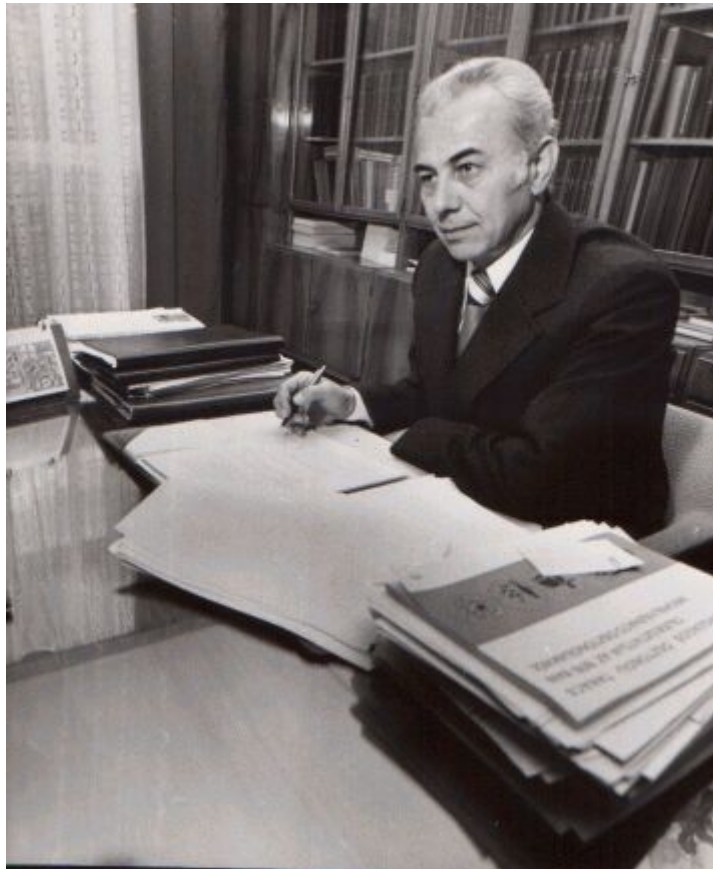


A növénytermesztési technológiák és komplex vállalati tervezés számítógéppel

II. Kötet

**Automatizált tervezés matematikai programozással.
eMezőgazdaság**

Dr. Tóth József



**Debrecen
2004**

TARTALOM

Előszó

1. Alapvető döntési feladatok

2. A matematikai programozási modell

3. A termelési szerkezet és a termelési erőforrások egyidejű optimalizálásának matematikai modellje

3.1. A matematikai modell változói

3.2. A változók szimbolizálása.

3.3. A mérlegfeltételek a termelési szerkezet és a termelési erőforrások egyidejű optimalizálásának modelljében.

4. A termelési szerkezet, a fajlagos hozamok és a termelési erőforrások egyidejű optimalizálása

5. A növénytermesztési technológiák optimalizálása

5.1. A növénytermesztési technológiák optimalizálása adott átlaghozamok mellett.

5.2. A növénytermesztési technológiák és az átlaghozamok egyidejű optimalizálása

6. A célfüggvény néhány kérdése

7. Vegyes-egészértékű (diszkrét) programozás

8. Nemlineáris programozás

9. Dinamikus tervezési modellek

10. A termelési szerkezet, a fajlagos hozamok, a termesztési technológiák és a termelési erőforrások egyidejű optimalizálása

11. Speciális modell kezelése

12. A tervezés és a döntésmegalapozás automatizálása

12.1. A tervezés és döntésmegalapozás információs alrendszerei

12.2. A tevékenységek technológiáinak automatizál tervezési alrendszere

12.3. A modellszerkesztés automatizálásának alrendszere

12.4. A modell megoldásának alrendszere

12.5. A döntés alrendszere

12.6. A tervtáblázatok kidolgozásának alrendszere

13. Az eMezőgazdaság rendszer egy elképzelt megvalósítása

13.1. A rendszer előzményei és megvalósíthatósága

13.2. Az eMezőgazdaság alrendszerei.

14. Elméleti megállapítások, törvényszerűségek, gazdaságpolitikai kérdések

Irodalom

A mezőgazdaság szerteágazó, komplex, sokelemű rendszer.

Éppen ez adhat lehetőséget arra, hogy létrejöjjön egy országos, (sőt más országokban is felhasználható, nemzetközi méretű), sokirányúan hasznosítható, számítógépes, eMezőgazdaság) rendszer.

Magyarországon - véleményem - szerint rendelkezésre áll a szükséges szellemi kapacitás, s össze lehet állítani egy ütőképes csoportot, amelyik megfelelő állami és EU-s támogatással, (esetleg más országokkal történő kooperációban), képes lenne ennek megvalósítására és folyamatos karbantartására.

E kötetben csupán vázlatos koncepciót írok le erre vonatkozóan. Részletes kidolgozása és megvalósítása több ember összehangolt munkáját igényelné.

Előszó

E könyv első kötetében, a matematikában nem járatos gazdák számára, egyszerű módszert írtam le a mezőgazdasági vállalati, termelési döntések megalapozásához, a növénytermesztési technológiák és technológiai változatok kidolgozásához, elemzéséhez és ennek alapján hatékonyabb döntések meghozatalához, majd ezekre alapozva a növénytermesztés hatékony szerkezetének a meghatározásához, a növénytermesztés komplex tervének elkészítéséhez, s kitértem elméleti vizsgálatok és gazdasági döntések megalapozásának kérdéseire. (Megtalálható az Interneten az Országos Széchényi Könyvtár, Magyar Elektronikus Könyvtárában a www.mek.oszk.hu/02400/02471 alatt.)

A könyv második kötetében a matematikában járatos gazdák számára kívánok ismereteket nyújtani, valamint egy koncepciót ismertetek az eMezőgazdaság megvalósítására.

Mint azt az első kötetben is megjegyeztem, a könyvben leírtak egy része, így az eMezőgazdaság koncepció is, most kerül először publikálásra, más részek már megjelentek könyveimben, szakcikkeimben, azonban ezek már nem kaphatók, mások által történő közlésük pedig hivatkozással, vagy a nélkül hozzájárulásom nélkül szerzői jogsértést valósítana meg. **A szerzői jogokra vonatkozóan az I. kötetben leírtak érvényesek a II kötetben leírtakra is.**

Tekintve, hogy régebbi publikációim a könyvkereskedelemben már nem kaphatók, de ma és különösen a jövőben időszerűek lehetnek, sőt az eMezőgazdaság egyik alrendszerének alapját, illetve alrendszerét képezhetik, célszerűnek, sőt szükségszerűnek látom, hogy azok egy részét röviden összefoglalva e helyütt is közreadjam.

Másrészt a rendszerváltás következtében megváltoztak a mezőgazdasági vállalatok körülményei. Természetes, hogy az új helyzetnek megfelelően több, korábban kidolgozott módszer tekintetében is követni kell a változásokat, s különösen fontos lehet néhány törvényszerűség gazdaságpolitikai következményének a megfogalmazása, illetve a jelenlegi körülmények között érvényesülő elméleti tételek, törvényszerűségek hatásának a feltárása. Munkámban tehát megfogalmazok gazdaságpolitikai gondolatokat is, amelyek között vannak olyanok, amelyek előbbi munkáimban feltárt törvényszerűségeken alapulnak, meg olyanok is, amelyeket most írok le először.

Mint az első kötetben jeleztem, a jelen munkámmal célom az is, hogy eddigi munkásságom (kis) részbeni összefoglalását adjam. Természetesen nem lehet célom a közel fél évszázadon keresztül végzett tudományos kutatási munkám eredményeinek teljes körű összefoglalása, csupán ízelítőt kívánok adni azokból, hogy felkeltsem az agrárszakemberek érdeklődését a döntésmegalapozásban alkalmazható matematikai eljárások, kidolgozott alkalmazási módszerek és megfogalmazott elméleti tételek, törvényszerűségek, valamint a számítástechnikában rejlő lehetőségek iránt. Akik viszont részletesebb ismeretek iránt érdeklődnek e területeken, irodalomjegyzékként közre adom megjelent könyveim és cikkeim jegyzékét. Ezek a könyvek és szakcikk, vagy ezek egy része, kellő kutatási tevékenységgel általában még fellelhetők könyvtárakban, vagy archívumokban.

Azok számára, akik az első kötetet elolvasták emlékeztetőül, azok számára pedig, akik az első kötetet nem olvasták figyelem felhívásaként, célszerűnek tűnik megismételni néhány, az első kötetben, az előszóban leírt, a növénytermesztési technológiára vonatkozó lehetőségeket, valamint egyéb kérdéseket.

Bármikor megváltozhatnak az árak, a növényvédelem szükségessége, vagy elkerülésének a lehetősége, stb.. A megváltozott feltételeknek megfelelően az egyes növények technológiáját ennek megfelelően gyorsan át lehet dolgozni.

Adott évre és adott táblára, területnagyságra, stb. elkészített növénytermesztési technológia a következő évben más táblára, más árakkal, stb. gyorsan átalakítható.

Sőt, ha egy növényre kidolgozzunk egy technológiát, abból igen gyorsan, újabb és újabb technológiai változatokat készíthetünk.

Ha egy adott növénytermesztésre kidolgozunk egy technológiai változatot, abból újabb és újabb növényekre tudunk, gyorsan, gyakran kevés munkával megalkotni technológiai változatokat.

Régen volt, amikor a matematikai tervezés a mezőgazdaságban kezdte virágkorát élni. Ez a kezdeti virágkor rövid ideig tartott, mert a mezőgazdaságban végbement változások, különösen a rendszerváltást követően, az azelőtt virágzó termelő szövetkezetek és állami gazdaságok tönkremenése, illetve tönkretétele, széthullása, privatizációja, következtében a mindennapok bajaival küzdő mezőgazdaság nem is gondolhatott korszerű ökonómiai eljárások alkalmazására.

A mezőgazdaság széthullása előtti időben több, a mezőgazdasági vállalatoknál alkalmazható modellrendszer dolgoztam ki, s modellezési vizsgálatokat végezve számos gazdasági törvényszerűséget sikerült megfogalmazni.

A gyakorlatban leginkább a komplex vállalati tervezési és a technológiai tervezési eljárások kerültek alkalmazásra.

Ma már messze vagyunk attól az időtől, amikor több ezer hektáros állami gazdaságok és termelőszövetkezetek számára külső szakemberek csoportja készített a CADMAS (automatizált) döntésmegalapozási és tervezési rendszerrel komplex éves, vagy többéves fejlesztési, vállalati terveket. (A CADMAS rendszer sikeresen került alkalmazásra külföldön is, valamint feldolgozó üzemben is.)

Ezek a gazdaságok általában sokféle növényt termesztettek, s sokféle termesztési technológiai változat alkalmazási lehetőségei közül választhattak, többféle állatot tartottak, és az állattartásban is többféle tartástechnológiai változat közül választhattak, ipari és szolgáltató tevékenységeket folytattak, s különösen többéves fejlesztési terv készítése esetén a gépparkjukat is igen jelentősen változtathatták.

Egy ilyen gazdaság tervének elkészítése igen nagy munka volt, s még az automatizált tervezési rendszer alkalmazásával is több ember, több napi munkáját igényelte.

De egy ilyen gazdaságnak akkor nem jelentett problémát az, ha néhány százezer forintot kifizetett a tervezésért, ami aztán a jövedelem több millió forintos emelkedésével járt, már az első évben is, majd még inkább növekedett a jövedelem a további években.

Ma viszont a mezőgazdasági vállalkozók általában kisebb területen, esetleg 100-500 hektáron gazdálkodnak (nem beszélve a néhány hektáros, nyilvánvalóan jövő nélküli gazdaságokról), 3-4 növényt termesztenek, állatot nem tartanak, legfeljebb gépi munka-szolgáltatást végeznek, vagy vesznek igénybe, tehát jelentősen leegyszerűsödött a termelési terv készítése.

Sajnos legtöbb vállalkozó ennek ellenére nem készít tervet, nem vizsgál lehetséges döntési alternatívákat.

Termel a megszokott módon. Márpedig jelenleg is lehet különböző döntéseket hozni, s ezek közül a megvalósításra legcélszerűbb változat kiválasztása nem valósítható meg a döntési alternatívák kidolgozása és elemzése nélkül. S milyen jó, hogy amennyiben a tervezés bármely alapadata megváltozik, azt átírva percek alatt egy új tervet kapunk, amelynek adatai már átszámításra kerültek az új feltételek alapján.

E cél megvalósítására dolgoztam ki az első kötetben közreadott egyszerű eljárást, illetve felvázoltam a további lehetőségeket, a termelési szerkezet optimalizálásának a lehetőségét is, amelynek megvalósítása azonban mindenképpen bonyolultabb.

Törekedtem arra, hogy az első kötetben, az egyszerű eljárás leírása, a számítástechnika legalapvetőbb ismereteinek birtokában is könnyen érthető és követhető legyen.

Természetesen az első terv elkészítése némileg időigényesebb. De megéri az időt és a fáradságot, mert a továbbiakban ezt a tervet korlátlan ideig használhatjuk, s igen kevés munkával gyorsan az aktuális feltételekre adaptálhatjuk. Sőt ha rendelkezünk egy kiinduló tervváltozattal, akkor már az első terv elkészítése is igen egyszerű, gyorsan, kevés munkával megvalósítható.

A most közreadásra kerülő második kötet tehát a matematikában járatos olvasók számára készül. Egyben alapot ad a már említett CADMAS automatizált számítógépes rendszerhez hasonló rendszer megalkotására, amely országos adatbázisra alapozva, az internet segítségével országosan, minden mezőgazdasági vállalatnál használható döntés-megalapozásra, növénytermesztési és állattenyésztési technológiai tervek és komplex vállalati tervek, illetve tervváltozatok elkészítésére.

A rendszer egyben jól használható lenne országos és regionális agrárpolitikai, illetve gazdaságpolitikai döntések megalapozására, valamint elméleti vizsgálatok végzésére.

Röviden egy koncepciót is felvázolok az eMezőgazdaság rendszer megalkotásához, amely a CADMAS rendszerhez hasonlóan, igen nagyfokú automatizáltsággal rendelkezik, s alkalmas lenne nemzetközi felhasználásra is.

Néhány gazdaságpolitikai megjegyzést is teszek, alapozva korábbi vizsgálataimban megfogalmazott törvényszerűségekre.

1. Alapvető döntési feladatok.

A tervezés tulajdonképpen döntések sorozatát foglalja magába, s egyidejűleg további döntések kereteit teremti meg. A tervezés és a döntés tehát egymással szoros kapcsolatban vannak.

A mezőgazdasági vállalatoknál a komplex vállalati tervezés során nagyszámú döntést kell hozni. Az automatizált tervezés és annak lényeges elemét képező matematikai programozás szempontjából a komplex vállalati tervezés során adódó döntések négy alapvető döntési feladatba foglalhatók össze. (Nem foglalkozunk itt a vezetésre, a munkaszervezetre, a személyi és a szociális kérdésekre stb. vonatkozó döntésekkel, amelyek ugyan szoros kapcsolatban vannak a tervezéssel, de kívül esnek az automatizált tervezés keretén.)

Az automatizált tervezés keretében a négy alapvető döntési feladat a következő:

- **Milyen legyen a termelés szerkezete?**

A vállalat többféle tevékenységeket folytathat, (pl. különböző termékek termelése, szolgáltatási, kereskedelmi, pénzügyi tevékenységek). A számtalan sokféle lehetőség közül a vállalat körülményei között legcélszerűbbnek mutató tevékenység szerkezetet kell a döntés során kiválasztani. Az ezzel kapcsolatos döntéseket szerkezeti, vagy strukturális döntéseknek, illetve e döntések megalapozását szerkezeti, vagy strukturális döntésmegalapozásnak nevezzük.

- **Milyen fajlagos hozamszinten folytassuk a különböző tevékenységeket?**

A növénytermesztésben és az állattartásban milyen fajlagos hozamokkal (termésátlagokkal, átlagos tejhozammal, stb.), tervezzünk, Szolgáltatási, kereskedelmi, pénzügyi tevékenységeket milyen elérhető fajlagos hozammal (szolgáltatási költség és bér, árrés, kamat, stb.) tervezzük. Az ezekre vonatkozó döntéseket a fajlagos hozamokra, vagy egyszerűen a hozamokra vonatkozó döntéseknek, illetve az ezek megalapozására vonatkozó döntéseket a fajlagos hozamokra vonatkozó döntésmegalapozásnak nevezzük.

- **Milyen technológiai eljárásokat alkalmazzunk?**

A különböző tevékenységek megvalósításának a módja többféle lehet. Ennek során milyen munkafolyamatokat kell elvégezni, milyen mennyiségben és mikor, s elvégzésükhöz milyen gépeket, eszközöket, anyagokat, és milyen mennyiségben használjunk fel, stb. Ezeket a döntéseket technológiai döntéseknek, illetve e döntések megalapozását technológiai döntésmegalapozásnak nevezzük.

- **Hogyan változtassuk meg a termelés feltételeit?**

A termelés feltételeit - természetesen azokat, amelyeket módunkban áll megváltoztatni - hogyan változtassuk meg? Milyen gépeket, eszközöket, anyagokat kell a termeléshez biztosítani, milyen mennyiségben, milyen munkaerő felhasználásra számíthatunk, stb. Ezeket a döntéseket a termelési tényezőket, illetve a termelési erőforrásokat meghatározó döntéseknek, illetve ezek megalapozását a termelési tényezőket, illetve a termelési erőforrásokat megalapozó döntéseknek nevezzük.

E feladatok eldöntése, összefüggéseik és eredményeik számszerű kimunkálása (tevékenység szerkezet, fajlagos hozamok és azok felhasználása, technológiai tervek, erőforrás szükségletek és mérlegek, költség és jövedelemszámítás) adja végeredményben a komplex vállalati tervet, illetve tervváltozatokat, döntési változatokat.

Az alapvető döntési feladatokon belül adódó sokoldalú összefüggések mellett sokoldalú és kölcsönös kapcsolat van az alapvető döntési feladatok között is. Hogy egy adott termék termelése célszerű, vagy nem, az a szükséges termelési eszközök és a termék árától, valamint ha ezek adottak, akkor attól függ, hogy milyen fajlagos hozammal, milyen technológiai eljárás, vagy eljárások szerint, milyen termelési erőforrások felhasználásával termeljük. Adott fajlagos hozam, technológia és erőforrás felhasználásával jövedelmező lehet valamely termék termelése, más esetben kevésbé jövedelmező, vagy veszteséges. Sőt, a jövedelmezőség attól is függ, hogy a szóban forgó terméket milyen volumenben termeljük. Lehet, hogy csak akkor jövedelmező a termelése, ha legalább egy meghatározott, vagy/és legfeljebb egy meghatározott mennyiségben termeljük. De adott technológia, vagy géptípus alkalmazása megkívánhatja adott termék, vagy termékek meghatározott volumenben és arányban való termelését, vagy meghatározott fajlagos hozam elérését.

Még bonyolultabb az összefüggés, ha meggondoljuk, hogy az alapvető döntési feladatok (s mint érzékeltük, mindegyiknek több eleme van) nem csak általánosságban, de elemenként is kölcsönös és sokoldalú kapcsolatban vannak egymással. Ilyen sok elemből összetevődő komplex összefüggés áttekintése kizárólag logikai úton, vagy egyszerű kalkuláció segítségével aligha lehetséges.

A logikai, vagy egyszerű kalkulációra alapozott tervezés egyik alapvető problémája a kölcsönös kapcsolatban lévő döntési rendszer egyoldalú megközelítéséből ered. Kiindul valamely döntési feladattól, majd annak eldöntése után, arra építve hozza meg a további döntéseit. Leggyakrabban a technológiai és a fajlagos hozamokra vonatkozó döntés képezi az első fázist, majd ennek alapján értékelve az ágazatokat, következik a strukturális döntés. Ezek után az erőforrás-szükséglet meghatározása szinte kizárólag számolás kérdése, s általában nem vet fel döntési feladatot.

De hogyan lehet a technológiai és a fajlagos hozamokra vonatkozó döntéseket meghozni a termelési szerkezet ismerete nélkül, ha az, hogy a különböző termékeket milyen technológiával és milyen fajlagos hozammal célszerű termelni, függvénye a termelési szerkezetnek is? Hogyan lehet a célszerű termelési szerkezetet kialakítani, ha az ágazatokat egymástól függetlenül, önmagukban vizsgáljuk, s nem látjuk komplex kapcsolatukat, kölcsönhatásukat?

A megoldás csakis az alapvető döntési feladatok egyidejű, kölcsönös kapcsolatukat (összeségében és elemenként) mérlegelő elemzés lehet. Ennek megvalósítása pedig logikai úton, vagy egyszerű kalkulációra alapozva nem lehetséges.

Hatékony módszernek bizonyult az alapvető döntési feladatok egyidejű, átfogó, komplex elemzésére a matematikai modellezés.

A modellek felépítése, részletezettsége, vagy aggregálási foka különböző lehet, a vizsgálat céljától, a vizsgálatot végzők elgondolásától, az adott vállalat feltételeitől, a modellezésre szánt energiától, stb. függően.

A mezőgazdasági modelleket - felépítésük és eredményük alapján - a szerint is megkülönböztethetjük, hogy az alapvető döntési feladatok közül melyeket tekintjük eleve meghatározottnak, és melyeket kívánjuk modellezéssel, egymással kölcsönhatásban, egyidejűleg vizsgálni. E megkülönböztetés annál inkább szükséges, mert az alapvető döntési feladatok kezelésétől függően különböző modell típusok alkalmazása szükséges.

A legegyszerűbb modell típus a termelési szerkezet és a termelési erőforrások egyidejű optimalizálásának a modellje. (Annak idején célrealisztikus modellnek neveztem el, tekintve, hogy e modell megalkotása során derült ki, hogy az addig alkalmazott matematikai modellek a célfüggvény vonatkozásában félrevezetőek voltak, s ezekhez a modellekhez képest ebben a modellben a célfüggvény reális megfogalmazását sikerült biztosítani).

A technológiai variánsok számától függően nagyobb méretű a termelési szerkezet, a termelési technológiák és a termelési erőforrások egyidejű optimalizálásának a modellje.

Komplexebb feladathoz és nagyobb modellmérethez vezet termelési szerkezet, átlaghozamok, termelési technológiák és a termelési erőforrások egyidejű optimalizálásának a modellje. Ez legsokoldalúbb, a négy alapvető döntési feladatot egyidejű, egymással kölcsönhatásban optimalizáló modell. Igaz ennek a modellnek a méretei a legnagyobbak, bár a jelenlegi, csupán néhány növény termelését végző vállalatoknál és a jelenlegi számítástechnikai feltételek mellett ez már nem jelent problémát.

Bármely döntési feladat modellezése elhagyható, ilyenkor az erre vonatkozó döntést modellezés nélkül hozzuk meg, azaz a modellezés során eleve meghatározottnak tekintjük. Így például, ha modellezés nélkül döntünk a fajlagos hozamokról, akkor modellezéssel csak a termelési szerkezetre, a termelési technológiákra, és a termelési erőforrásokra vonatkozó döntéseket kell megalapozni.

Ha a termelési technológiákra vonatkozó döntéseket is modellezés nélkül hozzuk meg, akkor csak a termelési szerkezetet és a termelési erőforrásokat optimalizáljuk, legfeljebb korlátozott mértékben választhatunk technológiai alternatívák között.

Valamennyi modell esetében felmerült a vegyes - egészértékű programozás, mert a nagy értékű gépek tekintetében csak az egészértékű megoldások a valóságok.

Valamennyi modellel kapcsolatban felmerült a több célfüggvény alkalmazásának a lehetősége és szükségessége.

Az átlaghozam optimalizálását is megvalósító modellben viszont különösen felmerült a nemlineáris célfüggvény alkalmazásának a lehetősége, s a problémát hiperbolikus programozással, vagy a szakaszosan lineáris megoldással oldottuk meg.

Bizonyos feladatok esetén a parametrikus programozás alkalmazása válhat szükségesé.

Fejlesztési tervek készítése során felmerül az időtényező kezelésének a szükségessége, amikor a kvázi dinamikus modellezés lehetősége vehető figyelembe. Ezt a problémát szimultán, vagy rekurzív modellezéssel kezelhetjük.

A modellszámítások alkalmasak arra, hogy elméleti vizsgálatokat végezzünk, és gazdasági törvényszerűségeket fogalmazzunk meg. Munkám során több elméleti tételt és gazdasági törvényszerűséget is sikerült feltárni. Különösen lényegesek voltak a munkaerő sűrűség és a jövedelem kapcsolata, a gépsűrűség és a jövedelem kapcsolata, a termőföld gazdasági értékelése és hasznosítása, valamint a termőföld, a munkaerő ellátottság, a termelési eszköz ellátottság, és a jövedelem komplex kapcsolata, valamint a takarmányozással kapcsolatban feltárt törvényszerűségek, stb.

Lényegesnek tekintem a termelési technológiák optimalizálására szolgáló modell kidolgozását, valamint abból kiindulva egy speciális modell költségtakarékos megoldására vonatkozó munkámat is.

A gyakorlati alkalmazás szempontjából a legfontosabb és széles körben alkalmazott, (külföldön is alkalmazott) eljárás az automatizált döntésmegalapozási és tervezési rendszer (Computer-Based Agricultural Decision Making and Analising System, rövidítve CADMAS) volt. Ebben a rendszerben általában a termelési szerkezet és a termelési erőforrások kölcsönhatásban történő optimalizálása volt a fő célkitűzés, de a technológiai változatok képzésével jelentős lépéseket sikerült tenni a termelési technológiák és az átlaghozamok optimalizálása irányában is.

Mindezekről a kérdésekről részletesebb ismeretek szerezhetők az irodalomjegyzékben megadott munkáimból, illetve rövid összefoglalását találjuk ebben a kötetben.

A széleskörű gyakorlati alkalmazás céljára felhasználható döntésmegalapozási és tervezési rendszer kidolgozás alapvetően kétféle eljárás szerint valósítható meg:

1. Egyedi vállalati szintű alkalmazásra szolgáló rendszer
2. Interneten keresztül igénybe vehető országos rendszer.

A leglényegesebb különbség a kettő között az adatbázis és az adatkezelés, a modellszerkesztés és a tervezés táblázatainak a kitöltésében van. Az első esetben tulajdonképpen a matematikai modell alapadatait képező technológiák kidolgozása jelen könyv első kötetében leírtak szerint történhet, s a modell megszerkesztése jelentősebb ismereteket kíván. A második esetben már jelentősebb automatizálás valósítható meg.

A matematikai modell felépítése a két rendszerben azonos.

A továbbiakban mindenképp előtérbe az alkalmazható matematikai modelleket tekintjük át röviden.

2. A matematikai programozási modell

Mielőtt a mezőgazdaságban alkalmazható matematikai modellekkel foglalkoznánk, fogalmazzuk meg röviden a matematikai programozási feladatot általánosan.

Tegyük fel, hogy egy mezőgazdasági vállalat n -féle tevékenységet folytathat. Egyelőre nem vizsgáljuk a tevékenységek konkrét tartalmát, csak megjegyezzük, hogy a tevékenység lehet növénytermesztési, állattenyésztési, szolgáltatási, kereskedelmi, pénzügyi, beruházási, stb. tevékenységet, valamilyen módon elvégezve.

A tevékenységek - egyelőre ismeretlen - szintjét jelöljük, pl. x_1, x_2, \dots, x_n -el. Ezek alkotják a **matematikai modell változóit**. Ezek szerint x_j jelenti a j -edik tevékenység méretét.

A vállalat tevékenységét bizonyos céllal végzi, pl. minél magasabb jövedelem elérése, minél több export bevétel elérése, minél kevesebb költség, vagy minél kevesebb import elérése, stb.

Nyilvánvaló, hogy a cél elérése, (pl. a realizálható jövedelem mennyisége) függ attól, hogy a vállalat a különböző tevékenységeket milyen méretben és milyen arányban folytatja, azaz ha az elérhető cél értékét z -vel jelöljük, annak nagysága az x_j változók függvénye, vagyis

1.
$$z=f(x_1, x_2, \dots, x_n).$$

Az így megfogalmazott függvényt **célfüggvénynek**, vagy **hatékonysági függvénynek** nevezzük.

Természetesen a vállalat a cél minél jobb megvalósítására törekszik, pl. minél több jövedelem elérésére, minél több export elérésére, vagy minél kevesebb költségre, stb.

Az x_1, x_2, \dots, x_n változók értékeit tehát úgy kell meghatározni, hogy a célfüggvény a legnagyobb, vagy a legkisebb értéket vegye fel, vagyis **keressük a célfüggvény maximumát, vagy minimumát, tehát szélső (extrém) értékét, azaz**

2.
$$z=f(x_1, x_2, \dots, x_n)=\text{extrém (maximum, vagy minimum)}$$

A különböző tevékenységek folytatása földterületet, munkaerőt, eszközöket és anyagokat igényel. A rendelkezésre álló földterületet, munkaerőt, eszközöket és anyagokat általában **termelési erőforrásoknak**, vagy egyszerűen csak **erőforrásoknak** nevezzük. Az erőforrások, vagy azok egy része korlátozott mennyiségben áll rendelkezésre, vagyis azok felhasználható mennyisége adott.

Jelöljük az r -edik erőforrásból rendelkezésre álló mennyiséget b_r -el.

Az erőforrások felhasználására vonatkozóan feltételeket írunk elő, amelyek szerint az erőforrás szükséglet nem haladhatja meg a rendelkezésre álló mennyiségeket, tehát

3.
$$\Phi(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_r,$$

E feltételek mellett keressük a célfüggvény szélső értékét.

További feltételünk, hogy nem folytathatunk negatív termelést, vagyis, hogy

$$4. \quad x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0.$$

E szerint tehát keressük a célfüggvény szélső értékét, miközben kielégítjük az előbbieken megfogalmazott feltételeket, vagyis feltételes szélsőérték feladattal állunk szemben.

Az erőforrások felhasználására előírt feltételeket mérlegfeltételeknek, azaz **mérleg egyenleteknek**, vagy **mérleg egyenlőtlenségeknek**, vagy egyszerűen **mérlegfeltételeknek** szokták nevezni, míg a negatív termelés kizárására vonatkozó feltételeket **határfeltételeknek**, vagy nem-nemnegativitási feltételeknek nevezzük.

E szerint tehát keressük a célfüggvény szélső értékét (maximumát, vagy minimumát), azaz

$$5. \quad z=f(x_1, x_2, \dots, x_n)=\text{extrém (maximum, vagy minimum)}$$

miközben kielégítjük a

$$6. \quad \Phi(x_1, x_2, \dots, x_n)=b_r$$

mérleg egyenleteket, vagy az

$$7. \quad \Phi(x_1, x_2, \dots, x_n) \leq b_r$$

Illetve az

$$8. \quad \Phi(x_1, x_2, \dots, x_n) \geq b_r$$

mérleg egyenlőtlenségeket, vagy röviden korlátozó feltételeket, valamint az

$$9. \quad x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0$$

nemnegativitási, vagy határfeltételeket.

A modell általános megfogalmazása során csupán a függvénykapcsolatot jeleztük, de nem adtuk meg, hogy milyen függvényről van szó. Elméletileg különböző függvények jöhetnek számításba, a gyakorlatban azonban leginkább a lineáris függvények, azaz a **lineáris programozás** került alkalmazásra.

Amennyiben ugyanis mind a célfüggvény, (vagy több célfüggvény esetén, a célfüggvények), mind a mérlegfeltételek lineáris függvények, akkor a matematikai programozás speciális esetével, a **lineáris programozással** állunk szemben.

Ez esetben, az előbbieken megfogalmazott matematikai modell a következő formában írható fel.

