hogy az alapvető döntési feladatok közül melyekre adunk választ, eltérő a modell felépítése, s ennek alapján - mint már arról szó volt - négyféle típust fogunk megkülönböztetni.

Természetesen modelltípusonként eltérő a modellezéshez szükséges előkészítő munka, a modellezést követő tervezési munka, valamint a modellezéssel nyert információk tartalma és értéke is.

E fejezetben - a teljesség igénye nélkül - a modellszerkesztés módszertani kérdéseit tekintjük át. A könnyebb tárgyalhatóság és a terjedelmesség elkerülése érdekében először a legegyszerűbb modellből kiindulva, négy lineáris programozási modelltypussal foglalkozunk aszerint, hogy az alapvető döntési feladatok közül melyekre adunk választ. Ez lehetővé teszi, hogy a legegyszerűbb modell-típus részletesebb kifejtését követően, a további modell-típusok tárgyalása során a módszertani szempontból új problémákra koncentráljuk a figyelmet. A négy lineáris programozási modelltypus áttekintése után - szintén csak a legfontosabb módszertani problémákat kiemelve - foglalkozunk a vegyes-egészértékű, a nemlineáris, valamint a nemlineáris vegyes-egészértékű programozás kérdéseivel, az időtényező figyelembevételével, majd a célfüggvény közgazdasági tartalmának problémájával.

3.1. A termelési szerkezet optimalizálása adott termelési kapacitások és adott termelési technológiák esetén *

Induljunk ki abból - a programozási szempontból legegyszerűbb esetből -, hogy adva van egy mezőgazdasági vállalat, amely többféle terméket termelhet. Tételezzük fel, hogy eleve adottak az alkalmazható termelési technológiák, az elérhető fajlagos hozamok, és a termelési erőforrások is meghatározott mennyiségben állnak rendelkezésre, s változtatásuk nem áll módunkban. A négy alapvető döntési feladat közül tehát három eleve el van döntve, célunk csupán a termelési szerkezet optimalizálása lehet.

Vizsgáljuk meg, hogy hogyan építjük fel a probléma megoldására szolgáló lineáris programozási modellt, milyen változók és mérlegfeltételek alkalmazása célszerű. ~~***~~ A célfüggvényt itt még csak általánosságban fogalmazzuk meg, később azonban részletesen vizsgáljuk.

* Részletesen tárgyalja a modellt és gyakorlati alkalmazását, és kidolgozásában, a vállalati összefüggések megfogalmazásában jelentős érdemeket szerzett Csáki Csaba. /Lásd Csáki Cs.: Mezőgazdasági vállalati távlati tervezés matematikai programozással. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1969./

~~***~~ A modell részletesebb tárgyalását kizárólag az indokolja - tekintve, hogy fejlesztési tervezésre nem, legfeljebb csak rövidtávu, éves tervezésre alkalmazható -, hogy erre alapozva lehetővé válik a további modellek rövidebb, az új mozzanatok kiemelésére irányuló kifejtése.

A lineáris programozási modell megalkotásánál mindenképpen tekintettel kell lenni arra, hogy a mezőgazdasági vállalatokat általában az jellemzi, hogy többféle terméket termelnek, ezek egymással többoldalu kapcsolatban vannak, egyes termékek termelése feltételezi, vagy kiegészíti más termékek termelését, azaz a különböző termékek termelése között sok esetben megfelelő mennyiségi arányokat kell biztosítani. Ugyancsak jellemzi a mezőgazdasági vállalatokat, hogy lineáris programozásuk során a modellbe nagyszámu mérlegfeltételt kell beépíteni, amelyek egyrészt a termelési erőforrások felhasználására vonatkoznak, másrészt a termelés belső arányainak és szükségszerű összefüggéseinek biztosítására.

Már a tervezés kezdeti szakaszán - a koncepciók kialakítása során - célszerű leírni a modell változóit, a mérlegfeltételeket és a célfüggvény /vagy célfüggvények/ közgazdasági tartalmát.

3.1.1. A modell változói

Egy mezőgazdasági vállalat különböző növényeket termelhet, különböző állati termékeket állíthat elő, különböző szolgáltatásokat teljesíthet, adásvételi és hitelműveleti, valamint beruházási tevékenységeket, stb. folytathat. Mindezeket összefoglalóan tevékenységeknek nevezzük. Valamennyi tevékenység többféle módon bonyolítható le, s a lebonyolítás módjától függően más-más lesz az adott tevékenység munka- és eszközigénye, hozama, stb.

Valamely tevékenység adott módon történő lefolytatása a matematikai modell változóját képezi. A modell egy-egy

változója azonban jelenthet egészen egyszerű tevékenységet is, pl. műtrágya adott módon történő kiszórását, vagy valamely munkaművelet, illetve munkafolyamat adott módon történő elvégzését, vagy jelenthet egy komplexebb tevékenységet, mint pl. a buza vagy valamely más növény termelését valamely technológiai rendszerben, vagy pl. a tehéntartást adott technológiai rendszerben, stb. Még komplexebb tevékenységről is lehet szó, pl. a szarvasmarhatartás adott technológiai rendszerben. Ennek alapján megkülönböztethetünk egyszerű tevékenységeket, s ennek megfelelően egyszerű változókat /egy munkafolyamat vagy esetleg munkaművelet adott módon történő elvégzése/, és aggregált tevékenységeket, vagy aggregált változókat /valamely növény termelése, vagy valamely állatcsoport vagy állatfaj tartása adott technológiai rendszerben/.

A matematikai modellnek egyszerű tevékenységi szintre, illetve egyszerű változókra való lebontása nagy modellhez vezet, ezért a gyakorlatban inkább aggregált változókkal kisebb modellek összeállítására törekednek.

/Krekó Béla: a modellváltozókkal képviseltetett tevékenységeket "elemi tevékenységeknek" nevezi. "Elemi tevékenységen a teljes tevékenységnek azt a szorosan körülhatárolt részét értjük, amelyet a kérdéses modell keretein belül tovább bontani már nem szándékozunk." [¶] Üzemnél egy-egy terméket, iparági szinten összeválogatott termékcsoporthoz tart helyesnek elemi tevékenységként kezelni. Hangsúlyozza azonban, hogy az elemi tevékenységek meghatározása alapos közgazdasági megfontolást igényel./

¶ Krekó B.: Optimumszámítás. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1972. 13-14. old.

Az aggregálás szintje, illetve célszerűsége mindig az adott feltételektől függ, s erről annyit lehet általánosságban mondani, hogy a modell terjedelmének csökkenése érdekében célszerű lehet minden olyan aggregálás, ami a modell megoldásának eredményét nem befolyásolja, vagy jelentős mértékben nem befolyásolja. Nem szabad azonban aggregálni, ha az olyan eredményhez vezethet, amely félrevezető vagy gyakorlatilag hibás, elfogadhatatlan eredményt ad, illetve az eredményt nagymértékben befolyásolja. Minél magasabb szintű aggregáláshoz folyamodunk, általában annál kevesebb információt nyerünk a modell megoldása során. Ha az aggregálás olyan értékes információk elvesztésével járhat, amelyek előre láthatólag többet érnek számunkra, mint a kevésbé aggregált modell alkalmazásából adódó munka- és költségtöbblet, akkor az aggregálást nem szabad elvégezni. Az aggregálás mértékének eldöntésénél is egy ésszerű optimumra kell tehát törekedni, figyelembe véve a munka- és költségtöbbletet, s a velük nyerhető információ többletet.

Amennyiben nem célunk a termelési technológiák optimalizálása, általában azt az elvet követhetjük - és a jelenlegi gyakorlatban ez az elterjedtebb - , hogy a szántóföldi növénytermelésben /és hasonlóképpen a gyümölcs- és szőlőtermelésben, valamint a rét- és legelőgazdálkodásban/ egy-egy változóval egy-egy növény adott technológiai rendszerben történő termelését képviseltetjük. Az egyes munkafolyamatok elvégzésében mutatkozó eltéréseket, az eltérő talajtipusok hatását, az öntözéses vagy száraz termesztés közötti különbséget azáltal közelítjük meg, hogy az adott termék termelésére többféle technológiát dolgozunk ki, s ezek mindegyikét külön változóval rep-

rezentáljuk. Az állattenyésztésben pedig jelenleg vagy egy állatcsoportot /pl. tehén, borju, hizómarha, stb./, vagy egy-egy állatfajt /meghatározott összetételben és termelési irányban/ képviseltetünk egy-egy változóval, illetve eltérő technológiai rendszerek vizsgálata esetén annyi változóval, ahány féle technológiai rendszert kívánunk figyelembe venni. Hasonló elvek szerint szokás eljárni más tevékeniségeknél is.

Legtöbbször azonban az ilyen módon felépített modell sem nélkülözi az egyszerűbb tevékenységeket képviselő változókat. Pl. legtöbbször bekerülnek a modellbe olyan tevékenységek, illetve változók, mint valamilyen termék eladása vagy beszerzése /pl. takarmányvásárlás/, vagy olyan tevékenység, mint a szerves trágyázás, vagy a háztáji állatállomány számára takarmányjuttatás, esetleg kukoricaszár szecskázása a talajra, vagy a silózás, stb. Ennek alapján ezt mondhatjuk, hogy általában minden komplex mezőgazdasági vállalati matematikai modell vegyes /egyszerű és aggregált/ változókból épül fel. Sok esetben olyan megoldást is alkalmazunk, amikor egy aggregált tevékenységet és egy egyszerű - más jellegű tevékenységet /pl. termelési és piaci tevékenységet/ - aggregálunk. Pl. olyan árunövény termelését, amikor kizárólag árutermelésről van szó, célszerűtlen lenne az értékesítési tevékenységtől elszakítani, ezért az azt reprezentáló változó az adott termék termelését és értékesítését egyaránt magában foglalja.

A fentiek szerint felépített, a termelési szerkezetet adott technológia és erőforrások mellett optimalizáló matematikai modell változóit többféleképpen lehet rendszerezni. Mi a továbbiakban a következőkben ismertetett csoportosítást, illetve rendszerezést alkalmazzuk.

3.1.1.1. Szántóföldi növénytermelési és értékesítési tevékenységek

Ide soroljuk mindazon szántóföldi növénytermelési tevékenységeket, amelyeket kizárólag vagy döntően áruelőállítás és értékesítés céljából folytatunk, s amelyek termékének legfeljebb csak kis részét, vagy melléktermékét használjuk fel más /pl. takarmányozási/ célra. Ezek változói mind a termelési, mind az értékesítési tevékenységet /aggregáltan/ képviselik, mégpedig annyi változóval, ahány féle technológiai rendszer szerint termelhető az adott termék.[☒] Amennyiben azonban az értékesítés többféle helyen és módon lehetséges, s e tekintetben döntési szabadsággal rendelkezünk és a döntést matematikai programozással kívánjuk megalapozni, akkor az értékesítési tevékenységet célszerű a termelési tevékenységtől elválasztva, külön változókkal reprezentálni, annyi változóval, ahány féle értékesítési lehetőségünk adódik.

Másrészt, ha az adott termék egy részét takarmányként is hasznosíthatjuk, s az áruként és takarmányként történő felhasználás arányának eldöntését is matematikai programozással kívánjuk megalapozni - vagy esetleg egyiket vagy másikat határozottan előírjuk mennyiségileg - , nem szükséges a termelést két olyan változóval reprezentálni, amelyek közül az egyik az árutermelést és értékesítést, a másik a takarmánytermelést és felhasználást képviseli.

[☒] A technológiai rendszerek eltérhetnek a talajtípus, az átlaghozam, s ennek megfelelően a műtrágyafelhasználás, stb., a különböző munkák elvégzésének módja szerint és annak alapján, hogy öntözéses vagy száraz termelésről van szó, stb.

Ha ugyanis azt tennénk, akkor valamennyi technológiai rendszer szerinti változatot két változóval kellene reprezentálni, vagyis a változók számát megdupláznánk. Elegendő, ha csupán a tervezett technológiai rendszerek szerinti árutermelési és értékesítési aggregált változókat, valamint még egy olyan változót építünk be a modellbe, amely a megtermelt termék egy részét árutermékből a takarmányozás céljára csoportosítja át. Ez esetben nem kell tekintettel lenni arra, hogy a számbavett terméket melyik technológiai rendszerrel termeljük meg - , ha többféle technológiai rendszert alkalmazunk. Magán a terméken ugyanis - általában - nem vehető észre, hogy milyen technológiával állítottuk elő. /Ha mégis, akkor nem kerülhetjük el a modell változóinak bizonyos mérvű szaporítását./

Ha az adott árunövény melléktermékét takarmányként hasznosíthatjuk, akkor célszerű egy változót a melléktermék takarmánykénti hasznosítására beépíteni. Amennyiben a melléktermék hasznosítása többféle módon is lehetséges, s ennek eldöntését is a matematikai modellre bizzuk /pl. többféleképpen feldolgozva állíthatjuk elő takarmányként vagy takarmányozásra és eladásra is felhasználható, vagy takarmányként és trágyaként hasznosítható/, akkor a melléktermék hasznosítását annyi változóval reprezentáljuk, ahányféleképpen az adott melléktermék felhasználható.

Előfordulhat, hogy ugyanazon területen egy évben kétféle, egy korán és egy későn betakarítható árunövény termelése lehetséges. Ha a korán lekerülő árunövény után csak egyféle árunövény termelhető és ragaszkodunk ahhoz, hogy a két árunövény területe azonos legyen, a kétféle tevékenység egy aggregált változóval képviseltethető. Ha azonban

kizárólag az a kívánalmunk, hogy a második árunövény területe nem lehet nagyobb, mint az első területe - de kisebb lehet - , két változóval kell dolgoznunk. Hasonló módon vetődik fel a probléma több korai vagy késői árunövény esetében, ha azok arányai nem egyértelműen meghatározottak.

3.1.1.2. Szántóföldi takarmánytermelési tevékenységek

Ebbe a csoportba soroljuk mindazokat a szántóföldi növénytermelési tevékenységeket, amelyek célja az adott vállalat saját állatállománya /termelőszövetkezetben a háztáji állomány takarmányszükségletének egy részét is figyelembe véve/ számára takarmányt előállítani. E tevékenységeket technológiai rendszerenként egy-egy változóval képviseljük.

Ha e takarmányok egy része értékesítésre kerülhet, akkor egy értékesítési változót beépítve, az átcsoportosítás megoldható. Ezzel kapcsolatban - más oldalról - ugyanazon elveket alkalmazzuk, mint amikor az árunövények termelésének egy részét takarmány céljára használhatjuk fel. Kettős termesztés esetén is az árunövény-termeléssel kapcsolatban elmondottak az irányadók. A kifejtettekhez e helyütt elegendő annyit hozzáfűzni, hogy ilyenformán az áru- és takarmánytermelés is kombinálható /pl. korai árunövény után takarmány, vagy korai takarmány után árunövény termelhető/.

Itt vethetjük fel az évelő növények kezelésének problémáját. Köztudott, hogy egyes - különösen takarmány - növények egyszeri telepítéssel több évig is termést adnak,

s a termelés szintentartása érdekében az új telepítésű és a régi telepítésű terület között megfelelő arányt kell biztosítani. Ha pl. a lucernát négyéves korban törjük fel és "szinten" kívánjuk tartani, ez feltételezi, hogy a terület 25 %-át minden évben feltörjük és ugyanannyi területen mindig új lucernát telepítünk. Az összes lucernaterület 25 %-a lesz tehát mindig elsőéves, 25 %-a másod-, 25 %-a harmad- és 25 %-a negyedéves lucerna. Ilyenkor nem feltétlenül szükséges külön változóval képviseltetni az első-, a másod-, a harmad- és a negyedéves lucernát - hacsak azt a technológiai megfontolások külön nem indokolják -, hanem célszerű őket egyetlen aggregált változóba összevonni.

Bonyolítja a helyzetet, ha lucernamag-termeléssel is foglalkozik a vállalat. Amennyiben a lucernamag-területi arányát egyértelműen meghatározzuk, akkor az aggregált változóba az is egyszerűen beépíthető. Ha azonban a magtermelés arányának eldöntéséhez a matematikai programozást kívánjuk igénybe venni, külön változóként kell e tevékenységet szerepeltetni, természetesen biztosítva az egész lucernatermő területtel való megfelelő arányát.

3.1.1.3. Zöldségtermelési és értékesítési tevékenységek

Ebbe a csoportba azokat a zöldségtermelési tevékenységeket sorolhatjuk, amelyeket kifejezetten a kertészeti üzemág keretében folytatunk. Kezelésükkel kapcsolatban lényegében ugyanazokat lehet elmondani, amiket az árunövénytermeléssel kapcsolatban mondtunk. Itt azonban gyakrabban fordul elő, hogy ugyanazon területen egy évben két,

vagy több terméket állítunk elő. E termékek közötti kapcsolatokra természetesen tekintettel kell lennünk. Általában az árunövénytermelésnél elmondottak a zöldségtermelésben bonyolultabb formában jelentkeznek. Másrészt a zöldségtermelési változók meghatározásakor figyelembe kell venni a melegágy-szükségletet és az üvegházi, valamint a fólia alatti termelést. A melegágyi termelést célszerű lenne az adott termék termelési változójával aggregáltan kezelni. Ez megoldható volna, ha a melegágóban csak egy adott termék palántáit nevelnénk. Sokszor azonban külön változó vagy változók modellbe építése szükséges, különösen, ha adott melegágyi területen többféle palántát nevelünk egymás után. Az üvegházi termelés, amennyiben az üvegházi termelés szerkezetét meghatározottnak tekintjük, egyetlen aggregált változót képezhet, ellenkező esetben termékenként /esetleg termékcsoportonként aggregált/ külön változók modellbe építése válik szükségessé. Hasonló a helyzet a fólia alatti termelés tekintetében is.

3.1.1.4. A szőlő- és gyümölcstermelési és értékesítési tevékenységek

E csoportba olyan többéves kultúrák tartoznak, amelyek telepítése általában jelentős beruházást igényel. Jellemzőjük, hogy általában a telepítés után néhány év múlva fordulnak termőre, kezdetben viszonylag alacsonyabb, majd növekvő hozamokkal, s egy idő után hozamuk csökken. Termőterületük általában lassan, lökészerűen változik.

A vállalatok a szőlő- és gyümölcstermelés nagyságának és összetételének kialakítását legtöbbször nem bízzák a matematikai programozásra /statikus modellben való kezelésük

egyébként is elég problematikus/, hanem az már vagy kialakult, s ebben az állapotban kívánják megtartani, vagy azon változtatni kívánnak, de erről a lineáris programozás nélkül döntenek. Ilyen esetben a szőlő- és gyümölcs-termelést adottságként kell tekintenünk és egy aggregált változóként, vagy - fajonként, illetve fajtánként megbontva - több változóként építjük be a matematikai modellbe. A modell terjedelmének csökkentése érdekében célszerű lehet az aggregált változó alkalmazása.

Ha mégis a lineáris programozást kívánjuk igénybe venni a szőlő- és gyümölcstermelés nagyságára és összetételére vonatkozó döntések megalapozásához, akkor aggregálás nélkül a gyümölcsfajokat, illetve esetleg fajtákat külön változóként kell tekintenünk. Problémát jelent azonban, hogy a szőlő- és gyümölcstermelés technológiáját milyen állapotra dolgozzuk ki. Ha ugyanis valamilyen gyümölcsöst csak ezután telepítünk, a terv megvalósítása időszakában az esetleg még nem fog termőre fordulni, ezért valószínűleg a modell megoldása során kiderülne, hogy "telepítése nem célszerű".

Statikus modellben az látszik helyesnek, ha a szőlő- és gyümölcstermelésre egy átlagos termést figyelembe véve dolgozzuk ki a technológiákat. Ez ugyan nem ad pontos eredményt, de elfogadhatót. Mindenestre a probléma megnyugtató megoldása csak dinamikus programozási modellben képzelhető el. E nehézségek is indokolhatják, hogy a vállalati tevékenységnek e részterületét adottságként /meglévő vagy hagyományos módon tervezett/ fogjuk fel. A szőlő- és gyümölcstermelés technológiájának tervezéséről és a

matematikai modellbe /esetleg aggregált változóként/ való beépítéséről ez utóbbi esetben sem mondhatunk le, tekintve, hogy e tevékenységek munkaerő-, gép-, stb. szükséglete más tevékenységek célszerű terjedelmére is kihat. Ez esetben is helyes azonban a technológiát termőre fordult gyümölcsösre, illetőleg szőlőre kidolgozni, átlagos termést véve alapul.

Természetesen a szőlő- és gyümölcstermelés problémája a lineáris programozási modellben többféleképpen közelíthető meg. A fentiekben csupán egy egyszerűbb megközelítési mód felvázolására törekedtünk.*

3.1.1.5. Rét- és legelőgazdálkodási tevékenységek

Ha e tevékenységek adottságként tekinthetők, meghatározott technológiai rendszer szerinti összetételben, akkor egyetlen aggregált változó is képviselheti őket a modellben. Ha méretük és technológiai rendszer szerinti összetételük is döntés tárgya, akkor a technológiai változatok szerint egy-egy változót kell modellbe építeni. E változók kezelése azonos a kizárólag takarmány céljából termelt szántóföldi növények kezelésével. Amennyiben a telepített legelőről van szó, akkor természetesen a folyamatos telepítés tervezése is megoldható az évelő takarmánnyal kapcsolatban ismertetett eljárás szerint.

* A problémával részletesebben Pillis Pál foglalkozik. A kérdés bonyolult és sajátos jellege többirányú utkeresést tesz szükségessé.

3.1.1.6. Állattenyésztési tevékenységek

E tevékenységekhez sorolom mind az állattenyésztési, mind az állattartási tevékenységeket. Amennyiben egy-egy állatfajon belül meghatározott összetételt irunk elő, célszerű egy-egy állatfajt egy-egy aggregált változóval képviseltetni. Természetesen, ha az adott állatfaj tartása többféle technológiai rendszerben is elképzelhető és a megvalósítandó technológiai rendszer fölötti döntést is programozással kívánjuk megalapozni, minden technológiai rendszert külön változóval reprezentálunk. Ez esetben az adott állatfajt annyi változó képviseli, ahányféle technológiai rendszerben elképzelhető a tartása. Ha adott állatfajra két vagy többféle termelési irány is megvalósítható - amelyek természetesen a fajon belül más-más összetételt irnak elő -, akkor egy-egy termelési irányt egy-egy változóval reprezentálunk, illetve különböző technológiai rendszerek esetén annyi változóval, ahányféle technológiai rendszert a szóbanforgó termelési irány esetén elképzelünk. Ez esetben is beépíthetünk a modellbe olyan változókat, amelyek vásárolt alapanyagra épülnek, s függetlenek az előbbi, fajon belüli összetételtől /pl. vásárolt alapanyagból állathizlalás/.

Részletesebb az eljárás, ha fajon belül állatcsoportokat képezünk, s azokat egy-egy változóval /illetve annyival, ahányféle technológiai rendszerben az adott állatcsoport tartható/, reprezentáljuk. Ennek akkor van jelentősége, ha a fajon belüli összetétel nagyrészt tetszés szerint változtatható, s az állatok különböző korban eladhatók, vagy vásárolhatók, különböző céllal nevelhetők vagy tarthatók. E részletesebb eljáráshoz folyamodunk akkor is, ha a takarmánytermelést és vásárlást részletesen kívánjuk megtervezni, esetleg egészen a takarmányadagokig.

Annak szükségessége, hogy ilyen részletes modellel dolgozzunk - különösen távlati tervezés során - ritkán merül fel és célszerű azt elkerülni, mert nagymértékben megnöveli a matematikai modell méretét. Helyesebb ezért az aggregált változókat alkalmazni -, természetesen a technológiai rendszerek alapján szükséges változatokkal.

3.1.1.7. Kiegészítő tevékenységek

Ide az ipari és feldolgozóipari tevékenységeket sorolom. Kimondottan ipari, a mezőgazdasági termeléstől független tevékenységet általában programozási szférán kívüli tevékenységként kezeljük,[¶] s a matematikai programozástól függetlenül tervezzük meg, így azokat a matematikai modellben nem, vagy csak egy aggregált változóként összevontan, adottságként szerepeltetjük. Nem kizárt azonban az sem, hogy ezeket a tevékenységeket - különösen, ha szűkük a vállalati jövedelem szempontjából jelentős - a matematikai modellben tevékenységenként külön változókkal szerepeltessük.

A mezőgazdasági termeléshez szorosan kapcsolódó, s azzal mennyiségi viszonyban lévő tevékenységeket viszont mindenképpen beépítjük a modellbe, hiszen ezeknek a termeléssel való kapcsolatát is meg kell teremteni. Pl. ha saját termelésű lucernára szárítóüzemet létesítünk, a termelés és a szárítóüzem kapacitása között összhangot célszerű teremteni. Ugyanígy célszerű általában eljárni, ha szárító-

[¶] Az ipari üzem tevékenysége természetesen külön is programozható. Ez esetben az adott ipari üzem mint iparvállalatot is tekinthetjük.

üzem kapacitásának kihasználására - vagy más feldolgozó üzem kapacitásának kihasználására - más vállalatától is vásárolhatunk alapanyagot. Ez esetben a feldolgozó üzem kapacitása, valamint a saját termelés és alapanyagvásárlás /amit külön változó reprezentál/ között kell az összhangot biztosítani.

3.1.1.8. Piaci /értékesítési és beszerzési/ tevékenységek

Az értékesítési tevékenységeket általában az árutermelési tevékenységekkel aggregáltan, egy változóként építhetjük a modellbe. Legfeljebb olyan esetben kell ezeket külön változóként szerepeltetni, amikor - amint az árunövénytermelési tevékenységnél erről már szó volt - többféle értékesítési lehetőség közül kell választanunk, vagy amikor - mint a takarmánytermelési tevékenységnél láttuk - valamely takarmány egy részének értékesítését is lehetővé kívánjuk tenni.

A beszerzési tevékenységek azonban a matematikai programozás során gyakran merülnek fel és sokszor jelentős szerephez is jutnak. A beszerzések egy részét nem kezeljük külön változóként, mert a beszerzett javak mennyisége a technológiákban jut kifejezésre /pl. műtrágyák, vegyszerek, stb./, s a megvalósításra tervezett technológiai rendszer és termelési szerkezet által egyértelműen meghatározottak. Természetesen annak sincsen akadály, hogy ezen anyagokat a modellben külön változóval reprezentáljuk.

A beszerzési változóknak nagy része a takarmányvásárlási tevékenységek köréből kerül ki. Ezekkel kapcsolatban célszerű azt az eljárást követni, hogy ha valamely takarmányból a felhasználandó mennyiség adott technológiai rendszerben egyértelműen meghatározott, akkor azt a technológiában kell egyértelműen megtervezni. Ha azonban valamely takarmány felhasználása a technológiában nem egyértelműen kerül eldöntésre, hanem az változhat - legalábbis egy meghatározott intervallumon belül - , akkor célszerű az illető takarmány beszerzését egy változóval a modellben képviseltetni, s a beszerzés pontos mennyiségét a matematikai programozás során meghatározni.

Hasonlóképpen járunk el más - ugyanilyen módon nem egyértelműen eldöntött - anyagok esetén is.

3.1.1.9. Egyéb tevékenységek

E csoportba foglalhatók össze mindazok a tevékenységek, amelyek az előbbi csoportosításokból kimaradtak. Ezek igen különbözőek lehetnek, mind jellegük, mind kezelésük módja tekintetében. Ilyenek pl. a háztáji gazdaságok részére nyújtandó szolgáltatások, a háztáji gazdaság részére biztosítandó takarmány, a tevékenységek átcsoportosítását biztosító változók, a munkák átcsoportosítására szolgáló változók, a beruházás-bővítési, illetve új beruházási változók, a beruházási hitel felvételét és más pénzügyi műveletek végrehajtását reprezentáló változók, stb. E tevékenységek egy része - meghatározott terjedelemtől esetén - aggregálható. Az egyéb tevékenységek szükségessége, jellege és kezelésének módja mindig a konkrét helyzettől függ.

3.1.1.10. A változók szimbolizálása

A matematikai modell változóit általában x -szel jelöljük. Azt, hogy adott modellben melyik változóról van szó, a szimbólum jobb oldalán /alul vagy felül, illetve alul és felül/ elhelyezett indexekkel szoktuk szabatosan meghatározni. Ezek szerint x_j jelenti a j -edik változó méretét. Itt a j bármely természetes szám lehet, s tulajdonképpen azt jelöli, hogy a modell hányadik sorszám alatt lévő változójáról van szó. Ha a j értékét nem jelöljük konkrét számmal, csak egyszerűen j szimbólummal, akkor nem adjuk meg a változó konkrét sorszámát, s egyszerűen a j -edik változóról beszélünk. Bármelyik változó lehet ez, attól függően, hogy a j helyére milyen sorszámot írunk.

Sok esetben szükség van a változók szabatosabb meghatározására. Így pl. az x_j^{ih} azt jelentheti, hogy a j -edik terméket az i -edik talajtípuson, a h -adik technológiai rendszerben hány hektár területen termeljük, vagy az adott termékből hány egységet termelünk.

A változók szabatosabb meghatározása érdekében tehát többszörös index-jelölést is alkalmazhatunk. Hogy az egyes indexek mit jelentenek, azt az adott konkrét esetben adjuk meg.

Ha a probléma természete megkívánja, mert - legalábbis gazdasági szempontból - a modellt érthetőbbé teszi, a változók jelölésére különböző betűket is alkalmazunk. Vegyes változóju modellben pl. a változók szimbolizálására felhasználhatók az x , y , z , stb., szintén egy vagy több index-szel ellátva. A valóságban az y , z , stb. ugyanolyan változók, mint az x -szel jelöltek. A matematikai modellben ezeket is úgy kezeljük, csak a tárgyalás során a

könnyebb megvilágítás érdekében használunk más betűt. A matematikai modell szempontjából elegendő csupán az x_j jelölést alkalmazni, de a tervezőnek tudnia kell, hogy a j -edik tevékenység pontosan mit is jelöl.

3.1.2. A mérlegfeltételek

A mezőgazdasági vállalatok tervezésénél a termelési források felhasználása mérlegszerűségének, valamint a vállalat belső szükségszerű összefüggéseinek és külső kapcsolatainak biztosítása céljából általában sok mérlegfeltételt kell a modellbe beépíteni. A mérlegfeltételek számát megsokszorozhatja, hogy a mezőgazdaságban figyelembe kell venni a termelés idényszerűségét. A munkaerő- és a gépek felhasználására pl. ipari üzemek többségében - mivel a munkafolyamat és a termelési folyamat egybeesik, s az idényszerűség nem merül fel - elegendő lehet csak egy mérlegfeltételnek a matematikai modellbe való beépítése. A mezőgazdaságban azonban legalább havonta egy ilyen mérlegfeltétel modellbe építése szükséges, ami a munkaerő- és gépmérlegek megtöbbszöröződésével jár együtt.

Sokszor felvetődik annak szükségessége is, hogy a munkaerő- és gépmérlegeket illetően dekádonként lenne célszerű a mérlegfeltételeket megbontani. Ez azonban egyrészt hallatlan mértékben megnövelné a modell méretét, másrészt - távlati tervezés esetén különösen - ilyen részletes tervezés nem szükséges és nem is célszerű. Az időjárás ugyanis nagymértékben befolyásolja a munka elvégzésének idejét. Ha az elvégzendő munkákat dekádonként tervezzük,

egészen bizonyos, hogy az adott munkát a valóságban nem mindig a tervezett időszakban fogjuk elvégezni, attól esetleg lényegesen el kell térni. Havi bontás esetén az adott hónapban tervezett munkák sorrendjének átcsoportosítása lehetséges, s így a terv és a megvalósítás közelebb kerül egymáshoz. A tervezés nem jelenti egyben a terv megvalósítását is. A megvalósításnak kell bizonyos rugalmassággal rendelkeznie. Egy hónapnál rövidebb /dekád vagy néhány napos/ időszakokra bontani a mérleget legfeljebb igen szoros határidejű munkákkal kapcsolatban lehet célszerű.

A modell terjedelmének szűkitése érdekében törekedni kell arra, hogy csak a szükségszerű összefüggéseket, a szükségszerű bontásban vegyük figyelembe a mérlegfeltételek összeállítása során. Célszerű lehet e tekintetben is aggregálni, mindenütt, ahol az a megoldást nem befolyásolja. Másrészt a modell összeállítása után célszerű megvizsgálni, hogy melyek azok a mérlegfeltételek, amelyek a modell megoldását előreláthatólag nem befolyásolják. Ezek elhagyásával egy kisebb, szűkitett modellt képezhetünk, amelyet a számítógépen megoldunk. Ez annál inkább lehetséges, mert a szűkités esetleg számítógéppel is elvégezhető. Pl. szinte biztosra vehető, hogy a mezőgazdasági vállalatoknál - gyakorlatilag bármilyen termelési szerkezetről legyen is szó - a január, a február, illetve általában a téli hónapokban a rendelkezésre álló munkaerő és gépek elegendőek lesznek, sőt ki sem használhatók teljesen. Ebben az időszakban tehát az erőforrások nem jelentenek tényleges korlátot a termelési szerkezet meghatározásában. Így az e hónapokra vonatkozó mérlegfeltételek a megoldásra kerülő modelltől elhagyhatók anélkül, hogy a megoldás eredménye a legkisebb mértékben is megváltoznék.

A mezőgazdasági vállalatok matematikai tervezése során általában alkalmazásra kerülő mérlegfeltételeket a továbbiakban célszerűen csoportosítva fogjuk röviden vizsgálni.

3.1.2.1. A földterület-felhasználás mérlegfeltételei[✱]

A földterület általában adott mennyiségben áll a mezőgazdasági vállalatok rendelkezésére. Középtávu vagy hosszútávu tervezés esetén természetesen figyelemmel kell lenni a terület várható változására. Ez bekövetkezhet utak megszüntetése, új utak vagy csatornák, továbbá állattenyésztési telepek vagy lakótelepek létesítése, stb. miatt. E változások számításbavételével nyerjük a tervezésben figyelembe veendő "rendelkezésre álló területet". Ha a terület maradéktalan felhasználását követeljük meg, az azt jelenti, hogy csak olyan termelési szerkezet fogadható el, amelyben a területszükséglet pontosan megegyezik a rendelkezésre álló területtel. Ha x_j -vel jelöljük a j -edik változót és f_j -vel a j -edik változó fajlagos területigényét, F -fel pedig a rendelkezésre álló területet, akkor a területfelhasználás mérlegfeltételét a

$$/3.1./ \quad \sum_{j=1}^n f_j x_j = F$$

formulával fogalmazzuk meg.

Természetesen, ha a modellben figyelembe vett tevékenységek egységeként az egységnyi földterületet /1 hektár/ alkalmazzuk, akkor az f_j értékek 1-gyel egyenlők. Ez a területre vonatkozó mérlegfeltételek egyszerűségét biztosítja.

✱ Természetesen mindig termőföldre gondolunk, ha a rövidség kedvéért a föld vagy földterület kifejezést használjuk is.

A /3.1./ formula kifejezi, hogy a területfelhasználásnak pontosan egyeznie kell a rendelkezésre álló földterülettel. Hazánkban általában a földterület felhasználására egyenlőséget írunk elő, tehát a rendelkezésre álló földterület teljes felhasználását kívánjuk meg. Előfordulhat azonban, hogy a teljes felhasználásra nem törekszünk, tehát megengedjük azt is, hogy a terület egy része kihasználatlanul maradjon,* azaz a földterület felhasználását kizárólag felülről korlátozzuk.

Ha a földterület nem egynemű, hanem a vállalat különböző talajtipusokkal rendelkezik - általában ez a helyzet -, és az egyes talajtipusok területe meghatározott, nem elegendő egy összevont - általános - földfelhasználási mérlegfeltétel modellbe építése, hanem azt talajtipusonként bontva kell megadni. Eszerint az i -edik talajtipusból rendelkezésre álló területre a

$$/3.2./ \quad \sum_{j=1}^n f_j^i x_j^i = F^i$$

mérlegfeltételt adjuk meg, ahol i az i -edik talajtipusra utal.

Természetesen annyi ilyen mérlegfeltétel szerepel a modellben, ahány talajtipus az adott vállalat feltételei között rendelkezésre áll. /Meg kell jegyeznünk, hogy nem a foltokban előforduló talajtipusokról van itt szó, hiszen ezek megkülönböztetésének nem volna értelme, hanem az összefüggő táblák, határrészek szerinti különbözőséget veszünk csak figyelembe. Így egy-egy vállalat modelljében általában 1-4 féle talajtipus adódik./

* Ezzel később részletesebben foglalkozunk.

Ha a területfelhasználási mérlegfeltételeket talajtípusonként építettük a modellbe, akkor az általános területfelhasználási mérleg elhagyható.

Előfordulhat, hogy valamely átmeneti /kevert/ talajtípusgyakorlatilag mind az egyik, mind a másik talajtípushoz is sorolható /pl. vályogtalaj, homokos vályogtalaj és homoktalaj/. Ezt külön talajtípusonként kezelni - a terület elaprózását elkerülendő - nem célszerű. Ekkor eljárhatunk oly módon, hogy az egyes talajtípusok rendelkezésre álló területét korlátok közé szorítjuk. Az alsó korlát az adott talajtípusból rendelkezésre álló terület, pl. F_0^i , a felső korlát az átmeneti talajtípussal növelt terület F^{io} . Ez esetben teljesülnie kell az

$$/3.3./ \quad F_0^i \leq \sum_{j=1}^n f_j^i x_j^i \leq F^{io}$$

egyenlőtlenségnek, ami két mérlegfeltételre bontva, a

$$/3.4./ \quad \sum_{j=1}^n f_j^i x_j^i \geq F_0^i$$

és a

$$/3.5./ \quad \sum_{j=1}^n f_j^i x_j^i \leq F^{io}$$

feltételekhez vezet.

Ebben az esetben azonban az általános földfelhasználásra vonatkozó mérlegfeltétel modellbe építése is szükséges.

A probléma ilyen megfogalmazása lehetővé teszi, hogy az átmeneti talajtípust bármely lehetséges talajtípushoz

soroljuk, de a területmérlegek egyensúlyát minden vonatkozásban biztosítjuk. Ez az eljárás akkor alkalmazható, ha csak egyféle átmeneti talajtypus áll rendelkezésre.

Amennyiben két vagy többféle átmeneti talajtypusunk van, s azt több talajtypus szerint kell elosztani, akkor a probléma bonyolódik, s többféle területmérleg kidolgozása szükséges. A fenti elvek ez esetben is alkalmazhatók, azonban az általános területfelhasználási mérlegfeltétel helyett olyan mérlegek modellbe építése szükséges, amelyek az adott talajtypusok és a hozzájuk elosztható átmeneti talajtypusok együttes területét szabályozzák.

Az utóbbi esetben úgy is eljárhatunk, hogy csak az elhárítható talajtypusokra adunk mérlegfeltételeket, s az átmeneti típusokra a modellbe változókat építünk be, amelyek az egyes talajtypusok területét változtathatják. Ez esetben viszont e változókat kell az adott átmeneti talajtypus szintjén korlátozni.

Meg kell még jegyezni, hogy amennyiben a matematikai programozás során eldöntendő kérdés az is, vajon léte-sítsünk-e vagy sem egy új állattenyésztő vagy állattartó telepet, akkor annak telephelyével kapcsolatos terület-igény az adott változónál figyelembe vehető.

A /3.1.-3.5./ alatt megfogalmazott mérlegfeltételek a terület felhasználásának, illetve kihasználásának feltételeit csak általában fogalmazzák meg. Sok esetben további előírások is szükségesek.

Lehetséges, hogy valamely tevékenység vagy tevékenység-csoport által felhasználandó területet egyértelműen eleve előírjuk. Pl.

$$/3.6./ \quad f_j x_j = \mathcal{F}$$

Máskor az adott tevékenység vagy tevékenységcsoport által felhasználható területre alsó és felső korlátot adunk meg:

$$/3.7./ \quad \mathcal{F}_0 \leq f_j x_j \leq \mathcal{F}^0$$

ahol $\mathcal{F}$ egy szorzószám, amellyel F értékét szorozva, annak egy meghatározott részét /százalékát/ kapjuk, azt a területnagyságot, amelyet az adott tevékenység vagy tevékenységcsoport felhasználhat. Intervallum esetén $\mathcal{F}_0$ az alsó, $\mathcal{F}^0$ a felső százalékarányt jelenti, azaz legalább és legfeljebb hány %-át /milyen nagyságu területet/ veheti igénybe az összes területnek az adott tevékenység vagy tevékenységcsoport.

Más esetben két tevékenység vagy tevékenységcsoport által felhasznált terület valamilyen arányát kell előírnunk. /Például az új vetésű lucerna a régi vetésű - álló - lucerna meghatározott százalékát - pl. 1/3-át - kell hogy képviselje./

Ilyen esetekben a

$$/3.8./ \quad \mathcal{F} f_j x_j = f_k x_k$$

formulát alkalmazzuk, és természetesen, megfelelő átrendezéssel kapjuk a

$$/3.9./ \quad \mathcal{F} f_j x_j - f_k x_k = 0$$

formulát, amely előírja, hogy a k-adik tevékenység által felhasznált terület a j-edik tevékenység területének pontosan γ -szorosa legyen. Az egyenlet helyett esetenként egyenlőtlenségeket is alkalmazhatunk.

A /3.6.-3.9./ feltételek több növényre is kiterjeszthetők és alkalmasak bizonyos vetésszerkezeti arányok előírására, adottságok figyelembevételére /pl. rét, legelő, gyümölcs, szőlő vagy más tevékenység területének meghatározott terjedelemben való rögzítésére/, de alkalmasak a külső körülmények /pl. piaci lehetőségek/ figyelembevételére is. /Pl. valamely növényből csak egy meghatározott területen folytatott termelésre kötnek a vállalattal szerződést, stb./

Ha lehetséges, a külső körülményekhez való alkalmazkodást /piaci feltételeket/ célszerű területkorlátokkal beépíteni a modellbe.

Végül megjegyezzük, hogy a programozási szférán kívül eső tevékenységek területigényével - ha ilyen van - a rendelkezésre álló területet helyesbítjük.

3.1.2.2. A munkaerő-felhasználás mérlegfeltételei

A munkaerő-felhasználás mérlegfeltételeivel biztosíthatjuk, hogy a modell megoldásaként nyert termelési szerkezet munkaerő igénye ne haladja meg a rendelkezésre álló munkaerőkapacitást. A munkaerőkapacitás meghatározását azonban igen gondosan kell végezni, figyelembe véve az előregedést, az iparba történő átáramlást, a fiatalok munkába állításának lehetőségeit, az időszakonként munkába vonhatók létszámát, stb. Az így meghatározott, tehát várhatóan rendelkezésre álló munkaerő-létszámból le kell vonni a vezetés

és az adminisztráció, valamint a programozáson kívüli szférán által igényelt munkaerőt, megállapítva ezzel a programozási szférába tartozó tevékenységek folytatásához rendelkezésre álló munkaerő mennyiségét.

A tervezés kezdeti szakaszában előre nem tudjuk biztosan, hogy adott termelési szerkezetben mikor adódik a munkacsucs. Az időszakosan munkába bevonható munkaerőt itt még úgy célszerű kezelni, hogy az az év bármely szakaszában munkába állitható, ha szükség van rá, természetesen a valóságban akkor fogjuk ezeket a dolgozókat a munkába bevonni, amikor a munkacsucs szükségessé teszi. /Kivételt képez az olyan munkaerő, amelynek igénybevétele csak az év meghatározott időszakában lehetséges, pl. iskolás gyerekek./

A munkaerő mérleget időszakonként /általában havonként/ bontva építjük a modellbe, azaz a

$$/3.10./ \quad \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \leq B_i$$

formában, ahol:

a_{ij} a j-edik tevékenység fajlagos munkaidőigényét /általában munkanapban/ jelenti az i-edik időszakban /általában az i-edik hónapban/;

B_i az i-edik időszakban /hónapban/ előreláthatólag ledolgozható munkanapok számát adja.

Felmerül az a probléma, hogy a havonként ledolgozható munkanapok száma más a növénytermesztésben dolgozók és más az állattenyésztésben, traktorüzemben, stb. dolgozók esetén.

Pontos megoldást e tekintetben az adna, ha külön munkaerőmérleget dolgoznánk ki a növénytermesztésre, az állattenyésztésre, stb., és az egyes ágazatokban a dolgozókra munkaerő-átcsoportosító változókat építenénk a modellbe. Ez azonban a modellt nagymértékben bonyolíthatja és méretét megnövelheti. Általában inkább a hibalehetőséggel számolunk, s azt legfeljebb némi korrekció alkalmazásával csökkentjük. /Pl. az egyes változók munkaerő-szükségletét a ledolgozható munkanapok alapján korrigáljuk, s a modellben így szerepeltetjük, vagy a ledolgozható munkanapok számát korrigáljuk bizonyos mértékig./

Problémaként merül fel a munkanap hossza is. Ez azonban, ha a technológiák kidolgozása során munkanapban terveztünk, kiküszöbölhető, hiszen minden tevékenység technológiájának tervezésekor a munkanap adott időszakban és munkafolyamatban gyakorlatilag lehetséges hosszával /pl. 8 vagy 10 órával/ számolhatunk, s a teljesítményt ennek alapján határozzuk meg. Ezt a megoldást célszerű lehet alkalmazni. Elvileg más megoldás is elképzelhető; pl. külön változók modellbe építésével szabályozzuk a munkanapok hosszát.

3.1.2.3. Gépfelhasználási mérlegfeltételek

A gépmérlegeket géptípusonként, illetve gépkategóriánként és időszakonként dolgozzuk ki /általában szintén havi bontásban/ és építjük be a modellbe, a munkaerőhöz hasonlóan, azaz

/3.11./
$$\sum_{j=1}^n g_{ij}^h x_j \leq g_i^h$$

ahol:

g_{ij}^h a j-edik tevékenység fajlagos gépimunka-igénye műszaknapokban a h-adik géptípus iránt, az i-edik időszakban;

G_i^h a h-adik géptípus által az i-edik időszakban teljesíthető műszaknapok száma, vagyis a rendelkezésre álló kapacitás.

A /3.11./ formula előírja, hogy a h-adik géptípus iránti igény nem lehet nagyobb, mint az abból rendelkezésre álló kapacitás.* Természetesen minden géptípusra, illetve gépkategóriára annyi mérlegfeltételt állítunk össze, ahány időszakban az adott gépet használjuk.

A modell terjedelmének csökkentése céljából a számítógépre kerülő modellből itt is kihagyhatók mindazok a mérlegfeltételek, amelyek olyan időszakokra vonatkoznak, amelyekben nem várható csucsigény, vagyis, ahol a kapacitás bármilyen gyakorlatilag elképzelhető termelési szerkezet esetén meghaladja a szükségletet. Másrészt a modellben általában csak a nagyértékű gépekre vagyunk tekintettel.

Nagy modellhez vezetne, ha valamennyi gépre mérlegfeltételeket írunk elő, a legnagyobbtól a legkisebbig. Célszerű ezért csak a nagy gépekre tekintettel lenni /traktorok, önjáró betakarítógépek/, s a kis értékű gépekre nem indokolt mérlegfeltételeket beépíteni a modellbe. A megoldás

* Csáki Csaba külön formulával tárgyalja a szállítókapacitás mérlegfeltételeit. /Vö. Csáki Cs.: Mezőgazdasági vállalati távlati tervezés matematikai programozással. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1969./ Ez nem feltétlenül szükséges, hiszen a gépekre és gépi eszközökre általánosan megfogalmazott mérlegfeltételek a szállítógépekre vonatkozó mérlegfeltételeket is magukban foglalják.

elemzése során azonban ezekre is figyelemmel lehetünk, s kedvezőtlen alakulásuk esetén a földfelhasználási vagy más mérlegek célszerű változtatásával kedvezőtlen alakulásuk kiküszöbölhető. Egyébként is, normális körülmények között, a kisgépek nem korlátozhatják a termelést.

A traktormunkák kezelésével kapcsolatban általában felmerül az a probléma, hogy ugyanaz a munka különböző traktorkategóriába tartozó, illetve különböző típusu traktorokkal is elvégezhető. Lehetséges, hogy valamely munkát célszerű volna egyik traktortípussal végezni, de annak kapacitása elégtelennek bizonyul, s akadályozná egy jól jövedelmező tevékenység kiterjesztését. Az adott munka azonban egy másik szabad kapacitással rendelkező traktortípussal is végezhető, bár nagyobb költséggel. Lehetséges, hogy egy jól jövedelmező tevékenység kiterjesztése még akkor is célszerű, ha a munkák egy részét költségesebb géppel végezzük. A probléma a géptípusok kapacitását átcsoportosító változók modellbe építésével megoldható.

Másrészt a gépi munkák kezelése során felmerül a kettős vagy a nyújtott műszak lehetősége. Mivel azonban a munkák egy része kettős műszakban is elvégezhető, más részük azonban nem, a probléma megoldása nem egyszerű. Gyakorlatilag elfogadható megoldást kapunk, ha a gépek műszakkapacitását bizonyos mértékig nyújtott műszakban tervezzük. Olyan hosszú műszakkal számolhatunk, amilyen - becslésünk szerint - , az adott időszakban végzendő munkákat figyelembe véve, reálisnak mutatkozik, vagy pedig a termelés fajlagos műszakigényét tervezzük, eleve nyújtott műszakkal. Természetesen egy-egy gépi számítás elemzésének eredményeképpen a modell adatait, célfüggvényét és feltételrendszerét többször is változtathatjuk. Esetleg arról is szó lehet, hogy a munkák egy részét az agrotechnikailag optimális időn kívül kell elvégezni.

A géppark bővítésére és összetételének javítására is van lehetőség, ugynevezett gépbeszerzési /új beruházási/ változók modellbe építésével. E probléma megnyugtató megoldása azonban a 3.3. pontban tárgyalandó modellben lehetséges.

3.1.2.4. Anyagfelhasználási mérlegfeltételek

A technológiai tervekben tevékenységenként megtervezzük a különböző anyagok felhasználását, egységnyi termék termeléséhez. A modellben egy-egy anyagra /természetes egységben vagy pénzértékben/ csak akkor célszerű külön mérleget szerepeltetni, ha nem szerezhető be kellő mennyiségben. Azon anyagok esetében, amelyek beszerzése, s így felhasználása nem korlátozott, illetve csak együttes beszerzésüket korlátozza a vállalat rendelkezésére álló pénzkeret, célszerű lehet úgy eljárni, hogy összességükre egy aggregált pénzfelhasználási mérleget állítsunk össze.

Az előbbi esetben a

$$/3.12./ \quad \sum_{j=1}^n s_j^h x_j \leq s^h \quad ,$$

az utóbbi esetben pedig a

$$/3.13./ \quad \sum_{j=1}^n t_j x_j \leq c$$

mérleget alkalmazhatjuk, ahol:

s_j^h a j-edik tevékenység egysége által igényelt h-adik anyag;

- S^h a h-adik anyagból felhasználható mennyiség;
 t_j a j-edik tevékenység egysége által igényelt
- az aggregált mérlegben figyelembe vett anyagokból adódó - anyagköltség;
C az aggregált mérlegben szereplő anyagok beszerzésére felhasználható pénzkeret.

A /3.13./ formula alkalmazása esetén a különböző anyagokból felhasználandó mennyiségek a technológiai tervek és termelési szerkezet alapján meghatározhatók.

3.1.2.5. Takarmány-mérlegfeltételek^{*}

A takarmánymérlegek modellbe építésével célunk a takarmánytermesztés, a takarmányvásárlás és a takarmányeladás, valamint az állattenyésztés takarmányigénye közötti összhang megteremtése.

Az állattenyésztési technológiák kidolgozása során adott állatcsoport számára a szükséges táplálóanyag-mennyiségeket is - általában az évi szükségletet - megtervezzük. Ugyancsak itt tervezzük meg az adott állatfaj biológiai igényét, figyelembe véve azt, hogy legalább, illetve legfeljebb mennyi abrakot, szálas-, zöld- és lédús takarmányt, valamint takarmányszalmát fogyaszthat az év folyamán az adott állatfaj, illetve állatcsoport. Esetenként egyes takarmányokra is előírunk mennyiségi korlátokat. Általában célszerűnek látszik - és ez gyakorlatilag lehetséges és szükséges is - mind a táplálóanyagokra, mind az egyes takarmányokra, illetve takarmánycsoportokra a szükségletet intervallumban megadni. Ez elősegíti a megoldás rugalmasságát,

^{*} A takarmány-mérlegfeltételeket fontosságuknál fogva külön, a többi anyagmérlegektől elkülönítve tartom célszerűnek tárgyalni.

és általában elkerülhetővé teszi, hogy ellentmondásos, ezért megoldhatatlan modellt állítsunk össze, s egyben a takarmányok közötti verseny lehetőségét is megteremti, illetve kiszélesíti.

Az állattenyésztési technológiák tervezése során célszerű azokat a vásárlásból tervezett takarmányokat, amelyek felhasználható mennyiségét pontosan előírjuk, a technológiában rögzített értékkel megtervezni. E takarmányok mennyiségeit - illetve táplálóanyag-tartalmukat - a szükségletből levonva, kapjuk a programozási szférában biztosítandó táplálóanyag- és takarmánymennyiségeket. Ez elkerülhetővé teszi, hogy e takarmányokat külön változóként építsük a modellbe.

Másrészt a növénytermesztési technológiában, valamint a piaci tevékenységek tervében megtervezzük az árunövények és takarmánynövények termelése során nyerhető takarmányokat és azok táplálóanyag-tartalmát, a rét és a legelő takarmány- és táplálóanyag-hozamát, s a piaci tevékenységek által nyerhető /vagy eladásra kerülő/ takarmányokat és ezek táplálóanyag-tartalmát.

A mérlegfeltételeket úgy építjük a modellbe, hogy az összes takarmánytermelés és takarmányvásárlás, levonva ebből a takarmányeladást, annyi takarmányt, illetve a különböző táplálóanyagokból olyan mennyiséget biztosítson, amely legalább az állattenyésztés alsó intervallumban meghatározott szükségletét fedezi, de nem haladja meg a szükséglet felső intervallumát.

