

**DR.TÓTH JÓZSEF**

**MEZŐGAZDASÁGI  
VÁLLALATOK  
AUTOMATIZÁLT  
TERVEZÉSE**

**MEZŐGAZDASÁGI KIADÓ**



**dr. Tóth József**

# **Mezőgazdasági vállalatok automatizált tervezése**

**Mezőgazdasági Kiadó, 1981**

Lektorálta  
**dr. Bacskay Zoltán**  
és  
**dr. Csáki Csaba**

MC 80.630



© dr. Tóth József, 1981

ISBN 963 231 099 3  
ETO 631.1532:681.3



# Bevezetés

A könyv címét néhányan már akkor megkérdőjelezték, amikor a kézirat megírásához kezdtem és biztosan lesznek a jövőben is, akik kétségbe vonják az „automatizált tervezés” megfogalmazás indokoltságát, s legfeljebb csak a gépesített tervezés, vagy a számítógépes tervezés kifejezést fogadják el.

A tervezés — mint mondják — kizárólag az ember sajátossága, azt az ember nem bízhatja gépekre, nem lehet automatikus. Voltak akik az automatizált tervezés kifejezést egyenesen veszélyesnek tartották, mert szerintük „olyan merev tervezési rendszer irányába ösztönöz”, amelyben egyetlen ember egy központból kívánna mindent eldönteni, illetve gépek segítségével az országos, a vállalati vagy gazdasági egységek tervét részletesen meghatározni. Mások azért ellenezték az automatizált tervezés kifejezést, mert — és ebben igazuk van — a gépek nem az ember nélkül terveznek, hanem feltételezik a jelenlétét, irányítását és a beavatkozását, illetve, mert a tervezésben vannak olyan pontok vagy folyamatok, amelyek nem automatizálhatók.

Az említett és a jövőben is várható különböző ellenvetések ellenére is ragaszkodom az automatizált tervezés kifejezéshez, s ennek legfőbb indokait a következőkben látom.

Nemcsak a tervezés, de a munkaeszközök előállítása (és sok más) is az ember megkülönböztető sajátossága, s ezen mit sem változtat az, hogy munkaeszközöket automatizált gépsorokon tudunk előállítani.

Abszurd dolog volna az is, ha azt tűznénk ki célul — mivel automatizált termelés is van —, hogy egy ország vagy a világ számára szükséges termékeket egyetlen ember termelje meg gépek segítségével. Valóban igaz, hogy az automatizált tervezés nem az ember teljes kirekesztésével, hanem az ember jelenlétével, irányításával és beavatkozásával valósul meg, s egyes folyamatokban jelenléte, tevékenysége nemcsak nélkülözhetetlen, de meghatározó is. Ez az automatizált termelésnél is így van, hiszen a termeléshez szükséges alapanyagoknak meghatározott minőségben és mennyiségben az automata gépsor rendelkezésére kell állni, amit az ember termel (automatizálva, gépesítve vagy kézi erővel) és juttat el a gépsorhoz. Az automata gépsort az ember szerkesztette és állította elő, programozta be, indítja el, esetleg egyes pontokon az ember figyeli meg, s szükség esetén beavatkozik (szabályoz, beállít, átprogramoz), a kész termék minőségét elbírálja, illetve kiválasztja, hogy a termékek közül mit, milyen célra hasznosítson stb. Mindez azonban nem zárja ki, hogy automatizált termelésről, gépekről vagy gépsorokról beszéljünk.

De nem is ezeket tartom az egyedüli vagy talán a legfontosabb érveknek. Nyilvánvaló, hogy ha egy folyamat egy része teljesen automatizálva megy végbe, egy részében pedig az ember beavatkozása szükséges, vitatható, hogy hol van a határ, ahol már automatizált folyamatról beszélhetünk. Ha az automatizáltság fokát azzal mérnénk, hogy a teljes folyamat hány százaléka automatizált, biztos, hogy ha az adott folyamat száz százaléka automatikusan megy végbe (az ember kizárásával), automatizált folyamatról beszélhetünk, ha viszont automatizált rész egyáltalán nincs, nem beszélhetünk automatizált folyamatról. Hogy ezen belül hol vonjuk meg a határt, erre biztos támpontunk nincs, legfeljebb úgy foglалhatunk állást, hogy akkor beszélhetünk automatizálásról, ha a folyamat túlnyomó része automatizált.

Külföldön, de hazánkban is, ma már a gazdaságirányítás, és a vállalatirányítás „automatizálásán” dolgoznak. Számos szakirodalom található az „Automatizált Irányítási Rendszer” (AIR), valamint az „Automatizált Vállalatirányítási Rendszer” (AVIR) kérdéseiről vagy azok egy-egy alrendszerének kifejlesztéséről. De ha az irányítási rendszer (amely magába foglalja a könyvelés, a nyilvántartás, a statisztika, a gazdasági elemzés, a tervezés és a döntésmegalapozás, valamint a szervezés területeit is) automatizálható, miért ne lehetne megoldani az irányítás egyik alrendszerének, a tervezésnek az automatizálását.

*Az automatizált tervezés vagy az automatizált irányítás rendszere nem automatikus, csak automatizált rendszer, amelyben az ember döntő szerepe továbbra is fennmarad. „Ha a termelő gazdasági egység és a vállalat automatizált irányítási rendszerét olyan irányítási rendszernek fogjuk fel, amelyben csak néhány tevékenység automatizált, akkor az automatizált irányítási rendszer egyúttal társadalmi-gazdasági rendszer is, mivel abból nem tűnik el az emberi munka valamennyi eleme.” (Derda, 1978)*

A probléma eldöntését a cím jogosságáról végül is az Olvasóra bízom, miután a könyvet átolvasta, s mérlegre tette az automatizált folyamatok arányát a tervezésben. Ennek során figyelembe veheti a ma még nem automatizált, de a jövőben automatizálható folyamatokat, hiszen a *tervezés* (és általában az irányítás) *automatizálása is egy állandóan fejlődésben levő folyamat, s egyre tökéletesebb rendszerekkel fogunk rendelkezni, mindinkább felszabadítva az embert a nagy tömegű, mechanikusan végezhető munka alól, hogy az érdemi feladatokat elvégzésére koncentrálhasson.* Ennek pedig a népgazdaság minden területén nagy jelentősége van, de talán a mezőgazdasági vállalatoknál — számos sajátosságuk és a közzgazdasági tevékenységnek a termelés adta lehetőségeiktől és követelményeiktől való viszonylagos elmaradása, a vállalati irányítás nagyfokú bonyolultsága miatt — különösen.

A mezőgazdasági vállalati tervezés ma nagyrészt „kézi munkára”, tapasztalatokra, logikai megfontolásokra és egyszerű kalkulációs számításokra alapul. Hosszadalmas, sok időt és energiát kíván a vállalatok tervezőitől és a szakemberektől, s nem teszi lehetővé több tervváltozat részletesebb kidolgozását és vizsgálatát, a tervezés objektív megalapozását. A tervezés és általában a közzgazdasági tevékenység a mezőgazdasági vállalatoknál módszereiben és eszközeiben messze elmarad a nagyüzemi méretek, a korszerű technika és technológia adta lehetőségeiktől és követelményeiktől.

Rendelkezésre állnak ma már egzaktabb (matematikai) tervezési módszerek, amelyek néhány kezdeti (tapasztalat- és eszközhiány vagy esetenként szakértelem hiánya miatt bekövetkezett) sikertelenség ellenére eredményesen kerültek alkalmazásra

a tervezésben több mezőgazdasági vállalatnál is. *Annak ellenére azonban, hogy a korszerű tervezési módszerek alkalmazása eredményesnek és hatékonynak bizonyult, széles körű elterjedésük nem valósulhatott meg, s ennek oka aligha kereshető kizárólag a mezőgazdasági vállalatvezetők ilyen irányú ismereteinek, s ezáltal fogadókészségüknek a hiányában vagy a technikai eszközök hiányában.* Szerepet játszik ebben bizonyosan az is, hogy a matematikai tervezés mindeddig jelentős terheket rótt a vállalatvezetésre és a tervezőkre, s a tervezés továbbra is időigényes maradt, mivel a tervezési folyamat gépesítése csupán a modellek megoldására szorítkozott, s az ezt megelőző és követő munkákat továbbra is hagyományos módon, „kézi erőre alapozva” kellett végezni. *Rendelkeztünk tehát korszerű tervezési módszerekkel, amelyek egzaktabb úton megalapozottabb tervek, illetve tervváltozatok előállítását tették lehetővé, ugyanakkor a tervezés munka- és időigénye a gépesítés elmaradása miatt mit sem csökkent.* Olyan ez, mintha a búzát nagy teljesítményű, korszerű kombájnokkal kívánnánk betakarítani, miközben a termény szállítását pl. továbbra is igaerőre alapoznánk.

*Egyre sürgetőbb igényként merült fel a tervezési munka gépesítése és megalapozottabbá tétele, s lehetőleg olyan gépesített tervezési rendszer kialakítása, amely elősegíti a mezőgazdasági vállalatokban a közgazdasági munka színvonalának általános emelését* azáltal, hogy a termelés szervezéséhez és a gazdasági elemzéshez, valamint a tervteljesítés folyamatos elemzéséhez és szükség szerint a terv módosításának gyors megoldásához is segítséget nyújt, s egyidejűleg a minimálisra csökkenti a tervezés időigényét és a vállalati vezetés, valamint a vállalati szakemberek által végzendő munkát.

*E könyv adattárakra alapozott, automatizált tervezési rendszer leírását tartalmazza, elsősorban a mezőgazdaságban dolgozó rendszerszervezők, operációkutatók, gyakorló mezőgazdászok és agrárközgazdászok, a mezőgazdasági vállalati vezetők, a mezőgazdasági oktatásban és kutatásban dolgozók és az egyetemi hallgatók számára, de segítséget nyújthat más ágazatok területén dolgozó közgazdászoknak és szakembereknek is, hogy az ismertetett rendszert a maguk területére adaptálják. A rendszer olyan leírását adja, amely alapján a programcsomag felépítése, működése és használata megismerhető, más típusú számítógépre való adaptálásához vagy elkészítéséhez (esetleg továbbfejlesztéssel is) elegendő információt nyújt a számítástechnikai szakemberek számára.*

Az ismertetésre kerülő rendszer rugalmasságát biztosítja pl. az, hogy az adattárak folyamatosan építhetők ki és biztosítható állandó karbantartásuk, naprakészségük, hogy az ember több ponton is beavatkozhat a tervezésbe és az automatizálás különböző fokon valósítható meg, hogy a munkafolyamatban alternatív elágaztatások vannak, hogy a rendszer egyes elemei alakíthatók, fejleszthetők.

*Lényeges eleme a rendszernek, hogy a tervezést nem általános, országos normatívákat tartalmazó adatbázisra és modellrendszerre alapozza, hanem a konkrét vállalati feltételekre kidolgozott paraméterekre és modellekre.*

Az ismertetésre kerülő rendszer különböző matematikai modellek alkalmazását veszi figyelembe, és a tervezés adatbázisának automatizált kidolgozása mellett a modellszerkesztést, a tervtáblázatok kidolgozását és a terv módosításának folyamatát is automatizálja. Az ember feladata, hogy a számítógépes rendszer számára információkat adjon a vállalat helyzetéről, koncepciókat alakítson ki, valamint döntést hozzon, azaz a számítógéppel kidolgozott tervváltozatok közül válasszon.

Célunk komplex tervezési rendszer ismertetése, rámutatva a ma még nem automatizálható folyamatokra, azok megoldásának módjaira. Esetenként azonban túllépünk a vállalati kereteket, s kitérünk mezőgazdasági termelési rendszerekben és nép-gazdasági szinten felvetődő problémákra is.

Mint minden rendszer, így az *általunk kidolgozott automatizált tervezési rendszer is egy fejlődési folyamat eredménye, állandóan változik, fejlődik*, s távolról sem tart igényt kizárólagosságra, más megoldások és módok is lehetségesek. Kezdetben egy-egy alrendszerét dolgoztuk ki, s később, 1979 tavaszára került sor az alrendszerek komplex rendszerbe foglalására, ami eleve együtt járt egy-egy alrendszer fejlesztésével, változtatásával. De még a komplex rendszer is állandóan továbbfejlesztésre kerül és újabb fejlesztési lehetőségek körvonalai bontakoznak ki. *Nem célunk a rendszer konzerválása, ezért törekszünk olyan általános tárgyalásmódra, amely a fejlesztési lehetőségekre is rámutat.*

De egyáltalán lehet-e a matematikát és a számítástechnikát hatékonyan alkalmazni a mezőgazdasági vállalati tervezésben? Lehet-e a vállalati tervezést a számítástechnika alkalmazásával automatizálni vagy legalábbis nagyobb részben automatizálni? Valóban olyan eredményt, vállalati tervet vagy tervvariánsokat kapunk-e, amelyek segítik a döntést, illetve amely a gyakorlatban is megvalósítható?

Izgalmas kérdések ezek, s a szakemberek véleménye is igen különböző az azok megítélésében, ami nemegyszer a mélyebb ismeretek hiányában gyökerezik.

A több éves tapasztalat és a vállalatoknál végzett munkák alapján a kérdésre egyértelmű válasz adható.

*A matematika és a számítástechnika a mezőgazdasági vállalati tervezésben igen hatékonyan alkalmazható és — természetesen megfelelő szakértelemmel párosulva — a gyakorlatban jól hasznosítható terv vagy tervváltozatok kidolgozását és a tervezési folyamat nagy részének automatizálását teszi lehetővé.*

Nem valami csodaszerről van szó! A számítógép éppen úgy, mint bármely más gép önmagában holt dolog, az ember alkotta meg, beindításához és célszerű működéséhez megfelelő szakértelemmel rendelkező ember (emberek) szükséges. De ha a gépkocsi önmagában nem tud elindulni, vagy a gépkocsihoz értő ember nélkül nem tud célba (legfeljebb az út menti árokba) jutni, ez még nem jelenti vagy nem jelentheti azt, hogy lemondunk a gépkocsiról (vagy más közlekedési eszközről) és gyalog tesszünk meg több száz kilométeres távolságokat.

Az is biztos, hogy ma még a közlekedési eszközök nem teljesen tökéletesek, balesetveszélyesek, csúszós úttesten nem tapadnak megfelelően stb. Mégsem mondjuk azt, hogy lemondunk ezekről az eszközökről és csak akkor vesszük majd igénybe, ha mindenben tökéletesek lesznek, hanem igenis használjuk azokat és *éppen használatuk vezet el hibáik megismeréséhez és állandó tökéletesítésükhöz.* E tökéletesítésnek is korlátot szabnak azonban ismereteink, de nem utolsósorban anyagi lehetőségeink is.

A közlekedési eszközök különböző típusúak és azok biztonsága is eltérő, gyakran anyagi lehetőségeink szabnak korlátot annak, hogy a legbiztonságosabb eszközöket gyártsuk vagy megvásároljuk.

De miért lenne ez másként a matematika és a számítástechnika gazdasági alkalmazását illetően? Ma még itt sem tudunk tökéleteset nyújtani ismereteink korlátai vagy anyagi lehetőségeink miatt.



Bizonyos, hogy a mezőgazdaság bonyolult gazdasági folyamatait nemlineáris, sztochasztikus, vegyes-egészértékű és dinamikus matematikai modellekkel lehet a legjobban megközelíteni. Viszont igen költséges volna, ha a mezőgazdasági vállalatok tervezésében ehhez ragaszkodnánk, másrészt e folyamatokat ma még nem ismerjük eléggé, ami nem a matematika oldaláról, hanem éppen a mezőgazdaság oldaláról igaz. A mezőgazdaság e bonyolult folyamatok megismeréséhez egyelőre nem képes elegendő információt szolgáltatni, és a mezőgazdasági tudományok e bonyolult folyamatokat még nem tárták fel kellő mélységben.

De tudunk-e jelenleg búzát, kukoricát vagy más terméket „tökéletesen” termelni? Hogy nem, azt jól jelzi, hogy évről évre jobban termelünk, nagyobb hozamokat érünk el, változtatjuk a termelés technológiáját stb. és ez valószínűleg a jövőben is így lesz. Ma még nem ismerjük maradéktalanul a növények termelésével kapcsolatos biológiai folyamatokat, nemesítésünk nem rendelkezik olyan ismeretekkel és eljárásokkal, hogy egy abszolút tökéletes fajtát állítson elő (de nem is fog, mert ilyen fajta nem létezik, sőt a fajta iránti igények a fejlődéssel állandóan változnak), s termeléstechnikában és technológiában sem tudunk tökéleteset adni. Mégsem mondunk és nem mondhatunk le a növények termeléséről.

Tervezésünk sem tökéletes, és tökéleteset itt sem lehet alkotni még akkor sem, ha matematikát és számítástechnikát alkalmazunk. De lehet jobbat és még jobbat. Korlátolság azonban, ha a jobbat nem alkalmazzuk azért, mert nem tudunk tökéleteset.

Tapasztalataink szerint a gyakorlatban a gazdaságosan alkalmazható tervezési módszerek — a tervezés költségeit is figyelembe véve — lehetővé teszik, hogy a jelenleg alkalmazott tervezési módszerrel szemben legalább 10–20%-kal emelkedjen a vállalati jövedelem. Ez a jövedelemtöbblet valószínűleg 15–25% is lehetne, ha — természetesen jóval nagyobb idő- és költségigénnyel — a jelenleg tudományos szinten megoldott legfejlettebb tervezési módszereket alkalmazzuk. De ez a plusz 5%-os jövedelemszint-emelkedés a nagyobb költségek és az aprólékosabb kidolgozottságból fakadó kisebb rugalmasság miatt, sokkal nagyobb kockázattal járhat. Kérdés, hogy a mezőgazdasági vállalatok jelenleg vállalhatják-e a nagyobb költséget és a nagyobb kockázatot.

Tudományos szempontból mindenképpen foglalkozni kell a tervezési módszerek további javításával, s ezáltal biztosan eljutunk e fejlettebb eljárások gyakorlati alkalmazásához is. A későbbiekben ezeket a kérdéseket is áttekintjük, s a vállalatoknak kell eldönteni, hogy a lehetőségek közül melyik eljárást választják, mérlegelve anyagi lehetőségeiket és a kockázatvállalás nagyságát.

Meggondolatlanság volna azonban ma kizárólag a legfejlettebb módszereket ajánlani, vagy ha alkalmazásuk feltételei még nem teremthetők meg, elvetni a viszonylag egyszerűbb, de a gyakorlatban már jelenleg széleskörűen és hatékonyan alkalmazott módszereket.

E könyv tehát egyfajta eligazodáshoz is alapot kíván nyújtani a tervezőknek, a mezőgazdasági vezetőknek és szakembereknek.

\*\*\*

A rendszerrel kapcsolatos elképzeléseim gyakorlati megvalósításához nagy segítséget adtak munkatársaim, különösen a Debreceni Agrártudományi Egyetem Üzemtani Tanszékén és Számítástechnikai Laboratóriumában, valamint a gödöllői Agrártudományi Egyetem Statisztikai Tanszékén dolgozó kollégáim a számítógépes programok kidolgozásával, s közben a rendszer finomításával, gyakorlati kipróbálásával. Értékes segítségükért ezúton is köszönettel tartozom. Ugyancsak köszönettel tartozom lektoraimnak, hogy bírálataikkal és útmutatásaikkal segítették munkám tökéletesítését.

# I. A vállalati tervezés általános kérdései

Aligha vitatható, hogy ha a XX. században bekövetkezett fejlődés főbb jellemzőit kívánjuk összefoglalni, ide kell sorolni a tervezést is. A gazdasági tervezést mint rendszert fogom fel, amely magába foglalja a rövid, a közép- és a hosszú távú terveket, azok kapcsolatait és egymásra épülését, amely egy ország gazdaságának egészét átfogja, s amelynek szerves elemeit alkotják a tervek, vonatkozzanak azok szektorokra, termelési ágakra, zónákra, régiókra, vállalatokra vagy az egész ország gazdaságára, tartalmazva a célok és a célok megvalósításához biztosított eszközök rendszerét.

A tervezés mint rendszer a XX. század, a szocialista társadalmi rendszer szülötte. Azelőtt a „népgazdasági tervezés” terminus egyetlen enciklopédiában sem szerepelt, s a tervet legfeljebb csak nagyon szűk körben, vállalatnál, műhelynél stb. használták.

„A II. világháború előtt — írja *Robson W. A.* angol közgazdász — a Szovjetunió volt az egyetlen ország, amelyik sok éven keresztül, ötéves tervekre osztva, fenntartott egy általános gazdaságtervezési rendszert.” Ezt a kelet-európai országok mint modellt követték. Utal a II. világháború utáni kapitalista tervezésre, amikor is a lerombolt európai országoknak azzal a feltétellel nyújtottak segélyeket (Marshall-terv), hogy az újjáépítést és a fejlődést illetően „összehangolt tervet nyújtsanak be”, amelyben rögzítsék a segély felhasználásának módját. (*Bricall, 1975*)

A második világháború után a tervezés egy sor országban teret hódított, és különböző társadalmi és gazdasági rendszerű országok kezdték alkalmazni, miközben a több évtizedes fejlődés során a tervezés eredeti koncepciója pontosabbá vált.

Kétségtelen, hogy a tervezés vagy a tervezési próbálkozások térhódítása különböző társadalmi és gazdasági rendszerű országokban társadalmi, gazdasági kényszerűségből fakad. Tinbergen írja: „A politika céljainak megfogalmazása különösen azután vált szükségessé, amikor megszűnt a hit a *laissez faire* elvében. Ennek előtte nem volt szükség tervezésre, azonban bebizonyosodott, hogy a szabadpiaci erők nem képesek a legelőnyösebb fejlődés irányában hatni.” (*Tinbergen, 1964*)

A tőkés országokban a tervezés helyett inkább a programozás vagy a prognózis kifejezést kedvelik. Nem célom a tervezés vagy a programozás terminológiai vitáiba bonyolódni, sem pedig részletesebben boncolgatni a szocialista, a tőkés vagy pedig a fejlődő ország viszonyaiból adódó tervezési lehetőségeket és korlátokat, tervezési célokat és módszereket, azok sokrétűségét, e kérdésekről amúgyis bőséges irodalom áll rendelkezésre. A módszerekkel kapcsolatban azonban célszerűnek látszik megjegyez-

ni, hogy a tervezéshez szükséges paraméterek kidolgozásának módszere, a tervszámítások és a tervezési modellek, a tervmérlegek és a tervtáblázatok, valamint azok kimunkálásának módszere a különböző társadalmi és gazdasági rendszerek között lehet azonos vagy nagyrészt azonos, eltérő célok vagy esetenként eltérő tartalom esetén is. Így pl. a fajlagos hozamok elérhető szintjének meghatározásához lényegében ugyanazoknak a tényezőknek a hatását kell vizsgálni, s ennek során ugyanazokat a számításokat lehet elvégezni szocialista vagy tőkés vállalat esetén. A munkaerő-, a gép- és eszköz-, valamint az anyagmérlegek megjelenési formája és összeállításának módja, nem kell hogy különbözzön eltérő társadalmi rendszerek esetén. Egy vállalat vagy egy ország gazdaságára vonatkozó matematikai modell ugyanazokat az egyenleteket tartalmazhatja, a modell struktúrája nagyrészt azonos lehet, ha a célfüggvény közgazdasági tartalma eltérő is. De még az sem biztos, hogy a modellben megfogalmazott célfüggvények közgazdasági tartalma különböző, eltekintve az egyes paraméterek eltérő tartalmától. Nyilvánvaló például, hogy a nemzeti jövedelem maximalizálását valamennyi ország célfüggvényében elő kell írni, de a nemzeti jövedelem számításának módja, így a célfüggvény-paraméterek tartalma is eltérő lehet.