Keressük a célfüggvény maximumát, vagy minimumát, azaz extrém értékét

10. $Z = p_1x_1 + p_2x_2 + \dots + p_nx_n = \text{extrém}$

Miközben kielégítünk bizonyos mellékfeltételeket, amelyeket mérleg egyenletek,

11. $a_{r1}x_1 + a_{r2}x_2 + \dots + a_{rn}x_n = b_r,$

vagy mérleg egyenlőtlenségek

12. $a_{r1}x_1 + a_{r2}x_2 + \dots + a_{rn}x_n \leq b_r,$

illetve

13. $a_{r1}x_1 + a_{r2}x_2 + \dots + a_{rn}x_n \geq b_r$

alakjában fogalmazzunk meg és kielégítjük a változókra vonatkozó nemnegativitási, vagy határfeltételeket, azaz

14. $x_1, x_2, \dots, x_n \geq 0,$

Vagy egyszerűbben, összevontan felírva

15.
$$z = \sum_{j=1}^n p_j x_j = \text{extrém}$$

16.
$$\sum_{j=1}^n a_{rj} x_j = b_r \quad (\leq, \geq)$$

és

17. $x_j \geq 0$

Természetesen a mérlegfeltételek, vagy azok egy része megfogalmazható úgy is, hogy a termelési erőforrások nem adottak, hanem azok szükséges kapacitását is optimalizáljuk. Ezek szerint

$$18. \quad \sum_{j=1}^n a_{rj}x_j - b_{rh}y_h = 0, \quad (\leq, \geq)$$

vagyis, a b_{rh} most az adott h-adik erőforrás egységnyi kapacitását jelenti az r-edik időszakban, az y_h pedig azt mutatja, hogy az adott h-adik termelési erőforrásból hány egységre van szükség.

Az a_{rj} paramétereiből képezett **A** mátrixot **technológiai mátrixnak** nevezzük. Ezek a paraméterek azonban nem csak a **technológiai paramétereket** tartalmazzák, hanem sok más feltételre vonatkozó paramétert is, pl. a tevékenységre vonatkozó korlátok, vagy arányok stb. Éppen ezért is én célszerűbbnek tartom a **tevékenységváltozókhoz tartozó paraméterek fajlagos mátrixa** fogalmat használni.

Hasonlóképpen b_{rh} paramétereiből képezhető a **B** mátrix. Ennek elnevezése az irodalomban nem található, ami kifejezetten az én hibám, tekintve, hogy amikor a célrealisztikus modellt kidolgoztam ennek fogalmi meghatározására nem gondoltam. Úgy vélem azonban, hogy (mulasztásom most pótlendő) a legegyszerűbb, ha a **B** mátrixra vonatkozóan a **forrás-változókhoz tartozó paraméterek fajlagos mátrixa** fogalmi meghatározást használjuk.

Az eddigi ismereteink alapján a lineáris programozási feladatot megfogalmazhatjuk az alábbiak szerint is:

$$19. \quad \begin{aligned} x &\geq 0 \\ Ax &\leq b \quad (=, \geq) \\ z &= px = \text{extr.} \end{aligned}$$

Ebben az esetben a klasszikus lineáris programozási modellt fogalmazzuk meg, amikor az erőforrások adott kapacitással állnak rendelkezésre. Amennyiben a termelési szerkezet és a termelési erőforrások egyidejű, egymással kölcsönhatásban történő optimalizálását kívánjuk megvalósítani, akkor a következő feladatot kell megfogalmazni:

$$20. \quad \begin{aligned} x, b &\geq 0 \\ Ax - By &\leq 0 \\ z &= \sum_j (T_j - C_j^{\text{vált}} - \sum_h \frac{C_{ah}^{\text{fix}} y_h^a}{\mathbf{1}^T \mathbf{Z}_h \mathbf{x}} \mathbf{1}^T \mathbf{z}^h) x_j = \text{extr.} \end{aligned}$$

Ahol:

T_j	a j-edik tevékenység fajlagos hozama
$C_j^{\text{vált}}$	a j-edik tevékenység fajlagos proporcionális költsége
C_{ah}^{fix}	a h-adik állóeszköz egységének éves fix költsége
y_h^a	a h-adik állóeszközből szükséges mennyiség
$\mathbf{1}^T$	összegző sorvektor
\mathbf{Z}_h	a h-adik állóeszközre vonatkozó paraméterek mátrixa
\mathbf{x}	a tevékenységek vektora
\mathbf{z}^h	a \mathbf{Z} mátrix j-edik oszlopvektora
x_j	az \mathbf{x} vektor j-edik eleme, a j-edik tevékenység volumene.
z	a célfüggvény értéke

A 19. és a 20. modell között két alapvető különbség van:

1. Az egyik különbség, hogy 20. alatti modell a 19. modellel ellentétben, a termelési erőforrásokat nem adott merev, abszolút korlátnak, hanem relatív, rugalmas korlátnak tekinti, s csupán azt fogalmazza meg, hogy a termelési erőforrások kapacitása nem lehet kevesebb, mint amennyi az optimális termelési szerkezet megvalósításához szükséges, vagyis a termelési erőforrásokat változtathatónak tekinti, és azokat a termelési szerkezettel kölcsönhatásban optimalizálja. Ez viszonylag egyszerű és nem kíván bővebb magyarázatot.
2. A másik különbség kissé bonyolultabb. A 19. formulában megfogalmazott modellben a tevékenységváltozók hatékonyságát, fajlagos jövedelmét már technológiai szinten meg kellett határozni. Ennek során a tevékenységek egységnyi költségét, így a gépköltségeket (a gépek egységnyi tevékenységre jutó amortizációs költségét is) előre meg kellett határozni, akkor, amikor még nem ismertük a gépek kihasználását.

A nélkül, hogy itt belemennénk a kérdés részletesebb vizsgálatában (az irodalomban ez megtalálható), röviden csak annyit jegyezzünk meg, hogy a gépek (és általában az állóeszközök) költsége két részre bontható. Egyrészt az éves fix költségekre, amelyek a gép kihasználásától függetlenül fennállnak (Pl. az éves amortizáció), másrészt a proporcionális költségekre, amelyek csak akkor merülnek fel, ha a géppel munkát végzünk (Pl. üzemanyag, munkabér, stb.)

A proporcionális költségek tervezhetők a technológia tervezése során, hiszen ha megtervezzük az elvégzendő munkát és ismerjük annak fajlagos üzemanyag felhasználását, valamint az üzemanyag várható árát, akkor egyszerű meghatározni az egységnyi tevékenység üzemanyagköltségét. Hasonló a helyzet más proporcionális költségekkel kapcsolatban is.

Más a helyzet a fix költségekkel. Ha ugyanis az éves amortizációs költséget megtervezzük, akkor nem tudjuk előre, hogy abból mennyi lesz, pl. egy adott növény egységnyi tevékenységére jutó költség. Ez ugyanis attól függ, hogy az adott gépet hogyan használjuk ki, mennyi munkát végez az év során, ami viszont függ a tevékenység szerkezetétől. Ennek alapján tudjuk csak meghatározni, hogy az adott gépnél mennyi lesz az egységnyi gépi munka fix költsége, s ennek alapján számolhatjuk ki, hogy mennyi lesz adott tevékenység egységnyi elvégzésénél a gép fix költsége.

A 20. formulával éppen ezt fejezzük ki. Először meghatározzuk az egységnyi tevékenységre jutó hozamot (T_j), majd az egységnyi tevékenység proporcionális (változó) költségét ($C_j^{\text{vált}}$). Ez magába foglalja mindazokat a költségeket, amelyeket egységnyi tevékenységre meg tudunk határozni a tevékenységszerkezet ismerete nélkül, (így pl. az anyag, a munkabér, az üzemanyag, a termeléssel arányos adó, stb.). Ezután következik a fix költségek meghatározása. Ennek során mindenek előtt meghatározzuk (gépenként), hogy az adott (h-adik) gép egy egységének mennyi az éves fix költsége. Ezt szorozzuk az adott gép (optimálisan szükséges) darabszámával ($C_{ah}^{\text{fix}} y_h^a$), vagyis meghatározzuk az adott darabszám éves fix költségét.

A következő lépésben ki kell számolni az adott gép által elvégzendő munka mennyiségét, az optimális tevékenység szerkezet szerint ($\mathbf{1}^T \mathbf{Z}_h \mathbf{x}$), s ha ezzel elosztjuk az adott, optimális darabszám éves fix költségét, akkor megkapjuk, hogy mennyi fix költség jut egységnyi tevékenységre. (A $\mathbf{1}^T$ összegző transzponált vektor, azaz sorvektor, tulajdonképpen a $\mathbf{Z}_h \mathbf{x}$ mátrixszorzattal nyert oszlopvektor adatainak összegzésére szolgál.)

Ismerjük tehát az adott optimális darabszámú gép egységnyi munkavégzésére jutó fix költséget az optimális tevékenységszerkezet esetén. Most ezt be kell szorozni a j-edik tevékenység egységnyi lefolytatásának a gépi munka iránti igényével ($\mathbf{1}^T \mathbf{z}^h$).

Ezt a számítást el kell végezni valamennyi gépre (állószközre), és ezt h-ra összegezni \sum_h

Ezt a költséget is le kell vonni az adott növény fajlagos hozamából, hogy megkapjuk az egységnyi tevékenység jövedelmét. (Ezt mutatja a zárójelben lévő kifejezés.)

Most tehát megkaptuk, hogy adott egységnyi j-edik tevékenységre mennyi az összes gépek és eszközök fix költsége. Ha ezt megszorozzuk a j-edik tevékenység terjedelmével (x_j), akkor megkapjuk, hogy a j-edik tevékenységre optimális terjedelem esetén mennyi lesz az összes éves fix költség.

Ha ezt minden tevékenységre meghatároztuk, akkor már csak összegzés kérdése, hogy a vállalat összes jövedelmét megkapjuk, amit a j-re való összegzés fejez ki.

A 20. formulában megfogalmazott célfüggvény bonyolultnak tűnik, amikor azt - mint az előbbiekben tettük - a gazdasági tartalmát tekintve vizsgáljuk. Azonban a matematikai modell szempontjából jelentősen leegyszerűsíthető. Ugyanis a 20. formulával egyenértékű a

$$21. \quad z = \sum_j (T_j - C_j^{\text{vált}}) x_j - \sum_h C_{ah}^{\text{fix}} y_h^a = \text{extr.}$$

formula.

Ebből az következik, hogy az x_j -vel szimbolizált tevékenységek célfüggvény koefficienseit a technológiák kidolgozása során úgy határozzuk meg, hogy a hozamból levonjuk mindazokat a költségeket, amelyek az adott tevékenységre közvetlenül ráterhelhetők (műtrágya, vegyszer, vetőmag, stb. és az állószközökkel kapcsolatos proporcionális, igénybevételtől függő, pl. üzemanyag, munkabér) költségeket. Az erőforrást megjelenítő tevékenységek, az állószközök, szolgáltató tevékenységek (munkaerő is) célfüggvény koefficiensei viszont az egységnyi erőforrás éves fix költségét tartalmazzák. Végeredményben tehát a bonyolult probléma a matematikai modellben igen egyszerű módon jelenik meg.

Ha a modellben a hitelfelvétel és a bankbetét lehetőségeit is figyelembe vesszük, akkor e tevékenységek kihatását a célfüggvényben is tükröztetni kell. Általában a banktevékenységek költség, vagy jövedelem kihatása egyértelműen meghatározható, azt az adott banktevékenység célfüggvény koefficienseinek a kialakításakor egyszerűen figyelembe tudjuk venni.

A célfüggvénnyel kapcsolatban természetesen most is felvethető a nemlineáris célfüggvény alkalmazásának a lehetősége, vagy a szükségessége. Tudományos szempontból ez a felvetés indokolt és kezelhető is, azonban a gyakorlatban ennek igénye jelenleg aligha fogalmazható meg.

Röviden ki kell még térnünk a 19. és 20. formulák kapcsolatára. Az $\mathbf{Ax}-\mathbf{By}\leq\mathbf{0}$ formula amennyiben az \mathbf{y} eleve meghatározott, vagyis a termelési erőforrások adottak, s azon nem kívánunk, vagy nincs módunkban változtatni, átalakítható a következőképpen: $\mathbf{By}=\mathbf{b}$, s innen $\mathbf{Ax}-\mathbf{b}\leq\mathbf{0}$, és a formula átrendezésével kapjuk, hogy $\mathbf{Ax}\leq\mathbf{b}$, vagyis eljutottunk a 19. formulához.

Természetesen a két modell kombinálható, úgy is, hogy a 20. alatti modell \mathbf{y} vektorát két részre bontjuk, egy része az eleve meghatározott erőforrásokat tartalmazza, másik része pedig a változtatható erőforrásokat. Ez esetben a 20. formulában megfogalmazott mérlegfeltételek a következők szerint módosulnak: $\mathbf{Ax}-\mathbf{By}\leq\mathbf{b}$.

E módosításoknak megfelelően alakul az egyes változók célfüggvény koefficiense is.

3. A termelési szerkezet és a termelési erőforrások egyidejű optimalizálásának matematikai modellje

3.1. A matematikai modell változói

A matematikai modellt általános formában fogalmazzuk meg, úgy, hogy az bármely mezőgazdasági, sőt esetenként nem mezőgazdasági vállalatra is alkalmazható.

Egy vállalat, különböző tevékenységeket folytathat. Termeszthet növényeket, tarthat, illetve tenyészthet állatokat, teljesíthet különböző szolgáltatásokat, végezhet, ipari, kereskedelmi, adásvételi és pénzügyi (hitelnyújtási, hitelfelvételi, tőzsdei) tevékenységeket. Mindezeket összefoglalóan **tevékenységeknek** fogjuk nevezni.

Valamennyi tevékenység többféle módon végezhető, s ettől függően más-más lesz a tevékenység munka és eszközigénye, hozama, költsége és jövedelme. Adott tevékenység különböző módokon történő folytatását **változatnak** nevezzük.

A tevékenység adott módon, adott technológiával történő végzését az adott tevékenységet jellemző **technológiának**, változatait pedig **technológiai változatnak** nevezzük. A könyv első kötetében láttuk, hogy még egyszerű eljárásokkal is, igen gyorsan, nagyon kevés munkával lehet előállítani technológiai változatokat.

Valamely tevékenység adott módon történő folytatása a **matematikai modell változóját** képezi.

A matematikai modell változója jelenthet egészen egyszerű tevékenységet, pl. műtrágya adott módon történő kiszórása, vagy valamely munkaművelet, illetve munkafolyamat adott módon történő elvégzése, egy adásvételi aktus, vagy hitelfelvétel, illetve hitelnyújtás. Jelenthet komplexebb tevékenységet, pl. őszi búza, vagy bármely növény termelése, vagy állatcsoport tartása, valamilyen technológiai rendszerben, stb. Még komplexebb tevékenységről is lehet szó, pl. szarvasmarhatartás, adott korcsoport összetételben, adott technológiai rendszerben.

Fentiek alapján megkülönböztethetünk, egyszerű tevékenységeket, (Pl. valamely munkaművelet, vagy munkafolyamat adott módon történő elvégzése), s ennek megfelelően egyszerű modellváltozókat, vagy aggregált tevékenységeket (pl. valamely növény termesztése, valamely állatfajta tartása adott technológiai rendszerben), illetve aggregált modellváltozókat. Ezek a fogalmak természetesen viszonylagosak.

A matematikai modell összeállítása egyszerűbb változók alapján viszonylag nagyméretű modellhez vezethet, ezért is a gyakorlatban inkább aggregált változókkal kisebb méretű matematikai modell alkalmazására törekszünk. Az aggregálás szintje, illetve célszerűsége mindig az adott feltételektől függ, erről annyit lehet általánosságban mondani, hogy a modell terjedelmének a csökkentése érdekében célszerű minden olyan aggregálás, amely a modell megoldásának az eredményességét nem befolyásolja, vagy jelentősebb mértékben nem befolyásolja. Nem szabad azonban aggregálni, ha az a megoldás szempontjából 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 megoldásakor, és viszont.

Ha az aggregálás olyan értékes információ elvesztésével járhat, amely előreláthatólag többet ér számunkra, mint a kevésbé aggregált modell alkalmazásából adódó munka és költségmegtakarítás, akkor az aggregálást nem célszerű elvégezni.

Az aggregálás mértékének eldöntésénél is egy ésszerű optimumra kell törekedni, figyelembe véve a munka és a költségtöbbletet, s a velük nyerhető információ-többletet.

A mezőgazdaságban, a szántóföldi növénytermesztésben (hasonlóképpen a gyümölcs és a szőlőtermesztésben, a rét és a legelőgazdálkodásban) általában elegendő lehet egy-egy változóval egy-egy növény adott technológiai rendszerben történő termesztését képviseltetni, feltéve, ha nem kívánjuk a technológiát is optimalizálni. Ebben az esetben az egyes munkafolyamatok elvégzésében mutatkozó eltéréseket, a talajtípus hatását, az öntözés, vagy a száraz termesztés közötti különbséget, valamint a különböző átlaghozamokkal történő tervezést azáltal jeleníthetjük meg, hogy az adott termék termesztésére többféle technológiai változatot dolgozunk ki, s ezek mindegyikét külön változó reprezentálja a matematikai modellben.

Az állattenyésztésben pedig egy-egy állatcsoportot (pl. tehén, hízó marha, borjúnevelés, stb.), vagy egy-egy állatfajt (meghatározott összetételben és termelési iránnyal) képviseltetünk egy-egy modellváltozóval. Természetesen itt is alkalmazhatunk különböző technológiai változatokat.

A fentiek értelemszerű alkalmazásával lehet eljárni minden tevékenység esetén.

Természetesen a matematikai modell vegyesen tartalmazhat egyszerű és aggregált változókat. Így pl. a matematikai modellben aggregált növénytermesztési és állattenyésztési változókat építünk be, azonban szerepelhet abban egy-egy takarmányfélésegs vásárlása, vagy valamely termék eladása, hitelfelvétel, kamatfizetés, stb., mint egyszerű változó is.

Azt mondhatjuk, hogy általában a matematikai modellek vegyes (egyszerű és aggregált) változókból épülnek fel.

Alkalmazhatunk olyan megoldást is, hogy egy aggregált változót egy egyszerű változóval egészítünk ki. Például lehetséges, hogy egy árunövényt termesztünk, de a termesztés aggregált technológiájában nem szerepeltetjük az értékesítést, hanem azt külön változókkal reprezentáljuk, tekintve, hogy többféle értékesítési lehetőség közül választhatunk, és ezt is matematikai modellezéssel kívánjuk optimalizálni. Ilyen esetben természetesen a mérleg-feltételekben kapcsolatot kell teremtenünk a termelés és felhasználás, vagy értékesítés között.

Mezőgazdasági vállalatoknál általában a matematikai modell változóit az alábbi csoportokba sorolhatjuk:

1. Tevékenységváltozók:

Ide soroljuk mind a termelési tevékenységeket, mind pedig az ipari, a kereskedelmi, a szolgáltatási, a pénzügyi, stb. tevékenységeket, amelyeket a vállalatok végeznek. A tevékenységeknek általában a következő csoportjait különböztetjük meg:

Szántóföldi növénytermesztési és értékesítési változók

Szántóföldi takarmánytermesztési változók

Zöldségtermesztési változók

Szőlő és gyümölcsstermesztési változók

Rét és legelőgazdálkodási változók

Állattenyésztési és állattartási változók

Ipari, kereskedelmi, piaci (értékesítési és beszerzési) tevékenység változók

Pénzügyi tevékenységi változók

Egyéb változók.

2. Forrásváltozók:

Ide tartoznak a termeléshez szükséges erőforrások, így az emberi munkaerő, a gépek és az eszközök, a termeléshez szükséges anyagok, sőt tulajdonképpen és ténylegesen is ide sorolhatók a termelést szolgáló hitelfelvételi változók, valamint bizonyos kereskedelmi változók is, hiszen a hitelfelvétel szükségleteit, valamint anyagbeszerzéseket is, mint termelési erőforrásokat, a termeléssel összhangban kell optimalizálni.

Termelési forrásváltozók tekintetében tehát általában a következő csoportokat különböztethetjük meg:

Szakmunkaerő

Segédmunkaerő

Traktorok

Kombájnok

Szállító eszközök (teherautók)

Munkagépek

Anyagok

Kereskedelmi forrásváltozók

Pénzügyi forrásváltozók

Ezek részletezésével nem foglalkozom, részletes kifejtésük publikációimban megtalálhatók.

3.2. A változók szimbolizálása.

A matematikai modell tevékenységváltozóit, illetve e változók még ismeretlen értékeit (mint azt már előzőleg is láttuk) általában latin kisbetűvel (pl. x) jelöljük. A betű után írt alsó, és/vagy felső indexek (betűk, vagy számok) pontosítják azt, hogy a változó konkrétan mire vonatkozik.

Így tehát. x_j jelenti a matematikai modellben a j -edik tevékenységet. A j , mint tudjuk futó index, és 1-től n -ig fut, azaz $j=1,2,\dots,n$, ahol n bármely természetes egész szám lehet.

Konkrétabban is meghatározhatjuk a modell változóit több alsó és felső index alkalmazásával. Pl. írhatjuk, hogy

h_l

x_{jk}

Ami pl. jelentheti, hogy a j-edik növény termesztéséről (termőterületéről) van szó, amikor a növényt a k-adik technológiával h-adik erőgép és l-edik munkagép felhasználásával termeljük.

Hasonlóképpen jelöljük a modell forrásváltozóit is latin kisbetűvel, általában a tevékenységváltozóktól megkülönböztetve x helyett y-nal, vagy más latin kisbetűkkel. Természetesen alsó és felső indexek alkalmazásával most is pontosítjuk, hogy az adott szimbólumok mit fejeznek ki. Így pl. y_{sz} a szakmunkásváltozót, y_s a segédmunkás változót, jelentheti, stb.

3.3. A mérlegfeltételek a termelési szerkezet és a termelési erőforrások egyidejű optimalizálásának modelljében.

Most tehát fogalmazzuk meg a termelési szerkezet és a termelési erőforrások optimalizálásának matematikai modelljét.

Az

$$22. \quad x_j \geq 0$$

és

$$23. \quad y \geq 0$$

nemnegatív feltételek természetesen most is érvényesek, azaz negatív termelést nem folytathatunk és negatív termelési erőforrásunk sem lehetséges (Pl. nem vehetünk ki a földből műtrágyát, stb.). Ez a gazdák számára természetes, azonban a matematikai feladatnak lehet negatív megoldása is, ha ezt nem zárjuk ki.

A mérlegfeltételek modellbe építésével célunk, a termelés és a termeléshez szükséges erőforrások mérlegszerűségének, valamint a vállalat belső, szükségszerű összefüggéseinek és külső kapcsolatainak a biztosítása.

Így biztosítani kell, hogy a termelési erőforrások iránti igény, azaz a termőterület, a munkaerő, a gép és eszközszükséglet, valamint a különböző anyagok szükséglete ne haladja meg a rendelkezésre álló, illetve biztosítható kapacitást, valamint az anyagszükséglet ne haladja meg a biztosítható anyag mennyiséget, vagy az anyagvásárlásra fordítható pénzmennyiséget.

Másrészt a termelési szerkezet és a termelési erőforrások egyidejű optimalizálása során meg kell határozni az adott termelési szerkezet megvalósításához szükséges munkaerő, gép, eszköz és anyag, stb. kapacitást.

Ezen túlmenően, biztosítani kell a vállalat szükségszerű belső összefüggéseit, pl. a mindenképpen szükségszerű vetésváltás lehetőségét, a piaci szükségletekhez való alkalmazkodás szükségességét, a talajtípusok szerinti elhelyezés lehetőségeit, a táblák méreteit, stb., valamint biztosítani kell a külső kapcsolatokból adódó kötelezettségeket, pl. leszerződött termelés teljesítését, stb.

A munkaerő és a gépek felhasználása a mezőgazdaságban idényszerű. Ebből adódóan nem elegendő ezek kapacitásának az éves szinten történő biztosítása, hanem a kapacitásnak az idényszerű szükségleteket is biztosítani kell, vagyis ezekből időszakonként (havonta, dekádonként, vagy rövidebb időszakonként is) is összhangot kell biztosítani a szükséglet és a kapacitás között.

Más mérlegfeltételek modellbe építése szükség szerinti.

3.3.1. A termőföldterület felhasználás mérlegfeltételei:

A termőföld általában korlátozott mennyiségben áll a mezőgazdasági vállalatok rendelkezésére. Természetesen, különösen hosszabb távon egy mezőgazdasági vállalat rendelkezésére álló termőföld területe is változtatható, illetve változhat. Egyrészt adás-vétel útján, másrészt utak megszüntetése, táblák átszervezése, illetve átrendezése, új utak, vagy csatornák létesítése, állattenyésztő, vagy állattartó telepek, ipari létesítmények vagy lakótelepek létesítése, stb. miatt. Távlati tervezés során tehát a már ismert, előrelátható változásokat számba véve határozzuk meg a vállalat termőterületét.

Ha célunk a termőterület maradéktalan felhasználása, akkor ez azt jelenti, hogy csak olyan termelési szerkezetet fogadunk el a matematikai modell megoldása során, amelyben a termőterület szükséglete pontosan megegyezik a rendelkezésre álló területtel. Ha x_j -vel jelöljük a j -edik változót és f_j -vel a j -edik változó fajlagos területszükségletét, F -el pedig a rendelkezésre álló területet, akkor a terület felhasználás mérleg feltétele a következő egyenlettel adható meg:

$$24. \quad \sum_{j=1}^n f_j x_j = F.$$

Természetesen, ha a modellben figyelembe vett tevékenységek egységeként az egységnyi (1 ha, vagy 100 ha) területen történő termesztést alkalmazzuk, akkor az f_j értékek 1 illetve 100. Ez a terület felhasználásra vonatkozó mérlegfeltételek egyszerűségét biztosítja.

A 24. egyenlőség kifejezi, hogy a terület felhasználásának pontosan egyezni kell a rendelkezésre álló termőterülettel. A múltban általában a termőterület felhasználására egyenlőséget írtunk elő, tehát a rendelkezésre álló terület teljes kihasználását kívántuk meg, még akkor is, ha ez nem volt célszerű, hanem a (gyakran szűkösön) rendelkezésre álló termelési erőforrások és piaci lehetőségek alapján a jövedelmezőség szempontjából célszerűbb lett volna az erőforrások felhasználását a termőterület egy részére összpontosítani.

Kapitalista termelési viszonyok mellett, amikor a termelést alapvetően a profit határozza meg, megengedjük, hogy a terület egy része kihasználatlanul maradjon, azaz a termőföld felhasználását kizárólag felülről korlátozzuk. Ekkor a 24. egyenlőség helyett felső korlátos egyenlőtlenséget adunk meg, tehát - ha ráfizetéses lenne - nem kívánjuk meg a terület teljes kihasználását, csak azt írjuk elő, hogy nem használhatunk fel több termőterületet, mint amennyi rendelkezésünkre áll, azaz:

$$25. \quad \sum_{j=1}^n f_j x_j \leq F.$$

Amennyiben adott vállalatnál a termőterület különböző talajtípusokon található, akkor nem elegendő egy, általános terület felhasználási mérlegfeltétel modellbe építése, hanem talajtípusonként kell mérlegfeltételeket meghatározni. E szerint az i -edik talajtípusra vonatkozó mérlegfeltételünk

$$26. \quad \sum_{j=1}^n f_j^i x_j \leq F^i.$$

Annyi ilyen mérlegfeltételt kell a modellbe építeni, ahány talajtípus található az adott mezőgazdasági vállalatnál. (természetesen a felső korlátos feltétel helyett most is lehet egyenletet megadni, ha az adott talajtípuson rendelkezésre álló terület teljes mértékben történő felhasználását tartjuk szükségesnek.)

Természetesen a talajtípusok tekintetében nem a foltokban előforduló talajféléseket értjük, hiszen ezek megkülönböztetésének nem volna értelme, hanem összefüggő táblák, határrészek szerinti eltéréseket. Természetesen ebben az esetben a termesztési technológiákat is talajtípusonként kell kidolgozni.

Ha a területmérlegeket talajtípusonként építjük be a modellbe, akkor az általános terület felhasználási mérlegfeltétel elhagyható.

Előfordulhat azonban, hogy valamely (átmeneti (kevert) talajtípus gyakorlatilag mind az egyik, mind a másik talajtípushoz is hozzá sorolható (pl. vályogtalaj, homokos vályogtalaj és a homoktalaj) Ezt esetleg nem célszerű külön talajtípusként kezelni. Ilyen esetben az egyes talajtípusok rendelkezésre álló területét célszerű intervallumban megadni, azaz

$$27. \quad F^i_0 \leq \sum_{j=1}^n f_j^i x_j \leq F^{i0}.$$

Előírtuk tehát, hogy az i -edik talajtípusból felhasználható termőterület, legalább F^i_0 és legfeljebb F^{i0} nagyságú legyen.

A 27. egyenlőtlenséget két feltételre bontva kapjuk, hogy

$$28. \quad \sum_{j=1}^n f_j^i x_j \geq F^i_0$$

és

$$29. \quad \sum_{j=1}^n f_j^i x_j \leq F^{i0}.$$

Ebben az esetben természetesen az általános terület felhasználási mérleg modellbe építésére is szükség van.

Természetesen piaci viszonyok között a rendelkezésre álló földterületet sem kell meghatározottnak tekinteni. A termelési szerkezet és a termelési erőforrások egyidejű, egymással kölcsönhatásban történő optimalizálása során ugyanis a termőföldet is változó termelési erőforrásnak tekinthetjük, mivel a piacon a termőföld is adás-vétel tárgya lehet. Ha most az i -edik talajtípusból az egységnyi földterületet (1 hektárt) y^i -vel jelöljük és optimalizálással kívánjuk

meghatározni az adott talajtípusból felhasználandó területet, akkor a termőterületre vonatkozó mérlegfeltételünk a

$$30. \quad \sum_j f_j^i x_j^i - y^{(f)i} = 0$$

egyenlettel adható meg, ahol $y^{(f)i}$ jelöli a i -edik talajtípusból az adott optimális termelési szerkezethez optimálisan szükséges termőterületet. A $y^{(f)i}$ optimális értékét tehát a matematikai modell megoldásával határozzuk meg. Most az (f) -indexet azért tettük zárójelbe, hogy megkülönböztessük más indextípusoktól. Itt ugyanis f nem futóindex, csupán arra utal, hogy az adott forrásváltozó a földterületet jelzi.

A 30. formulával tehát azt írjuk elő, hogy az i -edik talajtípusból felhasználható terület legyen egyenlő az i -edik talajtípusból rendelkezésre álló területtel.

Amennyiben az adott mezőgazdasági vállalatnál többféle talajtípus áll rendelkezésre, akkor természetesen a 30. feltételt talajtípusonként kell megadni. Ez esetben az általános terület felhasználási mérleg elhagyható.

Ha a területváltoztatás lehetséges, de csak korlátozott keretek között, mondjuk $y_0^{(f)i}$ és $y^{(f)i0}$ intervallumban, akkor az $y^{(f)i}$ változót korlátoznunk kell, azaz fenn kell állni a következő feltételnek:

$$31. \quad y_0^{(f)i} \leq y^{(f)i} \leq y^{(f)i0}$$

Amennyiben rendelkezésünkre áll bizonyos nagyságú termőterület, s a piaci körülmények egyaránt lehetővé teszik a föld vásárlását és eladását, és optimalizálni kívánjuk, hogy a rendelkezésre álló területből mennyit használjunk fel termelésre, mennyit adjunk el, illetve mennyit vásároljunk, akkor alkalmazhatjuk a matematikai modellben az alábbi mérlegfeltételt.

$$32. \quad \sum_j f_j^i x_j^i - y^{(f)r} - y^{(f)e} - y^{(f)e} = 0,$$

ahol

$y^{(f)r}$ a jelenleg meglévő, rendelkezésre álló termőterületből felhasználandó,

$y^{(f)e}$ a meglévő termőterületből eladandó termőterület

$y^{(f)e}$ a vásárolandó termőterület.