Ha

x_j^t jelenti a j-edik takarmányt adó változó terjedelmét,

$x_j^{t'}$ a j-edik takarmányt igénylő változó terjedelmét^{*}, és

q_{ij} illetve q'_{ij} egységnyi j-edik tevékenység által nyerhető, illetve azáltal igényelt i-edik táplálóanyagot vagy takarmányt, illetve

$q'_{ij,0}$ a j-edik takarmányt vagy táplálóanyagot igénylő változó által az i-edik takarmány vagy táplálóanyag iránti igény alsó határát, s

$q_{ij,0}^o$ a felső határát jelenti,

a mérlegfeltételeket a következők szerint fogalmazhatjuk meg:

$$/3.14./ \quad \sum_{j=1}^n q_{ij} x_j^t \geq \sum_{j=1}^n q'_{ij,0} x_j^{t'}$$

és

$$/3.15./ \quad \sum_{j=1}^n q_{ij} x_j^t \leq \sum_{j=1}^n q_{ij,0}^o x_j^{t'}$$

Mint a formulákból kitűnik, a /3.14./ azt írja elő, hogy a termelés és vásárlás legalább az eladást és a szükséglet alsó határát biztosítsa, illetve a /3.15./ szerint a termelés és vásárlás legfeljebb az eladást és az állattenyésztés által felhasználható legnagyobb mennyiséget biztosítsa a különböző táplálóanyagokból, takarmányokból, illetve takarmánycsoportokból.

* Az x_j^t és $x_j^{t'}$ szimbólumok esetén a t, illetve t' valójában nem indexek, hanem kizárólag a tevékenység jellegét /takarmányt adó vagy igénylő/ jelölik.

Az előbbi formulákat átrendezve, kapjuk a

$$/3.16./ \quad \sum_{j=1}^n q_{ij} x_j^t - \sum_{j=1}^n q'_{ij_0} x_j^t \cong 0,$$

illetve a

$$/3.17./ \quad \sum_{j=1}^n q_{ij} x_j^t - \sum_{j=1}^n q'_{ij} x_j^t \leq 0$$

formulákat.

A /3.16./ formulát minusz 1-gyel beszorozhatjuk, hogy ezzel az egyenlőtlenség irányát megváltoztassuk, azaz

$$/3.18./ \quad - \sum_{j=1}^n q_{ij} x_j^t + \sum_{j=1}^n q'_{ij_0} x_j^t \leq 0,$$

és ha a minusz előjeleket a Σ mögé bevisszük, végeredményben a következőkhöz jutunk:

$$/3.19./ \quad \sum_{j=1}^n \left(- q_{ij} x_j^t \right) + \sum_{j=1}^n q'_{ij_0} x_j^t \leq 0,$$

illetve a /3.17./ formula esetén

$$/3.20./ \quad \sum_{j=1}^n q_{ij} x_j^t + \sum_{j=1}^n \left(- q'_{ij} x_j^t \right) \leq 0.$$

Többen megkísérelték már olyan modell összeállítását, amely állatcsoportonként, esetleg ezen belül takarmányozási időszakonként meg kívánja tervezni a takarmány-szükségletet. Elméletileg a modell olyan részletezett formában is felépíthető, hogy segítségével a takarmány-

adagok is megtervezhetők.* A probléma ilyen részletes megoldása azonban hallatlanul megnöveli a modell terjedelmét. Különösen a középtávu tervezés során nem célszerű ilyen részletes tervezéshez folyamodni. Tapasztalatunk szerint a /3.19./ és /3.20./ alatt megfogalmazott mérlegfeltételek gyakorlatilag kielégítő eredményhez vezetnek, egyrészt élettahilag is megfelelő takarmánymérleg összeállítását eredményezik, másrészt biztosítják a versenyt az állattenyésztésen belül, a takarmánytermelésen belül, valamint az állattenyésztés, a takarmánytermelés és -vásárlás, és egyéb /árunövénytermelési, takarmányeladási, stb./ tevékenységek között. Tegyük hozzá, hogy többszáz változó és többszáz mérlegfeltétel modellbe építése sem válik ekkor szükségessé, így az egész modell sokszorta kisebb méretű lesz, illetve fontosabb kérdésekre koncentrálhat.~~***~~

3.1.2.6. Férőhely- és tárolóhely-mérlegfeltételek

Az állattenyésztés és az állattartás méretét behatárolja a rendelkezésre álló férőhely. A termékek és anyagok, valamint a gépek tárolásának is vannak épület-, tárolóhely-igényei. A matematikai modellben fontos lehet annak előírása, hogy a különböző épületek, férőhelyek és tárolóhelyek iránti igény ne haladja meg az adott épületből rendelkezésre álló kapacitást. A férőhely- és tárolóhely-mérlegfeltételeket úgy kell megszerkeszteni, hogy azokban

* Ez esetben tulajdonképpen "A takarmánygazdálkodás matematikai tervezése" /Akadémiai Kiadó, Budapest, 1969/. c. könyvben 42-58. és 105-111. old. leírt modell alkalmazható.

~~***~~ Az eljárás tulajdonképpen az előbbi lábjegyzetben idézett könyvben leírt /111-122. old./ "globális módszert" követi.

kifejezésre juttassuk: egy adott tárolóhely többféle termék tárolására is alkalmas, a termékek azonos vagy eltérő időben veszik igénybe a tárolóhelyet, illetve az adott típusu tárolóhelyet. Másrészt az adás-vételi lehetőségeket is kifejezésre kell juttatnunk e feltételekben, pl. mikor célszerű vagy szükségszerű a termékeket eladni, vagy a különböző anyagokat megvásárolni? Helyesnek látszik az azonos típusu tárolóhelyekre időszakonkénti mérlegfeltételt beépíteni a modellbe. Speciális tárolóhelyekre - amelyeket általában csak egyféle termék vagy anyag tárolására használunk - egyedi mérlegek építhetők a modellbe. Hasonlóképpen az állattenyésztésben, illetve az állattartásban a férőhely-ellátottságra vonatkozó mérlegfeltételek lehetnek egyedi /legtöbbször ez szükséges/, vagy csoportosak.

Természetesen, ha a férőhely, tárolóhely adott, úgy azt az adott szinten általában felső korlátként tekintjük. Ha a férőhely és tárolóhely bővíthető, azt külön változó /új beruházási változó/ modellbe építésével oldjuk meg. Általában a gépekre vonatkozó mérlegfeltételekkel azonos elvek alapján lehet e mérlegfeltételeket megszerkeszteni. Itt azonban legtöbbször nem szükséges a költségek felosztása proporcionális és fix költségekre, hanem az összes költség fix-költségként kezelhető.*

* Meg kell jegyeznünk, hogy a könyvben használt "proporcionális" és "fix" költségcsoportok alatt mindvégig a számvitelből jól ismert és a költségeket jellegük szerint csoportosító "változó" és "állandó" költségeket értjük. Az általunk proporcionálisnak nevezett költségek tehát a valóságban vagy proporcionálisan, vagy progresszíven, vagy pedig degresszíven változnak.
/Lábj. folyt. lásd: 87. old./

3.1.2.7. Egyéb mérlegfeltételek

E csoportba sorolok minden olyan mérlegfeltételt, amely az eddigiekben még nem szerepelt. Ezen belül is több csoportot lehetne megkülönböztetni, pl. piaci feltételeket tükröző mérlegfeltételeket, belső vállalati arányok biztosítását célzó feltételeket, továbbá olyan feltételeket, mint az öntözőviz-kapacitás vagy az öntözhető terület korlátozottságát kifejező feltételeket, bizonyos szintű foglalkoztatottságot vagy munkabért, illetve részesedést előíró feltételeket, stb.

A piaci helyzet figyelembevételét általában az adott termékek termőterületére előírt alsó vagy felső, esetleg alsó és felső korlátok modellbe építésével is megoldhatjuk /3.6.-3.7./. Ha ez lehetséges, alkalmazása egyszerűségénél fogva célszerű. Szükség esetén azonban a termelendő mennyiségre is előírhatunk korlátokat a /3.6.-3.7./ formulák értelemszerű felhasználásával. Ugyanigy járhatunk el a belső vállalati arányok biztosítását célzó mérlegfeltételek kidolgozása során.

/Lábj.folyt.a 86. old.-ról/

Annak érdekében azonban, hogy minden esetben világos legyen; a költségről, mint változóról, vagy a változó költségről van-e szó, általában valamennyi változó költséget proporcionálisnak, míg az állandó költségeket fixnek nevezünk. Ezeknek az elnevezéseknek az alkalmazása egyébként - mint később kifejtjük - a lineáris programozásban a modell oldaláról nézve még jogosnak is tekinthető. A proporcionális és fix költségekkel később még részletesebben foglalkozunk.

Ha a vállalatnál öntözéses termelés is folyik, korlátozott lehet az öntözésre berendezett terület vagy az öntözővíz-mennyiség. Az előbbi esetben szintén a /3.6.-3.7./ feltételek alkalmazhatók, természetesen talajtípusonként véve figyelembe az öntözésre berendezett területet. Az öntözővíz korlátozott rendelkezésre állása esetén viszont az anyagmérlegeknél elmondottak /3.12./ célszerű alkalmazása ad megoldást. Ez esetben azonban szükségessé válhat, hogy az öntözési időny különböző időszakaira /pl. hónapokra/ külön mérlegfeltételeket is beépítsünk a modellbe.

Az egyes változókhoz tartozó technológiai lapokon kidolgozzuk a munkabér, illetve részesedési tervet. Szükséges lehet ezekre vonatkozólag is alsó vagy felső korlátok beépítése a modellbe. Hasonlóképpen szükségessé válhat beruházási vagy hitelfelvételi korlátok, stb. kidolgozása is.*

3.1.3. A célfüggvény

A mérlegfeltételek a változók értékeit bizonyos határok között korlátozzák, azaz behatárolják a lehetséges tervváltozatok halmazát. E halmaz azonban még számtalan sok tervváltozatot tartalmaz. A célfüggvényben fogalmazzuk meg, hogy e sokféle tervváltozat, mint lehetőség közül hogyan, milyen céllal /vagy célokkal/ válasszunk ki egyet vagy többet, amelyet optimálisnak tekintünk. A célfüggvénynek tehát kitüntetett szerepe van a modellben, ezért annak tartalmát nagyon gondosan kell meghatározni.

* Ezekről később még részletesebben lesz szó.

A célfüggvény közgazdasági tartalmának eldöntése igen bonyolult kérdés, és többoldalu vizsgálatot igényel, ezért annak tárgyalását későbbre halasztjuk, s itt csak a matematikai megfogalmazását adjuk.

Ha p_j -vel jelöljük a j -edik tevékenységgel elérhető fajlagos jövedelmet, akkor a célfüggvény a

$$/3.21./ \quad \sum_{j=1}^n p_j x_j \longrightarrow \text{extrém}$$

formulával fogalmazható meg. Keressük tehát az adott függvény feltételes szélső értékét /maximumát vagy pl. költségfüggvény esetén minimumát/.

Későbbiekben látni fogjuk, hogy a célfüggvénnyel kapcsolatban nemcsak az jelent problémát, hogy annak közgazdasági tartalmát célszerűen határozzuk meg. Adott közgazdasági tartalmat tekintve is többféleképpen, más-más szemléletmóddal alakítható ki a célfüggvény.

Mint a későbbiekben látni fogjuk, a fentiekben ismertetett modell éppen a célfüggvény szemléletbeli hibája miatt alkalmatlan mezőgazdasági vállalatok fejlesztési terveinek megvalósítására, legfeljebb éves tervezésre használható. A 3.3. pontban tárgyalásra kerülő modell leglényegesebb vonása éppen az, hogy a célfüggvény reális kezelését biztosítja.

3.2. A termelési tényezők jellemzése

A továbbiakban ismertetésre kerülő modellek tárgyalása előtt elvi megalapozásuk, szükségességük és alkalmazásuk célszerűségének megvilágítása céljából is, vizsgálunk kell a mezőgazdasági termelés tényezőit.

A mezőgazdasági termelés tényezőinek fogalmához sorolom mindazokat az objektív és szubjektív tényezőket, amelyek a mezőgazdasági vállalatok termelésére, illetve termelési tevékenységére valamilyen módon és formában hatást gyakorolnak. Ezek szerint ide sorolható a földterület nagysága, minőségi tulajdonságai, és domborzata, illetve minőségi tulajdonságai és domborzat szerinti megoszlása, az éghajlati és időjárási tényezők, a vállalat területi elhelyezkedése, a környezet /partnerek elhelyezkedése, helyzete és magatartása/, az állami irányítás formája, a közgazdasági irányító eszközök köre és tartalmi kérdései, vagy a direkt irányítás köre, tartalma és formája, a piaci- és árviszonyok, a munkaerőhelyzet, az állóeszköz-ellátottság, az öntözési lehetőség és az öntözés módja, illetve lehetséges módjai, a vállalat pénzügyi helyzete, stb. De ide sorolhatók olyan tényezők is, mint a szakember-ellátottság, a vezetés szervezete és színvonala, a vezetők és a dolgozók felfogása, szakképzettsége, munkafegyelme, lelkesedése, az anyagi ösztönzés rendszere, stb.

E sokféle tényező összefüggő komplex rendszert alkotva fejti ki hatását, egyrészt az elérhető fajlagos hozamokra és a költségekre, másrészt a termelés méretére és szerkezetére, valamint a lehetséges termelési technológiákra.

Az 1.1. pontban foglalkoztunk a mezőgazdasági vállalatok komplex tervezése során adódó négy alapvető döntési feladattal, rámutatva, hogy azok között igen bonyolult, komplex kapcsolat van.

A termelési tényezők rendelkezésre állása, vagy változtathatósága nagymértékben befolyásolja mind a fajlagos hozamokat és az alkalmazható termelési technológiákat, mind a termelési szerkezetet. A termelési szerkezetre, a fajlagos hozamokra és a technológiai változatokra hozott döntések viszont a termelési tényezők meghatározott rendelkezésre állását feltételezik. Ha a termelési tényezők adottak, akkor a fajlagos hozamokra és a technológiai változatokra vonatkozó döntések nagymértékben behatárolják a szerkezetre hozható döntéseket, vagy a szerkezeti döntések a fajlagos hozamokra és a technológiákra vonatkozó döntési lehetőségeket. Ugyancsak összefüggés van a fajlagos hozamok és a technológiákra vonatkozó döntések között. Ha tehát a négy alapvető döntési feladatból hármat eldöntöttünk, a negyedike vonatkozó döntési lehetőségünk nagymértékben behatárolt. A 3.1. pontban ismertetett modellben ez jelenti az egyik alapvető problémát. Mivel a négy alapvető döntési feladat között szoros és kölcsönös kapcsolat van, azokban egyszerre, összefüggésükben célszerű dönteni. A különböző termelési tényezők speciális szerepe, részbeni meghatározottsága és sokfélesége e tényezők részletesebb előzetes vizsgálatát kívánja meg.

Mint már arról szó volt, a termelési tényezők mind a termelési technológiákra és a hozamokra, mind a termelési szerkezetre vonatkozó döntéseket befolyásolják.

A földterület minőségi tulajdonságainak és domborzatának, de nagyságának is, az éghajlati, illetve időjárási tényezőknak, a rendelkezésre álló vagy beszerezhető eszközöknek, a munkaerő-helyzetnek, stb. jelentős befolyása van az elérhető fajlagos hozamokra, a fajlagos költségekre, az alkalmazandó technológiára, de a termelési szerkezetre is. Ugyanazon termelési tényező tehát mind a fajlagos hozamokra és a technológiai döntésekre, mind a szerkezeti döntésekre hatással van, vagyis maguk a termelési tényezők nem csoportosíthatók aszerint, hogy a technológiai, a hozam vagy a szerkezeti döntésekre vannak-e befolyással, de hatásuk ilyen alapon csoportosítható.

A technológiai és a hozamokra vonatkozó döntések során alkalmazkodnunk kell a termelési tényezőkhöz a fajlagos hozam- és költségmutatók meghatározása, a termelési és a munkafolyamatok időbeli elosztásának ütemezése, a munkafolyamatok elvégzésének módja tekintetében, figyelembe véve természetesen a termelési tényezők változtathatóságának lehetőségeit.

A termelési tényezők egy részét az jellemzi, hogy mennyisége és minősége adott időszakban meghatározott, s ezen - legalábbis jelentősen - nem áll módunkban változtatni /pl. éghajlati tényezők/, más részük azonban változtatható /pl. a traktorok száma és típusa, stb/. Kérdés lehet azonban, hogy az utóbbiakat milyen mértékben és irányban célszerű megváltoztatni.

Általában azok a termelési tényezők is, amelyek változtatása nem áll módunkban, többféle hozamot és technológiai megoldást tesznek lehetővé, nem is beszélve azokról a tényezőkről, amelyek változtatása módunkban áll. Mind-

ebből adódóan, valamely termék termelése adott vállalat keretei között többféle - számtalan sok - technológiai változattal és fajlagos hozammal lehetséges. Egyelőre tekintsünk el a fajlagos hozamok vizsgálatától - később azzal is foglalkozunk -, s irányítsuk a figyelmünket a termelési technológiákra, adott fajlagos hozamokat feltételezve. Nagy jelentőségű kérdés annak eldöntése, hogy a lehetséges technológiai változatok közül melyik alkalmazása volna legcélszerűbb az adott vállalat feltételei között. Ennek eldöntése nehéz feladat, s vizsgálata során a következő főbb kérdéseket kell figyelembe venni:

a/ A termelési tényezők egy része olyan, hogy konkrét formájában adott technológiai elemeket egyértelműen meghatároz. Például, ha valamely termék betakarításához egy adott betakarítógép-típus áll rendelkezésünkre, akkor e termék betakarításának technológiája egyértelműen meghatározott lehet.

b/ Más termelési tényezők valamely termék adott technológiai elemének csak néhány alternatív változatát teszik lehetővé. Például, ha a talajtipusok száma 2-3, akkor a talajt tekintve, csak két-három technológiai változat lehetséges, vagy ha két-háromféle betakarítógép-típus áll rendelkezésre valamely termék betakarításához /vagy 2-3 típus szerezhető be/, e termék betakarítási technológiája 2-3 változat szerint lehetséges.

c/ Ismét más termelési tényezők végtelen sokféle technológiai változatot tesznek lehetővé. Például a felhasználásra kerülő műtrágya mennyisége és összetétele - mint folytonos változó - végtelen sokféle lehet.

d/ Végül, a termelési tényezők egy része a technológiai változatok lehetséges számára nézve közömbös. Pl. a levegő CO₂ tartalma a termelésnek feltétlen tényezője, hiányában termelés nem képzelhető el, de olyan mennyiségben áll rendelkezésre, hogy hatásától általában eltekinthetünk. /Valójában elképzelhető a CO₂ mesterséges adagolása, pl. az üvegházban, ahol az adagolt mennyiség szerint különböző technológiai változatok megkülönböztethetők./

Az a/ és a d/ pont alatt csoportosított termelési tényezők vizsgálata a lehetséges technológiai változatok meghatározása szempontjából nem vet fel döntési lehetőséget. Az ide tartozó tényezők vagy egyértelműen meghatározzák az adott technológiai elemet, vagy közömbösek a technológiai változatokkal szemben.

A b/ pontba sorolható termelési tényezők véges számu és legtöbbször kevés technológiai változat vizsgálatát teszik szükségessé, ezért elvileg e változatok kidolgozása, összehasonlítása és vizsgálata teljeskörűen lehetséges. Problémát jelent azonban, hogy az ilyen jellegű termelési tényezők által lehetővé tett technológiai változatok egymással is kombinálhatók. E kombinációk már nagyszámu technológiai rendszer változat-vizsgálatát teszik szükségessé. Ha pl. valamely termék termelése során háromféle talajelőkészítés, háromféle vetés és háromféle betakarítási mód lehetséges, akkor már 27-féle technológiai rendszer-változatot állíthatunk elő.

Mivel azonban az e csoportba sorolható termelési tényezők bármilyen nagyszámu, de mégis csak véges számu technológiai rendszer-változatot tesznek lehetővé, elvileg nincs akadálya az összes lehetséges változatok kidolgozásának

és vizsgálatának, bár gyakorlatilag - éppen nagy számuk miatt - az összes lehetséges változat vizsgálatáról le kell mondanunk. A problémát ezideig azzal igyekeztek áthidalni, hogy a sokféle lehetséges technológiai változat közül csak a kevés számú, legjobbnak tartott változatot vagy változatokat dolgoztak ki és vizsgálták meg. Ez azonban nem tekinthető kielégítő megoldásnak. Egyrészt az összes lehetséges változatok vizsgálata nélkül aligha lehetséges a legjobb változat vagy változatok kiválasztása a hagyományos módszerek keretei között. Másrészt az, hogy melyik technológiai változat a legjobb, függ a termelési szerkezettől és a fajlagos hozamoktól is. A technológiai változatoknak a termelési szerkezettől függetlenített vizsgálata, még ha az összes lehetséges technológiai változat rendelkezésünkre állna is, nagyon rosszul orientálhat bennünket. Lehetséges ugyanis, hogy egy önmagában vizsgálva, jó jövedelmezőséget mutató technológiai változat az egész vállalati komplexumot tekintve rosszabb eredményt ad, mint egy önmagában vizsgálva, kevésbé jövedelmező technológiai változat.

A probléma végleges megnyugtató megoldását olyan módszertani eljárás kidolgozása teszi lehetővé, amelyben a termelési szerkezet és a változtatható termelési tényezők összefüggő optimalizálásával egyidejűleg az optimális technológiai rendszereket is matematikai programozással tervezzük meg.

A c/ pontban foglalt termelési tényezők méginkább megnehezítik a döntést. Ezek folytonos mennyiségi változóként viselkednek, s egy-egy tényező is végtelen sok értéket felvehet, így végtelen sokféle technológiai változatot tesz lehetővé. Hatásuk lineáris és nemlineáris formában egyaránt jelentkezhet.

E tényezők vizsgálatát és modellbe építését általában különböző pontokban felvett értékek alapján végezzük, de igazán függvényyszerű elemzésük vezetne célhoz. Célszerűen lehet alkalmazni a regressziós analízist, amelyben képet kaphatunk arról, hogy a folytonosan változó termelési tényezők milyen mértékben befolyásolják a termelési költségek és a hozamok változását, s milyen - lineáris vagy nemlineáris - törvényszerűségek alapján fejtik ki hatásukat. Többváltozós regressziós függvények alkalmazásával természetesen egyszerre több tényező hatásának vizsgálata is lehetséges.

A regressziós analízis során kapott függvények modellbe építése azonban igen bonyolult feladat, s jelenleg ennek gyakorlati, gazdasági alkalmazása megoldhatatlan problémához vezet. Ezért is célszerű lehet e függvény néhány kiragadott pontját felhasználva, véges számú - nem nagy számú - technológiai változatot kidolgozni és a matematikai modellbe építeni.

A technológiai rendszer változatoknak pusztán logikai módszerrel sok változatban történő kidolgozása hosszú időt, sok munkát és költséget igényel. Ha például valamely termék termelését tekintve, tízféle termelési tényező figyelembevétele szükséges a technológiai változatok tervezése során, s mindegyik tényezőnek csak ötféle változata lehetséges, akkor az adott termék lehetséges technológiáinak száma, minden technológiát komplexen kidolgozva: $5^{10} = 9\ 765\ 625$.

A lehetséges technológiai változatok számát, n -féle termelési tényező esetén, az alábbi formula szerint lehet kiszámítani:

$$\mu_1 \cdot \mu_2 \cdot \mu_3 \cdot \dots \cdot \mu_n ,$$

azaz

$$\prod_{j=1}^n \mu_j \quad (j=1,2,3,\dots, n) ,$$

ahol:

μ_j a j-edik termelési tényező lehetséges változatainak számát mutatja,

$\prod$ a szorzást szimbolizálja.

Ha például a buza háromféle talajtipuson termesztethető, s mindegyik talajtipuson ötféle műtrágya-adaggal, háromféle talajelőkészítéssel, kétféle vetéssel és kétféle betakarítással, s a többi munkafolyamat minden technológiai változatnál azonos, akkor a lehetséges technológiai változatok száma máris $3 \cdot 5 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 2 = 180$ féle!

A technológiai változatok hagyományos módszerrel történő összeállítása során ilyen sokféle változat kidolgozására aligha vállalkozhatunk. Bár a búzát illetően szerényen számoltunk, de ez esetben tíz termék esetén már 1800-féle technológiai változat kidolgozásának és modellbe építésének a szükségessége merülne fel, ami - ha a technológiai változatokat ki is dolgoznánk - olyan nagyméretű matematikai modellhez vezetne, amely munkaigény és költségcsökkenés miatt nagymértékben megnehezítené a matematikai programozás gyakorlati alkalmazását a mezőgazdaságban.

Ha a technológiai változatokat a termelési szerkezet és a termelési források optimalizálásával összefüggésben egyidejűleg matematikai programozással tervezzük meg, egyrészt sokkal kisebb matematikai modellhez jutunk, másrészt ténylegesen "optimális" - mégpedig a termelési szerkezettel összefüggően optimális - technológiai változatokhoz jutunk. Ekkor nincs szükség az összes lehetséges technológiai változat komplex kimunkálására, hanem az alapadatok alapján az optimális technológiai változatot maga a számítógép állítja össze.

Hasonlóképpen befolyásolják a termelési tényezők az elérhető, illetve megtervezhető fajlagos hozamokat. /Természetesen nem szabad megfeledkeznünk a fajlagos hozamok és a termelési technológiák kapcsolatáról sem, mint arról már szó volt./ Ezzel kapcsolatban még két probléma merül fel. Egyrészt a termelési tényezők és az átlaghozamok között nemlineáris kapcsolatot találunk. E nemlineáris kapcsolat felderítése, paramétereinek meghatározása igen nehéz, s az információ jelenlegi színvonala mellett megoldhatatlan. Másrészt az elérhető legmagasabb fajlagos hozamoknál jelentősebb az adott körülmények között optimális fajlagos hozamok meghatározása.

A termelési tényezők - mint arról már szó volt - nemcsak abból a szempontból vizsgálhatók, hogy milyen fajlagos hozamok és technológiai variánsok alkalmazását teszik lehetővé, hanem olyan szempontból is, hogy mennyiségük - adott minőségben és választékban - egyértelműen meghatározott, vagy - esetleg bizonyos határok között - változtatható.

A kérdés vizsgálatát az teszi érdekessé, hogy mind a lehetséges technológiai változatokat, mind azok megvalósítható méretét, mind az átlaghozamokat bizonyos mértékig behatárolja az, hogy milyen termelési tényezők állnak rendelkezésre és milyen mennyiségben. Ebből adódóan a termelési tényezők korlátozó tényezőként veendők figyelembe.*

Attól függően, hogy a termelési tényezők mennyisége adott, meghatározott vagy változtatható, azokat mint korlátozó tényezőket két csoportba sorolhatjuk:

1. Merev korlátok. Ide soroljuk azokat a termelési tényezőket, amelyek adott időszakban – vagy a tervidőszakban – meghatározott mennyiségben állnak rendelkezésre, mennyiségük változtatása lehetetlen vagy nagy nehézségekbe ütközik, illetve valamilyen ok miatt nem kívánatos vagy nem célszerű. E definícióból az is következik, hogy a merev korlátok nem abszolút merevek, hiszen a valóságban nincs is olyan termelési tényező, amelynek mennyiségi változtatása teljesen lehetetlen volna. Egy részüket azonban, bár elvileg és gyakorlatilag változtathatnánk, vagy azért, mert változtatásuk nagyon nehéz, vagy nagy áldozatot igényelne, vagy más okból, esetleg éppen szubjektív okokból, nem kívánjuk változtatni.

A mezőgazdasági vállalatoknál a merev korlátok közé sorolhatjuk általában a földterület nagyságát, talajtípusok és

* Lásd még Csáki Csaba: Mezőgazdasági vállalati távlati tervezés matematikai programozással. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1969., Tóth József: A termelési szerkezet és források optimunának meghatározása. Statisztikai Szemle, 1969. 5.sz., Tóth József: A termelési tényezők felhasználásának optimalizálása a mezőgazdaságban. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1973.

domborzat szerinti megoszlását, egyes érvényes és várható rendelkezéseket és gazdasági szabályozókat, illetve az általuk megszabott korlátokat, esetleg a központi készlet-gazdálkodásba vont termelési eszközökből beszerezhető mennyiségeket - különösen centralizált gazdaságirányítási rendszerben - és a termelőszövetkezetekben általában a munkaerőt.

2. Rugalmas korlátok. Ebbe a csoportba sorolhatjuk azokat a termelési tényezőket, amelyek változtatása nem ütközik nehézségekbe, mennyiségük viszonylag tág határok között, tetszés szerint változtatható, s amelyeket mindaddig célszerű változtatni, ameddig változtatásuk jövedelmező vagy más szempontból előnyös. Ide tartoznak a korlátlanul beszerezhető termelési eszközök, az állami gazdaságokban általában a munkaerő, stb. E megfontolás azt indokolja, hogy ezeket a termelési tényezőket ugyanugy változóként tekintjük a modellben, mint bármely termelési tevékenységet.

A termelési tényezőknek a merev vagy a rugalmas korlátok csoportjába történő besorolása természetesen viszonylagos.

Ahogy általában a merev korlátok sem abszolút merevek, ugyanugy a rugalmas korlátok sem abszolút rugalmasak. A rugalmasság nem jelenti azt, hogy az adott korlát értéke nullától a végtelenig változtatható, csak azt, hogy adott viszonyok és feltételek között a korlát merevsége feloldható, vagy viszonylag széles határok között tágítható. Ha például feltételezzük, hogy egy mezőgazdasági vállalatnak adott traktortípusból 10 db áll a rendelkezésére, s a termelési szerkezet bármilyen gyakorlatilag elfogadható változtatása sem emeli fel a szükségletet 20 db fölé, viszont a piaci helyzet olyan, hogy 10 db traktor bármikor besze-

rezhető, akkor az adott traktortípus az adott vállalat számára nem jelent termelési korlátot. /A használt és az új traktorok értékelésével kapcsolatos problémák vizsgálatától eltekintünk./

A modell megoldásának eredményeképpen természetesen olyan termelési szerkezethez is eljuthatunk, hogy még a meglévő 10 db traktor felhasználása sem lehetséges. Ez esetben, ha arra lehetőség van, egy részüket eladhatjuk. Előfordulhat elvileg az is, hogy e traktorok eladása is korlátozott, például csak 5 db eladása válik lehetővé, vagy legalább 5 db traktor felhasználásához esetleg ragszkodunk. Ekkor a traktorszükségletet a modellben 5-20 db között korlátozni kell. Ez mit sem változtat a korlát rugalmasságán, hiszen az 5-20 intervallumon belül az adott traktortípus darabszáma rugalmasan változhat, s a konkrét értéket a jövedelmezőség - esetleg más - szempontjai döntenek el.

Másrészt a termelési tényezők besorolása a merev vagy a rugalmas korlátok csoportjába, olyan szempontból is viszonylagos, hogy adott termelési tényező az egyik vállalatnál vagy egyik időszakban merev, a másik vállalatnál vagy a másik időszakban rugalmas korlátként kezelhető.

Más szempontból a termelési tényezőket, mint korlátozó tényezőket, ismét két csoportba sorolhatjuk.

1. Abszolút korlátok. Abszolút korlátról akkor beszélhetünk, ha valamely termelési tényező rendelkezésre álló mennyiségét abszolút értékben határozzuk meg, mint korlátot. Például abszolút értékben határozzuk meg általában

a rendelkezésre álló földterületet. Ugyancsak abszolút /természetes mértékegységben vagy pénzértékben kifejezett/ korlátot írhatunk elő bizonyos anyagok felhasználására. Egy-egy termék termelésére vagy termőterületére is előírhatunk abszolút korlátot, csakugy, mint a belső vállalati arányok vagy a külső piaci kapcsolatok biztosítására, stb.

2. Relatív korlátok. Ha valamely adott termelési tényezőt vagy tevékenységet nem abszolút értelemben korlátozzuk, hanem a termelési és technológiai szerkezettől, valamint a fajlagos hozamoktól függő, viszonylagos korlátot írunk elő, akkor relatív korlátról beszélhetünk. Ilyenek például a takarmánymérleg egyensúlyának biztosítását előíró korlátok, ahol csak azt kívánjuk meg, hogy az állattenyésztés és a takarmánytermelés /takarmányvásárlás/ között meghatározott arányt /mérlegszerűséget/ kell biztosítani. De relatív korlátokat írhatunk elő általában az anyagfelhasználásra és a gépekre, az eszközökre is, ha azok "korlátlan" mennyiségben beszerezhetők.

Mind az abszolút, mind a relatív korlátok lehetnek merev vagy rugalmas korlátok, illetve mind a merev, mind a rugalmas korlátok lehetnek abszolút vagy relatív korlátok.

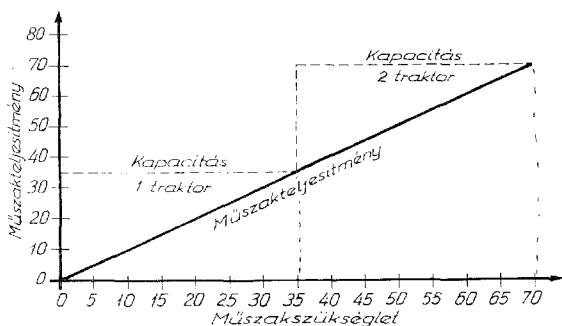
Mint az előzőekben már láttuk, a termelési tényezők egy része folytonos mennyiségi változóként fogható fel, s adott határok között bármely /egész számu vagy tört/ értéket felvehet. Így például 210 q műtrágyát elvileg éppen úgy beszerezhetünk és felhasználhatunk, mint 210,3 q-t vagy 210,32 q-t. Más termelési tényezők csak egész számu /diszkrét/ értékeket vehetnek fel. Például fél vagy negyed

traktor beszerzéséről nem beszélhetünk. A termeléshez azonban nem a traktor, hanem a traktor által nyújtott szolgáltatás a lényeges, amely természetesen a traktorhoz kötött. A traktor által nyújtott szolgáltatás már akár tört értéket is felvehet /pl. fél vagy negyed traktorműszak/, vagyis a traktor teljesítménye már folytonos változó. De egy traktor által végezhető munkateljesítmény maximális határa adott, s adott feltételek esetén meghatározottnak tekinthető. Ezt a traktor kapacitásának nevezzük. Ezek szerint a traktor teljesítményének felhasználása folytonos, a traktor kapacitása diszkrét változó, attól függően, hogy hány darab traktor áll rendelkezésünkre.

Ha pl. feltételezzük, hogy egy adott időszakban /pl. hónapban, kettős vagy nyújtott műszakot is figyelembe véve/ egy adott traktor maximálisan 35 műszakot teljesíthet, vagyis kapacitása 35 műszak - s ez esetben két traktornak 70 műszak, három traktornak 105 műszak a kapacitása-, akkor mindaddig, amíg a termelés szükséglete az adott időszakban 35 műszak alatt van, egy darab traktorra van szükség, de már 35-70 műszak között két darab traktort kell beállítanunk és így tovább.

A teljesítményszükséglet és a szükséges kapacitás összefüggését - az előbbi példát véve alapul - az 1. ábra szemlélteti.

Tekintve, hogy a traktor kapacitása diszkrét, teljesítmény-felhasználása pedig folytonos változó, a kapacitás teljes kihasználása /a felhasználás és a kapacitás pontos egybeesése/ csak esetleges, véletlen jelenség, míg a kapacitás és a felhasználás /szükséglet/ eltérése, egybe nem esése ez általános. Az összehangolás tehát nagy problémát jelent.



1. ábra

A traktorteljesítmény-szükséglet és a kapacitás változása

Szerencsére a probléma a gyakorlatban nem vetődik fel olyan élesen, mint elméletileg, mert egyrészt a traktorok /vagy hasonló termelési tényezők/ kapacitása sem mereven meghatározott, másrészt a technológiai folyamat sem eleve meghatározott, hanem sokszor időbelileg és gépkapcsolásokkal bizonyos mértékben rugalmasan változtatható, végül az időjárás viszonylag nagy szerepe miatt bizonyos tartalékkapacitás /fél vagy negyed traktor/ célszerű lehet. Ez az oka annak, hogy nem követünk el nagy hibát, ha a traktorokat vagy más gépeket, illetve azok kapacitását folytonos változóként tekintjük /ez természetesen nem mindig engedhető meg/, s a modell megoldásának eredményét egész számra kerekítjük, esetleg variáncsszámítással helyesbítjük.

Pontosabb eredményhez juthatunk azonban, ha a diszkrétén változó termelési forrásokra, esetenként termelési tevékenységekre is diszkrét értéket írunk elő. Ilyenkor a modellt vegyes egészértékű feladatként oldjuk meg.

A diszkrétén változó termelési tényezőknek azonban más szempontból is van jelentőségük. Ha ugyanis a termelési tényezők költségként merülnek fel - márpedig a diszkrétén változó termelési tényezők nagy része ilyen -, akkor e költségek két csoportba sorolhatók: a költségek egy része a teljesítménnyel arányosan változó, proporcionális költség, más része a teljesítménytől független - vagy attól nagyrészt független - fix költség. Az előbbieket^a felhasználással, az utóbbiak a kapacitással kapcsolatosak. Például egy traktor csak akkor fogyaszt üzemanyagot, ha üzemeltetjük, mégpedig - mondhatjuk - az üzemeltetéssel arányos mértékben. Ha azonban a traktort nem használjuk, az akkor is amortizálódik, s a jelenlegi elszámolási rendszer szerint, az amortizációs költség a traktor felhasználásától, illetve kihasználásától független, egy időszakra /pl. 1 évre/ adott, meghatározott fix költség. /Itt eltekintünk attól, hogy tulajdonképpen az amortizációs költség is elvileg két részre bontható volna, és a gépkihasználásától is függ./

A teljesítmény függvényében változó költségek - amint már lábjegyzetben említettük - valójában általában nem arányosan, nem proporcionálisan változnak. Lineáris modellben azonban kényszerülünk ennek feltételezésére. Ez azt jelenti, feltételezzük, hogy adott konkrét munka elvégzése során egységnyi munkavégzés mindig ugyanannyi teljesítménytől függő költséget jelent. Például minden hektár

buza learatása azonos mennyiségű üzemanyag felhasználását igényli, adott típusú kombájn alkalmazása esetén. A proporcionális elnevezés tehát csak ilyen értelemben indokolt. Ha a problémát általánosan vizsgáljuk és nem a lineáris programozás szemszögéből, célszerűbb a teljesítmény függvényében változó költségekről beszélni.

A traktorok és más, hasonló termelési tényezők költségei tehát két részre bonthatók: a teljesítménnyel /szolgáltatással/ arányos, és a teljesítménytől /szolgáltatástól/ független, kapacitáshoz kötött fix költségekre. E költségeket a célfüggvényben elkülönítve célszerű kezelni.

A fentieket figyelembe véve, vizsgáljuk meg a mezőgazdasági vállalatok legfontosabb termelési tényezőit. A termelési tényezők között olyanok is vannak, amelyek korlátlan mennyiségben állnak rendelkezésre /egy adott vállalat szempontjából korlátlan/ és nem jelentenek költséget /pl. napfény/, vagy nincsenek befolyással a technológiai változatok lehetséges számára, illetve variációjára, vagy hatásuk közvetve, más termelési faktoron keresztül érvényesül. Az ilyen jellegű tényezők vizsgálatától eltekintünk, mert vizsgálatuk a matematikai modellben nem szükséges, nem lehetséges, vagy nem vezet lényeges információkhoz. Figyelmünket a továbbiakban a matematikai modellben lényeges szerepet betöltő legfontosabb termelési tényezőkre összpontosítjuk. Ide tartoznak: a termőföld, a munkaerő és a termelési eszközök.

A földterület

A mezőgazdasági termelés nagyrészt termőföldhöz kötött. A földterület fizikai és biológiai állapota és domborzata hatással van az alkalmazott technológiára, az elérhető hozamokra és a ráfordítások nagyságára. A földterület nagysága, fizikai és biológiai állapota és domborzati összetétele viszont a termelés szerkezetére, a termelendő növények megválasztására és termelésük méretére, valamint - az előbbieken keresztül is - az alkalmazott termeléstehnológiák szerinti termelés méretére és összetételére van hatással.

A földterület felhasználására vonatkozó mérlegfeltételek kialakítása során figyelemmel kell lenni annak fizikai és biológiai állapot szerinti, valamint domborzat szerinti megoszlására.

A földterület elvileg merev és rugalmas korlátként is kezelhető, szocialista vállalatoknál általában gyakorlatilag merev korlátként kezeljük. Tökés viszonyok között legtöbbször szintén merev korlátot képez, de esetenként - ha a földeladás és vásárlás lehetősége gyakorlatilag is fennáll, s a vállalat rendelkezik is a szükséges eszközökkel - rugalmas korlátként is kezelhető. Merev korlátként kezelve általában az egész vállalatra adótként, tehát abszolút korlátként célszerű a földterületet kezelni. Rugalmas korlátként kezelve, a földterületet célszerűbb relatív korlátnak tekinteni, de tekinthető abszolút korlátként is. Rugalmas és relatív korlátként a földterület folytonos változóként szerepel,

amely adott határok között bármely értéket - tört értéket is - felvehet. Merev korlátként kezelve diszkrét változóként fogható fel. Ha a földterületet merev és abszolút korlátként vesszük tekintetbe és teljes felhasználását írjuk elő, akkor mint költségtényező /pl. földadó/, mind fix, mind proporcionális költségként kezelhető. Ha csak felső korlátot írunk elő a földterület felhasználására, akkor fix költségként célszerű figyelembe venni. Az utóbbi esetben lehetséges, hogy a költséget megbontjuk proporcionális és fix költségek szerint. Különösen indokolt lehet ez, ha a földterület különböző célú felhasználása vagy fel nem használása más-más költségvonattal jár /pl. eltérő adóteher, stb./.

A munkaerő

A munkaerőt, állami vállalatok esetén, amikor a munkaerő létszáma viszonylag könnyebben változtatható, célszerű rugalmas relatív korlátként kezelni. Ez esetben a munkaerő-költségeket helyes lehet megbontani fix és proporcionális költségek szerint. A fix költségekhez soroljuk mindazokat, amelyek a munkaerő rendelkezésre állásával függenek össze, s függetlenek attól, hogy az adott munkaerő dolgozik-e vagy sem, illetve, hogy mennyit dolgozik. Ilyen költségek lehetnek például a lakás, illetve munkaszállás fenntartásával kapcsolatos költségek, az üzemi konyha fenntartási költségei, stb. A proporcionális költségekhez viszont azokat soroljuk, amelyek a dolgozók által végzett munkával kapcsolatosak, illetve azzal arányosak. Ilyenek a munkabér, az SZTK-járulék, stb. A kettő között

lényeges különbség, hogy a proporcionális költségek azon ágazatra terhelhetők, ahol a munkaerő tevékenységét kifejti, amíg a fix költségeket a munkaerőt igénybe vevő ágazatok között szét kell osztani a munkaerő igénybevételének arányában.

A munkaerővel kapcsolatban valójában egy harmadik költség-típus is megkülönböztethető, amely a munkaerő-létszámtól is lényegében függetleníthető. Ilyen például a szociális és kulturális - a munkaerő által kollektíven igénybe vett - szolgáltatás /pl. kulturház és üzemi étkeзде/ fenntartása. Ha például a kulturház már egyszer felépült, a munkaerő-létszámtól függetlenül fennáll, s fenntartása költségként jelentkezik. E költségeket általános költségként célszerű figyelembe venni. Ugyanez a helyzet áll fenn a felépült lakások és munkásszállások egyes költségeire is.

A termelőszövetkezetekben a munkaerő létszáma nehezebben változtatható, ezért merev, abszolút korlátként kezelhető. A munkaerővel kapcsolatos költségeket ez esetben is célszerű lehet fix és proporcionális költségekre felosztani, ahol azonban a fix költségeket az általános költségek között szerepeltethetjük.

Termelési eszközök

Mind a termelőszövetkezeti, mind az állami vállalatok tervezésében célszerű a termelési eszközöket általában rugalmas, relatív korlátként kezelni. Ugyanis, különösen távlati tervezés során, a termelési eszközök mennyisége nem tekinthető adottnak, egy részük időközben amortizálódik, új eszközök beszerzése válik lehetővé és szükségessé, új pénzforrások teremődnek meg beszerzésükre. Középtávú tervezés

során sem lenne helyes először meghatározni a különböző termelési eszközökből felhasználható mennyiségeket, s ahhoz optimalizálni a termelési szerkezetet. A termelési szerkezet, a hozamok és technológiák, valamint a termelési eszközök szükséglete között összefüggés van, s célszerű azokat összefüggésben optimalizálni. Legfeljebb a rendelkezésre álló pénzeszközök - és beszerzési nehézségek - jelenthetnek korlátot a termelési eszközök beszerzésére, de összetételük e kereten belül változhat. Másrészt hitelfelvétellel a pénzügyi keretek is bővíthetők, illetve a bankotét növelésével szűkíthetők. Ennek eldöntése azonban szintén nem lehet független a termelési szerkezettől, fajlagos hozamoktól és a technológiáktól.

A költségek kezelése szempontjából a termelési eszközöket két csoportba lehet sorolni: forgóeszközökre és állóeszközökre.

A termeléshez közvetlenül felhasznált forgóeszközöket az jelmezni, hogy költségük proporcionális költségként kezelhető és a felhasználó ágazatra közvetlenül terhelhető /pl. a műtrágya költsége/. Az itt felmerülő fix költségek /pl. a tárolóhelyiség költsége/ főágazati vagy vállalati általános költségként tekinthetők.*

Az állóeszközöknél külön kell választani a fix és a proporcionális költségeket. A proporcionális költségeket közvetlenül arra a tevékenységre lehet terhelni, amelynél

* A forgóeszköz-költségek egy része fix költségként fogható fel /pl. postaköltség, villanyszámla, stb./. Ezek az általános költségekben szerepelhetnek.

felmerültek, a fix költségeket pedig az adott termelési eszközt reprezentáló változóra. A proporcionális költségek között számoljuk el a teljesítménnyel /szolgáltatással/ arányos költségeket /pl. traktor esetén az üzemanyag-költséget, a traktoros munkabérét, s ennek SZTK-járulékát, stb/. A fix költségek között szerepelnek az adott termelési eszköz rendelkezésre állásával kapcsolatos költségek, amelyek a felhasználástól függetlenek /pl. a traktor amortizációs költsége és javítási költsége, stb/. Itt szerepeltehető az eszközkötési járulék is.

Valójában a gépek javítási költsége nem független használatuktól, s célszerű volna annak egy részét a fix, más részét a proporcionális költségekhez sorolni. Ehhez megfelelő költségnormatívák kialakítására lenne szükség.

Egyes termelési eszközöknél lényegében - ha a javítási költségeket a fix költségek közé soroljuk - proporcionális költségek nem merülnek fel /pl. fogas, tárcsa, stb/. Ilyenek általában a munkagépek. Esetleg a proporcionális költségek igen csekély mértékűek, így elhanyagolhatók.

A fix költségeknek termelési tevékenységekre történő terhelése csak akkor lehet reális, ha a terhelés; az adott állóeszköz kapacitásának kihasználása és a felhasznált kapacitások ágazatok közötti megoszlása ismert. Ennek meghatározása azonban a termelési szerkezet ismerete nélkül nem lehetséges. A 3.1. pontban ismertetett modellben ez jelenti a másik alapvető problémát.

A fix költség problémájával Krekó Béla is foglalkozik.²⁶

²⁶ Krekó B.: Optimumszámítás. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1972. 404., 414. old.

A költségeket változó költségekre és állandó, vagy fix költségekre osztja fel, s a j -edik termékkel kapcsolatos költségeket a

$$k(x_j) + d$$

összeg alakjában írja fel, ahol $k(x_j)$ jelenti a változó költséget, a d pedig a fix költséget, s ezáltal a következő költségfüggvényhez jut.

$$p(x_j) = \begin{cases} 0, & \text{ha } x_j = 0, \\ k(x_j) + d, & \text{ha } x_j > 0. \end{cases}$$

Ezzel megoldja azt a problémát, hogy "fix költség csak akkor merülhessen fel, ha ténylegesen folyik a termelés".

Ez az eljárás - legalábbis a mezőgazdasági vállalatot tekintve - nem oldja meg a problémát megnyugtatóan. Az egysegnyi termelésre jutó fix költség ugyanis nem független a termelés szerkezetétől és ami ezzel szoros kapcsolatban van, az adott állóeszköz kapacitásának kihasználásától.

3.3. A termelési szerkezet és a termelési források egyidejű, összefüggő optimalizálása

A fix költségeknek az erőforrás-változókhoz való rendelése - mint azt a 3.3. pontban látni fogjuk - a fix költség problémát megnyugtatóan oldja meg. Egyelőre általában tekintsünk el a fajlagos hozamok és a termelési technológiák egyidejű optimalizálásától, s tételezzük fel, hogy valamennyi terméket adott hozamokkal és technológiai rendszerben, illetve különböző, de eleve meghatározott hozam és technológiai változatokkal vesszünk figyelembe. Feladatunk csupán két alapvető döntési probléma, a termelési szerkezet és a termelési források egyidejű, összefüggő megoldása.

3.3.1. A modell változói

A modellben egyrészt alkalmazzuk a 3.1.-ben ismertetett változókat, másrészt további változók beépítése szükséges, amelyek egy-egy változtatható termelési tényező reprezentálására szolgálnak. Ezeket erőforrás-változóknak, vagy egyszerűen forrásváltozóknak nevezzük. Az eleve meghatározott, tehát mennyiségileg nem változtatható termelési tényezők változóként történő kezelésének nincs értelme.

Leglényegesebb erőforrás-változók a területfelhasználási változók, a munkaerő változók, a gépváltozók, az épület-változók és a pénzügyi változók.

3.3.1.1. Területfelhasználási változók

A területváltozók modellbe építésének akkor van jelentősége, ha a termőföld adás-vétel tárgya, vagy haszonbérlet, esetleg földcsere, stb. útján módunkban áll a termőterület nagyságának változtatása és a döntést modellezéssel kívánjuk megvalósítani. Ha a változtatás többféle talaj-típuson is végezhető, akkor természetesen annyi területfelhasználási változóval kell dolgoznunk, ahányféle talaj-típuson változtatható a terület nagysága.

Területfelhasználási változók alkalmazása célszerű lehet talajjavítási, meliorációs, stb. döntések megalapozására is, e kérdésekkel azonban e helyütt nem foglalkozunk.³⁶

³⁶ A meliorációs kérdések modellezésével hazánkban Szelényi László foglalkozik. Ezzel kapcsolatos munkáinak publikálása folyamatban van.

3.3.1.2. Munkaerő változók

Munkaerő változók modellbe építése általában állami vállalatoknál célszerű, ahol a munkaerőlétszám könnyebben változtatható. A munkaerő vizsgálható kvalifikáltsága szerint pl. szakmunkás és segédmunkás, vagy a szakmunkásokat tovább bontva szakmai megoszlásuk szerint, másrészt aszerint is, hogy állandó, vagy időszakai dolgozóról van szó, illetve az időszakai dolgozók tovább bonthatók aszerint, hogy milyen időszakban, vagy milyen időtartamra vehetők igénybe. Annyi munkaerőváltozót kell a modellbe építeni, ahányféle szempont szerint kívánjuk a munkaerőállományt vizsgálni.

3.3.1.3. Gépváltozók

Ide tartoznak az erőgépváltozók, a munkagépváltozók, a különböző speciális gépek változói, a szállítási eszközökre vonatkozó változók, s az egyszerűség kedvéért ide sorolhatjuk a fogaterő változót is. Valamennyi gép és eszköz külön változóval reprezentálható. A modell terjedelmének szűkítése érdekében azonban célszerű lehet a változók aggregálása. Ha ugyanis minden kisértékű gépet és eszközt külön változóval képviseltetünk, az jelentősen megnöveli a modell méretét. Egyrészt azonban a kisértékű gépek nem befolyásolhatják jelentősen a megoldást, másrészt azok gyakran egy-egy erőgéphez kapcsolva használatosak, így aggregálásuk gyakorlatilag nem okozhat jelentősebb problémát.

3.3.1.4. Épületváltozók

Állattartási és állattenyésztési épületek, raktárak, magtárak, tárolóhelyek sorolhatók ide. Felhasználási céljuk, esetleg típusuk, stb. szerint egy-egy változóval reprezentálhatók, ha kapacitásuk változtatása lehetséges és döntés tárgya.

Épületek más célra történő átcsoportosítása is megoldható átcsoportosító változók alkalmazásával.

3.3.1.5. Pénzügyi változók

Ide soroljuk általában a hitelfelvételi és bankbetéti változókat, amelyek fontos pénzügyi műveletekkel kapcsolatos döntések megalapozása esetén merülnek fel. Előfordulhatnak egyéb pénzügyi változók is a bruttó és a nettó jövedelemmel kapcsolatos átcsoportosítások végrehajtásának megalapozására, stb.

3.3.1.6. Új beruházási változók

Olyan esetekben, ha a meglévő állóeszközök és a beszerezhető új állóeszközök között lényeges különbségek vannak /pl. teljesítmény, ár, stb./, célszerű lehet a változók megbontása régi, meglévő eszközöket reprezentáló és új beruházási változókra. Ugyanez alkalmazható, ha a meglévő eszközök kihasználása e nélkül nem biztosítható, és azok nem értékesíthetők. Ilyenkor a modellben egyenként előírhatjuk, hogy a meglévő kapacitás rendelkezésre áll.

Ez az előírás elegendő, bár nem zárja ki azt, hogy esetleg a meglévő kapacitás kihasználatlansága ellenére új beruházásra kapunk javaslatot. Ez azonban csak akkor fordulhat elő, ha az új beruházás minőségileg annyira felülmúlja a rendelkezésre álló állóeszközöket, hogy célszerűbb a régi kapacitás selejtezése és új beruházás létesítése.