*A tárgyalásra kerülő módszerek, célszerűen adaptálva, különböző társadalmi és gazdasági rendszerek viszonyai között alkalmazhatók.*

A tervezés általános elméleti kérdéseivel foglalkozó irodalom viszonylagos bősége és e könyv konkrét céljai mentesítenek attól, hogy e kérdésekkel foglalkozzam, ezért csupán néhány, a mezőgazdasági vállalati tervezéssel kapcsolatos, a további tárgyaláshoz szemléletet és eligazítást adó kérdés vázlatos áttekintésére szorítkozom.

*A mezőgazdasági vállalati tervezés — és általában a tervezés — nem lehet öncélú tevékenység, célja, hogy meghatározza adott vállalat optimális cselekvési irányát, programját és megteremtse azt az integrált döntési rendszert, amely a vállalati tevékenység keretét adja.* A komplex vállalati tervezés a vállalatot mint komplex rendszert kell hogy tekintse, amely nyílt rendszerként viselkedve, szoros kölcsönhatásban van a környezettel, más vállalatokkal, illetve az egész népgazdasági rendszerrel.

A komplex vállalati tervezéssel kapcsolatban — a módszertani kérdések tárgyalása előtt — célszerű felvetni néhány általános problémát, amelyek bármilyen tervezési módszer alkalmazása esetén felmerülhetnek, s amelyekkel a későbbiek során is foglalkozunk, és szükséges áttekinteni a tervezés szempontjából a mezőgazdasági vállalatok legfontosabb rendszerjellemzőit.

Jelentős problémát okoz a komplex vállalati tervezés során, hogy a *mezőgazdasági vállalatok tervezése* — tekintve sokirányú, egymással sokoldalú kapcsolatban levő tevékenységi körüket, az időjárási, a biológiai, az idényszerűségi stb. tényezők viszonylag nagy szerepét, valamint a tervezés során figyelembe veendő sokirányú és gyakran ellentmondásos külső kapcsolatokat — *rendkívül bonyolult*. A vállalati alrendszerek térbeli és időbeli kapcsolatait, metszeteit a komplex vállalati tervben kifejezésre kell hogy jussanak, s ezen alrendszerek komplex kapcsolatának és célszerű illeszkedésének igen jelentős szerepe van a vállalati gazdálkodás eredményességében. A mezőgazdasági vállalatok termelési tevékenységeinek halmazában, technológiai és eszközrendszerében szinte nem találunk a többi alrendszertől független (diszjunkt) halmazokat. Az alrendszerek és azok elemeinek állapotai és változásai egymással bonyolult kölcsönhatásban vannak. *Egy-egy alrendszer vagy általában az alrendszerek*



egy-egy elemének megváltozása más alrendszerek és elemek megváltozását kívánja, azaz változik az egész rendszer.

A mezőgazdasági tervezésben nagyfokú bizonytalansággal is kell számolni. A terv a jövőre vonatkozik, márpedig a jövőt — különösen a mezőgazdaságban — soha nem láthatjuk pontosan előre. Emiatt nagy a tervezés kockázata. Bár rendelkezésre állnak matematikai eljárások a bizonytalan adatok kezelésére, azonban a gyakorlat szempontjából a kérdés ezáltal nem oldódott meg megnyugtatóan. Még ha el is tekintenénk a mezőgazdaság sajátosságaiból adódó (biológiai, időjárási stb.) bizonytalansági tényezőktől, akkor is fennáll a jövőre vonatkozó tervek bizonytalansága.

A jövőből adódó bizonytalanság sokszor a tervezés lehetőségének kétségbevonásához, elbizonytalanodáshoz vezet. A gazdasági vezetők sokszor azon óhajuknak adnak kifejezést, hogy a gazdaságirányítás több évre rögzítse, merevítse meg az árakat, a gazdasági szabályzókat stb., s ez esetben a tervezés (és a gazdálkodás) biztosabbá válna. Ezt azonban gyakorlatilag csak akkor lehetne elképzelni, ha képesek volnánk megállítani a gazdasági fejlődést. *A gazdasági fejlődés során a gazdaság célszerű arányai megváltoznak, s az árak és a gazdasági szabályozók egyik szerepe éppen abban van, hogy a vállalatokat a gazdasági fejlődésnek megfelelő célszerű gazdasági arányok kialakítása irányába ösztönözze.*

Ha a gazdasági fejlődés állandó folyamat és a vállalatoknak a gazdasági fejlődés által adott váltakozó keretek között kell tevékenykedni, akkor a tervezést — bármilyen módszerrel tervezünk — *nem lehet egyszeri aktusnak tekinteni, permanens folyamat kell hogy legyen.* Éppen ezért az elkészült tervet a feltételek változása és a fejlődés igényei szerint állandóan figyelemmel kísérni, szükség esetén módosítani kell.

A gazdasági változások várható hatásainak és az egyéb bizonytalansági tényezőknek a vizsgálata szempontjából nagy jelentősége van a *variánsszámításoknak* és az *érzékenységi vizsgálatoknak*. Ezek azonban a terv állandó figyelemmel kísérését és karbantartását nem helyettesíthetik. A számítástechnika alkalmazásának egyik jelentősége éppen abban van, hogy több tervváltozat gyors kidolgozását, valamint a terv állandó figyelemmel kísérését, karbantartását, módosítását viszonylag kevés költséggel, rövid idő alatt teszi lehetővé.

Ma még sok problémát ad a *tervezés információszükségletének megteremtése*. Információink általában a múltbeli folyamatokra vonatkoznak, azok sem mindig megfelelő formában, részletességben és biztonsággal. A jövőre vonatkozó információink pedig sok tekintetben hézagosak és bizonytalanok, gyakran több lehetőség közül nem tudjuk, hogy melyik fog valójában bekövetkezni, vagy *mi a valószínűsége a különböző lehetőségek bekövetkezésének*. A múltbeli információk azonban elősegítik a jövőbeli folyamatok előrevetítését, a normatívák kialakítását, a számítástechnika pedig lehetővé teszi a különböző lehetőségek bekövetkezése hatásainak tüzetesebb vizsgálatát, ennek alapján a variánsok összehasonlítását, s ezáltal a jövőre vonatkozó döntések megalapozottabbá tételét.

Az is bizonyos, hogy bármilyen módszerrel tervezünk, *nem várható hogy a terv — különösen a hosszabb távú terv — minden részletében és számadatában megvalósuljon, attól kényszerűségből vagy éppen célszerűségből el kell térni a fő cél, a gazdasági hatékonyság érdekében.* Az eltérések szükségességének vagy célszerűségének megállapítása és az eltérések végrehajtása a tervkarbantartás és az operatív irányítás feladata.

Nyilvánvaló például, hogy ha a tervben szereplő növényvédelemre a kártevők vagy a betegségek elmaradása miatt nincs szükség, azt nem kell és nem szabad elvégezni csak azért, mert ezt terveztük, hiszen ez haszontalan munka- és költőspazarlás volna. De feltétlenül el kell végezni az adott kártevő és betegség elleni védekezést, ha az jelentkezik és nagy kártételt okozna, akkor is, ha azt nem terveztük.

*Az operatív vezetésnek kellő szakmai felkészültséggel és rugalmassággal kell rendelkeznie a terv megvalósításához, s indokolt esetben — ha az a hatékonyabb gazdálkodást segíti — el kell térni a tervtől, de nem szabad eltérni, ha az a hatékonyságot rontaná és nem objektív kényszerűségből fakad.*

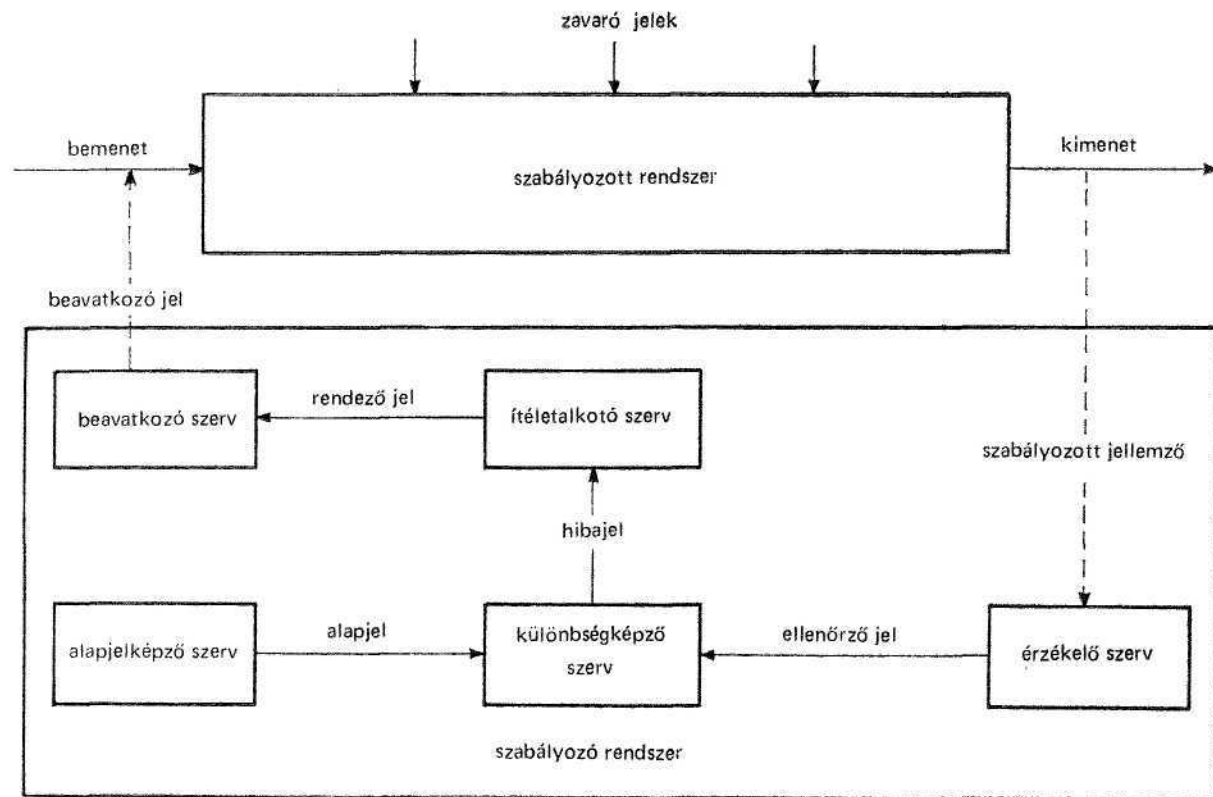
De a mezőgazdaságban a tervezést annak számos, speciális vonása is nehezíti, pl. a termőföldhöz való kötöttség, a földterület nagysága, domborzata, fizikai, kémiai és biológiai állapota, a termelési eszközök jelentős részének önmaga számára történő megtermelése, a szövetkezeti tulajdonforma uralkodó volta, a munkaerő- és az eszközfelhasználásnak a termelési és a munkafolyamat elkülönüléséből adódó időnszerűsége, valamint több ágazatban történő hasznosításának lehetőségei, a belső vállalati összefüggések stb.

A mezőgazdaságban a gazdasági irányításnak és a vállalatvezetésnek a döntéshozatalok és a tervezés során figyelemmel kell lenni a felsorolt sajátosságokra, s mérlegelni kell, hogy az adott termék termelése, illetve az adott ágazatra vonatkozó döntések milyen hatással vannak más termékek termelésére, illetve más ágazatokra, vagyis az egész mezőgazdasági tevékenységre, sőt a mezőgazdasághoz szorosabban kapcsolódó ipari tevékenységekre.

*A sokféle tényező szerepének és kölcsönhatásának mérlegelése, a döntési problémák és a döntések hatásának bonyolult és komplex felvetődése a mezőgazdasági termelés feltételeinek és lehetőségeinek sokoldalú vizsgálatát teszi szükségessé.* A vizsgálat során fontos annak elemzése, hogy a döntések milyen hatása várható az egész mezőgazdaságra, illetve vállalati szinten a vállalat egészére vonatkozóan. Mivel a mezőgazdasági vállalatok termelési és gazdálkodási feltételei igen sokfélék, minden vállalatot egyedileg kell vizsgálni és tervezni, mind a technológiai és gazdasági paramétereit, mind pedig a termelési tevékenységét illetően.

*Univerzális, minden vállalatra vagy legalábbis a vállalatok egy nagyobb számú csoportjára vonatkoztatható paramétereket vagy modelleket nem lehet konstruálni, hanem azokat a konkrét vállalatokra egyedileg kell elkészíteni.* Tervezési rendszerünk kidolgozásakor ezt az elvet szigorúan alkalmaztuk.

A tervezés és általában az irányítás automatizálását rendszerelméleti, kibernetikai szemléletben lehet megközelíteni. A vezérlés és a szabályozás közül a gazdasági rendszerekre alapvetően a szabályozás jellemző, amelynek elvi vázlatát az 1. ábra mutatja. Az irányítási folyamatban a tervnek meghatározó szerepe van, a terv jelenti az alapértéket. Az operatív irányítás folyamatában igen fontos a terv, valamint a termelési feltételek és a termelés mennyiségi, minőségi állapotának, időbeli változásának, illetve változtatási lehetőségeinek és szükségességének ismerete. Ennek során a terv és az utasítások, valamint a tervezett és a ténylegesen végbemenő folyamatok, a tervben számításba vett feltételek és azok változása, azaz a tényleges feltételek alakulásának számbavétele, értékelése, a különbségek megállapítása alapján az *ítéletalkotó szerv* rendelkezéseket ad ki a *beavatkozó szerv* részére, amely a folyamatba beavat-



1. ábra. A szabályozás vázlata

kozva azt a célszerű irányba szabályozza. Az *érzékelő* szerven keresztül állandó *visszacsatolás* és *különbségképzés* történik, vagyis a folyamat az állandó *szabályozottság* állapotában van.

A mezőgazdasági vállalatra mint gazdasági rendszerre a *kibernetikai rendszerek sajátosságai* jellemzőek. Tekintsük át ezeket vázlatosan, kizárólag a tervezés szempontjából.

● *A mezőgazdasági vállalat hierarchikus rendszer* — mint minden vállalat —, amelyben a funkcionális vezetés több szintű és az egyes szintek alá- és fölérendeltségi viszonyban állnak. E hierarchiának a tervezés során is érvényesülnie kell, s lényeges eleme az egyes szintek hatáskörének célszerű elhatárolása. A terv legfontosabb koncepcióit és alapösszefüggéseit — különösen azokat, amelyek a vállalati gazdálkodást hosszabb távra behatárolják — a *felső szintű vezetésnek* kell kialakítania, és a döntést, hogy a lehetséges tervváltozatok közül a vállalat melyik tervet fogadja el megvalósításra, szintén itt kell meghozni az automatizált tervezési rendszerben is. Ugyancsak a felső szintű vezetés adja meg az instrukciókat a variáncszámításokhoz és az érzékenységi vizsgálatokhoz, a matematikai modellben figyelembe veendő legfontosabb összefüggésekhez és korlátokhoz.

A *közép- és alsó szintű* vezetés alakítja ki és ellenőrzi az ágazati paramétereket, a technológiai, illetve ágazati terveket, tervváltozatokat, illetve a technológiai és az ágazati tervváltozatokra vonatkozó koncepciókat. Ugyancsak a közép- és az alsó szintű vezetés feladata lehet a tervváltozatok részletesebb elemzése alapján a döntés előkészítése.

A különböző vezetési szintek alapvető feladatai tehát lényegében az automatizált tervezési rendszerben sem változnak, azonban jelentősen változik a feladat megoldásának feltételrendszere és módszere, tekintve, hogy a vezetés minden szintje mentesül a nagy tömegű, manuális számítási feladatokról, azokat nagyrészt megfelelő formában előkészítve kapják meg az elemzéshez.

● *A vállalat önszabályozó rendszer* — a mezőgazdasági vállalat is —, s a termelési folyamatról nyert értesülések, a tervezett és a tényleges állapotok között mutatkozó eltérések alapján szabályozni képes saját tevékenységét. E szabályozás legfontosabb alapja a terv. A szabályozás feltételezi a terv és a megvalósítás rugalmas kapcsolatát és olyan *visszacsatolási rendszer* kiépítését, amely lehetővé teszi, hogy a hierarchikus irányítási rendszerben a terv és a tény egybevetésének eredményéről (különbségképzésről) s a feltételek változásáról a leghatékonyabb beavatkozásra képes vezetési szint a kellő időben és a kellő megbízhatósággal tájékozódjon. *Pozitív visszacsatolási rendszernek* kell megvalósulnia, amely a rendszer működésében egy felerősödő folyamatot állít elő, s a terv pozitív megvalósítására, a tervezett eredmény és hatékonyság túlteljesítésére, magasabb szintjének elérésére törekszik. *Ma még nem rendelkezünk automatizált visszacsatolási rendszerrel, de automatizált tervezési rendszerünk valószínűleg ennek megoldásához is közelebb visz bennünket.*

● *A vállalat önszervező rendszer*, s rendelkezik azokkal az adaptációs képességekkel, amelyek alapján külső beavatkozás nélkül is képes környezete változásaihoz alkalmazkodni és elemeinek kapcsolatait a külső környezet változásainak megfelelően, célszerűen változtatni. Az irányításnak tehát nemcsak a termelési folyamat és a gazdálkodás belső változásait kell állandóan figyelemmel kísérni és a termelés és gazdál-

kodás célszerű, folyamatos szervezésével szabályozni, hanem a külső környezet változásaira is rugalmasan kell reagálni, s tevékenységét a környezet változásaiból adódó követelmények szerint alakítani. Ugyanakkor a terv megítélése, folyamatos karbantartása, azaz a permanens tervezés megvalósítása miatt állandóan figyelemmel kell kísérni a külső környezet változásait. E tekintetben az árpolitika, a gazdasági szabályozók, a piaci igények változása, a tudományos-technikai eredmények nyomom követése, a partnerek tevékenységeinek és a partneri kapcsolatok alakulásának figyelembevétele, de ezen túlmenően a világgazdasági változások kísérése is igen lényeges.

● *A vállalat határozatlan rendszer*, mert elemei között a kapcsolatok *sztochasztikusan szabályozottak*. A mezőgazdasági vállalati rendszerek — szemben a *determinisztikus rendszerekkel*, amelyekben az alrendszerek között a kölcsönhatás a tévedés kockázata nélkül, előre megállapítható — *valószínűségi rendszerek*, amelyekben nem lehet előre, minden részletre kiterjedően pontos utasításokat, előrejelzéseket adni, mert a termelés és a vállalati gazdálkodás során számos előre nem látható változás következhet be (időjárási, biológiai tényezők, árak és szabályozók, tudományos és technikai eredmények stb.). *A terv tehát legfeljebb csak bizonyos valószínűséggel bekövetkező feltételekre alapozhat, s az operatív irányítás feladata a gazdasági folyamatok állandó szabályozása.* A terv és a megvalósítás között tehát mindig számítani kell eltérésekre, bármilyen módszerrel is tervezzük, bár ma már rendelkezünk bizonyos vizsgálati módszerekkel, amelyek az eltérés nagyságát és valószínűségét mérsékelik. A terv és a megvalósulás valószínűségi kapcsolatában a jobb terv megvalósulásának nagyobb lehet a valószínűsége és kisebb a hibahatár. Tételezzük fel, hogy ugyanazon fajlagos paraméterek (átlaghozamok, teljesítmény-, ár- és költségadatok, technológiák) felhasználásával elkészítjük egy vállalat tervét logikai és matematikai tervezéssel. (Ilyen vizsgálatot a gyakorlatban ténylegesen is végeztünk.) A logikai terv 25 millió Ft jövedelmet ígér, a termelési szerkezet és a termelési források optimalizálásával előállított terv szerint realizálható jövedelem 30 millió Ft-tal kecsgetet. A két tervben a fajlagos paraméterek azonossága mellett eltérő a termelési szerkezet és az erőforrás-szükséglet (munkaerő-felhasználás, gép- és eszközpark, anyagszükséglet). Ha e tervek megvalósulásának valószínűsége 90% és hibahatára 10%-os, 90% a valószínűsége annak, hogy a jövedelem 22,5–27,5, illetve 27–33 millió Ft, vagy ha a hibahatár 20%-os, akkor 20–30, illetve 24–36 millió Ft között lesz. A jobb terv tehát továbbra is jobb marad. De ha a logikai tervnek nagyobb esélyt adnánk is (tehát kisebb hibahatárral számolunk, ami egyébként az adott esetben, amikor a fajlagos mutatók azonosak, aligha indokolható), például 10%-ot, míg a matematikai modellezéssel készült terv hibahatárát 20%-ban határozzuk meg, 22,5–27,5 millió Ft állna szemben 24–36 millió Ft-tal.

Tapasztalataink szerint azonban a gyakorlatban fordított a helyzet, s a matematikai modellezéssel készült terv megvalósulásának hibahatára kisebb, mivel a vállalatok jelenleg a tervezés során a gyengébb jövedelmezőségű termékeknel (talán akaratlanul is) fölé, a jobban jövedelmező termékeknel pedig alá terveznek. Márpedig a matematikai tervezés a jövedelmezőbb termékeket részesíti előnyben, mégpedig az egész vállalat komplex rendszerében jövedelmezőbbeket.

● *A vállalat meghatározatlan rendszer*, mivel rendkívül bonyolult, összetett, folytonos állapotváltozáson megy keresztül, s elemeinek kapcsolata és állapotának vál-



tozatossága kimeríthetetlen. Adott mezőgazdasági vállalatra számtalan lehetséges tervváltozat készíthető el, s ezek közül az adott cél vagy célok szempontjából legkedvezőbb változatok matematikai eljárásokkal véges számú lépésben kiválaszthatók. A vállalati tervek és a vállalati modellek — éppen a vállalat bonyolult, meghatározatlan rendszerjellege miatt — általában nem foglalhatnak magukba minden összefüggést. Az eltérő tervek és modellek hatékonysága igen különböző lehet, ami indokolja egyrészt a modellezés során annak gondos mérlegetését, hogy mit tartalmazzon a modell és mit hagyjunk figyelmen kívül, másrészt több modellváltozat vizsgálatát, illetve variánsszámítások végzését.

● *A vállalat öntanuló rendszer*, s döntési szabályait képes módosítani, a múltbeli folyamatok alapján tevékenységét felülvizsgálni és változtatni. A tervezés során tehát jelentős teret kell szentelni a múltbeli folyamatok, döntési szabályok és módszerek tanulmányozásának. Ha például a mezőgazdasági vállalat által termelt valamely növény termelése évek óta alacsony színvonalon valósult meg, sőt (vagy) termésátlaga nagyfokú ingadozást mutatott, évek óta veszteséges vagy kevésbé jövedelmező, meg kell vizsgálni ennek okát (talaj, időjárási tényezők, termeléstechológia), s ebből tanulva vagy a termelés feltételeit megváltoztatni, vagy az adott termék termelését — ha az lehetséges — megszüntetni.