Természetesen a rendelkezésre álló területből felhasználandó és eladandó területnek meg kell egyeznie a meglévő és a vásárolt területtel, azaz

$$33. \quad y^{(f)r} + y^{(f)e} = F.$$

A forrásváltozóknál, így a területváltozónál is figyelembe vesszük a beruházási eszközök lekötését, vagy felszabadítását, a beruházási mérlegben, s a termőfölddel kapcsolatos költségeket pedig a célfüggvényben.

Másrészt természetesen több talajtípus esetén a termőföld mérlegfeltételeit talajtípusonként is be lehet építeni a modellbe.

A termőterülettel kapcsolatos feltételek még számos vonatkozásban vizsgálhatók. Ezek a vizsgálatok azonban a gyakorlati alkalmazások során általában szükségtelenek, ezért részletesebb kifejtésüktől eltekinthetünk. Csupán azt jegyezzük meg, hogy az ilyen feltételek nagyon jól alkalmazhatók elméleti vizsgálódások során, gazdasági törvényszerűségek meghatározására, makrogazdasági döntések megalapozására, stb.

3.3.2. A munkaerő felhasználás mérlegfeltételei

A múltban, s talán nagyobb gazdaságokban jelenleg is, a munkaerő forrásváltozók tekintetében megkülönböztettünk állandó és időszakos alkalmazottakat. Az állandó alkalmazott az egész év folyamán a vállalat alkalmazásában állt, (állami gazdasági alkalmazott, vagy TSz tag volt), havonta ledolgozható meghatározott munkanapot, vagy munkaórát, s ez képezte egy-egy munkaerő havi (vagy dekád, stb.) munkaidő kapacitását. Ennek megfelelően a modellben egy változót képezett az állandó alkalmazott, illetve itt is lehetett az állandó alkalmazottakat több változóval reprezentálni, amennyiben pl. külön változót építettünk a modellbe a növénytermesztésben, és az állattenyésztésben, illetve az állattartásban dolgozókra, s külön az ipari, szolgáltatási, kereskedelmi, stb. ágazatokban dolgozókra.

Az időszakos dolgozókra viszont általában 6 hónapos és 3 hónapos szerződéssel dolgozók csoportját különböztettük meg.

Abban az időben a munkaerő felhasználás általában felső korlátot jelentett, nem használhatott fel a vállalat több munkaerőt, mint amennyi rendelkezésére állt, a termelőszövetkezet tagságát és családtagokat, vagy az állami gazdaság alkalmazottait tekintve. (No meg esetleg az időszakonként bevonható katonákat, iskolásokat.)

Ezek a lehetőségek nagygazdaságokban ma is felmerülhetnek, de általában nincs szükség ilyen megkülönböztetésre, csupán azt kell meghatározni, hogy időszakonként hány munkanap ledolgozására lesz szükség a termelési feladat ellátására. Legfeljebb egy állandó dolgozó változót építünk be a modellbe, amennyiben a vállalat állandó dolgozókat is foglalkoztathat.

Ha a falú - mint jelenleg is - munkaerő bőséggel küzd, igen jelentős a munkanélküliek száma, s bármikor rendelkezésre áll a szükséges munkaerő, így nem szükséges a modellbe munkaerő változót beépíteni, elegendő csak a termelési technológiában a szükséges munkanapok számát és a munkabért beépíteni, s ez által a szükségletet meghatározni.

Tekintve tehát, hogy a munkaerő nem jelent termelési korlátot, annak kezelése a modellben leegyszerűsödik. A teljesség kedvéért és a nagyobb gazdaságokat figyelembe véve mégis célszerű a munkaerő mérlegfeltételekről röviden megemlékezni.

Vezessük tehát be a következő jelöléseket:

$y_h^{(m)}$ jelentse a h-adik munkaerőcsoportból szükséges létszámot

$b_{hi}^{(m)}$ jelentse a h-adik csoportból egy ember által ledolgozható munkaidőt (munkanapot, vagy munkaórát) az i-edik időszakban. A munkaerő mérlegfeltételünk most a következők szerint fogalmazható meg:

$$34. \quad \sum a_{ij}x_j - b_{hi}^{(m)} y_h^{(m)} \leq 0.$$

Most tehát csak azt írtuk elő, hogy az i -edik időszakban a munkaerő kapacitás feleljen meg a munkaerő szükségletnek.

Amennyiben az igénybe vehető munkaerő létszáma mégis korlátozott lenne, akkor természetesen az $y_h^{(m)}$ változóra felső korlátot, vagy intervallumot építhetünk be a modellbe, hasonlóan, mint azt a termőfölddel kapcsolatban megismertük.

3.3.3. A gép- és eszközfelhasználás mérlegfeltételei

A gépek és eszközök felhasználására vonatkozó mérlegfeltételek modellbe építése attól is függ, hogy milyen részletességgel kívánjuk meghatározni azok optimumát, azaz milyen forrásváltozókat építünk be a modellbe. Lehetséges ugyanis, hogy csak az erőgépeket (traktorokat, kombájnokat, teherautókat) reprezentáljuk külön változókkal, s rendelkezünk a traktorokhoz szükséges munkagépekkel. Természetesen azt is megtehetjük, hogy a modellben minden gépet és eszközt külön változóval szerepeltetünk. Ez azonban igen megnövelné a modell méretét. Ennek a jelen körülmények között valójában nincs értelme, tehát célszerű csupán a nagy értékű erőgépeket szerepeltetni modellváltozóként.

A gép- és eszközfelhasználás mérlegfeltételeinek megfogalmazásához vezessük be a következő jelöléseket:

$y_h^{(g)}$ jelentse a h -adik gépből, illetve eszkből szükséges darabszámot.

$b_{hi}^{(g)}$ jelentse a h -adik gép és eszköz egysége által ledolgozható munkaidőt (munkanapot, vagy munkaórát) az i -edik időszakban. A gép és eszköz mérlegfeltételünk most a következők szerint fogalmazható meg:

$$35. \quad \sum a_{ij}x_j - b_{hi}^{(g)} y_h^{(g)} \leq 0.$$

A gépek és eszközök darabszámát most is korlátozhatjuk. Felső korlátot építhetünk be, ha a gép beszerzést korlátozni akarjuk, illetve egyenletet építhetünk be, amennyiben nem kívánunk az adott gépből és eszkből beszerzést, akkor sem, ha jövedelmező lenne, hanem a meglévő eszközökkel kívánjuk a feladatot megoldani.

Jelenleg gyakran fordul elő, hogy a vállalat, más vállalattól vásárol gépi munka teljesítményt. Ez esetben a legegyszerűbb megoldás, ha a bérmunka alkalmazását egyszerűen beépítjük a termelési technológiába. Természetesen megoldható a probléma úgy is, hogy a modellbe változót építünk be az adott bérgep alkalmazására, és a modell megoldása útján kapjuk meg a bérmunka igényt.

A gép- és eszközmérleghez hasonlóan építhetünk be a modellbe bármely állóeszköz felhasználására vonatkozó mérlegfeltételt.

Meg kell még jegyeznünk, hogy a gépek és eszközök, valamint általában az állóeszközök optimalizálása egészszámú (integer) programozást igényelne, tekintve, hogy fél, vagy 0.48 század traktort vagy kombájnt, stb. nem vásárolhatunk, nem tarthatunk. Egyrészt azonban lényegében tarthatunk rész gépet is, hiszen nyugati országokban nem volt ritka, hogy gazdaságok nagygépet közösen vásároltak, tehát egy-egy gazdaság csak részgéppel rendelkezhetett. Igaz, hogy ez Magyarországon nem nagyon divat. Másrészt egy elhasználdott gép már valójában nem tekinthető egy teljes egész gépnek. Végül pedig egy adott gép a használat szempontjából lehet a saját gazdaságban rész gép (csak részben használjuk a saját gazda-

ságban) és a gép más részét (kapacitását) bérgepként más gazdaságok számára végzett munka során hasznosítjuk, stb.

Költségelszámolás szempontjából azonban célszerű az adott állóeszközt egész egységnek tekinteni, és a modellt vegyes egészértékű feladatként megoldani. Ebben az esetben célszerű lehet beépíteni a modellbe bér munka végzése változót, vagy kihasználatlan kapacitásváltozót is, amikor a megoldás során azt is megkapjuk, hogy adott időintervallumban mennyi bér munkát végezhetünk, illetve mennyi kihasználatlan kapacitással rendelkezünk.

Amennyiben a vegyes egészértékű programozás nem megoldható, és bér munka, vagy kihasználatlan kapacitásváltozót sem építünk a modellbe, akkor célszerű lehet a modellt legalább kétszer megoldani, egyszer folytonos feladatként, másodsor pedig a folytonos feladatban a gépekre és eszközökre kapott értéket egészértékűre felkerekíteni, és erre vonatkozó egyenletek modellbe építésével a feladatot ismét megoldani. Ebben az esetben különösen célszerű lehet bér munka végzési változók modellbe építése.

Amennyiben a modellbe bér munkavégzési változót is beépítünk, akkor célszerű lehet a gépek és eszköz darabszámát, (vagy az elvégezhető bér munka mennyiségét) felülről korlátozni, mert ha a bér munka végzése jövedelmező, akkor esetleg a modell megoldhatatlan lesz. Ilyenkor ugyanis (ha ezt semmi nem korlátozza) a modell nem lesz felülről korlátos, mert végtelen sok bér munka végzése is kifizetődő lenne. Ilyenkor azt kapjuk eredményül, hogy a modell nem korlátos, tehát a modell nem megoldható.

3.3.4. Takarmány mérlegfeltételek

Amennyiben adott vállalat állattartással is foglalkozik, akkor két eset lehetséges.

Vagy abraktakarmányt fogyasztó állatállománnyal, iparszerű állattartással (sertés, baromfi, stb.), vagy tömegtakarmányt (is) fogyasztó állattartással (szarvasmarha, juh) foglalkozik. Az első esetben az állattartási tevékenység a takarmánytermesztés szempontjából a modellben figyelmen kívül hagyható, hiszen a megtermelt abrakot úgy kezelhetjük, hogy azt saját vállalatnál értékesítettük, s amennyiben az nem elégséges, akkor a további szükségletet vásároljuk. Utóbbi esetben viszont célszerű, ha a tömegtakarmányt a vállalat lehetőleg saját maga termeli meg. Ebben az esetben célszerű a matematikai modellbe a takarmánytermelésre mérlegfeltételeket beépíteni.

Ezek a feltételek vonatkozhatnak táplálóanyagokra (ennek mikéntjét publikációimban részletesen kifejtettem), de megoldható a probléma úgy is, hogy a tömegtakarmány növények területére, vagy termés mennyiségére alsó korlátot, vagy egyenletet, vagy alsó és felső korlátot építünk a modellbe.

A tömegtakarmány növények esetében a célfüggvény lehet negatív előjelű is, amennyiben azoknál a növénytermesztési technológiában hozamot nem veszünk figyelembe, hanem az majd az állattenyésztésben realizálódik. Egyébként a takarmánytermesztési technológiák elkészítése ugyanúgy történik, mint az árunövények termesztési technológiáinak a kimunkálása.

Ha feltételezzük, hogy a tömegtakarmányokra vonatkozó termelési feltételeket alsó korlátként, vagy egyenletként terület, vagy mennyiségi korlátként adjuk meg, akkor igen egyszerű dolgunk van, s ezzel az esettel a tevékenységek mennyiségére és arányaira vonatkozó mérlegfeltételek tárgyalása során foglalkozunk.

3.3.5 A tevékenységek mennyiségére és arányaira vonatkozó mérlegfeltételek

A tevékenységek mérete, esetleg aránya általában nem lehet korlátlan. A matematikai modellben előírhatunk bármely tevékenységre, vagy tevékenység csoport méretére alsó, vagy felső (esetleg alsó és felső) korlátot. Pl.

$$36. \quad x_j \geq q_i,$$

vagyis a j-edik tevékenység terjedelme legalább q_i mennyiség legyen, vagy

$$37. \quad x_j \leq q_i,$$

azaz a j-edik tevékenység mennyisége legfeljebb q_i mennyiség lehet, illetve megadhatjuk, hogy

$$38. \quad x_j + x_{j+1} + \dots + x_n \geq q_i,$$

tehát a j-edik, a j+1-edik és így tovább az n-edik tevékenység mérete legalább q_i legyen, vagy

$$39. \quad x_j + x_{j+1} + \dots + x_n \leq q_i,$$

legfeljebb q_i , legyen.

Hasonlóképpen írhatjuk elő tevékenységek arányát, amikor meghatározzuk, hogy valamely, mondjuk j-edik tevékenység (x_j), vagy tevékenység csoport (pl. $x_j + x_{j+1} + \dots + x_k$) mennyisége egy másik tevékenységnek, vagy tevékenységcsoportnak (legfeljebb, vagy legalább) γ szoros legyen, azaz:

$$40. \quad \gamma x_j \geq x_k \quad (\leq)$$

illetve

$$41. \quad x_j + x_{j+1} + \dots + x_k \geq \gamma x_n \quad (\leq)$$

3.3.6 Egyéb mérlegfeltételek

A matematikai modell megszerkesztése során még egy sor egyéb mérlegfeltétel is szükségessé válhat. Ezekkel nem foglalkozunk részletesen, csupán jelezzük, hogy ezekre szükség lehet minden ilyen jellegű kívánság beépíthető a matematikai modellbe.

Különösen fontosak lehetnek a pénzügyi tevékenységekre, valamint a kereskedelmi és szolgáltatási tevékenységekre vonatkozó mérlegfeltételek.

A pénzügyi mérlegfeltételek, megfogalmazásánál felmerülhetnek a hitelfelvételi, lízingelési és bankbetétei változók és az ezekre vonatkozó feltételek modellbe építése. Mind a hitelfelvételekre, mind pedig a bankbetétekre különböző lehetőségek adódhatnak, különböző feltételekkel, s célunk lehet ezek közül a legcélszerűbbet kiválasztani. Lehetséges az is, hogy e problémák nemlineáris kezelése lenne célszerűbb.

Lényegesegek lehetnek - különösen többéves fejlesztési tervezés során - a beruházásokra, vagy azok pénzügyi feltételeire vonatkozó feltételek.

A kereskedelmi változók vonatkozásában is többféle mérlegfeltételre lehet szükség. Így például - amennyiben a vállalat állattenyésztéssel foglalkozik - szükség lehet takarmányvásárlásra, termékértékesítési változókra, stb. De lehetőség van arra is, hogy a termékértékesítést is külön változókkal reprezentáljuk. Ez különösen akkor merülhet fel, ha többféle értékesítési lehetőség adódik, különböző feltételek mellett és optimalizálással kívánjuk meghatározni azt, hogy melyik lehetőséget válasszuk. A szolgáltatási változók pedig a szolgáltatás nyújtását, vagy szolgáltatás igénybevételét reprezentálják. Ez különösen gépi bér munka végzése, vagy végeztetése esetén merül fel.

Részletesebben nem foglalkozunk ezekkel a feltételekkel, de az érdeklődő olvasó alaposabb ismereteket szerezhet eddig megjelent könyveimből és szakcikkeimből.

3.3.7 A célfüggvény

A modell célfüggvényét legegyszerűbben a 21. formulával megfogalmazottak szerint, vagy annak módosításával írhatjuk fel, azaz

$$42. \quad z = \sum_j (T_j - C_j^{\text{vált}}) x_j - \sum_h C_{ah}^{\text{fix}} y_h^a = \text{maximum.}$$

A szimbólumok jelentését a 21. formulánál ismertettük.

A T_j mint tudjuk, a j -edik tevékenységgel elérhető fajlagos termelési értéket jelenti. Ez természetesen helyettesíthető A_j -vel, azaz az árbevétellel.

Amennyiben a vállalat állattartással is foglalkozik (főleg tömegtakarmányt fogyasztó állatok esetén), akkor a takarmánynövények esetében, $A_j=0$, vagyis nincs árbevétel, csak költség, C_j , ami természetesen negatív előjellel szerepel, és ezt a költséget az állattartásnak kell viselnie. Természetesen az állattartás költségei között ebben az esetben nem szerepelnek a saját termelésű takarmányok költségei, hiszen azokat a takarmánytermelési ágazatoknál szerepeltettük. Az ágazatok versenyében tehát az állattartás csak akkor állja meg a helyét, ha annak bevétele minden költséget fedez, beleértve a sajáttermelésű takarmányok termelési költségeit is, s ezen túl még megfelelő jövedelmet is eredményez.

Amennyiben a T_j , illetve az A_j értékét minden tevékenységnél nullának vesszük, akkor a költségfüggvényt kapjuk eredményül, s ennek minimalizálásával egy olyan tevékenység szerkezetet állítunk elő, amely minimális költséggel valósítható meg. Ebben az esetben a célfüggvényünk a 43. formula szerint alakul, azaz

$$43. \quad z = \sum_j (0 - C_j^{\text{vált}}) x_j - \sum_h C_{ah}^{\text{fix}} y_h^a = \text{maximum}$$

Mint látjuk itt egy negatív előjelű paramétereket tartalmazó célfüggvény maximumát keressük, ami egyenértékű e célfüggvény mínusz egyszeresének a minimumával, azaz

$$44. \quad z = \sum_j (0 + C_j^{\text{vált}}) x_j + \sum_h C_{ah}^{\text{fix}} y_h^a = \text{minimum}$$

Amennyiben a képletből az első tagot is elhagyjuk, akkor az állóeszközök éves fix költségének összegét minimalizáljuk, vagyis

$$45. \quad \sum_h C_{ah}^{\text{fix}} y_h^a = \text{minimum}$$

Hasonló megfontolások alapján lehet további célfüggvényeket is képezni, pl. az év során kifizetésre kerülő munkabér, az anyagköltség, a vegyszerfelhasználás, beruházási érték, stb. minimalizálása (vagy maximalizálása).

3.3.8. Egyszerű példamodell.

A következőkben példaként tekintsünk meg egy egyszerűsített gyakorlati modellt, amely alkalmas az előbb kifejtett, célrealisztikus modell szemléltetésére. A jelentős egyszerűsítés szükséges volt, hiszen egy nagyobb táblázat bemutatása a képernyőn nehéz lenne, másrészt egy kisméretű táblázat áttekintése egyszerűbb.

Ez az egyszerűsített modell tulajdonképpen az első kötetben közreadott 6. táblázatot jeleníti meg.

A első sorában a változók szimbolizálását találjuk, a termelési változókat x_j -vel, a forrásváltozókat y_j -vel jelöltük. Ugyancsak itt tüntettük fel, hogy az utolsó előtti oszlopban a relációkat (egyenlet, kisebb, vagy egyenlő, nagyobb, vagy egyenlő), valamint az utolsó oszlopban a \mathbf{b} vektort.

A második sorban megadtuk az oszlophoz tartozó megnevezéseket (növényeket, termelési erőforrásokat.)

A harmadik sorban a területre vonatkozó mérlegfeltételt adtuk meg, előírva, hogy a három növény termelésére pontosan 340 ha terület áll rendelkezésre, s ezt teljes mértékben fel kell használni. Láthatjuk, hogy mivel a növények termelése és természetesen a termelési paraméterek, (technológiai mátrix adatai) stb. 100 ha-ra vannak megadva, ezért a \mathbf{b} vektorban a rendelkezésre álló, azaz a felhasználandó terület századrészét adtuk meg.

A további sorokban a gépekre vonatkozó mérlegfeltételeket találjuk. Mint látjuk e feltételekben a növényeknél a 100 ha területre, a havonta szükséges gépi munka idő mennyisége van megadva, a gépeknél pedig a havonta ledolgozható munkaidő. A relációban kisebb, vagy egyenlő feltételt adtunk meg, vagyis előírtuk, hogy a gépi munka szükséglet egyik hónapban sem lehet nagyobb a rendelkezésre álló kapacitásnál. (Vagy ha úgy tetszik a gépek által ledolgozható munkaidő egyik hónapban sem lehet kevesebb, mint a szükséglet.)

A **b** vektorban itt 0 szerepel, hiszen ha az egyenlőtlenséget egy oldalra rendeztük, akkor a másik oldalon 0 marad. Természetesen a modell méretének csökkentése érdekében a gépi munka mérlegfeltételeknél csak azokat a hónapokat tüntettük fel, amelyekben az adott gép munkája iránt igény, vagy jelentősebb igény merül fel.

A gépi munka mérlegfeltételek után a munkaerőre vonatkozó mérlegfeltételt találjuk. A növényeknél a 100 ha területen való termeléshez felhasználandó munkaórát, a munkaóra változónál az 1 óra kapacitást adtuk meg. Ebből kitűnik, hogy a munkaerő felhasználásra nem adtunk meg havonta mérlegfeltételt, tekintve, hogy az adott településen igen nagy a munkanélküliség, és az év bármely időszakában megszerezhető a szükséges munkaerő. Elegendő volt tehát csak az éves munkaerő mérleget megadni. Ennek megfelelően a modell megoldása során a munkaóra változó megadja az egész évi munkaóra szükségletet.

A következő feltételként (inkább csak illusztrációként) előírtuk, hogy a kukorica termőterülete nem haladhatja meg a 86 ha-t, majd azt, hogy az őszi búza és a napraforgó terület aránya nem haladhatja meg a 2:1 arányt.

A továbbiakban a munkabér adatait találjuk. Itt a növényeknél a 100 ha terület éves munkabér igényét adtuk meg. Ez a sor részben arra szolgálhat, hogy ebből könnyen kiszámíthatjuk az éves munkabér igényt (sőt ha a munkaórához hasonlóan egy munkabérváltozót építünk a modellbe, a megoldás során e változó értéke azonnal mutatja a munkabér szükségletet), másrészt ez a sor egyik célfüggvényként is szolgálhat, s megoldhatjuk a modellt úgy is, hogy mi lenne az optimális termelési szerkezet, ha pl. a munkabér minimalizálása lenne a célunk. Itt tehát a célfüggvény minimumát keressük, azaz minimumfeladattal állunk szembe.

Végül két jövedelem célfüggvényt találunk.

Az egyik célfüggvény azt mutatja, hogy mennyi lenne a jövedelmünk, ha a termelést bérmunkában (alkalmazottakkal, napszámosokkal?) végeztetnénk, a másik pedig azt mutatja, hogy mennyi lenne a jövedelmünk, ha a termelést saját munkaerővel végezzük. Természetesen bármelyik célfüggvénnyel optimalizálunk, a célfüggvény maximumát keressük, azaz maximumfeladattal állunk szembe.

Meg kell jegyezni, hogy itt csupán példafeladattal dolgoztunk, tehát az adott számok a mai körülmények között nem valósak. Másrészt, mint már arról szó volt nagyon leegyszerűsítettük a modellt. Igaz, hogy amikor a modell készült, akkor az adatok egy valós vállalatra vonatkoztak, és érdekes következtetésekre adtak lehetőséget.

Másrészt tudnunk kell azt is, hogy a modellben alkalmazott jövedelem célfüggvény nem tartalmazza a vállalat tényleges összes jövedelmét. Ugyanis ebben az egyszerűsített modellben nem szerepel minden költség.

Így például nem szerepelnek az adó és a vállalati általános költségek, stb. Tényleges vizsgálat esetén mindezeket számba kell, illetve lehet venni.

A bemutatott egyszerű modellt tehát csak illusztrációként tekinthetjük.

1. táblázat

Egyszerű lineáris programozási modell a termelési szerkezet és a termelési erőforrások optimalizálására

Megnevezés	X1	X2	X3	Y1	Y2	Y3	Y4	Relációk	b
	Őszi b.	Kukorica	Napraforgó	Rába	MTZ	Kombájn	Merő óra		
Ter	100	100	100	0	0	0	0	=	3,40
Rábaápr	0	77	50	-160	0	0	0	≤	0
Rábaaug	50	0	0	-264	0	0	0	≤	0
Rábaszept	28	0	0	-200	0	0	0	≤	0
Rábaokt	85	100	100	-180	0	0	0	≤	0
Rábanov	31	0	0	-120	0	0	0	≤	0
MTZmárc	67	0	0	0	-120	0	0	≤	0
MTZápr	83	144	100	0	-160	0	0	≤	0
MTZmáj	17	100	0	0	-160	0	0	≤	0
MTZjun	33	36	33	0	-200	0	0	≤	0
MTZjúl	143	0	0	0	-264	0	0	≤	0
MTZaug	25	0	0	0	-264	0	0	≤	0
MTZszept	25	0	143	0	-200	0	0	≤	0
MTZOKT	77	259	0	0	-200	0	0	≤	0
Kombájnjúl	50	0	0	0	0	-200	0	≤	0
Kombájnszept	0	0	40	0	0	-200	0	≤	0
Kombájnokt	0	50	0	0	0	-300	0	≤	0
Merő	714	766	466	0	0	0	-1	≤	0
A kukorica max.	0	100	0	0	0	0	0	≤	0,86
Búza-nforgó arány	1	0	-2	0	0	0	0	≤	0
Mbér 400 FT/ó	285600	306400	186400	0	0	0	0		Min.
Jöv	4880700	9682300	5086300	-980000	-596000	-7500000	0		max.
Jöv(sajátmka)	1596859	5489027	2668080	-980000	-596000	-7500000	0		max.

4. A termelési szerkezet, a fajlagos hozamok és a termelési erőforrások egyidejű optimalizálása

A növénytermesztési tevékenységeket különböző fajlagos hozamokkal (termésátlagokkal) és ennek megfelelően különböző technológiai megoldásokkal, eltérő mennyiségű műtrágya és növényvédő szer, kézi és gépi munkamennyiség felhasználásával lehet végezni. (Hasonló módon lehet más tevékenységeknél is eltérő fajlagos hozamokkal számolni.) Ilyenkor kérdéses lehet, hogy adott esetben milyen fajlagos hozamok elérése az optimális. Ez a probléma merülhet fel, például annak a kérdésnek az eldöntése során, hogy jövedelmezőség szempontjából mennyiben célszerű, vagy milyen esetben célszerű a bio-termesztés megvalósítása, stb.

A probléma megoldására többféle mód lehetséges.

Az egyik módszer lehet, hogy az adott tevékenységet, illetve tevékenységeket, többféle átlaghozamot tervezve, többféle termesztési technológiával készítjük el, az optimalizálás során ezekből választhatjuk ki a legcélszerűbbnek látszó megoldást. Ennek hátránya, hogy viszonylag kevés számú technológiai változatot tudunk vizsgálni, s csak ezek közül választhatunk, tehát tulajdonképpen nincs szó az átlaghozamok optimalizálásáról. Előnyeként hozható fel, hogy komplex technológiai változatokkal dolgozhatunk. Tulajdonképpen ez a megoldás eleve biztosíthatja mind a célfüggvény, mind pedig a mérlegfeltételek nem lineáris kezelést is, hiszen a különböző átlaghozamú termesztések célfüggvény értékeit összehasonlítva eleve nemlineáris függvényhez juthatunk.

A másik megoldás abból indul ki, hogy a növénytermesztési technológiák anyag, munka és gépi munka, stb. igénye egyrészt termőterület nagyságától függő, azaz a termőterülettel arányos, másrészt a hozamoktól függő, azaz a hozamokkal arányos. Így például a termőterület felszántása a terület nagyságától függ, azaz pl. egy 100 ha-os táblán 100 ha a terület felszántásához százszor annyi időre van szükség, mint 1 ha terület felszántásához. Ugyanakkor a műtrágya szükséglet az elérendő hozamok függvénye, tehát 5 tonna termés eléréséhez ötször annyi, vagy nem lineáris esetben valamilyen függvény alapján meghatározható mennyiségű műtrágyára van szükség.

Természetesen, ha teljesen szabatosak kívánunk lenni, akkor azt kell mondanunk, hogy vannak olyan technológiai elemek, amelyek részben a terület, részben pedig a hozamok függvényei.

Eljárhatunk tehát úgy is, hogy az adott tevékenységekre vonatkozó termesztési technológiákat két részre bontjuk. Elkészítünk egy technológiát a termőterület egységére, pl. 100 ha területre. Ezután elkészítünk egy technológiát egységnyi (pl. 1 tonna) termés megtermelésére. Természetesen mind a termőterülethez, mind a hozamokhoz kapcsolt technológia több változatban is elkészíthető.

A matematikai modell megegyezik a termelési szerkezet és a termelési erőforrások optimalizálása során megfogalmazottakkal, azonban most az ott ismertetett változók, illetve azok közül mindazok, amelyeknél a fajlagos hozamot is optimalizálni kívánjuk, két változóra bontva kerülnek a matematikai modellbe. A területre vonatkozó változókhoz természetesen negatív célfüggvény paraméterek tartoznak, hiszen ezek nem hoznak árbevételt, csak a hozzájuk kapcsolt műveletek költségeit tartalmazzák. A hozamokhoz tartozó változók viszont pozitív célfüggvény értéket képviselnek, az árbevétel és a hozamokhoz kapcsolódó költségek különbözetét.

Ahhoz, hogy az adott terméket termeljük, illetve az adott tevékenységet folytassuk, szükséges, hogy a hozamváltozók a területváltozókhoz tartozó költségeket is el tudják viselni.

Ebben az esetben viszont lineáris célfüggvény esetén, ha a termelést más tényezők nem korlátozzák (anyagfelhasználás, pénzügyi lehetőségek stb.) a hozam minden határon túl emelkedne, azaz a modell felülről nem lenne korlátos, tehát nem lenne megoldható. Ennek kiküszöbölése érdekében a modellbe minden ilyen termékre be kell építeni egy felső korlátos feltételt, amely a hozamot és a területet összekapcsolva felülről korlátozza az elérhető hozamot.

Tegyük fel, hogy a j-edik tevékenység területét x_j^t , a hozamát x_j^q , az elérhető legmagasabb fajlagos hozamot pedig γ jelöli. Ebben az esetben be kell építeni a modellbe a következő feltételt.

$$46. \quad x_j^q \leq \gamma x_j^t$$

Ebből a fajlagos hozam egyszerűen kiszámítható, azaz

$$47. \quad \gamma = \frac{x_j^q}{x_j^t}$$

A 46. feltétel modellbe építése esetleg elmaradhat, amennyiben a hozamot nemlineáris célfüggvénnyel vizsgáljuk. Ez esetben ugyanis valószínűleg a hozam emelkedésével egy bizonyos ponton túl, gyorsütemben emelkednének a költségek, s ez a költségemelkedés egy idő után már nem tenné jövedelmezővé a termés hozam emelkedését.

5. A növénytermesztési technológiák optimalizálása

Az előbbieken a komplex termesztéstechnológiai tervek kidolgozását feltételeztük. Ez a gyakorlati igényeket általában kielégíti, sőt lehetővé teszi, hogy több technológiai változat kimunkálásával közelítsünk az optimális megoldás felé, mégis azt kell megállapítanunk, hogy egyáltalán nem biztos, hogy az így kiválasztott technológiai változat az adott körülmények között optimális.

Felvetődik a kérdés, hogy van-e lehetőség arra, hogy a termesztéstechnológiai tervezést is optimalizálással készítsük el? A továbbiakban a technológia tervezésének optimalizálásával foglalkozunk.

Tekintsünk el a probléma gazdasági és közgazdasági hátterének - az irodalomban amúgy is megtalálható - részletes vizsgálatától és koncentráljunk csupán a matematikai modell rövid leírására.

5.1. A növénytermesztési technológiák optimalizálása adott átlaghozamok mellett.

Induljunk ki a legegyszerűbb esetből, amikor a termőföld és az időjárási tényezők ismeretében, több éves tapasztalataink, esetleg termelési függvényszámítások, prognózisok, stb. alapján megtervezük az adott növény elérhető átlagtermését, és természetesen, azzal szoros összhangban az anyagszükségletét, (szerves trágya, műtrágya, növényvédő szerek, stb.).

Meghatározzuk az elvégzendő munkaműveleteket, azok kapcsolatát, optimális elvégzésük kezdeti és befejezési időpontját, a művelet elvégzése során alkalmazható eszközöket, gépkapcsolatokat, illetve azok összes lehetőségeit, s optimalizálással kívánjuk eldönteni a műveleteknek az optimális időn belüli ütemezését, valamint a lehetséges munkaműveleti módok, illetve gépkapcsolatok közül az optimális megoldásokat.