3.3.1.7. A változók szimbolizálása

Az előbbieken bevezetett erőforrás-változók szimbolizálására, ha azokat általában konkrét tartalmuk nélkül vizsgáljuk, vezessük be az y_k szimbólumot. Ebben az esetben tehát a k-adik forrásváltozó mennyiségéről van szó. Általában szükség van azonban az erőforrás-változók konkrétabb meghatározására is. E célból az abc kisbetűit fogjuk felhasználni úgy, hogy azokat zárójelbe téve az y-hoz rendeljük felső idexként a következők szerint:

- a - állóeszköz
- c - forgóeszköz
- t - terület
- m - munkaerő
- g - gép
- e - épület
- v' - hitelfelvételi
- v" - bankbetéti

forrásváltozót jelent. Esetenként még tovább konkrétizáljuk a forrásváltozókat, ha pl. a területet talajtípusonként, a munkaerőt szakképzettség vagy az alkalmazás időtartama szerint, a gépeket típusonként vizsgáljuk. Ilyenkor a forrásváltozó alsó indexeként a "h" betűt is alkalmazzuk. E szerint pl. $y_h^{t/}$ a h-adik talajtípus területét fogja jelenteni. Mindezek mellett természetesen a 3.1. pontban kifejtettek továbbra is érvényesek.

3.3.2. Mérlegfeltételek

A 3.1. pontban kifejtett mérlegfeltételek közül továbbra is érvényesek az anyagfelhasználási mérlegfeltételek, kivéve, ha valamely anyagféleséget változóként építjük be

a modellbe. Mivel ez általában nem gyakori és a következőkben kifejtettek értelemszerű alkalmazása egyszerűen oldható meg, részletes vizsgálatától eltekinthetünk. Ugyancsak változatlanul érvényesek a takarmánymérleg-feltételek. Olyan termelési erőforrásokra vonatkozó mérleg-feltételek, amelyek mennyisége eleve meghatározott, szintén a 3.1. pontban ismertetett elvek szerint fogalmazhatók meg. A továbbiakban csak a 3.1. pontban ismertetettektől való lényegesebb eltérésekre irányítjuk a figyelmet.

A területmérleg, ha lehetőségünk van a földterület változtatására /adás-vételére, cseréjére, stb./, a

$$/3.22./ \quad \sum_j f_j x_j - y^{t/} = 0$$

formulával fogalmazható meg. Így tehát a felhasználandó terület $y^{t/}$ meghatározását a matematikai modell megoldásával kapjuk. Most a $\leq$ és $\geq$ relációk alkalmazásának nincs jelentősége.

Amennyiben az adott mezőgazdasági üzem többféle talajtypussal rendelkezik, s azok mindegyikének területe tetszés szerint változtatható, a /3.22./ formulát talajtypusonként kell megadni. Ez esetben az általános talajfelhasználási mérleg elhagyható.

Ha a terület változtatása lehetséges, de csak korlátozott keretek között, mondjuk $[y_0^{t/}, y^{t/0}]$ intervallumon belül, akkor az $y^{t/}$ változót korlátoznunk kell, azaz fenn kell állnia az

$$/3.23./ \quad y_0^{t/} \leq y^{t/} \leq y^{t/0}$$

feltételnek.

A kifejtett eljárás akkor alkalmazható, ha a terület-felhasználás nem jár költséggel, vagy ha a már meglévő terület felhasználása, eladása, vagy új terület beszerzése esetén is azonos nagyságu költségkihatással számolhatunk, területegységre vonatkoztatva. Egyrészt ezek eltérése, másrészt beruházási eszközök lekötése, illetve felszabadításának figyelembevétele miatt azonban célszerűbb általában a

$$/3.24./ \quad \sum_j f_j x_j - y^{tr}/ + y^{te}/ = F,$$

illetve a

$$/3.25./ \quad \sum_j f_j x_j - y^{tr}/ - y^{tv}/ + y^{te}/ = 0$$

formulákat, és természetesen utóbbi esetben még a

$$/3.26./ \quad y^{tr}/ + y^{te}/ = F$$

formulát alkalmazni,

ahol: $y^{tr}/$ a jelenleg meglévő /rendelkezésre álló/,

$y^{tv}/$ a vásárolandó,

$y^{te}/$ pedig az eladandó területet jelenti.

Az $y^{tr}/$, $y^{tv}/$, $y^{te}/$ változóknál figyelembe vesszük a beruházási mérlegnél a beruházási eszközök lekötését, illetve felszabadítását, a célfüggvényben pedig a földdel kapcsolatos költségeket. Az utóbbit célszerű lehet fix és proporcionális költségek szerint megbontani, amikor is a proporcionális költségeket a földterületet igénylő tevékenységekre, a fix költségeket pedig a területfelhasználási változóra terheljük.

Természetesen több talajtípus esetén a /3.24.-3.26./ feltételeket is talajtípusonként kell a modellbe építeni - ha a talajtípusok területe változtatható - , s ez esetben az általános területmérleg elhagyható.

Ha több talajtípuson gazdálkodik a vállalat, de csak egy részükön van lehetőség a terület változtatására, akkor az előzőekben megfogalmazott eljárást csak azokra a talajtípusokra alkalmazzuk, amelyek területe változtatható, a többi talajtípusra pedig a 3.1. pontban megfogalmazott formulákat alkalmazzuk.

Szocialista viszonyok között általában nincs lehetőség a földterület tetszés szerinti változtatására, a földterület merev, abszolút korlátnak tekinthető, Ilyen esetben célszerűbb a 3.1. pontban kifejtett elveket alkalmazni. Az előbbiekben vázoltak ismerete ennek ellenére szükségszerű; annak nemcsak elméleti-módszertani, de gyakorlati jelentősége is van. Egyrészt bizonyos elméleti vizsgálatok, másrészt nagyobb mezőgazdasági vállalatok esetén, ha azon belül a területnek az önálló egységek között történő optimális elosztását kívánjuk megalapozni, szintén alkalmazhatók a /3.22.-3.26./ formulákkal megfogalmazott feltételek. De az eljárás felhasználható olyankor is, amikor célunk annak vizsgálata, hogy a művelési ágak változtatásának milyen gazdasági hatása van, vagy a meliorációs terveket kívánjuk megalapozni, stb.

A munkaerőmérleg tárgyalása során abból kell kiindulni, hogy a munkaerőforrás másként jelentkezik a termelőszövetkezetekben és másként az állami vállalatoknál. Az állami vállalatoknál a munkaerő-létszám könnyebben változtatható.

Általában az állami mezőgazdasági vállalatok /állami gazdaságok/ alkalmaznak állandó munkaerőt, amelyet egész évben foglalkoztatnak, és időszakai munkaerőt is, amelyek viszont csak az év meghatározott - hosszabb-rövidebb - időszakában állnak a vállalattal munkaviszonyban. Az időszakai munkaerővel különböző időtartamokra lehet szerződést kötni aszerint, hogy számukra mikor tud a vállalat munkát biztosítani. Így pl. alkalmazhatók 8 hónapra, 6 hónapra, 3 hónapra, stb. szerződötetett dolgozók. Az egyes csoportokban dolgozók más-más költségigénnyel lépnek fel. Ha a proporcionális költségek azonosak is /a teljesítmény vagy órabér azonosnak vehető bármely állandó vagy időszakai csoportba tartozó dolgozó végzi is az adott munkát/, a fix költségek eltérőek. Az állandó dolgozóknak ugyanis esetleg összkomfortos lakást kell adni, az időszakai dolgozók számára viszont szálláshely biztosítása is elegendő lehet a munkásszálláson, vagy esetleg még munkásszállásra sincs szükség, hanem a környező településekről kell őket naponta a gazdaságba és vissza, a lakóhelyükre szállítani.

Másrészt, bár a termelőszövetkezetekben a munkaerő-létszám adottságként fogható fel, középtávu tervezés során annak bizonyos változtatása is lehetséges. Például az iparba áramlást vagy visszaáramlást milyen mértékben célszerű lehetővé tenni vagy ösztönözni? Elméleti vizsgálatok során is szükség lehet arra, hogy feltételezzük a munkaerő változtatásának lehetőségét a termelőszövetkezeti modellben.

Végül, ha a munkaerő-létszám a termelőszövetkezetben adott is, annak megoszlása szakképzettség szerint - szakképzéssel - változtatható. Szükség lehet az erre vonatkozó tervek megalapozására is.

Ha a munkaerőt adottnak tekintjük, akkor, mint a 3.1. pontban láttuk, a munkaerő mérlegfeltételek a

$$/3.27./ \quad \sum_j a_{ij} x_j \leq B_i$$

formában fogalmazhatók meg.

E formulában - mint ismeretes - B_i az i -edik hónapban rendelkezésre álló /ledolgozható/ munkanapok mennyiségét jelenti. Márpedig, ha b_i^1 -vel jelöljük az i -edik hónapban az egy munkaerő által ledolgozható munkanapok átlagos számát, és $y^{1/m}$ -mel a rendelkezésre álló munkaerő-létszámot, akkor

$$/3.28./ \quad B_i = b_i^1 y^{1/m},$$

s ezt a /3.27./-be helyettesítve kapjuk, hogy

$$/3.29./ \quad \sum_j a_{ij} x_j \leq b_i^1 y^{1/m},$$

s ezt átrendezve a

$$/3.30./ \quad \sum_j a_{ij} x_j - b_i^1 y^{1/m} \leq 0$$

összefüggéshez jutunk. Itt $y^{1/m}$ -et már változónak tekintjük, s konkrét értékét a modell megoldása útján kapjuk.

A /3.30./-ban tehát nem írunk elő merev korlátként a rendelkezésre álló munkaerő-kapacitást, csak azt, hogy a munkaerő-szükséglet nem haladhatja meg a munkaerő-kapacitást, de a munkaerő-kapacitás a termelési szerkezettel összhangban tetszés szerinti lehet.

A 3.30. formulában nem bontottuk meg a munkaerőt állandó dolgozókra és időszakai dolgozók csoportjaira, sem pedig szakképzettség szerinti csoportokra. Legtöbbször felmerül azonban ennek szükségessége. Ez esetben $y_h^{m/}$ -val jelöljük a h-adik dolgozócsoporthat és $b_{ih}^{m/}$ -val a h-adik dolgozócsoporthatban az egy fő által ledolgozható munkanapok számát az i-edik időszakban, s ekkor a problémát a következőképpen fogalmazhatjuk meg:

$$/3.31./ \quad \sum_j a_{ij} x_j - \sum_h b_{ih}^{m/} y_h^{m/} \leq 0.$$

A modell megoldásával megkapjuk az $y_h^{m/}$ értékét, azaz hogy az egyes dolgozó csoportokból hány dolgozót célszerű foglalkoztatni ahhoz, hogy a munkaerő-szükséglet ne haladja meg a munkaerő-kapacitást.

Természetesen, ha az $y_h^{m/}$ változók csak egy meghatározott intervallumon - pl. $[y_{ho}^{m/}, y_h^{m/o}]$ - belül mozoghatnak, szükséges az

$$/3.32./ \quad y_{ho}^{m/} \leq y_h^{m/} \leq y_h^{m/o}$$

feltételek előírása is.

A gépi munka-mérlegek megfogalmazása során abból indulunk ki, hogy a gépeket és eszközöket mind az állami, mind a szövetkezeti vállalatoknál rugalmas, relatív korlátként célszerű általában kezelni.

A munkaerőnél elmondottak értelemszerű alkalmazásával most a

$$/3.33./ \quad \sum_j g_{ij}^h x_j^h - d_{ih}^g y_h^{g/} \leq 0$$

formulához jutunk,

ahol: d'_{ih} a h-adik gép egysége által az i-edik időszakban ledolgozható munkanapok /műszakok/ számát,

$y_h^{E/}$ pedig a gépek darabszámát jelenti,

amikor is a gépszükségletet, mint változót tekintjük, s a termelési szerkezettel egyidejűleg optimalizáljuk.

Természetesen, ha a h-adik típusba tartozó gépek száma csak egy meghatározott $[y_{ho}^{E/}, y_h^{E/0}]$ intervallumban változhat, akkor az

$$/3.34./ \quad y_{ho}^{E/} \leq y_h^{E/} \leq y_h^{E/0}$$

feltételek is érvényesítendőek.

A gépmérlegekkel kapcsolatban kifejtett elvek értelemszerűen valamennyi állóeszközt érintően vonatkozóan alkalmazhatók. /Sőt a különböző anyagokra is./

Az állóeszközök azonban beruházási igényt támasztanak, s a beruházás lehetősége általában - még hitelfelvétel esetén is - korlátozott, ezért célszerű beruházási korlátot előírni.

Ha a h-adik állóeszköz mennyiségét $y_h^{a/}$ -val, annak egysége által támasztott beruházási igényt r_{ah} -val, a rendelkezésre álló beruházási keretet pedig R-rel jelöljük, akkor az állóeszközökre vonatkozólag még a

$$/3.35./ \quad \sum_h r_{ah} y_h^{a/} \leq R$$

feltétel modellbe építése is szükséges.*

* A gyakorlatban bonyolultabban jelentkezik a probléma. Az R nagyságát statikus modellben csak becsülni tudjuk. Ilyen szempontból a dinamikus vizsgálatok vezethetnek közelebb a megoldáshoz.

Ha az állóeszközöket meglévő és új beruházási változókkal reprezentáljuk, a 3.35. feltételt csak az új beruházási változókra írjuk elő és R az új beruházásokra fordítható pénzmenyiséget tartalmazza. Ha ilyen megbontást nem eszközölhetünk - mert pl. a régi és új beruházás azonos beruházási összeget köt le, stb. - akkor a feltétel az össz-beruházási értékre is vonatkozhat. Ilyenkor viszont a meglévő beruházási szinten az állóeszközöket alulról korlátozni kell. Mindenesetre pontosabb az eljárásunk, ha az állóeszközöket meglévő és új beruházási változókkal reprezentáljuk. A modell terjedelmének csökkentése érdekében azonban esetenként ez megkerülhető.

A rendelkezésre álló beruházási keret hitelfelvétellel növelhető, illetve bankbetéttel csökkenthető lehet. Ilyenkor a /3.35./ helyett a

$$/3.36./ \quad \sum_h r_{ah} \bar{y}^{v/} \leq R + \bar{y}^{v'}/ - \bar{y}^{v''}/$$

formula alkalmazható, illetve ha az erre vonatkozó döntést is modellezéssel kívánjuk megalespozni, az $\bar{y}^{v'}/$ és $\bar{y}^{v''}/$ -t változóként kezelve, a

$$/3.37./ \quad \sum_h r_{ah} \bar{y}_h^{a/} - \bar{y}^{v'}/ + \bar{y}^{v''}/ \leq R$$

feltételhez jutunk. Korlátozott lehetőségek esetén természetesen $\bar{y}^{v'}/$ és $\bar{y}^{v''}/$ értéke most is meghatározott intervallumban korlátozható.

3.3.3. A célfüggvény

A 3.1. pontban ismertetett modellhez képest lényegesen módosul a célfüggvény.

A technológiai változatok és a talajtipusok megkülönböztetése nélkül vizsgáljuk meg a továbbiakban a célfüggvény problémáját.

A 3.1. pontban megfogalmazott

$$/3.38./ \quad \sum_j p_j x_j \longrightarrow \text{extrém}$$

célfüggvény jövedelem-célfüggvény esetén[※] a

$$/3.39./ \quad \sum_j (T_j - C_j) x_j \longrightarrow \text{max.}$$

formában írható fel, ahol T_j a termelési érték, C_j a termelési költség egységni j-edik termékre vonatkoztatva.

A T_j értéke a termelés /szolgáltatás/ fajlagos mennyiségének /naturalis hozamának/ és egységárának ismeretében könnyen meghatározható. /Más kérdés a fajlagos hozamok és egységárának bizonytalansága, amivel e helyütt nem foglalkozunk./

Sokkal nehezebb a fajlagos költségek meghatározása. A C_j fajlagos költségek ugyanis - mint erről már szó volt - két csoportra bonthatók, a proporcionális és a fix költségekre. /A vállalati általános költségekkel nem foglalkozunk részletesebben, ezek adottnak, illetve a termeléstől függetlennek tekinthetők./

※ A problémát a jövedelem-célfüggvény esetére fejtjük ki. Később részletesebben foglalkozunk a célfüggvény kérdéseivel.

A proporcionális költségeket az jellemzi, hogy /bár jelentős bizonytalansággal, hiszen 1 ha terület felszántásának üzemanyagköltsége, munkabéreköltsége, stb. nagymértékben függhet a talaj állapotától, stb./, kialakított, illetve elfogadott normatívák alapján a technológiai tervezés során egységnyi termeléshez megtervezhetők.

A fix költségek /még akkor is, ha a gépek ára, amortizációs kulcsa biztosabban meghatározhatók/ viszont nem tervezhetők meg a technológiai tervezés során egységnyi termelésre.

Hogyan lehetne a több tevékenység által hasznosított állóeszközök fix költségeit egységnyi tevékenységre meghatározni akkor, amikor még nem ismerjük a termelési szerkezetet? Pl. a traktorok amortizációs költségét időarányosan számoljuk el, tehát egy évre adottnak tekintjük. Az, hogy egy műszakra mennyi amortizációs költség jut, nagymértékben függ attól, hogy az adott traktor az év során hány műszakot teljesít, ami viszont a termelési szerkezet függvénye. Ha pl. egy traktor évi amortizációs költsége 100 000 Ft, s egy év alatt 100 műszakot üzemel, egy műszakra 1000 Ft amortizációs költség jut. 200 műszakos teljesítménynél már csak 500 Ft, 300 műszakos teljesítménynél pedig csak 333 Ft az egy műszakra jutó amortizációs költség. Ennek alapján, ha valamely termék 100 ha termelése során az adott traktor 10 műszak munkát kell hogy végezzen, 1 ha termelésre 100 Ft, 50 Ft, vagy 30 Ft amortizációs költség jut, az adott traktor kihasználásától függően.

A mezőgazdaságban a 3.1. pontban vázolt modellt alkalmazva, átlagos /feltételezett/ állóeszközkihasználással számolhatunk, s ennek alapján határozzuk meg az egy műszakra,

valamint az egységnyi termelésre jutó fix költséget. Ha azonban a gépek kihasználása a valóságban jobb lesz, az egy műszakra jutó fix költség is kevesebb lesz, vagyis modellünk az adott gép munkáját kevésbé igénylő tevékenységeknek kedvez. Alacsonyabb kihasználás esetén a helyzet fordított.

A termelési szerkezet és az erőforrások egyidejű optimalizálása során - a gazdasági követelményeket érzékelte - a /3.39./ helyett a következő célfüggvényt alkalmazzuk:

$$/3.40./ \quad \sum_j (T_j - C_j^{\text{vált}} - \sum_h \frac{C_{ah}^{\text{fix}} y_h / s}{l^* z_h x} \cdot l^* z_j^h) x_j \quad \text{max.}$$

ahol:

- T_j a j-edik termelési tevékenységnél tervezett fajlagos termelési érték
- $C_j^{\text{vált}}$ ugyanezen tevékenység fajlagos proporcionális költsége
- C_{ah}^{fix} a h-adik állóeszköz egységének éves fix költsége
- y_h / s a h-adik állóeszközből szükséges mennyiség
- l^* összegző sorvektor
- z_h a h-adik állóeszközhöz vonatkozó technológiai matrix
- z_j^h a z matrix j-edik oszlopvektora
- x a termelési tevékenységek vektora
- x_j a vektor j-edik eleme, a j-edik termék termelésének volumene.

A C_{ah}^{fix} itt tehát nincs a termelési tevékenységekre felosztva, hanem egységnyi állóeszközeire vonatkozik, s az állóeszközhöz kapcsolódik. A fix költségeket tehát most nem kell egy becsült kihasználás alapján egy műszakra, majd egységnyi termelésre felosztani, hanem e felosztás követelményét a modellbe építettük be. Így a fix költségek felosztása nem a termelési szerkezettől független, hanem a termelési szerkezettel, s ennek alapján a gépek kihasználásával összefüggésben történik meg.

A /3.40./ formula kifejezi, hogy a termékek értékelése során a termelési értékből levonjuk a termelési tevékenységekre közvetlenül terhelhető változó költségeket, valamint a termelési szerkezet megvalósításához szükséges gépparknak a kihasználás függvényében az adott termék gépigénye szerint számított fix költségét.

A formulában a $T_j - C_j^{vált}$ egyszerű, kizárólag a fajlagos fix költség kiszámítása szorulhat részletesebb magyarázatra. A C_{ah}^{fix} / y_h^a a h-adik gép /vagy más állóeszköz/ évi fix költségének nagyságát mutatja, y_h^a gépdarabszám mellett. Ezt osztva az adott termelési szerkezet megvalósításához szükséges összes műszaknapok számával, $1^* Z_h x$ megkapjuk az egy műszakra jutó fix költséget. Ha ezt megszorozzuk adott termék egységnyi termeléséhez a h-adik gép iránt jelentkező összes műszakszükséglettel $1^* Z_j^h$, akkor megkapjuk az adott termékre terhelhető fix költséget a h-adik gépre vonatkozólag. A h-ra összegezve az összes gépállomány /vagy összes állóeszköz/ fix költségét kapjuk az adott termék egységére a kihasználás függvényében. Ha ugyanis x vektor a modell megoldása során kapott optimális termelési szerkezetet szimbolizálja,

s Z_h matrix a h-adik állóeszközhözre vonatkozó technológiai matrix, akkor a $Z_h \underline{x}$ szorzat egy oszlopvektort eredményez, amely az adott termelési tervben a h-adik állóeszköz kapacitás iránti szükségletet fejezi ki az év különböző időszakaiban /pl. a h-adik gép iránti igény havonként, műszaknapokban/. A havonkénti igényt összegezve, az évi műszakszükségletet kapjuk. A havi adatok összegzését itt az összegző sorvektorral balról történő szorzással szimbolizáljuk. A $\underline{1}^* Z_h \underline{x}$ tehát az adott $\underline{x}$ vektorral szimbolizált termelési tervben a h-adik állóeszköz iránti évi összes teljesítményigényt fejezi ki.

Ha a h-adik állóeszközből az adott termelési terv szükségletét $\sqrt{a}/$ darabbal tudjuk kielégíteni, és egy darab éves fix költsége c_{ah}^{fix} , akkor az $\sqrt{a}/$ darab fix költsége $c_{ah}^{fix} \sqrt{a}/$.

Természetesen, ha a h-adik állóeszköz évi összes fix költségét $c_{ah}^{fix} \sqrt{a}/$ osztjuk az adott állóeszköz évi összes teljesítményével $\underline{1}^* Z_h \underline{x}/$, megkapjuk, hogy az adott termelési tervben tervezhető teljesítménykihasználás esetén mennyi fix költség jut egy teljesítményegységre.

Mivel a $\underline{z}_j^h$ vektor a Z_h matrix j-edik oszlopvektora, s azt mutatja, hogy a j-edik tevékenység egysége a h-adik gép teljesítményéből hány egységnyit igényelt /pl. hány műszak munkát igényel havonként valamely traktortípustól/, a $\underline{z}_j^h$ vektor adatainak összegezése /balról összegző sorvektorral szorozva/ a j-edik tevékenység évi fajlagos igényét adja meg a h-adik állóeszköz kapacitása iránt. Ezt az egységnyi kapacitásfelhasználásra jutó fix költséggel szorozva, megkapjuk, hogy a j-edik tevékenység egy egységére - az adott termelési szerkezet és az adott állóeszköz

ellátottság mellett - terhelhető fix költséget. Amennyiben h-re összegeztünk, akkor az összes állóeszközök fajlagos fix költségét nyertük a j-edik termékre vonatkoztatva.

Ez esetben tehát a fix költségek kezelése realissá válik.

A megoldás folyamán megfelelő mérlegelés válik lehetővé a tevékenységek között. Pl. valamely állattenyésztési vagy -tartási tevékenység jövedelmezőségének eldöntésénél mérlegre kerül egyik oldalon az adott állattenyésztési tevékenységgel elérhető termelési érték, a másik oldalon pedig az adott állattenyésztési, vagy -tartási tevékenységre közvetlenül ráterhelhető közvetlen költség, a vásárolt takarmányok költsége, az állat eltartására tervezett saját takarmánytermelésnél felmerülő, a takarmánytermelésre közvetlenül ráterhelhető költség, valamint az, hogy mind az állattenyésztés, illetve állattartás, mind a takarmánytermelés állóeszközöket /pl. gépeket/ igényel, s ezek igénybevétele arányában viselnie kell fix költségüket, adott kihasználásuk mellett.

A /3.40./ formula - attól függően, hogy a munkabéreköltséget figyelembe vettük vagy nem - jelentheti a nettó jövedelem, vagy a bruttó jövedelem maximalizálását. Természetesen más célfüggvényeket /beruházás, üzemanyag-költség, stb./ is alkalmazhatunk.

A /3.40./ formulával megfogalmazott célfüggvénnyel egyenértékű a

$$/3.41./ \quad \sum_j (T_j - C_j^{\text{változ}}) x_j - \sum_h \frac{C_{ah}^{\text{fix}} / a_h}{1^* Z_h x} 1^* Z_h x,$$

ami egyszerűsítve a

ami egyszerűsítve a

$$/3.42./ \quad \sum_j (T_j - c_j^{\text{vált}}) x_j - \sum_h c_{ah}^{\text{fix}} j_h^a /$$

egyszerű lineáris célfüggvényhez vezet.

A 3.42.-ből következik, hogy az x_j -vel szimbolizált tevékenységek célfüggvény-koefficienseit a technológiák kidolgozása során úgy számítjuk ki, hogy a termelési értékből levonjuk mindazon költségeket, amelyek az adott tevékenységre közvetlenül ráterhelhetők /műtrágya, vegyszer, vetőmag, stb./ és az állóeszközökkel kapcsolatos proporcionális /igénybevételtől függő pl. üzemanyag/ költségeket. Az állóeszköz, illetve szolgáltató tevékenységek /munkaerő is/ célfüggvény-koefficiensei viszont az egységnyi állóeszköz /vagy pl. munkaerő/ éves fix költségét tartalmazzák. Végeredményben tehát a bonyolult probléma a matematikai modellben igen egyszerű módon jelenik meg. A /3.40./ formula ismertetése a kérdés gazdasági háttérének megvilágítása és indoklása érdekében volt szükséges.

Ha a hitelfelvétel és a bankbetét lehetőségét is figyelembe vesszük a modellben, e tevékenységek kihatását a célfüggvényben is tükröztetni kell. Tekintve azonban, hogy egységnyi banktevékenység költségkihatása - vagy jövedelemkihatása - egyértelműen meghatározható, azt az adott banktevékenység célfüggvény-koefficiensének kialakításakor egyszerűen figyelembe tudjuk venni.

A célfüggvény eddigiekben alkalmazott megfogalmazásában a halmozott bruttó és halmozott nettó jövedelem maximalizálását írtuk elő. A halmozás kiküszöbölése érdekében

célszerűbb a célfüggvényben a termelési érték T_j / helyett a végtermék értékét /jelöljük V_j -vel/, vagy az árukibocsátás értékét /jelöljük A_j -vel/ alkalmazni, azaz a /3.42./ helyett a

$$/3.43./ \quad \sum_j (V_j - C_j^{\text{vált}}) x_j - \sum_h C_{ah}^{\text{fix}} y_h^a /$$

vagy a

$$/3.44./ \quad \sum_j (A_j - C_j^{\text{vált}}) x_j - \sum_h C_{ah}^{\text{fix}} y_h^a /$$

formulát alkalmazni. Ez lehetővé teszi a vállalaton belüli termékfelhasználásból adódó halmazódások kiküszöbölését.

Célszerűnek látszik hangsúlyozni, hogy matematikai szempontból a 3.1. és a 3.3.-ban kifejtett lineáris programozási modell között nincs semmi elvi különbség. Mindkét esetben lineáris programozási modellel van szó. Eltérő azonban - mint láttuk - a két modell gazdasági háttere és eredménye.

A 3.3. pontban ismertetett modell előnye még - amellet, hogy a termelési szerkezetet és a forrásokat egyidejűleg, komplex összefüggésükben optimalizálja, valamint a célfüggvény realisabb kialakítását biztosítja -, hogy nagyobb a biztosítéka annak, hogy a modell nem ellentmondásos, tehát megoldható. A 3.1. pontban ismertetett modellben ugyanis a termelési korlátok és a kapacitáskorlátok gyakran ellentmondásosak. Mivel a 3.3. modellben kapacitáskorlátok általában nincsenek, vagy tág határok között vannak megadva, ez az ellentmondás kiküszöbölődik.

Érdekes végigkísérni a 3.3. pontban kifejtett modell megoldását. Az első lépésekben a modell átrendeződése történik meg és a bázisban /a megoldásban/ szereplő termelési és forrásváltozókra egy ideig zérus értéket kapunk. Egy további lépésben egy vagy néhány termék szerepel a megoldásban és az ehhez szükséges állóeszközök mennyisége. Itt igen magas a termelési érték és igen magas az állóeszköz költség, a alacsony szintű a gépek kihasználása. A további lépésekben a termelési szerkezet és ezzel egyidejűleg a géppark lépésenként úgy változik, hogy a termelési érték csökkenése, de azzal egyidejűleg a gépek szabad kapacitásának kihasználásával a gépek fix költségeinek még nagyobb arányú csökkenése, ezáltal a jövedelem emelkedése következik be. Termelési korlátok esetén ez a tendencia úgy módosulhat, hogy a további lépésekben növekedhet a termelési érték és a géppark, illetve ezzel egyidejűleg a gépek fix költsége, azonban a termelési érték gyorsabb ütemű növekedése következtében a jövedelem növekszik. A modell megoldása igen gép- /illetve állóeszköz-/ takarékos tervhez vezet.

A 3.3. pontban kifejtett modellben - éppen a célfüggvény-koefficiensnek eltérő kezeléséből adódóan - a tevékenységek technológiáit a 3.1. pontban ismertetett modellhez képest eltérő rendszerben kell kidolgozni. Ez az eltérés a technológiák kidolgozásának egyszerűsödésében és realisabbá tételében jut kifejezésre, jelenleg azonban a normatív adatok egy része a 3.1. pontban ismertetett modellhez szükséges technológiáknak megfelelően van kialakítva. Célszerű volna ez utóbbi területen is előre lépni. Egyszerűbben és biztosabban tudunk adatot adni arra nézve, hogy egy adott munkában egy műszak alatt

mennyi pl. valamely gép üzemanyagköltsége, a traktoros munkabére, stb. a munkateljesítmény normái alapján, s ugyanakkor megadni pl. az adott gép évi amortizációs és javítási költségét, mint megmondani, hogy általánosságban mennyi egy műszak gépimunka-költsége. Érdemes lenne annak megoldását is előbbre vinni, hogy a javítási költségekre olyan normatívákat dolgozzunk ki, amelyek a javítási költségeket proporcionális és fix költségek szerinti megoszlásban alakítják ki.

3.4. A termelési szerkezet, a termelési technológiák és a termelési források egyidejű, összefüggő optimalizálása

A 3.3. pontban kifejtett modell jelentős előrelépés a mezőgazdasági vállalatok komplex tervezésében és számos termelőszövetkezetben eredményesen alkalmaztuk a gyakorlatban is. A tervezés szempontjából nem közömbös az sem, hogy amennyiben a technológiai változatok számát egy-egy termékre nem növeljük nagymértékben, s megelégszünk néhány alternatív lehetőség vizsgálatával, akkor viszonylag kisméretű, legfeljebb 80-150 változót és 100-200 feltételt tartalmazó modellel kell dolgoznunk.

Hátránya viszont, hogy csak néhány technológiai alternatíva közül választhatunk, másrészt pedig, hogy a modell-szerkesztés előtt komplex technológiai tervekkel kell készíteni, ami igen munkaigényes, s kvalifikált szakembert kíván.

A mezőgazdaságban egy-egy növény termelése az összes lehetséges gépkapcsolatokat, különböző műtrágya-adagokat, stb. figyelembe véve, igen sokféle technológiai elképzelés szerint lehetséges, s nem biztos, hogy a vizsgált néhány alternatíva között az optimális változat is közte van. Ez annál kevésbé bizonyos, mivel az, hogy mi volna az optimális termelési technológia, függ a termelés szerkezetétől és a termelési forrásokkal is kölcsönös kapcsolatban van, ezek ismerete nélkül az optimum meghatározásának lehetősége igen csekély. De természetesen a különböző termékek termelési technológiái között is kölcsönhatás van.

Mindenképpen felvetődik az a kérdés, hogy nem volna-e lehetőség arra, hogy a technológiai terveket a matematikai programozást alkalmazva, számítógéppel készítsük el.

Végeztünk olyan vizsgálatokat is - a termelési rendszerekkel kapcsolatban -, amikor egy-egy ágazat technológiai rendszerét optimalizáltuk.* Ez önmagában véve is jelentős lehet, egy-egy technológiai rendszer vizsgálata során, azonban a fejlesztés tervezését nem oldja meg. A technológiai rendszer optimuma ugyanis nem független - mint azt már hangsúlyoztuk - a termelési szerkezettől, illetve a vállalat teljes komplexumától. Egy vállalat szempontjából egy-egy ágazat - még ha jelentős is, és még ha termelési rendszerhez kapcsolódik is - csak al-rendszert képez. Az al-rendszereket célszerűen kell összeilleszteni a komplex vállalati rendszerben.

* Balla Sándor-Tóth József: A matematikai programozás alkalmazása a növénytermesztési rendszerek elemzésére és racionális társítására, valamint a műszaki fejlesztéssel való kapcsolatának vizsgálatára. MGI Kutatási jelentés, Gödöllő, 1975.

Mint a továbbiakban látni fogjuk, megvan a lehetősége annak is, hogy a termelési szerkezetet, a termelési erőforrás-szükségletet, valamint a termelési technológiákat egyidejűleg, komplex kapcsolatukban optimalizáljuk. Ezzel egyidejűleg három alapvető döntési problémát tudunk matematikai programozással megalapozni. A fajlagos hozamokat egyelőre adottnak vesszük, azonban a 3.5. pontban a hozamok optimalizálásával is foglalkozunk.

A rövidebb tárgyalhatóság érdekében - az előbbi modellek ismeretét feltételezve - eltekintünk a modell részletes leírásától, s csupán a legfontosabb, új mozzanatokra koncentrálnak a figyelmet. Így nem részletezzük a termelési változókat; árunövény-termelési, takarmány-termelési, gyümölcs-, szőlő-, rét-, legelő- és állattenyésztési, illetve állattartási változók szerint, hanem azokat összevontan termelési változókként tárgyaljuk. A részletezés a 3.1. pontban kifejtettek szerint elvégezhető.

Mivel a termelési változókat nem részletezzük, nem vizsgáljuk a takarmánymérlegeket, valamint a termelési árnyokat meghatározó feltételeket sem. E feltételek megfogalmazása az előbbi modellekkel kapcsolatban leírtakkal lényegében megegyezik, nem vet fel új problémát, megismétlésük szükségtelen.

Ugyancsak nem foglalkozunk az új beruházási változók, hitelfelvételi változók, stb. kérdéseivel, valamint az anyagmérlegekkel, eltérő és átmeneti telejtipusok problémáival, stb. Az előbbi modellek ismerete alapján ezek aligha jelenthetnek problémát.

A modell röviden a következő formában írható fel:*

$$\begin{aligned}
 & x_j, m_{ijk}^{hr}, y_h, y_r \geq 0 \\
 & \sum_j x_j - \sum_j \sum_{hr} m_{ijk}^{hr} = 0 \\
 & \sum_j \sum_{hr} \sum_k s_{ijk}^{hr} m_{ijk}^{hr} - g_{ih} y_h \leq 0 \\
 /3.45./ & \sum_j \sum_{hr} \sum_k s_{ijk}^{hr} m_{ijk}^{hr} - g_{ir} y_r \leq 0 \\
 & \sum_j /t_j - k_j/ x_j - \sum_j \sum_{hr} \sum_i \sum_k c_{ijk}^{hr} \text{ vált. } m_{ijk}^{hr} - \\
 & - \sum_h c_h^{\text{fix}} y_h - \sum_r c_r^{\text{fix}} y_r \longrightarrow \max.
 \end{aligned}$$

ahol:

$x_j, m_{ijk}^{hr}, y_h, y_r$ a modell változóit szimbolizálják a következők szerint:

- x_j - a j-edik termelési változó mérete
- m_{ijk}^{hr} - a j-edik termelési tevékenység fajlagos igénye a k-adik munkaművelet iránt az i-edik időszakban, a műveletet adott erő- és munkagépkapcsolattal végezve /h az erőgépre, r a munkagépre utal/
- y_h - a h-edik erőgépből szükséges mennyiség
- y_r - az r-edik munkagépből szükséges mennyiség

* Hasonló elvek alapján építi fel Csáki Csaba a géphasználat optimalizálását szolgáló modelljét és az ezirányú eredményei igen jelentősek.

A modell konstans paraméterei a következőket jelentik:

- a_{ijk}^{hr} - az m_{ijk}^{hr} munkaművelethez tartozó fajlagos teljesítményadatok /fajlagos műszakszükséglet/
- S_{ih} - a h-edik erőgép egysége által az i-edik időszakban ledolgozható műszakok száma
- S_{ir} - az r-edik munkagép egysége által az i-edik időszakban ledolgozható műszakok száma
- t_j - a j-edik termelési változóval elérhető fajlagos termelési érték^{*}
- k_j - a j-edik termelési változónál felmerülő, a termelési változóra közvetlenül terhelhető termelési költség
- q_{ijk}^{hr} - az m_{ijk}^{hr} munkaműveletre terhelhető fajlagos termelési költség
- c_h^{fix} - illetve c_r^{fix} az erő- illetve munkagépek fajlagos éves fix költsége

A nemnegativitási vagy határfeltételek nem szorulnak meggyerázatra. Az ezt követő egyenletrendszer a munkaműveleti mérlegeket tartalmazza, s azt írja elő, hogy a termelési tevékenységek által igényelt munkaműveleteket el kell végezni, de azt, hogy az adott műveletet milyen erő- és munkagép-kapcsolattal célszerű elvégezni, optimalizálni kell.

* Mint az előző pontban rámutattunk, a jövedelem halmazodásának elkerülése érdekében célszerűbb a termelési érték helyett a végtermék, vagy az árbevételt alkalmazni.

A fentiekkel kapcsolatban még a következőket jegyezzük meg:

- a/ Mivel a munkaműveletek a célfüggvényben költségükkel szerepelnek, egyenlet helyett $\leq$ reláció is alkalmazható. Ez az eredményen nem változtat, így gyakorlati számítások során célszerű ennek alkalmazása.
- b/ Ha valamely munkaművelet különböző időszakokban végezhető és optimalizálni kívánjuk a célszerű időszakot vagy a különböző időszakokban végzendő műveletek megoszlását, ennek nincs akadálya. Ilyen esetben a munkaműveleti változókat i -re is összegezni kell.
- c/ A műveleti mérlegekben eltérő időintervallumok is alkalmazhatók. Azonban ha azonos gépeket igénylő különböző műveletekben eltérő a vizsgált időszakok hossza, ezt a gépmérlegek kidolgozása során figyelembe kell venni. Ez a modellszerkesztést bonyolítja, kivéve olyan esetben, amikor csak egy ágazat által használt speciális gépről van szó.
- d/ A műveleti változók között gyakran célszerű arányokat kell előírni. Ilyenkor kézenfekvő lehet egyes műveleteket közvetlenül előző művelethez vagy műveletekhez kapcsolni. Ez által a műveletek célszerű arányait is biztosítjuk.
- e/ Ha valamely műveletet pl. a j -edik termeléshez nem 1:1 arányban kell kapcsolni, hanem azt pl. a terület kétszeresén vagy felén, stb. kell elvégezni, a feltételben x_j -hez megfelelő szorzószámot beiktatva, a problémát megoldhatjuk.

A további feltételek az erő- illetve munkagépmérlegeket foglalják össze. Előírtuk, hogy annyi erő- illetve munkagépnek kell lenni, hogy az adott termelési szerkezet megvalósításához szükséges összes munkaműveletet figyelembe véve, a feladat munkacsúcs időszakban is elvégeztető legyen. Csak röviden jegyezzük meg - mivel ez módszeren kívül nem jelent új problémát -, hogy a gépmérlegekhez hasonlóan fogalmazzuk meg a munkaerőmérlegeket is. Ilyenkor a munkaerő-létszám is - mint modellváltozó - optimalizálásra kerül, vagy meghatározott intervallumon belül kerül optimalizálásra. Gyakorlati tervezés során általában a munkaerő-létszámot - ha ez nem merev korlátként kezelendő - szakmunkás és segédmunkás szerint megbontva optimalizáljuk.

A célfüggvénnyel kapcsolatban a következőket szükséges megjegyezni:

A termelési változóknál jövedelem célfüggvény esetén a termelési érték és a termelési változóra közvetlenül terhelhető költségek különbségét vesszük figyelembe. Itt tehát költségként kizárólag azokat a ráfordításokat számoljuk el, amelyek sem munkaműveletekhez, sem gépekhez nem kapcsolhatók. Ilyen lehet pl. a földadó - ha ezt nem általános költségként kezeljük -, vagy a biztosítási költségek. Az egyszerűség kedvéért célszerű lehet itt elszámolni a műtrágya- és vegyszer-költségeket is.

A műveleti változóknál vesszük figyelembe mindazokat a közvetlen költségeket, amelyek művelethez kapcsolódnak, műveletre terhelhetők és a műveletek elvégzésétől függenek. Ilyenek pl. az üzemanyag- és kenőanyag-költségek, a munkabér költségek, a géphasználatból függő javítási

és karbantartási költségek /ha mód van ezek meghatározására/. Ezek a költségtényezők ugyanis függenek attól, hogy az adott műveleteket mikor, milyen erő- és munkagépkapcsolattal végezzük el.

Végül a gépváltozókra terheljük azok éves fix költségeit, az amortizációs költségeket, a biztosítási költséget és adót és a gépek kihasználásától független javítási költségeket.

A termelési tevékenységek közül az állattenyésztési tevékenységeket - esetleg más, hasonló jellegű tevékenységeket is - nem célszerű műveleti bontás szerint a modellbe építeni. E helyett egy adott technológiai megoldással, vagy alternatív technológiai megoldásokkal dolgozhatunk. Ilyenkor az adott technológiai megoldás vagy megoldások paramétereit a munkaerő- és a gépmérlegekbe egyszerűen beépíthetjük az adott változóhoz.

A halmozódás elkerülése érdekében a célfüggvényben a termelési változóknál célszerű a termelési érték helyett a végterméket vagy az árutermelés értékét számításba venni ugyanugy, mint azt a 3.3. pontban ismertettük.

A modellben nagyon komplex kapcsolat jut kifejezésre,
ennek szemléltetésére a következőket jegyeznénk meg:

A termékek versengenek egymással a földért és az erőforrásokért és viszont, az erőforrások - különösen a munkaerő és a gépek - a termékekért. Ennek során mérlegre kerülnek a technológiai megoldások is, mind a műveletek időbeli ütemezését, mind pedig a művelet elvégzésének módját - gépkapcsolatokat - illetően.

Igy pl. ha célfüggvényünk a jövedelem, egy állattenyésztési ágazat ekkor kerül be a tervbe, ha árbevétele felülmúlja az adott állattenyésztési ágazatra terhelhető közvetlen költségeket, valamint az adott állattenyésztés ellátásához közvetlenül szükséges gépeknek az ágazat igénye alapján felmerülő fix költségeit. Ugyanakkor az adott állattenyésztési ágazat saját termelésű takarmányokat is igényelhet. A takarmányok szintén versenyeznek egymással, s azokat úgy kell megválasztani, hogy az a legkisebb költséggel járjon együtt, mivel az állattenyésztési ágazatnak viselnie kell a takarmányok közvetlen /termelési változóra terhelhető/ anyagköltségeit, a termeléshez szükséges műveletek költségeit és a műveletek elvégzéséhez szükséges gépeknek az igénybevételtől függő fix költségeit. Természetesen az adott állattenyésztési ágazat egyidejűleg versenyben áll más állattenyésztési ágazatokkal, valamint az árnövény termelő ágazatokkal is.

A modell előnyei a következőkben foglalhatók össze:

a/ Lehetővé teszi a termelési szerkezet, a termelési technológiák és a termelési erőforrások /különösen a gépark és a munkaerőszükséglet, de más, általunk tetszés szerint vagy adott intervallumon belül változtatható tényezők/ egyidejű, egymással szoros kapcsolatban történő optimalizálását.

b/ Nincs szükség arra, hogy a modellezés előtt komplex termelési technológiai terveket készítsünk el. Eleget csupán a termeléshez szükséges műveletek felsorolása, esetleg szükségszerű arányainak meghatározása, valamint a műveleti paraméterek megadása. Ez jelentősen megkönnyíti és meggyorsítja az alapadatok kidolgozásának folyamatát.

Igaz, hogy viszonylag nagyméretű modellel, kb. 200-300 változóval és 300-400 feltétellel kell dolgoznunk, bár ez eléggé üres modell, egy-egy feltétel csak néhány adatot tartalmaz. Valószínűleg lehet találni olyan számítástechnikai megoldást, amely lehetővé teszi, hogy e nagyméretű modellt számítógéppel rövid idő alatt megoldjuk. Az erre vonatkozó vizsgálatok folyamatban vannak.

A modell fentiekben ismertetett formában történő megszerkesztése igen fárasztó és hibalehetőségeket rejt magában. Ugyanis a különböző munkaműveletek egyidejűleg több termelési változóhoz is kapcsolódnak, esetleg eltérő arányban, ezért valamennyi műveleti feltétel megfogalmazásakor valamennyi termelési változót figyelembe kell venni, hogy igényli-e az adott műveletet és milyen arányban. Bonyolíthatja a problémát, ha a különböző műveletek között más-más arányokat kell biztosítani az egyes termelési változók termelési technológiájában.

A probléma egyszerűsíthető, ha a modellt termelési változókhöz kapcsolva, blokkonként szerkesztjük meg. Az így felépített modellt a /3.46./-ban megadott vázlattal szemléltetjük.

Az adott vázlat lényegesen leegyszerűsítve mutatja be az alkalmazott modellt. Egyrészt a forrásváltozókat csak az erő- és a munkagépekkel reprezentáltuk. Hasonlóképpen kezeljük a többi forrásváltozót is, pl. munkaerő, egyéb állóeszközök, illetve értelemszerűen kiterjeszthetjük a modellt földfelhasználási és különböző anyagfelhasználási és pénzügyi változókra is. Másrészt nem foglalkozunk a takarmánymérlegekkel és egyéb feltételekkel, csak jelezzük azok szükségességét. Ezek megfogalmazása az előző modellek ismertetésekor kifejtettek alapján történhet.

Sor- szám	A feltételek megnevezése	x_1	$m_{i1_k}^{hr}$	x_2	$m_{i2_k}^{hr}$	...	x_n	$m_{in_k}^{hr}$	y_h	y_r	Relá- ció	b
1.	Az első terme- lési vált. mű- veleti blokkja	δx_1	$-m_{i1_k}^{hr}$	0	0		0	0	0	0	=	0
2.	A második ter- melési változó műv. blokkja	0	0	δx_2	$-m_{i2_k}^{hr}$		0	0	0	0	=	0
3.	$\vdots$					$\ddots$					$\vdots$	$\vdots$
3.46 4.	Az n-edik ter- melési változó műv. blokkja	0	0	0	0		δx_n	$-m_{in_k}^{hr}$	0	0	=	0
5.	Erőgép mérle- gek időszakon- ként	0	$a_{i1_k}^{hr}$	0	$a_{i2_k}^{hr}$		0	$a_{in_k}^{hr}$	$-g_{ih}$	0	=	0
6.	Munkagép mér- legek idősza- konként	0	$a_{i1_k}^{hr}$	0	$a_{i2_k}^{hr}$		0	$a_{in_k}^{hr}$	0	$-g_{ir}$	=	0
7.	Egyéb fel- tételek											
8.	Terület- mérleg	x_1	0	x_2	0	...	x_n	0	0	0	=	F
9.	Jövedelem	t_1-k_1	$-c_{i1_k}^{hr \text{ vált}}$	t_2-k_2	$-c_{i2_k}^{hr \text{ vált}}$	...	t_n-k_n	$-c_{in_k}^{hr \text{ vált}}$	$-c_h^{fix}$	$-c_r^{fix}$	---	max.

A vázlatból kitűnik, hogy most egy-egy termelési változó és a hozzá tartozó összes munkaművelet egy-egy blokkot képez. A termelési változóhoz rendelt γ egy szorzószám, amellyel előírjuk, hogy adott munkaműveletet a terület hányszorosan kell végezni.

A munkaműveleti változók természetesen nemcsak a termelési változókhoz kapcsolhatók, hanem egymáshoz is, sőt legtöbbször ez a legcélszerűbb megoldás. Egyrészt ez a modellszerkesztést is megkönnyíti, mert csak az egymással szomszédos változókka! kell egyidejűleg foglalkozni, másrészt ezzel a módszerrel egyszerűen megteremthető a műveletek egymás közötti célszerű kapcsolata is. Például tegyük fel, hogy valamely terméket termelve, a vetőszántást kétféle gépkapcsolattal végezhetjük és a munka elvégzése két időszakban /pl. valamely hónap első, vagy második felében/ lehetséges. Azt, hogy melyik gépkapcsolatot alkalmazzuk /esetleg a kétféle gépkapcsolat milyen arányban alkalmazható/, programozással döntjük el. Ugyancsak programozással kívánjuk eldönteni azt is, hogy a vetőszántást az első, vagy a második időszakban célszerű elvégezni, vagy milyen arányban osszuk meg a munkát a két időszak között.

Tegyük fel, hogy a vetés is kétféle gépkapcsolattal végezhető, és ugyanazon kétféle időszakban, mint a vetőszántás. Nyilvánvalóan nem engedhető meg, hogy pl. a vetőszántást a hónap második felében, a vetést pedig az első felében - még magágykészítés előtt - végezzük. A magágykészítés és vetés között szoros kapcsolatot kell biztosítani úgy, hogy az egyes időszakokban végzendő magágykészítés és vetés területe megegyezzen. Ez egyszerűen megoldható, ha a magágykészítés és a vetés mű-

veletét időszakonként kapcsoljuk össze. Így a megoldás során a két művelet időbeli megoszlása együtt kerül mérlegelésre, és természetesen egyidejűleg eldöntésre kerül a gépkapcsolat is.

A műveleti blokkokat követik a gépmérlegek, külön blokként kezelve az erő- és a munkagép-mérlegeket. Ezeken keresztül megteremtjük a kapcsolatot a gépi munka műszak-szükséglet és a gépkapacitás között. A gépi műszakszükséglet a termelési szerkezettől és az ebből fakadó munkaműveletekből adódik, s a gépkapacitásnak a szükségletet csúcsidőszakban is ki kell elégíteni. A munkaműveletek időbeli ütemezése és a gépkapcsolatok megválasztása döntő szerepet játszik a gépkapacitás szükségletben. Mivel ennek során egyrészt a műveleti változók költségei, másrészt a gépek fix költségei mérlegre kerülnek, és nagyságuknál fogva utóbbiak jelentősebbek, a modell megoldása során a géppark nagyságának csökkentésére, ennél fogva fokozott kibaszalására irányuló törekvés érvényesül. A jövedelem maximalizálásából eredően tehát eszköztakarékos gazdálkodásra irányuló törekvés jut kifejezésre. De az eszköztakarékosság nem öncélúan, hanem a nagyobb jövedelem elérése érdekében nyilvánul meg, ami igen lényeges.

A modell blokkos szerkesztésének két lényeges előnye van;

a/ A 3.45. formula szerint építve fel a modellt, azt kapjuk meg, hogy az egész vállalatot tekintve, mely munkaműveletet, mikor, milyen gépkapcsolattal és milyen mennyiségben kell elvégezni.

Nem kapjuk meg külön-külön az egyes termékek termeléséhez szükséges munkaműveleti tervet, azaz a termékenkénti termeléstechológiai terveket, hanem azokat további - elég sok munkával - kell az egészből visszaszámolva elkészíteni.

A 3.46. formulát alkalmazva minden termék termelésére termeléstechológiai tervet kapunk a modell megoldásaként. /Csak zárójelben jegyezném meg, hogy ez a megoldás gyors ellenőrzését, s esetleges modellszerkesztési hibák gyors felderítését is lehetővé teszi./

b/ A 3.45. formulát alkalmazva, a modell felépítése igen fáradságos és sok a hibalehetőség /adatelírás/. A modellszerkesztés a teljes modell áttekintését igényli, ami táblázatos szerkesztési formát kíván. Márpedig nagyméretű táblázatok szerkesztése egyszerű technikai akadályokba ütközik.

A 3.46. formát alkalmazva, a modellszerkesztés tulnyomóan mechanikus tevékenységgé válik, nincs szükség táblázatos formára, hanem nagyrészt - egyszerűen kezelhető - szabad lapokon végezhető. /Csak zárójelben jegyezném meg, hogy a szabadlapos modellről az adatszallag is egyszerűbben, átírás /és elírás hiba/ nélkül készíthető, s modellszerkesztési hiba is egyszerűbben megtalálható./

Az, hogy a modellszerkesztés - a technológiai alapadatok meghatározott rendszerben történt kidolgozása esetén - mechanikus tevékenységgé egyszerűsödött, felvetette a számítógépes modellszerkesztés lehetőségét. Az első lépésben a technológiai adatok meghatározott rendszerben történő tervezésének adatlapjait dolgoztuk ki, majd gyakorlati tervezésben kipróbáltuk a modell mechanikus szerkesztésének lehetőségét. Ezután került sor egy modell-szerkesztő program megírására /NOSZT programnyelven, mivel a Gödöllői ATE ODRA számítógépéhez FORTRAN fordítóprogrammal ekkor még nem rendelkeztünk/ és kipróbálására.

A modellszerkesztés automatizálásának részletes ismertetése meghaladja a disszertáció kereteit, ezért mindössze néhány megjegyzésre szorítkozhatunk.

Termelési változónként adjuk meg adatszallagon a munkaműveleteket, a kapcsolati utalásokat /a termelési változóhoz, vagy előző művelethez/, a szóbajöhető időszakokat és gépkapcsolatokat, teljesítményadatokat, sőt a műszakhosszuságot is, a számítógép az eltérő műszakhosszuságok szerint teljesítménykorrekciókat végez, stb. Külön adunk meg olyan adatokat, mint a havonta ledolgozható műszakok vagy munkanapok száma, termékár, anyagköltségek, stb. Ugyancsak külön adjuk meg az átlaghozam, munkabér, takarmány beltartalmi értékek, termelési arányok, stb. adatait.