De a tervezés során (modellvizsgálattal, tervváltozatok vizsgálatával) is tanulunk, és gyakran jövünk rá arra, hogy egyes ágazatok, ha önmagukban, a többi ágazattól elszigetelten vizsgáljuk, egészen más megítélés alá esnek, mint amikor azokat komplex összefüggésekben modellezéssel vizsgáljuk. Nagy lehetőségek rejlenek a variánsszámításokban és a modellek megoldása útján nyert árnyékárak elemzésében is.

● *A vállalat relatíve önálló rendszer*, célkitűző és megvalósító tevékenységét illetően bizonyos mértékig alá van rendelve környezetének. A vállalati tervezés megalapozása tehát a környezet, a gazdaságpolitika, az árpolitika és a szabályozás, a partnerkapcsolatok stb. tanulmányozását és a várható változások felderítését igényli.

● *Végül a vállalat környezete relatíve szervezett*, s a környezetnek vannak olyan meghatározott elemei, amelyek az adott szervezetet is magában foglaló rendszernek a részei. Nyilvánvalóan az adott mezőgazdasági vállalat tervezése során tekintettel kell lenni e rendszerekre, azok terveire, tevékenységeire. A mezőgazdasági vállalat része egy adott területi egység (járás, megye vagy tájegység) gazdaságának, kapcsolódik termelési rendszerhez vagy rendszerekhez stb., s mindez a vállalati tervezésre feltétlenül hatással van.

A mezőgazdaságban a természeti adottságok rendkívül változatosak, ezért a technikai, a biológiai, a technológiai és a gazdasági elemek egymás közötti viszonya és a gazdálkodási tevékenység eredményessége is nagy változatosságot mutat. Minél magasabb szinten vizsgáljuk a rendszereket (területi, regionális, országos vagy világ-gazdasági szinten), annál inkább átlagolódnak a jellemző paraméterek, eltakarják a helyi differenciákat, a rendszeren belüli egyes elemek kapcsolódásának, beilleszkedésének, funkcionálásának stb. nagymérvű különbözőségeit. Ennélfogva a legárnyaltabban a vállalati szintű modellek fogalmazhatók meg, s ezek fejezik ki a legjobban a valóságos rendszert a maga bonyolultságában, komplexitásában, ezért megbízhatóságuk, gyakorlati alkalmazhatóságuk magasabb fokú lehet. A magasabb szintű modellek is reálisabb eredményhez vezethetnek, ha vállalati modellekre alapozódnak. A

modell a valóság egyfajta mása, megbízhatósága és gyakorlati alkalmazási lehetősége nagyrészt attól függ, hogy sikerül-e a vizsgált jelenséget vagy folyamatot, lényeges összefüggéseit a modellezés során célszerűen megfogalmazni.

A vállalati rendszernek — *Gönczi Iván* (1978) szerint — a technikai, termelési oldala üzemi rendszernek is nevezhető. Itt játszódnak le a természetes termelési folyamatok, itt kapcsolódnak össze a termelésben a különböző hatásfokú tényezők. A vállalati és az üzemi szféra között szoros kapcsolat van, nem működhetnek egymástól függetlenül. A vállalati rendszer elsősorban a vállalati formációban, méretben, érdekeltégi, elszámolási, piaci reagálási viszonyokban visszatükröződő összefüggések rendszerét jelöli, illetve a tulajdonviszonyokat, a szabályozást, az önállóság fokát, a vállalati magatartást, a belső mechanizmus szervezett rendszerét stb. A vállalati rendszer élénken reagál a különböző szabályozási és piaci hatásokra.

Az üzemi szféra működését mindenekelőtt a termőhely, a termelési tényezők, a technika és technológia, illetve ezek kombinációja jellemzi. Az üzemi rendszerek alrendszerei rendkívül differenciáltak, anyagi tulajdonságaik, funkciójuk, méretük, belső kapcsolatuk szerint. Lehetnek olyan alrendszerek, amelyek közösen használnak gépeket, földterületet, kapcsolódnak egymáshoz a fő- vagy a melléktermék felhasználásában stb.

Az alrendszerek térben és időben egymást keresztező (metsző) dimenzióban is elhelyezkedhetnek. Egy-egy elemük több alrendszernek is eleme lehet, több termelési folyamatban, több termék előállításában is részt vehet, sőt a mezőgazdaságban általában ez a jellemző. Mindezeket a termelés hierarchikus rendszerében, az alrendszerek kapcsolataiban, az ágazattársításban, a termelési technológiák és a termelési források célszerű alakításában figyelembe kell venni.

A tervezés általában, az automatizált tervezés pedig különösen a rendszerszemlélet messzemenő érvényre juttatását kívánja meg, hiszen a tervezés feladata megteremteni azt az integrált döntési rendszert, amely a szervezet tevékenységének keretét megadja, s ezzel az egész rendszer eredményességének maximalizálására törekedjék.

## II. A komplex vállalati tervezés

### 1. Alapvető döntési feladatok

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

A komplex vállalati tervezés folyamán nagyszámú döntést kell hozni. Az automatizált tervezés és annak lényeges elemét képező matematikai programozás szempontjából a komplex vállalati tervezés során adódó döntések — decentralizált tervezési rendszerben — alapvetően négy döntési feladatban foglalhatók össze.\*

● **Milyen legyen a termelés szerkezete,** a vállalat a különböző tevékenységeket (pl. a különböző termékek termelését, esetleg szolgáltatási, beszerzési vagy értékesítési tevékenységét) milyen terjedelemben folytassa?

A számtalan sok lehetőség közül az adott vállalat körülményei között legcélszerűbbnek mutató termelési szerkezetet kell a döntés során kiválasztani. Az ezzel kapcsolatos döntések a *szerkezeti* vagy *strukturális döntések*, illetve e döntések megalapozása szerkezeti vagy strukturális döntésmegalapozás.

● **Milyen fajlagos hozamszinten termeljük a különböző termékeket,** azaz milyen fajlagos hozamokat érhetünk el a termelés során?\*\*\* Ezek a döntések a fajlagos hozamokra vagy egyszerűen a *hozamokra vonatkozó döntések*, illetve az ezekre vonatkozó döntések megalapozása a fajlagos hozamokra vonatkozó döntésmegalapozás.

● **Milyen termelőtechnológiai eljárásokat alkalmazzunk** a különböző termékek termelése során, milyen munkafolyamatokat kell elvégezni, milyen mennyiségben, mikor, s ennek során a lehetséges eszközök közül melyeket vesszük igénybe, milyen anyagokat és milyen mennyiségben használunk fel stb.? Az ezzel kapcsolatos döntések a *technológiai döntések*, illetve az ezekre vonatkozó döntések megalapozása a technológiai döntésmegalapozás.

● **Hogyan változtassuk meg a termelés feltételeit,** a termelés különböző tényezőit

---

\* Nem foglalkozunk most a vezetésre, a munkaszervezetre, a személyi kérdésekre, a szociális stb. kérdésekre vonatkozó döntésekkel, amelyek ugyan a tervezéssel szoros kapcsolatban vannak, de kívül esnek az automatizált tervezés keretén.

\*\*\* A mezőgazdasági vállalatok nemcsak termelőtevékenységeket folytatnak, hanem szolgáltatási, kereskedelmi stb. tevékenységeket is. Ilyenkor is beszélhetünk fajlagos hozamszintekről. Az egyszerűség kedvéért gyakran csak a termelési tevékenységet emeljük ki, de az tágabb értelemben a szolgáltatási, a kereskedelmi stb. tevékenységekre is értelmezhető.



— természetesen azokat, amelyek alakítása lehetséges —, milyen gépeket, eszközöket és anyagokat kell a termeléshez biztosítani, milyen mennyiségben, milyen változás szükséges a munkaerő-létszámban és a szakképzettségben stb.? Az ilyen jellegű döntések a *termelési tényezőket, illetve a termelési erőforrásokat meghatározzák*, s az ezekre vonatkozó döntések megalapozása a termelési tényezőket vagy a termelési erőforrásokat, illetve a vállalati erőforrásokat meghatározó döntésmegalapozás.

E feladatok eldöntése, összefüggéseik és eredményeik számszerű kimunkálása (termelési szerkezet, hozamok és azok felhasználása, technológiai tervek, erőforrás-szükségletek és -mérlegek, költség- és jövedelemszámítás adja végeredményben a komplex vállalatfejlesztési tervet.

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 függ attól, 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 történő termelését vagy meghatározott fajlagos hozam elérését.

Még bonyolultabb az összefüggés, ha meggondoljuk, hogy *az alapvető döntési feladatok* (s mint érzékeltettük, mindegyiküknek 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 levő döntési rendszer egyoldalú megközelítéséből ered. Kiindul valamely döntési feladatból, majd annak eldöntése után, arra építve hozza meg 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 e célszerű termelési szerkezetet kialakítani, ha az ágazatokat egymástól függetlenül, önmagukban vizsgáljuk, s nem látjuk komplex kapcsolataikat, kölcsönhatásukat?

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

Hatékony módszernek bizonyult e komplex döntési rendszer egyidejű átfogó elemzésére a matematikai modellezés. A modellek felépítése, részletezettsége vagy

aggregáltsági foka különböző lehet, a vizsgálat céljától, a vizsgálatot végzők elgondolásaitól, az adott vállalat feltételeitől, a modellezésre szánt anyagi eszköz nagyságától stb. függően. A mezőgazdasági modelleket — felépítésük és eredményük alapján — aszerint is megkülönböztethetjük, hogy az alapvető döntési feladatok közül melyeket tekintjük eleve meghatározottnak, és melyeket kívánjuk modellezéssel, egymással kölcsönhatásban, egyidejűleg vizsgálni. E megkülönböztetés az automatizált tervezési rendszer tárgyalása szempontjából is célszerű, mert — mint látni fogjuk — az alapvető döntési feladatok kezelése szempontjából különböző modelltípusok szerint eltérő a tervezés előkészítő és befejező folyamata, tehát az automatizált tervezés rendszerében is eltérő megoldásokat kellett keresni.

A legsokoldalúbb, a négy alapvető döntési feladatot egyidejűleg, egymással kölcsönhatásban optimalizáló modell, azaz a termelési szerkezet, a fajlagos hozamok, a termelési technológiák és a termelési erőforrások egyidejű optimalizálásának modellje. Igaz, hogy ennek méretei a legnagyobbak, s alkalmazása a legköltségesebb.

Bármely döntési feladat modellezése elhagyható, ilyenkor az erre vonatkozó döntést modellezés nélkül hozzuk meg, azaz a modellezés során eleve meghatározottnak tekinthetjük. Így például, ha modellezés nélkül döntünk a fajlagos hozamokról, akkor modellezéssel csak a termelési szerkezetre, a technológiákra és az erőforrásokra vonatkozó döntéseket kell megalapozni. Ez a modellezési forma jelenleg egyszerűbben megoldható és kevésbé költséges.

Ha a 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. A gyakorlatban legtöbbször ezt a megoldást követtük, mert viszonylag kis költséggel, jól használható vállalati terveket eredményez.

Nem vagy legfeljebb éves tervezés során használható az a megoldás, amikor a fajlagos hozamokat, a technológiát és a termelési erőforrásokat eleve eldöntjük, és kizárólag a termelés szerkezetét kívánjuk optimalizálni. E modell megoldása elég félrevezető eredménnyel jár.

## 2. A tervezési folyamat az automatizált rendszerben

A tervezési folyamat a különböző tervezési módszereket (hagyományos, logikai és egyszerű kalkulációs eljárásokra alapozott eljárás, matematikai tervezés, automatizált tervezés stb.) tekintve lényegében azonos szakaszokra, munkafázisokra bontható fel, így például a *helyzetelemzés* vagy *-felmérés*, a *konceptiók kialakítása*, *technológiák* vagy *technológiai folyamatok és paraméterek tervezése*, *tervváltozatok kidolgozása*, *döntés*, *tervmérlegek és tervszámítások kidolgozása*. E munkaszakaszok tartalma, a megoldás módszerei, eszközei, munkaigénye stb. azonban jelentősen különbözik attól függően, hogy matematikai modellezéssel vagy anélkül tervezünk, illetve hogy milyen modellt alkalmazunk.

● A **helyzETFelmérés** a vállalat és környezete kiindulási helyzetének, várható változásainak és változtatási lehetőségeinek vizsgálatát célozza. Ahhoz, hogy egy adott rend-

szer (adott vállalat) jövőbeli működését megtervezhessük, elegendő információt kell szerezni a rendszer eddigi működéséről és ennek eredményességéről, a rendszer struktúrájáról, működésének jelenlegi és jövőbeli feltételeiről.

Vizsgálni kell a vállalat földrajzi és közgazdasági elhelyezkedését, az adott termőterületen kialakult termelési hagyományokat és termelési irányt, az éghajlati, illetve időjárási tényezőket, a talajadottságokat és a domborzati viszonyokat, a talajvizsgálati eredményeket, az öntözési és vízgazdálkodási helyzetet és lehetőségeket, a termőtáj átalakítására vonatkozó terveket és koncepciókat, a vállalat közigazgatási elhelyezkedését, a piaci lehetőségeket, a szállítási és az útviszonyokat, a települési viszonyokat, a közművesítettséget, a munkaerő-helyzetet, az állóeszköz-ellátottságot (épületekkel, gépekkel és egyéb eszközökkel való ellátottságot), ezek állapotát, a földterület művelési ágak szerinti megoszlását (talajtípus és domborzat szerint is), a szántóföldi vetésszerkezetet és a növénytermesztés hozamainak alakulását, a szőlő- és gyümölcs-termelés helyzetét, a rét- és legelőgazdálkodást, a talaj-erőpótlás múltbeli helyzetét, az állatállomány nagyságát, összetételét és termelési mutatóit, a férőhely-ellátottságot és az istállók berendezését, a háztáji állattenyésztés és állattartás jellemzőit, a gazdálkodás általános színvonalát, a termelési érték, a ráfordítás és a jövedelem színvonalát és összetételét, a jövedelem felhasználását, a forgóvagyon nagyságát és szerkezetét, az árutermelés helyzetét, a vállalat általános pénzügyi, hitel- és vagyoni helyzetét stb.

Informálódni kell a piaci helyzet és az árak, a szabályozás várható alakulásáról, a mezőgazdaságban jelenleg, illetve a jövőben használható gépekről, eszközökről és anyagokról, azok áráról és jellemző paramétereiről és várható változásairól, a termőtáj vagy közigazgatási körzet fejlesztésére vonatkozó elképzelésekről, a tudomány és a technika jelenlegi helyzetéről, vívmányairól és jövőbeli változásairól, a termelés és a termelési technológiák múltbeli helyzetéről, fejlődési tendenciáiról, a vállalati szervezetről, a vezetésszervezésről, a munkaszervezés színvonaláról stb.

Minél jobban megismerjük a rendszert és működésének feltételeit, annál biztonságosabban tervezhetjük meg annak jövőbeli működését. A rendszer múltbeli és jelenlegi helyzete azonban önmagában nem ad biztos alapot a tervezéshez, s a múltra vonatkozó paraméterek általában nem szolgáltatnak megfelelő alapot a jövőre. A feltárt összefüggések és paraméterek a múltban meglevő feltételek és alkalmazott technológiai körülmények, s a múltra vonatkozó termelési szerkezet körülményei között érvényesültek — tükrözve annak minden jó vagy rossz vonatkozásait —, ezért természetesen nem fogadhatók el a jövőt illetően. Sőt, lehetőleg már a helyzetelemzés során rá kell mutatni a várható vagy szükségesnek látszó, valamint a lehetséges változtatásokra. *A vállalat helyzetének tanulmányozása nem szolgálhatja a meglevő helyzet konzerválását, sőt éppen ellenkezőleg, az egyik legfontosabb feladata, hogy feltárja, mi az, ami a jövőben feloldható, javítható, változtatható.* Az sem hiba, ha itt még „merész” elképzeléseket is felszínre juttatunk, mivel a későbbiekben úgyis kiderül, hogy megvalósításuk reális és jövedelmező-e vagy sem.

*A helyzetelemzést azonban — az előzőekből következően — nem szabad túlértékelni.* Felesleges, de egyben hibás is volna, ha ennek során kívánnánk feltárni a munkafolyamatokban elért teljesítményeket és költségadatokat azzal a szándékkal, hogy azokat mint a tervezés paramétereit felhasználjuk. Ismeretes, hogy a különböző munkafolyamatokban a teljesítmények táblaként (pl. eltérő szállítási távolságok, eltérő talajkötöttség, domborzat stb.) és évenként, esetleg naponként is (időjárás, a dolgozó fáradtsága vagy hangulata, gépmeghibásodás) eltérőek, ugyanígy a költségadatok is. A tervezés nem számolhat mindennel, különösen az előre nem látható, kisebb jelentőségű, véletlen eseményekkel; feltételeznünk kell, hogy az ebből adódó kétirányú

eltérések kiegyenlítik egymást. A terv tehát a helyi viszonyokra alapozott, tervezett, átlagos paraméterekre, teljesítményadatokra épülhet, feltételezve a véletlen hatások kiegyenlítődését. Nagy hiba volna természetesen az is, ha a helyi viszonyokat figyelmen kívül hagyva országos normatívákkal terveznénk olyan paramétereket, amelyek nagymértékben függenek a helyi viszonyoktól.

Bár a helyzetelemzés a múltra vonatkozik, mégis különbözik bizonyos mértékben aszerint, hogy milyen metodikával kívánunk tervezni. Ha a matematikai tervezést alkalmazzuk, kézenfekvő, hogy már itt a helyzetelemzés során is használunk bizonyos matematikai eszközöket (pl. az átlagtermések vizsgálata szórásелемzéssel, trend- és regresszióanalízissel) a termésmennyiség bizonytalanságának, tendenciájának, prognosztizálásának vizsgálatához. Ugyanakkor az automatizált tervezésben esetenként (pl. a gép- és eszközállományra vonatkozóan) részletesebb információkra van általában szükségünk. Automatizált rendszerünkben már e munkafázisban is rendelkezünk bizonyos mértékű automatizálással.

Ma még a helyzetelemzés automatizálása nem megoldott. Rendszerünkben is kizárólag addig jutottunk el, hogy bizonyos országos jellegű információk adattárba kerülnek (gépek és eszközök, áraikkal és más paramétereikkel, termékárak stb.), tehát azok a helyzetelemzés során bármikor, bármilyen csoportosításban automatikusan szolgáltatathatók.

A jövőben azonban, *ha a mezőgazdasági vállalatok számítógépes könyvelése és adatfeldolgozási rendszere megvalósul, a vállalatra vonatkozó adatok nagy része a helyzetelemzés számára* — a jelenleginél esetleg sokkal részletesebben, de megfelelő formában feldolgozva — *automatizált úton biztosítható*. Az ember szerepe ekkor már nagyrészt csak érdemi, szakmai elemzésre szorítkozik.

● **A koncepciók kialakítása** ma sem és a jövőben sem automatizálható. Logikai tervezés során tulajdonképpen már ekkor kialakulnak a terv alapvető döntései adott tervváltozatra. Matematikai vagy automatizált tervezés esetén csak a lehetőségeket fogalmazzuk meg, főként számszerűen.

Különbözik azonban bizonyos mértékig a koncepciók kialakítása attól függően is, hogy milyen modellel dolgozunk, azaz mely alapvető döntési feladatokat kívánjuk egyidejűleg modellezéssel megalapozni. A strukturális döntések megalapozása megkívánja annak koncepciókénti rögzítését, hogy az adott vállalatnál egyáltalán milyen termékek termelése jöhet számításba, milyen korlátok között változhat ezek termelési terjedelme, eleve eldöntve, hogy milyen fajlagos hozamszinttel (vagy szintekkel), esetleg milyen technológiai eljárás vagy eljárások, milyen gépek alkalmazhatók, mi lesz a gép- és eszközpark összetétele stb. Ez esetben a termelés szerkezete adott korlátok között igen sokféle lehet, de az átlaghozamok, a technológiák, a gép- és eszközszükséglet eleve eldöntött vagy csak néhány eleve eldöntött alternatíva szerint változhat.

Ha az átlaghozamok szintjét is modellezéssel kívánjuk megalapozni, akkor koncepciókban csak az adott feltételek között elérhető maximális fajlagos hozamszinteket határozzuk meg, s a modell megoldása adja, hogy e határokon belül mi lesz a célszerű hozamszint.

Amennyiben a technológiát is optimalizáljuk, nincs szükség technológiai alternatívákra, csupán a munkaműveleti kapcsolatokat írjuk elő, s a technológiai para-



méterek alapján a számtalan technológiai lehetőség közül a modell megoldása szolgáltatja a legegyszerűbb komplex technológiát.

Végül, ha modellezéssel döntjük el az eszközszükségletet is, akkor koncepcionálisan csak azt határozzuk meg, hogy milyen eszközök alkalmazását tartjuk egyáltalán elképzelhetőnek vagy megengedhetőnek, az eszközszükségletet a modell megoldása szolgáltatja.

● **A technológiák vagy a technológiai folyamatok, illetve paraméterek tervezése** mind a tervezés alkalmazott módszere, mind az alkalmazott modell szerint igen eltérő. Logikai tervezési módszerek alkalmazása esetén gyakran — éppen munkaigényessége miatt — nem is dolgoznak ki részletes, ágazati szintű technológiai terveket vagy azokat elnagyolva, országos normatív adatok és előző évek adatai (pl. gépköltség) alapján oldják meg. Márpedig a tervezés megalapozásának egyik legsarkalatosabb pontja a technológiai tervezés.

A matematikai tervezés helyi feltételekre kialakított termelési technológiák nélkül — mint ezt néhány sikertelen kísérlet is bizonyítja — nem vezethet gyakorlatilag hasznosítható eredményre. A felhasznált modelltől függően (amely alapvető döntési feladatokat modellez) vagy komplex technológiai változatokat kell kidolgozni, vagy meg kell adni a munkaműveleteket és azok paramétereit, valamint kapcsolatait (ha a technológiai terveket is modellezéssel alapozzuk meg), s mindkét esetben más-más megoldást kell produkálni attól függően, hogy az átlaghozamokat modellezéssel vagy anélkül határozzuk meg. Bármely megoldást választjuk, a technológiai tervezés igen munkaigényes.

*Automatizált tervezési rendszerünkben ez a folyamat leegyszerűsödik. Az ember tevékenysége kizárólag az alapösszefüggések és utasítások megadására korlátozódik, s a számítógép — mint később ez részletes tárgyalásra kerül — igen rövid idő alatt állít elő technológiai változatokat, illetve építi fel a szükséges matematikai modellt.*

● **A tervváltozatok kidolgozása** logikai tervezés során viszonylag egyszerű. Kiindulunk egy elképzelt termelési szerkezetből (vagy a múltbeli helyzetből), ezen tapasztalatok vagy (és) logikai megfontolások alapján változtatunk, s egyszerű számításokkal vizsgáljuk e változtatások hatását.

Matematikai tervezés esetén a tervváltozatok kidolgozása a vállalat matematikai modelljének összeállítását, majd ennek többszöri megoldásával (variánsszámítással) változatok előállítását jelenti.

A modell összeállítása azonban igen munkaigényes, különösen ha egyidejűleg több döntési feladat megalapozását kívánjuk. *Automatizált rendszerünkben ezt a feladatot a számítógép oldja meg, s az ember szerepe csupán a modell ellenőrzése, esetleg szükséges bővítésére szolgáló adatok és utasítások megadása.*

A modell megoldása eddig is automatizált volt, enélkül komplex vállalati modell gyakorlati alkalmazása elképzelhetetlen. E feladat természetesen csak matematikai tervezés esetén merül fel.