A matematikai modell megfogalmazásához vezessük be a következő jelöléseket:

x_j – a j-edik növény vetésterülete ha-ban

m_{jki}^{hr} – a j-edik növény fajlagos igénye (1 ha-on történő termelés igénye) a k-adik művelet iránt ($k=1,2,\dots,m$) az i-edik időszakban, a műveletet adott erő és munkagépkapcsolattal végezve (h-az erőgépre, r-a munkagépre utal).

y_h – a h-adik erőgépből szükséges mennyiség

y_r – az r-edik munkagépből szükséges mennyiség

y_z – a szakmunkás szükséglet

y_s – a segédmunkás szükséglet

q_{jf} – a főtermék tervezett átlaghozama (a j mindvégig a j-edik növényre utal.)

q_{jm} – a melléktermék átlaghozama

q_{ji} – az i-edik anyagfélésekből (szerves trágya, műtrágya, vegyszer, stb.) szükséges mennyiség a tervezett fajlagos fő és melléktermék esetében hektáronként

a_{jki}^{hr} – a m_{jki}^{hr} – munkaművelethez tartozó fajlagos teljesítményadatok (pl. fajlagos műszakszükséglet).

Z_{jki}^{hr} – a m_{jki}^{hr} – munkaművelet elvégzésének a szakmunkásszükséglete

S_{jki}^{hr} – a m_{jki}^{hr} – munkaművelet elvégzésének a szakmunkásszükséglete

g_{jh} – az egy erőgép-

g_{jr} – az egy munkagép-

g_{jz} – az egy szakmunkás-

g_{js} – az egy segédmunkás-

által, az i-edik időszakban ledolgozható műszakok száma

p_{jf} , illetve p_{jm} a fő, illetve a melléktermék egységára

p_{ji} – az i-edik anyagféléség egységára

p_{jki}^{mkr} – az m_{jki}^{hr} művelet elvégzésének proporcionális (változó) költsége (üzemanyag, munkabér, stb. költség.)

p_h, p_r, p_z, p_s , - egységnyi erő, illetve munkagép, szak- és segédmunkás éves fix költsége (amortizáció, javítási költség, adó, biztosítás, tárolás, munkásszállás, stb.).

F_j – a j-edik növény termelésére rendelkezésre álló terület ha-ban (100 ha-os technológia esetén 100 ha)

β - arányszám, amelyet akkor alkalmazunk, amikor a kapcsolatba hozott változók arányát nem egy az egyhez kívánjuk meghatározni.

Fogalmazzuk meg a fenti szimbólumok felhasználásával a matematikai modellt.

Az első lépésben előírjuk, hogy a j-edik növény termesztésének technológiáját, F_j területre optimalizáljuk, azaz

$$48. \quad x_j = F_j \quad (\leq, \geq)$$

Amennyiben $F_j=100$, akkor 100 hektárra állítjuk elő a technológiát, de természetesen F_j megegyezhet az adott tábla területével is, stb., illetve alkalmazható az

$$49. \quad F_{i0} \leq x_j \leq F_j^0$$

Speciális esetekben a területkorlát elhagyható. (lásd. Irodalom)

A továbbiakban elő kell írni a modellben, hogy a termelés méretének megfelelően valamennyi munkaműveletet elvégezzük, azaz mérlegkapcsolatokat kell előírni a termelési változó és a műveleti változók között.

A munkaműveletek a mérlegfeltételek szempontjából három csoportba sorolhatók:

1. A termőterülethez kapcsolódó műveletek:

Ezeket a területtel arányos mennyiségben kell elvégezni (pl. a talajmunkák), azaz

$$50. \quad x_j = \sum_j \sum_k \sum_r^{hr} m_{jki}$$

Tehát előírtuk, hogy a j-edik növénynél elvégzendő k-adik műveletet ($k=1,2, \dots, m$) a növény teljes termőterületén el kell végezni. A különböző gépkapcsolatokkal és az optimális időn belül a különböző részidőkben végzett műveleteket összegezve nyerjük a j-edik növényvel kapcsolatos k-adik műveletet, s az legyen egyenlő a termőterülettel.

Az 50. formulát egy oldalra rendezve építjük be a matematikai modellbe, azaz

$$51. \quad x_j - \sum_j \sum_k \sum_r^{hr} m_{jki} = 0 \quad (\leq, \geq)$$

A továbbiakban ezt a formulatípust alkalmazzuk.

Lehetséges az is, hogy az adott műveletet nem a termőterülettel azonos területen kell elvégezni, hanem csak annak egy részén, vagy annak többszörösén. Ilyenkor a β arányszámmal fejezzük ki, illetve írjuk elő, hogy az egyik változó hányszorosa legyen a másik változónak, pl.

$$52. \quad \beta x_j - \sum_j \sum_k \sum_r^{hr} m_{jki} = 0 \quad (\leq, \geq)$$

Tekintve, hogy a műveletek célfüggvény értéke mindig 0, ezért elegendő általában a kisebb, vagy egyenlő reláció előírása, mert az ugyanazt az eredményt szolgáltatja, mintha egyenlőséget írnánk elő. Végül megjegyezzük még, hogy amennyiben mind a k-adik, mind a k+1-ik művelet a területtel arányos, akkor a

$$53. \quad x_j - \sum_j \sum_k \sum_r^{hr} m_{jki} = 0 \quad (\leq, \geq)$$

és a

$$54. \quad x_j - \sum_j \sum_k \sum_r^{hr} m_{jk+1i} = 0 \quad (\leq, \geq)$$

feltételek helyett a

$$55. \quad x_j - \sum_j \sum_k \sum_r^{hr} m_{jki} = 0 \quad (\leq, \geq)$$

és a

$$56. \quad \sum_j \sum_k \sum_r m_{jki}^{hr} - \sum_j \sum_{k+1} \sum_r m_{jk+1i}^{hr} = 0 \quad (\leq, \geq)$$

formulák is alkalmazhatók, azaz nem szükséges valamennyi műveletet a termelési változóhoz kapcsolni, hanem bármely művelet kapcsolható az őt megelőző művelethez is. (Ez természetesen akkor is lehetséges, ha a két művelet elvégzendő mennyisége nem pontosan egyezik meg a termelési változóval, csak akkor a változók arányaira is be kell építeni a modellbe a szükséges paramétereket.

Annak érdekében, hogy ne forduljon elő esetleg olyan fonákság, hogy a műveletek elvégzésének ideje felcserélődik (pl. előbb vetünk, aztán szántunk) feltételeket kell a modellbe előírni a műveletek egymásutániségára is. Erre többféle lehetőség van, amit az irodalomból megismerhetünk.

2. A terméshozamhoz kapcsolódó műveletek (pl. a termés beszállítása raktárba, vagy vevőhöz):

Ebben az esetben főtermékre vonatkozóan a

$$57. \quad q_{jf} x_j - \sum_j \sum_k \sum_r m_{jki}^{hr} = 0$$

melléktermékre pedig a

$$58. \quad q_{jm} x_j - \sum_j \sum_k \sum_r m_{jki}^{hr} = 0$$

feltételek alkalmazhatók, ahol a terméshozamokat adottnak tételezzük fel, amit természetesen a modellben egyenlettel írunk elő.

3. A termesztéshez felhasználandó anyagmennyiségekhez kapcsolódó műveletek (pl. szerves- és műtrágya, stb.):

Ebben az esetben a

$$59. \quad q_{ji} x_j - \sum_j \sum_k \sum_r m_{jki}^{hr} = 0$$

formula alkalmazható.

Részletesebb kifejtés nélkül csupán megjegyezzük, hogy az 56. alatt megismert műveleti kapcsolatok akkor is alkalmazhatók, (megfelelő paraméterek beépítésével,) amikor a műveletek egy része a területtel, más része a terméshozammal, ismét más része az anyagfelhasználással arányos.

Az eddigiek során csak a műveletek közötti kapcsolatokat biztosítottuk. Be kell építeni még a modellbe szükség szerint a munkaerőre (szak és segédmunkásra), valamint a gépek és eszközökre és esetleg az anyagokra vonatkozó mérlegfeltételeket is, azaz

$$60. \quad \sum_j \sum_k \sum_r Z_{jki}^{hr} a_{jki}^{hr} m_{jki}^{hr} - g_{jz} y_z \leq 0$$

a szakmunkás munkaerőre,

$$61. \quad \sum_j \sum_k \sum_r S_{jki}^{hr} a_{jki}^{hr} m_{jki}^{hr} - g_{js} y_s \leq 0$$

a segédmunkaerőre,

$$62. \quad \sum_j \sum_k \sum_r a_{jki}^{hr} m_{jki}^{hr} - g_{jh} y_h \leq 0$$

az erőgépekre

$$63. \quad \sum_j \sum_k \sum_r a_{jki}^{hr} m_{jki}^{hr} - g_{jr} y_r \leq 0$$

a munkagépekre vonatkozó mérlegfeltételek.

Értelemszerűen fogalmazzuk meg általában az eszközökre és anyagokra vonatkozó feltételeket.

Természetesen amennyiben a gépek és eszközök korlátozott mértékben állnak rendelkezésre és valószínűsíthető, hogy olyan termelési szerkezetet is kaphatunk, amelyhez a szükséges kapacitást nem tudjuk biztosítani, akkor bármely erőforrás változó felülről is korlátozható.

A feltételrendszer megfogalmazása után fel kell építenünk a célfüggvényt. Természetesen a modellt többféle célfüggvénnyel is megoldhatjuk.

A nettó jövedelem maximalizálását előíró célfüggvény a következőképpen fogalmazható meg:

$$64. \quad (p_{jf} q_{jf} + p_{jm} q_{jm} - p_{ji} q_{ji}) - \sum_k \sum_i \sum_h \sum_r p_{jki}^{mkr} m_{jki}^{hr} - p_z y_z - p_s y_s - \sum p_h y_h - p_r y_r = \max!$$

Ha a p_{jki}^{mkr} formulában a munkabér költséget nem vesszük figyelembe,

akkor a bruttó jövedelmet kapjuk.

Ha a fő és a melléktermékre vonatkozó árbevételt elhagyjuk, akkor a termelési költséget kapjuk, illetve, ha a proporcionális költségeket is elhagyjuk a célfüggvényből, akkor az éves fix költség összegét kapjuk. A költségfüggvényeket természetesen minimalizáljuk.

5.2. A növénytermesztési technológiák és az átlaghozamok egyidejű optimalizálása

Az előbbi fejezetben a növénytermesztési technológia tervezését úgy tekintettük, hogy feladat az adott, eleve meghatározott átlaghozam mellett, a munkaműveletek időbeliségének és elvégzési módjának, az anyag és eszközszükségletnek, s a költség és a jövedelemadatoknak a meghatározása. Technológiai változatokon pedig ezek különböző variációját értettük.

Az alapvető döntési feladatok vizsgálatánál szó volt azok kölcsönös kapcsolatáról és kölcsönhatásáról, s e szerint nem csak a termesztési technológia függ az átlaghozamok elérhető, illetve tervezett színvonalától, hanem ennek fordítottja is igaz, vagyis az elérhető átlaghozam függ a termesztési technológiától.

Márpedig, ha két tényező egymással kölcsönhatásban van, semmiképpen nem az a célszerű eljárás mennyiségi meghatározásukra, hogy az egyik tényező értékét rögzítve, ehhez viszonyítva határozzuk meg a másik tényező mennyiségi értékeit. Különösen így van ez, ha a két tényező, vagy azok egyike több elemből áll, és a két tényező között sztochasztikus jellegű mennyiségi viszony áll található.

Közelebb vinne bennünket a probléma megoldásához, ha az átlaghozamokat több, különböző szinten rögzítve készítenénk termesztési technológiákat, s azok összehasonlítása alapján kísérelnénk meg kiválasztani a legcélszerűbb átlaghozam szintet, illetve az ahhoz kapcsolódó technológiát, vagy pedig sok többtényezős kísérletet végeznénk összefüggésük meghatározására.

Ilyen kísérletek azonban nehezen végezhetőek el, különösen, ha meggondoljuk, hogy azokat talajtípusonként is el kellene végezni, másrészt az időjárás tényezőket nem tudjuk rögzíteni, mert az, tőlünk független és változó. Szakmai tapasztalatok és ismeretek birtokában azonban tudunk adni egy becslést arra vonatkozólag, hogy adott területen, (adott vállalat, adott talajtípusán, vagy tábláján), adott növény és fajta termesztésével maximálisan milyen átlaghozamot érhetünk el, vagy legfeljebb milyen átlaghozamot célszerű elérni. Lehet, hogy ez a szint messze esik a maximális lehetőségtől, mégis elfogadhatónak ítélnél, eléréséhez - ha az kifizetődik - hajlandók vagyunk áldozatot hozni, vagy legalábbis olyan szintnek tartjuk, amely feletti átlaghozam már nem jövedelmező.

Ekkor viszont már felmerül az a kétely is, hogy az így meghatározott maximális szint jövedelmező-e, vagy a jövedelmezőség határa valahol ez alatt van.

A különböző technológiai elemek és az átlaghozam közötti kapcsolatokról azonban vannak bizonyos ismereteink (kísérletekből, a termelés múltbeli adatainak elemzéséből, kutató intézetek és gyártó cégek által megadott paramétereiből, intuíciók alapján, stb.). Ezzel kapcsolatban a következőket állapíthatjuk meg:

1. A technológiai elemek egy része nincs kapcsolatban az átlaghozamokkal, csak a termőterület nagyságával. Ilyenek általában a talajmunkák.
2. A technológiai elemek másik része a terméshezammal van kapcsolatban. Vagy úgy, hogy a technológiai elem szintje hat az átlaghozam nagyságára (pl. műtrágya felhasználás mennyisége), vagy úgy, hogy a termésátlag szintje határozza meg az adott technológiai elemet (pl. a megtermelt termés magtárba, vagy piacra szállítása).

A terméshezammal kapcsolatos elemek és a termésátlag közötti összefüggés lehet lineáris (pl. a megtermelt termés elszállítása), vagy nemlineáris (pl. a műtrágya felhasználás és a terméshezam kapcsolata.).

3. Van a technológiai elemeknek egy olyan csoportja, amely részben a területtel, részben pedig az átlaghozammal van kapcsolatban. Így pl. az őszi búza kombájnnal történő betakarítása a területtel is kapcsolatos, mivel be kell járni a területet, de egyidejűleg a terméshozammal is kapcsolatos, mert a haladási sebesség, s így a teljesítmény és üzemanyag felhasználás, stb. is függ a terméshozamtól.
4. Végül megjegyezhetjük, hogy a technológiai elemek egy csoportja, amely folyamatosan változó (pl. üzemanyag felhasználás), más csoportja szakaszosan változó (pl. állóeszközök amortizációja).

Eltekintve a mezőgazdaságban általában fellelhető bizonytalansági tényezőktől, a vázolt csoportosítás alapján viszonylag könnyű helyzet adódik a területtel, vagy a terméshozammal, vagy mindkettővel arányos technológiai elemek, valamint a folytonosan- és a diszkrétan változó tényezők vonatkozásában, ha azok lineáris, vagy nemlineárisan jól megközelíthető összefüggést mutatnak.

Nehezebb a helyzet a nemlineáris, sztochasztikus összefüggések esetén (szerencsére azonban e kategóriába nem sok tényező, alapjába véve a szerves és a műtrágya felhasználás, esetleg egyes növényvédő szerek tartoznak.). Ezekre vonatkozólag viszont számos vizsgálatot végeztek, s ezért a kapcsolat természetére vonatkozólag bizonyos - bár távolról sem kielégítő - információkkal rendelkezünk, amelyek a tudomány fejlődésével még valószínűleg finomodnak.

Hangsúlyozva információink jelenlegi hiányosságait, a továbbiakban egy olyan modell rövid leírásával foglalkozhatunk, amely az előbbieken kifejtett összefüggéstípusok figyelembevételével lehetővé teszi a terméshozam és a technológia egyidejű, egymással szoros kapcsolatban történő optimalizálását, s talán a vázolt összefüggéstípusok célszerű kezelésével a valóság reálisabb megközelítését (természetesen annál inkább, minél tökéletesebbek lesznek a tudomány által szolgáltatott információink.)

Induljunk ki az előbbi fejezetben megismert modellből, (felhasználva az ott alkalmazott szimbólumokat), amelynek viszonylag egyszerű változtatásával lehetővé válik a probléma megoldása.

Mindenek előtt a termesztési változót két változóra bontjuk, mégpedig a területváltozóra, amely a termelési területet reprezentálja, jelöljük x_j^t -vel, valamint terméshozam változóra, amely az x_j^t területen megtermelendő terméshozamot reprezentálja, jelöljük x_j^q -val. Az egyszerűség kedvéért tételezzük fel, hogy egyetlen anyagféleséget, (vagy esetleg anyagcsoport költségét) vesszük figyelembe, amely kapcsolatban van a terméshozammal és ez a kapcsolat nemlineáris függvénnyel jellemezhető.

Ezt az anyagot q_{ij} -vel jelöltük. Ennek a terméshozammal való kapcsolatát a

$$65. \quad q_{ij} = \Phi(x_j^q)$$

Most fejlesszük tovább a modell feltételrendszerét. Mindenek előtt egy mérlegfeltételt kell a modellbe építeni a terület és a terméshozam kapcsolatára vonatkozóan, azaz

$$66. \quad x_j^q \leq q_{jf} x_j^t$$

amit egy oldalra rendezve kapjuk, hogy

$$67. \quad x_j^t - q_{jf} x_j^t \leq 0$$

A mérlegfeltételeket úgy alakítjuk át, hogy mindazokat a műveleti változókat, amelyek a területtel vannak kapcsolatban, azokat a területváltozóhoz, amelyek a terméshozamokkal vannak kapcsolatban, azokat a terméshozam változóhoz kapcsoljuk, illetve amelyek mindkét változóval kapcsolatban vannak, azokat mindkét változóhoz kapcsoljuk, természetesen megfelelő arányban.

Be kell építeni a modellbe az anyagszükségleti mérlegfeltételeket is (mint láttuk itt a nem-lineáris függvény is felmerülhet), valamint a modellbe építjük a gép és eszközökre vonatkozó feltételeket is, az előbbi fejezetben ismertetett módon.

A célfüggvényt úgy alakítjuk ki, hogy a területváltozó célfüggvénye tartalmazza, azokat a hozamokat és költségeket, amelyek a területhez kapcsolhatók. (Pl. terület alapú állami, vagy uniós támogatások, a területtel kapcsolatos adó, a területhez kapcsolódó biztosítási költségek, stb.)

A terméshozam változó tartalmazza az árbevételt és a terméshozamhoz kapcsolható költségeket, illetve ezek különbségét. (Pl. terméshozammal arányos biztosítási költségek, esetleg azon anyagok költségei, amelyeket nem műveletekhez, hanem a terméshozamhoz kapcsolunk, stb.)

Csupán megjegyezhetjük, hogy e helyütt csak a főtermékről volt szó. A melléktermék hasonlóképpen kezelhető, vagy a főtermékkel arányosítva, amivel e helyütt nem foglalkozunk.

A műveleti költségek célfüggvény értékei negatív értékek, s tartalmazzák a művelethez kapcsolható költségeket. (Pl. munkabér, üzemanyag költség, esetleg más anyagköltségek, stb.).

Az állóeszköz változók tartalmazzák az állóeszköz fix költségeit.

Mindezekből kitűnik, hogy itt az előbbi fejezetben megismert célfüggvény alkalmazásáról van szó.

6. A célfüggvény néhány kérdése

A kérdéssel e helyütt csak egészen röviden foglalkozunk, részletesebb ismeretek az irodalomból megszerezhetők.

Mint már arról szó volt a mezőgazdasági vállalatoknál több célfüggvény alkalmazható. A mai gazdasági helyzetben az árutermelő gazdaságokban a legfontosabbnak tartom a nettó jövedelem célfüggvényt.

Ugyanakkor azokban a kisgazdaságokban, amelyek kizárólag a saját ellátásra termelnek, valószínűleg fontosabb a termelési költség minimalizálása.

Azokban a gazdaságokban viszont, amelyek a saját ellátás mellett részben piacra is termelnek, fontos lehet a nettójövedelem, s e mellett a bruttó jövedelem célfüggvénnyel is megvizsgálni a modellt.

Természetesen más célfüggvények is számításba jöhetnek (pl. állami támogatás maximalizálása, EU támogatás maximalizálása, munkabér költség minimalizálása, vagy maximalizálása, anyagköltség minimalizálása, a gépek fix költségének a minimalizálása, a bérmunka végzendő munkák költségének a minimalizálása, stb.

Mint már arról is szó volt a célfüggvény (és természetesen a mérlegfeltételek) egy része is lehet lineáris, vagy nemlineáris.

Lehetőség van arra is, hogy modellt több célfüggvénnyel is megvizsgáljuk, és ennek alapján válasszuk ki azt a tervváltozatot, amelyik számunkra a legkedvezőbb.

További lehetőség, hogy az egyes célfüggvényekkel nyert tervváltozatokat alternatív optimumokként tekintjük és azokból alkalmasan megválasztott megoszlási viszony-számok felhasználásával, újabb és újabb tervváltozatokat képezhetünk.

Ha az azonos feltételeket kielégítő tervváltozatokból megoszlási viszonyszámok felhasználásával újabb tervváltozatot képezünk, akkor az így képzett tervváltozat is eleget tesz az adott feltételrendszernek.

Természetesen, ha különböző feltételekkel nyert tervváltozatokból képezünk megoszlási viszonyszámok segítségével újabb tervváltozatot, akkor az így nyert tervváltozat az alapul vett tervváltozatok feltételrendszerének valamilyen keverékét elégíti ki.

Lehetőség van arra is, hogy a modellben alkalmazott célfüggvényekből valamilyen kombinációval képezzünk újabb célfüggvényt, s ezzel oldjuk meg a modellt.

Megvan a lehetősége annak, hogy pl. az egységnyi költséggel elérhető jövedelmet, azaz a jövedelmezőségi mutatót maximalizáljuk.

Érdekes megoldás lehet az is, amikor az eddigiekben megismert célfüggvényt, vagy célfüggvényeket mérlegfeltételként építjük a modellbe, s természetesen beépítjük a célfüggvényeknek megfelelő modellváltozót is, a forrásváltozókhoz hasonlóan, előírva, hogy a célfüggvény változó értéke egyezzen meg a modellben biztosítható célfüggvény értékkel. Ebben az esetben, a célfüggvényben minden modellváltozóhoz nulla célfüggvény koefficiens tartozik, kivéve a célfüggvény változót, melynek paramétere = 1, vagyis ez esetben egyetlen változót maximalizálunk, vagy minimalizálunk. Ez a számítástechnika szempontjából is érdekes megoldás.

Amint látjuk, a célfüggvény kezelésére sokféle lehetőség kínálkozik. Ekkor még nem is szóltunk a vektormaximum problémáról, valamint arról sem, hogy milyen megoldás lehetséges, ha több célfüggvényt alkalmazunk és azok egy része lineáris, más része nemlineáris célfüggvény. Szerencsére azonban ezek az elméleti kérdések a gyakorlati alkalmazásokat kevésbé érintik.

7. Vegyes-egészértékű (diszkrét) programozás

Már korábban is szó volt arról, hogy egyes modellváltozóknál szükségessé válhat az egészértékűség követelményének a megfogalmazása, vagyis annak kikötése, hogy a modell megoldása során ezekre a változókra csak egészértékű megoldásokat fogadunk el.

Valójában felvethető az egészértékűség követelménye termelési, stb. változók esetében is, így például amennyiben a növénytermesztési változó egy táblát reprezentál, s ebből adódóan a termelési technológia sem 100 ha területre, hanem az adott tábla területére vonatkozik, akkor előírhatjuk, hogy a modell megoldása során, az adott táblán bármely növény, és bármely termeléstehnológiai változat csakis az egész tábla területére fogadható el. Furcsa megoldás lenne ugyanis, ha pl. egy 86 ha-os táblán 79 ha-on az egyik, 7 ha-on egy másik növényt termesztenénk.

Célszerű lehet tehát a 100 ha-ra kidolgozott növénytermesztési technológiákat az adott tábla területének megfelelő területnagyságra konvertálni, vagy eleve erre a területnagyságra kidolgozni, s a modell megoldása során az egészértékűség követelményét előírni.

Ugyancsak felmerülhet az egészértékűség követelményének az előírása az állattenyésztési, illetve állattartási változóknál, amennyiben pl. egy állattenyésztési telep létesítését csak akkor kívánjuk megvalósítani, ha a telep pontosan egy adott méretben valósítható meg.

Szintén felmerül az egészértékűség követelménye az állóeszköz forrásváltozók esetében, különösen a nagy értékű gépekkel és épületekkel kapcsolatban, különösen akkor, ha nincs lehetőségünk azok vállalaton kívüli (pl. bér munka végzése, bértárolás, stb.) hasznosítására. Természetesen a vállalaton kívüli hasznosításra is beépíthető a modellbe változó, amikor a modell megoldása megadja a vállalaton kívüli hasznosításra rendelkezésre álló kapacitást is.

Amennyiben például a termelési változók folytonos, a forrásváltozók pedig egészértékű változók, akkor a 20. formulát átalakítva a következő formula alkalmazható:

$$\begin{aligned} \mathbf{x}, \mathbf{y} &\geq \mathbf{0} \\ \mathbf{Ax} - \mathbf{By} &\leq \mathbf{0} \\ 68. \quad z &= \sum_j (T_j - C_j^{\text{vált}} - \sum_h \frac{C_{ah}^{\text{fix}} y_h^a}{\mathbf{1}^T \mathbf{Z}_h \mathbf{x}} \mathbf{1}^T \mathbf{z}^h) x_j = \text{extr.} \\ &(\mathbf{x} \in \mathbf{E}_{n1}^+; \mathbf{y} \in \mathbf{I}_{n2}^+) \end{aligned}$$

vagyis előírtuk, hogy az \mathbf{x} vektor elemei folytonosan, az \mathbf{y} vektor értékei diszkrétan változók lehetnek, illetve legyenek, ahol:

\mathbf{E}_{n1}^+ n_1 dimenziós euklideszi tér nem negatív ortánsa;

\mathbf{I}_{n2}^+ pedig az n_2 dimenziós euklideszi tér azon nem negatív vektorainak halmaza, amelyeknek a koordinátái egész számok.

A lehetséges programok L halmazát tehát az (\mathbf{x}, \mathbf{y}) vektor-párok alkotják. Olyan nem negatív (és \mathbf{y} esetében egészértékű) vektorok, amelyek kielégítik a modellben megfogalmazott $\mathbf{Ax} - \mathbf{By} \leq \mathbf{0}$ feltételrendszert és a célfüggvény extrém értéket vesz fel.

Természetesen most csak példaként tételeztük fel, hogy a termelési változók mindegyike folytonos, a forrásváltozók mindegyike egészértékű. Ugyanígy lehetséges, hogy a termelési- és a forrásváltozók között is egyaránt vannak folytonos és egészértékű változók is.

8. Nemlineáris programozás

A mezőgazdaságban felmerül a nemlineáris programozás alkalmazásának a lehetősége is. Sőt ha meggondoljuk a mezőgazdasági összefüggések általában nem lineárisak, sokszor csak igen bonyolult, nemlineáris függvényekkel lennének megközelíthetők. Ha meggondoljuk, hogy ezek a bonyolult, nemlineáris kapcsolatok egyidejűleg sztochasztikus kapcsolatok is, mind az összefüggés tartalmát, mind paramétereiket tekintve, vállalatonként is és időben is eltérőek, igen nehéz helyzet előtt állunk.

Az eddigiek során már foglalkoztunk a nemlineáris feltételrendszer és célfüggvény problémáival, valamint az irodalomból részletesebb ismereteket szerezhettünk, ezért e helyütt csak röviden térünk ki néhány kérdésre.

Ez ideig 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. Ennek hiányában a mezőgazdasági vállalati gazdálkodás nemlineáris összefüggéseit kénytelenek vagyunk intuitív úton megközelíteni.

De valószínű, hogy nem is a széleskörű és hosszú időtartamra szóló kísérletek adhatnak megoldást. Egyrészt lehetetlen sokéves és különböző talajtípusokon végzett üzemi kísérletekre alapozni a mezőgazdasági paraméterek megtervezését, másrészt, ha erre elegendő pénz, idő és elegendő szakember állna is rendelkezésre, egy adott körülmény (időjárás, talaj, stb.) valószínűleg nem ismétlődik meg pontosan. Nincs lehetőség arra, hogy minden talajtípusra és mindenféle időjárás körülményekre minden növényre vonatkozóan többéves kísérletet végezzünk.

Inkább az látszik megvalósíthatónak, hogy műholdak segítségével meghatározzuk az adott mezőgazdasági tábla pontos helyét, méretét, s elemezzük a tábla területén (ma már foltokban is kimutatható) a talaj minőségét, szerkezetét, nedvességtartalmát, ásványi anyag tartalmát, stb.

A növény igényét ismerve, meg tudjuk határozni a műtrágya szükségletet adott termés eléréséhez, illetve meg tudjuk becsülni adott növényre vonatkozóan a várható terméshozamot, s ha szükséges folyamatosan figyelemmel tudjuk kísérni és korrigálni, terv adatait, stb.

Sőt mi több, a számítógépünkön, vagy egy központi szerveren rendelkezésre áll a különböző növények, különböző táblákon elérhető átlaghozamának meghatározásához szükséglet függvény, vagy az általunk meghatározott terméshozam eléréséhez szükséges műtrágya, vegyszer, öntözővíz, stb. mennyisége, sőt a felhasználásra legalkalmasabb időpont is.

De ha már itt foglalkozunk a műholdon keresztül történő kommunikációval, akkor itt jegyezzük meg néhány további lehetőséget is.

Eljön az idő, amikor műholdon keresztül meg tudjuk határozni a kártevők és a betegségek jelentkezését és az ellenük való védekezést, sőt a munkaműveleteket végző gépek irányítását is műhold kapcsolattal tudjuk végezni.

Lesz-e annak akadálya, hogy az erő és a munkagépeken mikroprocesszoros azonosító és mérő rendszer(ek) legyen(ek), és mérjék a gép által a tábláig megtett kilométereket és a munkában megtett kilométereket, a kifejtett erőt és az üzemanyag fogyasztást, a munkaművelet során felhasznált anyagmennyiségeket, stb.. S ezeket az adatokat számítógépre továbbítsák a könyvelés számára, megadva természetesen, hogy a munkavégzés melyik táblán, mely növény számára történt, stb..

Ha pedig egyszer eljutunk arra a szintre, hogy az állattenyésztésben és más tevékenységeknél is hasonló eljárások valósulnak meg, akkor a termelési periódus, illetve az év befejezésével, a könyvelés is készen áll, s nem csak pontosabb, mint a jelenlegi, hanem sokkal több információt, elemzést is szolgáltat. Messze vezethetne bennünket, ha a távlati lehetőségeket részletesen számba kívánnánk venni.

Az így szolgáltatott információk aztán jól felhasználhatók a döntésmegalapozási és tervezési, valamint a menetközbeni megfigyelési és ellenőrzési, valamint az operatív irányítási rendszerben.

9. Dinamikus tervezési modellek

Nem kerülhető meg, hogy ha röviden is, foglalkozzunk a tervezés időbeliségének a kérdésével. Felvetődhet ugyanis a kérdés, hogy az éves tervezés lehet optimális az adott évet illetően, de nem biztos, hogy több évre előre tekintve is optimális. Felvetődhet tehát annak az igénye, hogy több évet szem előtt tartva tervezzünk, vagyis készítsünk egy olyan tervet, amely több évre meghatározza a termelést és a gazdálkodást.

Ez a probléma, különböző módon, s ennek megfelelően természetesen különböző eredményességgel oldható meg.

Az egyik lehetőség, ha úgy járunk el, hogy elkészítjük az aktuális év tervét, majd ennek eredményeit a mérlegfeltételekben és a célfüggvényben figyelembe véve, tehát az elkészült tervre alapozva készítjük el a következő év tervét, majd erre alapozva ismét a következő évet, és így tovább. Ezt az eljárást rekurzív programozásnak nevezzük.