A számítógép az előírt program szerint képezi a változókat, mérlegfeltételeket és célfüggvényeket, "megszerkeszti a modellt", s elkészíti az adatszallagot úgy, ahogyan az a modell számítógépes megoldásához szükséges. A hibalehetőségek kiszűrése érdekében a modellszerkesztés folyamatába több automatizált ellenőrző tevékenységet iktattunk be.

Az ezzel kapcsolatos tevékenységünket két irányban folytatjuk:

- 1/ Számítógépes adattár kidolgozása irányában. Célunk egy olyan adattár létrehozása, amelyet felhasználva, egy-egy adott vállalat viszonyait figyelembe véve /ezeket a számítógép néhány utasításban megkapná/ a számítógép az adatokat a vállalat viszonyaira adaptálja és a programozási modellt összeállítja.

2/ A modell megoldása, illetve a döntés után a terv-táblázatoknak számítógéppel történő kimunkálása.

A 3.46. forma viszonylag nagyobb méretű, 500-1000 változót és 500-1200 feltételt tartalmazó modellhez vezet.

Mind a 3.45., mind a 3.46.-ban megfogalmazott modellt a gyakorlatban is több mezőgazdasági termelőszövetkezetben eredményesen alkalmaztuk. Ennek során a különböző gépek, illetve gépkapcsolatok összehasonlítására, a gépek változó és fix költségének szerepére és egyéb tényezőkre vonatkozólag is tapasztalatokat szereztünk.* Ezek ismeretése azonban meghaladja az értekezés kereteit, s egyébként sem biztos, hogy általános érvényűek, esetleges általánosításukhoz további vizsgálatok szükségesek. E modellek viszonylag egyszerűbben teszik lehetővé több cél-függvény kidolgozását és vizsgálatát, ezért alkalmasak többoldalú vizsgálat gyors elvégzésére.

3.5. A termelési szerkezet, átlaghozamok, a termelési technológiák és a termelési források egyidejű, összefüggő optimalizálása

A 3.4. pontban ismertetett modell egyidejűleg három alapvető döntési feladat megalapozását teszi lehetővé. Az átlaghozamokat viszont - mint az előzőekben ismertetett modellekben is - adottnak tekintjük. Ez azt kívánja, hogy a természeti és közgazdasági feltételeket alapul véve, a maximálisan /illetve több év, azaz a tervezési időszak

* A termelési rendszerek elemzését tartalmazó - már hivatkozott - jelentésünkben több ilyen tapasztalatról beszámoltunk.

átlagában/ elérhető átlaghozamokkal, vagy ennél esetleg kisebb, de szubjektív alapon megválasztott átlaghozamokkal tervezzünk.

Egyrészt azonban korlátozott vállalati erőforrások esetén nem biztos, hogy a rendelkezésre álló kapacitások elegendőek a maximális hozamok eléréséhez. Ilyen esetben a megoldás olyan megoldáshoz vezet /különösen, ha a terület teljes felhasználását írjuk elő/, amelyben a kevesebb erőforrást igénylő ágazatok részesülnek előnyben, még akkor is, ha ez kevesebb vállalati jövedelemhez vezet. Célszerűbb volna esetleg egyes ágazatoknál a maximális átlaghozamok elérésére törekedni, más ágazatoknál viszont az erőforrások korlátozott rendelkezésre állásából adódóan esetleg a maximálisan elérhetőnél alacsonyabb hozamokkal tervezni, ha ez növeli az erőforrások hatékonyságát. Ennek eldöntése - mint látni fogjuk - matematikai programozással megalapozható.

Másrészt, ha egy ágazatot önmagában vizsgálunk, akkor sem biztos, hogy a maximális átlaghozamok elérésére kell törekedni, mert lehetséges, hogy - még ha az erőforrásokat ehhez biztosítani tudjuk is - ez olyan arányban növelné az erőforrás-szükségletet, ami a költségek nagyarányu növekedése miatt csökkentené az elérhető vállalati jövedelmet.

Ebben a fejezetben egyelőre lineáris összefüggéseket feltételezve, olyan modellmegoldást vizsgálunk, amely lehetővé teszi a termelési szerkezet, a termelési technológiák és a géppark optimalizálásával összefüggésben, egyidejűleg az átlaghozamok "optimalizálását". A 3.6.-ban majd ennek nemlineáris vizsgálatával is foglalkozunk.

Induljunk ki a 3.46. formulából. Ebben x_j azt szimbolizálja, hogy a j -edik terméket hány hektár területen termeljük. A munkaműveleti változók most azt mutatják, hogy pl. az adott munkaműveletet hány hektáron kell végezni. Mind a termelési, mind a műveleti változókhoz rendelt technológiai koefficiensek és célfüggvény koefficiensek 1 hektár területen történő termelésre vonatkoznak. Adott átlagterméssel tervezve, ez nem is okoz különösebb gondot.

A munkaműveleti változók azonban két csoportra bonthatók. Az egyik csoportba sorolhatók azok a műveletek, amelyek elvégzése nem függ - legalábbis lényegesen - a terméshezam nagyságától, adott terméket adott talajtípuson termelve, egységnyi területre vonatkoztatva, konstans, ezért arányos a terület nagyságával. Ilyen munkaműveletek pl. a szántás, a tarlóhántás, stb., általában a talajművelési munkák.

A másik csoportba azok a munkaműveletek tartoznak, amelyek a terméshezam nagyságától is függenek. Így például a termény beszállításával kapcsolatos szállítási munkák mindenképpen függenek a terméshezam nagyságától.

Valójában a munkaműveletek ilyen szétválasztása nem könnyű. Egyrészt vannak olyan munkaműveletek, amelyek egyik csoportba sem sorolhatók egyértelműen, mert egyrészt a művelet a terület bejárását jelenti, s a bejárás ideje függ az adott műveletnél maximálisan megengedhető gépsebességtől. Ugyanakkor azonban magasabb terméshezam esetén a maximálisnál kisebb sebességgel végezhető e művelet, s a sebességcsökkenés nem is mindig lineáris függvénye a terméshezamnak. De a területarányos műveletekhez sorolt talajmunkáknál is felvethető, hogy azok is függenek - ha viszonylag kismértékben is - az elérendő terméshezamoktól,

mert pl. jobb minőségű munkavégzést igényelnek, vagy a művelet optimális elvégzésének idejét szigorubbban kell betartani /pl. rövidebb idő alatt kell a műveletet elvégezni/, stb. Hasonló problémák felvethetők a terméshozammal arányos műveletekkel kapcsolatban is.

Modellezési szempontból az ezzel kapcsolatos igények figyelembevételének sem volna akadálya.[¶] A modell méretét azonban ez nagymértékben megnövelné, és egyáltalán nem biztos, hogy az ebből adódó információ-többlet megérné-e a többletköltséget. Jelenleg aligha.

Ha nagyon ragaszkodni kívánunk a valósághoz, akkor pl. az is felvethető volna, hogy esetleg a szántás során egy-egy földdarabot tekintve, eltérő szántásmélység és szántás-sebességeket kellene foltonként alkalmazni. A táblák talajminősége ugyanis általában nem egynemű, hanem igen tarka képet mutat. Nyilvánvaló, hogy ha ragaszkodnánk ahhoz, hogy a szántást optimális minőségben végezzük, az eltérő talajminőség, az eltérő foltok szántását eltérő módon kellene végezni. Ez azonban többbe kerülne, mint az ezáltal elérhető többlettermés, hiszen egyrészt igen nagyszámu mintavétellel tűzetes talajvizsgálatot kellene végezni, foltonként meg kellene határozni a műveletvégzés módját, és a művelet során állandóan változtatni kellene a sebességet, mélységet, stb., ami jelentősen megnövelné a művelet idő- és költségigényét.

[¶] Elvileg elképzelhető, hogy adott műveleteket mind a területi, mind a terméshozam változókhoz kapcsoljunk megfelelő arányban.

Nyilvánvalóan ilyen aprólékos munka a tervezés során - különösen fejlesztési tervezésnél - nem volna célszerű. A munkaműveletek csoportosításánál tehát bizonyos mértékig meg kell alkudnunk és a csoportosítást úgy végeznünk, hogy vizsgáljuk, hogy a művelet elvégzésének időszükséglete döntően a területtel vagy a terméshozammal arányos. Esetleg nagyobb jelentőségű műveletek esetén azt megbonthatjuk területarányos és terméshozam-arányos részre.

Tegyük fel, hogy a műveleteket a fentiek alapján területarányos és terméshozam-arányos műveletekre csoportosítottuk. Ezután kidolgozzuk e műveleti változókhoz tartozó teljesítmény adatokat és célfüggvény koefficienseket úgy, hogy azok a területarányos műveleteket illetően 1 hektár területen elvégzendő műveletre, a terméshozam-arányos műveleteknél pedig 1 mázsa terméssel kapcsolatos műveletre vonatkozzanak. /Természetesen a 100 ha és 100 q ugyancsak alkalmazható./

A 3.46. formulával megadott modell most igen egyszerűen alakítható át úgy, hogy egyidejűleg a termésátlagot is optimalizáljuk. Elegendő csupán az x_j termelési változók megbontása területi változóra $x_j^{t/q}$ és terméshozam változóra $x_j^{q/t}$, s a területarányos munkaműveleti változót a területi, a terméshozammal arányos munkaműveleti változókat a terméshozam változókhoz kapcsoljuk. /Természetesen a műveletek egy előző, ugyanolyan jellegű művelethez is kapcsolhatók./

Az $x_j^{q/t}$ terméshozam és $x_j^{t/q}$ területváltozóból az átlagtermés q_j egyszerűen kiszámítható a

$$3.47. \quad q_j = \frac{x_j^{\prime q}}{x_j^{\prime t}}$$

alapján.

Lineáris kapcsolatot tételezve fel, a modell megoldása szélsőségesen nagy átlaghozam tervekhez vezethetne. Ennek elkerülése érdekében a terméshozamot egy maximálisan elérhető szinten korlátozni kell a következők szerint:

$$3.48. \quad x_j^{\prime q} \leq q_j^0 x_j^{\prime t}$$

ahol: q_j^0 - a j-edik terméknel maximálisan elérhető átlaghozam.

A célfüggvény koefficiensekkel kapcsolatban megjegyezzük, hogy mivel a területváltozó csak azt szimbolizálja, hogy a j-edik termék termeléséhez mennyi területet használunk fel, a területváltozóhoz vagy 0 célfüggvény koefficiens rendelendő, vagy kizárólag azok a költségek /negatív előjellel/, amelyek a terület rendelkezésre állásával kapcsolatosak /pl. földadó, bérleti díj/. A terméshozam változó tartalmazza a termelési érték, illetve árbevétel, valamint a műveletekhez és gépekhez nem kapcsolható, de adott termék termelésével kapcsolatos költségek különbségét. /Ilyen költségek pl. a termésbiztosítás költségei./ A többi költséget a 3.46.-tal kapcsolatban elmondottak szerint vesszük figyelembe.

A modell további részletezése aligha szükséges, hiszen a 3.46.-ban kifejtett modellel egyezik.

Az elmondottak értelemszerűen alkalmazhatók a 3.45. formulára, valamint a 3.3. pontban kifejtett modellel kapcsolatban is.[☒]

3.6. Nemlineáris modellek alkalmazása a komplex vállalati tervezésben

Az eddigiekben lineáris programozási modellekkel foglalkoztunk. A mezőgazdasági szakemberek részéről azonban indokoltan merülnek fel aggályok a lineáris programozással szemben. Valóban igaz, hogy a mezőgazdasági összefüggések általában nemlineárisak, sokszor csak igen bonyolult, nemlineáris függvényekkel volnának megközelíthetők. Ha megfontoljuk, hogy e bonyolult, nemlineáris kapcsolatok egyidejűleg sztochasztikus kapcsolatok is, s mind az összefüggés tartalmát, mind paramétereiket tekintve, vállalatonként is és időbelileg is eltérőek, igen nehéz helyzet előtt állunk.

Ezideig a mezőgazdaságban nem végeztek olyan, hosszabb időtartamra kiterjedő és széles területet felölelő, üzemi adatokra támaszkodó komplex vizsgálatokat, amelyek - ha megközelítőleg is - fényt derítettek volna e bonyolult gazdasági összefüggések mibenlétére. Az ilyen jellegű vizsgálatok ezideig legfeljebb egy-egy részproblémára szorítkoztak, kiszakítva azokat komplex kapcsolatukból. Tagadhatatlan az ilyen részvizsgálatok nagy jelentősége, de látnunk kell azt is, hogy a komplex vizsgálatokat nem helyettesíthetik.

☒ Részletesebben lásd Karlik E.-Tóth J.: A termelési szerkezet, átlaghozamok, technológiák és termelési források egyidejű optimalizálása a mezőgazdaságban. Sigma /megjelenés alatt/

Széleskörű komplex vizsgálatok hiányában a mezőgazdasági vállalati gazdálkodás nemlineáris összefüggéseit a továbbiakban kénytelenek vagyunk nagyjából részint intuitív módon megközelíteni.

A legnehezebb problémát a természeti tényezők, különösen az időjárási tényezők jelentik. Bizonyos, hogy az időjárási tényezők hatást gyakorolnak a talajra, a munkateljesítményre, a költségekre és a hozamokra, s hatásuk nemlineáris. Egyrészt azonban az időjárási tényezők alakulását előre nem ismerjük, tehát még ha tisztában is volnánk hatásukkal, nem tudnánk azzal mit kezdeni. Aligha van jelenleg más lehetőségünk, mint többéves tapasztalatra alapozva, átlagos időjárási feltételeket tekintve, adjuk meg az átlaghozamokat és a technológiai paramétereket, s számolunk az időjárási tényezők hatásaként jelentkező bizonytalansággal.

Másrészt megvan a lehetősége annak is, hogy a modellezést különböző időjárási viszonyokat feltételezve dolgozzuk ki és oldjuk meg. Így viszont igen sokféle megoldáshoz jutunk, de ezek közül megvalósításra csak egyet választhatunk ki, mégpedig úgy, hogy az időjárás tényleges alakulását nem ismerjük előre. Az ilyen megoldás legfeljebb annyiban segít, hogy bizonyos mértékig képet kaphatunk arról, hogy mely tényezők mennyire érzékenyek az időjárásra. Ebben azonban elég sok a szubjektív elem, s mivel az eljárás - a modell igen sok változatban történő elkészítése, vagy átdolgozása és megoldása - nagyon költséges és időigényes, egyáltalán nem biztos, hogy a többletinformáció ezzel arányban van.

A gyakorlati gazda a talajviszonyok és a többéves időjárás tapasztalatok alapján tud egy becslést adni arról, hogy a különböző növények termelése során a fajta, a technológia, stb. tényezőktől függően többéves átlagban milyen átlaghozamok, vagy maximálisan milyen hozamok érhetők el és milyen technológiai paraméterekkel tervezhetünk.

Ezen adatok természetesen csak többéves átlagban és csak meghatározott valószínűséggel jutnak érvényre, s az ebből adódó bizonytalansággal mindenképpen számolnunk kell. Ez viszont bármely tervezési módszernél így van.

A továbbiakban abból indulunk ki, hogy a természeti tényezők alakulását adottnak - többéves átlagban meghatározhatónak - tekinthetjük és az átlaghozamok és technológiai paraméterek ennek megfelelően - természetesen a bizonytalanság tényezőit figyelembe véve - tervezhetők. /E feltételezés nélkül a mezőgazdaságban mindenféle tervezésről le kellene mondanunk./

Figyelmünket tehát a továbbiakban a belső vállalati összefüggésekre irányítjuk, a természeti tényezőket meghatározottnak tekintve. A mezőgazdasági vállalatok gazdasági összefüggései még így is igen bonyolultak.

Egyrészt bonyolult összefüggések vannak a teljesítményadatok tekintve is. A fajlagos teljesítmények eltérőek különböző táblaméretek esetén. Egyrészt az oda- és a visszautazás ideje a táblamérettől függően kevesebb, vagy több lesz területegységre vonatkoztatva, adott távolság esetén is. De a tábla távolsága is változó, adott növény esetén, attól függően, hogy azt közelebbi vagy távolabbi

táblán helyezzük el. A táblamérettől függhet a fordulásokra fordított üresjáratí idő is, stb. Az ebből adódó eltérések azonban nem jelentősek, ezért elhanyagolhatók, illetve bizonyos mértékig a teljesítmény adatokban figyelembe vehetők.

Nagyobb problémát jelent az anyagfelhasználás tervezése, ha azok korlátozott mértékben állnak rendelkezésre, ezért kényszerülünk arra, hogy a modellbe anyagmérlegeket építsünk be. Ez természetesen csak akkor jelent problémát, ha az anyagfelhasználás és a termelés között nemlineáris kapcsolat van, például ilyen esettel állunk szemben a műtrágyafelhasználást illetően. Ekkor ugyanis elkerülhetetlen nemlineáris mérlegfeltételek alkalmazása a modellben. Egyszerűbb az eset, ha az anyagfelhasználás nem korlátozott. Ilyenkor elegendő ennek kihatását a célfüggvényben figyelembe venni, mint költséget.

Induljunk ki most abból, hogy a termelési eszközök korlátlan beszerzésére van lehetőség, legalábbis az adott vállalat várható igényeinek határáig. Ilyenkor az anyagmérlegek modellbe építése elkerülhető, a gépek és eszközök vonatkozásában pedig az eddig megismert összefüggések alapján írjuk elő a mérlegfeltételeket úgy, hogy azok változóként szerepelnek a modellben, s célunk a gép- és eszközfelhasználás optimalizálása is. Ilyen feltételezés mellett elegendő csupán a célfüggvény nemlineáris formában történő kezelése. A gépszükséglet optimumát a modell megoldásaként nyerjük, az anyagszükséglet pedig a modell megoldásának eredménye, valamint a technológiai paraméterek alapján egyszerűen meghatározható.

A munkaerő és egyéb feltételekkel nem foglalkozunk, azok az eddigiek értelemszerű alkalmazásával egyszerűen megfogalmazhatók.

Vizsgáljuk meg tehát a célfüggvény problémáját. Tegyük fel, hogy a 3.46. modellt alkalmazzuk, de kibővítve a 3.5. pontban leírtakkal, alkalmassá téve azt a négy alapvető döntési feladat egyidejű megoldására. Feltételezzük, hogy a maximálisan elérhető átlaghozamot meg tudjuk határozni a talaj és az időjárási viszonyok ismeretében.

A célfüggvényben a pénzben kifejezett hozam /termelési érték, árbevétel, stb./, valamint a költségek jutnak kifejezésre. Az árak lehetnek függvényei a termelésnek /pl. zöldség, gyümölcs/. Valójában itt is nemlineáris kapcsolatot találunk, azonban a probléma vagy a költségek terméshozamtól függő elemeivel azonosan kezelhető, vagy az egyszerűség kedvéért egy átlagárral dolgozhatunk. Egyelőre átlagárat tételezünk fel. Ilymódon elegendő csupán a költségeket vizsgálni. E vizsgálathoz célszerű a költségeket az alábbiak szerint csoportosítani:

1/ Általános költségek

Ide soroljuk azokat a költségeket, amelyek a termeléstől függetlenek, vagy csaknem függetlenek, vállalati szinten adottak, meghatározottak. Ilyen költségeknek tekinthetők a vállalatvezetés költségei /a vezetés és adminisztráció munkabére, adminisztrációs költségek, a vállalati vezetéssel kapcsolatos épületek /irodák/ amortizációs és fenntartási, javítási költségei, személygépkocsi és egyéb közlekedési eszközökkel kapcsolatos költségek, az üzemi ebédlő, kulturház, stb. költségei/.

Valójában ezek a költségek sem függetlenek a termeléstől, de adott vállalat kialakult, vagy kialakítandó viszonyait tekintve, nagyrészt meghatározottak, esetleg egyes elemei,

vagy azok egyes részei a termeléstől függő költségként tekinthetők, s ilyen esetben termelési változókhoz, vagy forrásváltozókhoz /pl. munkaerő-változók/ kapcsolhatók. Ide sorolhatók még esetleg a meglévő központi tároló-helyek /raktárak, magtárak, stb./ költségei is.

2/ Termeléssel kapcsolatos állóeszközök fix /állandó/ költségei

E költségekre jellemző, hogy a termeléssel szoros összefüggésben vannak, egységnyi termelésre jutó nagyságuk és a termelés között nemlineáris kapcsolat van.

Ide sorolhatók általában az állóeszközök fix /állandó/ költségei. Mint a 3.2.-ben erről már volt szó, ezek a költségek általában diszkréten változó termelési forrásokhoz kapcsolódnak, az állóeszköz kihasználásától függetlenek, egy időszakra /pl. 1 évre/ adottak.

E költségek és a termelés között igen bonyolult, nemlineáris kapcsolatot találunk, ha e költségeket egységnyi termelésre kívánjuk vetíteni, mint azt a 3.40.-3.41. formulában is kimutattuk. Az egységnyi termelésre jutó költség függ a rendelkezésre álló állóeszközök /vagy tervezett állóeszközök/ számától, beruházási értékétől, az amortizációs kulcstól, a termelés szerkezetétől és ebből fakadóan az adott állóeszköz kihasználásától, valamint az adott termék által igényelt kapacitásszükséglettől.

Szerencsére e költségek az állóeszköz-kapacitáshoz kapcsolódnak, s az állóeszközök mennyiségével az évi költség lineáris kapcsolatban van. Ha tehát az állóeszközök fix költségeit az állóeszköz változókhoz kapcsoljuk, mint az a 3.42.-3.44. formulákból is kitűnik, lineáris formával állunk szemben.

3/ A termeléssel kapcsolatos változó költségek

Ide sorolom mindazon költségeket, amelyek - adott természeti viszonyok és állóeszközök esetén - kizárólag /vagy legalábbis döntő mértékben/ a termeléstől függenek, s egységnyi termelésre - a termelési szerkezet és az alkalmazott állóeszközök darabszámának ismerete nélkül - vonatkoztathatók. Így például a munkabér, a műtrágya- és vegyszerköltség, az üzem- és kenőanyag költség, stb. Például a természeti viszonyok ismeretében - eltekintve természetesen a bizonytalanságtól - meg lehet tervezni, hogy valamely növényt termelve, a tervezett átlaghozam eléréséhez mennyi műtrágyát és vegyszert kell biztosítani, mi lesz ennek a költsége. Ugyancsak meg lehet tervezni, hogy adott termésátlag szinten l q termésátlag emelése milyen anyagköltséggel jár. /Ha ismerjük az ehhez szükséges függvényt./

De az egyes munkaműveletek munkabér és üzemanyag, valamint kenőanyag költsége is megtervezhető, ha tudjuk, hogy a műveletet milyen gépkapcsolattal végezzük, illetve milyen gépkapcsolatokkal végezhetjük. /Utóbbi esetben természetesen gépkapcsolatonként más-más költséggel tervezünk, ami lehetővé teszi a célszerű gépkapcsolat meghatározását./

A termeléssel kapcsolatos változó költségek két csoportba sorolhatók, a következők szerint:

a/ A termőterülettel arányos változó költségek

Ide tartoznak azok a költségek, amelyek a terméshezam nagyságától függetlenek, kizárólag /vagy döntően/ a területtel arányosak, illetve területegységre vonatkoztatva /adott talaj, időjárás és gépkapcsolat, illetve gépkap-

csolatok esetén/ konstansként tervezhetők. Például 1. ha középkitöltött talaj felszántásának üzemanyag- és munkabér költsége - adott erő- és munkagéppel - "független" a termésátlag alakulásától. /Felvethető természetesen, hogy ha magasabb átlaghozamot kívánunk biztosítani, feltétlen követelmény a jó minőségű szántás, és ez többletköltséggel járhat. Ilyen aprólékos tervezés azonban, hogy a szántás minőségét és átlaghozam kapcsolatát is figyelembe vegyük, fejlesztési tervezésnél aligha lehetséges. Egyéb-ként is a termésátlagot csak meghatározott intervallumban vizsgáljuk, amely intervallumban a munkaműveletek jó minőségben való elvégzése követelmény./

A területtel arányos változó költségek és a területnagyság között a kapcsolat lineáris összefüggésként tekinthető. Ezzel kapcsolatban is felvethető természetesen, hogy ez a kapcsolat sem pontosan lineáris, mert például a táblára és vissza-utazás területegységre jutó költsége függ a tábla nagyságától. Ez a költségrész azonban elhanyagolhatóan kicsi, és a technológiai tervekben bizonyos mértékig figyelembe vehető.

b/ A terméshozamtól függő változó költségek

Ide tartoznak azok a költségek, amelyek nem a termőterület nagyságától, hanem /legalábbis döntően/ az átlaghozamok alakulásától, illetve a tervezett átlaghozam nagyságától függenek. Így például a műtrágya költség - adott talajadottságokat, időjárást és technológiát tekintve - a termésátlag függvénye. Hasonlóképpen függ a termésátlagtól egyes munkaműveletek költsége is, pl. a terménybeszárlítás költsége, a terményszáritás költsége, stb. Ezek a költségek tehát a termésátlagok ismerete nélkül nem vetíthetők területegységre, de vetíthetők egységnyi termés hozamra.

Míg az általános költségek összességében egy gazdaságra adótnak tekinthetők, a termeléssel kapcsolatos állóeszköz költségek az állóeszközök mennyiségeinek lineáris függvényei, a termőterülettel arányosan változó költségek pedig a termőterület nagyságának lineáris függvényei, addig a terméshozamtól függő változó költségek egy része a terméshozammal lineáris kapcsolatban van, más részüknél viszont nemlineáris kapcsolatot találunk. Általában a munkaműveleti költségeket illetően nem követünk el nagy hibát, ha lineáris formát tételezünk fel. Ugyancsak lineáris kapcsolattal dolgozhatunk egyes anyagokat, pl. kötő zsineg, zsák, stb. illetően. Az anyagfelhasználás egy részénél azonban nemlineáris kapcsolattal állunk szemben. A nemlineáris kapcsolat a műtrágya költségek tekintetében jelentkezik leginkább, mégpedig olyan formában, hogy a termelési szint növekedésével a műtrágya költségek egyre gyorsuló ütemben növekednek.

Az eddigiek alapján az alábbi következtetések adódnak:

A mezőgazdasági vállalatokra bonyolult belső kapcsolatok jellemzőek. E bonyolult kapcsolatok kifejezése a 3.1.-ben ismertetett modellrendszerben semmiképpen nem oldható meg.

A továbbiakban tárgyalt modellek egyre közelebb vezetnek a bonyolult összefüggések modellezéséhez.

Kimutattuk azt is, hogy a modell olyan felépítésével, amikor a változókat területi, hozam, munkaműveleti és erőforrás változókra bontjuk, s mind a négy alapvető döntési feladatot egyidejűleg oldjuk meg, a bonyolult összefüggések lineáris kezelése lehetséges, kivéve a terméshozammal kapcsolatos összefüggéseket.

A terméshozammal kapcsolatos nemlineáris összefüggések, különösen a műtrágyafelhasználás tekintetében jelentősek. Ezzel kapcsolatban a konvex programozás alkalmazható. Olyan modellel kell tehát dolgoznunk, amely döntően lineáris összefüggéseket tartalmaz, azonban a terméshozam változókat tekintve a mérlegfeltételek egy része és a cél-függvény konvex problémaként kezelendő. A gyakorlati megoldások során a konvex összefüggések szakaszosan lineáris problémaként egyszerűen kezelhetők.

Amennyiben a konvex mérlegfeltételekre vonatkozó kapacitások nem korlátozottak /pl. a modell várható megoldásából adódó műtrágyaszükséglet beszerezhető/, a mérlegfeltételek el is hagyhatók, s a beszerezendő mennyiségeket a modell megoldása és a termelési technológiák alapján számíthatjuk ki. Ez esetben kizárólag a célfüggvényben jelentkezik a konvexitás, ami szakaszos linearitással tetszőszerint megközelíthető. Ilyen esetben a gyakorlati megoldás igen egyszerű. Elegendő csupán a 3.46. formulával megadott modellt^{*} a 3.5. pontban leírt formában átalakítani, amikor is a modellben a termelési változókat terület-változóval és terméshozam változóval reprezentáljuk. A terméshozam változókat 1 mázsa /vagy 100 mázsa/ terméshozamot reprezentálnak. A terméshozam változóhoz rendeljük a termék árát, illetve ebből levonjuk a terméshozam változóhoz kapcsolható, s a terméshozammal lineáris kapcsolatban lévő termelési költségeket /pl. biztosítási költség/.

* Részletesebben lásd Karlik E.-Tóth J.: Termelési szerkezet, források és termésátlag tervezése nemlineáris modellel. Operációkutatás és számítástechnika a mezőgazdaságban Tudományos Konferencia előadása. 1976.

A modellbe ezután lineáris szakaszonként meghatározott segédváltozókat építhetünk be. Ezek célfüggvény-koefficienseiben juttatjuk kifejezésre a terméshozammal kapcsolatos változó költségek közül azokat, amelyek konvex összefüggésként kezelendők. /A szakaszos linearitás feltételezéséből adódóan ezeket most lineáris összefüggésként kezeljük./

A segédváltozókra természetesen a következő feltételeket kell előírni a mérlegfeltételekben:

a/ Adott termékre beépített konvex változók összege megegyezik a terméshozam változó értékével.

b/ A konvex változók értéke a lineáris szakasz által meghatározott értéket nem haladhatja meg.

Ha például a j-edik termékre vonatkozó területi változót x_j -vel, a terméshozam változót x'_j -vel, a konvex változót pedig $x''_{j1}, x''_{j2}, \dots, x''_{jr}$ -rel jelöljük és a maximálisan elérhető átlaghozam az adott terméknél 50 mázsa, amit 10 mázsás szakaszokra bontunk fel, a következő mérlegfeltételeket kell a modellbe építeni:

$$\begin{aligned}x'_j &\leq 50 x_j \\x'_j &= x''_{j1} + x''_{j2} + x''_{j3} + x''_{j4} + x''_{j5} \\x''_{j1} &\leq 10 \\x''_{j2} &\leq 10 \\x''_{j3} &\leq 10 \\x''_{j4} &\leq 10 \\x''_{j5} &\leq 10\end{aligned}$$

A célfüggvényben x_j -hez rendeljük a termékár és a terméshozammal lineárisan változó költségek különbségét, az $x''_{j1}, x''_{j2}, \dots, x''_{j5}$ változókhoz pedig a konvex költségeket, mondjuk $c''_{j1}, c''_{j2}, \dots, c''_{j5}$ költségeket. Mivel $c''_{j1} < c''_{j2} < \dots, < c''_{j5}$, biztosítva van, hogy az $x''_{j1}, x''_{j2}, \dots, x''_{j5}$ egymás után sorrendben kerülnek a megoldásba, tehát nem kell félni attól, hogy közbeeső intervallumok kimaradnak a megoldásból.

Gyakorlati modellvizsgálataink bebizonyították a modell alkalmazhatóságát. Egyedüli probléma, hogy a konvex függvény paraméterei nem ismertek a gyakorlatban. Ezért jelenleg csak becslésekre vagyunk utalva. A paraméterek egzaktabb megállapítását elősegítené a terméshozam és a műtrágya-felhasználás kapcsolatának regressziós analízissel történő szélesebbkörű vizsgálata. Ez viszonylag kevés költséggel elvégezhető, de mindenképpen egyszerűbb, mint ha a mezőgazdaságban uralkodó bonyolult összefüggéseket a 3.1. pontban ismertetett modellhez kívánnánk feltárni.

Ugy vélem, hogy a 3.6. pontban kifejtettek egészen közel visznek bennünket a mezőgazdasági vállalatok gazdasági összefüggéseinek valósághű kifejezéséhez és tervezéséhez. A szükséges adatbázis megteremtése, s ennek alapján a modell szélesebbkörű gyakorlati alkalmazása azonban még várat magára.

3.7. Vegyes egészértékű /diszkrét/ programozás mezőgazdasági alkalmazása

Az eddigiekben a mezőgazdasági vállalatok modellezését folytonos feladatnak tekintettük. Indokoltan vetődhet fel azonban az az igény, hogy a változókat vagy azok egy részét

diszkrét változóként kezeljük. Modellszerkesztési szempontból ez nem vet fel új problémát,* tehát az eddig ismertetett bármely modell alkalmas arra, hogy egészértékű, vagy vegyes-egészértékű feladatként kezeljük, csupán azt kell megadni, hogy mely változókra írjuk elő az egészértékűséget. Ezt viszont gazdasági és gazdaságossági megfontolások alapján kell eldönteni.

Az egészértékűség követelménye felmerülhet a termelési változókkal szemben, vagy amennyiben ezeket megbontjuk területi és termés hozam változókra, akkor a területi változókkal szemben. A termelési változókat tekintve, az egészértékűség általában az állattenyésztési ágazatoknál merül fel, mivel az állattenyésztési telepek általában egy meghatározott állományegység befogadására vannak tervezve. Fél, vagy háromnegyed, vagy 93 %-os méretben a telep nem építhető, azaz vagy nem építünk állattenyésztési telepet, vagy azt meghatározott méretűre, vagy ennek többszörösére építjük. Célszerű lehet tehát az állattenyésztési változót a telep méretének megfelelő állatlétszámra tervezni, s egészértékű változóként kezelni.

A növénytermesztési változók egészértékű kezelésének nincs sok jelentősége. Felvethető ugyan itt is az egészértékűség igénye a táblák mérete szerint. Ennek akadálya nincs, de költségigénye jelentős, s mivel egy tábla két növény között is megosztható, másrészt általában a jelentősebb növények több táblát is elfoglalnak, - így a táblák nagyobb részére folytonos megoldás esetén is csak egy növény

* A 3.3. pontban ismertetett modellre a vegyes-egészértékű feladat matematikai megfogalmazását lásd Tóth J.-Varga K.: Az egészértékű programozás egy alkalmazási lehetősége a mezőgazdasági vállalatok tervezésében. Szigma, 1974. 1-2.sz.

kerül -, az egészértékűségtől eltekinthetünk. A megoldás eredményein természetesen kerekítéseket lehet /és gyakran szükséges is/ eszközölni.

A terméshozam és a munkaműveleti változóknál az egészértékűség igénye nem merül fel.

Mindenképpen felmerül az egészértékűség követelménye a diszkrét erőforrás-változókkal, azaz általában az álló-eszköz-változókkal szemben. Gépekből ugyanis csak egész számú mennyiség szerezhető be. Hasonlóképpen egészértékű megoldást kívánunk a terményszáritókra és más állóeszközökre vonatkozóan.

Gyakorlati tapasztalataink szerint a vegyes-egészértékű feladatok megoldásának számítógép-, idő- és költségigénye többszöröse a folytonos megoldás igényének. Például egy kb. 100 feltételt és 80 változót tartalmazó modell megoldása, ha 10 változóra előírjuk az egészértékűséget, ODRA 1204-es számítógépen ötször annyi gépidőt és költséget jelentett, mint a folytonos megoldás. Ez igen jelentős költségtöbblet lehet, ha a modellt több változatban és több célfüggvénnyel is vizsgáljuk és nem biztos, hogy a többletinformáció arányban van a többletköltséggel.

Ha egy viszonylag kis értékű gépről van szó, különösen, ha előreláthatólag abból több gépre van szükség, az egészértékűség követelménye kevésbé vetődik fel. Ha az előbbi gépre vonatkozóan folytonos megoldással például 7,2 db-ot kapunk, akkor 7 db gépet tervezhetünk. Ez azt jelenti, hogy 3 %-os géphiányt tervezünk. Ez még akkor sem jelent nagy problémát, ha az adott gépnek igen szoros határidő alatt megoldandó feladatot kell végezni. Tegyük fel például, hogy

a 7,2 db gép ezért szükséges, hogy egy munkafeladatot 3 órás munkaidővel 3 nap alatt, azaz 173 gépórával meg tudjunk oldani. A 0,2 gép 4,8 óra kiesést jelent, amit a 7 gép 0,7 óra alatt pótolni tud.

Nagyértékű gépek esetén, különösen ha előreláthatólag ebből csak 1-2 darabra lesz szükség, célszerű lehet az egészértékűséget előírni.

A modell vegyes-egészértékű megoldása a folytonos megoldásnál lényegesen kevesebb jövedelemhez vezethet. Gyakorlati tapasztalataink szerint a folytonos megoldás eredményeként kapott gépdarabszámoknak gazdasági megfontolás alapján történő le- és felkerekítése jövedelmezőbb programhoz vezethet, mint a vegyes-egészértékű megoldás. Ugyanakkor a gépekre előírt egészértékűség igen géptakarékos megoldáshoz vezet.

A költségeket is mérlegelve tehát arra a következtetésre jutottunk, hogy gyakorlati tervezés során egészértékűséget csupán az állattenyésztési telepekre és a gépekre, és más nagyértékű állóeszközökre célszerű előírni. /Utóbbiakból általában a szükséglet is csak 1-2 db-ra tehető./ A döntést természetesen mindig az adott körülmények mérlegelésével kell meghozni.

Valójában a munkaerő is létszámú létszámban biztosítható. Itt azonban a nagy létszámnál fogva nem jelent problémát a kerekítés.

Az egészértékűség, illetve a vegyes-egészértékű megoldás - mint arról szó volt - bármely, az előbbieken tárgyalt modellben biztosítható, így természetesen a 3.6. pontban

vázolt nemlineáris modellben is.* A 3.3. és 3.4. pontban leírt modellek vegyes-egészértékű megoldását a gyakorlatban is néhány esetben alkalmaztuk.

3.8. Az időtényező figyelembevétele a komplex vállalati modellekben

A mezőgazdasági vállalatok tervezését az eddigiek során, mint statikus problémát tekintettük. Ez azt a hallgatólagos feltételezést foglalta magában, hogy a tervet egy meghatározott évre, vagy a fejlesztési időszak utolsó évére dolgozzuk ki. Utóbbi esetben nem feltétlenül rögzítjük a megvalósulás naptári évét, hanem egy megvalósítandó tervet dolgozunk ki, mint elérendő célt, s hogy azt mikor valósítjuk meg, az számos tényezőtől /időjárás, hitel-lehetőség, árak alakulása, a szakemberek és a szakképzett munkaerő biztosításának lehetősége, meglévő gépek és eszközök amortizálódása, stb./ függ.

Ha a fejlesztési tervezést statikus problémaként kezeljük, akkor vagy nem adjuk meg az oda vezető utat, tehát nem készítünk éves, átmeneti terveket, vagy az átmeneti terveket a fejlesztési tervvel bizonyos mértékig összehangolva, programozással, vagy anélkül készítjük el, de a fejlesztési terv és az átmeneti tervek nem kapcsolódnak szerves egységbe, nem alkotnak egy komplex modell-rendszert.

* Lásd még Felleg L. - Tóth J.: Hiperbolikus integer programozás alkalmazása a mezőgazdasági vállalatok tervezésében. Agrártudományi Egyetem Közleményei. Gödöllő, 1975.

Ez azt is jelenti, hogy lényegében a tervidőszak utolsó éve alapján döntünk a fejlesztésről.

Indokoltan vetődik fel a mezőgazdasági szakemberek részéről az az igény, hogy a fejlesztési terv a bázisévből kiindulva a közbeeső évek láncolatát egységes komplexumnak tekintve készüljön. Egyrészt a fejlesztési terv megvalósításához az éves tervek sorozatának megvalósításán keresztül lehet eljutni, s nem közömbös az sem, hogy a közbeeső időszakokban milyen lesz a vállalati jövedelem. Aligha volna megengedhető olyan fejlesztés, amely a fejlesztési időszak utolsó évében ugyan nagy jövedelemmel kecsegtet, de a közbeeső években /az "oda vezető uton"/ a vállalat veszteségesen, vagy csak igen kis jövedelemmel működjön, s esetleg éppen e miatt válhatna lehetetlenné a fejlesztési terv megvalósítása.

Másrészt a jelen és a jövő összehangolása érdekében arra kell törekedni, hogy a vállalati jövedelem több év összesítésében vagy átlagában legyen maximális. De nemcsak a jövedelem, hanem egyéb vonatkozásban is a terv többéves vizsgálata - illetve a különböző tényezők többéves alakulása - alapján célszerű dönteni.

Az időtényező figyelembevételére - véleményem szerint - jelenleg három, gyakorlatilag is kivitelezhető megoldás kínálkozik.

A legpontosabb megoldás az, amikor a vizsgált időszakokat éves modellek összekapcsolásával - szimultán - egyetlen modellbe foglaljuk össze. Célszerű lehet ilyenkor az első tényleges időszak modelljéből kiindulni, amikor is a modellblokk minden változójára egyenletet írunk elő a tényleges helyzetnek megfelelően. E blokkban valamennyi

adat a tényleges helyzetet tükrözheti. Ezután átlós irányban építjük fel az egyes évek modellblokkjait. Annyi ilyen blokkot képezünk, ahány évet a tervezési időszakban áttekinteni kívánunk.

A modellblokkok eltérnek a változók tekintetében a következők szerint. A tervidőszak folyamán egy-egy termék termelését beszüntethetjük. A beszüntetés időszakától kezdve a blokkmodellekből ezt a terméket kihagyjuk. Új termékek termelése iktatható be, esetleg valamely közbeeső időszakban. Ettől kezdve természetesen a blokkmodellekben e termék is változóként szerepel.

A gépek a tervidőszak folyamán amortizálódnak és új gépek beszerzésére van lehetőség. Ennek megfelelően a gépváltozók a modellblokkokban eltérőek lehetnek.

Eltérnek a modellek a mérlegfeltételeket illetően. Ha egy gép alkalmazása időközben megszűnik, ettől kezdve a blokkmodellek erre a gépre vonatkozóan nem tartalmaznak mérlegfeltételeket. Új gép belépése esetén viszont belépnek az erre vonatkozó mérlegfeltételek.

Jelentősen változhatnak a termelési korlátokra és árnyokra vonatkozó feltételek. Ezek az időszak folyamán a gazdasági és a piaci feltételek, valamint a népgazdasági igényeknek megfelelő irányban ösztönzik a termelési szerkezetet és a géppark változtatását.

Ha a modellben a termésátlagot is optimalizálni kívánjuk, az időszakokat tekintve eltérő lehet a maximálisan elérhető átlaghozamok szintje.

A blokkmodelleket több vonatkozásban összekapcsoljuk.

Egyrészt kapcsolatot teremtünk a termelési változók között. Például nem engedhető meg, hogy állattenyésztési tevékenységek /telepek/ egyik évben legyenek, a másik évben ne. A felépült állattenyésztési telepek - míg csak nem használódnak el - léteznek, s ezt a modellben kifejezésre kell juttatni. Ha a telepre külön szerepeltetjük az állóeszköz-változót és külön a termelési változót, akkor előírjuk, hogy a már meglévő állóeszköz-változóval minden évben számolni kell, az nem szüntethető meg. Bővíteni esetleg lehet, de ez esetben a további években már a bővitéssel is számolni kell.

Ilyen megfogalmazás esetén természetesen előfordulhat, hogy a megoldásban a telep kihasználása változni fog, ha ezt a magasabb jövedelem elérése így kívánja. Ha ezt is el akarjuk kerülni, akkor az állóeszköz és a termelési változó olyan kapcsolatát kell blokkonként előírni, hogy a kapacitás teljes kihasználását biztosítsuk.

Kapcsolatot teremthetünk más termelési változók között is, előírhatjuk például, hogy valamely növényt vagy növénycsoportot minden évben azonos területen kell termelni, vagy valamely évtől kezdve kell azonos területen termelni, vagy a különböző években meghatározott területen kell termelni, vagy bizonyos termékek termelési aránya nem változhat, vagy meg kell hogy változzon, stb. stb.

Összekapcsoljuk a modelleket a gépváltozókat tekintve is. A bázismodellben adott gépparkkal dolgozunk. E gépek, vagy azok egy része a következő időszakban is meglesz, ezekkel tehát számolni kell. A meglévő gépek száma az elhasználódás arányában csökken, amit blokkonként kifejezésre kell

juttatni, előírva, hogy e gépekből hány darab lesz évenként. Az időszak folyamán új gépeket kell vásárolni /a meglévővel azonos típust, vagy más típust, amit programozással döntünk el/, de a vásárlás időpontjától kezdve e gépek is rendelkezésre állnak.

A modellblokkok tartalmazhatnak hitelfelvételi, esetleg bankbetéti változókat. Az egyes blokkokat ilyen vonatkozásban is össze kell kapcsolni. E változók kamatai és visszafizetési kötelezettségei a további blokkokban jelentkeznek.

Másrészt előírhatjuk, hogy például a munkabér és bérjellegű költségek nagysága az évek során nem csökkenhet, vagy annak legalább meghatározott arányban növekedni kell. Összefüggéseket írhatunk elő a munkaerő-létszámra vonatkozóan, stb.

Kapcsolódnak a blokkmodellek a jövedelem és a beruházás vonatkozásában. Egy-egy időszak blokkjában a beruházás nem haladhatja meg pl. az előző évi jövedelem meghatározott százalékát, az előző évek bankbetétjének összegét és az adott évben felvehető hitelek összegét.

Végül szoros kapcsolatot teremt a modellek között a célfüggvény. Ebben előírhatjuk, hogy az egész időszakban realizálható összes jövedelem legyen maximális, vagy hogy az utolsó időszak jövedelme legyen maximális, de az évenkénti jövedelmek is elérjenek egy meghatározott szintet, stb.

A modell részletes kifejtése önmagában is jelentős terjedelmű tanulmányhoz vezetne, amire e helyütt nincs lehetőség. Kizárólag a legfontosabb kérdéseket tekinthettük

at, de úgy vélem, ebből is kitűnik az a sokoldalú és bonyolult kapcsolat, amelyet a mezőgazdasági vállalatok többéves tervezési modelljében kifejezésre kell juttatni.

A 3.1. pontban ismertetett modell többéves tervezésre nem alkalmas, éppúgy, mint ahogy fejlesztési tervezésre egyáltalán nem alkalmas. A további modellek viszont alkalmasak az időprobléma figyelembevételére. Megjegyezném viszont, hogy a 3.3. pontban ismertetett modell alkalmazásakor a termelési változókat évenként más-más /fejlődő/ átlaghozammal célszerű tervezni. Ez a technológiai tervek évről-évre történő átdolgozását igényli, ami igen sok munkát kíván. Ha egyidejűleg a terméshozamokat is optimalizáljuk, ilyen átdolgozásra nincs szükség, csupán a maximálisan elérhető hozamokat kell fejlődő szinten meghatározni, és kizárólag az új termékek vagy új gépekre vonatkozó technológiai összefüggéseket kell megtervezni.

Ha az első blokkmodell elkészült, a további blokkok megszerkesztése legegyszerűbb a 3.6.-ban ismertetett modell alkalmazása esetén. Ez esetben, ha új termék, vagy új gép figyelembevétele nem jelentkezik, elegendő csupán a terméshozam maximális szintjének változtatása és új segédváltozóknak a modellbe történő beépítése. Valójában a maximális terméshozamszint mérlegfeltétele a modellből el is hagyható, s akkor csak új segédváltozók beépítésére van szükség. A blokkok összekapcsolása azonban minden esetben körültekintő munkát igényel.

Természetesen elképzelhető az is, hogy nem egy tényleges bázisév képezi az első blokkmodellt, hanem az azt követő, azaz az első tervév. Ilyenkor viszont a tényleges bázisév sokirányú hatását a modellben mérlegfeltételekkel és a korlátok célszerű megadásával biztosítani kell.

A szimultán eljárás, - mint arról már szó volt - nagy pontossággal teszi lehetővé a probléma vizsgálatát, illetve megoldását. Hátránya viszont, hogy már egy ötéves periódus átfogása is igen nagy és bonyolult modellhez vezet. Kérdés azonban, hogy a mezőgazdaságban, a bizonytalanságot és más problémákat is figyelembe véve, az ebből adódó munka- és költség-többlet arányban áll-e az információ-többlettel. Ezt mindenképpen célszerű mérlegelni. Kutatási szempontból azonban a fentiekben vázolt megoldásnak mindenképpen van jelentősége. Az sem kizárt, hogy nincs távol az idő, amikor e megoldás gyakorlati alkalmazása is célszerű lesz. Egyrészt ugyanis a modellszerkesztés automatizálása többéves modellre is megoldható /az ezzel kapcsolatos tevékenységünk folyamatban van/. Másrészt a 3.4.-3.8. pontban ismertetett azon modellek, amelyek a négy alapvető döntési feladat egyidejű optimalizálását teszik lehetővé, igen üres modellek. Ennek figyelembevételével lehetőség kínálkozik olyan gépi megoldó programok elkészítésére, hogy a modell megoldásának gépóra igénye a jelenleginek kis hányadára csökkenthető. Az ezzel kapcsolatos vizsgálatok folyamatban vannak.

A másik megoldás lényegesen pontatlanabb, de valamivel kevesebb a munkaráfordítás szükséglete. Eljárhatunk ugyanis úgy, hogy az előbbi modell blokkjait külön modellként kezelve - rekurzív programozás -, oldjuk meg, mint modellsorozatot.

Ilyenkor elegendő lehet az első blokkot, mint alapmodellt kidolgozni, majd ennek megoldását figyelembe véve, az alapmodellt a következő időszakra vonatkoztatva át dolgozni és megoldani.

Az alapmodell módosítása új változók beépítését, vagy változók elhagyását, új feltételek beépítését, vagy feltételek elhagyását, korlátok módosítását, a maximálisan elérhető hozam adatainak módosítását, stb. jelenti. A módosítás esetleg számítógéppel is elvégeztethető, sőt valószínűleg annak sincs akadály, hogy a módosítást a számítógép az előző modell megoldása alapján nagyrészt, vagy teljesen külső beavatkozás nélkül végezze el.

E módszer alapvető problémája, hogy az éves modellek között csak egyirányú kapcsolat érvényesül, a visszahatolás hiánya miatt kölcsönös kapcsolatra nincs lehetőség. Ez a probléma enyhíthető volna ugyan az évekre vonatkozó modellek többszöri megoldásával és vizsgálatával, ez azonban ismét nagymértékben megnövelné a munka- és költségfordítást.

Az előbbi két megoldás konkrét nagyüzemi gyakorlati alkalmazására voltak már próbálkozások, azonban ezek legfeljebb a 3.3. pontban vázolt modellre szorítkoztak és általában egyszerűsítéseket tartalmaztak,^{*} de jelentősen előbbrevitték a probléma megoldását.

Végül a harmadik lehetőség az időtényező figyelembevételére igen hozzáférhető és alig jelent költségtöbbletet és munkatöbbletet. Ez az eljárás abban áll, hogy egy fejlesztési terv modelljét úgy állítjuk össze, olyan korlátokkal és feltételekkel, hogy egy, szakmai ismereteink és közgazdasági megfontolásaink alapján elfogadható, illetve megvalósítható fejlesztési tervhez juthassunk. Nem

* Lásd 8., 33., 36., 38., 146., 150. sz. irodalmakat.

határozzuk meg pontosan a megvalósulás évét sem, hanem egy olyan középtávú fejlesztési tervnek tekintjük, amelyet 4-7 év alatt tartunk megvalósíthatónak. Ezt, mint elérendő célkitűzést fogadjuk el, számítva arra, hogy a 4-7 éven belül a megvalósulás ideje számos tényezőtől függ.

E fejlesztési tervet részletesen kidolgozzuk, a megvalósítás útját pedig csak főbb vonásaiban határozzuk meg. Az éves terveket viszont az előző évi eredmények és az egy évre előre már biztosabban látható lehetőségek alapján úgy készítjük el, hogy az - minden évben kedvező tervre törekedve - a fejlesztési terv megvalósítása felé egy-egy lépést jelentsen. Természetesen egyik évben nagyobb, a másik évben kisebb előrelépésre lesz lehetőségünk, de végső soron eljutunk a fejlesztési terv megvalósításához, ha megvalósítása egyáltalán célszerűnek látszik.

Ebben az esetben elmarad az, hogy a fejlesztési terv készítésével egyidejűleg az átmenetet is részletesen megtervezzük. E helyett nagyobb gondot fordítunk az éves tervezésre /a modell kisebb átalakítással erre a célra is felhasználható/, vagyis az átmeneti terveket akkor készítjük el, amikor az ehhez szükséges információk nagyobb biztonsággal állnak rendelkezésünkre.

Egyidejűleg nagyobb gondot fordítunk a fejlesztési terv karbantartására. A megváltozott feltételek alapján a fejlesztési modellt esetleg évenként is vizsgáljuk, újra megoldjuk és elbíráljuk, hogy kidolgozott fejlesztési terv megvalósítása továbbra is célszerű-e, vagy azt módosítani

kell.* Természetesen a módosítási lehetőségnél a már megvalósított lépéseket figyelembe kell venni. Nyilván, ha megépült a fejlesztési tervben előirányzott állattenyésztési telep, ennek megsemmisítésére a terv módosításával nincs lehetőségünk. Igaz, hogy a modell megoldása során információt kapunk arra vonatkozóan is, hogy az adott létesítmény megvalósítása milyen hátránnyal járt a vállalatra nézve.

Az eddigiek is alátámasztják, hogy a mezőgazdasági vállalatok tervezése milyen bonyolult probléma, különösen, ha az időtényezőt is figyelembe vesszük. Nem egyértelműen eldöntött a tervezéssel áttekintendő időhorizont meghatározása sem. Egyik oldalról a hosszabb távu időszak felölélése volna kívánatos. Más oldalról - a távlatokra vonatkozó információk nagyobb bizonytalanságából adódóan - a középtávu időhorizont átfogása látszik célszerűnek.

* Csak illusztrációként említem meg egy tervkarbantartási tapasztalatunkat. Egy termelőszövetkezet részére 1975-ben készített fejlesztési tervünk karbantartását végeztük el 1976-ban, tekintve az árak és a szabályozók változását. Első lépésként vizsgáltuk a változások hatását az elkészített fejlesztési tervre. E vizsgálat a szövetkezet bruttó jövedelmének 14 millió Ft-tal történő csökkenését mutatta. A modellen a változásokat átvezetve, azt újra megoldottuk. Ennek során olyan fejlesztési tervet kaptunk, amely a bruttó jövedelem csökkenését 7 millió Ft-ra mérsékelte. Megjegyeznénk, hogy a 7 millió Ft-os eredményben jelentős szerepe volt annak, hogy az árnyékarak elemzése alapján a termelőszövetkezet néhány termelési korlátot tágitott, ami a termelési szerkezet kedvező változtatását tette lehetővé.