A modellt általában több célfüggvény szerint vizsgáljuk, majd feltételrendszerét vagy paramétereit változtatva, többszöri megoldásával állítunk elő tervváltozatokat.

● **A döntés** a logikai tervezés során előállított vagy a modell megoldásával nyert tervváltozatok közül a gyakorlati megvalósításra legalkalmasabbnak tartott tervváltozat kiválasztását jelenti. Ennek során a termelési szerkezet, a termelési technológiák,

az erőforrás-szükséglet, a költség-, a jövedelem és a beruházási igény, a termelési érték és az árbevétel, a különböző hatékonysági mutatók stb. egyaránt mérlegelésre kerülnek, összevetve azt a vállalat természeti és közgazdasági feltételeivel, a népgazdaságra vonatkozó ismeretekkel és koncepciókkal stb.

*A döntést — még akkor is, ha a tervezést külső szerv végzi — mindenképpen a vállalatvezetésnek kell meghoznia, s ma sem és a jövőben sem automatizálható. Más kérdés az, hogy matematikai vagy automatizált tervezés esetén a döntés előkészítése megalapozottabb, sokoldalúbb, s a vállalatvezetést a döntéshez sokirányú információval segíti.* Ennek ellenére azt kell megállapítanunk, hogy matematikai vagy automatizált tervezés esetén a döntés nem könnyebb, sőt talán nehezebb, mint logikai tervezésnél, a nagyobb választék és a részletesebb információ miatt, éppen úgy, mint ahogyan egy sokféle választékot kínáló étlapból nehezebb ételt választani, mintha az étlap csak 2–3féle ételt sorol fel.

A modellezéssel előállított sokféle tervváltozat gyakran igen eltérő. Bizonyos szempontból egyik, más szempontból a másik változat megvalósítása lehet célszerű.

● **A tervmérlegek és tervszámítások kidolgozása** a döntés után, a megvalósításra kiválasztott tervváltozat részletes kidolgozását jelenti, ez a tervezés befejező szakasza. Ennek során célszerű a tervet áttekinthető táblázatrendszerbe foglalni, majd röviden szövegesen elemezni.

A tervtáblázatok szerkezete és tartalma lényegében azonos lehet, bármely tervezési módszert alkalmazzuk. A pénzügyi terv azonban modelltípusonként, a komplex szemléletmód gyengébb vagy erőteljesebb érvényre juttatása szerint bizonyos eltéréseket mutat. A tervtáblázatok összeállítása és a tervszámítások elvégzése igen munkaigényes. *Automatizált tervezési rendszerünkben azonban ezt a feladatot a számítógép végzi, s az ember feladata kizárólag az elemzés elkészítése.*

A tervezési folyamat vázlatos áttekintése és tervezési módszerek szerinti összehasonlítása után a továbbiakban az automatizált tervezési rendszerrel foglalkozunk. Ennek során figyelmen kívül hagyjuk a helyzetelemzést, amely ma még nem automatizált. Feltételezzük tehát, hogy a tervező rendelkezik a vállalatra vonatkozó helyzet-elemzéssel, jól ismeri a vállalatot, illetve a vállalatra vonatkozóan rendelkezik mindazon ismeretekkel, amelyek a tervezéshez szükségesek. Eltekintünk a koncepciótervezés részletezésétől is, feltételezve, hogy a koncepciók kialakultak vagy jelezve azok kialakítását. A tervezés éves, közép- vagy hosszú távú időszakra szólhat. *A továbbiakban a középtávú tervezést tekintjük alapnak, de az ismertetésre kerülő eljárás alkalmazható éves vagy hosszú távú tervezésre is, azok speciális követelményeinek figyelembevételével.*

### III. A termelési technológiák automatizált tervezése

A termeléstecnológiai tervek alapul szolgálnak a technológiai és a komplex vállalati döntések, s a komplex vállalati tervezés megalapozásához, a terv végrehajtásának megszervezéséhez, az operatív irányításhoz.

A technológiai tervekkel szemben alapvető követelmény, hogy a tervezéshez és az operatív irányításhoz könnyen áttekinthető és kezelhető formában adják meg adott termékek termelésének teljes rendszerét naturális és értékbeli paraméterekkel kifejezve a vállalat konkrét körülményeit. A termeléstecnológiai tervek — mint a komplex vállalati terv alrendszerei — a komplex vállalati terv primer adatait többségében tartalmazzák, döntően meghatározva ezzel a tervezőmunka eredményességét.

A komplex vállalati tervnek a vállalat — mint működő rendszer minőségi és mennyiségi jellemzőinek — egységes, komplex rendszerét kell kifejeznie. A terv minőségi oldala (milyen termékeket és ezen belül milyen fajtákat célszerű termelni, milyen gépeket, eszközöket és anyagokat lehet hatékonyan alkalmazni stb.) mennyiségi alapon nyugszik (milyen átlaghozamok érhetőek el, mekkora teljesítmények és költségek várhatók, mennyi jövedelem realizálható stb.), mennyiségi jellemzőkhöz vezet (a különböző termékek célszerű termelési volumene, a termelés szerkezete, a gép-, az eszköz- és az anyagszükséglet mennyiségi meghatározása stb.), illetve a mennyiségi értékek meghatározásának a minőségi jellemzők az alapjai (a termőföld tulajdonságai, az időjárási tényezők, a fajta, az eszközök és anyagok megválasztása stb. meghatározza az elérhető hozamokat, teljesítményeket, költségeket és jövedelmet). Tehát a tervezésnek a minőségi és a mennyiségi tényezők komplex kapcsolatát, kölcsönhatását kell kifejeznie.

A minőségi és a mennyiségi tényezők kölcsönhatása elsődlegesen a technológiai tervekben jut kifejezésre. Termelési technológiát tervezni (beleértve a termelés naturális és értékadatainak meghatározását is) csak a konkrét feltételek és lehetőségek (a termék és fajta, a talaj, az időjárási tényezők, az eszköz- és anyagválaszték, illetve azok jellemzői stb.) részletes ismeretében lehet.

A szükséges információk forrásukat tekintve három csoportba sorolhatók.

● *A vállalatától független körülmények hatására kialakuló adatok* valamennyi vállalatra vagy legalábbis egy nagyobb területi egység valamennyi vállalatára egyformán érvényesek és meghatározottak. Ilyen adatok például a mezőgazdasági termékek, illetve a mezőgazdaságban használatos gépek, eszközök és anyagok árai rögzített áras termékek esetén, a gépek és az eszközök választéka és jellemző paraméterei,

bizonyos költségkulcsok (pl. az amortizációs költségkulcs), a műtrágya és a növényvédő szerek hatóanyag-tartalma, a gazdasági szabályzók, adó- és biztosítási kulcsok, illetve fajlagos költségek stb.

Ezeket az adatokat a vállalatok külső forrásokból szerzik meg (árjegyzékekből, kereskedelmi katalógusokból, szakkönyvekből és kiadványokból, rendeletekből stb.) A mezőgazdasági vállalatoknál azonban rendszerezett tárolásuk nem megoldott, ami a tervezés során gyakran okoz gondot. Mivel ezek az adatok a mezőgazdasági vállalatok többségére egyformán érvényesek és csak ritkán változnak, naprakész és hozzáférhető nyilvántartásuk számítógépes törzsadattárakban hatékonyan megvalósítható.

● *Az egy vállalatra érvényes adatbázis*, ha nem is mindig könnyen hozzáférhető formában és naprakészen, de általában rendelkezésre áll. Ilyen információk a termőföldre (a földterület nagysága, minőségi jellemzők és művelési ágak szerinti megoszlása) a meglevő gép- és eszközállományra, épületekre és ültetvényekre vonatkozó adatok, a munkaerőhelyzetre vonatkozó jellemzők stb.

● *Az egy-egy ágazatra vonatkozó adatok* többsége nem áll és nem is állhat rendelkezésre, mivel azokat a technológiai tervezés során a vállalatok vezetőinek és szakembereinek vagy azokkal együttműködve a tervezőnek kell (vagy objektív módszerekkel lehet) kialakítani az országos normatívák és a helyi viszonyok, valamint a múltra vonatkozó vagy a tervezett adatok ismeretében. Így például a különböző növények átlaghozamtervét a múltbeli termelési eredmények és alkalmazott technológiák, a termőföldre és az időjárásra vonatkozó ismeretek és tapasztalatok, valamint a megvalósításra elképzelt technológia alapján lehet meghatározni. Az anyagfelhasználás az átlaghozam tervezett szintje, a talajra és időjárásra vonatkozó ismeretek, a tervezett technológia, az anyagfélésegek választékára és árára vonatkozó ismeretek alapján tervezhető. Még bonyolultabb a különböző munkaműveletek és teljesítményadatok megtervezése. Itt is figyelembe kell venni a múltban elért teljesítményeket, a gépek és az eszközök jellemzőit, a tervezett átlaghozamot, a termőföld jellemzőit, az időjárásra vonatkozó ismereteket stb.

A bizonytalanság általában is jellemző a mezőgazdasági adatbázisra, és semmilyen tervezési módszer esetén sem küszöbölhető ki teljesen. Emiatt azonban a tervezésről éppen úgy nem mondhatunk le, mint magáról a termelésről. Más kérdés, hogy törekedni kell a bizonytalanság csökkentésére, s ennek egyik módja lehet — mivel a bizonytalansági tényezők nagyrészt már a technológiai tervezés során felmerülnek — a magasabb színvonalú, megalapozottabb technológiai tervezés, valamint az, hogy az operatív vezetés kellő rugalmasságot tanúsítson a bizonytalanságból adódó káros hatások mérséklésére.

Jelenleg igen nagy gondot okoz a munkaműveletek teljesítményparamétereinek megtervezése. Az országos normatívák elfogadása helytelen lenne, de ezek figyelembevételével, a helyi tapasztalatokra és viszonyokra (termőföld, szállítási útvonalak hossza és minősége, a munka szervezettsége stb.) támaszkodva viszont a szakemberek vita során kialakítják a helyi normatívákat. Ezek megbízhatósága is kétséges, bár valószínűleg jobb, mint az országos normatívák kritika nélküli átvétele.

Meg lehetne kísérelni az objektív teljesítményszámításokon alapuló paramétertervezést. A talaj, a domborzat, a tábla nagysága, alakja és méretei, a műveléssel szemben támasztandó követelmények, a gépek jellemzőinek ismerete (munkaszélesség,



haladási sebesség, fordulékonyság stb.) alapján szerkeszthetők olyan formulák, illetve kidolgozhatók olyan szimulációs eljárások, amelyek segítségével adott táblára a munkateljesítmény objektívebb alapon meghatározható, s esetleg az így kiszámított teljesítmények a munkaszervezés színvonala, a munkafegyelem stb. alapján még korrigálhatók is megadott kulcsszámok segítségével.

Sokan kételkednek ilyen objektív számítás elfogadhatóságában, gyakran éppen olyan érvek alapján, hogy az objektív számítási módszerek nem veszik eléggé tekintetbe a dolgozó ember jellemzőit, munkafegyelmét, a munka szervezethez stb. *Kérdés azonban, hogy célszerű-e például a laza munkafegyelmet, a szervezethez stb. eleve tervezni, vagy objektív tervezéssel és az ehhez kialakított díjazással a szervezethez és a laza munkafegyelem kiküszöbölésére kellene törekedni és ösztönözni.* Ugyanakkor egyáltalán nem vagyok benne biztos – sőt nagyon is kétlem –, hogy az országos normatíváknak a helyi tapasztalatok alapján történő módosítása reálisabb paraméterek kialakításához vezethet, mint ha objektív számításokat végzünk a helyi körülmények számszerű kifejezésével. Igaz, hogy ehhez megfelelő adatbázisra (táblaméretek, szállítási utak hossza és minősége, talajjellemzők stb.) volna szükség, ami nagyjából egyszerű méréssel, viszonylag kevés költséggel biztosítható és sok más célra is felhasználható volna. Ki kellene dolgozni az e célra megfelelő (munkaműveletenként vagy műveletcsoportonként) számítási eljárásokat, majd ezeket alá kellene vetni a gyakorlat próbájának.

Mindezek megvalósítása, s ennek alapján a számítási eljárások számítógépes tárolása, vulgárisan kifejezve formulatár létesítése, lehetővé tenné az automatizált tervezés nagymértékű fejlesztését, időigényességének és emberi munkaszükségletének további jelentős csökkentését. De megkönnyítené a terv végrehajtásának figyelemmel kísérését, elemzési feladatok elvégzését és a végrehajtás szervezését is.

Technológiai tervezési rendszerünk részletes ismertetését megelőzően még *hangsúlyozni kívánom, hogy a technológiai tervek leírása különböző rendszerek szerint is elképzelhető, s magunk is többféle formát alkalmaztunk. Itt azonban – a terjedelem korlátai miatt – csak egy rendszert adunk közre.*

## 1. Növénytermelési technológiák automatizált tervezése

### A törzsadattárak rendszere

Mint már arról szó volt, a technológiai tervezéshez szükséges információk egy része olyan, hogy az egész ország vagy egy nagy táj valamennyi üzemére vonatkozóan adott, s ezek országos vagy területi szinten törzsadattárakban, rendezett és hozzáférhető formában tárolhatók.

A növénytermelési technológiák automatizált tervezéséhez rendszerünkben a következő törzsadattárakra van szükség:

● **A növénytermelési ágazatok törzsadattára** tartalmazza az összes lehetséges növénytermelési ágazatok

- kódszámát és
- megnevezését.

Feladata kizárólag az adatrögzítési feladatok csökkentése. A törzsadattár birtokában ugyanis nincs szükség az ágazat megnevezésének leírására minden technológia tervezése során, hanem elegendő a lényegesen kevesebb munkával járó kódszám rögzítése.

● **A munkaműveleti törzsadattár** tartalmazza a növénytermelésben lehetséges összes munkaműveletek

- kódszámát,
- mennyiségi egységét és
- megnevezéseit.

Feladata az előbbivel azonos, azaz csökkenti az adatrögzítési feladatokat azért, hogy a hosszabb megnevezések helyett elegendő a rövidebb kódszámok leírása. Fejlettebb formájában ez a törzsadattár tartalmazhatja még a műveletek elvégzéséhez igénybe vehető gépek, illetve eszközök, gépkapcsolások kódját, a műveleti teljesítmény kiszámításához felhasználható formulák, illetve számítási eljárások kódját.

Ez utóbbi információk már az érdemi feladatok automatizált megoldását segítik elő. Ekkor már — mint erről még szó lesz — nem szükséges, hogy az egyes munkaműveletekhez a szakember határozza meg a gépeket, az eszközöket, illetve a géphasználatot minden alkalommal, hanem azt a törzsadattárban lehetséges változatokból a számítógép adja meg, figyelemmel természetesen a vállalatnál rendelkezésre álló gépekre. De a műveleti teljesítményeket sem kell a szakembernek meghatározni, hanem azt a számítógép adja meg a „formulátár” felhasználásával.

● **A gépek és az eszközök törzsadattára** tartalmazza a növénytermelésben használatos összes erő- és munkagépek, magajáró gépek és egyéb eszközök

- kódszámát,
- megnevezését,
- árát,
- állami támogatását,
- költségkulcsait (az amortizációs kulcsot, a javítási költségkulcsot, az éves szinten adott egyéb — adó, biztosítás stb. — költségkulcsokat, az üzem- és a kenőanyag fajlagos költségkulcsát),
- az erőgép motorikus és vonóhorog-teljesítményét,
- az erőgép haladássebesség-adatait,
- az optimális vontatási sebességet,
- a munkagép munkaszélességét, illetve hasznos munkaszélességét,
- a műveleti mélységet, és
- a vonóteljesítmény-szükségletet.

Az első három költségkulcs valamennyi gépre és eszközre vonatkozik, és éves szinten határozható meg, míg az üzemanyag- és kenőanyagkulcs az erőgépekre és az magajáró gépekre vonatkozik, s fajlagos teljesítményre adható meg. Vitatható azonban, hogy a javítási költségkulcsot a teljesítménytől függetlenül célszerű-e egy évre meghatározni, vagy a teljesítménytől kell függővé tenni, azaz fajlagos teljesítményre megadni, vagy e kettőt kombináltan alkalmazni. Valószínűleg az utóbbi megoldás volna a realisabb. A tervezési rendszer bármely módon kidolgozható, azonban ehhez az kellene, hogy a gépesítéssel foglalkozó szakemberek és kutatók egyértelműen határoznák meg a javítási költségek időtől és teljesítménytől függő költségkulcsait, illetve függ-

vénykapcsolatait. Vitatható továbbá — a jelenleg még széles körben alkalmazott — üzem- és kenőanyagköltség fajlagos költségkulcsainak célszerűsége is. Valószínűleg közelebb jutnánk a realishoz, ha a gép leterhelését is figyelembe véve, a teljesítmény-normatívák kiszámítására használható formulárákhoz hasonlóan, az üzemanyag- és kenőanyagköltség meghatározására alkalmas formulátarat létesítenénk, s ennek felhasználásával határoznánk meg az üzem- és a kenőanyag költségét.

● **A teljesítmény- és költségformulátár\*** műveletenként, illetve műveletcsoportonként olyan formulákat, illetve számítási eljárásokat és azok programjait (és azok kódjait) tartalmazhatja, amelyek a konkrét körülményekről megadott információk alapján (a talaj kötöttsége, lejtési összege és egyéb jellemzői, a szállítási távolság, a tábla alakja és méretei, a felhasznált eszköz stb.) meghatározzák az elérhető teljesítményt, kiszámítják az üzemanyag- és kenőanyagköltséget, illetve a teljesítményhez kapcsolódó javítási költséget, esetleg munkabéreköltséget stb.

Ilyen formulátárral azonban jelenleg még nem rendelkezünk, de megvan a lehetőség a megteremtésére, hiszen az országos normatívákat (mégpedig különböző talajtípusokra és domborzatokra differenciáltan) jelenleg is számítások, illetve formulák segítségével határozzák meg, s az üzemanyag- és kenőanyagköltségek meghatározására is kidolgoztak már megfelelő eljárásokat. Ezek finomításával a számítógépes „formulátár” is megteremthető.

● **Az anyagfélésegek törzsadattára** tartalmazza a mezőgazdaságban használatos vagy használható összes anyagfélésegek

- kódszámát,
- megnevezését,
- mennyiségi egységét,
- árát és
- hatóanyag-tartalmát.

Ezt az adattárat természetesen úgy célszerű készíteni, hogy a különböző anyagokat csomagolási, illetve kiszerezési módok szerint is megbontsuk, mivel azok árai is eltérőek. Külön tételként kell szerepeltetni az egyszerű (egyféle anyagot tartalmazó) tételeket, valamint a keverékeket (pl. egyszerű műtrágyák és műtrágyakeverékek).

● **A takarmányok beltartalmi értékének törzsadattára** valamennyi takarmányfélésegre vonatkozóan tartalmazza azok

- kódszámát,
- megnevezését,
- árát és
- a beltartalmi adatokat.

Jelenleg általában a szárazanyag-tartalommal, a keményítőértékkel és a fehérjetartalommal dolgozunk, de kiterjeszthető az adattár más anyagokra (ásványi anyagokra, vitaminokra, aminosavakra) is tetszés szerint. Ez a törzsadattár a növénytermelési technológiák tervezésekor a tápanyagtermelés meghatározására is alkalmas,

---

\* Az egyszerűség kedvéért használjuk ezt a kifejezést. Valójában megfelelő programrendszerekről van szó, amelyek lehetővé teszik a teljesítmény- és költségnormatíváknak a konkrét viszonyokra alapozott meghatározását. Megfelelő adatkezelő rendszerekben természetesen formulárák alkalmazása is elképzelhető.

de ezen túlmenően a tervezés későbbi szakaszán is felhasználható, ezért nem csak a mezőgazdasági termelésből származó takarmányokra vonatkozik, hanem valamennyi takarmányfőleségre. Tulajdonképpen a takarmányozástannal foglalkozó szakkönyvekben megtalálható táblázatok számítógépre vitelét jelenti.

● **A mezőgazdasági termékek árának törzsadattára** tartalmazza azok

- kódszámát,
- megnevezését,
- mennyiségi egységét és
- árát.

Esetleg ez a törzsadattár az előbbivel összevonható, tekintve, hogy annak rész-halmaza.

A törzsadattárakkal és a törzsadattárakra alapozott rendszerrel kapcsolatban a következő *általános elveket kell figyelembe venni*:

— Valamennyi törzsadattár meghatározott rendszerben és célszerű csoportosításban kerül kiépítésre, amit a kódszámok is kifejeznek. A növénytermelési ágazatok törzsadattára az ágazatokat a gyakorlatban általánosan használt csoportosítás szerint tartalmazza. Pl. a gépek és eszközök törzsadattára erőgép, magajáró gép, munkagép, a munkagépeken belül talajművelő, talajjapoló, növényvédő, betakarító gép bontásban adható meg.

— Biztosítani kell a rendszerben a törzsadattárak állandó karbantartását, naprakészségét. Pl. árváltozások, hatóanyag-tartalmi változások, új anyagok, eszközök stb. jelentkezése vagy eszközök, illetve anyagok forgalmazásának megszűnése esetén legyen meg a lehetősége a törzsadattár bővítésének, szűkítésének, illetve az adatok módosításának.

Célszerű a törzsadattárak kezelésének rendszerét úgy megvalósítani, hogy az a munka során állandóan fejleszthető legyen. Ezért rendszerünket úgy fejlesztettük ki, hogy a számítógép jelezze, ha a törzsadattárból olyan információra van szükség, ami ott még nem található (pl. olyan gépre, eszközre vagy anyagra hivatkozunk, ami még nincs a törzsadattárban). Ilyenkor az információ közvetlenül megadható, s azt a számítógép a törzsadattárba elhelyezi, azaz a megadott információval azt továbbfejleszti.

— Előfordulhatnak különleges esetek, amikor egy adott vállalatra a törzsadattárban levő információk, illetve azok egy része nem alkalmazható. Pl. a vállalat nem kívánja a teljesítményeket a „formulátár” alkalmazásával meghatározni, hanem azokat maga akarja megadni, vagy adott termékre nem a termékár törzsadattárában levő adatait, hanem szabadpiaci vagy helyi árat kell alkalmazni, vagy nem fogadja el a vállalat a törzsadattárban szereplő átlagos tápanyag-normatívákat. Ilyen eseteket figyelembe véve, a rendszert úgy kellett kialakítani, hogy a törzsadattárhoz bármely ponton függetleníthessük a tervezést és a helyileg kialakított adatokkal dolgozhasunk anélkül, hogy a törzsadattárat módosítsánk.

A törzsadattárak kiépítése, állandó karbantartása nem kis feladat (ezért is teremtettük meg a munka során történő kiépíthetőségét), és jól szervezett információs rendszert igényel. Szerencsére azonban, mivel a törzsadattár információtartalma országos érvényű, nem lenne szükség arra, hogy valamennyi, a mezőgazdaság számára dolgozó

számítóközpontban külön apparátus álljon rendelkezésre a törzsadattárak fejlesztéséhez és karbantartásához. Az országban egy központi mezőgazdasági adatbázis létesítésére lenne szükség, amely a felhasználók számára on-line (közvetlen vonalon) vagy off-line (közvetett módon), adathordozók segítségével elérhető volna. Ennek kialakítása, fejlesztése és karbantartása centralizált vagy decentralizált formában, esetleg ezek kombinálásával történhetne.