A másik lehetőség (és szintén a rekurzív programozás körébe tartozik) az, amikor elkészítünk egy távlati (mondjuk 5, vagy 10 év múlva megvalósítandó) tervet és visszafelé lépegetve újabb és újabb évre készítünk éves tervet, mindaddig, amíg a kiinduló évhez nem jutunk. Ha aztán a kiinduló évre kapott terv nem valósítható meg, akkor módosítjuk az utolsó évet, vagy a közbeeső éveket, és a módosításokkal ismét megoldjuk a modelleket mindaddig, amíg megfelelő terveket nem nyerünk.

A harmadik - és szabatosabb - megoldás a szimultán programozás alkalmazása.

Ebben az esetben, az előbbieken említett éves modelleket egymással összekapcsolva egy nagyobb méretű, kvázi dinamikus modellbe foglaljuk össze, tehát a modellben eleve biztosítjuk az éves tervek közötti kapcsolatokat.

Ez esetben eljárhatunk úgy is, hogy az első év modellblokkja a már teljesült, megvalósult év adatait tartalmazza, s ebben a blokkban minden változóra egyenletet írunk elő, a már megvalósult szintnek megfelelően.

A további évek modellblokkjait átlós irányban, kvázi diagonális modellként építjük fel. Annyi ilyen blokk van a modellben, ahány évet a tervezési időszakban áttekinteni kívánunk.

A modellblokkok a változók tekintetében eltérhetnek. Ugyanis egy hosszabb időszakot tekintve menet közben egyes tevékenységeket elhagyhatunk, másokat bevonhatunk a modellblokkba, változhatnak a termelésben használható gépek és eszközök, állattartási épületek épülhetnek, vagy átalakíthatók, esetleg állatfaj, vagy fajtaváltás valósítható meg, stb.

Változhatnak a modell feltételei is. Ha pl. egy géptípus alkalmazását beszüntetjük, erre már nem kell a modellblokkban mérlegfeltételt előírni, más géptípusokat termelésbe vonhatunk, ezekre mérlegfeltételeket kell a modellbe építeni, beszüntethetők, vagy felvehetők állattenyésztési, vagy állattartási tevékenységek, stb.

Jelentősen változhatnak a termelési korlátokra és arányokra vonatkozó feltételek, a változó piaci igények és lehetőségek, stb. következtében.

Ha a terméshozamot is optimalizáljuk, akkor változhat a maximálisan elérhető terméshozam szintje.

A modellblokkokat több vonatkozásban is összekapcsoljuk.

Kapcsolatot teremtünk a termelési változók között. Pl. nem engedjük, hogy egyik évben legyen állattenyésztő telepünk, a másik évben pedig ne legyen, és a következőben ismét legyen. Állattenyésztési telepet, csak akkor szabad létesíteni, ha azt több évig üzemeltetjük.

Kapcsolatot teremthetünk növénytermesztési tevékenységek között is, előírva, hogy valamely növényt, vagy növénycsoportot minden évben azonos, vagy eltérő területen kell termelni, vagy minden évben azonos, vagy különböző arányban kell termelni, stb.

Összekapcsolhatjuk a modelleket a gép- és eszközváltozók tekintetében is. A bázis modellblokkban adott gép- és eszközparkkal dolgozunk. E gépek egy része a következő időszakokban is használható, más része esetleg a termelésből kiesik, s új gépet kell vásárolni, stb.

A modellblokkok tartalmazhatnak hitelfelvételi és bankbetéti változókat, ezek következményeit (kamatfizetés, vagy kamatnyerés, törlesztés, stb.) a következő blokkokban figyelembe kell venni.

Kapcsolódhatnak a modellblokkok a beruházás, a jövedelem, stb. vonatkozásában.

Végül szoros kapcsolatot teremt a modellblokkok között a célfüggvény.

Egyrészt, mert pl. az előző időszakokban felhalmozott jövedelem alapját képezi a további évek terveinek, másrészt, mert el kell döntenünk, hogy mi legyen a célfüggvény közgazdasági tartalma. Itt most nem csak azt kell mérlegelni, hogy a jövedelem, a költség, a beruházás, stb. lehet célfüggvényünk, hanem azt is, hogy pl. jövedelem célfüggvény esetében mi a célunk. Az, hogy az utolsó évben legyen maximális a jövedelem, vagy a többéves jövedelem összege legyen maximális, stb.

Most ismét azt tapasztaljuk, hogy elméleti szinten a döntésmegalapozás és tervezés dinamikus vizsgálata is sok problémát vet fel, szerencsére a gyakorlat nem igényli ezeknek a kérdéseknek a vizsgálatát. Részletesebb tárgyalása az irodalomban megtalálható.

10. A termelési szerkezet, a fajlagos hozamok, a termesztési technológiák és a termelési erőforrások egyidejű optimalizálása

E helyütt tekintsük át röviden azt az esetet, amikor mind a négy alapvető döntési feladatot, tehát a termelési szerkezetet, az átlaghozamot, a termesztési technológiát és a termelési erőforrásokat egyidejűleg, egymással kölcsönhatásban optimalizáljuk.

Az eddig megismertekre támaszkodva lehetőség van arra, hogy ezt a bonyolult kérdést viszonylag röviden tárgyaljuk.

Tulajdonképpen most az 5. fejezetben tárgyaltak kiterjesztéséről van szó, amikor nem csak egy növénytermesztési technológiáját optimalizáljuk, hanem az optimalizálást kiterjesztjük több növény technológiájának optimalizálására, s egyidejűleg a termelési szerkezet és a termelési erőforrások optimalizálására is.

A könnyebb tárgyalhatóság kedvéért a modellt táblázatos formában tekintsük meg, természetesen jelentősen leegyszerűsítve. (2. táblázat.)

2. Táblázat. A termelési szerkezet, átlaghozamok, technológia és erőforrások egyidejű optimalizálásának modellje

S.	Feltételek	X_{1f}	m_{A1f}	x_{1q}	m_{1q}	x_{2f}	M_{2f}	x_{2q}	m_{2q}	...	x_{nf}	m_{nf}	x_{nq}	m_{nq}	y_h	y_r	Rel	b
1	Első területváltozó műv. blokkja	$\gamma_{x_{1f}}$	$-m_{1f}$	0	0	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	\leq	0
2	Első hozamváltozó műv. blokkja	0	0	$\gamma_{x_{1q}}$	$-m_{1q}$	0	0	0	0	...	0	0	0	0	0	0	\leq	0
3	Második területváltozó műv. blokkja	0	0	0	0	$\gamma_{x_{2f}}$	$-m_{2f}$	0	0	...	0	0	0	0	0	0	\leq	0
	Második hozamváltozó műv. blokkja	0	0	0	0	0	0	$\gamma_{x_{2q}}$	$-m_{2q}$	...	0	0	0	0	0	0	\leq	0
5	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...		...
6	n-edik területváltozó műv. blokkja	0	0	0	0	0	0	0	0	...	$\gamma_{x_{nf}}$	$-m_{nf}$	0	0	0	0	\leq	0
7	n-edik hozamváltozó Műv. blokkja	0	0	0	0	0	0	0	0	...			$\gamma_{x_{nq}}$	$-m_{nq}$	0	0	\leq	0
8	Terület és hozamváltozók kapcsolata	$\beta_{x_{1f}}$	0	$-x_{1q}$	0	$\beta_{x_{2f}}$	0	$-x_{2q}$	0	...	$\beta_{x_{nf}}$	0	$-x_{nq}$	0	0	0	\leq	0
9	Erőgépmérlegek	0	A_{1f}	0	A_{1q}	0	A_{2f}	0	A_{2q}	...	A_{nf}	0	A_{nq}	0	$-gy_h$	0	\leq	0
10	Munkagépmérl.	0	A_{1f}	0	A_{1q}	0	A_{2f}	0	A_{2q}	...	A_{nf}	0	A_{nq}	0	$-gy_h$	$-gy_h$	\leq	0
	Egyébfeltételek	+	+	+	+	+	+	+	+	...	+	+	+	+	+	+	\leq	b
	Területmérleg	X_{1f}	0	0	0	x_{2f}	0	0	0	...	x_{nf}	0	0	0	0	0	=	F
	Jövedelem	Á-k	Á-k	Á-k	Á-k	Á-k	Á-k	Á-k	Á-k	...	Á-k	Á-k	Á-k	Á-k	Á-k	Á-k	=	max!.

A 2. Táblázattal kapcsolatban a következő megjegyzéseket kell megtenni:

Helyszűke miatt a szimbólumokat le kellett rövidíteni.

A táblázat első sorában találjuk a változók megnevezéseit. Itt csak azt lehetett jelölni, hogy területi változó (x_{jf} , vagy hozamváltozó x_{jq} , vagy a területhez kapcsolható műveleti változó m_{jf} , vagy a hozamhoz kapcsolható műveleti változó m_{jq} , illetve erőgép y_h , vagy munkagép m_{jr} változóról van szó.

A változók után következik a relációk oszlopa, majd a **b** vektor.

Ezután következnek a munkaműveletek mérlegfeltételeire vonatkozó modellblokkok, mégpedig külön blokkot alkotva a területtel kapcsolatos műveletek és külön blokkot a terméshozammal kapcsolatos műveletek.

Mérlegfeltételeket jelöltünk meg a terület és a hozamváltozók kapcsolatára, hogy a termés-hozam nem haladhatja meg a maximálisan elérhető hozamot.

Ezután következnek az erőgépekre és a munkagépekre vonatkozó blokkok, amelyek mint látható a műveleti blokkokhoz vannak kapcsolva. (Helyszűke miatt az A blokkok jelölését nem különböztettük meg erőgép és munkagép szerint, hanem csak a terület és hozam műveletek és a növények sorszámát jelöltük.)

Szak- és segédmunkára, valamint anyagokra nem építettünk a modellbe feltételeket, ezek a gépekhez hasonlóan fogalmazhatók meg.

Egyéb feltételek alatt értjük mindazokat a feltételeket, amelyek helyszűke miatt az előbbieken nem szerepelnek, de amelyeket a modellbe be kell építeni. (Ezeket csak stilizálva jelöltük.)

Végül a célfüggvényt is csak stilizálva adtuk meg, ahol az árbevétel és a költségek különbségét, tehát a jövedelmet maximalizáljuk.

Ami a **b** vektort illeti, látjuk, hogy a műveleti blokkoknál 0 koefficiens található. Itt lehetne egyenlet is, de a kisebb, vagy egyenlő feltétel ugyanazt az eredményt szolgáltatja, tehát az összes szükséges műveletet el kell végezni.

Ugyancsak 0 található a terület és a hozam és a gépmérleg feltételeknél is. Ez az előzőekből már ismert.

Az egyéb feltételeknél a feltétel jobb oldalát **b**-vel jelöltük, érzékeltetve, hogy itt szükség szerint bármilyen érték elképzelhető.

Végül a területmérlegnél F-fel jelöltük a rendelkezésre álló területet. Mint tudjuk, a területre vonatkozóan beépíthetünk a modellbe változókat és mérlegfeltételeket is.

A leegyszerűsített modellben ettől és sok mástól, pl. állattenyésztés, takarmánymérlegek, munkaerőmérlegek, anyagmérlegek, stb. el kell tekintenünk. Ezeket azonban a modell matematikai megfogalmazásánál vázlatosan megismerhettük.

11. Speciális modell kezelése

A termelési szerkezet, terméshozamok, termelési technológiák és a termelési erőforrások egyidejű, kölcsönhatásban történő optimalizálása nagyméretű modell alkalmazását teszi szükséges. Jellemzőjük az ilyen modelleknek a speciális elrendeződés.

Természetesen ezek a modellek is lehetnek különböző elrendezésűek, azonban célszerű azokat az alábbiakban tárgyalásra kerülő blokkos elrendezés formájában megfogalmazni.

Egyrészt azért, mert ez az elrendezési mód teszi legegyszerűbben lehetővé a modellszerkesztés automatizálását, másrészt azért, mert ez a modell elrendezés biztosítja az egyes termékek optimális technológiai folyamatának rendszerbe foglalt leírását a modell megoldásának eredményeként.

Az alapmodell vázlatosan, mátrix formában a következő:

3. táblázat.

A termelési szerkezet, terméshozamok, termelési technológiák és a termelési erőforrások egyidejű optimalizálásának alapmodellje.

	\mathbf{x}^T	\mathbf{y}^T		
\mathbf{u}_1	\mathbf{A}	$\mathbf{0}$	\leq	$\mathbf{0}$
\mathbf{u}_2	\mathbf{B}	\mathbf{F}	\leq	$\mathbf{0}$
\mathbf{u}_3	\mathbf{D}	\mathbf{G}	\leq	\mathbf{b}
	\mathbf{p}^T	\mathbf{c}^t	$=$	Z

Az alkalmazott szimbólumok ez esetben a következőket jelentik:

\mathbf{x}^T a tevékenységváltozók és a műveleti változók sorvektora

\mathbf{y}^T a forrásváltozók sorvektora

$\mathbf{u}_1, \mathbf{u}_2, \mathbf{u}_3$ a duális változók vektora

\mathbf{A} a tevékenység és a műveleti elemek kapcsolatának mátrixa

B a műveleti változók fajlagos paramétereinek mátrixa

F a termelési erőforrások paramétereinek mátrixa

D az egyéb feltételekre vonatkozó, a tevékenységváltozókhoz és a műveleti változókhoz tartozó paraméterek mátrixa. (Területmérleg, terület arányok, takarmánymérlegek, anyagmérlegek, beruházási feltételek).

G az egyéb feltételekre vonatkozó, a forrásváltozókhoz tartozó paraméterek mátrixa.

B az egyéb feltételekre vonatkozó korlátvektorok

\mathbf{p}^T a tevékenységváltozókhoz és műveleti változók célfüggvény paramétereinek sorvektora

\mathbf{c}^t a forrásváltozók célfüggvény paramétereinek mátrixa

Z a célfüggvény értéke

Az **A** mátrix jellemzője, hogy a nagy méret mellett kvázi-diagonálisan elhelyezkedő blokkokból épül fel:

4. Táblázat

Kvázi diagonális blokkokból álló A mátrix

\mathbf{A}_{11}	0	0	0
0	\mathbf{A}_{22}	0	0
0	0	\cdot \cdot \cdot	0
0	0		\mathbf{A}_{nn}

Az **A** mátrix blokkjaiban az elemek elrendezése speciális.

E szerint az **A** mátrix egyes blokkjai a következőképpen alakulnak: (5. Táblázat)

Ha eredetileg a mátrix specialitása nem valósulna meg, akkor speciálissá tehető, úgy, hogy az \mathbf{x}^T , vektort és természetesen a hozzá tartozó mátrixot két csoportra bontjuk, az egyik csoportba soroljuk a specialitásnak eleget tevő, a másikba az egyéb részeket, azaz

5. Táblázat

A mátrix specializálttá tétele

	\mathbf{x}^{1T}	\mathbf{x}^{2T}	\mathbf{y}^T		
\mathbf{u}_1	\mathbf{A}_1	\mathbf{A}_2	$\mathbf{0}$	\leq	$\mathbf{0}$
\mathbf{U}_2	\mathbf{B}^1	\mathbf{B}^2	\mathbf{F}	\leq	$\mathbf{0}$
\mathbf{U}_3	\mathbf{D}^1	\mathbf{D}^2	\mathbf{G}	\leq	\mathbf{b}
	\mathbf{P}^{1T}	\mathbf{P}^{2T}	\mathbf{c}^T	$=$	Z

Ebben az esetben az \mathbf{A}_1 mátrix, amely egyébként általában a modell legnagyobb részét alkotja, speciális elrendezésű mátrix. (6. Táblázat)

6. Táblázat

Speciális elrendezésű mátrixblokkok

1	-1	0	0	...	0	0
0	1	-1	0	...	0	0
0	0	1	-1	...	0	0
0	0	0	0	⋮	0	0
0	0	0	0	...	1	-1

A fenti speciális mátrixnak az inverze olyan felső háromszög (trianguláris) mátrix, amelynek diagonális elemei és a diagonális feletti elemei egysége, a diagonális alatti elemei pedig zérusok, azaz

7. Táblázat

Felső trianguláris mátrix

1	1	1	. . .	1
0	1	1	. . .	1
0	0	1	. . .	1
0	0	0	. . .	1

Ez azt is jelenti, hogy a bázis transzformációt az A_1 generáló blokkal elvégezve a következőkhöz jutunk.

8. Táblázat

Az A_1 mátrixblokkal transzformált modell

	u_1^T	x^{2T}	y^T	
x_1	A_1^{-1}	$A_1^{-1}A_2$	0	0
u_2	$-B_1 A_1^{-1}$	$B_2 - B_1 A_1^{-1}A_2$	F	0
U_3	$-D_1 A_1^{-1}$	$D_2 - D_1 A_1^{-1} A_2$	G	b
	$-p_1 A_1^{-1}$	$P_2 - p_1 A_1^{-1} A_2$	c^T	Z

A bázis transzformáció tehát csak az x_1 és az x_2 -hoz lévő blokkokat változtatta meg.

Megállapítható, hogy az \mathbf{A} mátrix inverze kvázi diagonálisan elhelyezkedő felső trianguláris mátrixokból áll, amelyeknek zérustól különböző elemei egységek. Ha pl. a \mathbf{B} mátrixot ilyen mátrixblokkal szorozzuk, a \mathbf{B} mátrix oszlopvektorainak összegzését kapjuk.

Hasonlóképpen nyerjük (mint az a táblázatból kitűnik) a többi mátrixok és vektorok elemeit is.

A előbbiekből következően a 8. táblázatban foglaltak bázistranszformáció elvégzése nélkül is egyszerűen felírhatók, ami jelentősen megkönnyíti a nagyméretű modell megoldását. (Részletesebb ismertetést találunk az irodalomban)

12. A tervezés és a döntésmegalapozás automatizálása

Amikor még a 60-es évek végén elkezdtem a mezőgazdasági vállalatok komplex tervezésével foglalkozni, s majd kidolgoztam ennek automatizálásához szükséges rendszert, s erre alapozva munkatársaimmal elkészítettük ennek számítógépes szoftverét, akkor még nem lehetett látni előre az utóbbi időben végbement fejlődést. Ennek ellenére az akkor kidolgozott, majd széles körben, (és nem csak Magyarországon, de külföldön is) a gyakorlatban is alkalmazott rendszer igen nagy lépés volt, olyannyira, hogy azóta sem tudok arról, hogy ilyen, illetve ehhez hasonló rendszer bárhol is megvalósult volna.

Ma azonban, az utóbbi időben bekövetkezett fejlődés következtében, már a mezőgazdasági tervezési és döntésmegalapozási rendszer is sokkal fejlettebb formában lenne megvalósítható, ezért a továbbiakban ezt szem előtt tartva, a jelenlegi lehetőségeket is figyelembe véve, az alábbiakban egy továbbfejlesztett rendszer rövid leírását igyekszem megadni.

A tervezési és döntésmegalapozási rendszer természetesen több alrendszerből áll, amelyek rugalmasan bővíthetők és fejleszthetők, és könnyen áttekinthető és kezelhető rendszerben található meg, s tartalmazzák mind a növénytermesztési, mind az állattenyésztési és állattartási technológiák megtervezéséhez, mind a modellszerkesztéshez, mind pedig a tervtáblázatok és elemzésekhez szükséges információkat.

12.1. A tervezés és döntésmegalapozás információs alrendszerei

A tervezési és döntésmegalapozási rendszer alrendszerei alapvetően a következőkben foglalható össze.

1. Alfabetikus információk alrendszere:

Ebben az alrendszerben találjuk a tervezés során előforduló valamennyi alfabetikus információt, így pl. az interaktív munka során felvetődő összes kérdéseket, megjelent információkat, a táblázatok fej- és oldalrovatainak megnevezéseit, stb. tehát minden olyan információt, amelyek nem számokkal, hanem betűkkel jelennek meg a képernyőn, vagy a kiíratott táblázatokban, stb.

Ezt annak idején azért tartottuk szükségesnek, mert ennek a megoldásnak lényegében két nagy előnyét láttuk.

Az egyik fontos előnye, hogy az alrendszerben előforduló szövegek ebben az alrendszerben bármikor egyszerűen módosíthatók, s ettől kezdve már a módosított szövegek jelennek meg. Természetesen ez az alrendszer folyamatosan bővíthető, vagy módosítható, így a tervezési és döntésmegalapozási rendszer is egyszerűbben bővíthető, vagy módosítható.

A másik fontos előnye ennek a megoldásnak, hogy ez által a tervezési és döntésmegalapozási rendszer nyelv, és ország független. Ez azt jelenti, hogy a rendszer bármely nyelven és így bármely országban alkalmazható, ha az alfabetikus információs alrendszerben lévő szövegeket az adott nyelvre lefordítjuk. Olyan rendszerhez jutottunk tehát, amely világrendszerre tehető. Jó példáját kaptuk ennek a külföldi alkalmazások során.

2. A termőföldre vonatkozó információk alrendszere.

Annak idején ezt a rendszert meg sem említettük. Ki gondolt akkor arra, hogy egy olyan fejlődési stádiumhoz is eljuthatunk, hogy műholdak és/vagy más lehetőségek segítségével, mind a termőterület, illetve adott tábla méretéről, alakjáról, a talaj nedvességtartalmáról, ásványi anyag tartalmáról, szerkezetéről, stb. részletes információkat nyerhetünk, megbecsülhetjük ennek alapján valamely növénynél elérhető átlaghozamot, illetve azt, hogy mit kell tennünk egy általunk elérendőnek tartott átlaghozamért. Hogy folyamatosan egy sor információt nyerhetünk az adott táblán megtalálható tényleges helyzetről, a szükséges teendőkről stb.

Sőt mi több folyamatosan információt nyerhetünk és rögzíthetünk az elvégzendő és az elvégzett munkafolyamatokról, esetleg a gépek automatizált vezérléséről, stb.

Még ma is beláthatatlan a jövő.

3. Számítási eljárások információs alrendszere

Ennek megvalósítását azért tartottam szükségesnek, hogy a mezőgazdaságban a tervezés és a döntésmegalapozás során sok olyan számítási eljárással találkozunk, amelyek több tevékenységnél azonos módon használhatók, csupán a konkrét adatok változnak.

A formulák, amennyiben a teljes rendszer megvalósul, vagy ha részben valósul is meg, megfelelő rendszer mellett a számításhoz szükséges adatokat (vagy azok nagyobb részét) automatikusan használják fel az adattárakat tartalmazó információs alrendszerekből, esetleg igen kevés adat megadására van szükség közvetlenül a tervezés és a döntésmegalapozás alkalmával.

Így például automatikusan meghatározásra kerülhet a műtrágya szükséglet, növényvédő szer szükséglet, sőt a munkaműveletek során elérhető, illetve elért teljesítmény és üzemanyag felhasználás, stb.

Ez az alrendszer - természetesen a többi alrendszerrel kölcsönös kapcsolatban - lehetővé teszi a teljesítmények és költségek automatizált meghatározását is.

4. Tevékenységek információs alrendszere

Ez tartalmazza a tevékenységeket és az azokhoz kapcsolódó információkat, az őszi búza termesztésétől, a narancs termesztéséig (tehát bármely növény termesztéséről), illetve a bővíthetőség alapján bármely növényre vonatkozóan felvehető az adatok az információs rendszerbe.

5. Munkaműveletek információs alrendszere.

Ez az alrendszer tartalmazza a mezőgazdaságban előforduló, és lehetséges munkaműveleteket azok elvégzésének a módját (gépkapcsolatokat), anyagfelhasználást, valamint az elérhető, illetve elért teljesítmény adatokat. Ezek az információk fejlettebb formában eleve az előbbi és következő alrendszerek felhasználásával automatikusan meghatározásra kerülhetnek.

6. Gépek és eszközök információs alrendszere

Az alrendszer tartalmazza a mezőgazdasági vállalatoknál alkalmazható erő- és munkagépeket, eszközöket, az azokra vonatkozó szükséges információkat.

7. Anyagféleségek információs alrendszere

Tartalmazza a mezőgazdaságban felhasználható összes anyagokat, ide értve a műtrágyákat, növényvédő szereket, állatgyógyszereket, stb.

8. Takarmányok bel-tartalmi értékeinek és jellemzőinek információs alrendszere.

Ebben az alrendszerben a takarmányok szárazanyag, energia, ásványi anyag stb. tartalmát és más jellemzőit találjuk. Ezek az információk szükségesek a takarmánytermesztés, vásárlás és felhasználás, illetve értékesítés megtervezéséhez.

9. Állattenyésztési ágazatok információs alrendszere

Tartalmazza az állattenyésztési ágazatokra, állatfajokra és fajtákra, azok termelésére, takarmányszükségletére, stb. vonatkozó információkat.

10. Vállalati általános információk alrendszere

Itt lehet megadni adott vállalat nevét, székhelyét, termőterületének azonosítóit, gép és eszközparkjára vonatkozó információkat. Ezeket az adatokat azonban minden vállalatra elegendő egyszer megadni, s csak változások esetén kell az információkat módosítani.

12.2. A tevékenységek technológiáinak automatizál tervezési alrendszere

A növénytermesztési technológiák tervezésének különböző rendszereivel és tervezésével előzőleg már foglalkoztunk. E helyütt csak röviden azt jegyezzük meg, hogy ez az alrendszer alkalmas arra, hogy az előbbi (információs) alrendszerek felhasználásával komplex termesztési technológiai terveket állítson össze, amennyiben természetesen nem kívánjuk a termesztési technológiákat optimalizálni. Egyidejűleg - természetesen egyszerűsítve, ezért némileg módosítva - bemutatunk egy táblázat rendszert, amelyet a CADMAS döntésmegalapozási és tervezési rendszerben alkalmaztunk a növénytermesztési technológiák és az állattenyésztési technológiák automatizált tervezésére.

Amennyiben a növénytermesztési technológiákat is optimalizáljuk, sőt mind a négy alapvető döntési feladatot egyidejűleg, egymással komplex kapcsolatban és kölcsönhatásban optimalizáljuk, akkor ez az alrendszer nem jut szerephez.

Az állattenyésztési, illetve állattartási technológiákkal lényegében nem foglalkoztunk Ezt részben, most pótoljuk. Megjegyezzük, hogy - mint már arról szó volt - az állattenyésztési, illetve állattartási technológiákat általában komplex technológiaként tudjuk elkészíteni, vagy egy adott állatfajra (és fajtára), és különböző állatcsoport összetételre, vagy egy - egy állatcsoportra vonatkozólag.

Másrészt az állattenyésztés és a növénytermesztés kapcsolata attól függően másként vetődik fel, hogy az adott gazdaság által megtermelendő tömegtakarmányt fogyasztó állatokról, vagy abraktakarmány fogyasztó állatokról van szó,

Az egyéb technológiák igen sokfélék lehetnek. Ezek azonban vagy a növénytermesztési, vagy az állattenyésztési technológiákkal lényegében azonos rendszerben készíthetők el, tehát megfelelő gondossággal azok felhasználásával elkészíthetők.

A továbbiakban egy áttekintést adunk a növénytermesztési és állattenyésztési, illetve állattartási technológiák tervezése során alkalmazott táblázatrendszerrel.

12.2.1. Növénytermesztési technológia táblázatrendszere (10-16. Táblázat)

10. táblázat.

Terméktermelés és felhasználás

S.	Megnevezés	Fő termék tonna	Egységár Ft/tonna	Termelési érték Ft	Melléktermék tonna	Egységár Ft/tonna	Termelési érték Ft	Mind Össz. Ft
1	Összes termék							
2	Ebből: vetőmag							
3	Takarmány							
4	Alom- szalma							
5	Eladásra							

Ebben a táblázatban tehát lehetővé tesszük a főtermék, és (ha van) a melléktermék termelés mennyiségének és felhasználásának a megtervezését, mind naturális egységben, mind értékben. A sorok összesítéseként kapjuk a vállalat termelési értékét az adott termelési technológia szerint.

11. Táblázat.

Takarmányok beltartalmának tervezése

Sorsz.	Megnevezés	Fő termék	Melléktermék	Összesen
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				

Itt tervezhetjük meg a takarmányok szárazanyag tartalmát, táplálóanyag tartalmát (energia, fehérje), ásványi anyagtartalmát, esetleg vitamin és nyomelem tartalmát is a tudomány fejlődésének a függvényében.

12. Táblázat

Anyag-felhasználási terv

S.	Megnevezés	Mértékegység	Felhasználandó mennyiség	Egységár Ft/Mértékegys.	Összes Költség Ft
	Műtrágyák				
	.				
	.				
	.				
	.				
	Műtrágya összesen				
	Növényvédő szerek				
	.				
	.				
	.				
	.				
	.				
	.				
	.				
	Növényvédő összesen				
	Vetőmag				
	Egyéb anyagok				
	.				
	.				
	.				
	Egyéb anyag összesen Ft				
	Mindösszesen Anyagköltségek Ft				

A táblázat természetesen szükség szerinti sort tartalmaz. Itt tervezzük meg az összes anyagok felhasználását, megadott mértékegységben számítva, az anyagok mennyiségét, egységárát és az anyagköltséget anyagfőleségenként, anyagcsoportonként és vállalati összesen. Az anyagok szerint szerepeltetjük természetesen a vetőmagot is.

A táblázatban találjuk az elvégzendő munkaműveletek megnevezését, mértékegységét (hektár, tonna, stb.), az elvégzendő munka mennyiségét, s a felhasználandó erő és munkagépeket, elérhető teljesítményt. Itt találjuk a művelet elvégzéséhez szükséges szak- és segédmunkás létszámot, természetesen sok műveletnél csak az erőgépvezető a szakmunkás, de lehetséges olyan művelet is, amelynél más szakmunkásra is szükség van, tehát ezt a lehetőséget is célszerű volt megteremteni.

A munkaművelet elvégzésének idejével kapcsolatban meg kell jegyezni, hogy adott esetben két hónap is megjelölhető, pl. őszi mélyszántás nem feltétlenül fejeződik be egy hónapban, illetve kezdhető a hónap bármely időszakában, akár utolsó dekádjában is és akkor természetesen átnyúlik a következő hónapra. Ezért is tettük lehetővé több hónap megadását, majd meg lehet adni, hogy melyik dekádban végezhető el a művelet. Célszerű azonban itt megadni, hogy az egyes dekádokban a művelet hány százalékának az elvégzését tervezzük.

14. táblázat.

Munkaerő és gépi munka felhasználás havonként

S.	Megnevezés	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Évi szük- séglet	Bértétel Ft	Munkabér Össz. Ft	Bérbiztosíték Ft	Összes költség Ft
1	Szak- Munkás																	
2	Segéd- munkás																	
3	Gépek és eszközök															Üzem és kenőanyag Ft		

16. Táblázat.

Célfüggvény számítás

Sorszám	Megnevezés	Érték eFt
1	Termelési érték	
2	Árbevétel	
3	Vásárolt anyagköltség	
4	Üzemanyag- és kenőanyag költség	
5	Anyagköltség összesen	
6	Közvetlen állóeszköz költség	
7	Bruttó jövedelem ágazati szinten	
8	Munkabér költség	
9	Munkabér közteher költsége	
10	Nettó jövedelem ágazati szinten	
11	Közvetlen termelési költség	
12	Közvetlen tárgyasult munka költség	
13	Forgóeszköz költség	
14	Közvetlen beruházási érték	

A táblázat adatait az előző táblázatok adják, tehát nincs szükség sok magyarázatra. Csupán annyit jegyezzünk meg, hogy az itt kimutatott költségek és hozamok ágazati szinten igazak, s nem vállalati szinten. Nem tartalmazzák ugyanis az általános költségeket, amelyeket a vállalatnak el kell viselni. Ezeket a termelés befejezése, illetve a gazdasági év lezárása után a könyvelés fogja kimutatni, amikor az általános költségeket meghatározott számítási metodika szerint terheli az ágazatokra.

Tekintve azonban, hogy a vállalati általános költségek nem, vagy nem lényegesen függenek az ágazatoktól azok ágazatra terhelésének a tervezés időszakában nincs sok jelentősége.