3.9. A célfüggvény közgazdasági tartalma a komplex vállalati modellben

A célfüggvény közgazdasági tartalmának problémája önálló tanulmányt igényelne, s a rendelkezésemre álló keretek ennek részletes vizsgálatát nem teszik lehetővé, de a probléma megkerülése sem lehetséges. Tekintve azonban, hogy a kérdéssel több publikációmban is foglalkoztam, * e helyütt elegendőnek tartom néhány, általam fontosabbnak vélt probléma kiemelését, vizsgálataim során levont néhány következtetés rövid összefoglalását.

A célfüggvény közgazdasági tartalmának problémájával számos irodalom foglalkozik. ~~***~~ Időnként tanul lehetünk vitáknak, eltérő nézetek ütközésének is. Nem lehet célom, hogy e helyütt általános elméleti kérdésekkel kapcsolatos vitákba bonyolódjam, kizárólag a mezőgazdasági vállalatok komplex tervezési modellje szempontjából vizsgálom a problémát. Ugyanakkor az ezzel szorosan kapcsolatban lévő elvi jellegű kérdéseket sem kerülhetem meg.

A mezőgazdasági vállalatok komplex tervezési modelljében a célfüggvény közgazdasági tartalma igen sokféle lehet. Így pl. a termelési érték, az árbevétel, a bruttó jövedelem, a nettó jövedelem, az összes beruházási érték, az új beruházások értéke, a munkabér, a munkanap-felhasználás, az állóeszközök állandó /fix/ költsége, az összes termelési költség, a változó költségek, az energia költségek, valamilyen termelési egyenérték, stb.

* Lásd 174., 180., 181. sz. irodalmakat.

~~***~~ Lásd 23., 35., 98., 105., 106., 145. sz. és más irodalmakat.

Rögtön felvethető a kérdés, hogy a felsorolt, vagy még lehetséges célfüggvények közül melyiket célszerű választani. Ismeretes az agrárközgazdászok között néhány évvel ezelőtt a bruttó vagy a nettó jövedelem kérdésében kialakult vita.

Vizsgálataim azt mutatták, hogy a problémát/így a bruttó vagy nettó jövedelem kérdését is/ nem lehet általános érvennyel eldönteni. Kimutattam*, hogy a kérdés eldöntésénél több tényezőt együttesen kell mérlegelni, s a döntés időben és termelőszövetkezetenként is eltérő lehet. Mind a vállalatra ható külső tényezők /árak, illetve arányok, gazdasági szabályozók, más vállalatok által a termelőszövetkezeti tagok részére kínált munka- és kereseti lehetőségek, stb./, mind a belső vállalati tényezők /a munkaerősűrűség, illetve -ellátottság, a termelhető termékek köre és termelési színvonala, gépesítettség, beruházási lehetőségek, a termelőszövetkezet gazdasági, pénzügyi helyzete, a tagok anyagi jövedelmi helyzete, stb./ mérlegelése szükséges, figyelembe véve ezek időbeli változását és a változás tendenciáját.

A döntés - különösen a modellszerkesztés idején, amikor az eredményt előre még nem láthatjuk - nem könnyű. Célszerűbbnek látszik a modellt mindkét célfüggvénnyel vizsgálni, s az eredmények ismeretében dönteni. Ezt az eljárást az is indokolja, hogy a tervváltozatok közül általában nemcsak a célfüggvény alapján választunk, hanem a célfüggvény, a termelési szerkezet és a géppark együttes mérlegelése alapján.

* Lásd Tóth József: A termelési tényezők felhasználásának optimalizálása a mezőgazdaságban. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó. Budapest, 1973. 138-147. old.

A fenti megfontolások azt is jelzik, hogy több célfüggvény alkalmazását tartom célszerűnek.[✱] Elvileg megoldható a probléma úgy is, hogy több célfüggvényből képezzünk egy célfüggvényt.^{✱✱} Ezáltal viszont értékes információkat veszíthetünk el. Helyesebbnek tartom a modellt az egyes célfüggvényekkel sorban megoldani. Ez az eljárás általában nem növeli nagymértékben a gépidőt, de több tervváltozathoz vezet, s azokat a termelési szerkezet, a géppark és valamennyi célfüggvény értékének egyidejű mérlegelésével lehet vizsgálni.

Tény viszont, hogy a célfüggvények száma sem szaporítható nagymértékben. Adott vállalat ismeretében viszont általában ki lehet választani azt a néhány legfontosabb mutatót, amelyet a célfüggvényben vizsgálni szükséges. Célszerűnek tartom itt megjegyezni, hogy gyakran két vagy több célfüggvény is ugyanazon tervváltozathoz vezet. A számítógépre szerkeszthető olyan program, hogy a modellt csak azokkal a célfüggvényekkel vizsgáljuk tovább, amelyek az előző megoldásoktól eltérő tervváltozathoz vezetnek.

✱ Ez természetesen nem jelenti azt, hogy valamennyi célfüggvény egyenrangú.

✱✱ Ezzel a kérdéssel "A takarmánygazdálkodás matematikai tervezése" Akadémiai Kiadó, Budapest, 1969. című könyvemben röviden magam is foglalkoztam. Lásd továbbá Bod Péter: Lineáris programozás több, egyidejűleg adott célfüggvény szerint. /MTA Matematikai Kutatóintézetének Közleményei, Budapest, VIII.évf. B.sorozat 4.1963./ és más műveket.

Indokoltnan vetődik fel az a probléma is, hogy a célfüggvényben ne csak abszolút mutatókat /pl. jövedelemösszes/, hanem relatív mutatókat is /pl. jövedelmezőség/ vizsgáljunk. Az előbb felsorolt célfüggvényeket például egymáshoz viszonyítva egy sor relatív mutatót képezhetünk. A relatív mutatók vizsgálata hiperbolikus programozáshoz vezet.* Ma már nem jelent problémát hiperbolikus feladatok megoldása, de az is igaz, hogy a tervezési költségek ilyen vonatkozásban is mérsékletre intenek.**

A gyakorlati tervezés során általában a 3.3., valamint a 3.4. pontban ismertetett modelleket alkalmaztuk. A 3.3. pontban ismertetett modellt alkalmazva, általában három célfüggvénnyel dolgoztunk /bruttó jövedelem, nettó jövedelem, beruházási érték/ és 10-20 tervváltozatot terjesztettünk elő döntésre. Ezekből a termelőszövetkezetek általában tudtak választani gyakorlati megvalósításra célszerű tervet. Előfordult az is, hogy az előterjesztett tervváltozatok valamelyikét kisebb kerekítésekkel fogadták el, vagy két változathból egyet képeztek. Általában olyan tervváltozatot fogadtak el, amelyet bruttó vagy nettó jövedelem célfüggvénnyel nyertünk. Gyakoribb volt a nettó jövedelem célfüggvénnyel nyert tervváltozat kiválasztása megvalósításra. Érdekes, hogy beruházás minimalizálásával nyert változatot egy esetben sem fogadtak el megvalósításra.

* Lásd a 14. sz. alatti irodalmat.

** Az abszolút és relatív mutatókból képezett célfüggvények vizsgálatával röviden a 181. sz. alatti könyvemben foglalkoztam.

A 3.4. pontban ismertetett modellt általában háromnál több célfüggvénnyel vizsgáltuk. Egyik modellünket 7 célfüggvénnyel oldottuk meg /anyagköltséggel csökkentett árbevétel, bruttó jövedelem, nettó jövedelem, beruházás, állandó költségek, változó költségek, munkabér/. Ennek alapján 7 tervváltozatot terjesztettünk elő döntésre. A termelőszövetkezet megvalósításra most is a jövedelem célfüggvény szerinti változatot választotta.

A célfüggvény /célfüggvények/ közgazdasági tartalmának célszerű megválasztása mellett nagyon fontos annak helyes, szemléletbeli és adatbeli kialakítása.

A szemléletbeli problémákra példa a 3.1. és 3.3. pontban kifejtett modellek eltérő szemléletmódja. Ehelyütt ismét hangsúlyozzuk, hogy a 3.3. pontban ismertetett modell jelentősége a 3.1.-ben leírtéhoz képest nem annyira a mérlegfeltételek átalakításában, a korlátok feloldásában van - amit variáncszámítással vagy más módon is megoldhatunk -, hanem éppen a célfüggvény realisabb felépítésében, bár természetesen a kettő szorosan összefügg. A 3.3. pontban ismertetett modell szemlélete végig vonul a továbbiakban leírt modelleken is, majd a 3.6. pontban még realisabb megoldáshoz jutunk.

Ami az adatbeli helyességet illeti, már sokkal bonyolultabb problémákkal találjuk szembe magunkat. A mezőgazdaságban fellelhető nagyfokú bizonytalansági tényezők a célfüggvényben általában sűrűsönek. A jövedelem függ az átlaghozamoktól, a termékek árától és a költségektől. Az átlaghozamokat előre nem tudjuk biztonságosan tervezni. Az árakban is vannak bizonytalanságok. A költségek több

elemből tevődnek össze és lényegében a modell feltételrendszerében alkalmazott paraméterek függvényei, másrészt külső körülmények /például anyagárak/ függvényei. Mind a belső paraméterek, mind a külső körülmények jelentős bizonytalanságot foglalnak magukban.

Az adatbeli helyesség tehát nem egyszerűen csak számolási vagy szakmai felkészültségi probléma, hanem ennél sokkal összetettebb.

A tervező aligha tehet mást, mint él bizonyos feltételezésekkel. Feltételez egy természetlagon, vagy annak egy elérhető maximális szintjét. Feltételezi az árakat és a modell feltételrendszerének paramétereit, stb. Megvan a mód arra, hogy a tervező feltételezéseit változtatva, variáns-számításokat végez, esetleg e variáns-számításokat a paraméterekre, a hozamokra, stb. vonatkozó egyéb vizsgálatokkal alapozza meg. Ezek a vizsgálatok célszerűek lehetnek, mert segítségükkel felderíthető, hogy mire érzékeny a modell. Egyrészt azonban a mezőgazdaságban igen nagyszámú variáns-számításra volna szükség, ami viszont olyan nagytömegű információhoz vezetne, amelyet képtelenek lennénk megfelelően értékelni. Másrészt viszont, ha képesek volnánk is ilyen nagytömegű információ értékelésére, kérdéses, hogy mit tudnánk abból hasznosítani.

Képzeld el a vállalatvezetőt, ha többszáz tervváltozatot kap, amelyből meg tudja állapítani, hogy ha ez történik, akkor ez az optimális, ha az történik, akkor azaz, de nem tudja, hogy mi fog valójában történni.

Ha a vállalat és a népgazdaság kapcsolata szempontjából vizsgáljuk a célfüggvény kérdését, még széleseedik a probléma.

Egyrészt lehet, hogy valamely célfüggvény a vállalat szempontjából nézve kedvező tervváltozatot eredményez, de az nem kedvező népgazdasági szempontból, vagy fordítva. Ezzel kapcsolatban két lehetőség vetődik fel, előírható a modell feltételrendszerében, hogy meghatározott népgazdasági igényeknek eleget kell tenni, még akkor is, ha az a vállalat számára kedvezőtlen. Ismeretes, hogy az árnyékárakból[¶] az is kiderül, hogy az ilyen előírások milyen mértékű hátrányt jelentenek a vállalatnak "saját célfüggvénye" szempontjából. A gazdasági politikának az a célja, hogy a gazdasági szabályozókat úgy alakítsa, hogy az a vállalatot a népgazdasági érdek megvalósítására ösztönözze. Utóbbit nagymértékben elősegítené, ha a matematikai tervezés szélesebb körű volna és sok, eltérő körülmények között gazdálkodó mezőgazdasági vállalat modelljével rendelkeznének, amelyek alkalmasak volnának a gazdasági szabályozók hatásának vizsgálatára.

Másrészt ismeretes, hogy nálunk az árak sem nem értékárak, sem nem termelési ár-típusúak, hiszen a szocialista állam jelentős gazdasági funkciója éppen az árak tudatos irányítása. Lehetséges pl., hogy egy termék árát

[¶] Az értekezés nem vállalkozhat arra, hogy az árnyékárak kérdésével foglalkozzon. A probléma önmagában véve is egy terjedelmes tanulmányhoz vezethetne. Egyrészt az árnyékárak kapcsolódnak a célfüggvény különböző közgazdasági tartalmához, másrészt a modell eltérő feltételrendszeréhez, korlátjaihoz. De eltérő lehetőségeket nyújtanak az árnyékárak elemzésére a tárgyalt modelltípusok. Az ezzel kapcsolatos vizsgálataink azt mutatják, hogy különösen a 3.4. pontban és a továbbiakban ismertetett modellek igen összetett elemzésre nyújtanak lehetőséget.

az állam alacsony szinten tartja még akkor is, ha arra feltétlenül szükség van - vagy éppen azért -, így a termék termelése veszteséges. Ha a vállalatok kizárólag a jövedelem célfüggvény szerint terveznének, a veszteséges termékeket nem termelnék. Aligha volna azonban megengedhető, hogy Magyarországon a mezőgazdasági vállalatok egyáltalán ne termeljenek pl. tejet. A megoldás ismét különböző lehet. Egyrészt a feltételrendszerben előírhatjuk, hogy a népgazdasági igényeknek adott termékek vonatkozásában eleget kell tenni. /Csak megjegyezném, hogy a matematikai programozás olyan vonatkozásban is segítséget jelenthetne, hogy az ilyen jellegű termékek termelését hogyan volna célszerű a vállalatok között szétosztani, hogy az országos szinten a lehető legkedvezőbb legyen. A jelenlegi helyzet, amikor egy termelőszövetkezet 2-3 ilyen termékkel is foglalkozik, igen kis volumenben termelve azt, elmaradott technológiával, kis ráfordítással, semmiképpen nem lehet jó megoldás. / Másrészt felmerülhet a termelői ár megfelelő szintre történő emelése, vagy ami ezzel egyenértékű lehet, más termékek /versenytársak/ termelői árának csökkentése, illetve mindkét eset egyidejű alkalmazása. Ezzel kapcsolatban számos vizsgálatra érdemes probléma merülhet fel. Például az egymással versenyző termékek áráránya, az árárányok változtatásának hatása a versenyre. Ugyanez felmerülhet a mezőgazdaságban használatos termelési eszközök körében is. E két tényezőcsoport egymás közötti viszonya is vizsgálható egyenként és összességében. Elemezni lehetne, hogy adott veszteséges termékeket az állam részéről hol célszerű dotálni, a termelőnél, az ipari feldolgozó vállalatnál, a kereskedelemnél, vagy a fogyasztónál.

Vállalati szinten általában csak a vállalatnál jelentkező problémákat tudjuk érzékelni, ezért nagyon fontos a gazdasági szabályozók olyan alakítása, hogy azok a vállalatot a népgazdasági célok megvalósítására ösztönözzék. Ez feltétlenül indokolja a gazdasági szabályozók megalapozásával kapcsolatos közgazdasági számításokat, de indokolja azt is, hogy a vállalatok megfelelően informálva legyenek a népgazdasági célkitűzésekről.

A problémák - bár azok itt távolról sem tekinthetők át teljeskörűen - talán a tervező kedvét szeghetik. Megkerülni a kérdést viszont nem lehet, mint ahogy a tervezést sem lehet megkerülni. Tervezni kell, ha egyáltalán termelni és a termelést fejleszteni akarjuk. Sőt a tervezést a jelenleginél magasabb szintre kell emelni, s ennek hasznos eszköze lehet a matematikai programozás. De látnunk kell azt is, hogy a tervezés nem lesz hibamentes akkor sem, ha matematikai programozással, s akkor sem, ha e nélkül tervezünk. Legfeljebb a matematikai programozással egzakttá számítások útján több információt nyerhetünk, s ezáltal megalapozottabban tervezhetünk.

4. A TERMELÉSI TÉNYEZŐK
ÉRTÉKELÉSE ÉS HASZNOSÍTÁSÁ-
NAK VIZSGÁLATA

A matematikai programozás alkalmasnak látszik gazdasági összefüggések és törvényszerűségek egzakt módon történő vizsgálatára. A különböző termelőszövetkezetekre kidolgozott gyakorlati tervezési modelljeink számos ilyen jellegű vizsgálatra adtak alkalmat. E helyütt nincs lehetőség valamennyi ilyen jellegű vizsgálat és az ezekből levont következtetések ismertetésére, csupán a termelési tényezőkkel kapcsolatos legfontosabb vizsgálatok eredményeinek vázlatos leírására szorítkozhatunk. E kérdésekkel részletesebben foglalkoztam "A termelési tényezők felhasználásának optimalizálása a mezőgazdaságban" című könyvemben. A leírtak itt történő teljes megismétlését nem tartottam szükségesnek. Az ezóta végzett vizsgálateim az ott leírt megállapításaimat támasztották alá, s ujabbakkal egészítették ki. Ugy vélem - könyvem ismeretét feltételezve - e helyütt elegendő, ha vizsgálateim során nyert legfontosabb megállapításaimat tömören foglalom össze.

Természetesen nem foglalkozom valamennyi termelési tényező vizsgálatával, csupán a legfontosabb tényezők; a föld, a munkaerő és a termelési eszközök, különösen a gépek vizsgálatával.

A termőföld, a munkaerő és a termelési eszközök hasznosításával, kihasználásával, hatékonyságával és összefüggéseivel foglalkozó irodalom könyvtárakat töltene meg. Nagy

részüket a tényleges helyzetek, a tényleges helyzetek időbeli alakulásának elemzése, s az ezekből levont következtetések leírása, vagy általánosítása jellemzi. Nem tartanám korrektnek, hogy a levont következtetésekkel vitatkozzam, hiszen vizsgálati alapom az irodalomtól eltérő. Más eredményre juthatunk ugyanis, ha például vizsgáljuk a munkaerő és a jövedelem változásának összefüggéseit a tényleges helyzet alapján, vagy ha ugyanezt azzal a feltételezéssel vizsgáljuk, hogy a vállalatok optimálisan cselekszenek, legalábbis a modellezéssel kifejezett feltételeket alapul véve.

Az előbbi példánál maradva, a jövedelem változása nemcsak a munkaerő változásától, hanem számos más tényezőtől függ. A tényleges adatok vizsgálata során a sokféle tényező hatását nem tudjuk szétválasztani, tisztán vizsgálni. A matematikai modellezés viszont lehetőséget ad arra, hogy a többi tényezőtől elvonatkoztatva, azok hatását kiküszöbölve, mindig arra a tényezőre irányítsuk a figyelmet, amelyet vizsgálni kívánunk. Ilyen megfontolásból - de a terjedelmesség elkerülése érdekében is - inkább csak néhány általánosabb jellegű irodalmi megállapításra és a kérdéssel foglalkozó irodalomra utalok.

Következtetéseimet a matematikai programozás szempontjából foglalom össze, de azok mind a gazdasági irányítás, mind a vállalati gazdálkodás szempontjából hasznosíthatóknak látszanak.

Ami a vizsgálat módszerét illeti, azt a következőkben foglalom össze röviden:

Tekintsük a 3.3.-ban ismertetett modellt. Az erőforrás-változókat y -nal jelöltük, mégpedig $y^{t/a}$ a területet, $y^{m/}$ a munkaerőt, $y^{a/}$ az állóeszközöket, $y^{E/}$ a gépeket, stb. reprezentálta. Állítsuk össze egy termelőszövetkezet /vagy állami gazdaság/ modelljét, rögzítsük az erőforrás-változókat valamilyen szinten, s oldjuk meg a modellt. Az eredmény - ha van megoldás - az erőforrás-változók egy-egy rögzített szintje mellett adja meg az optimális termelési szerkezetet és az ehhez tartozó célfüggvény értéket.

Az erőforrás-változókra előírt szinteket változtatva, megoldássorozathoz jutunk, amelyek mindegyike az erőforrás-változók egy-egy rögzített szintje mellett optimális, az adott célfüggvényt tekintve. A megoldássorozat elemzése megmutatja az erőforrás-változók változásának hatását a termelési szerkezetre és a célfüggvény értékére. Az erőforrás-változók szintjét előírhatjuk egyenlettel vagy felső korlátként.

Előírhatunk szinteket az erőforrás-változók csoportjaira, pl. állóeszközök, illetve állóeszközérték, munkaerő-létszám, gépek, illetve gépek beruházási értéke, stb., vagy alkalmazhatunk részletesebb bontást, pl. szakmunkás létszám, segédmunkás létszám, géptípusok, stb., attól függően, hogy mi a vizsgálatunk célja.

Vizsgálataimat általában összevontan egy-egy erőforrás-változó-csoportra végeztem el, munkaerő-létszámra, gépértékre, összes beruházási értékre. Ez azt a feltételezést tartalmazta, hogy a csoporton belül az erőforrás-változók optimális összetételét biztosítjuk.

A modellek elemzése során természetesen változtathatjuk a termelési korlátokat, helyettesíthetünk valamely terméket egy másik termékkel, vagy egy géptípust másik géptípussal, változtathatjuk a célfüggvény értékét, stb.[¶]

Vizsgálataim során általában a bruttó és a nettó jövedelem célfüggvényt alkalmaztam, ezért a továbbiakban lényegében a jövedelem célfüggvények szempontjából foglalom össze következtetéseimet. Nincs azonban semmi akadálya más célfüggvények vizsgálatának sem. Másrészt, elemzéseimet általában a 3.3. pontban ismertetett modellel végeztem, de lényegében ugyanezen következtetésekre jutunk a további modellek alkalmazásával is, legfeljebb a nemlineáris modellek vezethetnek eltérő megállapításokhoz.

Az alkalmazott módszer fontos momentuma, hogy lehetővé teszi olyan zavaró tényezők hatásának kiküszöbölését, amelyek tényleges adatok alapján végzett elemzések során mindig felmerülnek és nagy nehézséget okoznak. A tényleges adatok idősoros vagy területesoros vizsgálata során ugyanis mindig felmerül a különböző évek vagy területek eltérő időjárási viszonya, az eltérő közgazdasági környezet, stb. zavaró hatása. A matematikai modellel adott időjárási és közgazdasági, stb. viszonyokat feltételezve készül el, a megsokszorozása során mindig csak azt, vagy azokat a tényezőket változtatjuk, amelyekre vizsgálatunk irányul.

¶ A modell ilyen változtatásával a műszaki fejlesztés hatása, árhatalások, az állami támogatások és dotációk hatása és számos más kérdés vizsgálata is lehetővé válik.

A továbbiakban vizsgálataink során levont legfontosabb következtetéseket foglaljuk össze:

4.1. A termőföld közgazdasági értékelésével és hasznosításával kapcsolatos következtetések

Több mezőgazdasági vállalat gyakorlati modelljének összehasonlító elemzése adott modellben a termelési változók kicserélésével, a termelési szerkezetre előírt korlátok változtatásával, valamint a forrásváltozók szintjének változtatásával végzett vizsgálatok elvehetnek néhány, a termőföld közgazdasági értékelésével kapcsolatos következtetéshez.*

A termőföld jellemzője, hogy korlátozott mennyiségben áll rendelkezésre, mind összességét, mind fizikai állapotát és elhelyezkedését tekintve. Ennek fogva is közgazdasági értékelése és célszerű felhasználása a mezőgazdaság egyik legfontosabb kérdése. A termőföld mint felső korlát, mind a szocialista vállalat szintjén, mind országos szinten, merev, abszolút korlátnak tekinthető, mind az ösztérterület, mind a termőföld tulajdonság és elhelyezkedés szerinti megoszlását illetően. /Részben ebből fakadtak korábban azok a nézetek, amelyek szerint a mezőgazdasági termékek iránti szükségletek kielégítése a teljes termőföldterület kibaszálását kívánja mezőgazdasági termékek termelésére./

* A termőföld gazdasági értékelésével kapcsolatos eltérő állásfoglalások és vélemények jó összefoglalását találjuk Szabó Gábor: A termőföld gazdasági értékelése. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1975. könyvében. Megismétlése e helyütt aligha volna célszerű. Lásd még a 19., 21., 27., 42., 44., 109., 117., 129., 130., 165., 166., 181. és más forrásokat. Az értekezés a kérdést főként vállalati oldalról vizsgálja, a levont következtetések azonban általános értelemben is hasznosíthatók lehetnek.

Másrészt a termőföld "minősége" kérdésének a megítélése sem egyértelmű. Nem lehet abszolút értelemben jó vagy rossz minőségű termőföldről beszélni. A termőföld minőségi jellemzője ugyanis sokféle összetevőből ered. Számitásba jön itt a föld elhelyezkedése, domborzata, a talajviz-viszonyok, a talaj mechanikai összetétele, savas vagy lúgos jellege, a talajerőállapot, a káros sók jelenléte vagy hiánya, a termőtalaj réteg vastagsága, stb.

A termőföld minőségének abszolút megítélése annál inkább nehéz, mert a különböző növények igénye, illetve tűrőképessége a talaj állapotával szemben eltérő. A különböző növények másként diszlenek a kötöttebb, vagy a lazabb szerkezetű talajokon, másként reagálnak a talajviz szintjére, a talajerő állapotára, a káros sókra, a talaj savas vagy lúgos jellegére, stb. Igen jó példa erre, hogy a szabolcsi homoktalajok is jól hasznosíthatók pl. gyümölcsössel.

A termőföld, illetve a talaj minőségét tehát az azon termelő növényrel vagy növényekkel szoros kapcsolatban lehet megítélni.

A termőföld értékelése és célszerű felhasználása szoros kapcsolatban van, hiszen annál értékesebb egy adott földterület, minél célszerűbben tudjuk felhasználni, illetve annál célszerűbben használjuk fel az adott földterületet, minél értékesebb az számunkra.

A termőföld gazdasági értékelésének problémája már régen felvetődött, s azt különösen a föld ára, adózása, a hasznbér megállapítása szempontjából tekintették fontos kérdésnek. Magyarországon a földek aranykorona-értéke, egyes or-

szagokban "a talaj értékelésén alapuló pontrendszer, illetve egységszám-rendszer terjedt el, de már korszerűbb változatban /1-100 pont/".³⁶

A jelenleg alkalmazott földértékelési rendszerek kialakítása és a föld értékelésének gyakorlati megvalósítása igen sok vizsgálatot, munkát és költséget igényel, mind amellet az így megállapított földérték gyorsan elavul, használhatatlanná válik. Érthető tehát az a mindinkább jelentkező igény, hogy a termőföld értékelésének rendszere objektív legyen - helyesen szintetizálja az ökológiai /természeti/ és az ökonómiai /gazdasági/ tényezőket - de egyben perspektivikus is legyen.³⁷

A termőföld értékelésének jelenlegi rendszerei általában az egyes ökológiai és ökonómiai tényezőket vizsgálják, s ennek alapján kívánnak szintetikus eredményhez jutni. Már önmagában az is megoldhatatlan feladat, hogy objektíven értékeljük, különösen pedig, hogy objektív értékelés alapkvantifikáljuk a különböző ökológiai és ökonómiai tényezőket. Ha még azt is meggondoljuk, hogy e tényezők - különösen az ökonómiai viszonyok - állandóan változnak, arra a következtetésre jutunk, hogy egy objektív perspektivikus földértékelési rendszer kialakítása - a jelenlegi, az egyes ökológiai és ökonómiai tényezők vizsgálatán alapuló koncepciók mellett - gyakorlatilag lehetetlen. A termőföld így megállapított közgazdasági értéke vagy a jelenlegi helyzetet tükrözi - s ez esetben viszonylag rövid idő alatt elavul - , vagy pedig egy tervezett perspektivikus helyzetet,

³⁶ Gönczi - Kádár - Vadász: Mezőgazdasági vállalatok és üzemek gazdaságtana. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó. Budapest, 1967. 95.old.

³⁷ U.o. 96. old.

ami azonban gyakorlatilag sem a jelenlegi, sem a perspektivikus helyzetet nem tükrözné igazán reálisan.

Nézzük meg elsőként, hogy - a különböző ökológiai tényezők vizsgálatából kiindulva - milyen problémákkal találjuk szembe magunkat, amikor a termőföld közgazdasági értékelésének valamilyen rendszerét kívánjuk kialakítani.

A termőföld közgazdasági értéke mindenképpen függ a földterület általános állapotától.²² Ez magában foglalja többek között a termőtalaj vastagságát, mechanikai összetételét, savas vagy lúgos jellegét, a talajerő állapotát, a káros sók jelenlétét, a talajviz-szint magasságát, a domborzati viszonyokat, stb. A termőföld állapotának önmagában történő elbírálása sem könnyű feladat. "A talaj a földréteg legfelső része. De már annak meghatározása is nehézségbe ütközik, hogy mekkora ez a felső réteg." ~~222~~
Még nehezebb a helyzet, ha e tényezőket a termőföld közgazdasági értékelése céljából kívánjuk megítélni. A különböző növények igénye, illetve tűrőképessége - mint arra utaltunk -, a talaj állapotával szemben eltérő. Éppen ezért a termőföld közgazdasági értékelése során a termőföld általános állapotát, az azon termesztendő növényvel, illetve növényekkel szoros kapcsolatban lehet csak megítélni.

²² Szándékosan a "föld általános állapota" kifejezést használom és nem a "föld minősége" kifejezést. A föld minőségének fogalma ugyanis a közhasználatban, de sokszor szakmai körökben sem egyértelmű, egyaránt használják a föld általános állapotának jelölésére, valamint a minőségi érték kifejezésére.

~~222~~ Csáki Norbert: A földellátottság szerepe a mezőgazdaság nemzetközi szakosodásában. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1969. 18. old.

A termőföld általános állapota egyrészt az elérhető terméshozamokra, másrészt a ráfordításokra gyakorolt hatásával befolyásolja a gazdálkodás jövedelmezőségét, s ezáltal a termőföld közgazdasági értékét. Márpedig a termőföldnek mind a ráfordítások, mind a hozamok alakulására gyakorolt hatása függ az időjárási tényezőktől is. Igen csempedékos vidéken pl. a vizet könnyen áteresztő homoktalaj kedvezőbb, mint a mélyfekvésű kötött, a vizet át nem eresztő, ezért vizállásos terület. Adott talaj esetleg kedvező valamelyik növénynek, ha azonban a talaj az ugyanazon növény számára kedvezőtlen időjárású vidéken helyezkedik el, már nem alkalmas az adott növény termesztésére.

Az ökológiai tényezők részletesebb vizsgálata nélkül is megállapíthatjuk, hogy a termőföld, az időjárás és a növény szoros kapcsolatát kell tekintenünk a termőföld közgazdasági értékelése során.

A termőföld közgazdasági értékelését befolyásoló ökonómiai tényezők is sokfélék. Ide sorolható a termőföld fekvése /elhelyezkedés, utviszonyok, piactól való távolság, stb./, az árviszonyok, a munkaerőhelyzet, az adott vállalat termelési eszközökkel való ellátottsága, a vállalatvezetés színvonala, stb. Nyilvánvaló, hogy a termőföld fekvése, s az utviszonyok meghatározzák, hogy milyen terméket tud a vállalat a piacon értékesíteni és beszerezni, az adott árviszonyok mellett is milyen konkrét áron, milyen költségessé a szállítás a beszerzési helyekről, illetve az értékesítési helyekre, stb. A munkaerőhelyzet egyrészt a foglalkoztatható munkaerő-mennyiség által bizonyos mértékig meghatározza az alkalmazható termelési technológiát és a termelési szerkezetet, másrészt hat a munkaerő foglalkoztatásának költségére is. A termelési eszközökkel való el-

látottság ugyancsak nagymértékben meghatározza az alkalmazható termelés technológiát /s ezzel a termelési költségeket és a terméshozamokat is nagymértékben befolyásolhatja/, és a termelés lehetséges szerkezetét. A közgazdasági tényezők között ugyancsak kölcsönös kapcsolat van. A munkaerő felhasználás és a termelőeszközökkel való ellátottság kölcsönös kapcsolata, valamint ezek és a termelési szerkezet, valamint a termelési technológiák közötti kapcsolat vitathatatlan. De az árak és a termelési szerkezet, valamint az alkalmazott termelési technológiák kapcsolata, a terméshozam és a termelési technológiák kapcsolata szintén kézenfekvő.

Aligha szorul részletesebb bizonyításra, hogy az ökológiai és ökonómiai tényezők között igen szoros kapcsolat, kölcsönös összefüggés van. A talaj mechanikai összetétele és az éghajlati tényezők nagymértékben befolyásolják például a szükséges gépparkot, az anyagfelhasználást, illetve a felhasznált anyagok hatékonyságát, de a munkaerőszükségletet, stb. is.

A termőföld - azaz a termelés egyik tényezője - gazdasági értéke tehát szoros kapcsolatban van a többi termelési tényezővel. Csapadékos vidéken nyilvánvalóan kedvezőbb lesz a vizet könnyen átteresztő talaj, mint a vizet nehezen átteresztő, ahol a vízáró réteg is közel van a talajszinthez. Utóbbi esetben a földterület az év nagyobb részén víz alatt állhat, ami lehetetlenné teszi, hogy rajta bármit is termeljünk.

A csapadéktól - és természetesen a többi termelési tényezőtől - függetlenül tehát a termőföld minőségét megítélni

aligha lehet. A szabolcs megyei homok értékes talajnak számít az almatermelés céljára, de csak akkor, ha az alma ára olyan magas, hogy termelése az elérhető /vagy már elért/ átlaghozam és ráfordítási szint mellett jövedelmező. Ha az alma ára egy bizonyos szint alá csökkenne és az átlagtermés nem emelkedne, a szabolcs megyei homoktalaj ismét rossz, közgazdaságilag kisértékű talajnak számítana, ha csak nem találnánk más terméket, amelynek termelése jövedelmező rajta. A talaj közgazdasági értéke tehát nem ítélhető meg a közgazdasági tényezőktől függetlenül sem /ár, piac, ráfordítás, stb/. Bármennyire értékes talajnak számítana azonban, az éghajlat, az ár, a piac és a ráfordítás szempontjából a szabolcsi homoktalaj, ha az ott gazdálkodó termelőszövetkezetek munkaerő- és eszközhiánya miatt alma helyett kénytelenek lennének kevésbé értékes és kevésbé jövedelmező terméket /pl. rozsot/ termelni. A termőföld közgazdasági értéke tehát szorosan összefügg a vállalat munkaerő- és eszközellátottságával is.

A termőföld közgazdasági értékelésének jelenlegi rendszerével kapcsolatban aligha léphetünk fel olyan igénnyel, hogy a sokfajta ökológiai és ökonómiai tényező vizsgálatából kiindulva, egy szintetikus mutatót alkalmazzon. A sokféle, jellegében is különböző, és még önmagában is nehezen értékelhető, ugyanakkor egymással is sokoldalú kapcsolatban lévő, komplex hatást kifejtő tényezők vizsgálatára alapján aligha képzelhető el egy szintetikus mutató kialakítása. Ennek szorgalmazása azt eredményezheti, hogy erőltetett földértékelési rendszer jön létre, ami távolról sem fejezi ki a valóságot.*

* Hivatkozott könyvemben tettem javaslatot földértékelési rendszerre is. Alkalmazhatóságát széleskörű vizsgálat alapján lehetne megítélni.

Mint már uteltünk rá, a termőföld értékelése és felhasználása között szoros kapcsolat, kölcsönös összefüggés van. A termőföld kihasználása nem lehet öncélú. Nem azért termelünk a termőföldön mezőgazdasági termékeket, hogy az ne maradjon parlagon, hanem azért, hogy az emberek szükségletét a mezőgazdasági termékekből mind magasabb szinten és mind változatosabban tudjuk kielégíteni. E célt pedig a "földterület kihasználása" fogalma nem fejezi ki. Helyesebb "földterület célszerű vagy hatékony kihasználásáról" beszélni. A kérdésnek elvi, gyakorlati és modellszerkesztési jelentősége van.

Mint már arra uteltünk, a szocialista országok korábbi gyakorlatában a termőföld teljes felhasználását szorgalmazták. Ez a modellszerkesztésben a területfelhasználás egyenletként történő megfogalmazását tette szükségessé. Ha azonban az egyéb termelési erőforrások /munkaerő és termelési eszközök/ szűkösen állnak rendelkezésre, olyan termelési szerkezetet kapunk eredményül, amely a rendelkezésre álló földterületet teljes mértékben felhasználja, előnyben részesíti azonban az extenzív, kevés ráfordítást igénylő termékeket és technológiákat és kevés lesz a termés és a jövedelem. Ha a területfelhasználást nem egyenlettel, hanem felső korlátos feltétellel adtuk volna meg, esetleg az adott termelési erőforrásokat kevesebb területre koncentrálna, intenzívebb termelési szerkezethez jutottunk volna, de több termést és jövedelmet érünk el. A földterület kihasználásának mindenáron való szorgalmazása a gyakorlatban azt eredményezheti - ha más termelési források szűkösen állnak rendelkezésre - , hogy az üzemek a terület egészén termelnek, de vagy extenzív termelési szerkezettel, vagy ha intenzív növényeket termelnek, képtelenek azok számára a szükséges anyagokat, vagy a munkák időbeni elvégzését biztosítani.

A kérdés általánosságban ma már nálunk sem jelentkezik olyan problémaként, mint évekkel ezelőtt, amikor a termelési eszközök szűkösebben álltak rendelkezésre. Vállalati szinten azonban még ma is jelentkezhethet, de emiatt, s elvi jelentősége miatt is figyelmet érdemel, ezért célszerűnek látszik néhány kérdésre rámutatni.

Először is a földterület merev és abszolút korlát jellege egyáltalán nem tartalmazza azt, hogy a termőföld egyuttal szűk kapacitást is jelent. Lehetséges, hogy adott vállalatnál adott időszakban nem a termőföld, hanem a munkaerő vagy az eszközök - illetve valamely eszköz vagy eszközök, ide sorolva a pénzeszközöket is - jelentenek szűk kapacitást. Ez esetben a vállalat nem törekedhet arra - de a népgazdaság sem -, hogy a teljes területen mindenképpen termeljen. Ez a területfelhasználás öncéluságát jelentené és mind a hozam, mind a jövedelem csökkenéséhez vezethet.

Másodszor, ha a munkaerő vagy a rendelkezésre álló eszközök jelentik a termelésben a szűk kapacitást, akkor célszerűbb lehet azok felhasználását a terület egy részére koncentrálni. Mind a gyakorlati tapasztalat, mind a matematikai programozás alkalmazása azt mutatja, hogy ilyenkor a "jobb földekre" helyesebb a termelést összpontosítani, míg - az adott termékek szempontjából - "rossz földeket" célszerű a termelésből elhagyni.

Harmadszor, ha a munkaerő vagy a rendelkezésre álló eszközök jelentik a szűk kapacitást, de a terület teljes felhasználására törekszünk, akkor a megoldás nem az kellene hogy legyen, hogy a matematikai modellben a termőföld teljes felhasználását írjuk elő, hanem vagy a munkaerő és az eszközállomány növelését kell biztosítani a szükséges szín-

ten, vagy ha ez nem lehetséges, illetve e mellett, ezzel egyidőben a termelési technológiák olyan változtatásának lehetőségeit kell keresni, amelyek mellett a rendelkezésre álló munkaerő- és eszközállomány célszerűbbé teszi a teljes terület felhasználását.

Mindemellett vizsgálni kell azt is, hogy esetleg más termékek termelése lehetséges-e és van-e ezek között olyan, amely a teljes terület jövedelmező felhasználását biztosító termelési szerkezet összeállítását teszi lehetővé.

Ha ezek az eljárások nem vezetnek eredményre, akkor célszerű lemondani a teljes terület termelésre való felhasználásáról, vagy pedig számolni kell annak jövedelemcsökkentő hatásával.

Bár a földnek nincs közgazdasági értelemben vett értéke, a szocialista közgazdászok körében is felmerül, hogy a földhasználatot valamilyen költségelemmel terhelni kell, márcsak a termőföld kihasználásának ösztönzése céljából is. Valójában ilyen költségelem a földadó is. A "földköltség" azonban a termőföld felhasználására, illetve kihasználására nem ösztönöz.* Ha a "földköltséget" a termőföldet reprezentáló forrásváltozóra terheljük - mint már arról szó volt -, akkor inkább az ellenkező hatást érjük el, azaz "földtekarékos" megoldáshoz jutunk /természetesen, ha egyéb termelési források szűkösen állnak rendelkezésre/. Ha a termelési változókra terheljük a "földköltséget", az sem ösztönöz a föld kihasználására. A föld kihasználására legfeljebb a parlagon hagyott földterület büntetőkamattal való terhelésével lehetne ösztönözni.

* Legfeljebb szubjektív hatása van a vállalatvezetésre.

Ha a munkaerő- és az eszközkapacitást egy adott modellben - amelyben a területfelhasználást felső korláttal adtuk meg - változtatjuk, azt tapasztaljuk, hogy a kapacitások szűkítésével csökken a területfelhasználás, növekszik a termelésre nem javasolt terület, vagyis egyre nagyobb terület válik az adott mezőgazdasági üzem számára "rossz", értéktelen földé, amelyet termelésre felhasználni nem célszerű, mert csökkentené a vállalat összjövedelmét. Ez is bizonyítja, hogy a termőföld közgazdasági értékének megítélése nem választható el a munkaerő- és eszközellátottságtól.

Valójában a mezőgazdasági vállalatok fejlődésére az a jellemző, hogy a munkaerő-kapacitás csökkenése, s egyidejűleg a termelési eszközök kapacitásának növekedése és természetesen ezzel egyidejűleg a munka termelékenységének növekedése megy végbe, vagyis alapvetően nem a kapacitások szűkülése, hanem bővülése következik be. Ez együtt jár azzal, hogy "a rossz földek" arányának csökkenő tendenciája, illetve a föld közgazdasági értékének növekedése az alapvető tendencia.

A kapacitások növelésének eredményeképpen ugyanis egyre inkább a termőföld jelenthet szűk keresztmetszetet a mezőgazdasági vállalatoknál. Ekkor a munkaerő-ellátottság és eszközellátottság a földterülethez viszonyítva bőséges. Ilyenkor esetleg a földterület teljes felhasználása sem biztosítja a munkaerő- és az eszközök jövedelmező felhasználását. Most sem az lehet a megoldás, hogy a modellben a munkaerő- és az eszközök teljes felhasználását írjuk elő, mert ez azt eredményezheti, hogy több munkával és eszközfelhasználással kevesebb jövedelmet érünk el. A megoldás itt is a munkaerő

és eszközök átesoportosítása /átirányítása/ lehet más mezőgazdasági vállalatokhoz, vagy a népgazdaság más ágazataiba, ahol az jövedelmezően hasznosítható. Másrészt ez esetben is vizsgálható, van-e mód újabb, jól jövedelmező munkaerő- illetve eszközigényes ágazatok modellbe építésére.

4.2. A munkaerő-felhasználás és a munkaerő-ellátás néhány kérdése

A munkaerőnek, mint a termelés legfontosabb tényezőjének, lényeges sajátossága, hogy a társadalomban élő és gondolkodó emberek szolgáltatják. Az ember pedig a termelésnek nemcsak a legfontosabb tényezője, hanem egyben célja is, hiszen a termelés éppen az ember biológiai és társadalmi szükségleteinek mind magasabb szinten való kielégítését célozza. Ebből kiindulva a szocialista viszonyok között a vállalatok munkaerő-gazdálkodása nemcsak a munkaerőnek, mint a termelés tényezőjének a szervezését, hanem az emberről való gondoskodást is, egészségének és testi épségének megóvását, biológiai, kulturális és társadalmi szükségleteinek lehető legmagasabb szinten való kielégítését is magában foglalja.

A vállalati munkaerő-gazdálkodás fontos feladata a munkaerőnek a termelés szempontjából való lehető legcélyszerűbb elosztása, az emberi munkaerő hatékony /és kulturált*/ foglalkoztatása. Az ember számára, mint tudatos lény számára általában a munkán kívül eltöltött idő sem elpazarolt

* Ez annak mérlegelését is megkívánja, hogy milyen kapcsolat van a munka kulturáltsága és hatékonysága között. E helyütt azonban ezzel nem foglalkozhatunk.

idő, mert azt hasznosan, pihenésre, társadalmi, kulturális szükségleteinek kielégítésére, s nem utolsó sorban továbbtanulásra tudja fordítani. Nincs tehát károsabb dolog a világon, mint a legfontosabb tényezőnek, az embernek a haszontalan foglalkoztatása, a munkaerő elfecsérlése. /Nem is beszélve a káros foglalkoztatásról./

Vállalati szinten az emberi munka hatékony foglalkoztatása leginkább a vállalati jövedelemben realizálódik. A hatékonyság megítélésére vállalati szinten jobb mutatót ennél aligha találunk, bár köztudott, hogy ez nem az egyedi mutatója és nem mindig felel meg a népgazdasági, társadalmi hatékonyságnak.[¶]

A mezőgazdaságban lényeges probléma a munka igényszerűsége. Ez azt a bonyolult feladatot állítja a vállalatvezetés elé, hogy a termelési feladatokat, a munkaerő és a termelési eszközök felhasználását - a vállalat adott feltételei között - az igényszerűség figyelembevételével hangolja össze.

A gazdasági elemzés és tervezés során sokszor vagy a termelési feladatokból és a termelési eszközök adott mennyiségéből kiindulva határozzák meg a munkaerő-szükségletet, vagy az adott munkaerő-ellátottsághoz igazítják a termelési feladatokat és a termelési eszközök mennyiségét.

"Egy gazdaság munkaerő-helyzetének elemzése, tervezése során alapjában kétféle kiindulási pontot tételeznek fel.

¶ Nem foglalkozunk itt a munkaerő számos vonatkozásával /a munkához való viszony, a munka megítélése, a munka erkölcsi és anyagi ösztönzőinek szerepe, stb./. Ezekkel a 191. sz. alatti könyvemben foglalkoztam. Ehelyütt a munka hatékonyságának vizsgálatára szorítok. A kérdéssel számos irodalom foglalkozik. Ezekkel részben azonos, részben eltérő álláspontokhoz jutok.

a/ Adva van a termelési feladat /a termékek, az ágazatok/ és meghatározott felszereltségi színvonal. A feladat adott teljesítéséhez meghatározott létszamu és összetételű munkaerőre van szükség, tehát ehhez kell hozzáigazítani /felvenni vagy elbocsátani/ a munkaerőt.

b/ Adva van a munkaerőállomány létszáma és összetétele, s ehhez kell hozzáigazítani a termelést oly módon, hogy az a munkaerő gazdaságos foglalkoztatását biztosítsa."*

A termelési feladat, az eszközigény és a munkaerő-szükséglet azonban kölcsönös összefüggésben van egymással, s a probléma egy oldalról való megközelítése hibás döntést eredményezhet. Láttuk, hogy a matematikai programozást alkalmazva ilyen egyoldaluságra - ha a munkaerőt és eszközöket változóként építjük be a modellbe - nincs szükség, mert az a tényezők kölcsönös összefüggéseinek vizsgálatát és érvényre juttatását teszi lehetővé.

Ha a problémát úgy közelítjük meg, hogy adva van a termelési feladat és meghatározott felszereltségi színvonal, a munkaerő-szükséglet meghatározása viszonylag könnyű, olyanpíra, hogy ha a technológia is értelemszerűen meghatározott - tehát eldöntöttük, hogy pl. a gépekkel mely munkákat fogjuk végezni -, csupán szorzás és összeadás kérdése. Legfeljebb, ha a technológiákról még nem döntöttünk egyértelműen, akkor merül fel döntési lehetőség, hogy a munkaerő-szükséglet és a gépek elosztásának kapcsolatát vizsgálva kell a munkaerő-szükségletet meghatározni.

* Gönczi I. - Kadár B. - Vadász L.: Mezőgazdasági vállalatok és az üzemek gazdaságtana. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó. Budapest, 1967. 129.old.

Nehezebb a probléma, ha adott munkaerő-létszámból és összetételből kiindulva kell a termelési feladatokat meghatározni, nem is beszélve arról, ha mind a munkaerő-létszám és összetétel, mind a termelés szerkezete változhat.

Tegyük fel, hogy y_0^m azt a munkaerő-létszámot jelenti - eltekintve most összetételének vizsgálatától - , amely adott mezőgazdasági vállalat feltételei között maximális jövedelem /nettó vagy bruttó/ elérését teszi lehetővé és x_0 az ehhez tartozó termelési szerkezet, P_0 pedig az elérhető jövedelem. Jelölje b_i az i -edik időszakban egy dolgozó által ledolgozható munkanapok számát, A pedig a fajlagos munkaerő-szükségleti mátrixot.

A munkaerő-kihasználás mutatóját, ami képet ad arról, hogy a rendelkezésre álló munkaerőt /munkanapokat/ hány százalékban használjuk ki, a

$$/4.1./ \quad \frac{1^* A x_0}{\sum_{i=1}^m b_i y_0^m /}$$

formulával nyerjük.

Ugyanakkor a

$$/4.2./ \quad \frac{P_0}{y_0^m /}$$

hányados az egy dolgozóra jutó jövedelmet, a

$$/4.3./ \quad \frac{P_0}{1^* A x_0}$$

hányados az egy felhasznált munkanapra jutó jövedelmet, a

$$/4.4./ \quad \frac{P_0}{\sum_{i=1}^m b_i y_0^{1/m}}$$

pedig az egy rendelkezésre álló munkanapra jutó jövedelmet adja.

Természetes, hogy a

$$/4.5./ \quad \frac{P_0}{1 * A x_0} = \frac{P_0}{\sum_{i=1}^m b_i y_0^{1/m}}$$

csak akkor állna fenn, ha a munkaerőt minden időszakban teljes mértékben foglalkoztatni tudnánk, ami a mezőgazdasági vállalatoknál a mezőgazdasági termelésben általában elképzelhetetlen. E helyett általában a

$$/4.6./ \quad \frac{P_0}{1 * A x_0} > \frac{P_0}{\sum_{i=1}^m b_i y_0^{1/m}}$$

áll fenn, azaz az egy ledolgozott munkanapra jutó jövedelem nagyobb, mint az egy rendelkezésre álló munkanapkapacitásra jutó jövedelem, tekintve, hogy a munkaerőt nem tudjuk a mezőgazdaságban minden időszakban teljes mértékben kihasználni.

A matematikai modellben minden nehézség nélkül be lehet építeni olyan mérlegfeltételt, ami a munkaerő-kihasználás magasabb szintjét biztosítja, vagyis a /4.1./ hányadost az 1-hez közelíti. Ebben az esetben viszont a

$$/4.7./ \quad \frac{P_0}{1 * A \cdot x_0} \rightarrow \frac{P_0}{\sum_{i=1}^m b_i y_0^{m/}}$$

következik be, ahol az egy ténylegesen felhasznált munkanapra jutó jövedelem közelítene az egy rendelkezésre álló munkanapra jutó jövedelemhez, még akkor is, ha közben a jövedelem tömege nem változna, s ez az egy felhasznált munkanapra jutó jövedelem csökkenését eredményezné.

A munkaerő foglalkoztatásának /kihasználásának/ erőltetése viszont általában az elérhető jövedelemtömeg csökkenésével is együtt jár. A fenti formulát tehát a

$$/4.8./ \quad \frac{P_0}{1 * A \cdot x} \rightarrow \frac{P_1}{\sum_{i=1}^m b_i y_0^{m/}}$$

$$P_0 > P_1$$

formulávak kell helyettesíteni, ahol P_1 a munkaerő magasabbfokú kihasználására előírt mérlegfeltétel modellbe építésével nyert jövedelem.

Vizsgálataink azt mutatják, hogy a munkaerő kihasználásának ilyenén való erőltetése mind az összjövedelem, mind az egy főre, egy felhasznált munkanapra és az egy rendelkezésre álló munkanapra jutó jövedelem csökkenéséhez vezet. Míg az egy főre és az egy rendelkezésre álló munkanapra jutó jövedelem - adott munkaerő-létszámot feltételezve - viszonylag lassu ütemben, az összjövedelem csökkenése arányában csökken, addig az egy ledolgozott munkanapra jutó jövedelem csökkenése gyorsütemű, tekintve, hogy a jövedelem tömegé-

nek csökkenésével egyidejűleg a teljesített munkanapok száma /vetítési alap/ növekszik. Szükséges esethez jutunk akkor, ha a modell célfüggvényében a munkaerő maximális kihasználását írjuk elő.

Vizsgálataink mindenképpen arra intenek, hogy a munkaerő foglalkoztatása, illetve kihasználása nem lehet öncélú. A munkaerő foglalkoztatását hangsúlyozó szemléletet a munkaerő hatékony foglalkoztatásának szemléletével kell felváltani, ami kizárja a munkaerőnek a jövedelem szempontjából /vagy más szempontból/ történő haszontalan vagy káros foglalkoztatását.

A munkaerő hatékony foglalkoztatásának megítélése azonban nem mindig egyértelmű. Az bizonyos, hogy az egy dolgozóra jutó jövedelem akkor lesz a legnagyobb, ha adott dolgozói létszám mellett a legmagasabb összjövedelmet érjük el. Egyáltalán nem biztos azonban, hogy az egy ledolgozott munkanapra jutó jövedelem is ekkor lesz a legnagyobb, sőt vizsgálataink szerint a tekintetben a fordított tendencia érvényesül. Ez célszerűvé teheti, hogy a modellt az egy felhasznált munkanapra jutó jövedelem célfüggvénnyel is vizsgáljuk.*

A fentiek természetesen nem zárják ki, sőt feltételezik a munkaerő magasabb szintű hatékony foglalkoztatási lehetőségeinek keresését, újabb termékek vagy fajták, vagy technológiai megoldások modellbe - illetve termelésbe - iktatása által.

* Lásd bővebben 181. sorszám alatti irodalom 149-151. old.

A modell megoldása - mint arról már szó volt- olyan termelési szerkezetet is eredményezhet, amely - ha nem írjuk elő a terület kihasználását - nem biztosítja a rendelkezésre álló termőterület teljes felhasználását a termelésre. Ez arra utal, hogy az adott feltételek között a munkaerő jelenti a szűk keresztmetszetet - vagy a termelési eszközök -, ezzel azonban később foglalkozunk. Modellezéssel megvizsgálhatjuk azt is, hogy a munkaerő-létszám növelése milyen mértékben hat a terület kihasználására, s ezen terület hogyan változik az egy munkaerőre és az egy ledolgozható munkanapra jutó jövedelem szempontjából. Ilyen vizsgálatból információt nyerünk arra vonatkozólag is, hogy az újonnan beállított munkaerő hatékonysága a régihez viszonyítva kedvezőbb vagy kedvezőtlenebb. Új munkaerőt mindaddig célszerűbb lehet beállítani - ha erre mód van -, amíg annak hatékonysága nem rosszabb, mint a régi munkaerőé. De célszerű lehet új munkaerő beállítása ezen tulmenően is mindaddig, amig az általa megtermelt bruttó jövedelem a munkaerővel kapcsolatos költségen tulmenően egy meghatározott nettó jövedelmi szint elérését biztosítja.