— A törzsadattárak önálló hasznosításának is számos lehetősége adódik. Az adatok rendszerezett és naprakész nyilvántartása önmagában is igen hasznos dolog. A számítóközpontok — bármely szerv vagy vállalat számára — bármikor információt nyújthatnak törzsadattáraik segítségével. Felhasználhatók a törzsadattárak gazdasági elemzési feladatok megoldására, s így segítséget adhatnak árváltozások hatásának vizsgálatához, gazdasági intézkedések megalapozásához is.

### **Általános információk a vállalatról**

Az általános információk közé — mint arról már szó volt — azokat az információkat soroljuk, amelyek az egész vállalatra vonatkoznak, s az ágazatoktól függetleníthetők. Célszerű ezeket külön, önállóan kezelni, mivel adott vállalatra vonatkozóan elegendő egyszer megadni, valamennyi ágazati technológia tervezéséhez felhasználható formában, ezáltal elkerülve azt, hogy minden ágazati technológiai tervezéskor újra a számítógépbe tápláljuk.

A növénytermelési technológia tervezéséhez viszonylag kevés általános vállalati információra van szükség. (Ilyen információk: a gazdaság neve és székhelye, bértételek a növénytermelési szakmunkásokra és segédmunkásokra, bérjárulékkuless, a tervező intézmény neve és székhelye, a tervezés éve.)

Tekintve azonban, hogy célunk nem csak a növénytermelési technológiák, hanem később a komplex vállalati tervezési rendszer megteremtése volt, az általános vállalati információk rendszerét úgy alakítottuk ki, hogy az a növénytermelési technológiák tervezése mellett egyszersmind a komplex vállalati tervezés információigényét is biztosítsa. Ennek megfelelően az általános vállalati információkat három csoportba foglaltuk:

#### **● Általános adatok:**

- a gazdaság neve, székhelye és összterülete;
  - az összterület megoszlása talajkötöttség (laza, középkötött, kötött) és ezen belül domborzat (sík, dombos, hegyes) szerint;
  - az átlagos szállítási távolság;
  - az útviszonyok (jó, közepes, rossz);
  - munkaerő-létszámra és a bérre vonatkozó adatok
- |                       |             |                 |         |
|-----------------------|-------------|-----------------|---------|
| a növénytermelésben   | szakmunkás  | ..... fő, ..... | Ft/nap, |
|                       | segédmunkás | ..... fő, ..... | Ft/nap, |
| az állattenyésztésben | szakmunkás  | ..... fő, ..... | Ft/nap, |
|                       | segédmunkás | ..... fő, ..... | Ft/nap, |



az igénybe vehető külső munkaerő

maximálisan ..... fő, ..... Ft/nap

(havonként), a bérjárulék ..... %;

- a tervezőintézmény neve és székhelye;
- a tervezés éve.

Az általános vállalati információkkal kapcsolatban még a következő megjegyzéseink vannak:

– A gazdaság neve és székhelye, valamint a tervezőintézmény neve, székhelye és a tervezés éve valamennyi technológia címlapjára és a terv címlapjára; a gazdaság neve székhelye és a tervezés éve ezen túlmenően a technológiai tervek valamennyi lapjára is felkerül az azonosítás biztosítása céljából.

– Az összterület és annak megosztására vonatkozó adatok a modellezés és a komplex vállalati terv kidolgozásához szükségesek.

– A szállítási távolság és az útviszonyok jellemzésére a komplex vállalati tervezéshez van szükség. Ez lehetőséget ad arra az egyszerűsítésre (feltételezve, hogy a növények évenként váltakozva más-más táblára kerülnek, s így „bejárják” a teljes területet), hogy valamennyi technológia tervezésénél átlagos szállítási távolságot és átlagos útviszonyokat vegyünk figyelembe. Ez a jelenlegi tervezési rendszerben alkalmazott eljárásban is jelentős egyszerűsítés, feltételezi, hogy a termelés elhelyezkedése olyan, hogy a szállítási távolságok (átlagtól) eltérése évenként kiegyenlítődik.

– A munkaerő-létszámra vonatkozó adatok a béradatok a komplex tervezéshez, a növénytermelési és az állattenyésztési technológiák tervezéséhez egyaránt szükségesek.

● **Az ágazatok számával és méretével kapcsolatos adatok.** Megadjuk az adott vállalatnál előforduló, illetve tervezhető ágazatok kódszámát és méretkorlátjait.

A méretkorlátok megadhatók egy vagy több ágazatra együttesen alsó korlátként (az ágazat vagy ágazatok feltétlen szükséges minimális mérete), felső korlátként (a megengedhető maximális mérete), vagy egyenletként (amikor az ágazat vagy ágazatok méretét egyértelműen, pontosan előírjuk), de megadható két ágazat (vagy ágazatcsoport) egymáshoz viszonyított aránya is (pl. egyik ágazat háromszor akkora területen termelhető, mint a másik).

Ezek az információk a modellszerkesztéshez szükségesek; mint később látni fogjuk, célszerű az ágazatokat sorszámozva és olyan sorrendben megadni, amilyen sorrendben a vállalati terv táblázataiban szerepeltetni kívánjuk.

● **A ledolgozható munkanapokra vonatkozó adatok.** Az időjárásra vonatkozó tapasztalatok alapján megadjuk a havonta vagy ezen belül dekádonként ledolgozható munkanapok számát. Ezek az információk a technológiai tervezés és a komplex vállalati tervezés során is felhasználásra kerülnek. Az adatokat külön bontva meg kell adni a növénytermelésre minden hónapra (és ezen belül dekádonként), valamint az állattenyésztésre a törvényesen ledolgozandó munkanapokat, az időjárási tényezőket is figyelembe véve.

### Ágazati információk

Az ágazati információk adott ágazatra vonatkoznak, s a technológiai terv készítéséhez szükségesek. Tartalmazniuk kell tehát minden olyan ismeretet, amely a technológiai tervezéshez szükséges, s amelyet az adattárak és az általános vállalati információk nem tartalmaznak. Az ágazati információk a következő csoportosításban adhatók meg:

● **Általános információk az ágazatról:**

- az ágazat kódszáma és sorszáma;
- a főtermék mennyisége (ebből: vetőmag, takarmány), és egységára (vetőmag, takarmány, eladási egységár) és a takarmány típusa (abrak, szálas, lédús, zöld);
- A mellék- (vagy iker-) termék mennyisége (ebből: vetőmag, takarmány, alom, eladás), egységára (vetőmag, takarmány, alom, eladási egységár) és a takarmány típusa (abrak, szálas, lédús, zöld).

● **Az ágazat anyagfelhasználása.** A tervezett fő- és mellék- (vagy iker-) termék terméshozamterve alapján adjuk meg az anyagfelhasználás tervét, azaz az anyag kódszámát és a felhasználandó mennyiséget.

● **Az ágazat műveleti tervében időrendben adjuk meg a következő adatokat:**

- a sorszám;
- a művelet kódja (meg kell egyeznie a műveleti törzsadattárral);
- az elvégzendő mennyiség (itt elegendő annak megadása, hogy a teljes területen vagy annak hányszorosán kell a műveletet elvégezni);
- a művelet elvégzésének ideje (melyik hónap, melyik dekádjában végezhető a művelet, vagy megadható a művelet kezdetének és befejezésének időpontja);
- a számításhoz szükséges formula (vagy formulák) és számítási eljárások kódja (ennek akkor lesz értelme, ha rendelkezünk formula-törzsadattárral, s ebben az esetben a továbbiakban felsorolt információk megadására nincs szükség, azokat a számítógép állíthatja elő. Jelenleg azonban ilyen „formulatárral” még nem rendelkezünk, ezért a következő információkat is meg kell adni);
- a művelet elvégzéséhez felhasználható erő- és munkagépkapcsolatok (megjegyezzük, hogy magajáró gépeknél csak a magajáró gépet mint erőgépet adjuk meg, munkagép itt nincs. Hasonlóképpen adható meg munkagép is, erőgép nélkül. Ugyanakkor egy-egy művelet többféle erő- és munkagépkapcsolattal is végezhető. Ezeket a variációkat külön sorban adjuk meg, s mint később látni fogjuk ez alapot teremt technológiai változatok készítésére);
- a teljesítményadatok valamennyi műveletre, s ezen belül valamennyi erő- és munkagépkapcsolatra (óra- vagy műszakteljesítmény);
- a munkaerő-szükséglet valamennyi műveletre, s ezen belül erő- és munkagépkapcsolatra, vagyis, hogy hány szakmunkás (beleértve az erőgép vezetőjét is) és hány segédmunkás szükséges a művelet elvégzéséhez (lehetőség van természetesen arra is, hogy a munkaerő-szükségletben nem adjuk meg az erőgépvezetők létszámát, hanem azt úgy vesszük, hogy ahány erőgépet tervezünk, annyi erőgépvezetőre van szükség, de jelenlegi rendszerünkben az előbbi eljárást követjük).

### **Az őszi búza-termelés technológiai modellje**

- Az 1. mellékletben bemutatjuk az általunk alkalmazott rendszerben egy növénynek egy konkrét gazdaságra vonatkozó, a számítógép által előállított termelési technológiáját, s ezen keresztül tárgyaljuk a technológiák automatizált tervezésének kérdéseit.

A bemutatott technológiai tervben nem az adatok a lényegesek, hanem azok rend-

szere és előállításának módja. A konkrét adatok a könyv megjelenéséig nagyjából elavulnak, időszerűtlenné válnak, lényegében 1975-ben voltak érvényben, amikor az adott termelőszövetkezet tervét készítettük. Ennek ellenére célszerűnek tartottuk, hogy tervezési rendszerünket a lippói Béke Őre Mgtsz példáján mutassuk be, mert ez lehetőséget ad a terv gyakorlati megvalósulásának rövid értékelésére is. Megjegyeznénk még, hogy az adott rendszert, még az automatizálás előtt, sok termelőszövetkezetben alkalmaztuk, s ebből az igen munkaigényes folyamatból fejlesztettük ki a számítógépes technológiai tervezési rendszert, változatlanul hagyva annak táblázatrendszerét.

● *Az 1. melléklet 1. lapja a technológiai terv címlapja.* A „Növénytermelési technológiai terv (100 ha területre)” szöveget a programrendszer tartalmazza. Megadható azonban egy paraméter, amelynek segítségével a technológia bármekkora terület vagy táblanagyságra kidolgozható, pl. 4,53 esetén 453 ha-ra, 8,00 esetén 800 ha-ra stb.

A vállalat nevét, székhelyét, valamint a tervezés évét az általános vállalati információkból használja fel a programrendszer, azok egyszerű átmásolásával. A növény megnevezése az ágazati információkban megadott kódszám alapján a növénytermelési ágazatok adattárából származik, a változat sorszámát pedig a számítógép állítja elő aszerint, hogy az adott növényre hányadik technológiai változat készül.

● *A 2. lap az anyagfelhasználási tervet tartalmazza.* A táblázat címe, oszlopainak megnevezése és szerkezete általános, amit a programrendszer tartalmaz. Az ágazati információkban megadjuk a felhasználandó anyagok kódszámát és mennyiségét. A kódszámok alapján a számítógép az anyagfélések törzsadattárából veszi az anyag megnevezését és egységárát, majd a mennyiségi és az egységáradatok összesorzásával és összegezésével az adatokat megfelelő rendszerbe foglalva kinyomtatja.

● *A 3. lap a termékszámolási tervet és a takarmányok beltartalmi értékének tervét tartalmazza.* A táblázatok címeit, formáját, sorainak és oszlopainak megnevezéseit a programrendszer tartalmazza, tekintve, hogy azok minden növénynél azonosak. *A táblamező kitöltése* a következők szerint történik.

Az ágazati információkban megadtuk a főtermék mennyiségét 100 ha termőterületre, s ennek megosztását vetőmagra és takarmányra. Ez utóbbiakat levonva a főtermékből, a számítógép határozza meg az eladásra kerülő termékmenyiséget, egyidejűleg nullának véve az alommenyiséget, mivel általában főterméket alomként nem hasznosítunk. Csupán megjegyezzük, hogy vetőmagként csak a saját vetőmagfelhasználást számoljuk el. Ha a vállalat a terméket vetőmagként eladásra termeli, az az eladásnál kerül elszámolásra. Ami a takarmányt illeti, különböző változatok lehetségesek. Elképzelhető hogy az adott terméket teljes mértékben takarmányként hasznosítjuk, s ez esetben a takarmánymennyiség megegyezik az összes termékmenyiséggel. Lehetséges, hogy a terméket eladásra termeljük, de annak egy része (például őszi búza esetén az ocsú) takarmányozásra kerül. Előfordulhat olyan eset is, hogy eleve meghatározzuk, hogy az össztermék egy része takarmányozásra kell hogy kerüljön. Az említett esetekben a technológia tervezése folyamán egyértelműen eldöntjük a takarmányfelhasználást. Ha azonban az adott főtermék takarmányként is hasznosítható, de azt majd később, az állattenyésztés igénye alapján kívánjuk eldönteni hogy mennyi, akkor a technológiában a terméket eladásra tervezzük, s majd a modellezés során oldjuk meg egy részének takarmányként történő átcsoportosítását.



*A főtermékkel kapcsolatos termelési érték meghatározása a következők alapján történik.*

Az ágazati információkban megadtuk a főtermékre vonatkozóan a vetőmag, a takarmány és az eladásra kerülő termékek egységárát. Ezen adatok átmásolásával, illetve a termékmennyiséggel történő szorzásával előállíthatók a hozzájuk tartozó termelésiérték-adatok, természetesen végig nullának véve az alomszalma sorát. Az összérték részadatainak összegzése adja az össztermék értékét, majd ezt az össztermék mennyiségével osztva határozzuk meg az össztermékre vonatkozó egységárát, ami nem más, mint a termékfelosztás szerinti egységárok súlyozott átlaga.

A leírtak értelemszerű alkalmazásával határozhatjuk meg (ha van) a melléktermékre vagy ikertermékre vonatkozó adatokat, azzal a különbséggel, hogy most az alomszalma is számításba jön, s gyakran a teljes melléktermék alomszalma vagy takarmány. Ritkán történik eladás és vetőmag-felhasználás, általában csak ikertermékek esetén. Végül a számítógép elvégzi az adatok megfelelő összegezését, és a táblázat kinyomtatását.

A takarmányok beltartalmi értékének számítása — a fő- és a melléktermékre egyaránt — az előbbieken meghatározott takarmánymennyiségek, valamint a takarmányok beltartalmi értékének törzsadattárában tárolt átlagos beltartalmi adatok szorzata alapján történik, majd az adatok összesítése után kerül sor a táblázat kinyomtatására.

Elágaztatásra is lehetőség van, mert a takarmányok fajlagos beltartalmi adatait a törzsadattárból vagy pedig közvetlenül adhatjuk meg.

Továbbfejlesztési lehetőség, hogy az egységárra vonatkozó adatokat a mezőgazdasági termékek árának törzsadattárból használjuk fel, amennyiben azok az ágazati információkban nem kerülnek megadásra.

● *A 4. lapon az ágazati műveleti tervét találhatjuk.* Ez — mint más lapok is — szükség szerint több oldal terjedelmű lehet.

Jelenlegi rendszerünkben még az ágazati műveleti terv valamennyi adatát megadjuk az ágazati információkban, s a számítógép tulajdonképpen csak másol, azzal a különbséggel, hogy az egyes műveletekre megadott összes lehetséges erő- és munkagép-kapcsolatok közül mindig csak egyféle kapcsolatot felhasználva készít ágazati műveleti tervváltozatokat, s az összes lehetséges műveleti kapcsolatok kombinációi alapján igen sokféle technológiai változat kidolgozására képes.

A táblázat címe és oszlopainak megnevezése, valamint a táblázat rendszere most is általános. Kivételt képez a munkavégzés ideje, mert vagy a hónapokat és esetleg ezen belül a dekádokat tünteti fel, megadva esetleg egy arányt is, hogy az egyes hónapokban vagy dekádokban milyen arányban kell a műveletet elvégezni, vagy csak a kezdő és a befejezési időpontot nyomtatja ki a számítógép a műveleti tervben.

Mint azonban arra már utaltunk, lehetőség van arra, hogy („formula-törzsadattár” esetén) kizárólag a műveleti kódok (amelyek az elvégzendő műveleteket jelzik idősorosan), valamint a munka elvégzendő mennyiségének (a terület hányad részén, illetve hányszorosan kell az adott munkaműveletet elvégezni) és időintervallumának megadásával, a számítógép a műveletek megnevezését a munkaműveleti törzsadattárból másolja át, egyidejűleg onnan nyerve a művelet elvégzésére szóba jöhető gép- és eszközfeleségeket, illetve gépkapcsolatokat, valamint a gép- és eszköztörzsadattár-

ból azok paramétereit, a teljesítmény- és költségformulátárákból kiválasztott formulák segítségével határozza meg a teljesítménynormatívákat, a szükséges munkaerő-létszámot, valamint az üzemanyag- és kenőanyagköltségeket is. Természetesen ebben az esetben is megvan a lehetősége arra, hogy az összes lehetséges gépkapcsolatok kombinációjával sokféle technológiai változatot dolgozzunk ki. Rendszerünk ilyen irányban történő továbbfejlesztése még tovább csökkentené a szakemberekre háruló tervezési munkát, növelné a tervezés automatizálásának szintjét, s egyidejűleg a tervezés objektivitását is. A teljesítmény- és költségnormatívák meghatározásának realitását az általános vállalati információkban a talaj kötöttségére, domborzatára, az útviszonyokra stb. megadott információk felhasználásával lehet biztosítani, figyelembe véve ezeket a „formulátárok” kialakításánál, illetve megteremtve az ezekhez igazodó differenciált paramétereket eredményező formulákat.

Tagadhatatlan, hogy technológiai tervezési rendszerünk egyik leggyengébb pontja, hogy a műveleti tervet jelenleg csaknem teljes egészében a szakembernek kell kidolgoznia, s úgy tűnik, a számítógép csak a másolást végzi el. Azonban rögtön megmutatkozik a számítógépes tervezés előnye, ha a különböző műveletek többféle gépkapcsolattal, illetve megoldással végezhetők el, és ezek összes lehetséges kombinációival kívánjuk elkészíteni a technológiai tervváltozatokat. Egy ilyen — tulajdonképpen a szimulációs módszerek körébe tartozó — feladat elvégzése számítógép nélkül szinte elképzelhetetlen.

Hasonló körülmények között gazdálkodó vállalatok esetében egy-egy növény lehetséges termelés technológiái, beleértve a naturális és értékbeni adatokat, esetenként csak néhány vonatkozásban különböznek, s e kisebb változtatások átvezetése után — ami a jelenlegi rendszerünkben is megoldott, így kisebb változtatások esetén jelentős munkamegtakarítással jár — alkalmazhatók. Végül elképzelhető típusműveleti tervek készítése is sokféle változatban, esetleg azok törzsadattárba helyezése és — kisebb módosításokkal történő — felhasználása is.

Mindezek alapján tehát már a jelenlegi rendszer is lehetővé teszi a munkaműveleti tervezés munka- és időigényének csökkentését, bár a végső megoldás a „formulátárak” alapozott technológiai tervezés lehet.

● *Az 5. lap a munkanap- és gépműszakszükséglet tervét tartalmazza.* A táblázat címe, szerkezete és az oszlopok megnevezése most is általános, a programrendszerben helyezhető el. Célszerű azonban itt olyan elágaztatás, hogy a munkanap- és gépműszakszükséglet tetszés szerint havonként vagy ezen belül dekádonként is kiiratható legyen.

Az oldalrovatok megnevezése — a szakmunka és segédmunka kivételével — nem általános, azokat a számítógép a műveleti terv alapján készíti el, attól függően, hogy az adott technológiai változatban a különböző műveletek elvégzésére milyen erő- és munkagépeket alkalmazunk.

Az első lépésben a számítógép sorba veszi a műveleti tervben szereplő összes gépeket és eszközöket. Ezek adják az oldalrovatok megnevezéseit. Ezután a teljesítménynormatívák alapján meghatározza az adott művelet elvégzéséhez szükséges műszakok számát (a teljesítményadatok reciproka, szorozva 100-zal), majd a műszakszám-szükségletet a szakmunkás-, illetve segédmunkás-létszámmal szorozva kapjuk a művelet elvégzéséhez szükséges szakmunkások, illetve segédmunkások számát.

Most a munkavégzésre meghatározott hónapok (dekádok) szerint, a műveleti

tervben megadott arány alapján vagy egyenletesen elosztva ütemezi a műszakszám-szükségleteket, illetve munkanap-szükségleteket, vagy a megadott kezdő és befejező időpont alapján képzett havi (dekádok szerinti) bontásban határozza meg a (havonta dekádonként) szükséges munkanapokat, vagy műszakokat, illetve ezek összesítésével az éves szükségletet.

Jelenlegi rendszerünkben itt határozzuk meg a munkanapok és az általános vállalati információkban megadott bértételek, valamint bérjárulékkulcsok alapján a munkabér és a bérjárulék nagyságát, valamint ezek együttes összegét, illetve az éves műszakszám-szükségletek, és a gépek és eszközök törzsadattárában megadott fajlagos üzemanyag- és kenőanyagkulcsok alapján az üzemanyag- és a kenőanyagköltséget. Ez utóbbi, mint arról már szó volt, „formulátár” segítségével is meghatározható lenne.

E táblázat elkészítése egyaránt szükséges a modellezéshez és a tervtáblázatok kidolgozásához. Ennek összeállítása számítógép nélkül igen munkaigényes lenne, és sok hibaforrást rejtene magában. Számítógépes rendszerünk egyik előnye, hogy e feladat elvégzése alól teljesen mentesíti az embert.

● *A 6. lapon a közvetlen állóeszköz-szükséglet és -költség tervét készítjük el.* Közvetlen állóeszközöknek tekintjük itt az ültetvényeket és azokat az eszközöket, amelyeket kizárólag az adott ágazatban használunk, kizárólag az adott ágazattal állnak kapcsolatban, tehát költségüket is az ágazat viseli.

A közvetlen állóeszközök ilyen elkülönített kezelése kizárólag a modellméret szűkítésére hivatott, mert lehetővé teszi a forrásváltozók számának csökkentését, mint azt később látni fogjuk. Bármely közvetlen állóeszköz (így az ültetvény is) kezelhető volna valamely műveletnél (esetleg látszatművelet beiktatása révén) is.

Jelenlegi rendszerünkben a közvetlen állóeszköz-szükséglet és -költség által tartalmazott valamennyi információt (az amortizáció összegének, valamint a táblázat két utolsó oszlopának kivételével, amelyeket a számítógép számol ki) közvetlenül megadjuk a számítógép számára.

A táblázat címe, szerkezete, valamint az oszlopok megnevezése természetesen most is általános, s azt a programrendszer tartalmazza.

● *A 7. lap a célfüggvényszámításokat tartalmazza.* Ezek az adatok, mint gazdasági mutatók, önállóan is hasznos információkat nyújtanak, felhasználhatók gazdasági elemzésekhez is, s a modell célfüggvény-paramétereit is tartalmazzák.