12.2.2. Az Állattenyésztési, illetve állattartási technológia táblázatrendszere (17-25. Táblázat)

Az eddigiek során, (valamint az I. kötetben) nem foglalkoztunk érdemben az állattenyésztési technológiák tervezésével. Ezt részben most pótolhatjuk, legalábbis annyiban, hogy közreadjuk a CADMAS tervezési rendszerben az állattenyésztési technológiák tervezése során alkalmazott táblázat rendszert.

A táblázatrendszert a szarvasmarha állományra vonatkozóan mutatjuk be, tekintve, hogy ez a legbonyolultabb, az egyéb állatok táblázatrendszere általában egyszerűbb. A technológia tervezés táblázatrendszerét 100 tehénre és szaporulatára vonatkoztatva mutatjuk be, mert egyrészt ezt könnyű átszámítani bármilyen létszámú tehén állományra és szaporulatára, másrészt mert ez bonyolultabb, mint ha egy-egy korcsoportra készítünk technológiát.

A táblázatban a megnevezés oszlopban a korcsoportokat tüntettük fel. Ennek van egy kialakult gyakorlata, amit minden gazdaságban alkalmaznak.

18. Táblázat

Termék termelés és felhasználás terve

S	Megnevezés	Termelő létszám	Átlag hozam	Összes termelt mennyiség	Egységár	Termelési érték	Értékesítés	Egys. ár	Össz érték Ft
1	Tej								
2	Selejt tehén								
3	Hízó bika								
4	Hízó üsző								
5	Saját nevelésű üsző tenyésztésre								
6	Szerves trágya								
7	Összesen								

Mint látható a 100 tehén és szaporulata által előállított összes terméket számba vesszük és elvégezzük a szükséges számításokat az ártermelés, ártermelési érték és a termelési érték meghatározására.

19. táblázat

Takarmányszükséglet

S	Korcsoport	Évi átlag létszám	Takarmányozási napok száma	Szárazanyag szükséglet	Energia szükséglet	Fehérje szükséglet	Stb.		

A táblázat igen nagyméretű, ezért csupán érzékeltettük, hogy itt korcsoportonként megtervezük az összes táplálóanyag, ásványi anyag, vitamin, nyomelem szükségletet, mégpedig 1 takarmányozási napra és egy évre.

20. Táblázat

Takarmányféleségek évi szükséglete

S	Korcsoport	Átlag létszám	Tak. Napok száma	1. Tak. csoport	2. Tak. Csoport				

Ez a táblázat szintén nagy méretű, ezért csupán érzékeltetni tudjuk, hogy itt korcsoportonként megtervezük a szükségletet az egyes takarmány csoportokból is, majd ezt építjük be a modellbe alsó és felső korlátként. Az állattenyésztők tudják, hogy nem mindegy az sem, hogy az állat milyen takarmányokban kapja meg a számára szükséges táplálóanyagokat.

A jövő elvezethet oda is, hogy az állatok automatizált módon egyedileg kapnak takarmányt, attól függően, hogy pl. az adott tehénben mennyi tej található, stb.

21. Táblázat

Kézi munkaerő szükséglet

S.	Munkaerő megnevezése	Lét-szám fő	Havi bér Ft	Bér-járulék	Összesen éves bér	Összes éves bér+járulék	Összes éves bér+járulék
1	Tehenészeti gondozó						
2	Borjúgondozók						
3	Üszőnevelő dolgozók						
4	Hízó marha gondozók						
5	Éjjel váltók						
6	Tejházi gondozók						
7	.						
8	.						
9	Összesen						

Valamikor ezt a feladatot bonyolult számítás eredményeként és nagyméretű táblázattal oldottuk meg.

Valójában a feladat - mint látjuk - egyszerűen megoldható. Meghatározzuk a gondozó, fejő, tejházi dolgozó, éjjeli őr, stb. szükséges létszámát, és megállapítjuk ezek bérét.

Természetesen lehet más táblázatot is alkalmazni, pl. amikor külön feltüntetjük az alpbért és teljesítménytől (termelési eredménytől függő) jutalmat, prémiumot, vagy egyéb bontást alkalmazunk.

22. Táblázat

Gépi munka havi összesítője

S	Hónap	1. géptípus	2. géptípus	Munkabér költség	Bérbírlék	1 műszak üzemanyag és kenőanyag költsége	Összes költség
1	I						
2	II						
3	III						
4	IV						
5	V						
6	VI						
7	VII						
8	VIII						
9	IX						
10	X						
11	XI						
12	XII						
13	Összesen						

Előbbihez hasonlóan a valamikori bonyolultabb táblázatot egyszerűbbel váltottuk fel. Ebben meghatározzuk, hogy mennyi az alkalmazott géptípusokból (traktor, teherautó) szükséges munka, mennyi annak üzemanyag és kenőanyag költsége, a munkabér, stb..

23. Táblázat

Állóeszköz szükséglet és költség

S	Megnevezés	M.E.	Mennyiség	Költség	Amortizációs kulcs %	Éves amortizáció	Éves egyéb költség	Éves költség összesen
1	Tehénészeti telep							
2	Növendéküsző Istálló							
3	Hízómarha Istálló							
4	Tehénészeti telep rekonstrukció							
5	Épületek össz							
6	Technológiai berendezés							
7	Szippantó Kocsi							
8	Pótkocsi							
9	Takarmány keverő							
10	Markoló							
11	Homlokrakodó							
12	Speciális gépek összesen							
13	Mind összesen							

Itt tehát az épületek és speciális (tehát kizárólag az adott ágazatot, illetve telepet terhelő) gépek költségeit terveztük meg. Természetesen ez gazdaságonként változó.

24. Táblázat

Vásárlásból biztosítandó anyagköltség

S	Megnevezés	Mértékegység	Mennyiség	Egységár	Összes költség
1	Takarmányok, tápok, ásványi anyagok				
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

11					
12	Gyógyszerek, vegyszerek				
13					
14					
15					
16	Egyéb anyagok				
17					
18					
19					
20					
21	Fogyóeszközök				
22					
23					
24	Elektromos energia				
25	Összesen				

Itt az adott ágazat összes anyagszükségletét tervezzük meg, mennyiségben és értékben. Az utolsó oszlop összege adja az ágazatnál felhasználandó összes vásárolt anyagok éves költségét.

25. Táblázat

Célfüggvény számítás

Sorszám	Megnevezés	Érték Ft
1	Termelési érték	
2	Belső felhasználás	
3	Árbevétel	
4	Vásárlásból biztosítandó anyagok költsége	
5	Épület és speciális gépköltség	
6	Gépek üzemanyag és kenőanyag költsége	
7	Bruttó jövedelem ágazati szinten	
8	Munkabér és járulék költség	
9	Nettó jövedelem ágazati szinten	
10	Forgóeszköz költség	
11	Közvetlen termelési költség	

Természetesen itt is lehetséges egyéb bontás. Lényegében megegyezik a növénytermesztési technológia tervezésénél olvasottakkal, ezért részletesebb magyarázatra nincs szükség.

12.3. A modellszerkesztés automatizálásának alrendszere

Láttuk, hogy a mezőgazdasági vállalatoknál különböző modellek jöhetnek számításba. Bármelyik modell megalkotására lehet egy automatizált rendszert készíteni, amelynek segítségével a növénytermesztési, valamint az állattenyésztési technológiák felhasználásával a matematikai modell automatizáltan megszerkeszthető és megoldható.

Ha azonban, a négy alapvető döntési feladatot egyidejűleg, egymással kölcsönhatásban kívánjuk optimalizálni, akkor a komplex termesztési technológiák elmaradnak, s azokat a modell megoldásával kapjuk meg.

Mint láttuk ebben az esetben viszonylag nagy méretű modellt kapunk, azonban ennek megoldása a jelenlegi technikai feltételek mellett nem jelent problémát.

Szó volt arról is, hogy különböző modellek jöhetnek számításba, s azok is különböző módon oldhatók meg (lineáris, vegyes egészértékű, nemlineáris, stb.)

12.4. A modell megoldásának alrendszere

Ez az alrendszer a modell megoldásának matematikai eljárásait, a számítások elvégzésének módszerét tartalmazza, amely lehetővé teszi, hogy a modellt megoldjuk, és a megoldás eredményeit úgy tároljuk, vagy tálaljuk, hogy az a további felhasználásra alkalmas legyen.

Az alrendszer lehetővé kell, hogy tegye döntési változatok előállítását is.

12.5. A döntés alrendszere

Az alrendszer lehetővé teszi, hogy a modell megoldásának eredményeit, elemző táblázatokkal és a különböző megoldásváltozatokkal együtt a képernyőn megtekintve, vagy kinyomtatva elemezzük, és a döntési alternatívát kiválasszuk.

12.6. A tervtáblázatok kidolgozásának alrendszere

Ez az alrendszer az elfogadott változatra kidolgozza a szükséges táblázatokat, amelyek a képernyőn megtekinthetők, vagy kinyomtathatók.

Valószínűleg a távolabbi jövőben nem lesz szükség a táblázatok kinyomtatására, hiszen a képernyőn bármely táblázat, bármikor, könnyen és gyorsan hozzáférhető módon megtekinthető. Igaz ez szükségessé tenné a hardver fejlesztését, főként egészségesebbé és kényelmesebbé tételét (nagy képernyőt, a klaviatúra kényelmesebb elhelyezését, s ez által könnyebb kezelését lehetővé tévő megoldásokat, stb.), valamint a printerek fejlesztését.

Az I. kötetben a tervtáblázatok egyszerűsített rendszerét mutattunk be, amelyek alkalmasak a terv alapvető adatainak összefoglalására. A továbbiakban vázlatosan áttekintjük a CADMAS rendszerben a számítógéptől nyerhető táblázatokat.

28. Táblázat

A növénytermesztési termékek felhasználásának terve

Sorszám	Termék megnevezése	Termelt mennyiség	Belső felhasználás	Áruértékesítés

A táblázat önmagáért beszél, nem szükséges hozzá bővebb magyarázat. A belső felhasználás általában takarmányozásra történő felhasználást jelent.

29. Táblázat

Takarmánymérleg

S.	Megnevezés	Me.	Mennyiség	1.tápa	2.tápa	Stb.	n-tápa	Abrak	Széna	Stb.
	Termelt takarmányok									
	Vásárolt takarmányok									
	Szükséglet állatsopor- tonként									
	Hiány v. felesleg									

A táblázatot nagy mérete miatt csak stilizálva tekinthetjük meg. A mezőgazdasági szakemberek előtt ez a táblázat ismert. Természetesen a táblázatban annyi táplálóanyag, ásványi anyag stb. feleség szerepel amennyi célszerű. Tekintve azonban, hogy az állatoknak az sem mindegy, hogy a táplálóanyagokat milyen takarmányokban kapják, célszerű a mérlegben vizsgálni a főbb takarmánycsoportokat (abrak, szalastakarmányok, lédús takarmányok, zöldtakarmány) is.

Természetesen hiánynak nem szabad lenne maradni, amennyiben mégis hiány keletkezne, akkor emelni kell a takarmányvásárlást, vagy csökkenteni az állatállománytól elvárt teljesítményt.

30. Táblázat

Műszakszükséglet (vagy munkaóra szükséglet)

S.	Ágazat megnevezése.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Összesen
	Növénytermesztési ágazatok.													
	Állattenyésztés, állattartás													
	Összesen													

Ilyen táblázat készülhet a szakmunkások és a segédmunkások foglalkoztatására, valamint minden gépre, amely az adott gazdaságban található.

35. Táblázat

Termelési érték, költség és jövedelem terv

S.	Ágazat megnevezése	Mennyiség	Term. érték	Tárgyasult munka költség	Általános költség	Bruttó jövedelem	Munkabér és közterhe	Nettó jövedelem
	Összesen							

Természetesen a táblázat nagyobb részletezettséggel is tartalmazhatja a költségeket, bár a részletezések az előbbi táblázatokban megtalálhatók.

Ez a táblázat igen lényeges része a tervtáblázatoknak, célszerű ezért mindenképp ezt a táblázatot megtekinteni. Amennyiben nem vagyunk megelégedve az eredménnyel, akkor módosítjuk a döntésünket, s újabb döntési változatokat állítunk elő, illetve vizsgálunk meg.

13. Az eMezőgazdaság rendszer egy elképzelt megvalósítása

13.1. A rendszer előzményei és megvalósíthatósága

Az előbbi fejezetben vázlatos képet kaptunk a döntésmegalapozás és tervezés alrendszeréről, amelyet eredeti formájában még az 1960-as évek végén dolgoztam ki, és amely már akkor a gyakorlatban is sok gazdaságban alkalmazásra került. E rendszer automatizált eljárással történő alkalmazását lehetővé tevő szoftver elkészítésére és a gyakorlatban történő széleskörű alkalmazására (külföldön is), a 80-as évek elején került sor.

Később 1988-ban az előbbiekre alapozva, egy kutatás-fejlesztési szerződés keretében az IKR (Bábolna Iparszerű Kukoricatermelési Rendszer) részére, egy olyan számítógépes rendszer elkészítését kezdtük el, amely a növénytermesztési technológiák és a termelési szerkezet tervezésén túlmenően, a technológiák megvalósításának a nyomon követésére, az operatív irányításra, majd a termelési ciklus végén részletes elemzésére és értékelésére is lehetőséget biztosít.

Ez a munka igen jól haladt előre. Csaknem készen volt, azonban rendszerváltás kiváltotta problémák következtében 1990 szeptemberében a munkát az IKR felmondta. Márpedig, ha akkor ez a munka folytatódhatott volna, ma valószínűleg sokkal közelebb lennénk ahhoz, hogy megvalósítsuk az eMezőgazdaság rendszerét,

Az eMezőgazdaság rendszer megvalósításának és nemzetközi kiterjesztésének a lehetősége annál inkább fennáll, mert a közös sajátosságokkal rendelkező mezőgazdasági vállalatok minden országban igen jelentős számban találhatóak meg, s amennyiben sikerül kidolgozni egy hatékony, viszonylag olcsó, de a mezőgazdasági vállalatok vezetését nagyban megkönnyítő és a mezőgazdaság jövedelmezőségét jelentősen növelő rendszert, amely ilyen sok vállalatnál és hosszú időn keresztül alkalmazható, akkor a rendszer előállítására fordított anyagiak és a befektetett munka sokszorosán megtérül.

Márpedig a mezőgazdasági vállalatokat lényegében világszerte közös sajátosságok jellemzik. A növények számára, mindegy, hogy azok egynyáriak, vagy évelők, lágyszárúak, vagy fás növények, bizonyos munkákat el kell végezni. Talajmunkákat kell végezni, istálló, vagy műtrágyát kell (vagy lehet) adni, a növényeket meg kell óvni a kártevőktől, ha mód van rá, öntözni kell, vagy lehet, s végül le kell aratni, be kell takarítani, stb. Csupán arról van szó, hogy hol, mikor, milyen eszközzel, milyen konkrét anyagokkal és milyen dózisok alkalmazásával, stb. kell, vagy lehet a feladatot megoldani. Mindez lényegében azonos tényezőktől függ.

Az állattenyésztés és állattartás is közös jellemzőket tartalmaz, szaporítani, takarmányozni, ápolni, gyógyítani, termeltetni, stb. kell, vagy lehet. Itt is különbözik természetesen a tartási és takarmányozási mód, stb., de a folyamatok lényegében azonosak.

Az országokon belüli és országok közötti eltérések figyelembevételének (mint azt gyakorlati tapasztalataink bizonyították) éppen úgy nincs akadálya, mint ahogyan nincs akadálya adott vállalaton belül sem a termesztési és tartási technológiák közötti különbségek figyelembevételének.

Úgy vélem, hogy az automatizált döntésmegalapozási és tervezési alrendszerrel kapcsolatban leírtakat átgondolva, a hozzáértő szakember nem tartja lehetetlennek, hogy az ott kifejlesztett alrendszer bármely országra adaptálva alkalmazható, mint ahogyan problémamentesen és eredményesen alkalmazásra is került Litvániában és (akkor még) Csehszlovákiában. Az

eMezőgazdaság többi alrendszere még egyszerűbb és még könnyebben honosítható meg a különböző országokban.

De térjünk rá az eMezőgazdaság rendszerre vonatkozó koncepciónk rövid, vázlatos ismertetésére.

Természetesen nem törekedhetünk itt sem a teljességre, annál inkább sem, mert egy ilyen nagy rendszer leírása egy kötetben lehetetlen. Másrészt, mert ilyen teljes rendszer még nem létezik, így aztán arról gyakorlati tapasztalattal sem rendelkezhetünk, csupán a döntésmegalapozás és a tervezés alrendszere létezik, arról rendelkezünk gyakorlati tapasztalattal, valamint vannak tapasztalatok egy csaknem teljesen elkészült komplexebb rendszerről, a termesztési technológiák megvalósításának a nyomon kísérésének, és a termesztés befejezését követő elemzésnek, értékelésnek a rendszeréről.

Megjegyezzük még, hogy az eMezőgazdaság rendszernek alrendszerekből, modulokból kell állnia, amelyek szükség szerint és célszerűen, kölcsönösen kapcsolódnak egymáshoz, és amelyek bármikor viszonylag könnyen változtathatók.

Szerencsére az eMezőgazdaság rendszer létrehozása nem hárulna kizárólag egy szűk, szakemberekből álló csoportra. Számos lehetőségük van arra, hogy már meglévő weblapokat vegyenek igénybe, illetve azokra irányítsák rá az érdeklődőket. Sőt ezeket, vagy ezek egy részét tulajdonosaik szükség esetén térítés nélkül is alkalmasan átalakítsák, hiszen érdekük, hogy az eMezőgazdaság rájuk (is) irányítsa a figyelmet. Valószínűleg sok cég lenne a világon, amelyik hajlandó lenne fizetni azért, hogy az általa gyártott termékek és azok paraméterei benne legyenek az eMezőgazdaság információs táraiban. Sőt kutató intézeteknek adnának megbízást, hogy vizsgálják be termékeiket, állapítsák meg azoknak a rendszerhez szükséges paramétereit. Ezek a kutatóintézetek viszont támogathatnák a rendszert munkával, vagy/és anyagiakkal is.

A rendszer természetesen a világháló segítségével bárki által igénybe vehető lenne, térítéssel, esetleg egyes alrendszerei térítés nélkül.

13.2. Az eMezőgazdaság alrendszerei.

Az eMezőgazdaság rendszer alapvetően a következő alrendszerekből épülhetne fel: (Nem fontossági, vagy megvalósítási sorrendben.)

1. Alfabetikus információk alrendszere

Ez az alrendszer ugyanazt szolgálja, mint a döntésmegalapozás és tervezés alrendszerénél ismertetett, azaz a szöveges részek átdolgozásának, átírásának, valamint a különböző nyelvekre történő lefordításának az egyszerűbb lehetőségét.

Ezt az alrendszert el kell készíteni, és lefordítani annak az országnak a nyelvére, amelyik a rendszert használni kívánja. Elkészítése nem jelent különösebb nehézséget.

2. Törvények és rendeletek alrendszere

Az alrendszer, az adott országban érvényes törvények, valamint rendeletek, megtekintését teszi lehetővé. Elkészítése nem jelent bonyolult munkát és jelentősebb nehézséget, csupán átírányítja az érdeklődőt az adott ország törvénytárára és rendelettárára.

Amennyiben nincs megoldva a mezőgazdaságra vonatkozó törvények és rendeletek célszerű és könnyű megtalálásának a lehetősége, akkor a probléma megfelelő keresőprogramok, illetve rendezetten elhelyezett linkek segítségével megoldható.

Az alrendszer természetesen a felhasználó országban kell megfelelően feltölteni.

3. Pályázatok alrendszere

Ez az alrendszer az adott országban aktuális, a mezőgazdasági vállalatok, farmok, stb. számára hasznosítható pályázatok megtekintését segíti elő.

Ennek a megalkotása sem jelenthet különösebb nehézséget, csupán az előzőhöz hasonlóan a megfelelő weblapokra kell az érdeklődőt átirányítani.

4. Szakirodalom alrendszere

Az alrendszer a szakirodalomban való eligazítást segíti. Egyrészt felhívja a figyelmet adott szakkönyvekre, szakfolyóiratokra, szakcikkekre, másrészt esetleg lehetővé teszi, hogy az interneten megjelent szakkönyveket, vagy szakcikkeket az érdeklődők el is olvassák,

Sőt lehetővé lehetne tenni, hogy az érdeklődők átirányítást kaphassanak könyvkereskedésekhez, ahol adott könyvet megrendelhetnének.

Ennél az alrendszernél esetleg célszerű lenne lehetővé tenni, hogy az érdeklődők más országok szakirodalmait is megtekinthessék.

Az alrendszer elkészítéséhez a könyvkereskedelem munkával, esetleg anyagiakkal is hozzájárulhatna.

5. Adás-vételi hirdetések alrendszere

Ez az alrendszer tulajdonképpen reklámokat és a mezőgazdaságban használatos eszközök, anyagok és mezőgazdaságban termelt termékek adásvételi hirdetéseit tenne lehetővé megfelelő rendezett, formában, amelyben az érdeklődők könnyen eligazodhatnának.

Ugyancsak itt lehetne hirdetni, pl. gépi bérmunka, bérszállítás, bér-terményszárítás és a mezőgazdasági termények bérben történő raktározásának vállalását, illetve keresését, elfekvő készletek adás-vételét, stb.

A hirdetések fizetett hirdetések is lehetnének, amely segíthetné a karbantartás költségeinek a megtérülését.

6. Könyvelés alrendszere

Az alrendszer tulajdonképpen egy könyvelési szoftvert jelentene, amelynek használata ugyancsak lehetne térítéses is.

Jelenleg sok könyvelési rendszer van forgalomban, amelyeket könyvelő irodák használnak és a mezőgazdasági vállalatok, ezekkel könyveltetnek, kivéve a nagy gazdaságokat, amelyek külön könyvelőket alkalmaznak erre a célra.

De mi lenne akkor, ha sikerülne egy olyan könyvelési rendszert kidolgozni, illetve már kész, és alkalmas könyvelési szoftvert, a rendszerbe beépíteni, amelyikbe az adatokat a könyvelő iroda alkalmazottja, vagy a gazda bevinné, majd megtörténne a könyvelés. A rendszer

határidőre jelezné a fizetési kötelezettségeket, beleértve az adót is, s a kifizetés jóváhagyása után az adott összeget át is utalná a megfelelő bankszámlára, illetve amennyiben nincs a vállalat számláján pénz, azt automatikusan jelezné, stb.

Mi több egy ilyen rendszer számos olyan elemzést is elkészítené, amit a jelenlegi könyvelési rendszerek nem tesznek meg, s információt szolgáltatna a gazdasági elemzéshez, valamint a döntésmegalapozás és a tervezés alrendszeréhez.

Természetesen célszerű lenne, ha egy ilyen könyvelési rendszer olyan lenne, amely - a helyi sajátosságok bevitele után - alkalmas más országokban, akár a világ országaiban történő alkalmazásra is.

Tulajdonképpen ennek az alrendszernek a kidolgozása sem jelent járatlan utat. Ki kellene választani egy célszerű rendszert és azt megfelelő módon továbbfejleszteni, és az eMezőgazdaság rendszerbe beépíteni.

Elképzelhető, hogy ezt az alrendszert valamelyik könyvelési szoftver kifejlesztője térítés nélkül, vagy igen kedvezményesen vállalná, amennyiben reménye van arra, hogy az, az eMezőgazdaság rendszerben térítés ellenében kerül alkalmazásra, s ezért a kifejlesztőt az alkalmazásért befolyt összegből szerzői jogdíj illeti meg.

7. Döntésmegalapozás és tervezés alrendszere

Ezzel a rendszerrel az előbbieken részletesebben foglalkoztunk. Itt csupán annyit jegyezzük meg, hogy ez a rendszer szükség szerint és célszerűen összekapcsolódik a többi alrendszerrel.

Az alrendszer közül ez az alrendszerek a legbonyolultabb, szerencsére ennek - mint láttuk - szintén megvannak az előzményei. Az alrendszer alkalmazása is kíván némi szakképzettséget, azonban ez elsajátítható, másrészt alkalmazásához a szaktanácsadók nagy segítséget adhatnak. Mind több gazda kerül közel a számítógéphez. Mind több egyetemet végzett és a számítástechnikában járatos ember kerül a mezőgazdaságba. Nem mindegy, hogy ezek az emberek találkoznak-e egy a gyakorlatban jól használható komplex rendszerrel, vagy nincs ilyen rendszer.

Másrészt a rendszer olyan felhasználóbarát eljárásként dolgozható ki, hogy felhasználása már az első alkalmazás során is viszonylag egyszerű, a továbbiakban pedig csupán a változásokat kell a számítógépbe bevinni (sőt azok egy része központilag automatikusan megtörténhet) és a kész eredményt kapjuk.

Ebben az alrendszerben található a gépek és eszközök, az anyagok, stb. információ tára. Minden mezőgazdasági gépgyártónak, műtrágya és vegyszergyártónak, állattenyésztésben használatos gyógyszer és vegyszer, valamint táp gyártónak érdeke lenne, hogy terméke ebben az információ tárban szerepeljen. Bizonyos, hogy ezért hajlandók lennének anyagi áldozatokra is, vagy már a rendszer elkészítésének a segítéséhez, vagy/és folyamatos karbantartásához.

8. Operatív irányítási alrendszer

Ez az alrendszer a természeti technológiák és a komplex terv megvalósításának a nyomon követését, majd a termelési ciklus, illetve az év befejezésekor elemzését valósíthatja meg. Ez magába foglalhatja a gépi munkák irányítását, az üzemanyag felhasználás nyilvántartását, anyagfelhasználás nyilvántartását, stb., sőt ezeket az adatokat közvetlenül is továbbíthatja a könyvelés felé. Ezzel az alrendszerrel kapcsolatban még csupán az elkészítése folyamán szerzett tapasztalatok állnak rendelkezésre.

9. Szaktanácsadás alrendszere

A szaktanácsadás alrendszere egyrészt tartalmazhat közvetlen szaktanácsot, másrészt átirányítja az érdeklődőt a megfelelő szaktanácsadási weboldalakra, vagy szaktanácsadókhoz.

Természetesen azt is célszerű lehetővé tenni, hogy a szaktanácsadást kérő e-mail segítségével felvegye a kapcsolatot a megfelelő szaktanácsadóval, vagy szaktanácsadó intézettel. A szaktanácsadás természetesen szintén lehet térítéses, vagy térítés nélküli.

10. Logisztika alrendszere

Ez az alrendszer lehetővé tenné a mezőgazdaság kiszolgálását, raktározás, szállítás, termény-száritás, stb. szervezését.

11. Nemzetközi információk alrendszere

Itt nemzetközi információkhoz juthatnának az érdeklődők. Tulajdonképpen ez az alrendszer is nagyjából weboldalakra történő átirányítást tartalmazhatna.

Beleférne az alrendszerbe az is, hogy a világ népességének és fogyasztási szokásainak ismeretében, a különböző termékek várható szükségletéről becslés készüljön, majd a várható termésátlagok ismeretében meghatározásra kerüljön az adott növényből szükséges vetésterület, stb. Ha most összesítés készülhetne a tervezett vetésterületről, akkor meg lehetne mondani, hogy a tervezett termés sok, vagy kevés lesz, s javaslatot lehetne tenni, az egyes országok és vidékek számára a vetésterület változtatására, stb.

Ez ma még messze lévőnek tűnik, de az informatika rohamos fejlődése ide vezethet.

12. Számítási eljárások, matematikai képletek alrendszere

Ebben az alrendszerben a mezőgazdaságban használatos számítási eljárásokat, képleteket lehetne megtalálni, és alkalmazni.

13. Egyéb kérdések alrendszere

Ebbe az alrendszerbe lehetne tenni mindazokat a problémákat, illetve azok megoldásának a segítségét, amelyek az előbbieken nem találhatók, de azokkal foglalkozni célszerű, vagy szükséges.

Ebbe belefér az a lehetőség is, amikor a gazdák a rendszer működéséről mondanak véleményt, vagy tesznek javaslatot.

Végül csupán egy megjegyzés. Az eMezőgazdaság rendszer fokozatosan épülhetne ki, nem kell feltétlenül valamennyi alrendszerét egyidejűleg elkészíteni. Ugyanakkor fontos lenne, hogy a rendszer folyamatosan tökéletesíthető legyen.

14. Elméleti megállapítások, törvényszerűségek, gazdaságpolitikai kérdések

Ebben a fejezetben néhány elméleti törvényszerűségből következő gazdaságpolitikai problémákkal foglalkozom. Ezekkel az elméleti törvényszerűségekkel már régebben, 1966-ban, majd 1973-ban, és később is megfogalmaztam. Ennek ellenére szükségesnek tartom, néhány problémával, e törvényszerűségek gazdasági és gazdaságpolitikai hatásával e helyütt is foglalkozni, egyrészt, mert az újabb és újabb vizsgálatok megerősítik, valamint szabatosabbá teszik a korábban kifejtetteket, másrészt, és főleg, mert a gazdaságpolitika és annak hatása is felvet újabb szempontokat és a megfogalmazott törvényszerűségek ismeretében, ennek elemzése is célszerű lehet. A jelenlegi magyarországi körülmények, illetve a rendszerváltást követően kialakult és ma is folyamatosan alakuló helyzet sok új elemet hoz, az elméleti és a gazdaságpolitikai vizsgálatok homlokterébe.

A rendszerváltás a mezőgazdaságban súlyos helyzetet teremtett

Véleményem szerint a rendszerváltás után kialakult szituációk igen súlyos helyzetbe hozták a mezőgazdaságot, amit valószínűleg még hosszú ideig nem tud kiheverni.

Igaza volt Mocsáry Józsefnek, hogy a rendszerváltás a mezőgazdaságban a nagyobb kárt okozott, mint a második világháború. (Mocsáry József: A legnagyobb földosztás. Népszabadság, Budapest, 1994. máj.14)

Mi sem bizonyítja ezt jobban, mint az, hogy a mezőgazdaság a nagymértékű állami támogatás ellenére, 15 év alatt sem tudott eljutni a rendszerváltás előtti színvonalra.

A magyar mezőgazdaság a második világháború után, a sok problémája és a TSz-ek erőszakolása ellenére, sokkal rövidebb idő alatt érte el, és haladta meg a háború előtti színvonalat.

A nagyüzemi mezőgazdaság szándékos szétverése, a meglévő eszközök és épületek tönkremenése, vagy a jókor jó helyen lévők által fillérekért történő megvásárlása, (KI és mikor fogja kártalanítani a volt termelősövetkezeti tagokat?) a földbirtokszerkezet elaprózódásához, életképtelen birtokszerkezet kialakulása, stb. vezetett és helyrehozhatatlan károkat okozott a magyar mezőgazdaságnak.

A parasztok annak idején földjüket (erőszakkal, vagy nem erőszakkal) bevitték a termelősövetkezetekbe. A rendszerváltás következtében azonban a már nyugdíjasok, vagy a leszámazottak, tekintve, hogy a terület a testvérek, (esetleg már az unokák) között szétaprózódott, a föld nevesítése során csak néhány hektárhoz, illetve gyakran még egy hektár földhöz sem jutottak. Ha pl. 1938-ban valakinek 25 kh földje volt, hektárra átszámítva és kerekítve csak mintegy 14 ha. Ha a leszámazottak négyen voltak testvérek, akkor is csak 3,5 ha jutott egy főre. Ezen gazdálkodni nem tudhattak, de nem is kívántak.

A nyugdíjasok már képtelenek voltak a gazdálkodásra, s nem rendelkeztek az ehhez szükséges eszközökkel sem, az örökösök jó része pedig már a földterülettől távol, esetleg diplomásként, vagy szakmunkásként stb. városban lakott, s semmiképpen nem tudott volna, és nem is akart visszatérni gazdálkodni. Ezért aztán olcsón eladták a földterületüket, gyakran éppen azoknak, akik a termelősövetkezetek eszközeit is olcsón megvásárolták. Ha pedig nem adták el földjüket, akkor bérbe adták, fillérekért.