Más oldalról vizsgálva, ha egy modell megoldása olyan termelési szerkezetet eredményez, amely a munkaerő teljes foglalkoztatását csak egy vagy néhány hónapra képes biztosítani, felmerül a kérdés, nem volna-e célszerű a munkaerő-létszámot csökkenteni. Ez ugyanis tapasztalataink szerint kevesebb bruttó jövedelmet biztosító termelési szerkezetet eredményezne ugyan, de a csökkentett létszáma vetített bruttó jövedelem növekedésével járna.

E problémák felvetik annak igényét, hogy a munkaerő-létszámot és a munkaerő összetételét ne merev adottságként tekintsük, hanem változásában vizsgáljuk. Valójában a munkaerő

ténylegesen a változás állapotában van. Hosszabb távon mindenképpen a mezőgazdasági munkaerő-létszám csökkenő tendenciájával lehet számolni. De e tendencián belül is a vállalatoknak, bár korlátozott keretek között, lehetőségük van a mezőgazdasági termelésben foglalkoztatott munkaerő létszámának a változtatására. Távlati tervezés során e lehetőséget is figyelembe kell venni. Vizsgálatunkat tehát ki kell terjeszteni a munkaerő-sűrűség problémáinak elemzésére.

A munkaerő-sűrűség változásának hatását több gyakorlati modell segítségével is vizsgáltuk, s ennek során eljuttunk néhány elméleti következtetéshez is, amelyek közül a legfontosabbakat a következőkben foglaljuk össze:*

Van a munkaerő-sűrűségnek egy alsó /minimális/ határa. Ha a munkaerő-sűrűséget e minimális határ alá csökkentjük, a rendelkezésre álló földterületet nem tudjuk teljesen a termelésre felhasználni, illetve ha a földterület felhasználását egyenlettel írjuk elő, a modell megoldhatatlanná válik.

Van a munkaerő-sűrűségnek egy felső /maximális/ határa, amikor még legalább az évnek egy rövidebb időszakában - például 1 hónapban - a teljes munkaerőt foglalkoztatni tudjuk a mezőgazdasági termelésben. Ha a munkaerő-sűrűség e határt meghaladja, a munkaerő egy része még csúcsmunka-időszakban sem foglalkoztatható.

* A kérdéssel több kutató foglalkozik. Lásd 75., 85., 109., 116., 172., 181. sz. irodalmat. Következtetéseim ezek egy részével egyezők, más esetekben eltérők. Vizsgálati módszerem eltérése a probléma más oldalról való megközelítését jelenti. Nem a tényleges helyzet vizsgálatát tekintem feladatomnak, hanem azt, hogy modellezéssel, absztrakciókat is alkalmazva, jussak el alapvető összefüggésekhez.

A munkaerő-sűrűség minimális és maximális határa számos tényezőtől függ és állandóan változik. A természeti és közgazdasági körülmények eltérései miatt a különböző feltételek között dolgozó vállalatoknál a munkaerő-sűrűség minimális és maximális határa eltérő. Különösen nagy befolyással van e határokra a gép- és eszközellátottság, valamint az, hogy a vállalatok milyen termékek termelését teszi lehetővé és milyen jellegű technológiai eljárásokat alkalmazhatnak.

Másrészt a termelési szerkezetre vonatkozó korlátok, valamint a belső vállalati arányok megteremtése érdekében a matematikai modellbe beépített mérlegfeltételek is igen nagymértékben befolyásolják a munkaerő-sűrűség minimális és maximális határát.

A vállalat gépekkel és eszközökkel való ellátottságának fokozása a munkaerő-sűrűségnek mind az alsó, mind a felső határát alacsonyabb szintre szállítja le, mivel adott termelési szerkezet kevesebb munkaerőt igényel, ha a gépesítettség magasabb színvonalú. A termelési szerkezetre vonatkozó korlátok, valamint a belső vállalati arányok megteremtését szolgáló feltételek viszont a munkaerő-sűrűség alsó határát magasabb szintre emelik, míg felső határát alacsonyabb szintre szállítják.

Ha eltekintünk egyéb korlátoktól és pl. feltételezzük, hogy a vállalat korlátlanul rendelkezik eszközökkel és értékesítési lehetőségekkel, a belső vállalati arányokra vonatkozólag semmiféle kötöttséget nem írunk elő és egyelőre eltekintünk az eszközkielégítéstől is, stb., a lineáris programozással a munkaerő-sűrűség alsó határán általában olyan termelési szerkezetet kapunk - előírva a terület teljes

felhasználását -, amely több termék termelését irányozza elő és biztosítja a munkaerőnek több időszakban történő teljes kihasználását. A munkaerő-sűrűséget a felső határ felé közelítve, a termelési szerkezet egyre inkább a szakosodás irányában tolódik el, míg végül a felső határ szintjén általában egy monokulturás termeléshez jutunk. Ekkor csak egyetlen terméket termelünk, azt, amely egységnyi területen a legjövedelmezőbb. Ez utóbbi helyzetet módosítja az, ha a legjövedelmezőbb ágazat valamely állattenyésztési ágazat lesz, amelynek saját termelési takarmányvonzata van. Ez azonban nem változtat azon a tendencián, hogy a munkaerő-sűrűség növekedésével a szakosodás tendenciája jut érvényre a modellezés során.

A termelési szerkezetet korlátozó feltételek és a belső vállalati arányokat megteremtő feltételek modellbe építése - mint arról szó volt - a munkaerő-sűrűség alsó és felső határát közelíti egymáshoz. Ez akadályozza a monokulturás termelési szerkezet kialakulását, azonban a szakosodásra irányuló tendenciát általában nem küszöböli ki, csak szűkebb korlátok közé szorítja.

A munkaerő-sűrűség növekedésével együttjáró szakosodásra irányuló tendenciával együtt egy másik tendencia is kifejezésre jut, mégpedig a munkaerő kihasználásának csökkenő irányzata. Amíg ugyanis a munkaerő-sűrűség alsó határán a teljes munkaerő foglalkoztatása az év több időszakában is lehetővé válik, addig a felső határ szintjén a teljes foglalkoztatottság általában csak az év egyetlen időszakában, a csúcsideszakban biztosítható.

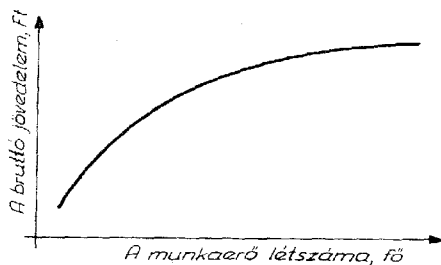
A gazdasági fejlődés a mezőgazdasági munkaerő-sűrűség csökkenésével jár együtt. Az előbb kifejtett törvényszerűséget

véve alapul, ennek együtt kellene járni a mezőgazdasági termelés soküzemáguságának fokozódásával, azaz a szakosodás visszaszorításával, s a munkaerő egyenletesebb foglalkoztatásával és kihasználásának fokozódásával. A valószínűségben éppen az ellenkezőjét tapasztaljuk, azt, hogy a munkaerő-sűrűség csökkenésével a termelés szakosodásának tendenciája megy végbe. A gyakorlat tehát látszólag ellentmond az előbb megállapított törvényszerűségeknek. Az ellentmondás azonban csak látszólagos.³²

Az ugyanis, hogy a szakosodás tendenciája érvényesül-e vagy sem, nem kizárólag attól függ, hogy a munkaerő-sűrűség növekszik-e vagy csökken, hanem igen fontos tényező e szempontból az eszközellátottság színvonala, az eszközök árszínvonala és aránya, ami a munkaerő-sűrűség változása által kiváltott tendenciát módosíthatja. A gépesítés kézi munkát helyettesítő, illetve a munkatermelékenység növelő hatása ebből a szempontból úgy jelentkezik, mintha a munkaerő-sűrűséget növeltük volna. A munkaerő-sűrűség változásának általunk kimutatott hatása tehát adott gép- és eszköz-ellátás esetén áll fenn. /A kérdésre később még visszatérünk./

³² Hangsúlyozni kell, hogy most a munkaerő kiragadott vizsgálatáról van szó, adott modellrendszerben, adott eszközráfordítás, stb. mellett. Hasonló értelemben foglalkozunk a 4.3. pontban az eszközellátottság hatásának vizsgálatával. Összefüggésüket és együttes hatásukat a 4.4. pontban fogjuk vizsgálni, ahol az ellentmondások is feloldódnak. E vizsgálat nagyon jól bizonyítja a komplex elemzés fontosságát.

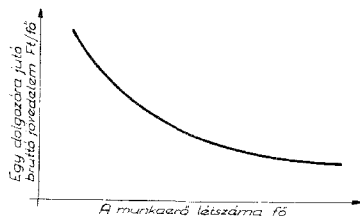
Tegyük fel, hogy modellünkben a célfüggvény a bruttó jövedelem, amelyet maximalizálunk. Rögzítsük a munkaerő-sűrűséget az alsó korlát szintjén, majd növeljük fokozatosan a felső határ szintjéig és oldjuk meg az így nyert modellsorozatot. A munkaerő-sűrűség növelésével a bruttó jövedelem kezdetben gyorsütemű, később egyre lassuló növekedését tapasztaljuk, végül, ha a munkaerő-sűrűséget a felső határon túl is növelnénk, a bruttó jövedelem stagnálása következne be, vagyis az adott földterületen az adott feltételek között nem érhetünk el több jövedelmet, mint amit a munkaerő-sűrűség felső határán elérhetünk /2. sz. ábra/.



2. ábra

A munkaerő-sűrűség és az összes bruttó jövedelem kapcsolata

A jelenlegi árrendszer mellett tehát a munkaerő-sűrűség növekedésével - egyéb tényezők változatlanságát feltételezve - a vállalati bruttó jövedelem tömege és ezzel együtt a területegységre jutó bruttó jövedelem is kezdetben gyorsabb, majd csökkenő ütemben növekszik. Ez az egy munkaerőre jutó bruttó jövedelem kezdetben gyorsabb, majd lassuló ütemű csökkenésével jár együtt /3. sz. ábra/.



3. ábra

A munkaerő-sűrűség és az egy dolgozóra jutó
bruttó jövedelem kapcsolata

A 2. és 3. ábrán illusztrált tendencia a jelenlegi árak mellett általános érvényőnek látszik, de természetesen a vállalatok eltérő feltételeiből adódóan, vállalatonként eltérően magasabb vagy alacsonyabb szintű, meredekebb vagy laposabb, hosszabb vagy rövidebb tendenciavonalat kapunk.

A kimutatott tendencia vizsgálata néhány problémára felhívja a figyelmet:

a/ A munka termelékenysége és a területi termelékenység tendenciája ellentétes. A munkaerő-sűrűség csökkenésével csökken a területi termelékenység, de növekszik a munka termelékenysége. "Ahol a munkaerő kevés a földhöz viszonyítva, ott nagyobb lehet annak termelékenysége, mert van lehetőség mindenütt az utóbbi optimumához szükséges földet társítani a munkaerőhöz."⁼⁼

b/ A magasabb munkaerő-sűrűség - más körülményeket változtatnának tekintve - a specializálódás felé ösztönöz. Ihrig Károly szerint is "... a specializálási lehetőség szempontjából sem közömbös a tagsűrűség",⁼⁼⁼ azonban célszerűbb a munkaerő-sűrűségről és nem a tagsűrűségről beszélni.⁼⁼⁼⁼

⁼⁼ Ihrig K.: A termelőszövetkezetek tagsűrűségének gazdasági következményei. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1968. 12. oldal.

⁼⁼⁼ Uo. 33. oldal.

⁼⁼⁼⁼ Csendes Béla hozzászólása uo. 94. oldal.

c/ Az egyébként azonos feltételek között gazdálkodó vállalatok közül a magasabb munkaerő-sűrűségű vállalatok általában hátrányban vannak, mert egy dolgozóra számolva kevesebb bruttó jövedelem és kevesebb nettó jövedelem realizálására van lehetőségük. Ennek következtében kevesebb jut a "tagoknak" is és kevesebb jut felhalmozásra is.*

d/ A 2. és 3. sz. ábrával illusztrált tendencia - mint jeleztük - általános érvényűnek látszik, de a jövedelemvonalak szintje és meredeksége a vállalatok eltérő körülményeiből adódóan különbözik. E tekintetben különösen nagy szerepe van az eszközellátottságnak. Az eszközellátottság javulása ugyanis a jövedelemvonalakat magasabb szintre emeli, vagyis a vállalatnak módjában áll az eszközellátottság javításával a jövedelem vonalat évről-évre magasabb szintre emelni. Probléma azonban, hogy a magasabb munkaerő-sűrűségű vállalatoknak éppen az egy munkaerőre jutó alacsonyabb jövedelem következtében általában kevésbé áll módjukban az eszközellátottság javítása. E miatt ezek a vállalatok egyre hátrányosabb helyzetbe kerülhetnek. Elvileg talán enyhíthet a helyzeten az, hogy a magasabb munkaerő-sűrűség a szakosodás irányába ösztönöz, s viszonylag kevesebb fajta eszköz beszerzése szükséges, ami további előnyökkel is járhat /pl. kevesebb alkatrészraktaron tartása, kevesebb géptároló-szükséglet, stb./.

* Ugyanezen következtetésre jutottak többen is, mások viszont igyekeztek e tendenciát cáfolni, vagy más okokra visszavezetni. /Lásd Ihrig K.: A termelőszövetkezetek tagsűrűségének gazdasági következményei. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1968./

A probléma vizsgálata során három kérdés merülhet fel:

1. Az általunk kimutatott tendencia érvényesül-e valóban a gyakorlatban.
2. A kimutatott tendencia csak a jelenlegi árrendszerben érvényesül-e, illetve elképzelhető-e olyan árrendszer, amelyben a magasabb munkaerő-sűrűségből adódó hátrány kiküszöbölhető.

Az első kérdésre azt lehet válaszolni - mint azt már jeleztük -, hogy az általunk kimutatott összefüggések a gyakorlatban csak mint tendenciák jutnak érvényre. Ugyanis a vállalatok, még az azonos körülmények között gazdálkodók sem optimálisan gazdálkodnak.

Amikor "a termelőszövetkezetek arról döntenek, hogy mit termeljenek, illetve miből mennyit termeljenek, akkor elsősorban az egyes cikkek termelésével elérhető jövedelmet mérlegelik ..., nem pedig a termék-kombinációk együttes jövedelmét."² Az ilyen módon összeállított termelési szerkezet pedig általában nem optimális.

Másrészt a magasabb tagsűrűségű termelőszövetkezetekben érvényesül bizonyos törekvés a foglalkoztatottság biztosítására. E törekvés bizonyos ésszerűséggel tör magának utat, tudatosan vagy kevésbé tudatosan. A vállalatok az optimális gazdálkodást általában nem képesek megtalálni, legfeljebb csak megközelítik azt. A közelítés azonban számos tervváltozattal lehetséges, s ezek közül a magasabb

² Csendes B. - Vági F.: Jövedelmezőség és termelés a termelőszövetkezeti gazdaságokban. Kossuth Könyvkiadó, Budapest, 1965. 16. oldal és Ihrig K. i.m. 34. oldal.

munkaerő-sűrűségű termelőszövetkezetek általában azt igyekeznek választani, amelyik magasabb foglalkoztatottságot biztosít. Ez viszont azzal járhat együtt, hogy a magasabb munkaerő-sűrűségű termelőszövetkezetek gazdálkodása távolabb esik az optimálistól és jövedelmük a maximálistól, mint az alacsonyabb munkaerő-sűrűségű termelőszövetkezeteknél. Ez a tendencia tehát a magasabb munkaerő-sűrűségű termelőszövetkezetek hátrányos helyzetét még súlyosbitja.

Az általunk kimutatott tendencia tehát a gyakorlatban is érvényesül. "Az egy főre jutó munkajövedelem ... a legkisebb tagsűrűségű üzemszoportokban a legnagyobb."^{*}

A vállalatok eltérő feltételek között gazdálkodnak, ami a jövedelemvonalak más-más szintjét, s eltérő meredekségét idézi elő. Ha a munkaerő-sűrűség növekedése egybeesne a jövedelemszint javulását befolyásoló más tényezők változásával, az esetleg gyakorlatilag kiküszöbölne az általunk kimutatott tendencia érvényre jutását. Ha e körülmények javulása arányos lenne a munkaerő-sűrűség változásával, az a helyzet állna elő, hogy az egy dolgozóra jutó bruttó jövedelem minden termelőszövetkezetben azonos volna. A valóságban azonban ez nincs így, sőt sokszor annak ellenkezője tapasztalható. A magasabb munkaerő-sűrűségű termelőszövetkezetekben a jövedelemre hatást gyakorló egyéb tényezők tekintetében is rendszerint rosszabb a helyzet, ami hátrányukat még fokozza.

^{*} Faragó T. és ifj. Nagy L. hozzászólása /Lásd Ihrig K. i.m. 117. oldal./

A második kérdés az árakkal kapcsolatos. A jelenlegi árakat az jellemzi, hogy a több élőmunka-ráfordítást igénylő termékek magasabb bruttó jövedelem realizálását teszik lehetővé, mint a kevesebb munkaráfordítást igénylők, de a realizálható bruttó jövedelem nem arányos az élőmunka-ráfordítással. Ha tehát valamely termék 1 hektáron termelve, kétszer annyi élőmunka-ráfordítást igényel, mint egy másik, a realizálható bruttó jövedelem nem kétszer annyi, hanem annál kevesebb lesz. Ilyenformán az élőmunka-ráfordítás növekedésével nem növekszik arányosan a bruttó jövedelem.

Elvileg olyan árrendszer is elképzelhető lenne, amely az élőmunka-ráfordítással arányos bruttó jövedelmet biztosít. A magasabb munkaerő-sűrűséggel járó hátrányt egy ilyen árrendszer enyhítené ugyan, de nem küszöbölné ki. Egy ilyen árrendszer csak azt tenné lehetővé, hogy egy ténylegesen ledolgozott munkanapra /egységnyi, egyszerű munkanapra/ azonos bruttó jövedelem legyen realizálható, eltérő munkaerő-sűrűség mellett. Mivel azonban - mint láttuk - a magasabb munkaerő-sűrűség elvileg a munkaerő kihasználásának csökkenésével jár együtt, az egy dolgozóra jutó bruttó jövedelem a magasabb tagsűrűségű termelőszövetkezetekben alacsonyabb lenne. Az általunk kimutatott tendencia tehát - bár enyhébb formában - ilyen árrendszer mellett is érvényesülne.

Ha biztosítani kívánánk, hogy azonos feltételek között gazdálkodó termelőszövetkezetekben bármely munkaerő-sűrűség mellett azonos legyen az egy főre jutó bruttó jövedelem, olyan árrendszerre lenne szükség, amely az élőmunka-ráfordítás növekedésével fokozódó mértékben növekvő bruttó jövedelem realizálását tenné szükségessé. A fokozódó növekedésnek a munkaerő-kihasználás csökkenéséből adódó hátrányt is pótolnia kellene.

Más szóval úgy is mondhatnám, hogy a munkaerő készenlét-
tel arányos bruttó jövedelmet biztosító árrendszerre lenne
szükség. Ekkor az összjövedelem vonala az origón átmenő
egyenes, az 1 főre jutó bruttó jövedelem vonala pedig az
x-tengellyel párhuzamos egyenes volna. Jelenleg ilyen ár-
rendszer gyakorlatilag aligha képzelhető el és nem is
lenne célszerű. Márpedig bármely - ettől eltérő - árrend-
szer esetén számolnunk kell azzal, hogy eltérő munkaerő-
sűrűség mellett általában eltérő lesz az egy munkaerőre
jutó bruttó jövedelem is, s a 2. és 3. ábrával szemléltet-
tett tendencia érvényesül.

Az előbbiekből az is kitűnik, hogy az általunk kimutatott
tendencia nem az árrendszernek tulajdonítható és az árak
változtatásával legfeljebb enyhíthető, de ki nem küszöböl-
hető, mert olyan árrendszer, amely e tendenciát kiküszöböl-
né, általában csak elvileg lehetséges, de gyakorlatilag
nem, és nem is kívánatos.

Vági Ferenc azon megállapítása, hogy "nem annyira a tul-
zottan magas tagsűrűség, hanem az alacsony árszínvonal,
az ebből fakadó jövedelemhiány fékezte a termelés növelé-
sét a nagy tagsűrűségű termelőszövetkezetekben, csakugy,
mint az egész szövetkezeti szektorban."³⁶, általában igaz
lehet az egész szövetkezeti szektorra nézve, s ezen belül
fokozottan igaz a magas munkaerő-sűrűségű termelőszövetke-
zetekben. Ugyanakkor viszont egyrészt a magas munkaerő-sü-
rűségű termelőszövetkezetek hátránya bármely gyakorlatilag
lehetséges árszínvonal mellett fennállhat, másrészt az ár-
színvonalból adódó hátrányokat a magas munkaerő-sűrűség
még jobban elmélyíti.

* Ihrig K. i.m. 76. oldal.

Végül a harmadik kérdés az, hogy milyen intézkedésekkel lehetne a magasabb tagsűrűségből adódó hátrányokat megszüntetni, kiküszöbölni? Erre elvileg három mód kínálkozik:

1. Készenléttel arányos árrendszer. Erről az előzőekben szóltunk és rámutattunk, hogy ilyen árrendszernek csak elvileg van lehetősége, gyakorlatilag nem valósítható meg, és nem is kívánatos.

2. A gazdasági szabályozók differenciált alkalmazása. Ez mind a differenciált árakban, mind a differenciált adórendszerben, hitel- és kamatpolitikában, stb. kifejezésre juthat. A gazdasági szabályozókat azonban kizárólag a munkaerő-sűrűség szempontjából differenciálni nagyon nehéz és nem kívánatos hatásokhoz vezethetne. Gyakorlatilag tehát a problémát csupán a szabályozókkal megoldani aligha lehetséges és aligha kívánatos.

3. A munkaerő-sűrűség és egyéb feltételek összehangolásának megteremtése útján. Az összhang megteremtése folyamatnak tekinthető és kétoldalu, mind a körülmények változtatását, mind a munkaerő-sűrűség változtatását magában foglalja. A munkaerő-sűrűség oldaláról megközelítve a kérdést, a magas munkaerő-sűrűségű termelőszövetkezetekben tendenciájában a munkaerő-sűrűség átlagosnál nagyobb csökkenésével lehet számolni, hiszen éppen az alacsonyabb kereseti lehetőségek miatt ezekből könnyebben távozik el a munkaerő a népgazdaság más ágazataiba. E folyamat célszerű ipartelepítéssel még gyorsítható, mert egyrészt a közeli iparba könnyebben távozik el a munkaerő,

mint a távolabbi ipartelepülésekre, másrészt az ipar közelsége a termelési és piaci körülmények javítása révén a jövedelemszínvonal emelését is elősegíti, vagyis javítja az adott mezőgazdasági vállalat egyéb feltételeit. A munkaerő-áramlás célszerű ösztönzése, az áramlás feltételeinek megteremtése természetesen számos probléma összehangolását, megoldását igényli.

A vállalat egyéb körülményeinek javítása viszont a kérdést más oldalról közelíti meg, amikor is adott munkaerő-sűrűség hasznosításához teremtjük meg a megfelelő körülményeket /jobb eszközellátottságot, jobb értékesítési lehetőségeket, stb./. Ebben sokat tehetünk a gazdasági szabályozók differenciált alkalmazásával.

Végso soron az a kérdés is felmerülhet, hogy egyáltalán kell-e tenni valamit a magasabb munkaerő-sűrűségből adódó problémák enyhítése érdekében. A kérdést teljesen megoldani aligha lehet, hiszen azok a gazdasági fejlődés folyamán újra és újra kiújulhatnak, de egyébként is megoldásuk bonyolult és tökéletesen aligha lehetséges. Mégis tennünk kell és lehet a probléma enyhítése érdekében, mert nemcsak az adott vállalatokra, de a népgazdaság egészére nézve is fennáll a munkaerő célszerű és hatékony hasznosításának követelménye. Ha a munkaerő elosztása a népgazdasági ágak és a vállalatok között nem megfelelő, tehát egyik helyen több munkaerő van, mint ami az adott körülmények között hatékonyan felhasználható, a másik helyen pedig kevesebb, ez a munkaerő nagyfokú pazarlásával járhat együtt. A népgazdasági cél mindenképpen az kell hogy legyen - mert akkor nyerjük a nemzeti jövedelem maximumát -, hogy a munkaerő optimális elosztása valósuljon meg a népgazdasági ágak és a vállalatok között. Ezzel a kérdéssel a következő fejezetben foglalkozunk.

Az eddigiekben vázoltak során a bruttó jövedelmet tekintettük, és vizsgáltuk annak alakulását a munkaerő-sűrűség változásának függvényében. Célfüggvényünk azonban - mint arról már szó volt - nemcsak a bruttó jövedelem lehet, hanem a nettó jövedelem, sőt esetleg más mutató is. Több modellt megvizsgáltunk a nettó jövedelem célfüggvénnyel is. Igen érdekes, hogy ez esetben szintén a 2., illetve 3.sz. ábrán bemutatott tendenciát tapasztaltuk, vagyis a munkaerő-sűrűség növekedésével a nettó jövedelem kezdetben gyorsabb, később lassu ütemben emelkedik.

A tendenciát az sem módosítja, ha a munkaerőt változóként kezeljük a modellben és e változóra a célfüggvényben késszenléttel arányos költséget adunk meg. Ennek hatása mindössze abban jelentkezik, hogy a bruttó jövedelem vonala alacsonyabb szintre süllyed és a munkaerő felső határát túllépve, a jövedelemvonalak csökkenő tendenciában folytatódnak.

Ismételten alá kell huznunk, hogy a fentebb levont következtetések és kimutatott törvényszerűségek érvényessége az alkalmazott egyszerűsítő feltételek esetén áll fenn, azaz ha kizárólag a munkaerő szempontjából vizsgáljuk a vállalati gazdálkodás törvényszerűségeit, feltételezve a többi tényező azonosságát, vagy korlátlan rendelkezésre állását, valójában a különböző vállalatokat összehasonlítva - térben és időben - az összes termelési tényezők különbségét, változatosságát tapasztaljuk. Ezzel a problémával később még foglalkozunk.

4.3. Az eszközgazdálkodás néhány kérdése

A mezőgazdasági vállalatok sokféle termelési eszközt használnak. A termelési eszközökkel való gazdálkodás többféle szempontból vizsgálható és a vizsgálat igen sokoldalú, bonyolult probléma. Ennélfogva nem tűzhetjük ki célul a kérdés teljeskörű kifejtését, megelégszünk néhány, a matematikai programozás alkalmazásával végzett vizsgálat során levonható legfontosabb elméleti következtetés rövid összefoglalásával.*

A mezőgazdasági vállalatok által használt termelési eszközök többféle szempontból csoportosíthatók.^{***} E csoportosítások szakkönyvekben megtalálhatók, azért e helyütt csupán a matematikai programozás szempontjából végezzük el vizsgálatukat.

A termelési eszközök egy részét a mezőgazdasági vállalat általában önmaga számára termeli meg. Ezzel kapcsolatban egyrészt azt kell biztosítani, hogy a különböző termékek termelése között a szükségszerű kapcsolatot a matematikai modellben meg kell teremteni. E kapcsolatok megteremtése képezi a vállalati belső arányok és összefüggések biztosítását szolgáló feltételek egyik részét.

* A termelési tényezők és a gépesítés ökonómiájával foglalkozó nagyszámú irodalom közül ki kell emelni Dimény Imre: A gépesítés ökonómiája. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest, 1972. igen sokoldalú, összefoglaló munkáját.

*** A termőföld a mezőgazdaság alapvető termelési eszköze. Kitüntetett szerepe és sajátosságai miatt a termőföldre már előbb külön foglalkoztunk, ezért a továbbiakban csak más eszközökkel való kapcsolatára utalunk.

A vállalat által önmaga számára termelt termelési eszközökkel kapcsolatban mindenképpen tisztázandó, hogy azt milyen áron számoljuk el. Különösen probléma ez akkor, ha az adott termelési eszköz eladható vagy megvásárolható. Célszerűnek látszik úgy eljárni, hogy a vállalat által saját felhasználásra termelt termelési eszközök a célfüggvényben a ténylegesen felmerült termelési költségekkel szerepeljenek, úgy, ahogyan azt a 3.3. pontban már kifejtettük. Ha e termékek eladhatók és vásárolhatók is, külön értékesítési, illetve beszerzési változót célszerű a modellbe beépíteni, a szállítási költségekkel korrigált eladási, illetve beszerzési árral a célfüggvényben. E termelési eszközök általában nem jelentenek korlátot a termelés szempontjából, hiszen azokat a vállalat a szükséges mennyiségben termelheti meg, amit a mérlegfeltételekben irunk elő. Természetesen szükség szerint e termelési eszközök termelése is korlátozható.

Vizsgálatunk szempontjából fontosabb a kívülről beszerzett, illetve vásárlásból származó eszközökre irányítani a figyelmet. Ezen eszközök máris két csoportra oszthatók: a termelési rendeltetésű eszközökre, valamint a nem termelési rendeltetésű eszközök csoportjára. Az utóbbiak nincsenek közvetlen kapcsolatban a termeléssel /pl. bölcsőde, kulturház, stb./, s szükségességük sem függ szorosan a termeléstől. A termeléssel való közvetett kapcsolatuk azonban tagadhatatlan. Vizsgálatunktól e helyütt eltekintünk, s a termelési célú eszközökre összpontosítjuk a figyelmet.

A termelési célú eszközök ismét két csoportba sorolhatók: állóeszközök és forgóeszközök csoportjába.

Az álló- és forgóeszközök között, de ezeken belül is eszközféleségenként a termőföld mennyiségi és minőségi jellemzői, földrajzi és közgazdasági elhelyezkedése és a termelés szerkezetétől, a munkaerő-helyzettől, a termelés színvonalától, stb. függő szükségszerű összefüggés és kölcsönhatás áll fenn. A megfelelő arányok kialakítása a gazdasági vezetés feladata. Bármely eszközkapacitás túlméretezése az adott eszköz kihasználásának vagy felhasználásának, valamint hatékonyságának romlásával jár, ugyanakkor más eszközökből hiány jelentkezhet, ami a termelés fékezőjévé válhat.

A vásárlásból származó eszközöket a vállalat pénzeszközeiből szerzi be, ami viszont korlátozott mértékben áll rendelkezésre. Nem közömbös, hogy a korlátozott mértékben rendelkezésre álló pénzeszközöket hogyan használjuk fel, azokból milyen termelési eszközöket, milyen arányban szerezünk be.

A mezőgazdasági vállalatok eszközeit hatásuk, illetve funkciójuk szerint három csoportba sorolhatjuk:

Az első csoportba tartoznak a termeléssel közvetlen kapcsolatban nem lévő, szociális, kulturális, egészségügyi, társadalmi, stb. célt szolgáló eszközök. Ezek létesítése vagy beszerzése során nem a gazdaságosság az elsődleges szempont, hanem az emberről való gondoskodás, az ember számára megfelelő, kulturált körülmények megteremtése. Létesítésük és beszerzésük alkalmával a vállalat teherbíró képessége játssza a fő szerepet, valamint egy "társadalmi kényszer", amely egyrészt a dolgozók igényét, másrészt a társadalmilag kialakult normatívákat tükrözi.

Mint említettük, ezek az eszközök is hatnak a termelésre, közvetett formában. A dolgozó nemcsak a keresetet tekinti fontosnak, a munkahely megválasztása során, - hanem a vállalat által biztosított szociális, kulturális, egészségügyi és társadalmi, nem utolsósorban a lakáslehetőségeket is. Ezek kielégítési szintje kihat a dolgozó munkájára, munkakedvére.

Az eszközök másik csoportját a vállalati termelést és jövedelmet közvetlenül befolyásoló eszközök alkotják. Ide tartoznak elsősorban a terméshozamot közvetlenül emelő termelési eszközök /műtrágya, vegyszerek, stb./. Másrészt, ha a gépek segítségével a mezőgazdasági munkákat optimális időben tudjuk elvégezni, annak is van hozamnövelő hatása. /A termésvesztések elkerülését vagy csökkentését is hozamnövelő hatásként tekintem./

A vállalati jövedelem nemcsak az egyes termékek, illetve ágazatok hozamától és jövedelmétől függ, hanem attól is, hogy ezek milyen kombinációját valósítjuk meg. Adott ágazati jövedelmek esetén - mint ismeretes - a vállalati jövedelem növelhető azáltal is, hogy a jövedelmezőbb ágazatok arányát növeljük a kevésbé jövedelmezők rovására. Az ilyen változtatásoknak is van eszközigényük. Ha tehát a termelési szerkezet módosítását ezideig korlátozó eszközök mennyiségét növeljük - bár az ágazati jövedelmek nem változnak - , növekszik a vállalat jövedelme. A jövedelem fokozását elősegítő eszközöket, illetve azok hatását tehát két csoportra lehet bontani: az ágazati jövedelmet és a vállalati összjövedelmet emelő eszközökre. Közöttük természetesen nincs merev határ, adott eszköz legtöbbször mind az ágazati, mind a vállalati jövedelemre hatást gyakorol.

Végül a harmadik csoportba lehet sorolni az élők munkát megtakarító eszközöket. Ha valamely eszköznek csak az a hatása, hogy adott munkát géppel tudunk elvégezni, vagy megkönnyítjük, illetve meggyorsítjuk a munka elvégzését, azt ebbe a csoportba soroljuk. Ilyenkor tehát az adott eszköz termelésbe állítása nem vezet a jövedelem növekedéséhez, sőt esetleg annak csökkenése következhet be. Az ilyen jellegű eszközöknek szintén kétféle hatásuk lehet. Egyrészt megszabadíthatják a dolgozót egy gyötrelmes, nehéz, vagy rossz körülmények között végzendő munkától. Ennek eredménye a nem termelő jellegű /szociális, kulturális, egészségügyi, stb./ eszközökhöz hasonló, a termelésre, illetve a jövedelemre csak közvetve hat. Másrészt a munkaerő egy részét a termelésből felszabadíthatják, s lehetővé teszik a munkaerő-létszám csökkentését, illetve pótolhatják a munkaerő-hiányt.

Ha a termelési eszközök beállításával munkaerőt szabadítunk fel, s ha e munkaerő a vállalattól eltavozik, tehát ténylegesen csökken a munkaerő-létszám, változatlan jövedelemtömeg, sőt a jövedelemtömeg kismértékű - a munkaerő-létszám-csökkenésnél kisebb arányú - csökkenése esetén is nagyobb lesz az egy munkaerő által előállított jövedelem és növekszik a munka termelékenységé.

A munkaerőt megtakarító eszközök termelésbe állítása hozamfokozás nélkül is növelheti a vállalati jövedelmet. Ha ugyanis a kedvezőbb, több jövedelmet biztosító termelési szerkezetnek éppen a szűkös munkaerő volt a korlátja és az eszközállomány növekedése a korlát tagítását teszi lehetővé - azáltal, hogy csökkenti az ágazatok munkaerő-szükségletét - , a kedvezőbb termelési szerkezet megvalósítható lesz, s növekszik a vállalat összes jövedelme.

Természetesen - mint az eddigiekből is kitűnik - az eszközök nem választhatók szét mereven funkcionális hatásukat illetően. Ugyanaz az eszköz eredményezhet egyidejűleg munkaerő-megtakarítást is, jövedelememelkedést is, és lehet szociális hatása is. Az eszközök ilyen komplex hatása élesen kitűnik, ha a vállalatot teljes komplexumában vizsgáljuk, amit a matematikai programozás lehetővé tesz.

Az egyszerű vizsgálatok e tekintetben félrevezetőek lehetnek. Előfordulhat, hogy előnyben részesítünk adott eszközt egy másikkal szemben, mert lehetővé teszi valamely termék hozamának emelését. A másik eszközt azért vetjük el, mert látszólag csak a nehezebb fizikai munka gépesítését oldja meg. Pedig lehetséges, hogy az utóbbi eszköz esetleg a nehéz fizikai munka megszüntetésével, s ennek alapján a munkaerő-kapacitás egy részének felszabadítása által egyben a termelési szerkezet olyan változtatását is lehetővé tenné, amely a vállalat jövedelmét sokkal nagyobb mértékben emelné, mint egy adott ágazatban elérhető jövedelem-többlet.

A mezőgazdasági vállalatok által használt eszközök igen nagy értéket képviselnek, s célszerű hasznosításuk nagyfontosságú kérdés. Több kötetre rug az eszközök kihasználásával foglalkozó irodalom, és esetenként az olvasónak olyan érzése támadhat, hogy az eszközök kihasználása egy kicsit öncélunak tűnik.

Az eszközkihasználás fontossága tagadhatatlan, de talán célszerű volna e fogalmat a hatékonysággal bővíteni, azaz nem általában az eszközkihasználást, hanem az eszközök hatékony kihasználását kell előtérbe állítani.

Ha például a mezőgazdasági vállalatok komplex matematikai tervezési modelljét több változatban megoldjuk úgy, hogy azokban az eszközkihasználás mind magasabb szintjét írjuk elő, egészen az eszközkihasználás maximalizálásáig, egy megoldás-sorozathoz jutunk, amikor is az egyes megoldásokhoz tartozó termelési szerkezet bizonyos eszközkihasználási és jövedelemszintet mutat. Ha e megoldásokat egybevetjük a modell olyan megoldásával, amelyben célfüggvényként a jövedelem maximalizálását írtuk elő, igen érdekes képhez jutunk. Az eszközkihasználásnak egy bizonyos ponton túl történő fokozása - ahol a maximális jövedelmet kaptuk - a jövedelem egyre gyorsabb ütemű csökkenését eredményezi, természetesen adott eszközállományt feltételezve.

Ez egyben arra is figyelmeztet, hogy káros lehet az a szemlélet /márpedig az üzemtani tankönyvek is erre tanítanak/ és gyakorlat, amikor a tervezés során a termelési szerkezetet az eszközkihasználás szempontjait figyelembe véve alakítják ki.

Az eszközök kihasználásának öncélú kezelése számos elméleti és gyakorlati vonatkozással bír, bár káros hatása számszerűen nem mindig mutatható ki.

Vannak becslések arra nézve, hogy a mezőgazdasági vállalatok által beszerzett műtrágyamennyiségek hány százaléka megy veszendőbe a helytelen tárolás és kezelés következtében. A ténylegesen kiszórt és a beszerzett műtrágyamennyiség hányadosa a beszerzett műtrágya kihasználásának mutatójaként fogható fel és ez mérhető vagy megbecsülhető. Nem tudjuk azonban kimutatni, hogy a felhasznált

mütrágya hatékonysága milyen veszteségeket tartalmaz, ha azt nem ott használták fel, ahol az a leghatékonyabb lett volna, ha nem volt célszerű - a talajt, a növényt és az időjárást figyelembe véve - a különböző mütrágyaféleségek aránya, a kiszórás idejének megválasztása, stb. Pedig az ebből adódó veszteségek alighanem nagyobbak, mint ami a helytelen tárolásból és kezelésből adódik.

A gépek kihasználásának öncélú kezelése nemcsak a termelési szerkezet célszerűtlen kialakítását ösztönözheti, de azt is, hogy magasabb normatívák tervezésével, vagy a munkaműveleteket az optimális időnél hosszabb időszakra tervezve, a szükségesnél kevesebb gép beszerzését irányozzuk elő. Ismert azonban, hogy az egyes munkaműveletek elvégzésének ideje nagymértékben befolyásolja a termés hozamot és a termésvesztést. Szoros, a gép kihasználását öncélként kezelendő tervezés esetén, különösen, ha még az időjárás is kedvezőtlen, olyan termésvesztések adódhatnak, amelyek messze meghaladják a magasabb gépállományból adódó költséget.

Véleményem szerint - és azt modellvizsgálataim is alátámasztják - a gépkivhasználás kérdését a következőképpen célszerű megítélni:

a/ A gépkivhasználásra irányuló törekvésnek a gépek üzemeltetése során széles teret és ösztönzést kell adni. Ha a gép hasznos munkát tud végezni, ne álljon, szervezetlenség, fegyelmetlenség, stb. miatt.

A gépek karbantartását, javítását lehetőleg akkor kell végezni, amikor azokat hasznosan nem tudjuk felhasználni.

b/ A termelési technológiákat célszerűen kell összehangolni, s ennek alapján figyelembe kell venni a gépek sokoldalú hasznosításának lehetőségeit. A kérdés önmagában is elég bonyolult. Célszerűen oldható meg matematikai programozással úgy, hogy az egyes munkaműveletek elvégzésére többféle lehetséges gépkapcsolatot építünk a modellbe.

c/ A termelési szerkezet és a géppark tervezése során nem a gépek kihasználása, hanem a vállalati jövedelem, azaz a gépek hatékony kihasználása legyen a döntő kérdés. Ez a termelési szerkezet és az eszközszükséglet egyidejű, egymással szoros összefüggésben történő optimalizálását kívánja meg. A modellvizsgálatok elvileg arra is lehetőséget adnak, hogy a különböző munkaműveletek elvégzése időtartamának hatását is vizsgáljuk. E kérdéssel azonban e helyütt nem foglalkozunk.

d/ Felesleges, egyáltalán nem hasznosítható gép - és természetesen más termelési eszköz - ne legyen a vállalatnál.

e/ A mezőgazdasági munkák elvégzésének idejét - ha nem jár egyéb hátrányos következménnyel -, különösen csúcsidőszakban a lehetőséghez képest szét kell huzni, hogy adott termelési szerkezetből adódó munkák elvégzését kevesebb géppel, s e gépeket jobban kihasználva tudjuk elvégezni. Ez mindaddig célszerű, amíg nem érinti kedvezőtlenül a vállalati összjövedelmet. Lehetséges ugyanis, hogy valamely munka széthúzása vagy más időszakra való ütemezése kismértékben csökkenti egy ágazat jövedelmét, de az ezáltal megtakarítható eszközkiadás - tekintve, hogy kevesebb eszközre van szükség - felülmúlja az ágazati jövedelem csökkenéséből adódó hátrányt, s a vállalat összjövedelme növekszik.

f/ Csucs-munkaidőszakban a nyújtott vagy kettős műszak alkalmazása ugyancsak a gépkihasználás növelésével jár együtt, ami egyben a gépszükségletet csökkentve, a munkák optimális időszakban való elvégzését biztosítva, a vállalati összjövedelem növekedését eredményezi.

g/ A gépek és eszközök egymást helyettesítő kapcsolatát célszerű kihasználni. Ha például kétféle traktorral - könnyebb és nehezebb traktorral - rendelkezünk, s a munkákat arra a típusra ütemezzük, amely az adott munkát a legkisebb költséggel végzi, de kiderül, hogy a kétféle traktor munkacsúcsa más-más időszakra esik, mindkét traktortípus darabszámát csökkenthetjük azzal, hogy a traktorok egymásnak a csucs-munkaidőszakban "besegítenek". Ilyen esetben kényszerülünk arra, hogy adott munkát olyan traktorral végezzünk, amely azokat "nagyobb költséggel" végzi. Az így jelentkező veszteség azonban kisebb, mint ami a traktorok nagyobb számából származnék. A munkák ilyen átcsoportosítását a matematikai modellben lehetővé tudjuk tenni.

h/ A munkagépek kapcsolásában rejlő lehetőségek kihasználása ugyancsak a gépszükséglet csökkentésének lehetőségét teremti meg, miközben fokozza a gépek kihasználását, illetve teljesítőképességét.

a/ Végül keresni kell annak lehetőségét, hogy a gépeket és eszközöket - amikor nincs rájuk szükség - a vállalaton kívül jövedelmezően hasznosíthassuk.

Az optimális eszközállomány természetesen nem feltétlenül ott van, ahol a vállalati összjövedelem a legnagyobb. Az eszközfelfordítástól ugyanis nemcsak általában várunk jöve-

delmet, hanem legalább bizonyos jövedelemszintet is elvárunk, amely alatt esetleg nem vagyunk hajlandók az adott eszközráfordítást végrehajtani.

Ez a probléma felveti egyrészt a hiperbolikus programozás alkalmazásának szükségességét, másrészt, hogy - amint a munkaerő-szükségletnél is tettük - az eszközellátottság változásának hatását is vizsgáljuk.

Az ilyen jellegű modellvizsgálatokból levonható következtetések röviden foglalhatók össze, egyrészt, mert azok lényegüket illetően megegyeznek a munkaerő-változás vizsgálata során levont következtetésekkel, másrészt, mert a továbbiakban a tényezők kölcsönös kapcsolatának vizsgálata során még a kérdésre visszatérünk.

Az eszközráfordítás szintjét változtatva - az eszközök optimális összetételét feltételezve - adott komplex vállalati modellel megoldás-sorozatot állíthatunk elő. A megoldások elemzése azt mutatja, hogy az eszközráfordítás növekedésével a termelési szerkezet a szakosodás irányában változik, s ekközben az eszközkihasználás csökken. Egyidejűleg, a vállalati összes jövedelem kezdetben gyorsabb, majd egyre lassuló ütemben növekszik, * azaz a jövedelem görbéje a munkaerőnél kimutatott és ábrázolt tendenciát követi. Most is van az eszközráfordításnak egy alsó és egy felső határa.

* Ha az állóeszközöket változóként kezeljük, az eszközráfordítás erőltetésével egy ponton túl a jövedelem gyorsuló csökkenésének tendenciája következik be.

A jövedelem vonalának alacsonyabb vagy magasabb szintje, meredekebb vagy laposabb, hosszabb vagy rövidebb volta itt is függ a többi termelési tényezőtől, a termelhető termékektől, az alkalmazható technológiai rendszerektől, a termelési korlátoktól és a belső vállalati arányok megteremtése érdekében a modellbe épített feltételektől, a munkaerő-sűrűséggel kapcsolatban ismertetett elvek szerint.

4.4. A termőföld, a munkaerő- és eszközráfordítás komplex hatásának kérdései

A termőföld, a munkaerő és az eszközráfordítással kapcsolatos vizsgálatainkból levont következtetések ismertetése során állandóan utalni kellett azok egymással való kapcsolataira, összefüggéseikre. A föld értékesülése függ a munkaerő- és az eszközellátottságtól és viszont.

Az alapvető termelési tényezők és a jövedelem komplex kapcsolatának vizsgálata megerősíti az egyes termelési tényezőkkel kapcsolatos megállapításokat. A kérdés vizsgálatát könyvemben^{xx} a 3.3. pontban ismertetett modell segítségével végeztem el. Azóta a vizsgálatot a 3.4. pontban leírt modellel is megismételtem, amely a termelési szerkezet, a termelési technológiák és a termelési források egyidejű optimalizálását teszi lehetővé.

Az utóbbi vizsgálataim nem változtatták meg a könyvemben leírt következtetéseket, s lehetővé tették, hogy azokat néhány új megállapítással egészítsem ki.

^{xx} Tóth József: A termelési tényezők felhasználásának optimalizálása a mezőgazdaságban. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó. Budapest, 1973.

Tekintsük tehát a 3.4. pontban leírt modellt, amelyben a termelési és a műveleti változók mellett a forrásváltozók a munkaerő- és a gépváltozókat tartalmazzák.

A munkaerő-változóra / y^m /-re / előírjuk, hogy

$$/4.9./ \quad y^m = M \quad / M = M_0, M_1, M_2, \dots, M^0 / ,$$

azaz a munkaerőt egy alsó /minimális/ határ és egy felső - még legalább a csúcsideszakban kihasználható - /maximális/ határ között változtatjuk.

Hasonló megfontolás alapján írjuk elő, hogy

$$/4.10./ \quad \sum_j k_j x_j - \sum_j \sum_{hr} \sum_i \sum_k c_{ijk}^{hr \text{ vált}} m_{ijk}^{hr} - \sum_h c_h^{fix} y_h - \\ - \sum_r c_r^{fix} y_r = H \\ / H = H_0, H_1, H_2, \dots, H^0 / ,$$

azaz, hogy a tárgyasult munka felhasználását $[H_0, H^0]$ intervallumon belül változtatjuk. /Az állattenyésztési épületek költségét az állattenyésztési változóknál aggregáltan számoltuk el./

Legyen célfüggvényünk a 3.3. pontban leírtak szerint a bruttó jövedelem, azaz

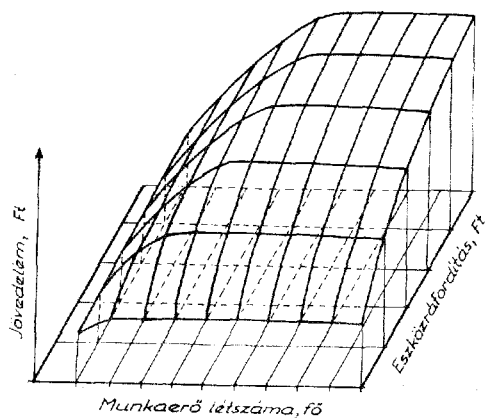
$$/4.11./ \quad B = \sum_j /t_j - k_j/ x_j - \sum_j \sum_{hr} \sum_i \sum_k c_{ijk}^{hr \text{ vált}} m_{ijk}^{hr} - \\ - c_m^{fix/m} y^m - \sum_h c_h^{fix} y_h - \sum_r c_r^{fix} y_r \rightarrow \max.$$

Az M és H változtatásával megoldva a modellt, egy megoldás-sorozathoz jutunk, amely azt mutatja, hogy a munkaerő és a tárgyasult munkaráfordítás függvényében /optimális felhasználásukat feltételezve/ hogyan változik a termelési szerkezet, a termelési technológia, a géppark és a jövedelem.

A munkaerő és a tárgyasult munkaráfordítás függvényében a jövedelem változását a 4.sz. ábra szemlélteti. Ebből kitűnik, hogy a munkaerő-ráfordítás növekedésének a jövedelem tömegére gyakorolt hatása megegyezik a 2. sz. ábrán bemutatott tendenciával, azonban ez a tendencia a tárgyasult munkaráfordítás növekedésével mind magasabb szinten ismétlődik. A tendenciaszintek emelkedése csökkenő ütemű, ami azt mutatja - és ez az ábrából jól látható -, hogy a tárgyasult munkaráfordítás növekedése - adott munkaerő-ellátottsági szint mellett - a jövedelemre tendenciájában ugyanugy hat, mint a munkaerő-ráfordítás növekedése, adott tárgyasult munkaráfordítás mellett.

Az eszközráfordítás jövedelemre gyakorolt hatása a munkaerő-sűrűség növekedésével egyre magasabb szinten, de csökkenő ütemben, tendenciájában azonos /4. sz. ábra/.

Megjegyeznénk, hogy itt valójában egy paraméteres programozási problémával állunk szemben, bár anyagi eszközök hiján a paramétert csak néhány érték mellett vizsgáltuk. Nyilvánvalóan, mint a paraméteres feladatokban általában, a tendenciavonalak nem ilyen szépen íveltek, hanem szakaszonként lineárisak, töréspontokkal, azonban az ábrán látható görbékkel közelítően jól szemléltethetők.

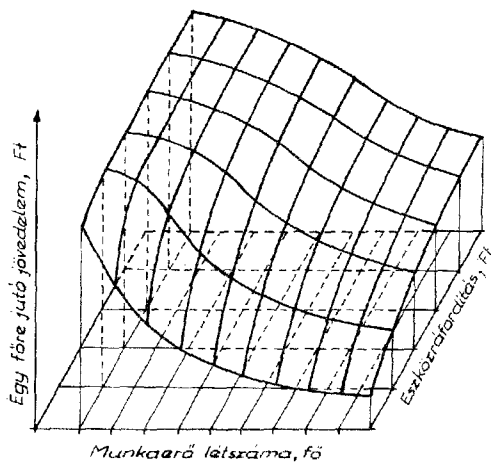


4. ábra

A munkaerő, az eszközráfordítás és az összes jövedelem kapcsolata

Érdekes, hogy ha a célfüggvényben a termelési érték, a nettó jövedelem, vagy az árbevétel szerepel, és az így képezett modellsorozatot oldjuk meg, a munkaerő és a holtmunka-ráfordítás függvényében, ugyancsak a 4.sz. ábrán bemutatott tendenciákat kapjuk. De ugyanilyen tendenciához jutunk, ha a célfüggvényben például a felhasznált munkanapok számát vizsgáljuk.

Ha a jövedelmet az egy munkaerőre vonatkoztatva ábrázoljuk, az 5.sz. ábrához jutunk.



5. ábra

A munkaerő, az eszközráfordítás és az egy dolgozóra jutó jövedelem kapcsolata

Az ábrából kitűnik, hogy a munkaerő-létszám növekedésével adott tárgyasult munkaráfordítás mellett az egy dolgozóra jutó jövedelem hasonló ütemben csökken, mind azt a 3. sz. ábrán láttuk. A tárgyasult munkaráfordítás növekedésével az adott tendencia egyre magasabb szinten ismétlődik, s a szintek emelkedése most is csökkenő tendenciát mutat.

Ha a vizsgálatban a tárgyasult munkaráfordítás helyett a beruházási érték változásának hatását vizsgáljuk, a tendenciákat tekintve, hasonló eredményhez jutunk.

A ráfordítások növekedését a termelési szerkezet szakosodásának tendenciája kíséri, s egyidejűleg csökken a munkaerő és az eszközök kihasználása.

A gazdasági fejlődés során a mezőgazdasági vállalatokra az jellemző, hogy a tárgyasult munkaráfordítás növekedése a munkaerő-létszám egyidejű csökkenése mellett megy végbe. A 4.sz. ábrából leolvasható, hogy a munkaerő csökkenéséből a jövedelem csökkenése következne, azonban az a magasabb tárgyasult munkaráfordítással ellensúlyozódik. A tárgyasult munkaráfordítás mérsékelheti vagy kiküszöbölheti a jövedelem csökkenését, vagy a jövedelem emelkedéséhez vezethet, miközben a munkaerő-létszám csökken.