A szöveges megnevezések általánosak, azokat a programrendszer tartalmazza. Az adatok egy része az előbbi táblázatokban adott, más részüket a számítógép kiszámítja.

A harmadik lapon meghatározott termelési értékből, a belső felhasználásból (vetőmag, takarmány, alom értéke) és az árbevételből indulunk ki, majd a második lapról a vásárolt anyagok költségét, az ötödik lapról az üzemanyag- és a kenőanyagköltséget (a kettő összege az összes anyagköltség), majd a hatodik lapról a közvetlen állóeszközök éves költségét használjuk fel.

A termelési értékből levonva a belső anyagfelhasználást, az összes anyagköltséget, valamint a közvetlen állóeszközök éves fix költségét, megkapjuk a bruttójövedelem-hozzájárulást. (Ugyanezt kapjuk, ha az árbevételből levonjuk az összes anyagköltséget, valamint a közvetlen állóeszközök éves fix költségét.) Ez nem azonos a bruttó jövedelemmel, mert itt még az általános költségeket, valamint a több ágazat

által hasznosított állóeszközök fix költségeit nem számoltuk el. Nem azonos a fedezeti hozzájárulással sem, tekintve, hogy a közvetlen állóeszközök fix költsége már elszámolásra került. Ha azonban az ágazatnál közvetlen állóeszköz nincs, a bruttó-jövedelem-hozzájárulás a fedezeti hozzájárulással megegyezik.

A továbbiakban az ötödik lapról áthozott munkabérköltséget, valamint munkabér és közterhének költségét számoljuk el, illetve az utóbbit levonva a bruttó-jövedelem-hozzájárulásból a nettó-jövedelem-hozzájárulást kapjuk, ami — a bruttó-jövedelem-hozzájárulásnál kifejtett okok miatt — szintén nem azonos a nettó jövedelemmel.

Az összes anyagköltséget, a közvetlen állóeszköz-költséget, valamint a munkabért és közterhét összesítve külön is feltüntetjük az összes közvetlen termelési költséget. Ebből elhagyva a munkabér és közterhének költségét, a közvetlen tárgyasult munka költségét kapjuk, vagy levonva a közvetlen állóeszközök éves fix költségét a forgóeszköz értékéhez jutunk.

Megfigyelhettük, hogy az összes közvetlen termelési költséget, a közvetlen tárgyasult munka költségét, valamint a forgóeszköz értékét az előbbiekben a belső anyagfelhasználás értékét figyelmen kívül hagyva számoltuk el, a külső forrásokra összpontosítva a figyelmet, de természetesen annak nincs akadálya, hogy a belső felhasználást is figyelembe vegyük. A modellezés szempontjából azonban a halmozódás elkerülése végett az előbbi eljárás a célszerűbb.

Végül feltüntetjük még a közvetlen állóeszközöknél megtervezett beruházási értéket is, amit a beruházási terv készítésénél tudunk majd hasznosítani, illetve akkor, ha a modell célfüggvényében a beruházási érték minimalizálását kívánjuk előírni.

A növénytermelési technológiák tervezésével kapcsolatban még néhány megjegyzést kell tennünk:

— *Évelő növény termelési technológiájának tervezésekor* (pl. lucerna) eljárhatunk úgy, hogy egyetlen aggregált technológiában tervezzük meg a telepítést, illetve a lucerna első, második, harmadik és negyedik évi termelését, s ezek a technológiában arányosan (pl. 25—25%-kal) szerepelnek. Készíthetjük úgy, hogy tervezzük egy telepítési, illetve első éves termelési technológiát, valamint egy, a további éveket jellemző technológiát (pl. új telepítésű lucerna és álló lucerna), majd a modellben, illetve a termelési tervben gondoskodunk a 25, illetve 75%-os arány biztosításáról.

— *Amennyiben valamely növényt árutermelésre és takarmányozásra egyaránt hasznosíthatunk*, s a termelési folyamat mind az összes, mind a takarmánytermelés esetén ugyanaz, tehát csupán a termék felhasználása különbözik, elegendő egy termelési technológiát tervezni, s a termék elosztását a modellben — mint azt említettük — átcsoportosító változó segítségével, illetve a termelési tervben a termék célszerű megosztásával biztosítani.

— *Gyümölcs- és szőlőkultúrák* esetén általában a tervévben várható állapotot, illetve dinamikus tervezésnél a tervévekben várható állapotokat vesszük figyelembe.

A technológiatervező rendszer részletes leírásából kitűnt, hogy a feladat megoldását különböző alternatív módokon is végezhetjük. *Hasonlóképpen adhatók alternatívák arra vonatkozóan is, hogy az összes lehetséges technológiák kidolgozását kívánjuk-e vagy megadott vezérgép (illetve vezérgépek) szerint egy adott technológiát, vagy valamely megadott gazdasági mutató szerint a legkedvezőbb technológiát.*

Amennyiben célunk az összes lehetséges technológiai változat kidolgoztatása,



akkor a számítógép egy alaptechnológia elkészítéséből indul ki, s ekkor valamennyi munkaműveletnél az elsőnek megadott megoldási módot (gépkapcsolatot) veszi figyelembe. Ezután változtatva a különböző munkaműveleteknél lehetséges gépkapcsolatokat, újabb technológiai változatokat készít, mindaddig, amíg az összes kombinációt nem vette figyelembe. Az így kialakított technológiai változatokat a megadott gazdasági mutatók alapján, nagyság szerint sorba rendezi.

Az elmondottakat vázlatosan a 2., a 3. és a 4. ábra szemlélteti. Ebből kitűnik a rendszer kapcsolata az adattárakkal (törzsadattárak), a hibalista kiírása és a vezérlő paraméter hatására az adatok javításának lehetősége, listázási lehetőségek, valamint a komplex tervezési rendszer további feladataival való kapcsolat, a modell, valamint a terv- és a mérlegtáblázatok készítéséhez szükséges adatok elraktározása, a modell kiírása, a technológiai változatok rangsorolásának lehetősége az elemzés megkönnyítése céljára stb.

A 3. ábra a technológiákat készítő programrendszer működésének vázlatát adja meg a vezérlő paraméterektől függően. Itt látunk néhány alternatív megoldási lehetőséget is, pl. tetszés szerint egy vagy az összes lehetséges technológiai változatok kidolgozása.

Végül a 4. ábra a törzsadattár-kezelő rendszer működési vázlatát mutatja be, egyszerűsített formában.

## 2. Állattenyésztési technológiák automatizált tervezése

Hangsúlyozni kívánom, hogy az állattenyésztési technológiák tervezéséhez automatizált rendszerrel jelenleg még nem rendelkezünk\*, tehát a továbbiakban kifejtettek egy koncepció körvonalazását szolgálják, amelyek – a növénytermelési technológiákhoz hasonlóan – a gyakorlatban több mezőgazdasági vállalatnál alkalmazott rendszer felhasználásán alapulnak. Mint látni fogjuk, megoldható a rendszer automatizálása s a továbbiakban kifejtett koncepció megkönnyítheti ennek mielőbbi megvalósítását.

### A törzsadattárak rendszere

Az állattenyésztési technológiák számítógépes tervezési rendszerének megteremtése további törzsadattárak létrehozását igényli.

● **Az állattenyésztési ágazatok törzsadattára** (ami természetesen a növénytermelési ágazati törzsadattárral képez ágazati törzsadattárt) tartalmazza a faj, a fajta és a termelési irány szerint az ágazat kódszámát és megnevezését.

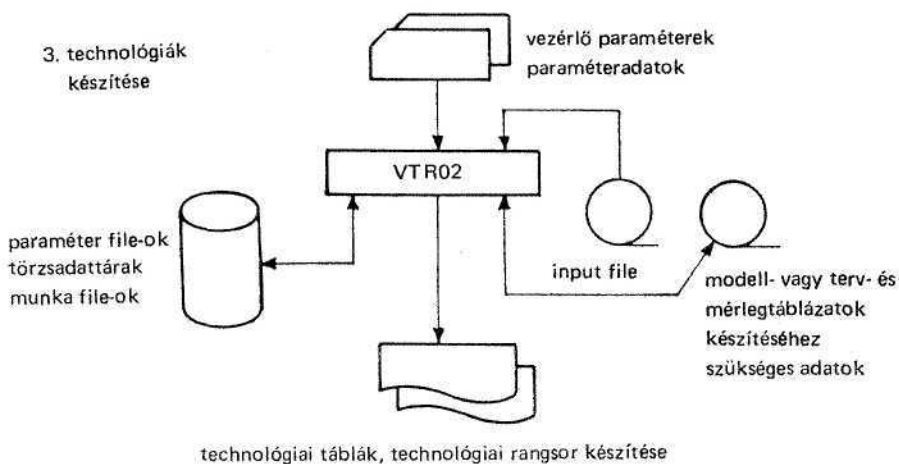
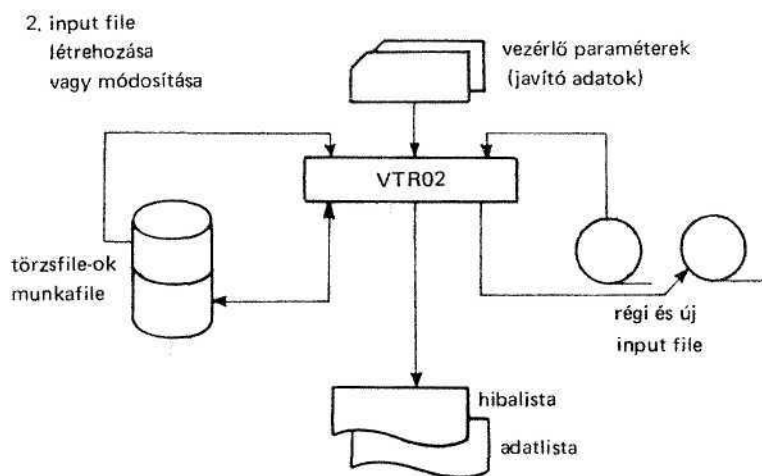
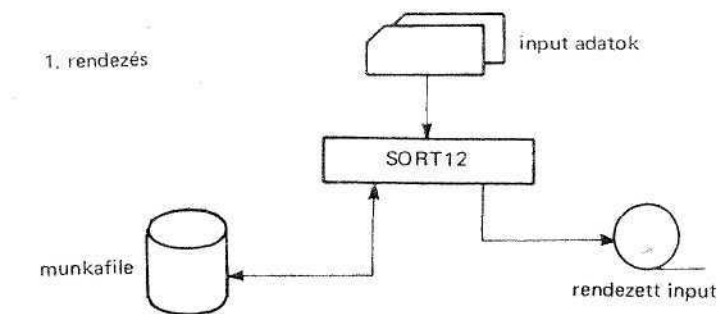
Célja ugyanaz, mint azt a növénytermelési ágazat törzsadattárával kapcsolatban kifejtettük.

● **A tápanyag-szükségleti törzsadattár** tartalmazza az állatfajokat korcsoportonként, azok kódszámát és tápanyag-szükségleti normatíváit (szükség szerint megbontva

---

\* Készítése már folyamatban van.

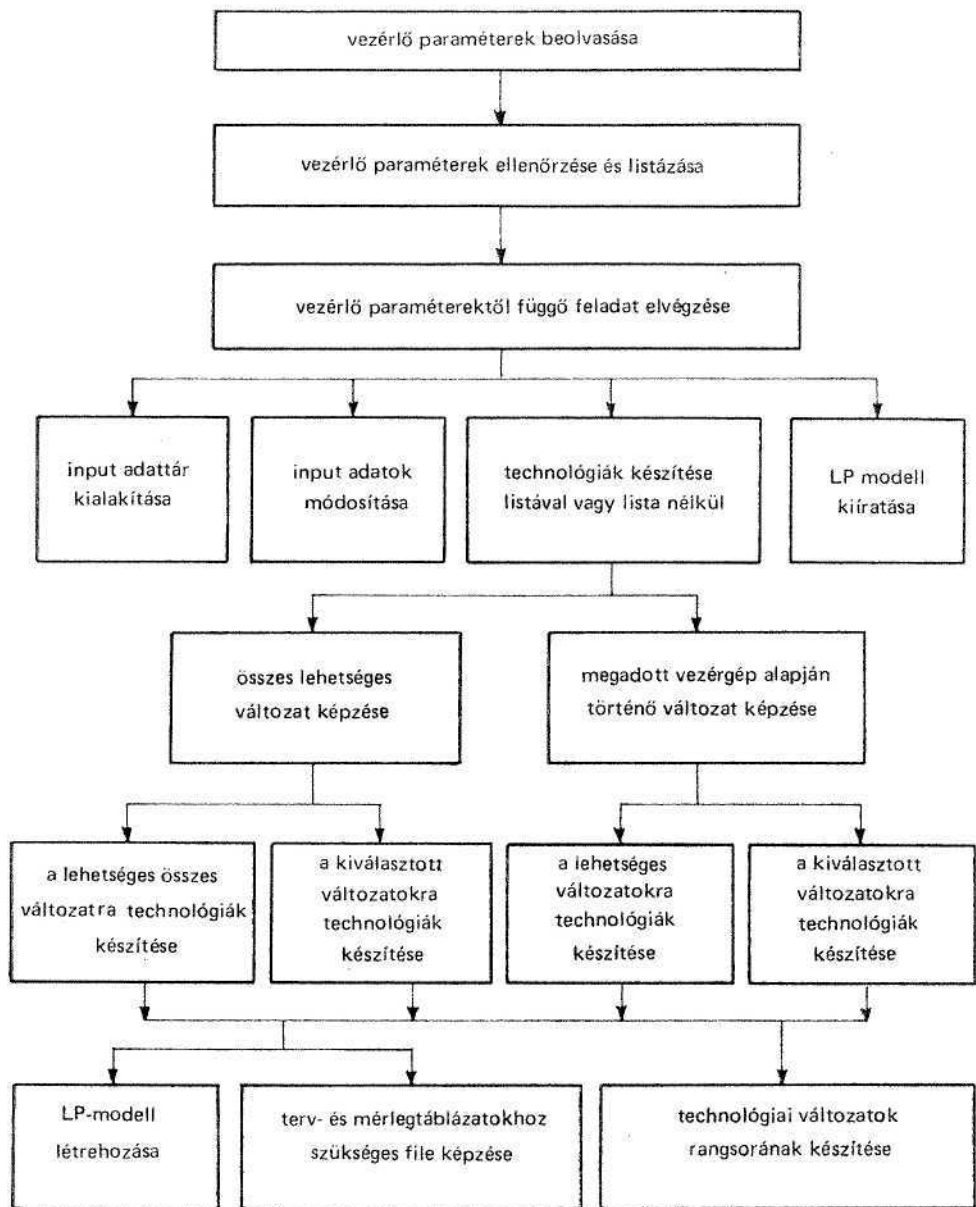




2. ábra. Technológiák készítésének folyamata

A SORT12 a rendező, a VTRO2 az inputadat-kezelő és technológiatervező program neve.

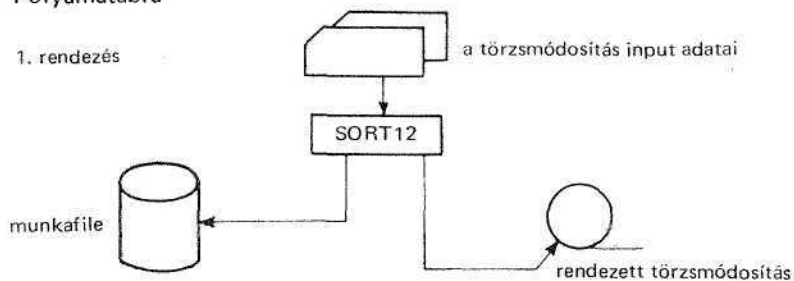
A file szó a meghatározott munka elvégzéséhez szükséges, összetartozó adatok csoportját jelenti



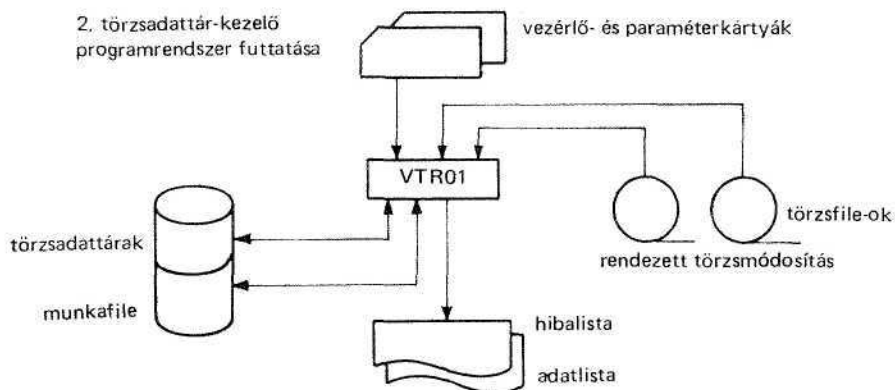
3. ábra. A technológiákat készítő programrendszer (VTR02) működési vázlata a vezérlő paramé-  
terektől függően

## Folyamatábra

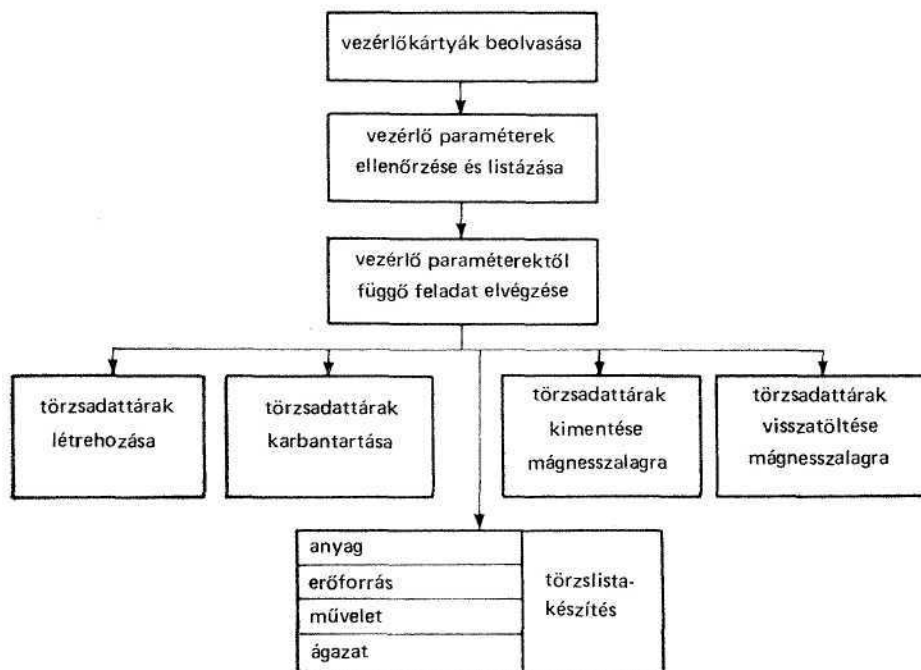
### 1. rendezés



### 2. törzsadattár-kezelő programrendszer futtatása



### a törzsadattárkezelő programrendszer (VTR01) működése



4. ábra. A törzsadattár-kezelő rendszer (VTR01) működése

életfenntartásra és teljesítményre), azaz tulajdonképpen az állattenyésztési, illetve takarmányozási szakkönyvekbe megtalálható tápanyag-szükségleti táblázatok törzsdattárba vitelét jelenti.

● **Az állati termékek árának törzsdattára** valamennyi állati termék kódszámát, megnevezését és árát tartalmazza.

Természetesen a törzsdattárákkal kapcsolatban kifejtett általános elvek — értelemszerűen — most is érvényesek. Ugyanakkor az általános vállalati információk bővítésére most nincs szükség, tekintve, hogy azokat eleve úgy adtuk meg, hogy tartalmazzák az állattenyésztés tervezéséhez szükséges információkat is.

### Ágazati információk

● **Az általános információk** az ágazat kódszámát és méretkorlátjait, sorszámát az év eleji állományi létszámot és a fajlagos termelési adatokat korcsoportonként, illetve takarmányozási csoportonként tartalmazzák.

● **Az ágazat anyagfelhasználása.** A gyógyszer- és vegyszerfelhasználást általában nem volna érdemes részletesen felsorolni, ezért célszerű egy normatív költséget megadni a gyógyszer- és vegyszerfelhasználásra, illetve általában az anyagfelhasználásra, nem sorolva ide a takarmányokat, a tápokat stb. Természetesen a részletezés is megoldható.

● **A külső forrásból származó, meghatározott takarmányszükséglet.** Csak az eleve, egyértelműen meghatározott takarmányfelhasználást adjuk meg, és pedíg az anyag kódszámát és a felhasználandó mennyiséget.

● **Állóeszköz-szükséglet és -költség.** Az állattenyésztési telep állóeszköz-szükségleti és költségadatai adottak vagy — új telephely létesítése esetén — a telep beruházási tervében meghatározottak. Felhasználásuk, illetve átvételük kézenfekvő, legfeljebb rendszerbe foglalásuk szükséges. Szerencsére egy állattenyésztési telep ilyen és más vonatkozásokban hosszú időre adott, ezért az egyszer kidolgozott adatbázis évekig használható, s változások esetén a szükséges módosítások is könnyen átvezethetők.

● **Munkaerő- és gépmunka-szükséglet.** Az állattenyésztésben az ágazatok munkaműveletei között nincs olyan bonyolult kapcsolat, mint a növénytermelésben, ezért meghatározott szervezésben a havonként szükséges szakmunkás- és segédmunkás-létszám, illetve munkanapszükséglet, az elérhető átlagbér, és a gépműszak-szükséglet, valamint az üzemanyag- és kenőanyagköltség adott.

### Egy állattenyésztési telep technológiai modellje

Az állattenyésztési technológiák terveit általában 100 anyára és szaporulatára vagy egy telepméterre, illetve adott állattenyésztési telepre állatfajonként, illetve ezen belül termelési irányonként és technológiai változatonként célszerű készíteni. Készülhetnek technológiai tervek állatcsoportokra, 100 vagy 1000 állatra vonatkoztatva is (pl. vásárolt alapanyagra alapozott marhahizlalás esetén vagy a baromfitartásban).

A továbbiakban azzal az esettel foglalkozunk, amikor a technológiai tervet egy állattenyésztési telepre készítjük, hiszen ezzel analóg módon, csak más méretekkel,

illetve adatokkal készül a terv akkor is, ha 100 anyára és szaporulatára vagy 100 állatra vonatkozik, de az utóbbi esetben lényegesen leegyszerűsödve. A tárgyalás nyomán követésének megkönnyítése céljából a 2. mellékletben bemutatjuk egy általunk a gyakorlatban sokszor alkalmazott állattenyésztési technológiai terv táblázattrendszerét, illetve ennek alapján 600 tehénre és szaporulatára (adott telepre) készített technológiai tervet.

Ismét hangsúlyozzuk, hogy az adatok a könyv megjelenése idején – sőt már a kézirat megírásának idején is – elavultak, emiatt csak a rendszer érdemel figyelmet.

Bár célszerűnek tűnne, hogy az állattenyésztési technológia példáját is a lippói Béke Őre Mgtst-ből vegyük, ettől jelenleg el kell térnünk, mivel a termelőszövetkezetben kizárólag baromfitartásra és vásárolt alapanyagra alapozott hizómarhatartásra készült technológia, s ezek igen egyszerűek lévén, nem adnak alkalmat a tervezési rendszer sokoldalú bemutatására. E helyett tehát egy szarvasmarhatenyésztési technológiát választottunk közlésre.