Megindult a harc azért is, hogy jogi személyek (termelőszövetkezetek) és külföldiek ne vásárolhassanak, ne birtokolhassanak termőföldet. Ez lehetővé tette, hogy a termőföldföld árát és bérleti díját továbbra is alacsony szinten tartsák, hiszen nincs versenytárs. Csakhogy ez ismét a szegény nyugdíjasok és városra elszármazottak, gyakran szintén szegény emberek rovására megy, s azoknak a javát szolgálja, akik eddig is nyertesei voltak a rendszerváltásnak.

Az állami támogatás buktatói. Túlgépesítés.

A termelőszövetkezetektől olcsón megvásárolt használt, esetenként elhasznált gépek és eszközök azonban több gazdaságra szétszedve nem voltak elégségesek a termőterület megműveléséhez. Sok gazda gép nélkül maradt, márpedig minden gazda arra törekedett, hogy saját traktorral rendelkezzen. Ehhez azonban nem rendelkezett a szükséges anyagiakkal. Maradt tehát az állami támogatás, az állam által támogatott hitel, stb.

De egyet lehet-e érteni azzal a gazdaságpolitikával, amelyik pl. a mezőgazdasági gépvásárláshoz igen jelentős állami támogatást, kamatmentes, vagy kamattámogatásos hitelt nyújt? Az csak az egyik kérdés, hogy az állampolgároktól beszedett adó egy részét oda szabad-e adni az állampolgárok egy (nem is nagyon elesett) csoportjának.

Talán még nagyobb súllyal esik latba, hogy az állami támogatás arra ösztönöz, hogy a mezőgazdasági vállalatok, illetve a gazdák megvásárolják a gépet, akkor is, ha a 10-20 ha földterületükön nem tudják azt kihasználni.

Másrészt az állami támogatás nem csak a gazdáknak, hanem az eszközöket gyártóknak is kedvez. Ha ugyanis az állam támogatja a gépberuházást, akkor természetesen magasabbak lehetnek a gépek árai, tehát az állami támogatást le lehet fölözni. Hasonlóképpen lefölözhetik az állami támogatást a műtrágya és a vegyszergyártók, a vetőmag előállítók és természetesen a kereskedők is. De nem csak a beruházási támogatást fölözik le, hanem a földalapú támogatást, illetve bármilyen más állami támogatást is.

Meg kellene már érteni, hogy az ilyen állami támogatások nem oldják meg a mezőgazdaság problémáját, Magyarországon sem, más országokban sem, sőt gyakran ellenkező hatást váltanak ki.

Az állami támogatás helyett az árak orientálnának célszerűen, megfelelő versenyt teremtve a vállalatok között, mind a mezőgazdaságon belül, mind a termelési eszközöket gyártók között, mind pedig a mezőgazdaság és az ipar, a kereskedelem, stb. ágazatok, valamint a különböző országok között.

Magyarországon a mezőgazdaság részben az elaprózott birtokszerkezet, részben az állami támogatási rendszer miatt túlgépesített. A gazda ugyanis azt tarja szem előtt, hogy a gép árának jelentős részét ingyen megkapja, amiért viszont érdemes áldozatot hozni. A gép igen drága ugyan, de mégsem olyan drága, mert jó részét az állam (azaz a társadalom) állja, tehát a gazda úgy érzi, hogy minél drágább egy gép, annál több pénzt kap az államtól ingyen és bérmentve. Márpedig mindenki szeret az államtól kapni! Adni senki!

Olyan ez, mint amikor a kereskedelemben magas árat állapítanak meg valamely árucikkre, s reklámként kiírják, hogy az adott árut „most” 10-30 % kedvezménnyel lehet megvásárolni. A vásárló megveszi, s azt hiszi nyert. Pedig nem nyert semmit, sőt lehet, hogy veszített.

Semmi nem indokolja, hogy a 10-20 ha-on gazdálkodó hatalmas traktorokkal rendelkezzen. Semmi nem indokolja, hogy 500 ha-on gazdálkodó 4 traktorral rendelkezzen. Ez nagyon megdrágítja a termelést.

Ha egy Rába traktorral mondjuk 0,8 ha területet lehet egy óra alatt felszántani, akkor egy kéthónapos mélyszántási időszakban, ha csak 40 munkanappal és 8 órás munkaidővel számolunk is egy traktor mintegy 250 ha területet képes felszántani. 500 ha területre ezek szerint maximum két traktorra lenne szükség, még a legnagyobb munkák, az őszi mélyszántás időszakában is. Két műszakban dolgozva pedig csak egy traktorra lenne szükség. Mi több a gazda nem a teljes területen végez őszi mélyszántást. A kalászosokat ekkorra már nagyrészt el is vetette.

Igaz közbe vethető, hogy az sem biztos, hogy az adott 2 hónap alatt az időjárás következtében van 40 mezőgazdasági munkára, főként pedig őszi mélyszántásra alkalmas nap. Viszont az is igaz, hogy a mezőgazdaságban az őszi szántás, és általában a nagyobb munkák időszakában nem nyolcórás a munkaidő, másrészt az őszi mélyszántás sem feltétlenül két hónapos munka, szükség esetén már október előtt megkezdhető és a nagyobb fagyokig (esetleg december végéig is) végezhető.

Az előbbiekkal kapcsolatban ellenvetés lehet az is, hogy a gazdáknak, vagy alkalmazottaiknak is joguk van a 8 órás munkaidőhöz. De van-e annak akadálya, annak, hogy a mezőgazdaságban, csúcsmunka időszakában, két műszakban dolgozzanak? Aki 500 ha termőfölddel, és négy traktorral rendelkezik nem maga ül a traktoron, hanem alkalmazottait ülteti rá. A mezőgazdaságban nagy a munkanélküliség. Idénymunkára lehet kapni munkaerőt, aki második műszakban vállalja a szántást.

Miből él a falu?

A statisztika szerint a mezőgazdasági dolgozók évente átlag 80 munkanapot dolgoznak. Ez természetes, hiszen téli időszakban, vagy rossz időjárási viszonyok között a növénytermesztésben nem lehet dolgozni.

Az bizonyos, hogy amennyiben ezek a dolgozók ugyanannyi órabérrel végzik a munkájukat, mint a városi dolgozók, akkor nagyon alacsony színvonalon, legalább 2,5 szer alacsonyabb színvonalon kell megélniük, mint az ugyanolyan órabérrel rendelkező városi dolgozóknak. Ahhoz, tehát hogy a mezőgazdasági dolgozó a városihoz hasonló színvonalon éljen, legalább 2,5 szeres órabérrel kellene rendelkeznie. Ilyen pedig a világon sincs!

Jobban jár tehát a falusi ember, ha munkanélkülivé válik, munkanélküli segélyből él, és ha van rá lehetősége (ha őszinték vagyunk, sokaknak van), akkor „besegít” az ismerősnek, a falubelinek „szívességből”. Hogy aztán az ismerős, a falubeli is viszont besegít a megélhetésébe ahhoz senkinek semmi köze. No meg a ház körüli kertben is terem valami, esetleg (sajnos egyre kevésbé) az udvaron is kapirgál néhány baromfi, a disznóól sem üres.

Mindezért nem lehet elmarasztalni a falusi embert. Valahogy meg kell élnie. Hogy nem lesz nyugdíja, a szociális segély pedig igen kevés? Dolgozik öregkorában is úgy, mint azelőtt, ha egészsége megengedi. Ha nem, akkor pedig nyomorog.

Optimális vállalati méret.

Többször lehetett olvasni az irodalomban a mezőgazdasági vállalat optimális méretének a meghatározásáról, illetve ilyen irányú vizsgálatokról.

Matematikai modellezési vizsgálataim alapján már régebben, még a rendszerváltás előtt is kifejtettem, hogy nincs a mezőgazdasági vállalati méretnek, s így a földbirtok méretnek sem optimális nagysága. Sőt minél nagyobb méretű egy vállalat, annál erősebb. Az elaprózott birtoknagyság káros! A gazdákat, s így a mezőgazdaságot is kiszolgáltatottá teszi. Nem is voltak talán soha ilyen kiszolgáltatottak a gyakorlatban, mint a rendszerváltás óta.

Mindez a politika bűne, tekintve, hogy összekeverték a tulajdonformát és a vállalati, illetve üzemformát. Mert a földek nevesítése nem követelte meg a termelőszövetkezetek tönkrevetését. Rá kellett volna bízni a termelőszövetkezet tagságára, hogy termelőszövetkezetben akar maradni, vagy egyéni gazdaként kíván gazdálkodni.

Ami megtörtént azt már nem lehet meg nem történné tenni és visszafordítani. Nem lehet, és talán nem is lenne célszerű! Az elaprózott mezőgazdaság viszont nem életképes és nem is lesz az soha.

A megoldásnak két útja lehetséges.

Az egyik megoldás, (s ezt Torgyán József volt mezőgazdasági és vidékfejlesztési miniszter, a kispapárt volt elnöke is kifejtette 2005. február 5-én az m₂ televízióban), hogy fokozatosan nagy magánbirtokok alakulnak ki, s a falusi lakosság nagy része zsellérré válik. Ebben az esetben azonban a mezőgazdaság további extenzív fejlődésével kell számolni.

A másik megoldás pedig az, hogy a föld tulajdona a parasztságnak megmarad, s modern szövetkezeti, vagy részvénytársasági, illetve a földtulajdonosok valamilyen társult formájában, a mezőgazdasági lakosságot összefogó erős, nagy vállalatok jönnek létre.

Miért ne lehetnének olyan nagyvállalatok (szövetkezeti, vagy részvénytársasági, vagy más célszerű formában), amelyek a falu szellemi, fizikai és anyagi erejét összefogva a természetől a feldolgozáson keresztül a kereskedelemig, (beleértve az exportot és importot is), átfognák, s kellő erővel léphetnének fel. Sőt tevékenységük kiterjedhetne a helyi építkezések megvalósítására, úthálózat karbantartására, a turizmusra és a vendéglátásra, stb. Erre a magángazdaságok nem lesznek képesek. A nagyobbak sem.

Hogy az előző rendszerben voltak ilyen vállalatok, a termelőszövetkezetek és Állami Gazdaságok? No és! Ezért nem kell feltétlenül elvetni. Nagyvállalatot nem csak szocialista módon lehet működtetni. A második világháború előtt is voltak olyan nagy uradalmak, amelyek - igaz kevesen és nem nagy volumenben - a mezőgazdasági termékek feldolgozását végezték (szeszgyárak, cukorgyárak, stb.) S voltak ezekben az uradalmakban kovácműhelyek, kerékgyártó és bognár műhelyek, stb. is.

Egy ilyen szervezet egyébként mindkét variációt (nagy magángazdaságok, vagy társult földtulajdonosok) magába foglalhatná, illetve a falu értelmisége, vagy akár városi emberek is részvényesek, vagy résztulajdonosok lehetnének, lehetővé téve, hogy a falu anyagi erejét összpontosítsák. Sőt ezeket a vállalatokat nem feltétlenül korlátoznák sem megyehatárok, sem pedig országhatárok.

Meg kell érteni, hogy már jelenleg is, a jövőben pedig mindinkább, az elszigetelt gazdaságok, még a több száz hektárosok is, kiszolgáltatott helyzetben vannak és maradnak.

Az állami támogatást - ha arra egyáltalán szükség van - ilyen szervezetek létrejöttének és beruházásainak a támogatására kellene felhasználni.

Az újabb és újabb traktorok nem teremtenek több munkahelyet, sőt esetleg a munkaerő foglalkoztatás csökkenésével járnak. Erre adni támogatást az ország lakosságától beszedett adókból? Aztán újabb kiadást jelenthet az ebből adódóan munkanélkülivé váltak munkanélküli segélye? Ez az ország tönkremenéséhez vezethet.

Más a helyzet, ha a támogatást a falusi lakosság foglalkoztatásának a növekedésével járó feldolgozó üzemek létesítésére adják. Ezáltal munkanélküli segélyt takaríthatnak meg, munkalehetőséget és jobb, értelmesebb életet biztosíthatnak a falusi lakosságnak.

Szükség van-e a vállalatok állami támogatásra?

Ez igen nagy kérdés!

Ma és még egy ideig valószínűleg szükség van és lesz a mezőgazdasági vállalatok állami támogatására. Sőt mindaddig szükség lesz rá, amíg más országokban is van állami támogatás. Már ma is kérdés azonban a támogatás mértéke, valamint, az is, hogy a mezőgazdasági, a termelőeszköz gyártó, a kereskedelmi, a pénzügyi, stb. vállalatoknak kell-e, és mennyi támogatást adni. Ez viszont mindig is vita tárgya lesz, amíg fennáll az állami támogatás intézménye.

Csak hogy az olcsóbb állam megteremtése nem csupán annak a kérdése, hogy az államapparátust kell csökkenteni!

A bonyolult adó és támogatási rendszer működtetéséhez emberek kellene. Ha kevés a létszám, akkor a rendszer akadozik, ami az emberek felháborodását váltja ki. Ha a kelleténél több az államapparátus létszáma, akkor pedig a munka még kevésbé halad előre, egyrészt a hivatal önadminisztrációjának a megnövekedése miatt, másrészt az aktatologatás, a korrupció és az egymásra mutogatás stb. miatt, s ez önmagát gerjesztő folyamatként még több és több ember alkalmazásához vezet.

A megoldás az lehetne, hogy egyszerűbb adórendszer és egyszerűbb, csak a legszükségesebbre szorító támogatási rendszer kiépítésével, jelentős létszámcsökkenés valósulna meg az államapparátusban.

Az állami támogatás általában egy meglévő, élehetetlen helyzet konzerválását, vagy ennek a létrehozását segíti elő.

Maga az elnevezés is hamis, hogy állami támogatás. Valójában szó sincs állami támogatásról. Arról van szó, hogy az állam az egyik embertől, vagy embercsoporttól elvett anyagiakat egy másik ember, vagy embercsoportnak átadja. Átcsoportosításról van tehát szó, s sajnos legtöbbször nem is célszerű és nem is igazságos átcsoportosításról. Általában az adófizető állampolgároktól beszedett adó egy részét csoportosítja át az állam, gyakran éppen a gazdagabb, esetleg adót sem fizető, vagy nem jövedelmével arányosan fizető, különböző kedvezményeket élvező egyének, vagy csoportok javára.

Távlatilag mindenképpen felvetődik, hogy egyáltalán szükség van-e állami támogatásra, illetve megengedhető-e az állami támogatás? Megengedhető-e, hogy az állam az állampolgároktól nagy adót szedjen be, azért, hogy az adóbeszedést adminisztrálja, ellenőrizze, és az állampolgárok egy-egy csoportjának a zsebébe csúsztassa, gyakran érdemtelenül vagy/és korrupcióval. A kérdés természetesen akkor vethető fel igazán, ha ez nem csak egy országban, hanem világméretben valósulhatna meg. Az eMezőgazdaság rendszer e tekintetben is sok segítséget tudna nyújtani.

Játszunk el kicsit egy abszurd gondolattal. Tegyük fel, hogy minden országban megvalósulna, hogy nincs, nem lehet, tilos az állami támogatás! Nem támogatna az állam vállalatokat, sem ipari, sem mezőgazdasági, sem kereskedelmi vállalatokat, bankokat, semmiféle vállalatot.

Versenyezzenek egymással, végezzenek olyan tevékenységet, amilyenre a piacon szükség van. Az állam (vagy az eMezőgazdaság rendszer) abban segítene, hogy statisztikailag megbecsüli a világ előrelátható szükségletét a különböző termékekből és tájékoztatást ad, hogy mennyi termelés van előirányozva, hogy pl. a mezőgazdasági vállalatok, vagy gazdák esetleg változtathassanak.

Nem támogatná az állam az egyetemi oktatást sem, hanem azt a tanulók fizetnék, mégpedig a tényleges költséget térítve meg, s természetesen az egyetemek és a főiskolák, valamint a szakképzést végző intézeteknek versenyeznének a hallgatókért a tekintetben is, hogy minél magasabb szakképzést és elismerést szerezzenek, de mérsékelt áron.

Nem támogatná az állam a pártok, az egyházak, az alapítványok, stb. működési költségét sem (fizessék azt tagjaik), csak az államtól átvállalt feladatok végzését, (pl. egyházi iskolák, kórházak, szociális intézmények, stb.) fenntartását, de ezeket az állami fenntartású intézményekkel azonos szinten.

Általában mindenki fizesse meg, amit igénybe vesz. Nem igazságos, hogy az egész társadalommal fizettesse meg az állam azt, amit az állampolgárok egy kis csoportja élvez. De valószínűleg az sem igazságos, ha vállalatok fizetnek meg, adományokat adnak, szponzorálnak, reklámhirdetéseket fizetnek meg támogatásként, mindezt beépítve a termékek, illetve a szolgáltatások árába, vagyis megfizetve az állampolgárokkal. Ez még akkor sem igazságos, ha jó ügyet szolgál.

De bizonyosan az egészségügyben is sok megtakarítás lenne elérhető.

Sorolhatnánk még azokat a területeket, ahol az állam visszavonulhatna, nem adna támogatást. Kivéve esetleg ritka helyzeteket, pl. eminens szegény tanulóknak ösztöndíj (bár ezeket is inkább magántámogatóknak kellene megoldani).

Ezek a ritka esetek azonban mindig teljesítményhez lennének kötve, hiszen az államok az állampolgárok pénzével gazdálkodnak, s ez igen szűkös lenne, és erre nagyon vigyáznának. Mert igen nagymértékben csökkenne az adó! S milyen mértékben lenne csökkenthető az APEH létszáma! Milyen mértékben lehetne csökkenteni általában az államapparátust!

Lehetne azonban hitelt felvenni. Tanulmányit is, meg beruházásit és üzemvitelit is. Természetesen rendes (nem kedvezményezett) kamattal.

Csak hogy egy ilyen rendszer, akkor lenne csak működőképes, ha aztán a termék ára olyan lenne, hogy a termelési költség megtérül, és tisztas jövedelem elérését is lehetővé teszi. Ezt természetesen nem az államok biztosítanák, hanem a piac. Ha a vállalatok a piac igényének megfelelően, azaz a szükségletre termelnek. De éppen ezeknek a folyamatoknak képezhetné alapját az adó csökkentése.

Az egyetemet végzett szakemberek is olyan fizetést kaphatnának, hogy a felvett hitelt, és annak kamatait meg tudják fizetni, amit természetesen szintén nem az állam garantálna, hanem a piac biztosítana. Nem lenne az sem probléma, ha egy egyetemet végzett szakember külföldön helyezkedik el. Senki nem mondhatná, hogy az adófizetők pénzén tanult és tudását más országban hasznosítja. Saját pénzén tanult, legfeljebb hitelt vett fel, de ezt vissza is fizeti. Nem vethet a szemére senki semmit.

Képzelnék csak el, hogy amennyiben a képviselők létszáma is jelentősen csökkenne. Nem csak a képviselői tiszteletdíjakat, és egyéb járandóságait és költségterítéseiket lehetne megtakarítani, hanem a kiszolgáló személyzet és annak költsége is jelentősen csökkenhetne.

A rendőrség is csak az általános rendvédelmi feladatokat látná el állami pénzen. A rendezvények biztosítását a rendező szervek fizetnék meg. Benne foglaltatna a jegy árában.

Milyen nagymértékben lehetne csökkenteni a helyi önkormányzatokat, a megyei önkormányzatokat, s mindezek költségeit!

Ha ezt végig lehetne vinni (további területekre is), akkor az állam feladata lényegesen lecsökkenne. Ezzel együtt lényegesen csökkenne természetesen az államapparátus létszáma is. Na és az állampolgárokat terhelő adó!

Olcsó, takarékos állam? Sajnos erről eddig csak beszéltek!

De ha ez az előbbieket figyelembevételével mégis megvalósulna, mi lenne a létszámcsökkenéssel a munkahelyüket elvesztett emberekkel? Ki kellene találni ezeknek az értelmes és hasznos foglalkoztatását is, ha ez egyáltalán megoldható.

Az viszont bizonyos, hogy a megoldás csak fokozatosan, hosszú idő alatt lenne megvalósítható. Sajnos erre nem sok remény van!

A föld közgazdasági értéke.

Régebben kifejtettem már, és az azóta végzett elemzéseim megerősítik, hogy a termőföld közgazdasági értéke nem csak (sőt talán nem is elsősorban) annak fizikai, kémiai biológiai tulajdonságaitól függ.

Azok a nagy anyagi áldozattal végzett vizsgálatok pedig, amelyek a föld minőségét egyetlen számmal kívánták kifejezni kidobott pénzt jelentettek.

Nincs, és nem lehet ilyen szám! A termőföld sokoldalú és össze nem adható, közös nevezőre nem hozható, kémiai, fizikai és biológiai tulajdonságainak egy számmal történő kifejezése eleve lehetetlen. Mesterséges számok konstruálása pedig úgy hamis, ahogyan van.

Másrészt a termőföld közgazdasági értéke nem csak a termőföld tulajdonságaitól függ, hanem az időjárási tényezőktől, a piaci viszonyoktól és igen döntő mértékben, attól, hogy mit termelünk az adott termőföldön, mennyi költséggel, és az adott termék a piacon eladható-e és milyen áron, vagyis az adott termőföldön mennyi jövedelem érhető el.

Ez a döntő szám! Az adott termőföldön mennyi jövedelem érhető el? Milyen áldozattal? A föld közgazdasági értékét tehát annak jövedelemtermelő képessége határozza meg.

A termelés szerkezete.

Régebbi matematikai modellezési vizsgálataim alapján kimutattam, hogy megfelelő gépesítés mellett, tulajdonképpen a mezőgazdasági vállalatnak - ha nem termelészövetkezetről és a tagság foglalkoztatási kényszeréről van szó - az érdeke az, hogy minél kevesebb növényt termeljen, minél kevesebb kézi munka felhasználásával, jól gépesítve.

A rendszerváltás hajdanán voltak, akik arra számítottak, hogy a termelészövetkezetek szétverésével, a városból, a munkanélkülivé vált, vagy a munkanélküliség rémével fenyegetett, volt parasztok, visszamennek a faluba, s a mezőgazdaság felszívja a városban feleslegessé vált munkaerőt, s így megszűnik, vagy legalábbis jelentősen csökken a városi munkanélküliség.

Már akkor kimutattam, és publikációmban megjelentettem, hogy ennek az ellenkezője fog bekövetkezni, nem hogy a városi munkanélküliség oldódna meg, de megteremtődik a tömeges falusi munkanélküliség is. Amit leírtam az valóban be is következett.

Mi is történt?

A gazdák nagy része két-három jól gépesíthető növény termesztésére rendezkedett be. Még a néhány száz hektáron gazdálkodó is csak legfeljebb 1-2 dolgozót alkalmaz, lehetőleg azt sem állandó alkalmazottként, csak idényszerűen, amikor szükséges.

Felszántják, elmunkálják géppel a földet, bevetik, aztán nincs vele gond betakarításig, illetve ha szükséges a gyomirtást, és a növényvédelmet végzik el, természetesen szintén géppel. Végül a betakarítás. Ennyi! Ehhez nem kell munkaerő, vagy nem sok munkaerő kell.

Már rég volt, amikor egy francia gazdánál voltam, aki ha jól emlékszem 480 ha-on gazdálkodott. Mint mondta, Ő nem dolgozik, csak irányítgat, gazdaszövetkezetekbe jár, ügyeket intéz. A gazdaság jól gépesítve van. Rendelkezik két traktorral! (Láttam! Nem nagy, olyan Zetor szerű!) Alkalmaz két munkást. Egy kevés lenne, ezért kettőt alkalmaz, bár a kettő már sok, másfél is elég lenne, így az egyiket kiadja más gazdaságok részére dolgozni.

Őszi búzát, kukoricát és burgonyát termeszt, állatot egyáltalán nem tart, még egy csirke sincs az udvarán. Panaszkodott persze, hogy olcsó a mezőgazdasági termény, drága a műtrágya és a vegyszer, meg a vetőmag és az üzemanyag, stb.

Nagyon szép lakása volt, szépen berendezve, nem hiányzott természetesen a zongora sem. A fia egyetemen tanul, mondta.

Hogy is van ez? 480 ha termőföld, két traktor, lényegében másfél munkás, három jól gépesíthető növény termesztése.

Mi volt ezzel szemben a termelőszövetkezetben? 4800 ha (vagy még sokkal több) termőföld, az egész falú (közel 1000 tag és családtag) foglalkoztatása, többféle növény termesztése és több állatfaj tartása, ipari, építőipari, kereskedelmi, stb. tevékenység végzése, stb.

Mi van jelenleg? 500 ha termőföld, négy traktor! 4-5 fő lehetőleg idénymunkás.

Csak hogy ha mindenki őszi búzát, kukoricát és napraforgót termel, akkor olyan túltermelés következik be, ami a piacon eladhatatlan.

A termelési szerkezet és a termelési erőforrások kihasználásának összefüggései.

A matematikai modellezéssel végzett vizsgálataim azt mutatták, hogy minél inkább szakosított a termelés szerkezete, annál kevésbé biztosított a termelési erőforrások, a munkaerő és a gépek kihasználása.

Magyarországra jelenleg éppen az a jellemző, hogy a mezőgazdasági vállalatok általában 3 esetleg 4 növény termesztésére szakosodnak. Ennél fogva természetesen a munkaerő foglalkoztatása általában idényszerű, a gépek távolról sincsenek kihasználva, a termelés drága, az állami támogatás az adófizetők szempontjából sok, a gazdák szempontjából igen kevés.

Csak hogy, ha mindenki nagyjából ugyanazt a két-három növényt termeli, akkor a piac telítetté válik, és nem lehet a megtermelt termékeket eladni, illetve azok, akik hátrányosan termelnek, biztosan nem tudják termékeiket eladni. Arra pedig nem lehet számítani, hogy majd az állam megvásárolja. Ha nincs szükség annyi termékre, akkor az állam sem vásárolhatja meg, mert az állampolgároktól beszedett adónak sok más helye van.

Miközben tömegméretekben termelt termékek a búza, kukorica, stb. eladhatatlanok, importból származnak a zöldségfélék, a gyümölcs, stb., amit nem termelnek meg elegendő mennyiségben az országban. De ez is egy önmagát gerjesztő folyamatot indíthat el, s később már a kereskedők hozzá szoknak az import termékekhez és akkor sem kell majd a magyar termék, ha azt a magyar gazdák már megtermelik.

Érdekes, hogy valamikor a kert-magyarország meséjével etették a magyar embert. Aztán amikor erre lehetőség lett volna ez feledésbe ment. Ma már sajnos nem nagyon kapható a magyar piacokon olyan, jó ízű, a ház körüli udvarban, a szabadban nevelkedett baromfi, amit pedig a magyar vásárlók is szívesen megvásárolnának, de valószínűleg exportra is kelendő lenne.

A gazda váltani általában nem akar, vagy talán nem is ismeri ki magát, hogy mire válthatna. Ahhoz nincs sem pénze, sem szakismerete, hogy valamilyen feldolgozóipari tevékenységet létesítsen. Összefogva létesíthetnének, de a magyar gazdáknak az összefogás, a közös géphasználat, még kevésbé a közös vállalkozás létrehozása nem erős oldaluk, s a gazdaságpolitika sem ösztönöz erre.

Marad tehát minden a régiben. Sajnos nem csak Magyarországon.

Irodalom

(Publikációim jegyzéke.)

Arra nem vállalkozhatok, hogy a kötethez kapcsolható publikációk jegyzékét számítógépre leírjam, vagy azokra a szövegben minden esetben hivatkozzak. Saját publikációim jegyzéke azonban számítógépemen van, annak átmásolása e kötet végére sem okozott nehézséget. A publikációimban aztán az olvasó számos hivatkozást találhat más szerzők publikációira.

Könyvek:

1. A takarmánygazdálkodás matematikai tervezése. (A nagyüzemi gazdálkodás kérdései sorozat.) Akadémiai Kiadó. Budapest. 1969. (165 p.)
2. A termelési tényezők felhasználásának optimalizálása a mezőgazdaságban. Közgazdasági Kiadó. Budapest. 1973. (232 p.)
3. A takarmányadagok optimalizálása egyszerűen. (Társszerző: Varga Károly) (Nagyüzemi gazdálkodás kérdései sorozat.) Akadémiai Kiadó. Budapest. 1974. 121 p.
4. A mezőgazdaság műszaki fejlesztésének gazdasági kérdései. (Társszerzők: Gönczi Iván, Kádár Béla, Matos Károly, Vadász László) Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 1979. 179 p.
5. Mezőgazdasági Vállalatok automatizált tervezése. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest. 1981. 240 p.
6. Biologická a ekonomická optimalizácia vyzivny hospodárskych zvierat. (Szerk: Michal Kovác, Társszerzők: G.A. Bogdanov, J. Pitel, L. Kabát, M. Kovac) Priroda. Bratislava. 1987. 422 p.
7. A gazdasági törvényszerűségek absztrakt matematikai vizsgálata. Szerzői kiadás. Debrecen, 1998. Az Interneten megtekinthető az Országos Széchényi Könyvtár, Magyar Elektronikus Könyvtárban a <http://mek.oszk.hu/01600/01621> alatt.
8. Az újratemelés dinamikájának szimulációs matematikai modellezése. Debrecen, 2004. Az Interneten megtekinthető az Országos Széchényi Könyvtár, Magyar Elektronikus Könyvtárban a <http://mek.oszk.hu/02200/02202> alatt.
9. A növénytermesztési technológiák és a mezőgazdasági vállalatok komplex tervezése számítógéppel. I. Kötet. Egyszerű számítógépes eljárás. Debrecen, 2004. Az Interneten megtekinthető az Országos Széchényi Könyvtár, Magyar Elektronikus Könyvtárban a <http://mek.oszk.hu/02400/02471> alatt.

Egyetemi jegyzetek:

1. Segédlet a Mezőgazdasági Statisztika általános részének tanulmányozásához. Debreceni Mezőgazdasági Akadémia. Debrecen. 1961.
2. Útmutató a Mezőgazdasági Statisztika tanulmányozásához. Debreceni Mezőgazdasági Akadémia. Debrecen. 1963.
3. Matematikai alapok. Jegyzetpótló útmutató a vállalati programozás tanulmányozásához. Debreceni Agrártudományi Egyetem. Debrecen. 1968.
4. Gazdasági matematika és számítástechnika. 1-2. kötet. Egyetemi jegyzet. GATE Gödöllő. 1974. (403 p.) (Utánnomások: Gödöllő. 1975. Debrecen. 1979., 1984.)
5. Útmutató a lineáris programozással megalapozott komplex vállalatfejlesztési tervek készítéséhez. (Társszerzők: Nemessályi Zsolt, Ertsey Imre) Egyetemi jegyzet. DATE Debrecen. 1978.
6. Gazdaságmatematika I. (Társszerző Szabó Mátyás) Egyetemi jegyzet. DATE. Debrecen. 1980.
7. Gépi adatfeldolgozás. Egyetemi jegyzet. (Társszerző: Drimba Péter) DATE. 1983.
8. Gazdasági rendszer- és információelmélet. (Társszerző: Tarnóczi Tibor) Egyetemi jegyzet. DATE. Debrecen. 1984.
9. Gazdaságmatematika II. (Társszerző: Szabó Mátyás) Egyetemi jegyzet. DATE. Debrecen. 1984.
10. A számítástechnika alkalmazása az operatív irányításban. Egyetemi jegyzet. DATE. Debrecen. 1987.
11. Operációkutatási ismeretek és mezőgazdasági alkalmazásuk. Egyetemi jegyzet. DATE. Debrecen, 1988. 363 p.