Ha a munkaerő-létszám csökkenése erőteljes és azt nem tudjuk a tárgyasult munkaráfordítással kellőképpen ellensúlyozni, az összjövedelem csökkenése következhet be. Ha a munkaerő csökkenését éppen csak ellensúlyozni vagyunk képesek, a tárgyasult munkaráfordítással a jövedelemtömeg változatlan marad, míg ha a tárgyasult munkaráfordítás hatékonyabb, akkor a jövedelem növekszik. Ahhoz, hogy a jövedelemtömeg ne csökkenjen, arra van szükség, hogy a tárgyasult munkaráfordítás emelkedésénél - a termelési szerkezet, termelési technológiák, illetve a hozamok változásának hatásaként - nagyobb legyen a termelési érték emelkedésének mértéke. Ilyen szempontból az eszközáraknak van igen nagy jelentőségük.

Érdekes képet nyerünk, ha az egy dolgozóra jutó bruttó /vagy nettó/ jövedelem alakulását vizsgáljuk. Az 5.sz. ábrából kiderül, hogy a munkaerő-létszám csökkenése változatlan tárgyasult munkaráfordítás és a jövedelem csökkenése esetén is az egy főre jutó jövedelem növekedését ered-

ményezheti. Természetesen, méginkább növekszik az egy főre jutó jövedelem, ha a tárgyasult munkaráfordítás növelésével az összjövedelem szinten tartható, illetve ha növelhető.

Vizsgálataink mindenképpen elvezetnek az élő- és a tárgyasult munkaráfordítás kapcsolatának helyettesíthetőségi problémájához.*

Vezéssük be a következő jelöléseket:

- T - termelési érték
- B - bruttó jövedelem
- N - nettó jövedelem
- M - munkaerő-létszám
- H - tárgyasult /vagy holt-/ munkaráfordítás
- E - egy dolgozó által eltartandók száma

A gazdasági fejlődést dinamikájában vizsgálva, a bázis-időszakot 0-val, a tárgyidőszakot 1-gyel fogjuk jelölni a szimbólumok ábrázolásánál.

A termelési értéket a bázisidőszakban a

$$/4.12./ \quad T_0 = H_0 + B_0 ,$$

a tárgyidőszakban pedig a

$$/4.13./ \quad T_1 = H_1 + B_1$$

formulával írhatjuk fel.

* Részletesebben lásd a 75. és 181. sorszám alatti irodalmakban.

A növekedés rátáját jelöljük Δ -val, azaz

$$/4.14./ \quad \Delta_T = \frac{T_1}{T_0} ; \quad \Delta_H = \frac{H_1}{H_0} ; \quad \Delta_B = \frac{B_1}{B_0} .$$

Ezek szerint viszont

$$/4.15./ \quad T_1 = \Delta_T T_0 = \Delta_H H_0 + \Delta_B B_0$$

és

$$/4.16./ \quad H_1 = \Delta_T T_0 - \Delta_B B_0 ,$$

illetve

$$/4.17./ \quad B_1 = \Delta_T T_0 - \Delta_H H_0 .$$

A /4.17./-ből adódóan a bruttó jövedelem növekedése függ a termelési érték bázisévi szintjétől és a tárgyévi növekedés rátájától, valamint a holtmunka-ráfordítás bázisévi szintjétől és növekedési rátájától.

Ez egyszerű összefüggés, mégis rámutat egy további kérdésre.

Mivel, ha a termelés jövedelmező és $B_0 \neq 0$

$$/4.18./ \quad T_0 > H_0$$

ezért

$$/4.19./ \quad B_1 > B_0$$

még akkor is fennáll, ha

$$/4.20./ \quad \Delta_T = \Delta_H ,$$

vagyis a bruttó jövedelem növekszik, ha a termelési érték ugyanolyan százalékkal növekszik, mint a holtmunka-ráfordítás.

Sőt a /4.19./ mindaddig fennáll, amig

$$/4.21./ \quad (\Delta_T - 1) T_o > (\Delta_H - 1) H_o$$

illetve

$$/4.22./ \quad (\Delta_H - 1) < (\Delta_T - 1) \frac{T_o}{H_o}$$

fennáll.

Ha pl. 100 Ft termelési érték előállításához a bázisévben 60 Ft holtmunka-ráfordításra van szükség, és a tárgyévben a holtmunka-ráfordítás 10 %-kal, a termelési érték 8 %-kal emelkedik, akkor

$$0,1 < 0,08 \frac{100}{60} = 1,3 \dots ,$$

azaz a bruttó jövedelem még növekszik. Valóban, a $100 - 60 = 40$ Ft-hoz képest most $108 - 66 = 42$ Ft.

Az egy dolgozóra jutó bruttó jövedelem a bázisévben B_{M_o} / a következő:

$$/4.23./ \quad B_{M_o} = \frac{T_o - H_o}{M_o}$$

és az egységnyi területre jutó jövedelem B_{F_o} /

$$/4.24./ \quad B_{F_o} = \frac{T_o - H_o}{F_o}$$

A fejlődés során általában a T és H növekszik, M pedig csökken. Változásuk függvényében az egy dolgozóra és a területegységre jutó bruttó jövedelem a következőképpen fejezhető ki:

$$\begin{aligned} /4.25./ \quad B_{M_1} &= \frac{T_0 - H_0}{M_0} + \frac{\Delta_T T_0 - T_0}{M_0} - \frac{\Delta_H H_0 - H_0}{M_0} + \\ &+ \left[\left(\frac{T_0 - H_0}{M_0} \right) \cdot \left(\frac{M_0}{\Delta_M M_0} - 1 \right) \right] + \left[\left(\frac{\Delta_T T_0 - T_0}{M_0} \right) \cdot \left(\frac{M_0}{\Delta_M M_0} - 1 \right) \right] \\ &- \left[\left(\frac{\Delta_H H_0 - H_0}{M_0} \right) \cdot \left(\frac{M_0}{\Delta_M M_0} \right) \right], \end{aligned}$$

$$/4.26./ \quad B_{F_1} = B_{M_1} \cdot \frac{\Delta_M M_0}{F_0}.$$

A /4.25./ könnyen a következő egyszerű alakra hozható:

$$/4.27./ \quad B_{M_1} = \frac{1}{\Delta_M} \left[B_{M_0} + (\Delta_T - 1) \frac{T_0}{M_0} \right] - \frac{\Delta_H H_0 - H_0}{\Delta_M M_0}.$$

Ebből pedig az alábbi következtetések adódnak:

Ha mind a T_0 és a H_0 növekszik, mind az M_0 csökken, akkor az egy tagra jutó bruttó jövedelem függ annak változás előtti szintjétől, a T_0 és az M_0 arányától, a Δ_T és a Δ_M arányától, valamint a Δ_H és a Δ_M arányától.

A B_{M_0} , $\frac{T_0}{M_0}$, $\frac{\Delta_T T_0}{\Delta_M}$ egyenes, a $\frac{\Delta_H H_0}{\Delta_M}$, valamint a $\frac{H_0}{M_0}$ arányok nagysága fordított arányban befolyásolja az egy dolgozó tagra jutó bruttó jövedelem változását. Ebből pedig az következik, hogy azokban a termelőszövetkezetekben, ahol

s jó természeti-gazdasági feltételeknek, s az ezekhez viszonyított alacsony munkaerő-sűrűségnek következtében az egy tagra jutó T_0 és B_0 magas szintű, s a tárgyasult munkaráfordítás növekedése⁰ következtében a T_0 jelentősen emelhető a munkaerő-létszám egyidejű csökkentése mellett /az egy létszámcsökkenésre eső T_0 magas/, nagyobb tárgyasult munkaköltséget is el tudnak viselni, viszonylag kisebb mértékű élőmunka - tárgyasult munka helyettesítési arány mellett is. A rossz feltételek között dolgozó, viszonylag magas munkaerő-sűrűségű termelőszövetkezetekben viszont, még ha a tárgyasult munkaráfordítás lehetővé teszi is a T_0 emelését, a gépesítést csak viszonylag magas élőmunka - tárgyasult munka helyettesítési arány esetén tudják előre vinni. Ebből mindenképpen kitűnik a természeti feltételeknek és a munkaerő-sűrűségnek jelenleg még nagy szerepe a tárgyasult munkaráfordítás lehetőségeiben és gazdaságosságában.

A tárgyasult munkaráfordítás növekedésének hatása másrészt jelentkezik, ha azt a területegységre vagy a munkaerő-egységre jutó bruttó jövedelem szempontjából nézzük. A területegységre jutó bruttó jövedelem tekintetében a többlet tárgyasult munkaráfordítás költsége csak annak hozamnövelő hatásával kompenzálható, amíg a munkaerőegységre jutó bruttó jövedelem szemszögéből nézve, a hozam növekedésével és a munkaerő-létszám csökkenésével együttesen kompenzálható. Ebből adódóan a tárgyasult munkaráfordítás gazdaságosságának határa az előbbi esetben alacsonyabb, az utóbbi esetben magasabb szinten helyezkedik el, feltételezve természetesen a munkaerő más népgazdasági ágban való foglalkoztatásának lehetőségét.

Adott esetben az egy munkaerőre jutó bruttó jövedelmet tekintve, a tárgyiasult munka költségnövekedése még a területegységre jutó termelési érték csökkenése esetén is gazdaságos lehet.*

Felmerül azonban még egy probléma. A termelőszövetkezeti tagok szempontjából nemcsak az egy dolgozó tagra jutó bruttó jövedelemnek van fontos jelentősége, hanem az életszínvonal alakulása tekintetében az egy eltartottra jutó bruttó jövedelemnek is. Márpedig a mezőgazdaságból általában a munkabíró és dolgozó tagok vándorolnak el nagyobb számban, és ennek következtében növekedhet az egy dolgozó tagra jutó eltartottak száma, vagy másképpen, az eltartottak száma kisebb mértékben csökken, mint a dolgozó tagok száma.

Ha az eltartottak számát E -vel jelöljük, akkor az egy dolgozó tagra jutó eltartottak száma $\frac{E}{M}$ lesz. Az egy dolgozó tagra jutó bruttó jövedelemből és az egy dolgozó tagra jutó eltartottak számából az egy eltartottra jutó bruttó jövedelem összegét a következőképpen számíthatjuk ki:

$$/4.28./ \quad B_{E_0} = B_{M_0} \frac{M_0}{E_0} .$$

A /4.25./ formula eszerint - az eltartottak számát figyelembe véve - a következőképpen módosul:

* A költségnövekedést természetesen mindvégig az eszközráfordítás növekedéséből adódónak tételezzük fel, változatlan eszközárakkal számolva.

$$\begin{aligned}
 /4.29./ \quad B_{E_1} = & \left\{ \left[\frac{T_0 - H_0}{M_0} + \frac{\Delta_T T_0 - T_0}{M_0} - \frac{\Delta_H H_0 - H_0}{M_0} \right] + \right. \\
 & + \left[\left(\frac{T_0 - H_0}{M_0} \right) \cdot \left(\frac{M_0}{\Delta_M M_0} \right) \right] + \left[\left(\frac{\Delta_T T_0 - T_0}{M_0} \right) \cdot \left(\frac{M_0}{\Delta_M M_0} - 1 \right) \right] \\
 & \left. - \left[\left(\frac{\Delta_H H_0 - H_0}{M_0} \right) \cdot \left(\frac{M_0}{\Delta_M M_0} \right) \right] \right\} \cdot \frac{M_1}{E_1} .
 \end{aligned}$$

Könnyű belátni, hogy az egy dolgozó tagra jutó eltartottak száma adott T_0 és H_0 esetén ugyanugy nincs hatással a területegységre jutó bruttó jövedelem nagyságára, mint a dolgozó tagok változása. /A valóságban ilyen hatás létezik, de az pl. a T_0 nagyságában kifejezésre jut./

A fentiekből adódóan az élő- és a tárgyiasult munkacserének az egy főre jutó bruttó jövedelem növekedésére gyakorolt hatását az eltartottak számának növekedése részben kompenzálhatja. Sőt, ha a termelőszövetkezetből a teljes munkabírásu munkaerő vándorol el oly módon, hogy a ráeső eltartottak visszamaradnak, a gépesítés növekedése ellenére is olyan változás következik be a termelési szerkezetben, hogy $\Delta_T T_0 - \Delta_H H_0$ csökken, akkor ez az egy eltartottra jutó bruttó jövedelem csökkenéséhez vezethet. Kérdés, hogy ezt a csökkenést mennyiben kompenzálja az elvándoroltak hozzájárulása a visszamaradók eltartásához.

Az egy eltartottra jutó bruttó jövedelem szempontjából vizsgálva, a tárgyiasult munkaráfordítás gazdasági határa a területegységre jutó bruttó jövedelem tekintetében megvonható határhoz közelebb esik, mint az egy dolgozó tagra jutó bruttó jövedelemnél mutatkozó határhoz. A dolgozó tagra és az

eltartotttra jutó bruttó jövedelem szempontjából megvonható határ viszont annál közelebb esik egymáshoz, minél inkább egybeesik a tagok és az eltartottak számának együttes csökkenése.

A probléma gyors vizsgálatát teszi lehetővé a 6.sz. ábrán közölt nomogram, amely adott konkrét példákban a tényezők kapcsolatát jól érzékelhetővé is teszi. A nomogram a termelési érték, a tárgyasult munkaráfordítás költsége, a bruttó jövedelem, az egy dolgozóra és egy eltartotttra jutó bruttó jövedelem, az eltartottak aránya, a dolgozói létszám és a vállalat földterületének nagysága, a tagsűrűség és a területegységre jutó bruttó jövedelem összefüggéseit mutatja. Segítségével könnyen lejátszható /az összefüggéseket szaggatott vonalak jelzik/, hogy egy vagy több tényező változása milyen hatással van a többi tényező változására, illetve a tényezők együttes változása milyen összefüggést mutat.

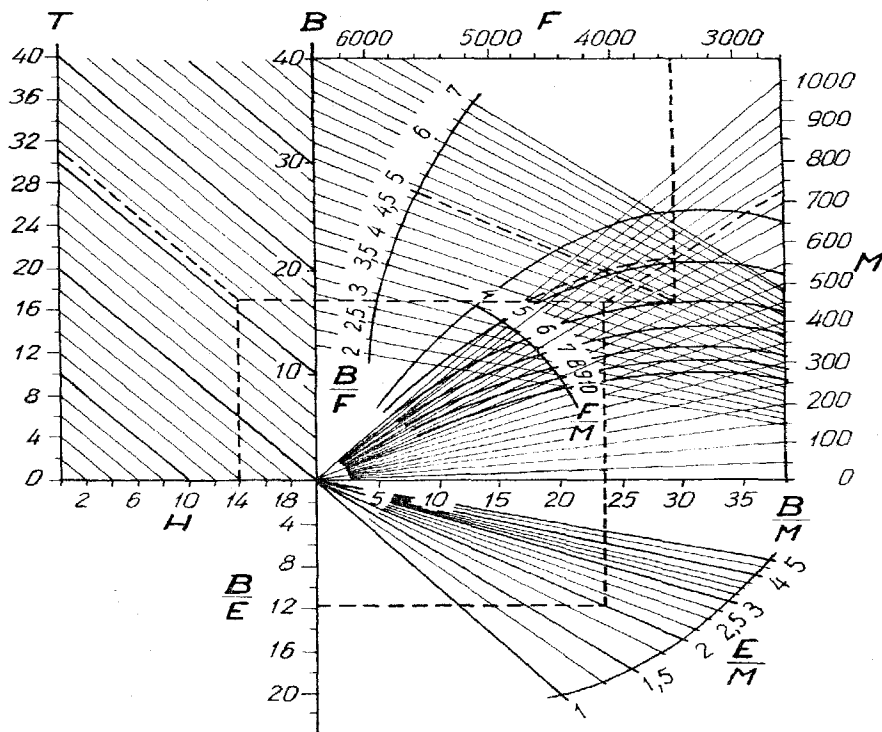
A vázolt összefüggések felhasználásával népgazdasági szintű vizsgálatokat is végeztünk, amikor az egyes tényezők változását lineáris és nemlineáris trendfüggvényekkel fejeztük ki. A népgazdasági szintű tényadatok /nemzeti jövedelem, munkaerő és tárgyasult munka értéke/ a vázolt összefüggéseket igazolták.

Vizsgálatunkat a bruttó jövedelemhez kapcsoltuk, azonban az alkalmazott formulák könnyen átalakíthatók a nettó jövedelem vizsgálatára alkalmas módon.

Például a nettó jövedelem a következőképpen fejezhető ki:

/4.30./

$$N = T - H - \lambda M$$



6. ábra

Nomogram a termelési tényezők és a jövedelem kapcsolatának vizsgálatára

ahol: λ a munkabérténevező, amely megmutatja, hogy egy dolgozóra hány forint munkabér jut.

Természetesen ennek alapján a

$$/4.31./ \quad N_M = \frac{T - H - \lambda M}{M},$$

illetve az

$$/4.32./ \quad N_F = \frac{T - H - \lambda M}{F}$$

formulák alkalmazhatók.

A λ felhasználásával megfelelően átalakíthatók a további formulák is.

Tekintve azonban, hogy a /4.31./ kifejezhető a

$$/4.33./ \quad H_M = \frac{T - H}{M} - \frac{\lambda M}{M}$$

formában, és mint ismert,

$$/4.34./ \quad B_M = \frac{T - H}{M},$$

ezért az egy dolgozóra jutó nettó jövedelem kiszámítható az egy dolgozóra jutó bruttó jövedelem és az egy dolgozóra jutó munkabér különbsége révén, azaz

$$/4.35./ \quad N_M = B_M - \frac{\lambda M}{M}.$$

Ennek alapján a /4.34./-ből a nettó jövedelem egyszerűen nyerhető, vagyis

$$/4.36./ \quad N_{M_1} = B_{M_1} - \frac{\lambda M_o \Delta M}{\Delta M M_o}.$$

Vizsgálatainkból - mint ismeretes - kiderült, hogy a munkaerő- és a tárgyasult munkaráfordítás változása a nettó jövedelem változására ugyanolyan hatást gyakorol, mint a bruttó jövedelem változására. Ebből következik, hogy a nettó jövedelemmel kapcsolatban - a munkaerő és a tárgyasult munkaráfordítással mutatott összefüggését illetően - ugyanazokat tudjuk elmondani, mint amit az előbbiekben a bruttó jövedelem változásáról elmondtunk.

A bemutatott formulák és a nomogram alkalmas a tényezők komplex kapcsolatának vizsgálatára, de alkalmas az egyes tényezők különböző hatásainak vizsgálatára is. Ezzel részletesebben foglalkoztunk a Dr. Gönczi Ivánnal írt tanulmányunkban.* E helyütt alapvető célunkat követve, kizárólag a tényezők komplex kapcsolatának vizsgálatára fordítottuk figyelmünket, nem törekedve e tekintetben sem a teljességre.

* A gépesítéssel kapcsolatban e kérdésről Dr. Gönczi Ivánnal közös cikkünkben fejtettük ki nézetünket. Gönczi I.-Tóth J.: Kísérlet a technikai fejlesztés gazdasági konzekvenciájának megközelítésére. Statisztikai Szemle, 1971. 4.sz.

5. A TERMELÉSI TÉNYEZŐK OPTI- MÁLIS ELOSZTÁSÁNAK PROBLÉMÁJA

A 4. fejezetben a főbb termelési tényezőket vizsgálva, kimutattuk azok sokoldalu összefüggését és komplex hatását a gazdálkodás eredményére. Közép-, és különösen hosszú távon, - mint arra korábban már utaltunk - a termelési tényezők mind mennyiségüket, mind minőségüket és összetételüket tekintve, változtathatók és a szocialista állam jelentős gazdaságirányítási funkciója e változások célszerű ösztönzése, befolyásolása, illetve tervezése, az, hogy a népgazdasági erőforrások hatékony elosztása valósuljon meg a népgazdasági ágak, a területi egységek és a vállalatok között.

A termelési tényezők célszerű változtatásának, a munkaerő és az eszközök optimális elosztásának tendenciája a tervszerű arányos fejlődés törvényének egyik alapvető követelménye.

A termelési tényezők változtatását, az erőforrások optimális elosztását szoros összefüggésben kell vizsgálni a termékek iránti szükségletekkel, a belső népgazdasági igényekkel, valamint az export- és importlehetőségekkel és más tényezőkkel.

A kérdés igen bonyolult és komplex módon vetődik fel, hiszen mind a fogyasztási igények, mind az export- és importlehetőségek változnak és e változások befolyásolhatók, de

változik és változtatható az erőforrások mennyisége és szerkezete is és változtathatók - a mezőgazdaságot tekintve - a termőföld fizikai tulajdonságai is, stb.

Az előbbiekben rámutattunk, hogy közép- és hosszú távon a mezőgazdasági vállalatokat tekintve, bizonyos határok között a termelési tényezők nagy része változtatható és törekedtünk arra, hogy olyan matematikai modelleket alakítsunk ki a tervezéshez, amelyek hozzájárulhatnak ahhoz, hogy e változásokra vonatkozó döntéseket is minél tágabb körben megalapozhassuk.

Ez a követelmény a népgazdasági tervezésben is fennáll még fokozottabb, de egyidejűleg bonyolultabb formában, hiszen most még az erőforrásoknak, az ágazatok, területek és vállalatok közötti optimális elosztásának követelménye is felmerül. A probléma bármennyire bonyolult is, nem hagyható figyelmen kívül, vizsgálata feltétlenül szükséges, mert az erőforrások célszerű szerkezete és optimális elosztása jelentősen megnöveli gazdasági hatékonyságukat.

A szocialista állam a társadalom tiszta jövedelmének központosítása és célszerű felhasználása, a jövedelemelvonási politika, az ár- és a hitelpolitika, az állami támogatások és más gazdasági szabályozókon keresztül, de szükség esetén közvetlen beavatkozással is jelentősen elő tudja segíteni a termelési tényezők célszerű változtatását és optimális elosztását.

Aligha volna haszontalan annak részletesebb vizsgálata, hogy a különböző gazdasági szabályozók milyen mértékben szolgálják ezt a célt és milyen a hatékonyságuk, vagy

milyen intézkedésekre volna szükség e cél hatékonyabb megvalósítása érdekében. E helyütt erre nincs lehetőségünk, s csupán néhány elvi és módszertani probléma összefoglalására szorítkozhatunk, természetesen csak a mezőgazdaság területét tekintve.

Jelenleg van folyamatban egy szélesebb körű vizsgálat, amely megkísérli annak felderítését, hogy a munkaerő és az eszközök jelenlegi elosztása mennyire felel meg hatékony felhasználásuk követelményének. Ennek során egyrészt vállalatok adatait vizsgáljuk, másrészt több évre visszamenőleg begyűjtöttük megyei bontásban a legfontosabb gazdasági mutatókat. A nagytömegű adathalmaz közlésétől eltekintünk, s vizsgálatunk egyébként sem fejeződött be, így csak néhány adattal kívánjuk illusztrálni a munkaerő és az eszközök elosztása és hatékonysága közötti összefüggések vizsgálatának szükségességét.

Az 1. és 2. sz. táblázatok megyei bontásban tartalmazzák a mezőgazdasági aktív keresők számát, a halmozott termelési értéket, a halmozott termelési költséget, a munka díjazására fordított összeget, a halmozatlan termelési értéket és az összes területet az 1974. és 1973. évekre vonatkozólag.

Az abszolút adatok részletes elemzése, relatív mutatók kiszámítása és részletesebb elemzése jelentősen növelné az értekezés terjedelmét. De nem is lehet célunk e helyütt részletesebb elemzésbe bocsátkozni és csupán a közölt néhány adatból messzemenő következtetéseket levonni, kizárólag érzékeltetni kívánjuk további vizsgálataink szükségességét. Erre a célra viszont egy egyszerűbb, áttekinthetőbb táblázat is megfelelőnek látszik, amelyben a megyéket az aktív keresők száma alapján felsorolva, a különböző mutatók szerint /a legnagyobb értéktől a legkisebbig/ rangsoroljuk /3. és 4.sz. táblázat/.

Sor- szám	Megyék	Mezőgazd.aktiv kereső létszám	Halmozott term. érték
1.	Bács-Kiskun megye	25 468	13 908 460
2.	Borsod-Abaúj-Zemplén megye	19 574	6 318 459
3.	Somogy megye	19 149	7 062 224
4.	Fejér megye	17 561	7 980 811
5.	Szabolcs-Szatmár megye	16 140	6 626 902
6.	Békés megye	15 919	9 829 005
7.	Szolnok megye	15 875	9 346 368
8.	Pest megye	14 937	11 599 771
9.	Baranya megye	14 087	7 111 485
10.	Komárom megye	13 918	7 419 554
11.	Csongrád megye	12 208	6 639 741
12.	Hajdu-Bihar megye	12 054	9 878 262
13.	Győr-Sopron megye	11 861	6 714 361
14.	Tolna megye	9 792	6 205 757
15.	Zala megye	8 684	3 267 128
16.	Veszprém megye	8 044	5 602 000
17.	Heves megye	7 336	4 337 752
18.	Vas megye	5 449	3 949 978
19.	Nógrád megye	4 923	2 253 277

1. sz. táblázat

A fontosabb gazdasági mutatók alakulása 1974-ben megyék szerint

Halmozott term. költs.	Munkadíj	Halmozatlan term. érték	Összterület
11 391 354	2 167 082	10 016 344	851 836
5 575 263	1 229 835	4 812 948	696 923
5 964 815	1 141 057	5 098 235	605 781
6 394 757	1 117 865	6 333 186	414 319
6 281 515	1 656 351	5 539 491	627 965
8 013 242	1 581 193	7 519 192	548 333
7 488 163	1 514 554	7 002 657	590 251
9 670 033	2 285 396	9 933 762	568 142
5 900 027	1 035 052	5 106 259	445 190
6 146 335	756 344	5 721 341	270 994
5 438 114	1 219 548	4 998 032	438 954
8 186 185	1 563 309	7 563 422	589 124
5 297 706	1 035 277	4 844 898	402 072
5 010 358	996 232	4 836 842	345 730
3 055 256	613 205	2 382 425	333 176
4 811 107	988 140	4 341 565	513 253
3 453 277	853 929	3 442 140	386 623
3 247 866	632 718	3 008 961	326 871
1 896 426	496 299	1 808 147	267 432

az aktív keresők számának sorrendjében

Sor-szám	Megyék	Mezőgazd.aktív kereső létszám	Halmozott term. érték
1.	Bács-Kiskun megye	25 637	12 436 254
2.	Borsod-Abaúj-Zemplén megye	19 408	6 492 523
3.	Somogy megye	17 261	6 295 192
4.	Fejér megye	16 849	7 288 104
5.	Békés megye	16 185	9 142 535
6.	Szolnok megye	15 470	8 751 547
7.	Szabolcs-Szatmár megye	14 885	7 145 924
8.	Pest megye	14 602	9 954 228
9.	Baranya megye	14 188	6 563 104
10.	Komárom megye	12 659	6 030 100
11.	Csongrád megye	12 253	5 977 997
12.	Hajdu-Bihar megye	11 726	8 786 852
13.	Győr-Sopron megye	11 667	6 196 925
14.	Tolna megye	9 750	5 856 384
15.	Veszprém megye	8 641	5 296 679
16.	Zala megye	8 403	3 090 966
17.	Vas megye	7 945	3 634 403
18.	Heves megye	7 567	4 096 958
19.	Nógrád megye	5 077	2 076 418

2. sz. táblázat

A fontosabb gazdasági mutatók alakulása 1973-ban megyék sz

Halmozott term. költs.	Munkadij	Halmozatlan term. érték	Összterület
9 927 486	1 994 117	8 886 758	850 891
5 326 504	1 162 652	4 920 574	698 636
5 500 599	1 070 673	4 703 533	604 076
5 927 570	1 072 705	5 639 111	415 529
7 243 821	1 534 245	5 680 463	548 301
6 651 681	1 428 378	6 575 642	592 980
5 939 716	1 644 411	5 981 257	627 980
8 317 136	2 117 962	8 541 483	568 441
5 363 576	974 153	4 705 837	444 088
5 313 803	694 086	4 724 027	266 460
4 849 444	1 174 332	4 621 580	438 954
7 121 554	1 479 517	7 316 639	589 161
4 851 041	1 007 762	4 364 570	402 215
4 630 317	955 330	4 414 098	346 852
4 401 987	936 629	4 061 048	517 049
2 759 927	592 007	2 279 326	330 789
2 966 124	601 115	2 716 632	326 867
3 241 344	827 970	3 246 186	386 654
1 802 691	474 149	1 621 933	267 417

zat

szerint az aktív keresők számának sorrendjében

Sor-szám	Megyék	Mezőgazd.aktiv kereső létszám	Halmazott term. érték
1.	Bács-Kiskun megye	1	1
2.	Borsod-Abaúj-Zemplén megye	2	13 -
3.	Somogy megye	3	9 -
4.	Fejér megye	4	6 -
5.	Szabolcs-Szatmár megye	5	12 -
6.	Békés megye	6	4 +
7.	Szolnok megye	7	5 +
8.	Pest megye	8	2 +
9.	Baranya megye	9	8 +
10.	Komárom megye	10	7 +
11.	Csongrád megye	11	11
12.	Hajdu-Bihar megye	12	3 +
13.	Győr-Sopron megye	13	10 +
14.	Tolna megye	14	14
15.	Zala megye	15	18 -
16.	Veszprém megye	16	15 +
17.	Heves megye	17	16 +
18.	Vas megye	18	17 +
19.	Nógrád megye	19	19

3. sz. táblá

A megyék rangsorolása a fontosabb gazdasági mutatók nagy sorrendjéb

Halmozott term. közs.	Lunkedij	Halmozatlan term. ervek	Összterület
2	2	1	1
11 -	7	14 -	2
9 -	9	10 -	4
6 -	10	6 -	12
7 -	9	8 -	3
4 +	4 +	4 +	8
5 +	6 +	5 +	5
2 +	11 +	2 +	7
10 -	12	9	10
8 +	16	7 +	18
12 -	8 +	11	11
3 +	5 +	3 +	6
13	11 +	12 +	13
14	13 +	13 +	15
18 -	18	18 -	16
15 +	14 +	15 +	9
16 +	15 +	16 +	14
17 +	17 +	17 +	17
19	19	19	19

szat

ysága szerint 1974-ben, az aktív keresők számának
ben

Sor-szám	Megyék	Mezőgazd.aktív kereső létszám	Halmazott term. érték
1.	Bács-Kiskun megye	1	1
2.	Borsod-Abaúj-Zemplén megye	2	9 -
3.	Somogy megye	3	10 -
4.	Fejér megye	4	6 -
5.	Békés megye	5	3 +
6.	Szolnok megye	6	5 +
7.	Szabolcs-Szatmár megye	7	7
8.	Pest megye	8	2 +
9.	Baranya megye	9	8 +
10.	Komárom megye	10	12 -
11.	Csongrád megye	11	13 -
12.	Hajdu-Bihar megye	12	4 +
13.	Győr - Sopron megye	13	11 +
14.	Tolna megye	14	14
15.	Veszprém megye	15	15
16.	Zala megye	16	18 -
17.	Vas megye	17	17
18.	Heves megye	18	16
19.	Nógrád megye	19	19

4. sz. táblázat

A megyék rangsorolása a fontosabb mutatók nagysága szerint

Halmazott team.költség.	Munkadíj	Halmazottan team. szűk	Összesítés
1	2 -	1	1
10 -	8 -	8 -	2
8 -	10 -	11 -	4
7 -	9 -	7 -	12
3 +	4 +	6 -	8
5 +	6	4 +	5
6 +	3 +	5 +	3
4 +	1 +	2 +	7
9	12 -	10 -	10
11 -	16 -	9 +	19
13 -	7 +	12 -	11
4 +	5 +	3 +	6
12 +	11 +	14 -	13
14	13 +	13 +	15
15	14 +	15	9
18 -	18 -	18 -	16
17	17	17	17
16	15	16	14
19	19	19	18

1973-ban, az aktív keresők számának sorrendjében

A táblázat alapján következtethetünk arra, hogy az egyes megyékben hozzávetőlegesen a különböző mutatók arányban vannak-e egymással.

Csupán a rangszámok egybevetése alapján adódik néhány következtetés az egyes megyékre vonatkozólag, bár hangsúlyozzuk, hogy azok csak tájékoztató jellegűek és további vizsgálatokra van szükség.

Az 1974. évet véve alapul, az alábbiakat állapíthatjuk meg:

Bács-Kiskun megyében a munkaerő és a költségáfordítás /eszközfelhasználás/, valamint a terület és a termelési érték összhangja tűnik ki, ugyanakkor viszonylag alacsonyabb a munkaerő díjazása.

Borsod-Abaúj-Zemplén megyében a munkaerő és a terület nagysága látszólag összhangban van, azonban a természeti adottságok és a kis költségáfordítás következtében a munkaerő és a költségáfordítás hatékonysága alacsony szintű. A munkaerőt hatékonyságánál magasabban díjazzák, ennek ellenére a kereset viszonylag alacsony szintű. Ugyancsak viszonylag alacsonyabb szintű a költségáfordítás hatékonysága is.

Somogy megyében a terület nagyságához viszonyítva is viszonylag sok a munkaerő, hatékonysága ugyanakkor alacsony. A költségáfordítás és a munkadíjazás a hatékonyságnak nagyjából megfelel, a kereseti színvonal alacsony szintű.

Fejér megyében a terület nagyságához viszonyítva magas a munkaerő-ellátottság, átlag alatti a munkaerő hatékonysága, alacsony a kereseti színvonal. A költségáfordítás megfelel a hatékonyságnak.

Szabolcs-Szatmár megyében a terület nagyságához képest alacsony a munkaerő-ellátottság, de alacsony a költség-ráfordítás, a munkaerő és az eszközhatékonyság is, ugyanakkor a munka díjazása és a kereseti színvonal viszonylag magasabbnak tűnik.

Békés megyében a munkaerő-ellátottság a terület nagyságához viszonyítva magas, azonban a munkaerő jól hasznosul, s ezzel arányban áll a munkadíj, s a termelési költség is arányban van a termelési értékkel.

Szolnok megyében lényegében a békés megyeivel azonos helyzetet találunk.

Pest megyében a munkaerő-ellátottság a területnagysághoz képest alacsony, a munkaerő viszont jól hasznosul és igen magas a munkadíj, különösen pedig a kereseti lehetőség. A költség-ráfordítás hatékonysága átlagon felüli.

Baranya megyében a munkaerő-ellátottság a területhez viszonyítva magas, hatékonysága közepes, a költség-ráfordítás viszonylag alacsony, de különösen alacsony színvonalu a munka díjazása és a kereset.

Komárom megyében magas munkaerő-ellátottság mellett jó a munkaerő hatékonysága, a munka díjazása alacsonyabb szintű, a költség-ráfordítás elmarad a termelési érték nagysága mögött.

Csongrád megyében hasonló a helyzet Békés megyéhez, azonban viszonylag alacsony a költség-ráfordítás és magas a munkadíj és kereseti lehetőség.

Hajdu-Bihar megyében a tényezők között alapvetően összhang van és azok jól hasznosulnak.

Tolna, Zala, Veszprém, Heves és Nógrád megyékben alapvetően szintén összhangot találunk, a rangszámok között alig van különbség.

Az 1974. évi adatokat az 1973. évi adatokkal összehasonlítva, szembetűnik, hogy 1 év alatt az aktív keresők számát tekintve is rangsorváltozások következtek be. Szabolcs megye például 1973-ban 14 885 aktív keresővel a hetedik helyen állt, 1974-ben viszont 16 140 fővel az ötödik helyre került, vagyis 1 év alatt 1 255 fővel növekedett az aktív keresők száma. Békés megye ugyanakkor az ötödik helyről a hatodik helyre került, mert az aktív keresők száma 16 185-ről 15 919-re csökkent, azaz a csökkenés 266 fő. Ugyancsak hátrább került a rangsorban Szolnok megye, annak ellenére, hogy az aktív keresők száma növekedett.

Szabolcs megyét kiragadva, azt tapasztaljuk, hogy a munkaerő növekedésével javult a területhez viszonyított munkaerő-ellátottság, a munkadíjat tekintve azonban a rangsorban változatlan helyet foglal el, csökkent a költségráfordításban elfoglalt helyzete, s egyidejűleg csökkent a rangsorbéli helyzete a termelési értékben, vagyis arra lehet következtetni, hogy a nagyobb munkaerő viszonylag kevesebb költségráfordítás mellett rosszabbul hasznosult.

Az adatok részletesebb - a természeti és a közgazdasági feltételekkel egybevetett - elemzése és relatív mutatók vizsgálata további következtetésekre ad alkalmat. Ugy vélem azonban, a fentiek is rávilágítanak arra, hogy a munkaerő- és eszközellátottság és azok hatékonysága nem mindig esik egybe és a változások sem mindig célszerűen következnek be.

A szocialista államnak módjában áll a munkaerő- és eszköz-felhasználás elosztását befolyásolni mind az ágazatok, területek, mind a vállalatok között - mennyiségük és összetételük tekintetében is -, mint ahogyan ezt meg is valósítja, azonban nem egyszerű az ilyen irányú döntések gazdasági megalapozása, nem beszélve a szociális, kommunális és morális vonatkozásokról. Az értekezés kizárólag a gazdasági megalapozás néhány elvi és módszertani problémájának felvázolására szorítkozik, nem tartva igényt a teljességre és a kérdés megoldására.

Ha a munkaerő és az eszközök optimális elosztását kívánjuk megtervezni, már mielőtt a módszertani lehetőségeket vizsgálunk, felmerül néhány alapvető probléma, amelyekkel a célfüggvény közgazdasági tartalmának meghatározása során találkozunk. Mi legyen a célfüggvény vagy a célfüggvények közgazdasági tartalma? A kérdés most még élesebben, sokoldalubbán és bonyolultabban vetődik fel, mint a távlati tervezésnél.

Ha a célfüggvény közgazdasági tartalmát tekintve, eltérő a különböző termékek értékrendje népgazdasági és vállalati szinten, akkor a népgazdasági és a vállalati célok nem esnek egybe és mind a munkaerő- és az eszköz-elosztás, mind a termelési szerkezetre vonatkozólag más megoldást kapunk a népgazdasági, és mást a vállalati célfüggvénnyel.

Az elsőrendű mindenképpen a népgazdasági cél kell hogy legyen. Ha azonban a vállalati célok ellentmondanak a népgazdasági céloknak, a népgazdasági optimum direktirányítás nélkül aligha valósul meg, hiszen a vállalatokat ezzel ellentétes érdekelttség más irányban ösztönzi. De az sem biztos, hogy ez esetben a direktirányítás elég hatékonynak bizonyulhat.

Ha például a népgazdasági jövedelmet[✱] maximalizáljuk és direktirányítással, vagy a gazdasági szabályozás egyéb eszközeivel ennek megvalósítására ösztönöznénk a vállalatokat, akkor a vállalatoknál kevesebb jövedelem képződne, aminek az volna a következménye, hogy a vállalat az eszközráfordítás célszerű növelését esetleg csak népgazdasági támogatással tudná biztosítani. Nem biztos azonban, hogy az ilyen jellegű népgazdasági támogatás hatékonynak bizonyul, mert a vállalat nem érzékelné kellőképpen a ráfordítás súlyát, az áldozat nagyságát.

Ha a vállalati célfüggvénnyel kívánnánk megoldani a problémát, akkor a "gazdag vállalatok szegény népgazdaság" zsákutcájába kerülhetnénk és a ráfordítások elosztása, valamint a termelés népgazdasági hatékonysága volna kedvezőtlen, gazdasági arányproblémák, ellátási problémák, stb. léphetnének fel.

A megoldás talán a népgazdasági és a vállalati célfüggvény egybeesésének biztosítása volna, vagy legalábbis olyan közelítése, hogy a célfüggvény együttthatók nagyságrendi arányaikat, értékrendjüket tekintve, nagyjából azonosak legyenek. /Lehetséges, hogy ez nagyrészt jelenleg is fennáll, ilyen vizsgálat elvégzésére azonban nem volt módom./

Az egyszerűség kedvéért tekintsünk el attól, hogy népgazdasági vagy vállalati célfüggvényt vizsgálunk, illetve, hogy azok egybeesnek vagy különböznek, és nem leszünk tekintettel a célfüggvénnyel kapcsolatban már felvetett egyéb problémákra, valamint a több célfüggvény alkalmazásának lehetőségére sem, hiszen a további módszertani problémák vizsgálata szempontjából ezek nem vetnek fel újabb

[✱] Tulajdonképpen itt a nemzeti jövedelemről van szó, de lehet a devizajövedelem, vagy más mutató is.

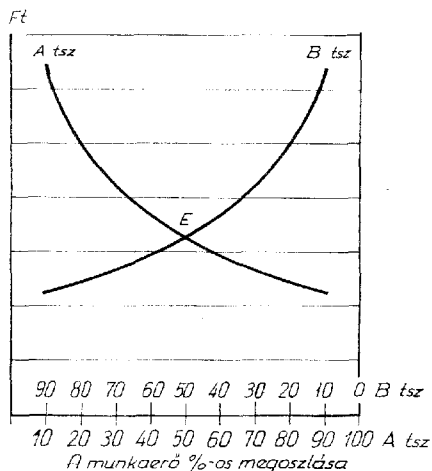
problémát, tisztázásuk elméleti közgazdasági kérdés. Tegyük fel, hogy célfüggvényünk valamilyen vállalati jövedelem, ami egybeesik a népgazdasági jövedelem célfüggvényével.

Tételezzük fel továbbá - ismét csak az egyszerű tárgyalhatóság és szemléltetés kedvéért -, hogy a mezőgazdaság két vállalatból áll - vagy a problémát csak két vállalatra korlátozva vizsgáljuk -, s adva van a rendelkezésre álló munkaerő-létszám, amit a két vállalat között kell elosztani. Az egyéb ráfordításoktól most eltekintünk, mert a ráfordítások körének bővítése esetén a szemléltetés többdimenziós ábrázolást igényelne. Paraméteres programozással - mint arról már szó volt - vizsgálni tudjuk a munkaerő változásának hatását a jövedelemre és - mint azt a 4. fejezetből ismerjük - ennek során a 2. és 3. ábrán bemutatott tendenciákhoz jutunk.

Ha a rendelkezésre álló munkaerő-létszámot 100 %-nak vesszük, majd koordináta-rendszerben ábrázoljuk a munkaerő különböző százalékos elosztását, a két vállalat között, és ennek megfelelően rajzoljuk meg a két vállalatra az egy főre jutó jövedelmet és a két vállalat együttes összes jövedelmét, képet kapunk a munkaerő elosztásának a jövedelemre gyakorolt hatásáról, ami lehetővé teszi az optimális elosztás meghatározását.

Ha a vizsgált két vállalat feltételei minden más tekintetben azonosak, akkor az egy dolgozóra jutó jövedelem képe is azonos /egymásnak tükörképei/. Az "E" pont azt a munkaerő-elosztást jelzi, amikor a két vállalatnál az egy főre jutó jövedelem azonos. Ez a helyzet pontosan akkor követ-

kezik be, amikor a rendelkezésre álló munkaerőt a két vállalat között egyenlően osztjuk el /7. ábra/.^{*}

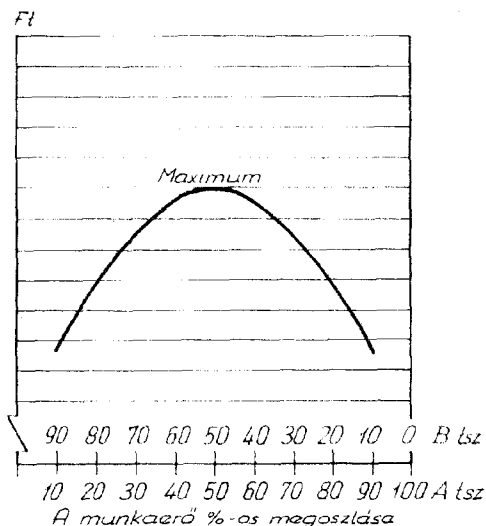


7. ábra

Az egy főre jutó jövedelem a munkaerő-elosztás függvényében, azonos feltételek között gazdálkodó vállalatok esetén

A 8. ábra a két vállalat együttes összes jövedelmét mutatja, a munkaerő különböző elosztásának függvényében.

^{*} Mint arra már utaltunk, valójában a jövedelemvonalak lineáris szakaszokból állanak.



8. ábra

Az összes bruttó jövedelem alakulása a munkaerőelosztás függvényében, azonos feltételek között gazdálkodó vállalatok esetén

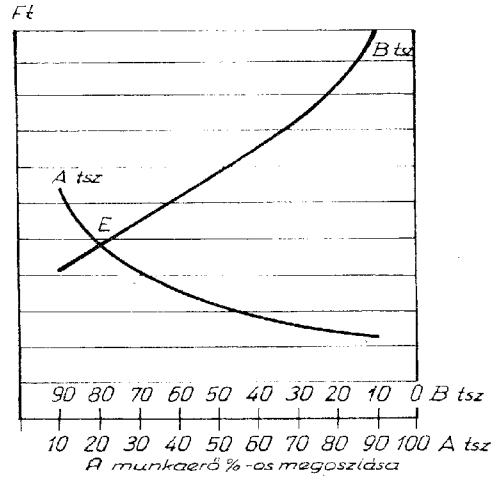
Az ábrából leolvasható, hogy a két azonos feltételekkel rendelkező vállalat együttes összes jövedelme akkor a legnagyobb, amikor a munkaerőt egyformán osztottuk el közöttük. Az ábrából leolvasható az is, hogy az optimális elosztástól való eltérés hogyan hat a jövedelem alakulására.

A 7. és 8. ábrák analógiájára különböző viszonyok között gazdálkodó vállalatokat feltételezve, sokféle variáció készíthető a probléma vizsgálatára. Ennek során azt tapasztaljuk, hogy eltérő feltételek között gazdálkodó vállalatok esetén a munkaerő eltérő elosztása a célszerű. Az, hogy az optimális elosztást hol kapjuk, függ a vizsgált vállalatok jövedelemvonalának szintjétől és a munkaerő változásából adódó jövedelemváltozás tendenciájának meredekségétől /9.-12. ábrák/.

Több tényező és több vállalat vizsgálata esetén le kell mondani az ábrázolásról. Az előbbi egyszerűsített vizsgálat azonban szemléletesen érzékelteti egy komplexebb elemzés lehetséges körvonalait és az ilyen irányú vizsgálatok szükségességét.

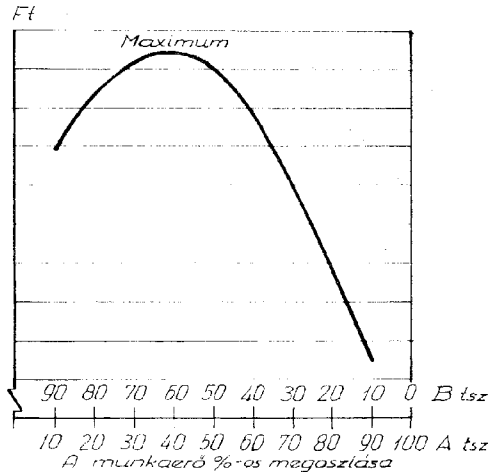
Felvetődik a kérdés, hogy van-e mód ilyen jellegű komplexebb vizsgálatra, az ilyen jellegű népgazdasági döntések gazdasági megalapozására. A kérdés megoldása roppant nehéz még akkor is, ha eltekintünk a célfüggvény problémától, több célfüggvény alkalmazásának szükségességétől. Nagymennyiségű adatbázisra, szisztematikus, sok, különböző feltételek között gazdálkodó vállalatot átfogó elemzésre volna szükség és mindenképpen nagykapacitású számítógépre. Szerény lehetőségeim nem teszik lehetővé ilyen vizsgálat elvégzését, ezért csak néhány koncepció vázolására szorítkozhatom, rámutatva a megoldás nehézségeire.

Belátható időn belül aligha lehet járható ut, hogy minden mezőgazdasági vállalat matematikai modelljét elkészítsük, majd ezt egy elosztási modellbe foglalva,



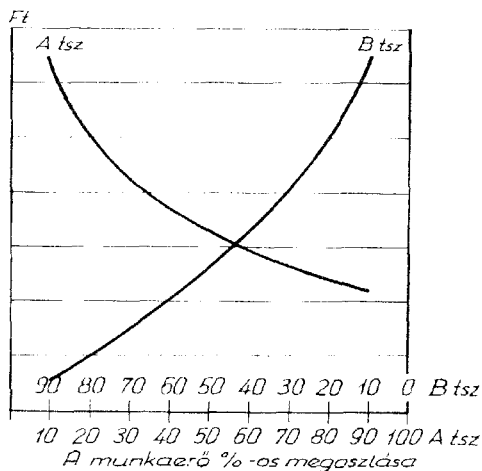
9. ábra

Az egy főre jutó jövedelem a munkaerő-elosztás függvényében, eltérő feltételek között / a/ változat /



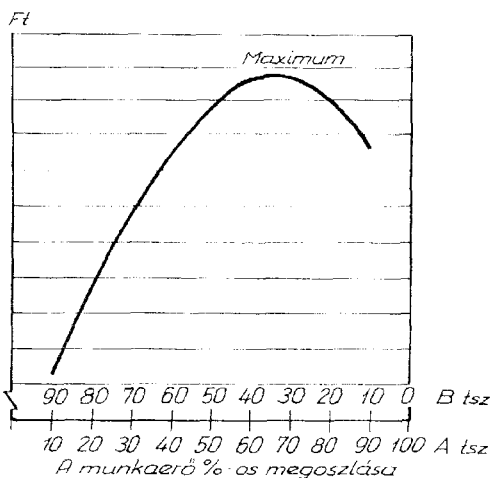
10. ábra

Az összes jövedelem alakulása a munkaerő-elosztás függvényében, eltérő feltételek között / a/ változat /



11. ábra

Az egy főre jutó jövedelem a munkaerő-elosztás függvényében, eltérő feltételek között / b/ változat /



12. ábra

Az összes jövedelem alakulása a munkaerő-elosztás függvényében, eltérő feltételek között / b/ változat /

optimalizáljuk az erőforrások elosztását. Ez az ut jelenleg mind munka, mind költség-szükségletét tekintve, járhatatlannak tűnik és aligha volna célszerű.

Kedvezőbb és inkább megvalósítható megoldásnak látszik, hogy nem nagyszámu, különböző feltételek között gazdálkodó vállalat matematikai modelljét készítsük el, s ezek vizsgálata alapján érzékeltessük a munkaerő- és az eszköz-ellátottság hatását a jövedelemre, majd megfelelő intézkedéseket hozunk a kedvezőbb hatások és tendenciák támogatására. Az ilyen modellek alkalmasak volnának a népgazdaság és a különböző feltételek között gazdálkodó vállalatok között un. döntési játékok megvalósítására, vizsgálva a gazdasági szabályozóknak és változásuknak, illetve változtatásuknak hatását a vállalatok magatartására, jövedelmének, termelési szerkezetének, munkaerő- és eszköz-szükségletének alakulására. Igaz, ez esetben nem vállalkoznánk a probléma mindenre kiterjedő egzakt megoldására /amit egyébként sem volnánk képesek teljesíteni/, csupán tendenciákat, összefüggéseket tárnánk fel, azonban ezek jó alapot szolgáltatnának konkrét intézkedések meghozatalához.

A mezőgazdaság jelenlegi számítástechnikai ellátottságát, valamint a gazdasági matematika és számítástechnika mezőgazdasági alkalmazásával foglalkozók kis létszámát és munkájuk koordinálatlanságát tekintve, ma még a munkaerő és eszközök optimális elosztásának vizsgálata és az ilyen irányú döntések gyakorlati megalapozása távolabbi perspektívának tűnik. Pedig ma már évente 30-50 vállalat matematikai modellje készül el, amelyek vizsgálata hasznos

segítséget nyújthatna ilyen jellegű elemzésekhez. A modellszerkesztés automatizálása pedig valószínűleg elvezetne ahhoz, hogy - technológiai adatbankkal párosítva - tetszés szerinti körülményekre, gyorsan, számítógéppel dolgoztassunk ki modelleket ilyen vizsgálatok céljára.

A probléma természetesen nem oldódik meg azáltal, ha az optimális elosztást számszerűleg pontosan, vagy közelítő pontossággal meghatározzuk. Az optimum megvalósítása sem egyszerű kérdés és nem oldható meg adminisztratív intézkedésekkel. De az optimális elosztás tendenciájának érvényesülése számos intézkedéssel elősegíthető. Ilyen intézkedések az ár- és jövedelem-szabályozás, a jövedelem-elvonási-, adó- és hitelpolitika, az ipartelepítés, az infrastruktúra eltérő fejlesztése, stb. Ezek összehangolt alkalmazása nagymértékben ösztönözheti az optimális elosztás tendenciáját, az erőforrások hatékonyabb felhasználását és a feltételekkel összehangolt, jövedelmesebb termelési szerkezet kialakítását.

ÖSSZEFOGLALÁS, KÖVETKEZTETÉSEK

A mezőgazdasági termelés eredményessége lényegében két tényezőtől függ: egyrészt attól, hogy milyen feltételek állnak rendelkezésre a termeléshez, vagyis a termelési tényezők milyen mennyiségben, minőségben és összetételben állnak rendelkezésre, másrészt attól, hogy a rendelkezésre álló termelési feltételeket hogyan, milyen célszerűen hasznosítjuk.

A termelési feltételek egy része adott, s változtatásuk nem áll módunkban, más részük kisebb-nagyobb áldozatok árán változtatható. Kérdés azonban, hogy a különböző termelési tényezők változtatása - ha az módunkban áll - milyen áldozatokkal jár, s a szükséges áldozat nagysága arányban áll-e az elérhető eredménnyel.

A termelés, így a mezőgazdasági termelés is a termelő vállalatok keretei között valósul meg. A vállalatok meghatározott keretek között önállóan döntenek a termelési tényezők változtatásáról és felhasználásáról, de döntéseik a szocialista népgazdaság fejlődését kell, hogy szolgálják. A vállalatok önállósága soha nem lehet abszolút önállóság, kereteit behatárolják a rendelkezésre álló feltételek, a környezet és a szocialista állam. Az állam gazdaságirányító tevékenysége nagymértékben befolyásolja a vállalatok tevékenységét, a gazdasági erőforrások vállalatok közötti elosztását azzal a céllal, hogy elősegítse a szocialista népgazdaság hatékonyabb fejlődését.