● *A 2. melléklet 1. lapja most is a címlap, amely lényegében megegyezik a növénytermelési technológia címlapjával, értelemszerűen módosítva azt.*

● *A 2. lapon az állományváltozás kerül megtervezésre, amely semmiben sem különbözik az általánosan használatos állományváltozási tervezés módszerétől. Az adott ágazatra vonatkozóan az ágazati információban megadtuk az év eleji állatlétszámot takarmányozási állatcsoportonként. Készíthető olyan állományváltozást tervező programcsomag is, amely a szaporulati, selejtezési stb. paraméterek megadása esetén meghatározza az egyes állatcsoportok létszámát növelő, illetve csökkentő tételeket, ennek alapján az év végi állományi létszámot, valamint az évi takarmányozási napok számát.*

Célszerű az állományváltozási tervet – ha ez lehetséges – havi bontásban megadni, mert ez esetben az adott állomány takarmányszükséglete, illetve tápanyagszükséglete pontosabban, havonta, illetve időszakonként is meghatározható.

● *A 3. lapon megtervezzük az állattermék-termelési és -értékesítési tervet az állományváltozási terv és a tervezett fajlagos termelési mutatók alapján, amelyeket az ágazati információkban megadtunk. Ennek során a tápanyagszükséglet pontosabb tervezése érdekében szintén a havonkénti, illetve az időszakonkénti tervezés volna célszerű, illetve ha a gyakorlatban jelenleg ettől eltekintünk, törekedni kell a termelés időbeli eloszlásának figyelembevételére.*

A termelési terv elkészítését állatcsoportonkénti bontásban, a fajlagos termelés és az átlagos állomány szorzataként lehet a legegyszerűbben elkészíteni, illetve az állati termékek árának törzsadattárából vett adatokkal beárazva meghatározni a termelési értéket. A termelés és értékesítés különbsége a belső felhasználás. Belső felhasználáson természetesen most is csak az adott ágazaton belül történő termék-felhasználást (pl. a borjúnak adott tejet) értjük.

● *A 4. lapon történik a tápanyagszükséglet megtervezése az állományváltozási terv, a termelési terv, valamint a tápanyag-szükségleti törzsadattár felhasználásával állatcsoportonként, majd azt összesítve az adott technológiára. A tápanyagszükségletek meghatározása viszonylag egyszerű, a fajlagos szükségletek, valamint az átlaglétszám, illetve terméktermelés szorzataként adódik.*

A matematikai modellben célszerű a tápanyagszükségleteket intervallumban megadni. Ezt a tápanyagszükségleti adatok kijelzése után vagy ez előtt, az ágazati infor-



mációkban adhatjuk meg (pl. 1 és 1,1 szám megadásával elérhetjük, hogy a normatív szükségletet alsó, majd ennek 10%-kal növelt értékét felső korlátnak tekintjük).

● *Az 5. lapon dolgozzuk ki a különböző takarmánycsoportokra vonatkozó követelményeket* (meg kell adni az alsó és a felső korlátokat a felhasználandó abrak-, szálás, lédús és zöldtakarmányokra). Ezeket úgy célszerű kialakítani, hogy figyelembe vesszük az állományváltozás és a terméktermelés megoszlását az év különböző időszakaiban.

Eljutottunk tehát a tápanyagok és a takarmánycsoportok iránti szükséglet meghatározásához adott intervallumhatárok között. Most abból még le kell vonni (mind az alsó, mind a felső értékből) a 9. lapon tervezett, a külső forrásból származó, egyértelműen meghatározott takarmányok tápanyagértékeit (amelyet a tápanyagtartalom adattárának felhasználásával határozzunk meg), illetve a takarmányok hovatartozása szerint csökkenteni kell e takarmányokkal a takarmánycsoportokra előírt alsó és felső korlátokat.

A takarmányvásárlással módosított értékek a termelés és a modellezéssel meghatározandó takarmányvásárlás iránti szükségleteket adják. Mindebből nyilvánvaló az is, hogy az állattenyésztési technológiában a takarmányszükségletek kielégítését nem tervezzük meg egyértelműen – kivéve a külső forrásból származó takarmányokat –, hanem ezt modellezéssel kívánjuk megalapozni. Amennyiben modellezni nem kívánunk, a rendszer akkor is alkalmazható, de ez esetben egyértelműen meg kell adni a teljes takarmányfelhasználási tervet.

● *A 6. lapon tervezzük meg a szak- és segéd munkások havi munkanapszükségletét, a munkabért és a közterhet.*

● *A 7. lapon a gépműszak-szükségletet havi bontásban, valamint az üzemanyag- és kenőanyag-költségeket tervezzük meg.* A munkanap- és gépműszak-szükséglet dekádokénti tervezésének általában nincs jelentősége.

Nagyobb állattenyésztési telepen, amikor az állattenyésztési ágazat mint önálló egység működik, meghatározott munkaerő- és gépállománnyal, viszonylag egyszerű lehet a munkaerő- és gépszükséglet tervezése, s nincs is különösebben szükség a munkanap- és gépműszak-szükséglet havi alakulásának meghatározására, csupán a munkaerőlétszám- és gépállomány-szükségletet tervezzük meg, hozzákapcsolva a munkabér- és az üzemanyag-költségtervet. Más esetben a munkanap- és gépműszaktervet havonta elkészítjük, s ennek alapján határozzuk meg a munkabér- és üzemanyag-költséget.

● *A 8. lap az állóeszköz-felhasználási és a költségtervet tartalmazza* (épület, berendezések, illetve mindazon eszközök, amelyek kizárólag az adott technológiával kapcsolatosak). Itt a számítógépnek aligha lehet sok szerepe, csupán a megtervezett és a számítógépbe táplált terv visszadása lehet a feladat.

● *A 9. lap a vásárolt anyagok felhasználásának tervét tartalmazza.* Ugyanitt kerül megtervezésre más vásárolt anyagok felhasználása is.

● *A 10. lap a célfüggvény-számításokat tartalmazza.* Ennek során mindazon adatok kidolgozásra kerülnek, amelyeket a növénytermelési technológiák célfüggvény-számításai tartalmaznak. Ezek az adatok az előbbi munkalapokon megtalálhatók, illetve azok felhasználásával kiszámíthatók.

Az előbbiekből kitűnik, hogy az állattenyésztési technológiák tervezése kevesebb

*lehetőséget ad az automatizálásra, mint a növénytermelés, s jelentősebb könnyítést csak az állományváltozási terv, a terméktermelési terv (termékár- és értékadatok automatizált kezelése), főként pedig a tápanyag-szükségleti terv kidolgozásához, valamint a célfüggvényszámításokhoz és természetesen a táblázatok megszerkesztéséhez, felíratozásához ad. Ennek ellenére az automatizált rendszer megvalósítása igen célszerű, még ilyen szerény technológiai tervezési segítség mellett is. A számítógéppel egyszer közölt adatok ugyanis megfelelő formában tárolhatók, és a modellezés, valamint a tervtáblázatok és -mérlegek kidolgozása során automatizált úton felhasználhatók. Ez pedig még akkor is jelentős volna, ha a számítógépbe a teljes technológiát kellene betárolni összes adataival és szöveges leírásaival együtt.*

### 3. Egyéb technológiák tervezése

A mezőgazdasági vállalatok nem csak növénytermeléssel és állattenyésztéssel, illetve állattartással foglalkoznak, hanem saját (vagy vásárolt) termékek feldolgozásával, ipari vagy építőipari tevékenységgel, kereskedelmi és szolgáltatási tevékenységekkel stb. A komplex vállalatfejlesztési tervben e tevékenységeknek is szerepelniük kell. Ugyanakkor ma még igen sok gondot okozna, ha egyetlen modellben kívánnánk egy mezőgazdasági vállalat teljes tevékenységi körét belesűriteni, ha a vállalat sokirányú feldolgozó és ipari, kereskedelmi és szolgáltatási tevékenységet fejt ki. Másrészt figyelmünket a továbbiakban a mezőgazdasági alaptevékenységek tervezésére kívánjuk koncentrálni, de úgy, hogy a vállalatot komplex rendszerként tekintjük. E komplex rendszeren belül azonban a mezőgazdasági alaptevékenységhez tartozó alrendszerek (növényi és állati termékek termelése) igen komplex és sokirányú kapcsolatban vannak egymással. Ugyancsak sok szállal kapcsolódnak az alaptevékenységek alrendszereihez a mezőgazdasági termékeket feldolgozó tevékenységek alrendszerei (pl. lúcernalisztüzem, tej- vagy húsfeldolgozó üzemek stb.), míg általában a kimondottan ipari jellegű üzemek, építőipari szolgáltatások, kereskedelmi tevékenységek az alaptevékenységekhez nem vagy csak kismértékben kapcsolódnak, tehát az alrendszerek halmazában nagyjából vagy egészében diszjunkt halmazoknak tekinthetők.

Általában tehát az alaptevékenységhez szorosan kapcsolódó tevékenységeket célszerű az alaptevékenységekkel együtt modellezni, az azokhoz nem vagy csak kevésbé kapcsolódó tevékenységeket pedig külön modellel vizsgálni, esetleg azok tervét az alaptevékenységtől függetlenül, modellezés nélkül elkészíteni.

Az előbbi esetben technológiai terv készítésére mindenképpen szükség van. Ezek azonban a tevékenységek különbözősége szerint igen eltérőek lehetnek, de mindenképpen követelményként kell tekinteni, hogy mindazon adatokat tartalmazzák, amelyek a modellezéshez szükségesek.

Utóbbi tevékenységek tervével szemben viszont kizárólag az a követelményünk, hogy tartalmazzák mindazokat az e tevékenységekre vonatkozó összesített adatokat, amelyeket a komplex vállalatfejlesztési tervnek tartalmaznia kell, különösen a legfontosabb költség-, hozam- és jövedelemadatokat. E tevékenységek tehát külön önálló tervvel rendelkezhetnek, s kizárólag legfontosabb adataik kerülnek a komplex vállalati tervbe.

A matematikai modellbe változóként kerülhetnek (gyakran egyszerűsítési céllal) résztvékenységek (pl. silózás, szerves trágyázás) vagy más jellegű tevékenységek is (pl. takarmányjuttatás a háztáji állatállomány részére), amelyek eltérnek a termelési technológiáktól, nincs külön termékhozamuk vagy anyagszükségletük, de van munkaerő- és eszközigényük. E tevékenységek adatait is meg kell tervezni. Általában ilyen esetben is jól használható a növénytermelési technológiák tervezéséhez kidolgozott rendszerünk, értelemszerűen kihagyva azokat a táblázatokat, amelyek nem szükségesek.

Mindazon termékek technológiai tervezéséhez, amelyek a növénytermelési technológiai rendszer tervtáblázatainak segítségével tervezhetők, használható a növénytermelési technológiák automatizált tervezése céljára kidolgozott rendszer, természetesen elhagyva, illetve nullának véve a szükségtelen adatokat.

## IV. Növénytermelési technológiák optimalizálása

Az automatizált tervezéssel kialakított technológiák jól hasznosíthatók a hagyományos és a matematikai tervezésben, a gazdasági elemzésben, mind pedig a termelés-szervezésben. A technológiai tervezés finomítására azonban — amely elméleti szempontból érdekes, s a gyakorlatban is hasznosítható — szükség és lehetőség van. *A technológiai tervezés automatizálása ugyanis önmagában nem biztosítja az optimális termelési technológia meghatározását*, még akkor sem, ha az összes lehetséges változatot kidolgozzuk és azok közül adott gazdasági mutató alapján a legkedvezőbbet választjuk ki. A technológiai változatok csak a munkaműveletek módja szerinti lehetséges kombinációk alapján kerülnek kidolgozásra, figyelmen kívül hagyva más tényezőket, így például az optimális művelési időtartamon belül a munka ütemezésében rejlő lehetőségeket. A továbbiakban kifejtésre kerülő eljárás lehetővé teszi, hogy az összes technológiai változat kidolgozása nélkül határozzuk meg az optimális technológiai változatot, figyelembe véve a munkaműveletek időbeli ütemezésének lehetőségeit, illetve a későbbiek folyamán egyéb tényezőket is.

A mezőgazdasági vállalat komplex rendszerében egy-egy ágazat, illetve egy-egy termék termelése — még ha jelentős súllyal szerepel is a vállalat termelési szerkezetében — csak alrendszerként képez. Mivel az alrendszerek — mint erről már szó volt — egymással sokirányú kölcsönhatásban vannak, bizonyos, hogy *az alrendszerek optimuma nem feltétlenül esik egybe a komplex rendszer optimumával*. Egyáltalán nem biztos tehát, hogy az ágazati technológiáknak a komplex rendszerből kiragadott, önmagában történő optimalizálása elvezet bennünket a komplex vállalati tevékenység optimumához, sőt, nagyobb a valószínűsége annak, hogy e kettő távol esik egymástól. Ennek ellenére a növénytermelési technológiák optimalizálási kérdéseivel több szempontból is érdemes foglalkozni.

A termelési rendszerek egy vagy néhány ágazat termelési kérdéseivel foglalkoznak, és termelési technológiákat dolgoznak ki a mezőgazdasági vállalatok számára, meghatározva az ágazat méretét, anyagfelhasználását, a munkaműveletek elvégzésének idejét, minőségét és eszközeit. A termelési rendszerek technológiai ajánlata optimalizálással megalapozottabbá tehető.

Az optimalizálási modellek variánsszámításokkal igen alkalmasak elméleti vizsgálatokra, a technológiai elemek, árak és egyéb jellemzők változása hatásának kimutatására.



A technológiai modellek összekapcsolásával komplex vállalati modellek állíthatók elő, így a technológia optimalizálásával kapcsolatos ismeretek megkönnyítik a későbbiekben tárgyalandó komplex vállalati modellek megértését.

## 1. Optimalizálás adott átlaghozamok esetén

Induljunk ki a legegyszerűbb esetből, amikor a termőföld és az időjárási tényezők ismeretében, több éves tapasztalataink, esetleg termelési függvényszámítások, prognózisok stb. alapján megtervezzük az adott növény elérhető átlagtermését és természetesen azzal szoros összhangban az anyagszükségletét (szerves trágya, műtrágya, növényvédők szerek stb.). Meghatározzuk az elvégzendő munkaműveleteket, azok kapcsolatát, optimális elvégzésük kezdeti és befejező időpontját, a művelet elvégzése során alkalmazható eszközöket, gépkapcsolatokat, illetve azok összes lehetőségeit, s optimalizálással kívánjuk eldönteni a műveleteknek az optimális időszakon belüli ütemezését, valamint a lehetséges munkaműveleti módok, illetve gépkapcsolatok közül az optimális megoldásokat.

*A modell megfogalmazásához vezessük be a következő jelöléseket:*

$x_j$  —  $j$ -edik növény vetésterülete ha-ban;

$m_{jki}^{hr}$  — a  $j$ -edik növény fajlagos igénye (az 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 szakmunkásszükséglet;

$y_s$  — a segédmunkás-szükséglet.

*A modell konstans paramétereit a következő szimbólumokkal jelöljük:*

$q_j^f$  — a főtermék tervezett átlaghozama (a  $j$  mindvégig a  $j$ -edik növényre utal);

$q_j^m$  — a melléktermék tervezett átlaghozama\*;

$q_j^i$  — az  $i$ -edik anyagfélésegből (vetőmag, szerves trágya, vegyszerek stb.) felhasználandó mennyiségek a tervezett fő- és melléktermék esetében hektáronként;

$a_{jki}^{hr}$  — az  $m_{jki}^{hr}$  munkaművelethez tartozó fajlagos teljesítményadatok (fajlagos műszakszükséglet);

$Z_{jki}^{hr}$  — szakmunkásszükséglet az  $m_{jki}^{hr}$  művelet elvégzéséhez;

$S_{jki}^{hr}$  — segédmunkás-szükséglet az  $m_{jki}^{hr}$  művelet elvégzéséhez;

$g_{ih}$ , az erőgép,  $g_{ir}$ , a munkagép,  $g_{iz}$ , a szakmunkás és  $g_{is}$  a segédmunkás egysége által az  $i$ -edik időszakban ledolgozható műszakok száma;

$P_j^f, P_j^m$  — a fő-, illetve melléktermék egységára;

$P_j^i$  — az  $i$ -edik anyagfélése egységára;

$p_{jki}^{hr}$  — az  $m_{jki}^{hr}$  művelet elvégzésének proporcionális (változó) költsége (üzemanyagköltség, munkabéreköltség);

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

\* A  $q_j^f$  és a  $q_j^m$  esetén az  $f$  és  $m$  valójában nem indexek, hanem kizárólag a termék jellegét jelölik.



$F_j$  – a  $j$ -edik növény termelésére rendelkezésre álló terület ha-ban;

$\beta$  – arányszám, amelyet akkor alkalmazunk, ha a kapcsolatba hozott változók arányát nem egy az egyhez kívánjuk meghatározni.

Tekintve, hogy az átlaghozamot, s az anyagszükségletet eleve adottnak – modellezésen kívüli szférának – tekintjük, az 1. mellékletben megismert termékelszámolási, takarmánybeltartalmi és anyagfelhasználási terv táblázatait az optimalizálás előtt elkészítettük. Ugyancsak elkészíthetjük az optimalizálástól függetlenül az előtt vagy után, a közvetlen állóeszköz-szükségleti és -költségtervet az ültetvényekre vonatkozólag, de figyelmen kívül hagyva a gépeket, mivel most célszerű valamennyi gépszükségletet modellezéssel optimalizálni.

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

$$x_j = F_j. \quad [1]$$

Amennyiben  $F_j = 100$ , akkor 100 hektárra állítjuk elő a technológiát (természetesen  $F_j$  megegyezhet az adott tábla területével, az adott termelési rendszer termelési méretre vonatkozó ajánlatával stb.).

Ha nem kívánjuk eleve rögzíteni a termelés méretét, akkor az [1] formulát elhagyhatjuk vagy az

$$x_j \leq F_j \quad [2]$$

formában adhatjuk meg,  $F_j$ -nek igen magas értéket adva, amelyet biztosan nem ér el egyéb korlátok miatt, vagy a képlet alkalmazásával megadhatunk egy reális maximális felső határt, de nem ragaszkodunk annak feltétlen eléréséhez.

Alkalmazható még a

$$x_j \equiv F_j, \quad [3]$$

illetve az

$$F_{j0} \leq x_j \leq F_j^0 \quad [4]$$

előírás is, ha az adott termék termelésére egy alsó területkorlátot adunk meg, felső határ nélkül, illetve ha azt egy alsó és felső korlát között kívánjuk optimalizálni.

Amennyiben a termelés méretére egyáltalán nem írunk elő feltételt és azt egyéb feltételek sem korlátozzák, veszteséges termelés esetén  $x_j$  nulla, nyereséges termelés esetén végtelen értéket kapna, azaz az utóbbi esetben a feladatnak nem lenne felső korlátja.

A területkorlát elhagyásának két esetben mégis van létjogosultsága:

– Ha egy vezérgép teljesítményéhez optimalizáljuk a termelés méretét, de meghatározzuk, hogy csak egy (vagy kettő, három) vezérgép áll rendelkezésre. Ilyen vizsgálatok célszerűsége különösen termelési rendszerek technológiai ajánlatának megalapozásához kézenfekvő, hiszen a termelési rendszerek jelenleg is a vezérgép vagy vezérgépek teljesítményének alapján határozzák meg az ágazat célszerűnek tartott méretét. Egyáltalán nem biztos azonban, hogy az általuk megadott méret optimális.

– Elméleti vizsgálatok esetén is célszerű lehet a termelési korlátok elhagyása, ha például előírnánk, hogy olyan technológiát kívánunk előállítani, amely önmagában zárt rendszer, s a szükséges gépekre (vagy legalábbis a nagyobb értékű gépekre) az

egészértékűség követelményét írjuk elő, azaz a modellt vegyes-egészértékű feladatként oldjuk meg. Ebben az esetben tehát azt keresnénk, hogy adott ágazatra meghatározható-e olyan termelési méret, amikor egész számú gép- és eszközparkra van szükség. Természetesen az egészértékűség követelménye az [1] – [4] feltételek bármelyike esetén előírható.

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

A munkaműveleteket a mérlegfeltételek szempontjából három csoportba sorolhatjuk.

● *A termőterülethez kapcsolódó műveletek tartoznak az első csoportba.* Ezeket a területtel arányos mennyiségben kell elvégezni (pl. talajmunkák), azaz

$$x_j = \sum_i \sum_h \sum_r m_{jki}^{hr} \quad [5]$$

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

Megjegyezzük, hogy az [5] formula egy oldalra rendezve kerül a modellbe, azaz

$$x_j - \sum_i \sum_h \sum_r m_{jki}^{hr} = 0. \quad [6]$$

A továbbiakban ezt a formát alkalmazzuk.

Lehetséges az is, hogy az adott műveletet nem a termőterülettel azonos volumenben kell elvégezni, hanem annak csak egy részén, esetleg többszörösén. Ilyenkor a  $\beta$ -aránysszámmal fejezzük ki, hogy az egyik változó hányszorosa legyen a másik változónak, pl.:

$$\beta x_j - \sum_i \sum_h \sum_r m_{jki}^{hr} = 0. \quad [7]$$

Mivel az  $m_{jki}^{hr}$  műveleti változók a célfüggvényben költségükkel (negatív előjelű paraméterekkel) szerepelnek, az előbbi formulákban egyenlet helyett a kisebb vagy egyenlő relációk is alkalmazhatók, azaz pl.:

$$x_j - \sum_i \sum_h \sum_r m_{jki}^{hr} \leq 0, \quad [8]$$

ami ugyanazt az eredményt szolgáltatja, mint ha a [6] egyenletet írnánk elő. Ennek az az előnye, hogy a modellben a nagyszámú műveleti kapcsolatot nem kell egyenlettel megadni, ami a megoldásnál gondot okozhat. Sokkal jobban kezelhető ugyanis a kisebb vagy egyenlő reláció.

Végül megjegyezzük még, hogy ha mind a  $k$ -adik, mind a  $v$ -edik munkaművelet a termőterülettel arányos, akkor az

$$x_j - \sum_i \sum_h \sum_r m_{jki}^{hr} \leq 0 \quad [9]$$

és az

$$x_j - \sum_i \sum_h \sum_r m_{jvi}^{hr} \leq 0 \quad [10]$$

egyenlet helyett az

$$x_j - \sum_i \sum_h \sum_r m_{jki}^{hr} \leq 0 \quad [11]$$

és a

$$\sum_i \sum_h \sum_r m_{jki}^{hr} - \sum_i \sum_h \sum_r m_{jvi}^{hr} \leq 0 \quad [12]$$

formulák is alkalmazhatók, azaz nem szükséges valamennyi műveletet a termelési változóhoz kapcsolni, hanem bármely művelet kapcsolható az őt megelőző művelethez.