Cikkek:

1. Az élő és holtmunka felhasználás összefüggése a termelőszövetkezetek jövedelmezőségével. Debreceni Mezőgazdasági Akadémia Évkönyve. Debrecen. 1960.
2. A szervezestrágyázás hatása Hajdú-Bihar megye termelőszövetkezeteinek gazdálkodására. Magyar Mezőgazdaság. Budapest. 1960. X. 17.
3. A takarmánynövények vetésterülete optimális arányainak meghatározása. Statisztikai Szemle. Budapest. 1961. 12. sz.
4. Beszédes számok a fel nem osztható szövetkezeti alap növeléséről. (Társszerző: Kádár Béla) Magyar Mezőgazdaság. Budapest. 1961. I. 11.
5. A takarmánytermesztés legkedvezőbb területi arányainak megállapítása. Mezőgazdasági Akadémia Gyakorlati Szaktanácsadója. Debrecen. 1962. 4. sz.
6. A lineáris programozás alkalmazása különböző talajféleségekkel rendelkező üzemben a takarmánynövények optimális vetésszerkezetének meghatározására. Debreceni Mezőgazdasági Akadémia Évkönyve. Debrecen. 1962.

7. Az élő- és holtmunka ráfordítások hatékonysága a termelőszövetkezetekben. (A tisztántúli termelőszövetkezetek gépesítésének üzemgazdasági kérdései. 1961. XII. 14-15-én megtartott Tudományos ülészak anyaga.) DATE. Kiadványa. Debrecen. 1962.
8. „Krekó Béla: Mátrixszámítás” recesszió. Gazdálkodás. Budapest. 1964.
9. A takarmányadagok összeállítása a lineáris programozás módszerével. Gazdálkodás. Budapest. 1964. 1. sz.
10. Uziti lineárního programování při vytváření nejacinější struktury ve výrobě krmiv. (Lineáris programozás alkalmazása a takarmánytermelés szerkezetének meghatározására.) Zemedelská ekonomika. Praha. 1964. 1-2. sz.
11. Použití lineárního programování při řešení specializace ve výrobě krmiv. (Lineáris programozás alkalmazása a takarmánytermelés szakosításának meghatározására.) Zemedelská Ekonomiká. Praha. 1964. 5. sz.
12. A lineáris programozás alkalmazása a takarmánytermesztés szakosításának megoldására. A Debreceni Agrártudományi Főiskola Évkönyve. Debrecen. 1964.
13. A takarmánytermelés programozása öntözéses gazdaságban. (Társszerző: Kádár Béla) A Debreceni Agrártudományi Főiskola Tudományos Közleményei. Debrecen. 1965.
14. Optimális munkaerősűrűség és termelési szerkezet. Statisztikai Szemle. Budapest. 1966. 11. sz.
15. A termelési szerkezet, munkaerő és gépsűrűség, valamint a jövedelmezőség kapcsolatainak vizsgálata matematikai programozással. Georgikon Napok Keszthely 1966. szept. 1-3. Keszthely. 1966.
16. Az alaptakarmány és a pótabrak optimális arányának meghatározása teheneknél matematikai módszerrel. Gazdálkodás. Budapest. 1967. 4. sz.
17. Adott tehénállomány optimális elosztása különböző technológiák között. Gazdálkodás. Budapest. 1967. 12. sz.
18. Eine Untersuchung der Verteilung der Produktivkräfte unter den Betrieben auf Grund mathematischer Methoden und unter Berücksichtigung der Preispolitik. (A termelőerők üzemek közötti megoszlásának vizsgálata matematikai módszerekkel, tekintettel az árpolitikára.) Vortrag an der Wissenschaftl. Tanung, 1968. Martin-Luther Univ. Halle. 1968.
19. Stand und Ergebnisse der Anwendung der Programmierung in der Landwirtschaft von Ungarn. (Programozás mezőgazdasági felhasználásának helyzete és eredményei a magyar mezőgazdaságban.) Bedeutung und Methodik der Prognoseforschung und ihre Stellung in ökonomischer Planung und Leitung der Landwirtschaft und Nahrungsfüterwirtschaft. Hrsg. AdL der DDR, Institut für Agrarökonomik. Neetzow. 1968.
20. Takarmányozás gazdaságossági vizsgálatok a Debreceni Agrártudományi Főiskola gazdaságában lineáris programozással. (Társszerzők: Kocsis Sándor, Veress Imre) Debreceni Agrártudományi Főiskola Tudományos Közleményei. Debrecen. 1968.
21. Hozzászólás „Az időjárás hatása a mezőgazdasági termelési eredmények alakulására.” c. cikkhez. Statisztikai Szemle. Budapest. 1969. 4. sz.
22. A termelési Szerkezet és erőforrások optimumának meghatározása. Statisztikai Szemle. Budapest. 1969. 5. sz.

23. A komplex közgazdasági elemzés fontossága az élelmiszergazdaság fejlesztésében. Előadások és hozzászólások az Első Országos Agrárgazdasági Konferencián. Gazdálkodás. Budapest. 1969. 6. sz.
24. A műszaki fejlesztés ökonómiai problémái a mezőgazdaságban. Az 1969. márc. 12-13-án Debrecenben megtartott vita anyaga. Kiad. az MTA Agrárgazdasági és Üzemszervezési Bizottság. Budapest. 1969. Agroinform. 6. (Hozzászólások az 54-57 és 95-97 oldalon)
25. A komplex szemlélet érvényesítése a tervezésben. (Előadások és hozzászólások az Első Országos Agrárgazdasági Konferencián) Budapest. 1969.
26. A matematikai programozás alkalmazása a termelőszövetkezetek távlati tervezésében. Debreceni Agrártudományi Főiskola Tudományos Közleményei. Debrecen. 1970.
27. Ein Versuch zur Annäherung wirtschaftlicher Konsequenzen der technischen Entwicklung im Modell der LPG. (Társszerző: Gönczi Iván) Acta Econ. Budapest. 1970. 5. sz.
28. Korszerű módszerek alkalmazása a mezőgazdasági döntések megalapozásában. Vezetés. Budapest. 1970. 2. sz.
29. A matematika felhasználása a közgazdasági tevékenységben. (MSZMP Hajdu-Bihar megyei Bizottsága Oktatási Igazgatóságának kiadványa a decemberi jubileumi tudományos ülésről. 1. kötet) Debrecen. 1970.
30. Matematikai módszerek felhasználása a mezőgazdasági üzemi tervezésben. (ATF. cent. ünnepségei 1868-1968.) Debrecen. 1970.
31. Kísérlet a technikai fejlesztés gazdasági hatásának megközelítésére. Statisztikai Szemle. Budapest. 1971. 4. sz.
32. A mezőgazdasági vállalatok tervezése célrealisztikus lineáris programozási modellel. Vezetés. Budapest. 1972. 2. sz.
33. A célfüggvény néhány problémája a matematikai tervezésben. DATE tud. közl. Debrecen. 1972. 17. sz.
34. A lineáris programozás felhasználása a mezőgazdasági vállalatok középtávú tervezésében. Magyar Operációkutatási Konferencia, 5. Balatonfüred. 1973. okt. 1-4. Kiad. Magyar Közgazdasági Társaság Matematikai Közgazdasági Szakosztálya. Budapest. 1973.
35. A termelés szerkezet, a termelési technológia és a termelési erőforrások egyidejű optimalizálása egy gazdaságban. (Társszerzők: Acsay Ferenc, Balla Sándor) Vezetés. Budapest. 1973. 10. sz.
36. A termelési szerkezet, a termelési tényezők és a termelési erőforrások egyidejű, összefüggő optimalizálása. (Társszerzők: Acsay Ferenc, Balla Sándor.) Vezetés. Budapest. 1973. 2. sz.
37. A célrealisztikus lineáris programozási modell gyakorlati alkalmazásának módszere. (Társszerző: Balla Sándor) Kiad. Mezőgazdasági Gépkísérleti Intézet. Időszaki Tájékoztató. Gödöllő. 1974. 1. sz.
38. Az egészértékű programozás egy alkalmazási lehetősége mezőgazdasági vállalatok tervezésében. (Társszerző: Varga Károly) Sigma. Budapest. 1974. 1-2. sz.

39. A lucerna betakarítás műszaki megoldásának összehasonlító vizsgálata matematikai programozással. (Társszerzők: Pfau Ernő, Varga Károly) DATE tud. közl. Debrecen. 1974. 19. sz.
40. A számítástechnikai oktatás helyzete, perspektívája és hasznosítási lehetőségei a Gödöllői Agrártudományi Egyetem Mezőgazdaságtudományi Karán. (A számítástechnikai oktatás a hazai felsőoktatásban tudományos konferencián elhangzott előadások. Visegrád 1974. máj. 13-14.) ESzK. Budapest. 1974.
41. Pouziti ekonomicky-matematických metoda pri rizeni zemedelstvi. (Gazdasági-matematikai módszerek felhasználása a mezőgazdasági irányításban.) Zemedelska ekonomika. Praha. 1975. 21. roc. 10. c.
42. Hiperbolikus integer programozás alkalmazása a mezőgazdasági vállalatok tervezésében. (Társszerző: Felleg László) Agrártud. Egyetem Közleményei. Gödöllő. 1975.
43. Optimális termékszerkezet, technológia és átlaghozamok. (Társszerző: Karlik Erzsébet) Sigma. Budapest. 1976. 5. sz.
44. A műszaki fejlesztés döntésmegalapozásának néhány kérdése. DATE 1974 évi nemzetközi tud. ülés előadásai. Kiad. DATE. Debrecen. 1976.
45. A technológiai tervezés matematikai programozással. (Társszerző: Király Endre) Operációkutatás és számítástechnika a mezőgazdaságban 1. Országos Tud. Konferencia előadásai. Gödöllő. 1976. ápr. 8-9. Kiad. GATE Gödöllő. 1976.
46. Operációkutatás és számítástechnika helyzete és perspektívái a mezőgazdaságban. Operációkutatás és számítástechnika a mezőgazdaságban. 1. Orsz. Tud. Konf. előadásai. Gödöllő. 1976. ápr. 8-9. Kiad. GATE Gödöllő. 1976.
47. Technológiai tervezés számítógéppel. (Társszerző: Kertész János) Operációkutatás és számítástechnika a mezőgazdaságban. 1. Orsz. Tud. Konf. előadásai. Gödöllő. 1976. ápr. 8-9. Kiad. GATE Gödöllő. 1976.
48. Integer programozás mezőgazdasági alkalmazása. (Társszerző: Felleg László) Operációkutatás és számítástechnika a mezőgazdaságban. 1. Orsz. Tud. Konf. előadásai. Gödöllő. 1976. ápr. 8-9. Kiad. GATE Gödöllő. 1976.
49. Termelés szerkezet, erőforrások és termésátlag tervezése nemlineáris modellel. (Társszerző: Karlik Erzsébet) Operációkutatás és számítástechnika a mezőgazdaságban. 1. Orsz. Tud. Konf. előadásai. Gödöllő. 1976. ápr. 8-9. Kiad. GATE Gödöllő. 1976.
50. Számítógépes tervezés és döntésmegalapozás a mezőgazdasági vállalatoknál. Zalai Műszaki és Közgazdasági hónap. Nagykanizsa. 1976. okt. 8-9. Kiad. Neumann János Számítógéptudományi Társaság. Nagykanizsa. 1976.
51. Lineáris és hiperbolikus vegyes egészértékű programozással készített vállalatfejlesztési terv tapasztalatai. (Társszerző: Kasza Miklós) Operációkutatás és számítástechnika a mezőgazdaságban. 1. Orsz. Tud. Konf. előadásai. Gödöllő. 1976. ápr. 8-9. Kiad. GATE Gödöllő. 1976.
52. Lineáris programozással készített középtávú mezőgazdasági vállalatfejlesztési terv karbantartásának tapasztalatai. (VII. Magyar Operációkutatási Konferencia előadás-kivonatok) Pécs. 1977.
53. Lineáris-hiperbolikus programozás alkalmazása komplex vállalati tervezésben. (VII. Magyar Operációkutatási Konferencia előadás-kivonatok) Pécs. 1977.
54. Tervkészítés programozással. Figyelő. 1977. 21. évf. 22. sz.

55. A mezőgazdasági vállalatok tervezésének fejlesztési, korszerűsítési lehetőségei. DATE Tessedik S. Tiszántúli Mg. Tud. Napok. Debrecen. 1978. Kiad. DATE Debrecen. 1978.
56. A Debreceni Agrártudományi Egyetem szerepe a Tiszántúl mezőgazdaságának fejlesztésében. DATE Tessedik S. Tiszántúli Mg. Tud. Napok. Debrecen. 1978. Kiad. DATE Debrecen. 1978
57. Zárzó. DATE Tessedik S. Tiszántúli Mg. Tud. Napok. Debrecen. 1978. Kiad. DATE Debrecen. 1978.
58. Voproszju podgotovki kadrov neobhodimuh dlja realizacii avtomatizirovannoj szisztemu upravlenija v uszlovijah Vengerszkoj Narodnoj Reszpubliki. Doklad po probleme „Razrabotka i vnedrenije matematicseszkih metodov elektronno vücsiszlitel'noj tehnikai v szel'szkom hozjajsztve. (Az automatizált irányítási rendszer megvalósításához szükséges kéaderképzés problémái Magyarországon) Bjuletin' Koordinacionnogo centra sztrancslenov SZEVI dlja naucsnuh iszszledovanij. 1978.
59. Egy mezőgazdasági termelőszövetkezet erőforrásainak értékelése lineáris paraméteres programozással. (Társszerző: Ferenczi Zoltán) Operációkutatás és számítástechnika a mezőgazdaságban 2. Orsz. Tud. Konf. előadásai. Debrecen 1978. szept. 13-14. DATE Debrecen. 1978.
60. Mezőgazdasági vállalatok automatizált tervezése. Operációkutatás és számítástechnika a mezőgazdaságban 2. Orsz. Tud. Konf. előadásai. Debrecen 1978. szept. 13-14. DATE Debrecen. 1978.
61. A mezőgazdasági vállalatok automatizált irányítási rendszerének koncepciói. Operációkutatás és számítástechnika a mezőgazdaságban 2. Orsz. Tud. Konf. előadásai. Debrecen 1978. szept. 13-14. DATE Debrecen. 1978.
62. Mezőgazdasági vállalatok automatizált tervezése. MÜSZI Információ 1978. 5. sz. melléklete.
63. Operációkutatás és számítástechnika a mezőgazdaságban címmel tudományos konferencia Debrecenben. MÜSZI Információ 1978. 4. sz.
64. A növénytermelési technológiák automatizált tervezése. (Társszerzők: Király Endre, Szenteleki Károly) Gazdálkodás. Budapest. 1978. 10. sz.
65. A mezőgazdasági vállalatok és a számítástechnika. Magyar Mezőgazdaság. Budapest. 1978. 42. sz.
66. Számítógépes tervezés mezőgazdasági vállalatoknál. Magyar Mezőgazdaság. Budapest. 1978. 52. sz.
67. Egy speciális elrendezésű modell költségmegtakarító megoldása. Statisztikai Szemle. Budapest. 1978. 10. sz.
68. A mezőgazdasági vállalati irányítás számítástechnikai feltételei. Számítástechnika alkalmazása Mezőgazdaság. Székesfehérvári Nyári Egyetem előadásai. Budapest. 1979.
69. A mezőgazdasági vállalatok automatizált tervezési rendszere. Rendszerelméleti Konferencia előadásai. Sopron. 1979.
70. Automatisierte planung und optimierung der technologie der pflanzenproduktion. II. Mechanisierungstagung. Berlin. 1979.
71. A DATE tudományos kutatási tevékenysége és főbb eredményei. DATE „Tessedik Sámuel” Tiszántúli Mezőgazdasági Tudományos Napok. Mezőtúr. 1979.

72. Egy mezőgazdasági termelőszövetkezet erőforrásainak értékelése lineáris paraméteres programozással. (Társszerző: Ferenczi Zoltán.) Mosonmagyaróvári Mezőgazdaságtudományi Kar Közleményei. Mosonmagyaróvár. 1979.
73. A mezőgazdasági vállalatok automatizált tervezési rendszere és alkalmazásának tapasztalatai. METESZ Neumann J. Számítógéptudományi Társaság I. Országos Kongresszusának előadásai. Szeged. 1979.
74. Avtomatizirovannaja szisztéma planyirovánijja i opütü ee primenyija. IX. Mezsduaradnovo cimpoziuma sztran-cslenov SZEZ po koordinovannoj probléme. Praga. 1980.
75. Számítástechnikai módszerek alkalmazása a mezőgazdaságban válogatott előadások az „Operációkutatás és Számítástechnika a mezőgazdaságban” II. Orsz. Tud. Konf. anyagából. Mérnök és Vezetőtovábbképző Intézet kiadványa. Budapest. 1980. (Szerk. dr. Tóth József)
76. A mezőgazdasági vállalatok automatizált tervezési rendszere és alkalmazásának tapasztalatai. Vezetéstudomány. 1980. 1. sz.
77. Modelirovánijje szelszkohozjásztvennovo proizvodstva. Bulletin Koordinacionnovo centra sztran-cslenov SZEZ dljá naucsnuh issledoványij. (Társszerző: Szabó Mátyás) No 31/80. Prága 1980.
78. Automatisiertes System zur Planung in landwirtschaftlichen Betrieben und dessen Anwendung in der Praxis. Halle (Saale) 1980.
79. A matematikai tervezés mezőgazdasági alkalmazásának távlati problémái. Magyar Operációkutatási Konferencia előadásai. DATE: Debrecen. 1980.
80. Automatisiertes Planberechnungssystem für landwirtschaftliche Betriebe und ertse Erfahrungen über seine Anwerdung. Martin-Luther Univ. Halle (Saale) 1981
81. A X. Magyar Operációkutatási Konferencia. Közgazdasági Szemle. Budapest. 1981.
82. A matematikai tervezés mezőgazdasági alkalmazásának problémái és távlatai. Közgazdasági Szemle. Budapest. 1981.
83. Lineáris programozás a takarmánygazdálkodásban. (Társszerzők: Nemessályi Zsolt, Kárpáti László) Magyar Mezőgazdaság. 1981. 6. sz.
84. Otázky Automatizácie Polnohospodárskeho Podnikového Planovania a Organizácie Podnikového Planovania a Organizácie Vyroby. Teoria a Prax. Racionalizácia Operatívneho Planovania Riadenia, Polnohospodárskej Vyroby. Prevádzkovo Ekonomická Fakulta VSP V HALLE NDR Sopcialistická Akadémia CSSR ov v Nitre. Nitre. 19981
85. Az alaptakarmány optimalizálása. Magyar Mezőgazdaság. 1982. 1. sz.
86. Relationships between Subsystems of Agricultural Enterprises by LP Models. (Társszerző: Ertsey Imre) Új eredmények az operációkutatási módszerek mezőgazdasági alkalmazásában konferencia előadásai. Salgótarján. 1982
87. Számítógépes mezőgazdasági rendszerek. (Számítástechnikai kiállítás és vásár: márc. 24-31.) Magyar Mezőgazdaság. Budapest. 1982. 9. sz.
88. A tudomány felelőssége a nukleáris katasztrófa elhárításában. Tud. Konf. előadásai. Tudósok Korunkról. 7. füzet. Budapest. 1982.
89. Az alrendszerek kapcsolatainak vizsgálata a mezőgazdaságban. (Társszerző: Ertsey Imre) Statisztikai Szemle. Budapest. 1982. 8-9. sz.

90. A Számítástechnikai Központi Fejlesztési Program és a mezőgazdaság. Magyar Mezőgazdaság. Budapest. 1982. 51-52. sz.
91. Kié a Hortobágy? A Hortobágy és a gazdálkodás. Hajdú-Bihari Napló. Debrecen. 1998. ápr. 4. sz.
92. Application of multiobjective method in foundation of the developing of agricultural firms. (Társszerző: Szenteleki Károly) Karl Marx Univ. of Economics Budapest-Applications- Tud. Konf. előadásai. Salgótarján. 1982
93. Studying the relationships between subsystems of agricultural farms bz LP models. (Társszerző: Ertsey Imre) Karl Marx Univ. of Economics Budapest-Applications- Tud. Konf. előadásai. Salgótarján. 1982
94. Komplex tervezési rendszer kialakítása. (Társszerző: Herdon Miklós) DATE 1981-82 évi kutatási eredmények füzetek. DATE. Debrecen. 1983.
95. Mezőgazdasági vállalati célok elemzése kompromisszumos-programozás segítségével. (Társszerző: Szenteleki Károly) Sigma. Budapest. 1983. 3. sz.
96. Vplyv plánovania a riadenia na ucinnost a diferenciáciu polnohospodárskych podnikov Zbornik referátov z XI. spolkejej vedeckej konferencie Vysoká Skola Polnohospodárska v Nitre. Nitre. 1983.
97. Obucsnyie primenyenyiju vücsiszlityeljnovo techniki v debrecenszkom unyiver-szityétye szelszkohozjájsztvennüh nauk. Vücsiszlityelnaja technika szocoaliszticseszkih sztran. Szbornyik sztatyej. Finanszü i sztatisztika. Moszkva. 1983.
98. Elnöki megnyitó. Pethe Ferenc élete és munkássága tudományos emlékülés. Bessenyei György Tanárképző Főiskola kiadványa. Nyíregyháza. 1983.
99. Zárszó. Pethe Ferenc élete és munkássága tudományos emlékülés. Bessenyei György Tanárképző Főiskola kiadványa. Nyíregyháza. 1983.
100. Automatizált rendszer a mezőgazdaságban. (Számítógépes automatizált döntésmeg-alapozási és tervezési rendszer.) Mezőgazdasági és Élelmiszeripari Szervezés Szak-folyóirat. Budapest. 1984. 4. sz.
101. DIE OPTIMIERUNG UND AUTOMATISIERUNG IN DER BETRIEBSPLANUNG. Wissenschaftliche zeitschrift der Wilhem-Pieck Univ. Rostock. Jahrgang XXXIII - 1984 Naturwissenschaftliche Reich Heft 1 - 2. (Thünen-Symposiumi előadás anyaga.) Rostock. 1983.
102. Automatizált tervezés - növekvő eredmények. Figyelő. Budapest. 1984. 14. sz.
103. The application of an automated technological planning system and linear programming in the foundation of decisions relating to the utilization of machines. (Társszerző: Ertsey Imre) Bulletin for Applied Mathematics, PAMM' s 65 th Country Meeting, Debrecen 1985 jan. 16-20. BAMB kiadv. XXXVIII.
104. A new method for the determinátion of the optimal ratio of basic fodder and supplementary food. (Társszerző Szabó Mátyás) Bulletin for Applied Mathematics, PAMM' s 65 th Country Meeting, Debrecen 1985 jan. 16-20. BAMB kiadv. XXXVIII.
105. The metod of automated agricultural company planning and the experiences of its application. (Társszerző: Gyarmathi Attiláné) Bulletin for Applied Mathematics, PAMM' s 65 th Country Meeting, Debrecen 1985 jan. 16-20. BAMB kiadv. XXXVIII.

106. The work and effectiveness of practical applications of the computing laboratory of the Agricultural University of Debrecen. (Társszerző: Herdon Miklós) Bulletin for Applied Mathematics, PAMM' s 65 th Country Meeting, Debrecen 1985 jan. 16-20. BMM kiadv. XXXVIII.
107. Mezőgazdaság és számítástechnika. Debreceni Szemle. V. évf. 1. sz. Debrecen. 1985.
108. Számítástechnika a gyakorlatban, az oktatásban és a kutatásban. MÜSZI Számítástechnikai Tájékoztató. Budapest. 1985. II.
109. Debreceni agrariuni mokslu universiteto Ekonomikos ir organizacijos instituto direktorus. Vengrija - Lietuva. Mokslas ir gyvenimas. Vilnius. 1985. 6. sz.
110. Számítástechnika alkalmazásának eredményei. Gazdálkodás. Budapest. 1985. 8. sz.
111. Számítógépes vizsgálatok és tervváltozatok Somogy megye termelőszövetkezeteinek 1986 - 1990. évi ötéves tervének megalapozásához. Mg.-i Termelőszövetkezetek Somogy Megyei Szövetségének kiadványa. Kaposvár. 1985.
112. A számítástechnikai oktatás és gyakorlat a Debreceni Agrártudományi Egyetemen. Fórum' 85. Számítástechnika a mezőgazdaságban Tudományos Konferencia előadásai. Szarvas. 1985.
113. Az irányítás automatizálása és a hatékonyság néhány kérdése a mezőgazdaságban. Tudományos konferencia előadásai. Debrecen 1985. (DATE - Vilniuszi Agrárkutató) Tudományos Közlemények. DATE kiadvány. Debrecen. 1985.
115. Automatizacija obosznovanyija resenyij i effektivnosztyi szelszkohozjajsztvennovo proizvodstvo. Metod povüsenyija gyejsztvennosztyi faktorov intenzifikácii szelszkohozjajsztvennovo proizvodstvo. Gaszudarsztvennütj Agropromüslennütj Komitet Litovszkoj SzSzR, Litovszkij Naucsno - Isszedovatyellszkij Insztitut Ekonomiki Szelszkovo Hozjajsztva Reszpublikanszkoe Pravlenie NTO Szelszkovo Hozjajsztva Dom Tedniki Lit. NTO. Vilnius. 1986
116. Az állattenyésztés gazdasági elemzése. Takarmányadagok optimalizálása. Magyar Mezőgazdaság. Budapest. 1987. 21. sz.
117. WIEDER NEUE ERGEBNISSE IN DER ANWENDUNG DER AUTOMATISIERTEN SYSTEME FÜR DIE LANDWIRTSCHAFT. Bulletins for Applied Mathematics BAM. 505 / 87 / XLVIII / ISSN 0133-3526. Belgrád-Rijeka Konferencia anyaga. BAM. kiadv. Budapest. 1987.
118. Automatizált tervezés és operatív irányítási rendszer a növénytermesztésben. (Társszerző: Herdon Miklós) Elektronizáció az élelmiszergazdaságban tud. konf. előadásai. Kaposvár. 1987.
119. Az automatizált tervezési rendszer alkalmazása a vállalati viselkedés elemzésében. (Társszerző: Tógyi Sándor) Kaposvár. 1987.
120. Vezetésorientált döntések számítógépes megalapozása. (Társszerző: Szenteleki Károly) Gazdálkodás. Budapest. 1987. 7. sz.
121. Egy speciális mátrix és néhány tulajdonsága. Statisztikai Szemle. Budapest. 1987. 2-3 sz.
122. Operációkutatás és számítástechnika a mezőgazdasági vállalatok irányításában. Operációkutatás és számítástechnika a mezőgazdaságban III. Országos Tud. Konf. előadásai. DATE. Debrecen, 1988.

123. Függvényszámítások és modellezési vizsgálatok alkalmazása a takarmánygazdálkodásban. (Társszerző: Drimba Péter) Operációkutatás és számítástechnika a mezőgazdaságban III. Országos Tud. Konf. előadásai. DATE. Debrecen, 1988.
124. Állattenyésztési technológiák automatizált tervezése. (Társszerző: Iván Béla) Operációkutatás és számítástechnika a mezőgazdaságban III. Országos Tud. Konf. előadásai. DATE. Debrecen, 1988.
125. Növénytermesztési technológiák automatizált tervezésének rendszere és felhasználása az egyes ágazatok ökonómiai elemzésében. (társszerző: Sárvári Tibor) Operációkutatás és számítástechnika a mezőgazdaságban III. Országos Tud. Konf. előadásai. DATE. Debrecen, 1988.
126. A hatékonyabb vállalati gazdálkodás lehetőségének vizsgálata az automatizált tervezési rendszer felhasználásával. (Társszerző: Tógyi Sándor) Operációkutatás és számítástechnika a mezőgazdaságban III. Országos Tud. Konf. előadásai. DATE. Debrecen, 1988.
127. Heady professzor magyarországi kapcsolatai. (Társszerző: Fekete Ferenc, Enese László) Gazdálkodás. Budapest. 1988. 5. sz.
128. Operációkutatás és számítástechnika a mezőgazdasági vállalatok irányításában. MÜSZI Információ. Budapest. 1988. 2. sz.
129. Döcögő szekér. Computerword Számítástechnika. (Nemzetközi informatikai hírlap) Budapest. 1988. VI. 15. sz.
130. Computing sciences in the Agricultural University of Debrecen. Bulletins for Applied Mathematics BAM 570 /88/L/ Pannonian Applied Mathematical Meetings Belgrade 1987. aug. 23 - 29) Budapest. 1988.
131. Demonstration of software developed at the Agricultural University of Debrecen. (Társszerző: Herdon Miklós) ORCS'88 Proceedings, Agricultural University Debrecen, 1988.
132. Some questions on the complex planning of agricultural companies. ORCS'88 Proceedings, Agricultural University Debrecen, 1988.
133. A termelési tényezők időbeli változásának és kölcsönhatásának vizsgálata. (Társszerzők: Soós Csaba, Drimba Péter) XXXII. Georgikon Tudományos Napok KATE. Keszthely. 1990
134. A termelési tényezők közötti összefüggések elemzése a mezőgazdasági nagyüzemekben. (Társszerzők: Soós Csaba, Drimba Péter) Georgikon Tudományos Napok KATE. Keszthely. 1990
135. Különféle módszerek a takarmányozásban. Magyar Mezőgazdaság. (Melléklet) Budapest. 1991. 4. sz.
136. Kísérlet a gazdasági törvények és vállalati magatartás tanulmányozására matematikai modellezéssel. CAFPA'91 Szimpózium (1991. jun. 4 - 6.) előadásai. Budapest. 1991.
137. Szerkezetváltás, foglalkoztatás és a munkaerő hatékonysága. Közgazdasági Szemle. Budapest. 1991. 7 - 8. sz.
138. Gondolatok a gazdasági törvények matematikai vizsgálatáról. MTA Szabolcs-Szatmár-Bereg Megyei Tudományos Testületének Közleményei 1. Nyíregyháza. 1992.

139. Néhány gondolat a mezőgazdasági ágazatok versenyképességéről és az állam szerepéről. MTA Szabolcs-Szatmár-Bereg Megyei Tudományos Testületének Közleményei 11. Nyíregyháza. 1993.
140. Dinamikus alma. HVG. Budapest. 1995. jan. 20. sz.
141. A statisztika válsága, vagy a válság statisztikája. Statisztikai szemle. 1995. jun. 445-451 old.

Egyéb:

1. Az üzemi takarmánytermelés optimális szerkezetének meghatározása lineáris programozással. Egyetemi doktori értekezés. Debrecen. 1961.
2. A gazdaságos takarmánygazdálkodás matematikai tervezése. Kandidátusi értekezés. Debrecen. 1967.
3. A termelési tényezők felhasználásának és elosztásának optimalizálása a mezőgazdaságban. MTA doktori értekezés. Gödöllő. 1976.
4. Gazdasági törvények matematikai vizsgálata. A mezőgazdasági ágazatok belső törvényszerűségeit kifejező matematikai összefüggések. Kutatási zárójelentés az OTKA 3041. sz. kutatási témáról.
5. Továbbá mintegy 400 gyakorlati gazdasági elemzés, számítógéppel készített fejlesztési és éves vállalati terv és más a gyakorlati szaktanácsadás során készített tanulmány. kutatási jelentés stb.

Megalkotott számítógépes rendszerek és irányításokkal létrehozott szoftverek.

1. Adattárkezelő rendszer és szoftver a mezőgazdasági vállalatok tervezéséhez szükséges adatok kezeléséhez.
2. Növénytermelési technológiai tervezési rendszer és szoftver
3. Állattenyésztési technológiai tervezési rendszer és szoftver
4. Nem mezőgazdasági tevékenységek tervezési rendszere és szoftvere
5. Vállalati komplex matematikai modellszerkesztő rendszer és szoftver
6. Tervtáblázat készítő és tervelemző rendszer és szoftver
7. Takarmányadag optimalizáló rendszer és szoftver
8. Alaptakarmány és pótabrak arányát optimalizáló rendszer és szoftver
9. Tehénészet gazdasági elemzési rendszere és szoftvere
10. Mezőgazdasági vállalatok automatizált komplex döntésmegalapozásának és elemzésének rendszere és szoftvere.
11. Termelési rendszerek (és tájak) információs és döntésmegalapozási rendszere.