A termelési feltételek változtatására, a gazdasági erőforrások elosztására és hasznosítására vonatkozó gazdasági döntések megalapozása során igen sok tényezőt és e tényezők kölcsönhatását kell mérlegelni. A termelés koncentrációjának előrehaladásával a gazdasági döntések súlyának növekedése, bonyolultabb és komplexebb formában való jelentkezése, a gazdasági fejlődéssel járó elmentétes tendenciák és a döntési felelősség fokozódása ösztönzik azokat a törekvéseket, amelyek a gazdasági döntések célszerűbb megalapozását kívánják előmozdítani.

A mezőgazdasági termelést és a mezőgazdasági döntéseket az összes népgazdasági ágazatokban egyaránt érvényesülő törvények mellett a mezőgazdaság sajátosságaiból adódó számos törvényszerűség is befolyásolja. A sokféle tényező szerepének és kölcsönhatásának mérlegelése, a döntési problémák és a döntések hatásának bonyolult és komplexebb felvetődése a mezőgazdasági termelés feltételeinek és összefüggéseinek sokoldalú vizsgálatát igényli. Ennek során nagy jelentőségű annak elemzése, hogy a döntések milyen hatása várható az egész mezőgazdaságra, illetve vállalati szinten a vállalat teljes komplexumára, vagy hogy a kívánt hatások elérése milyen döntéseket tesz szükségessé.

A gazdasági döntések megalapozása, a gazdasági irányítás és a vállalatvezetés olyan módszereket igényel, amelyek birtokában egyre inkább képesek vagyunk egzakt módon átfigni a gazdasági jelenségeket a maguk bonyolultságában és komplex kapcsolatukban. A korszerű gazdasági-matematikai módszerek éppen azért válnak mindinkább a gazdasági döntések megalapozásának hatékony eszközeivé, hogy

lehetővé teszik a gazdasági tevékenységek komplexebb elemzését, a gazdasági döntések várható következményeinek egzakt úton történő vizsgálatát. Különösen hatékony eszköznek mutatkozik a mezőgazdasági döntések megalapozására - más eszközök mellett, illetve azokkal kiegészítve - a matematikai programozás.

A matematikai programozás hatékony alkalmazása és széleskörű elterjesztése megkívánja a különböző népgazdasági ágak sajátosságainak megfelelően a konkrét alkalmazások rendszerének, területeinek, elvi és módszertani kérdéseinek kidolgozását.

Értekezésemben egyrészt módszertani kérdésekkel foglalkozom. Ennek során a matematikai programozás mezőgazdasági alkalmazása módszerének továbbfejlesztéséhez az alábbi területeken járulok hozzá:

a/ Rámutatok, hogy a mezőgazdasági vállalatok fejlesztési tervezésében nem alkalmazhatók, mert félrevezetnek az olyan modellek, amelyek kizárólag a termelési szerkezet optimalizálását tűzik ki feladatul, s a vállalati erőforrásokat eleve adotttnak, meghatározottnak tekintik.

b/ Lényeges előrelépést jelentett a mezőgazdasági vállalatok fejlesztési tervezésében olyan modellek kidolgozása, amelyek a termelési szerkezet és a - változtatható - termelési erőforrások egyidejű, egymással szoros összefüggésben történő optimalizálását tűzik ki feladatul. E modellek egyidejűleg két alapvető döntési feladat optimalizálását teszik lehetővé és a fix költségek megnyugtatóbb kezelésével a célfüggvény reálisabb kialakításához vezetnek.

c/ Az alkalmazás módszertani fejlesztése során eljutottam a mezőgazdasági vállalati fejlesztést komplexebben megalapozó, a termelési szerkezet, a termelési technológiák és a termelési erőforrások egyidejű, egymással szoros kölcsönhatásban történő optimalizálását lehetővé tévő modellhez, majd e modellek számítógéppel történő megszerkesztéséhez. E modell előnye többoldalúsága mellett abban is megmutatkozik, hogy a tervezést nagymértékben meggyorsítja azáltal, hogy nagymennyiségű manuális munkát - a technológiai tervezést - vesz le a tervező vállaról. Továbbfejlesztésként egy számítógépre alapozott technológiai adattár megteremtését és a modell megoldásának kiértékelését, s a tervtáblázatok számítógéppel történő összeállítását megoldó programcsomag kidolgozását tettük folyamatba.

d/ Az előbbi modell továbbfejlesztéseként eljutottam a termelési szerkezet, az átlaghozamok, a termelési technológiák és a termelési erőforrások egyidejű, kölcsönös kapcsolatban történő optimalizálását feladatul kitűző modellhez. Ez a modell a négy alapvető döntési feladat egyidejű optimalizálását, komplex kezelését teszi lehetővé. Az átlaghozamok egyidejű optimalizálására a b/pontban jelzett modell is lehetőséget nyújt.

e/ A b/, c/ és d/ pontokban jelzett modellekkel kapcsolatban eljutok a vegyes-egészértékű, a d/ pontban jelzett modellel kapcsolatban pedig a nemlineáris, illetve a nemlineáris vegyes-egészértékű modellek alkalmazásához.

f/ Az időtényező figyelembevételével kapcsolatban felvettem néhány megoldásra váró problémát.

A módszertani problémák tárgyalása során nem hallgatom el a nehézségeket és problémákat sem, amelyek megoldása a jövő kérdése lehet.

Rámutatva a mezőgazdasági vállalatok fejlesztési tervezése során alkalmazható többféle célfüggvény lehetőségeire, arra a következtetésre jutottam - és gyakorlati tervezőmunkám során ezt mindig érvényesítettem -, hogy több célfüggvény alkalmazása szükséges. A különböző célfüggvényekkel nyert tervváltozatok közül a célfüggvények értékei, a termelési szerkezet, az átlaghozamok és technológiai megoldások, valamint a géppark együttes mérlegelésével lehet a megvalósításra legcélszerűbb változatot kiválasztani. Ez annál inkább szükségesnek látszik, mert a mezőgazdaságban fellelhető nagyfoku bizonytalanság a célfüggvényben általában koncentráltan jut kifejezésre.

A célfüggvény kialakítása során az adatbeli helyesség mellett igen fontos a célfüggvény szemléletbelisége.

A célfüggvénnyel foglalkozva rámutattam egy sor problémára, így a több célfüggvény alkalmazásának korlátaira, ár- és költségproblémákra, a népgazdasági és vállalati érdekeltség problémáira.

A módszertani kérdések vizsgálata során felvetődnek elméleti kérdések is. Arra törekszem, hogy az elméleti és módszertani problémákat szoros kölcsönhatásban, összefüggésükben vizsgáljam.

A matematikai programozási modelleket számos mezőgazdasági üzemben gyakorlatban is eredményesen alkalmaztam fejlesztési tervek megalapozására. E gyakorlati modellekkel különböző vizsgálatokat végeztem.

Az értekezésben röviden összefoglalom a legfontosabb elméleti következtetéseket, amelyekhez a főbb termelési tényezők, a termőföld, a munkaerő és az eszköz-felhasználás és azok kölcsönös kapcsolatának vizsgálata alapján jutottam. Ezek közül a legfontosabbakat a következőkben foglalom össze:

a/ A termelési tényezők egymással szoros, kölcsönös, komplex kapcsolatban fejtik ki hatásukat. Egymástól elszigetelt vizsgálatuk és megítélésük félrevezető lehet.

b/ A termőföld közgazdasági értékelése, minősítése kizárólag a termőföld vizsgálata alapján nem lehetséges. A termőföld minőségi jellemzője ugyanis sokféle összetevőből ered. Számításba jön itt a föld elhelyezkedése, domborzata, a talajviz-viszonyok, a talaj mechanikai összetétele, savas vagy lúgos jellege, a talaj biológiai tulajdonságai, a talajerőállapot, a káros sók jelenléte, vagy hiánya, a termőtalaj rétegvastagsága, stb. A termőföld ilyen közelítésben történő megítélése annál inkább nehéz, mert a különböző növények igénye, illetve tűrőképessége a talaj állapotával szemben eltérő. A termőföld, illetve a talaj minőségét tehát az azon termesztendő növényvel, vagy növényekkel szoros kapcsolatban lehet megítélni. De a különböző jellemzőket tekintve, azonos tulajdonságú termőföld közgazdasági szempontból más értéket képvisel eltérő éghajlati /időjárási/ és eltérő közgazdasági feltételek között. A termőföld közgazdasági értékelése tehát nem lehet független az ökológiai és ökonómiai feltételektől sem. A termőföld - azaz a termelés egyik tényezője - a többi tényezővel szoros kapcsolatban fejt ki hatását és csak azokkal komplex összefüggésben értékelhető.

c/ A termőföld kihasználása nem lehet öncél. Helyette a termőföld célszerű, vagy hatékony kihasználását kell előtérbe állítani. Ez a föld, a munka- és eszközráfordítás, valamint a termelés összehangolt, komplex kapcsolatának megvalósítását állítja elénk. Szükség munkaerő- és eszközellátottság esetén nem a föld mindenáron történő kihasználását, hanem a tényezők célszerű arányának kialakítását és a termelés ezzel összehangolt kialakítását kell szorgalmazni.

d/ A matematikai modellezés során a "földköltség" nem ösztönöz a termőföld kihasználására, sőt ellenkezőleg, földtakarékos megoldáshoz vezet. A kihasználásra legfeljebb a parlagon hagyott föld büntetőkamattal való terhelésével lehet ösztönözni.

e/ Ha a munkaerő- és az eszközkapacitást egy adott modellben - amelyben a területfelhasználást felső korláttal adtuk meg - változtatjuk, azt tapasztaljuk, hogy a kapacitások szűkítésével csökken a területfelhasználás, növekszik a termelésre nem javasolt terület, vagyis egyre nagyobb terület válik az adott mezőgazdasági üzem számára "rossz", értéktelen földdé, amelyet termelésre felhasználni - ha eltekintünk a föld öncélú kihasználásától - nem célszerű, mert csökkentené a vállalat összjövedelmét. Valójában a mezőgazdasági vállalatok fejlődésére az a jellemző, hogy a munkaerő-kapacitás csökkenése, s egyidejűleg a termelési eszközök kapacitásának növekedése és természetesen egyidejűleg a munka termelékenységeinek növekedése megy végbe, vagyis alapvetően nem a kapacitások szűkülése, hanem bővülése következik be. Ez együtt jár azzal, hogy a "rossz földek" arányának csökkenő tendenciája, illetve a föld közgazdasági értékének növekedése az alapvető tendencia.

f/ A munkaerő hasznosításának vizsgálata arról győz meg, hogy nem lehet öncél a munkaerő kihasználása sem. Helyette a munkaerő célszerű, vagy hatékony felhasználását, illetve kihasználását kell elsőrendűnek tekinteni.

A munkaerő hatékony foglalkoztatásának megítélése azonban nem mindig egyértelmű. Vizsgálni kell az egy dolgozóra és az egy ledolgozott munkanapra /vagy órára/ jutó jövedelmet is.

g/ A munkaerő-ellátottság változásának hatását vizsgálva megállapítom, hogy adott terület kihasználását tekintve, van a munkaerő-sűrűségnek egy minimális és egy maximális határa, ami azonban a különböző természeti és közgazdasági feltételek között gazdálkodó vállalatoknál eltérő. Különösen nagy befolyással van e határokra a gép- és eszköz-ellátottság, valamint az, hogy a vállalatok milyen termékeket termelnek, milyen technológiai eljárásokat alkalmaznak.

h/ Vizsgálom a munkaerő változásának hatását a termelés szerkezetére, a jövedelemre, a munkaerő kihasználására, stb. Ennek során foglalkozom ár- és jövedelmi problémákkal, a vállalatok differenciált munkaerő-helyzetéből adódó problémákkal, s felvetek néhány gondolatot ezek enyhítésére.

i/ A termelési eszközök vizsgálata során a matematikai modellezést figyelembe véve rendszerezem azokat. Vizsgálom az eszközfelhasználás és eszközkivétel kérdéseit. Az eszközök kihasználása helyett az eszközök célszerű, hatékony kihasználását állítom előtérbe. Rámutatok, hogy az optimális eszközállomány nem feltétlenül ott van, ahol a vállalati összjövedelem a legnagyobb.

j/ Vizsgálom az eszkozellátottság hatását a termelés szerkezetére, a jövedelemre és az eszközök kihasználására.

k/ Az egyes termelési tényezők vizsgálata után azok kölcsönös kapcsolatát és komplex hatását elemzem. Vizsgálom az összjövedelem és az egy dolgozóra jutó jövedelem alakulásának tendenciáját a munkaerő- és az eszközráfordítás függvényében /4. és 5. ábrák/. E vizsgálatok alapján arra a következtetésre jutok, hogy az eszközráfordítások növekedését a termelési szerkezet szakosításának tendenciája kíséri, s egyidejűleg csökken a munkaerő és az eszközök kihasználása.

l/ A gazdasági fejlődés során a mezőgazdasági vállalatokra az jellemző, hogy a holtmunka-ráfordítás növekedése a munkaerő-létszám egyidejű csökkenése mellett megy végbe. A munkaerő csökkenéséből a jövedelem csökkenése következik, azonban az a magasabb tárgyasult munkaráfordítással ellensúlyozódik. A tárgyasult munkaráfordítás mérsékelheti, vagy kiküszöbölheti a jövedelem csökkenését, vagy a jövedelem emelkedéséhez vezethet, miközben a munkaerő-létszám csökken. Ez a probléma elvezet az élő- és tárgyasult munkaráfordítás kapcsolatának helyettesíthetőségének dinamikus vizsgálatához. Ennek során összefüggéseket állapítok meg a termelési érték, a bruttó és a nettó jövedelem, a munkaerő-létszám és a tárgyasult munkaráfordítás között és kitérek az eltartottak arányának vizsgálatára is. Bemutatok egy nomogramot is, amely az összefüggések egyszerűbb és gyorsabb elemzését teszi lehetővé /6. ábra/. Az összefüggések elemzése során több elvi jellegű következtetéshez is eljutok.

A termelési tényezők kölcsönös kapcsolatának, hatásának vizsgálata elvezet optimális elosztásuk szükségességének gondolatához. E probléma túllépi ugyan a vállalati kereteket, de szükségesnek tartottam, hogy a kérdéssel, ha röviden is, foglalkozzam. /Részletesebb ilyen irányú vizsgálataim folyamatban vannak./ Egyszerű módszerrel megkíséreltem annak megyei szintű vizsgálatát, hogy a munkaerő- és az eszközráfordítás /illetve költségráfordítás/ összhangban van-e a termőföld nagyságával és az elért termelési eredményekkel. Ilyen szempontból rövid értékelést végeztem a megyékre vonatkozóan. Anélkül, hogy ilyen egyszerű vizsgálat alapján messzemenő következtetéseket kívánnék levonni, arra a megállapításra jutottam, hogy a munkaerő- és eszközeloszlás nem mindig a legcélszerűbb és az ilyenirányú vizsgálatok szükségesek. Leegyszerűsített vizsgálattal érzékeltetem az optimális elosztás jövedelemre gyakorolt hatását. Ennek során megállapítom, hogy az optimális elosztás függ a vizsgált vállalatok jövedelemvonalának szintjétől és a ráfordítás változásával elérhető jövedelemváltozás tendenciájának meredekségétől. Felvetek néhány koncepciót az optimális elosztással kapcsolatos döntések matematikai vizsgálatokkal történő megalapozására, majd jelzem azoknak az eszközöknek a legfontosabbjait, amelyek lehetővé teszik az optimális elosztás tendenciájának ösztönzését. Rámutatok azonban az ilyen irányú döntések megalapozása során felvetődő lényeges problémákra is.

K Ö S Z Ö N E T N Y I L V Á N I T Á S

Az értekezés közel husz éves kutatómunkám eredményeinek egy részét foglalja össze. Ennek során igen sok egyetemi oktatóval, kutatóval és gyakorlati szakemberrel kerültem kapcsolatba, akik tanácsaikkal, bírálatukkal, megjegyzéseikkel, véleményükkel segítettek és ösztönözték munkámat. Név szerinti felsorolásukra nem vállalkozhatom. Szükségét érzem azonban, hogy hálámat legalább egy köszönő szóval e helyen is kifejezzem.

Külön is megköszönöm a Debreceni Agrártudományi Egyetem Üzemtani Tanszéke oktatóinak és munkatársainak önzetlen és igen hatékony segítségét, amelyet 17 éven át élveztem. Közülük név szerint is köszönöm Dr. Gönczi Iván és Dr. Kádár Béla egyetemi tanár, Dr. Pfau Ernő és Dr. Kozma András egyetemi adjunktus és Németi Margit előadó értékes segítségét.

Köszönettel tartozom a Gödöllői Agrártudományi Egyetem Statisztikai Tanszéke kollektívájának és a Tanszéken kifejezetten a gazdasági matematika gyakorlati alkalmazása céljából létrejött operációkutatási csoport kollektívájának. Külön is megköszönöm Jászai Gyulánénak, hogy értekezésem igen igényesen, szépen legépelte és Sailer Györgynének, aki az ábrákat megrajzolta. Munkájuk lehetővé tette, hogy értekezésem esztétikus formában kerülhessen benyújtásra.

Hálásan köszönöm Dr. Csáki Csaba egyetemi docensnek és Dr. Pillis Pál egyetemi tanárnak, hogy sok munkájuk mellett értekezésem első legépelésében átolvasták és nagy kutatási tapasztalatuk birtokában értékes tanácsokkal működtek közre annak javításában.

Végül feleségem és gyermekeimmel szemben kell hálámat és köszönetemet nyilvánítani, akik megértéssel és türelemmel voltak irántam, s lehetővé tették, hogy e hosszú időszak alatt egyéb munkám mellett intenzívebben foglalkozhassak tudományos kutatással, majd pedig az értekezés megírásával.

TÁBLÁZATOK JEGYZÉKE

1. A fontosabb gazdasági mutatók alakulása 1974-ben megyék szerint, az aktív keresők számának sorrendjében
2. A fontosabb gazdasági mutatók alakulása 1973-ban megyék szerint, az aktív keresők számának sorrendjében
3. A megyék rangsorolása a fontosabb gazdasági mutatók nagysága szerint 1974-ben, az aktív keresők számának sorrendjében
4. A megyék rangsorolása a fontosabb mutatók nagysága szerint 1973-ban, az aktív keresők számának sorrendjében

ÁBRÁK JEGYZÉKE

1. A traktorteljesítmény-szükséglet és a kapacitás változása
2. A munkaerő-sűrűség és az összes bruttó jövedelem kapcsolata
3. A munkaerő-sűrűség és az egy dolgozóra jutó bruttó jövedelem kapcsolata
4. A munkaerő, az eszközráfordítás és az összes jövedelem kapcsolata
5. A munkaerő, az eszközráfordítás és az egy dolgozóra jutó jövedelem kapcsolata
6. Nomogram a termelési tényezők és a jövedelem kapcsolatának vizsgálatára.
7. Az egy főre jutó jövedelem a munkaerő-elosztás függvényében, azonos feltételek között gazdálkodó vállalatok esetén
8. Az összes bruttó jövedelem alakulása a munkaerő-elosztás függvényében, azonos feltételek között gazdálkodó vállalatok esetén
9. Az egy főre jutó jövedelem a munkaerő-elosztás függvényében, eltérő feltételek között / a/ változat /
10. Az összes jövedelem alakulása a munkaerő-elosztás függvényében, eltérő feltételek között / a/változat /

11. Az egy főre jutó jövedelem a munkaerő-elosztás függvényében, eltérő feltételek között
/ b/ változat /
12. Az összes jövedelem alakulása a munkaerő-elosztás függvényében, eltérő feltételek között
/ b/ változat /

IRODALOMJEGYZÉK

1. Acsay F. - Balla S. - Tóth J.: A termelési szerkezet, a termelési tényezők és a termelési források egyidejű, egymással összefüggő optimalizálása. Vezetés a mezőgazdaságban, az élelmiszeriparban, az erdészeti-faiparban. 1973. 2.sz.
2. Acsay F. - Balla S. - Tóth J.: A termelési szerkezet, a termelési technológia és a termelési források egyidejű optimalizálása egy gazdaságban. Vezetés a mezőgazdaságban, az élelmiszeriparban, az erdészeti-faiparban. 1973. 10.sz.
3. Acsay F. - Csáki Cs.: A lineáris programozás gyakorlati alkalmazása a mezőgazdasági üzemek tervezésében. /A vállalati gépesítés tervezésének számítógépes eljárása/ Mezőgazdasági Gépesítési Tanulmányok, Gödöllő, 1975.
4. Acsay F. - Csáki Cs. - Módos Gy.: Vállalati géppark és géphasználat tervezése új módszerrel. Gazdálkodás, 1974. 3.sz.
5. Acsay F. - Csáki Cs. - Varga Gy.: A cukorrépa termesztés koncentrációjának egyes gazdasági kérdései a Komáromi Állami Gazdaságban. Gazdálkodás, 1970. 8.sz.
6. Acsay F. - Csáki Cs. - Varga Gy.: A vállalati gépszükséglet és gépfelhasználás komplex matematikai tervezése a mezőgazdaságban. Gazdálkodás, 1973. 4.sz.
7. Acsay F. - Csáki Cs. - Varga Gy.: A vállalati géppark és géphasználat matematikai tervezése. /Nagyüzemi gazdálkodás kérdései/ Akadémiai Kiadó, Bp. 1973.
8. Acsay F. - Csáki Cs. - Varga Gy.: A növényi sorrend optimalizálása a lineáris-dinamikus programozás segítségével. Vezetés a mezőgazdaságban, az élelmiszeriparban, az erdészeti-faiparban. 1974. 7.sz.

9. Bacsokay Z.: Korszerű matematikai módszerek a mezőgazdasági termelés-szervezés fejlesztésében. Agrártudományi Főiskola Kiadványa. Keszthely, 1966.
10. Bacsokay Z. - Krekó B.: Bevezetés a lineáris programozásba. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1957.
11. Bacsokay Z. - Krekó B.: Matematikai zsebkönyv közgazdászok számára. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1957.
12. Balla S. - Tóth J.: A célrealisztikus lineáris programozás gyakorlati alkalmazásának módszere. Mezőgazdasági Gépkísérleti Intézet, 1974. évi I. különkiadványa, Gödöllő.
13. Badewitz S.: Hozzászólás a Georgikon Napokon. Agrártudományi Főiskola Kiadványa. Keszthely, 1966.
14. Bartos A.: Hiperbolikus programozás alkalmazása az árunövénytermelés optimális arányának meghatározására. Gazdálkodás, 1970. 6.sz.
15. Baumol, W.: Közgazdaságtan és operációanalízis. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1968.
16. Bellman R.: Dynamic Programming. Princeton 1957.
17. Benet I.: A mezőgazdaság beruházásigényességének néhány problémája. Közgazdasági Szemle, 1968. 2.sz.
18. Benet I.: Az állóeszközigényesség vizsgálata népgazdaságunk alapvető blokkjaiban. Közgazdasági Szemle, 1970. 7-8.sz.
19. Benet I.: Kísérlet új földértékelésre. Közgazdasági Szemle, 1973. 6.sz.
20. Benet I.: Az élelmiszertermelés és a mezőgazdaság. /Az eszközigényesség vizsgálata/ Akadémiai Kiadó, Bp. 1973.

21. Benet I.: Adalékok egy új földértékelésre. Agrártudományi Közlemények, 1974. 2-4.sz.
22. Bod P.: A lineáris programozás alkalmazása során jelentkező egyes /közgazdasági jellegű/ nehézségek matematikai kezelése. Ipargazdaság, Budapest, 1960. 3.sz.
23. Bod P.: Lineáris programozás több, egyidejűleg adott célfüggvény szerint. MTA Matematikai Kutató Intézetének Közleményei. Budapest, VIII. évf. B.sorozat 4. 1963.
24. Bod P.: Bevezetés a gazdasági programozásba. Tankönyvkiadó, Budapest, 1965.
25. Börlin M.: Anwendungen der linearen Planungsrechnung in der Landwirtschaft und in verwandten Gebieten. Agrarpolitische Revue, Zürich, 1962. 18.évf. 5/6.sz.
26. Bródy A.: Matematikai programozás. Tankönyvkiadó, Budapest, 1962.
27. Burger Kálmáné: A mezőgazdasági földterületek közgazdasági értékelésének módszertani elvei. Gazdálkodás, 1970. 5.sz.
28. Csáki Cs.: Egy állami gazdaság fejlesztési terve. Szigma, 1969. 4.sz.
29. Csáki Cs.: Az orosházi Állami Gazdaság fejlesztési terveinek kidolgozása matematikai módszerekkel. Gazdálkodás, 1969. 11.sz.
30. Csáki Cs.: Mezőgazdasági vállalati távlati tervezés matematikai programozással. Akadémiai Kiadó, Bp. 1969.
31. Csáki Cs.: A vállalati termelési szerkezet vizsgálata a mezőgazdaságban. Statisztikai Szemle, 1971. 1.sz.
32. Csáki Cs.: Az erőforrások kezelésének problémái a mezőgazdasági vállalati tervek lineáris programozási modelljeiben. Szigma, 1971. 1-2.sz.

33. Csáki Cs.: A vállalatok tervkészítésének dinamikus modelljéről. Állami Gazdaság, 1971. 4.sz.
34. Csáki Cs.: A lineáris programozás alkalmazása a mezőgazdasági vállalatok távlati tervezésében /orosz nyelven/. Koordinációs Központ Bulletinje, Prága, 1973. 6.sz.
35. Csáki Cs.: A bizonytalanság figyelembevétele a mezőgazdasági vállalatok lineáris programozási modelljeiben. Gazdálkodás, 1973. 12.sz.
36. Csáki Cs.: A mezőgazdasági vállalatok fejlesztésének lineáris dinamikus modellje. Szigma, 1974. 4.sz.
37. Csáki Cs.: A véletlen hatások és a vállalati termelési szerkezet matematikai modellje. Gazdálkodás, 1974. 11.sz.
38. Csáki Cs. - Forgács Cs. - Sebestyén M. - Varga Gy.: A lineáris dinamikus programozás a pénzügyi tervezés új eszköze a mezőgazdaságban. Pénzügyi Szemle, 1975. 2.sz.
39. Csáki Cs. - Mózes L.: Általános vállalati döntési játék. Tankönyvkiadó, Bp. 1974.
40. Csáki Cs. - Szücs M. - Varga Gy.: A terméshozamok szintjének hatása az optimális vállalati strukturára. Gazdálkodás, 1971. 7.sz.
41. Csáki Cs. - Varga Gy.: Foglalkoztatás és optimális struktúra egy termelőségvetkezet példáján. Tudomány és Mezőgazdaság, 1971. 6.sz.
42. Csáki N.: A földellátottság szerepe a mezőgazdaság nemzetközi szakosodásában. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1969.

43. Csendes B.: A termelőszövetkezeti jövedelmezőség és az arányok problémája. Társadalmi Szemle, 1961. 8-9.sz.
44. Csendes B. - Szabó G.: A ráfordítások nagysága és hatékonysága a különböző minőségű földeken. Közgazdasági Szemle, 1969. 6.sz.
45. Csendes B. - Vági F.: Jövedelmezőség és termelés a szövetkezeti gazdaságokban. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Bp. 1964.
46. Csete L.: A termelőszövetkezetek üzemgazdasági kérdései. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1959.
47. Csete L.: Az elemzési és tervezési módszerek korszerűsítése a mezőgazdaságban. Gazdálkodás, 1972. 7.sz.
48. Csete L.: A hatékonyság időszerű kérdései a mezőgazdaságban. Gazdálkodás, 1973. 2.sz.
49. Csete L. - Márton J.: A mezőgazdaság területi és üzemi fejlesztése Bács-Kiskun megyében. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1966.
50. Csete L. - Megyeri F.: A termelőszövetkezeti közös gazdaságok 1975-re várható termőhelyi differenciálódása. Gazdálkodás, 1970. 8.sz.
51. Csete L. - Megyeri F.: A termelőszövetkezetek és állami gazdaságok középtávu tervezési eljárása és módszerei. Gazdálkodás, 1974. 6.sz.
52. Csizmadia E.: A gazdasági mechanizmus reformja és a mezőgazdaság. Kossuth Könyvkiadó, Budapest, 1967.
53. Csizmadia E.: Az intenzív gazdasági fejlődés és a mezőgazdaság. Közgazdasági Szemle, 1969. 5.sz.

54. Csizmadia E.: Gazdasági koncepciók és az élelmiszer-gazdaság. Mezőgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1970.
55. Dantzig, G.B.: On the Significance of solving Linear Programming Problems with Some Integer Variables. Econometrica, 1960. 28.
56. Dantzig, G.B.: Linear Programming and Extensions. Princeton, 1963.
57. Desai, D.K.: Budgeting and Programming in Farm Management. Indian J. Agricultur Economic, Bombay, 1962. 1.sz.
58. Dimény I.: A gépesítés ökonómiája a mezőgazdaságban. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1971.
59. Dobos K. - Jankó J. - Tóth M. - Vágsellyei I.: Mezőgazdasági üzemtan. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1963.
60. Dobos K. - Tóth M./szerk./: A vállalati gazdálkodás alapjai. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1975.
61. Dorfman, R.: Mathematical for Linear Programming. American Economic Review 1953.
62. Dorfman, R. - Samuelson, P.A. - Solow, R.M.: Linear Programming and Economic Analysis. McGraw-Hill Book Company. Inc. New-York, Toronto, London, 1958.
63. Egerváry J.: Régi és új módszerek lineáris egyenletek megoldására. MTA Matematikai Kutatóintézetének Közleményei, Budapest, 1956. 1-2.sz.
64. Erdei - Bocsor - Kiss - Varga: Távlati üzemi tervezés a mezőgazdaságban. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1964.
65. Erdei F. - Cséte L. - Márton J.: A termelési körzetek és a specializáció a mezőgazdaságban. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1959.

66. Fekete F.: Bővített ujratermelés a mg-i tsz-ekben.
Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1959.
67. Fekete F.: Az iparosodó mezőgazdasági ágazatok eszköz-
ellátásának problémái. Közgazdasági Szemle, 1975.1.sz.
68. Felleg L. - Tóth J.: Integer programozás mezőgazdasági
alkalmazása. Operációkutatás és számítástechnika a me-
zőgazdaságban. Tudományos Konferencia előadásai. 1976.
ápr. 8-9. Agrártudományi Egyetem Kiadványa, Gödöllő,
1976.
69. Filla M. - Kalocsay F.: A munkaerő-gazdálkodás gyakor-
lati kérdései a termelészövetkezetekben. Közgazdasági
és Jogi Kiadó, Budapest, 1972.
70. Ganczer S. /szerk./: Népgazdasági tervezés és progra-
mozás. Közgazd. és Jogi Kiadó, Budapest, 1973.
71. Gilson J.C. - Yeh M.H.: The Use of Linear Programming
to Determine Leastcost Poultry Rations. Faculty of
Agriculture and Home Economics the University of Mani-
toba. Technical Bulletin 1963. 7.sz.
72. Gönczi I.: A technikai haladás hatása mezőgazdaságunk
üzemi rendszerére. Közgazdasági Szemle, 1975. 2.sz.
73. Gönczi I. - Kádár B. - Vadász L.: Mezőgazdasági vállá-
latok és az üzemek gazdaságtana. Közgazdasági és Jogi
Könyvkiadó, Budapest, 1967.
74. Gönczi I. - Tóth J.: Ein Versuch zur Annäherung wirt-
schaftlicher konsequenzen der technischen Entwicklung
im Modell der LPG /kísérlet a technikai fejlődés gaz-
dasági konzekvenciáinak megközelítésére a termelészö-
vetkezeti modellben/. Acta Oeconomica, 1970. 5.sz.
75. Gönczi I. - Tóth J.: Kísérlet a technikai fejlesztés
gazdasági hatásának megközelítésére. Statisztikai
Szemle, 1971. 4.sz.

76. Gregorits Á. - Havas I. - Péli I.: Az élelmiszergazdasági termelés eszközigénye. Gazdálkodás, 1971. 10.
77. Gyires P.: A kockázat és bizonytalanság matematikai vizsgálata. Agrárgazdasági Kutató Intézet Közlései, 1974.
78. Heady E.O.: Economics of Agricultural Production and Resource Use. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1957.
79. Heady E.O. - Candler W.: Linear Programming Methods. Ames, Iowa State College Press, 1958.
80. Heady E.O. - Egbert A.C.: A termelés regionális szerkezetének /területi és mennyiségi elosztásának/ matematikai, lineáris programozása. Kézirat. 1963.
81. Hont J.: A mezőgazdaság termelési szerkezetének főbb változásai. Közgazdasági Szemle, 1969. 3.sz.
82. Hosszu M.: Matematikai programozás. Tankönyvkiadó, Budapest, 1969.
83. Howitz H.: Hozzászólás a Georgikon napokon. Agrártudományi Főiskola Kiadványa, Keszthely, 1966.
84. Huszár I.: Három évtized néhány tanulságáról. Közgazdasági Szemle, 1975. 6.sz.
85. Ihrig K.: A termelőszövetkezetek tagsűrűségének gazdasági következményei. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1968.
86. Jónás A. - Vágó J.: Programozási eredmények az élelmiszergazdaság tervezésében. Közgazdasági Szemle, 1971. 3.sz.
87. Kantorovics L.V.: Matematyiceszkije metodi organizacii i planirovaniya proizvodstva. Moszkva. Izd. LGU. 1939.
88. Kantorovics, L.V.: Ekonomiceszkij raszcsot nailucssevo ispolzovaniya reszurszov. Izd. A.N. SZSZSZR. 1959.

89. Kantorovics L.V. - Gavurin M.K.: Primenyenyije matematicheskikh metodov v voprazsah analiza gruzopotokov. Izd. A.N. SZSZSZR. 1949.
90. Kantorovics L.W. - Zalgaller V.K.: Raszcsot racionalno raszkrajá promislennüh materiállov. Lenizdát, 1951.
91. Karlik E. - Tóth J.: Termelési szerkezet, források és természetlag tervezése nemlineáris modellel. Operációkutatás és számítástechnika a mezőgazdaságban Tudományos Konferencia előadásai. 1976. április 8-9. Agrártudományi Egyetem Kiadványa, Gödöllő, 1976.
92. Katzman I.: Solving Feed Problems Through Linear Programming. Journal of Farm Economics. 1956. 2.sz.
93. Kaufmann A.: Az optimális programozás. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1964.
94. Kegel P.: Příkladý pouzity lineárního programování při plánování zemědělství. Zemědělská Ekonomika, Praha, 1964. 1-2.sz.
95. Kertész J. - Tóth J.: Technológiai tervezés számítógéppel. Operációkutatás és számítástechnika a mezőgazdaságban Tudományos Konferencia előadásai. 1976. április 8-9. Agrártudományi Egyetem Kiadványa, Gödöllő, 1976.
96. Király E. - Tóth J.: A technológiai tervezés matematikai programozáshoz. Operációkutatási és számítástechnika a mezőgazdaságban Tudományos Konferencia előadásai. 1976. április 8-9. Agrártudományi Egyetem Kiadványa, Gödöllő, 1976.
97. Koopmans T.C.: Analysis of the Production as an Efficient Combination of Activities. New-York, 1951.

98. Kornai J.: A gazdasági szerkezet matematikai tervezése. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1965.
99. Kovács A. - Nagy J. - Timon B.: Hálódiaagram eljárás alkalmazása a mezőgazdasági üzemszervezésben. Gazdálkodás, 1967. 7.sz.
100. Krajcsovits M. - Lampl T. - Stahl J.: Operációkutatás. Felsőfoku Technikumi jegyzet. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1965.
101. Kravcsenkó R.G.: Ekonomiká i elektroniká izdatelsztvo szelszkohozjajsztvennoj lityeraturi zszurnálov i illekatov. Moszkva, 1963.
102. Kravcsenkó R.G.: Lineární programirováni pri plánováni rozvoje v chovatelshych odvétvich Zemedelská Ekonomiká. Praha, 1964. 1-2.sz.
103. Krekó B.: Lineáris Programozás. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1964.
104. Krekó B.: Matrixszámítás. /Matematikai ismeretek gazdasági szakemberek számára./ Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1964.
105. Krekó B.: Lineáris programozás. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1966.
106. Krekó B.: Optimumszámítás. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó. Budapest, 1972.
107. Krekó B. - Szép J.: Matematika I. /Lineáris algebra/. Tankönyvkiadó, Budapest, 1961.
108. Kubas P.: Matematikai módszerek a mezőgazdasági vállalatok tervezésében és vezetésében. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1971.

109. Laczkó F.: A foglalkoztatottság és a föld szerepe a termelészövetkezetek jövedelmezőségében. Közgazdasági Szemle, 1969. 1.sz.
110. Ladd G.W. - Easley V.E.: An Application of Linear Programming to the Study of Supply Responses in Dairying. Ames, Iowa. St.Gall. 1959.
111. Lampl T.: A lineáris programozás alkalmazása a gyakorlatban. Mérnöki Továbbképző Intézet, Budapest, 1962.
112. Lange O.: Bevezetés az ökonometriába. Központi Statisztikai Hivatal Könyvtára. Budapest, 1960.
113. Lange O.: Politikai gazdaságtan. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1965.
114. László J.: Az árarányok szerepe a mezőgazdasági termelés irányításában. Közgazdasági Szemle, 1961. 7.sz.
115. László J.: Bruttó vagy nettó jövedelem? Közgazdasági Szemle, 1966. 2.sz.
116. László J.: A szövetkezeti gazdaságok tagsűrűsége és az anyagi érdekelttség. Közgazdasági Szemle, 1966.6.sz.
117. László J.: A gazdasági irányítás és a termelészövetkezetek anyagi érdekelttsége. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1970.
118. Lemke C.E.: The Dual Method of Solving Linear Programming Problems. Naval Research Logistics Quarterly, 1954. 36.p.
119. Lipták T.: Kétszintű tervezés /Módosított matematikai rész/ MTA Számítástechnikai Központ Közleményei, Budapest, 1962.
120. Maszlov P.: O primeneni i matematiki v ekonomicseszkih rasszcsotah. Voproszú Ekonomiki Moszkva, 1959.5.sz.

121. Mauldon R.G.: An Introduction to the Application of Linear Programming to Farming Problems. J.Aust.Inst. Agric.Sci.Melbourni, 1958. 3.sz.
122. Maxim G.: Urcenie optimálnej krmej dávky skrátenym postupom simplexevej metody linearneho programovania. Sborn. CSAZV-Zemedelská Ekonomia Praha, 1962. 3.sz.
123. McCorkle C.: Linear Programming as a Tool in Farm Management Analysis. Journal of Farm Economics. 1955. 5.sz.
124. Mészáros S.: Gazdaságmatematikai modellek és alkalmazásuk lehetőségei a kertészetben. Kertgazdaság, 1973. 3.sz.
125. Mészáros S. - Módos Gyné: A hegyvidéki termelészövetkezetek középtávu tervezésének modellje és a számítások eredményei. Gazdálkodás, 1975. 1.sz.
126. Megyeri F. - Mészáros S.: Egy modell a gazdasági szabályozók tervezéséhez a mezőgazdaságban. Szigma, 1974. 1-2.sz.
127. Michael H.: Zur Anwendung mathematischer Verfahren in der Ökonomie. Einheit, 1962. 8.sz.
128. Modin A.: Mezsotraszlevoj balansz i szisztéma matrices-nüh modelej. Voproszű Ekonomiki Moszkva, 1964. 1.sz.
129. Nagy I.: A földminőség és a földértékelés összefüggései. Gazdálkodás, 1970. 2.sz.
130. Nagy L.: A földjáradék a termelészövetkezetekben. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1964.
131. Neumann J. - Morgenstern O.: Theory of Games and Economic Behaviour. Princeton, Princeton University-Press, 1953.

132. Neumann J.: Válogatott előadások és tanulmányok. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1965.
133. Németh Lné /szerk./: Néhány főbb mezőgazdasági termék ráfordítás-hozam-, költség- és jövedelemviszonyának alakulása. Agrárgazdasági Kutató Intézet Közlése, 1974.
134. Németi L.: Hatékonyság a szocialista mezőgazdaságban. Gazdálkodás, 1963. 5.sz.
135. Németi L.: Az élőmunkatermelékenység alakulása az élelmiszergazdaságban. Közgazdasági Szemle, 1974. 1.sz.
136. Nyemcsinov V.Sz. /szerk./: A matematika alkalmazása a közgazdasági kutatásokban. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1962.
137. Nyemcsinov V.Sz.: A népgazdasági tervezés és irányítás problémái. Kossuth Könyvkiadó, Budapest, 1966.
138. Onigkei D.: Az operációkutatás alkalmazása a mezőgazdaságban. Landwirtschaftliche Anbauplanung. Neue Zürcher Zeitung, Zürich, 1962.
139. Pillis P.: Földhasznosítási optimumok. Kertészeti és Szőlészeti Főiskola Kiadványa, Budapest, 1963.
140. Pillis P.: Termőföldünk védelme és hasznosítása. Társadalmi Szemle, 1966. 7-8.sz.
141. Pillis P.: A talaj termőképesség modelljei. Kertészeti Egyetem Közleményei, 1966.
142. Pillis P.: A népgazdasági programozás zöldség-, szőlő- és gyümölcssektorának összekapcsolása. Kertészeti és Szőlészeti Főiskola Közleményei, 1968.
143. Pillis P. - Buzgó J. - Uhreczki A.: A mezőgazdaság IV. ötéves tervének kísérleti jellegű ökonometriaival vizsgálata. MÉM STAGEK, 1970. 2.sz.

144. Pillis P.: A termőföld optimális hasznosítása. Sigma, 1970. 3.sz.
145. Pillis P.: Dualitás és árnyékárak mezőgazdasági modellekben. Kertészeti Egyetem Évkönyve, 1972.
146. Pillis P.: Periódikusan ismétlődő folyamatok modellje. Kertészeti Egyetem Közleményei, 1972.
147. Pillis P.: Korszerűség és döntésmechanizmus a mezőgazdaságban. Társadalmi Szemle, 1973. 3.sz.
148. Pillis P.: Távlati üzemi terv optimalizálása. Kertészeti Egyetem Közleményei, 1974.
149. Pillis P.: Téli alma hűtőtároló optimális hasznosítása. Kertészeti Egyetem Évkönyve, 1975.
150. Pintér J.: Többperiódusu determinisztikus modell alkalmazása üzemi tervváltozatok kidolgozására. Agrárgazdasági Kutató Intézet, 1974.
151. Popov I.: Matematicheskii metodü plánovo-ekonomicheskikh raszcsotov v szelszkom'hozjájsztve. Ekonomika Szelszkovo Hozjájsztva. Moszkva, 1963. 4.sz.
152. Popov I.: Ekonomicko matematicky model optimálního plánování rozmístění a specializace zemědělské výroby. Zemědělská Ekonomika, Praha, 1964. 1-2.sz.
153. Rényi A.: Valószínűségszámítás. Tankönyvkiadó, Budapest, 1954.
154. Schmundttsch S.: Hozzászólás a Georgikon Napokon. Agrártudományi Főiskola Kiadványa Keszthely, 1966.
155. Sebestyén J.: A termelési érték és a főbb termelési tényezők kapcsolata a termelőszövetkezetekben. /Cséte L.szerk. A termelőszövetkezetek üzemgazdasági kérdései/ Akadémiai Kiadó, Bp. 1959.

156. Sebestyén J.: Optimumszámítások alkalmazása a legkedvezőbb termelési szerkezet meghatározására. MTA Mezőgazdasági Üzemtani Intézet, 1960. 9.sz.
157. Sebestyén J.: A mezőgazdasági termelés optimális területi elhelyezése. Statisztikai Szemle, 1960. 12.sz.
158. Sebestyén J.: Matematikai módszerek alkalmazása a mezőgazdasági termelés vizsgálatában. Akadémiai Kiadó, Bp. 1962.
159. Seuster H.: Betriebsorganisatorische Entscheidungen mit Hilfe der parametrischen Programmierung. Ber. Landw. Hamburg, 1962. 4.sz.
160. Shastri O.P.: Budgeting and Programming in Farm Management. Indian Journal, Agric. Economic. Bombay, 1962. 1.sz.
161. Sljorentox V.: A matematikai módszerek felhasználása a mezőgazdasági termelés gazdaságos szerkezetének meghatározására. Ekonomika Szelszk.Hozj.Moszkva, 1960.7.sz.
162. Simon Gy. - Kondor Gy.: Gazdasági hatékonyság, árnyéklárak. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1965.
163. Simpson I.G.: Linear Programming for Increasing Farm Profits Farm Econ. Oxford, 1960. 7.sz.
164. Szabó F.: A mezőgazdasági termelőségvetkezetek differenciálódása. Közgazdasági Szemle, 1974. 12.sz.
165. Szabó G.: A mezőgazdasági termőföld gazdasági értékelése. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1975.
166. Szabó G.: Hazai módszertani javaslatok a föld gazdasági értékelésére. Közgazdasági Szemle, 1971. 2.sz.
167. Szelezsán J.: Lineáris programozás. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1965.

168. Tardos M.: Vállalati önállóság és központi irányítás. Közgazdasági Szemle, 1975. 7-8.sz.
169. Tinbergen J.: Ökonometria. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1957.
170. Tintner G.: Stochastic Linear Programming with Applications to Agricultural Economics. Washington, 1955.
171. Tóth J.: Hozzászólás a Georgikon Napokon. Agrártudományi Főiskola Kiadványa, Keszthely, 1966.
172. Tóth J.: Optimális munkaerősűrűség és termelési szerkezet. Statisztikai Szemle, Budapest, 1966. 11.sz.
173. Tóth J.: Stand und Ergebnisse der Programierung in der Landwirtschaft von Ungarn. /Bedeutung und Methodik der Prognoseforschung und ihre Stellung im ökonomischen der Pkanung und Leitung der Landwirtschaft und Nahrungsgüter-wirtschaft./ DDR.Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin. Institut für Agrarökonomik Neetzow. 1968.
174. Tóth J.: A takarmánygazdálkodás matematikai tervezése. Akadémiai Kiadó, Bp. 1969.
175. Tóth J.: A termelési szerkezet és források optimumának meghatározása. Statisztikai Szemle, 1969. 5.sz.
176. Tóth J.: A komplex közgazdasági elemzés fontossága az élelmiszergazdaság fejlesztésében. Gazdálkodás, 1969. 6.sz.
177. Tóth J.: A matematikai programozás alkalmazása a termelészövetkezetek távlati tervezésében. Debreceni Agrártudományi Főiskola Tudományos Közleményei, Debrecen, 1969.
178. Tóth J.: Korszerű módszerek alkalmazása a mezőgazdasági döntések megalapozásában. Vezetés a mezőgazdaságban, az élelmiszeriparban, az erdészet-faiparban, 1970. 2.sz.

179. Tóth J.: A matematika felhasználása a közgazdasági tevékenységben. A MSZMP Hajdu-Bihar megyei Bizottsága és Oktatási Igazgatóságának kiadványa a decemberi Jubileumi Tudományos Ülésszakról, Debrecen, 1970.
180. Tóth J.: A célfüggvény néhány problémája a matematikai tervezésben. A Debreceni Agrártudományi Egyetem Tudományos Közleményei, Debrecen, 1972.
181. Tóth J.: A termelési tényezők felhasználásának optimalizálása a mezőgazdaságban. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Bp. 1973.
182. Tóth J.: Operációkutatás és számítástechnika helyzete és perspektívái a mezőgazdaságban. Operációkutatás és számítástechnika a mezőgazdaságban Tudományos Konferencia előadásai. 1976. április 8-9. Agrártudományi Egyetem Kiadványa, Gödöllő, 1976.
183. Tóth J. - Varga K.: Az egészértékű programozás egy alkalmazási lehetősége a mezőgazdasági vállalatok tervezésében. Sigma, 1974. 1-2.sz.
184. Tóth J.: A számítástechnikai oktatás helyzete, perspektívája és hasznosítási lehetőségei a Gödöllői Agrártudományi Egyetem Mezőgazdaságtudományi Karán. A számítástechnikai oktatás a hazai felsőoktatásban. Egyetemi Számítóközpont Kiadvány, Budapest, 1974.
185. Vajda S.: Mathematical Programming. Addison-Wesley Publishing Company inc. Reading, Massachusetts. Palo Alto. London, 1961.
186. Vági F.: Mezőgazdasági jövedelmezőség és termelési struktúra. Közgazdasági Szemle, 1960. 6-7.sz.
187. Vági F.: A termelői árak és a jövedelmezőség hatása a termelészövetkezeti szektorban. Közgazdasági Szle, 1963. 4.sz.

188. Vági F.: A termelés és a jövedelem növekedése a termelőszövetkezetekben. Közgazdasági Szemle, 1972. 7-8.sz.
189. Vági F.: Az állami gazdaságok vállalati érdekeltségének jövedelmi tartalma. Gazdálkodás, 1972. 10.sz.
190. Vági F.: A termelés alapigényessége, az alapok termelési hatékonysága iparosodó mezőgazdaságunkban. Közgazdasági Szemle, 1974. 11.sz.
191. Vogel W.: Lineares optimieren. Akademische Verlagsgesellschaft. Glest Portig K.-G. Leipzig. 1967.
192. Walker O.H. - Heady E.O.: Application of Game Theory Models to decisions on Farm practices and Resource Use. Ames, Iowa State University Res. Bull. 1961. 488.sz.
193. Witthen B.: A jövedelmezőség vizsgálata a termelőszövetkezetekben. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1961.

TARTALOMJEGYZÉK

	Oldal
<u>BEVEZETÉS</u>	1
<u>1. A TERVEZÉS ÉS A DÖNTÉSMEGALAPOZÁS NÉHÁNY</u> <u>ÁLTALÁNOS KÉRDÉSE</u>	11
1.1. Az alapvető döntési feladatok és összefüggéseik	14
1.2. A tervezés általános módszertani kérdései	19
1.2.1. Helyzetfelmérés	22
1.2.2. A koncepciók kialakítása	24
1.2.3. Technológiai paraméterek tervezése	27
1.2.4. A matematikai modell összeállítása	30
1.2.5. A variánsszámítás	32
1.2.6. A döntés	32
1.2.7. A terv kidolgozása	34
<u>2. IRODAIMI ÁTTEKINTÉS</u>	35
<u>3. KOMPLEX VÁLLALATI MODELLEK ALKALMAZÁSÁNAK</u> <u>ELVI ÉS MÓDSZERTANI KÉRDÉSEI</u>	47
3.1. A termelési szerkezet optimalizálása adott termelési kapacitások és adott termelési technológiák esetén	51
3.1.1. A modell változói	52
3.1.1.1. Szántóföldi növénytermelési és értékesítési tevékenységek	56
3.1.1.2. Szántóföldi takarmánytermelési tevékenységek	58

3.1.1.3. Zöldségtermelési és értékesítési tevékenységek	59
3.1.1.4. Szőlő- és gyümölcstermelési és értékesítési tevékenységek	60
3.1.1.5. Rét- és legelőgazdálkodási tevé- kenységek	62
3.1.1.6. Állattenyésztési tevékenységek .	63
3.1.1.7. Kiegészítő tevékenységek	64
3.1.1.8. Piaci /értékesítési és beszer- zési/ tevékenységek	65
3.1.1.9. Egyéb tevékenységek	66
3.1.1.10. A változók szimbolizálása	67
3.1.2. A mérlegfeltételek	68
3.1.2.1. A földterület-felhasználás mérlegfeltételei	70
3.1.2.2. A munkaerő-felhasználás mérlegfeltételei	75
3.1.2.3. Gépfelhasználási mérlegfeltéte- lek	78
3.1.2.4. Anyagfelhasználási mérleg- feltételek	80
3.1.2.5. Takarmány-mérlegfeltételek . . .	81
3.1.2.6. Férőhely- és tárolóhely- mérlegfeltételek	85
3.1.2.7. Egyéb mérlegfeltételek	87
3.1.3. A célfüggvény	88
3.2. A termelési tényezők jellemzése	90
3.3. A termelési szerkezet és a termelési for- rások egyidejű, összefüggő optimalizálása	112

	Oldal
3.3.1. A modell változói	113
3.3.1.1. Területfelhasználási változók .	113
3.3.1.2. Munkaerő változók	114
3.3.1.3. Gépváltozók	114
3.3.1.4. Épületváltozók	114
3.3.1.5. Pénzügyi változók	115
3.3.1.6. Új beruházási változók	115
3.3.1.7. A változók szimbolizálása . . .	116
3.3.2. Mérlegfeltételek	116
3.3.3. A célfüggvény	124
3.4. A termelési szerkezet, a termelési tech- nológiák és a termelési források egy- idejű, összefüggő optimalizálása . . .	134
3.5. A termelési szerkezet, átlaghozamok, a termelési technológiák és a termelési források egyidejű, összefüggő optimali- zálása	149
3.6. Nemlineáris modellek alkalmazása a komplex vállalati tervezésben	155
3.7. Vegyes-egészértékű /diszkrét/ progra- mozás mezőgazdasági alkalmazása	167
3.8. Az időtényező figyelembevétele a komplex vállalati modellekben	170
3.9. A célfüggvény közgazdasági tartalma a komplex vállalati modellben	180

4. <u>A TERMELÉSI TÉNYEZŐK ÉRTÉKELÉSE ÉS HASZNOSÍTÁSÁNAK VIZSGÁLATA</u>	189
4.1. A termőföld közgazdasági értékelésével és hasznosításával kapcsolatos következtetések	193
4.2. A munkaerő-felhasználás és a munkaerő-ellátás néhány kérdése	204
4.3. Az eszkozgazdalkodás néhány kérdése	227
4.4. A termőföld, a munkaerő- és eszközráfordítás komplex hatásának kérdései	238
5. <u>A TERMELÉSI TÉNYEZŐK OPTIMÁLIS ELOSZTÁSÁNAK PROBLÉMÁJA</u>	255
<u>ÖSSZEFOGLALÁS, KÖVETKEZTETÉSEK</u>	275
<u>KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS</u>	285
<u>IRODALOMJEGYZÉK</u>	290
<u>TARTALOMJEGYZÉK</u>	308