A mezőgazdasági szakemberek előtt neveltséges és a gyakorlatban használhatatlan eredményhez juthatnánk, ha a modellben csak a műveletek elvégzésének követelményét íránk elő, nem biztosítva azok időbeli kapcsolatát. Előfordulhatna például olyan megoldás, hogy előbb kell a műtrágyát (vagy annak egy részét) a talajba bedolgozni, majd azután a területre kiszállítani, esetleg előbb kell a vetőmagot elvetni, s aztán a táblára kiszállítani, a területet vetésre előkészíteni stb. Az ilyen fonáságok elkerülése végett feltételeket kell a modellben előírni a műveletek egymásutániségára, illetve időbeli arányaira is. Többféle lehetséges eljárás közül (pl. a részidőben végzett műveletekre felső korlátok összehangolt előírása) legcélszerűbb, ha ilyen esetben a munkaműveleteket egymáshoz kapcsoljuk, mégpedig részidőnként. Például előírjuk, hogy a  $k$ -adik és  $v$ -edik művelet volumene a részidőszakokban (pl.  $i_1, i_2, \dots, i_n$ ) egyezzen meg, vagy a  $k$ -adik művelet volumene az  $i_1$  időszakban nem haladhatja meg a  $v$ -edik műveletből  $i_1$  időszakban elvégzett mennyiséget. A

$$\sum_h \sum_r m_{jki}^{hr} - \sum_h \sum_r m_{jvi}^{hr} = 0 \quad [13]$$

feltétel biztosítja például, hogy a két művelet volumene az  $i_1$  részidőszakban megegyezzen, adott dekádban olyan nagyságú területen történjen a műtrágya talajba munkálása, amekkora területre a műtrágyát kiszórtuk. Ha a feltételt nem egyenlettel adjuk meg, mert nem ragaszkodunk ahhoz, hogy még abban a dekádban munkáljuk a talajba a műtrágyát, amikor kiszórtuk, akkor a bemunkálás legfeljebb olyan nagyságú területen történhet stb.

● *A terméshozammal kapcsolatos műveletek tartoznak a második csoportba* (pl. a termény beszállítása). Ebben az esetben a

$$q_j^f x_j - \sum_i \sum_h \sum_r m_{jki}^{hr} = 0 \quad [14]$$

vagy a

$$q_j^m x_j - \sum_i \sum_h \sum_r m_{jki}^{hr} \leq 0 \quad [15]$$

formulák használhatók.

● *A termeléshez felhasznált anyagmennyiséggel kapcsolatos műveletek a harmadik csoportba sorolhatók, azaz*

$$q_j^f x_j - \sum_i \sum_h \sum_r m_{jki}^{hr} = 0. \quad [16]$$

A [7]–[13] formulával kapcsolatban elmondottak természetesen értelemszerűen a [14]–[16] egyenletre is vonatkoznak. Megjegyezzük még, hogy a [11]–[12] valamint a [13] formulával reprezentált műveleti kapcsolatok akkor is felhasználhatók, ha adott műveletet (pl. valamely anyag felhasználásával kapcsolatos műveletet) más csoportba tartozó művelet (pl. terméshezammal vagy területtel kapcsolatos művelet) előz meg, azonban gondoskodni kell a köztük levő különbségek transzformációval történő megszüntetéséről.

Tegyük fel például, hogy a  $k$ -adik művelet a területtel, a  $v$ -edik a terméshezammal, a  $c$ -edik ismét a területtel arányos. Most az:

$$\begin{aligned} x_j - \sum_i \sum_h \sum_r m_{jki}^{hr} &= 0, \\ q_j^f x_j - \sum_i \sum_h \sum_r m_{jvi}^{hr} &= 0, \\ x_j - \sum_i \sum_h \sum_r m_{jci}^{hr} &= 0 \end{aligned} \quad [17]$$

egyenletek helyett az

$$\begin{aligned} x_j - \sum_i \sum_h \sum_r m_{jki}^{hr} &= 0, \\ q_j^f x_j \sum_i \sum_h \sum_r m_{jki}^{hr} - \sum_i \sum_h \sum_r m_{jvi}^{hr} &= 0, \\ \frac{1}{q_j^f} x_j \sum_i \sum_h \sum_r m_{jvi}^{hr} - \sum_i \sum_h \sum_r m_{jci}^{hr} &= 0 \end{aligned} \quad [18]$$

egyenletek alkalmazhatók stb.

Az eddig ismertetett formulák modellbe építésével kizárólag a termelés és a munkaműveletek közötti kapcsolatokat teremtettük meg. A modellt most tovább kell építeni a munkaerőmérlegek (szak- és segéd munkás-állományra), valamint gépfelhasználásként a gépimunka-mérlegek időszakonkénti (havi, dekádonkénti stb.) megfogalmazásával. E mérlegek biztosítják a kapacitásszükséglet optimális meghatározását úgy, hogy valamennyi művelet elvégzését a szükséges mértékben írjuk elő. Például *szakmunkásnak* kell lenni, hogy — a munkavégzésre alkalmas, ledolgozható munkanapokat figyelembe véve — egyetlen időszakban se legyen kapacitáshiány a munkaműveletekre az adott időszakban szükséges munkanapokhoz viszonyítva, azaz

$$\sum_h \sum_r \sum_k Z_{jki}^{hr} a_{jki}^{hr} m_{jki}^{hr} \leq g_{iz} y_z, \quad [19]$$

illetve egy oldalra rendezve

$$\sum_h \sum_r \sum_k Z_{jki}^{hr} a_{jki}^{hr} m_{jki}^{hr} - g_{iz} y_z \leq 0. \quad [20]$$

Hasonlóképpen adjuk meg a *segéd munkásmérlegeket*

$$\sum_h \sum_r \sum_k S_{jki}^{hr} a_{jki}^{hr} m_{jki}^{hr} \leq g_{is} y_s, \quad [21]$$

az *erőgépmérlegeket*

$$\sum_r \sum_k a_{jki}^{hr} m_{jki}^{hr} \leq g_{ih} y_h, \quad [22]$$

valamint a *munkagépmérlegeket* is

$$\sum_h \sum_k a_{jki}^{hr} m_{jki}^{hr} \equiv g_{ir} y_r. \quad [23]$$

Szükség esetén a forrásváltozók mennyisége eleve rögzíthető. Például előírhatjuk, hogy a  $h$ -adik erőgépből pontosan  $G^h$  darab szükséges, azaz

$$y_h = G, \quad [24]$$

ha például a technológiát egy vezérgép kapacitásához kívánjuk optimalizálni. Ezzel tulajdonképpen a modell feltételrendszerét megfogalmaztuk. Hátravan még a cél-függvény megfogalmazása.

A modell különböző célfüggvényekkel vizsgálható, így pl. a nettó vagy a bruttó jövedelmet maximalizálhatjuk; az állóeszközértéket, a tárgyasult munka költségét, az anyagköltséget, az üzemanyagköltséget minimalizálhatjuk; a jövedelem- és költségmutatók hányadosát maximalizálhatjuk (hiperbolikus programozás) stb.

A sokféle lehetőség közül csupán néhány célfüggvény felírására szorítkozunk.

*A nettó jövedelem maximalizálása:*

$$(p_f^f q_j^f + p_j^m q_j^m - \sum_i p_i^i q_j^i) x_j - \sum_k \sum_i \sum_h \sum_r p_{jki}^{hr} m_{jki}^{hr} - p_z y_z - p_s y_s - \sum_h p_h y_h - \sum_r p_r y_r \rightarrow \max. \quad [25]$$

Ebből a bruttó jövedelem célfüggvényéhez jutunk, ha  $p_{jki}^{hr}$ -ből a munkabéreköltséget elhagyjuk.

*Az állóeszközérték minimalizálása:*

$$\sum_h b_h y_h + \sum_r b_r y_r \rightarrow \min, \quad [26]$$

ahol,  $b_h$ , illetve  $b_r$  a  $h$ -adik, illetve  $r$ -edik gép értéke.

*Az összes költség minimalizálása:*

$$\left( \sum_i p_i^i q_j^i x_j \right) + \sum_k \sum_i \sum_h \sum_r p_{jki}^{hr} m_{jki}^{hr} + p_z y_z + p_s y_s + \sum_k p_k y_k + \sum_r p_r y_r \rightarrow \min. \quad [27]$$

Ha a [27]-ből az élőmunkaköltséget elhagyjuk, akkor a tárgyasult munka költségét, ha a fix költségeket is elhagyjuk, akkor az anyagjellegű költségeket kapjuk, s ezekből ismét csak különválaszthatók az egyes anyagszortok (üzemanyag, műtrágya stb.) költségei.

A modell megoldása a változók értékeinek szolgáltatásával (termelési változók, műveleti változók, szakmunkás- és segéd munkás-változó, erő- és a munkagépváltozók) megadja az optimális termelési technológiát (a termőterület nagyságát, a munka-műveletek idősoros felsorolását, megadva a részidőkben végzendő mennyiségeket, az erőgép- és munkagépkapcsolatokat) és egyidejűleg a technológia megvalósításához szükséges szakmunkás- és segéd munkás-létszámot, gépparkot, valamint a modellben alkalmazott célfüggvények értékeit.

Számos, a gyakorlati alkalmazás során felmerülő problémával és azok megoldási módjával nem tudunk foglalkozni. Például előfordulhat, hogy már az első munkaműveletnél feltételeket kell



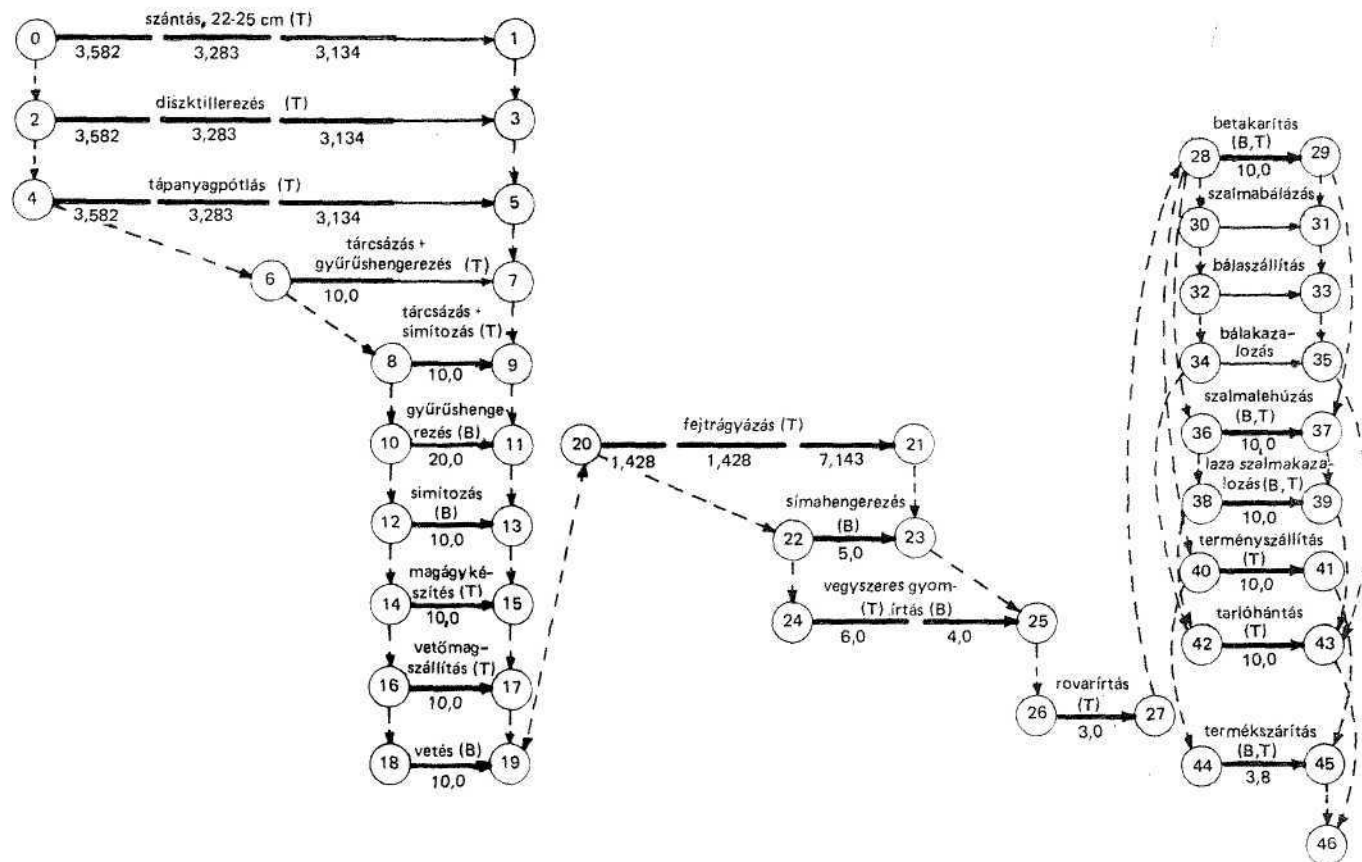
1. táblázat Az őszibúza-termelés technológiájának optimalizálási modellje.

Sorszám	Megnevezés	Özönbe-termelés	Szántás, 22-25 cm																Szántás, 22-25 cm																Szántás, diszktillerezés																Szántás, diszktillerezés																Tárca + gyűrűshenger																Tárca + gyűrűshenger																Tárca + simító																Gyűrűshenger																Simító																Maggyékészítés																Vetés																Tápanyagpótlás																Tápanyagpótlás																Fejtrágyázás																Sima henger																Vegyszeres gyomirtás																Rovarirtás																Betakarítás																Szalma-bálázás																Bálakészítés																Bálakészítés																Laza szalmakészítés																Vetőmagszállítás																Vetőmagszállítás																Termény szállítás																Terményszállítás																Terményszállítás																Ergőgépek																Munkagépek,																Reláció																b																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
			(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)									(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)								(T)								(B)							





év	1979.					1980.				
hó	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	I.	II.	III.	IV.	V.



5. ábra. Az őszi búza-ágazat művelési hálótérve és a munkák időbeli ütemezése

Az egyes munkákhoz rendelt íveken vastagabb vonallal jelöltük a munkák tényleges elvégzési időintervallumait, illetve az elvégzendő munkamennyiségeket (100 ha-ban megadva) és elvégzési módokat

## 2. táblázat

Az őszi búza-termelés technológiai modelljének optimális megoldásai különböző célfüggvények esetén (ha)

A változók jelölése	A változók megnevezése	A változók értéke			Beruházás (minimalizálás)
		jövedelem-optimalizálás esetén (maximalizálás)	a változó költség optimalizálása esetén (minimalizálás)	a fix költség optimalizálása esetén (minimalizálás)	
$x_1$	Őszi búza-termelés	10,0	2,0	2,0	2,0
$x_2$	Szántás, 22–25 cm mélyen, B: VII. hó	0,0	0,716	0,0	0,0
$x_3$	VIII. hó	0,0	0,657	0,0	0,0
$x_4$	IX. hó	0,0	0,627	0,0	0,0
$x_6$	Szántás, 22–25 cm mélyen, T: VII. hó	3,582	0,0	0,716	0,716
$x_7$	VIII. hó	3,283	0,0	0,657	0,657
$x_8$	IX. hó	3,134	0,0	0,627	0,627
$x_{10}$	Szántás és diszktillerezés, B: VII. hó	0,0	0,716	0,0	0,0
$x_{11}$	VIII. hó	0,0	0,657	0,0	0,0
$x_{12}$	IX. hó	0,0	0,627	0,0	0,0
$x_{14}$	Szántás és diszktillerezés, T: VII. hó	3,582	0,0	0,716	0,716
$x_{15}$	VIII. hó	3,283	0,0	0,657	0,657
$x_{16}$	IX. hó	3,134	0,0	0,627	0,627
$x_{18}$	Tárcsa + gyűrűshenger, B: IX. hó	0,0	2,0	0,0	0,0
$x_{20}$	Tárcsa + gyűrűshenger, T: IX. hó	10,0	0,0	2,0	2,0
$x_{22}$	Tárcsa + simító, B: X. hó	0,0	2,0	0,0	0,0
$x_{23}$	Tárcsa + simító, T: X. hó	10,0	0,0	2,0	2,0
$x_{24}$	Gyűrűshenger, B: X. hó	20,0	4,0	4,0	4,0
$x_{26}$	Simító, B: X. hó	10,0	2,0	2,0	2,0
$x_{28}$	Magágykészítés, B: X. hó	0,0	2,0	0,0	0,0
$x_{29}$	Magágykészítés, T: X. hó	10,0	0,0	2,0	2,0
$x_{31}$	Vetés, T: X. hó	10,0	2,0	2,0	2,0
$x_{36}$	Tápanyagpótlás, T: VII. hó	3,582	0,716	0,716	0,716
$x_{37}$	VIII. hó	3,283	0,657	0,657	0,657
$x_{38}$	IX. hó	3,134	0,627	0,627	0,627
$x_{43}$	Fejtrágyázás, T: I. hó	1,428	0,286	0,286	0,286
$x_{44}$	II. hó	1,428	0,286	0,286	0,286
$x_{45}$	III. hó	7,143	1,428	1,428	1,428

2. táblázat folytatása

A változók jelölése	A változók megnevezése	A változók értéke			Beruházás (minimalizálás)
		jövedelem-optimalizálás esetén (maximalizálás)	a változó költség optimalizálása esetén (minimalizálás)	a fix költség optimalizálása esetén (minimalizálás)	
$x_{46}$	Simahenger, B: III. hó	5,0	1,0	1,0	1,0
$x_{49}$	Vegyszeres gyomirtás, B: IV. hó	4,0	0,8	0,8	0,8
$x_{50}$	Vegyszeres gyomirtás, T: III. hó	6,0	1,2	1,2	1,2
$x_{52}$	Rovarirtás, B: V. hó	0,0	0,6	0,0	0,0
$x_{53}$	Rovarirtás, T: V. hó	3,0	0,6	0,6	0,6
$x_{54}$	Betakarítás, B, T: VII. hó	10,0	2,0	2,0	2,0
$x_{56}$	Szalmalehúzás, B, T: VII. hó	10,0	2,0	2,0	2,0
$x_{59}$	Laza szalmakazalozás, B, T: VII. hó	10,0	2,0	2,0	2,0
$x_{61}$	Vetőmagszállítás, B, T: X. hó	10,0	2,0	2,0	2,0
$x_{63}$	Terményszállítás, T: VII. hó	10,0	2,0	2,0	2,0
$x_{64}$	Tarlóhántás, B: VII. hó	0,0	2,0	0,0	0,0
$x_{65}$	Termékszáritás, B, T: VII. hó	3,8	0,760	0,760	0,760
$x_{66}$	Erőgépek: B, Steiger M	0,0	0,369	0,0	0,0
$x_{67}$	B, T, MTZ – 80	6,275	1,255	1,255	1,255
$x_{68}$	B, T, IFA W – 50	2,9	0,580	0,580	0,580
$x_{69}$	B, SZK – 6	5,53	1,107	1,107	1,107
$x_{70}$	T, K – 700/1	1,8	0,0	0,360	0,360
$x_{72}$	T, DSZP – 32	0,313	0,0627	0,0627	0,0627
$x_{73}$	Munkagépek: B, Rabawerk eke	0,0	0,0676	0,0	0,0
$x_{74}$	B, T, XTN – 7,6	1,34	0,259	0,268	0,268
$x_{75}$	B, T, MC – 6	0,55	0,110	0,110	0,110
$x_{77}$	B, T, Lajta Accord	1,475	0,295	0,295	0,295
$x_{80}$	T, Kleiber CS – 80	0,336	0,0	0,0672	0,0672
$x_{81}$	B, T, H – 1	2,5	0,5	0,5	0,5
$x_{82}$	T, V – 0,5 SH	0,825	0,165	0,165	0,165
$x_{83}$	T, D – 032	0,393	0,0786	0,0786	0,0786
$x_{84}$	B, T, Kertitox Góliát	0,6	0,120	0,120	0,120
$x_{86}$	B, T, Burján-féle lehúzó	1,041	0,208	0,208	0,208
$x_{87}$	B, T, SZNU – 0,5	2,0	0,4	0,4	0,4
$x_{88}$	T, HW – 8011	2,417	0,483	0,483	0,483
$x_{92}$	Tarlóhántás, T, VII. hó	10,0	0,0	2,0	2,0
	Célfüggvényértékek (Ft)	12 783	166,047	222,336	1556,14

**Megjegyzés:** A táblázatban csak azok a változók nem szerepelnek, amelyek értéke mindegyik célfüggvény optimális értékénél nullával volt egyenlő.

Ha adott művelet vagy gép a két rendszerben azonos, azt B-vel és T-vel jelöltük.



szabnunk az időbeli ütemezésre, mert az elővetemény fokozatosan szabadítja fel a termőterületet, így ha példánkban a vetés-előkészítés október első dekádjában csak a terület mondjuk 40%-án való-sítható meg, azaz

$$x_2 + x_4 \leq 0,4x_1$$

és

$$x_2 + x_4 + x_3 + x_5 = x_1.$$

Nem foglalkoztunk azzal az esettel sem, amikor két munkaművelet között az arányt egy meghatározott kulcsszám alapján kell megadni vagy ha valamely művelet nyújtott vagy kettős műszakban végezhető stb. Mindezek a feltételek a modellbe beépíthetők.

Példaképpen bemutatjuk az őszibúza-termelés technológiájának optimalizálási modelljét, amikor két termelési rendszer ( $B$  és  $T$ ) technológiája alapján keressük az optimális technológiát (1. táblázat). A modell megoldását a 2. táblázatban láthatjuk. Az 5. ábra a megoldás szemléltető hálótérvét mutatja, amely a megvalósítás szervezési terveként fogható fel. (A területi adatok 1000 ha-ra vonatkoznak, a modellben és a táblázatban 100-zal osztva, egyszerűsítve szerepelnek.)

## 2. Az optimalizáló modell szerkesztésének automatizálása

Az előző részben ismertetett modell megszerkesztése emberi beavatkozás nélkül, számítógéppel is elvégezhető. Egy egyszerű példa alapján mutatjuk be a modell szerkesztését.

Tegyük fel, hogy a vizsgált növényre vonatkozóan rendelkezünk a szükséges információkkal, amelyekből összevontan ragadjuk ki a következőket:

- az adott növény (az egyszerűség kedvéért kizárólag főtermék) termésátlaga 5500 kg/ha,
- egységre 3 Ft/kg,
- a hektáronkénti anyagköltség 5000 Ft.

Tételezzük fel, hogy a termeléshez összesen hatféle munkaműveletet kell elvégezni, s ezek közül négy művelet a termőterülettel, két művelet pedig a terméshozammal kapcsolatos. A műveletek — egy művelet kivételével — két időszakban és kétféle gépkapcsolattal (a gépeket betűjelekkel szimbolizáljuk) oldhatók meg, egy művelet pedig két időszakban és egyféle gépkapcsolattal végezhető. A műveleteket foglaljuk táblázatba, megadva a gépkapcsolatot, a teljesítményt, a szakmunkás- és segédmunkás-szükségletet, a munkavégzés hónapját és dekádjait, valamint a műveleti költséget (változó költséget).

Az első sorba írjuk be magát a terméket (a növény megnevezését), baloldalt pedig megadjuk a műveleti kapcsolatokat a következők szerint:

- minden műveletet kapcsoljunk az előző művelethez, kivéve az első műveletet, amelyet mindig magához a termékváltozóhoz kapcsolunk, s kizárólag a példa kedvéért a hetedik műveletet szintén kapcsoljuk a termékváltozóhoz;
- azokat a műveleteket, amelyeknél ez szükséges (ez a műveletből is kitűnik), úgy kapcsoljuk össze, hogy az adott művelet volumene időszakonként is megegyezzen.

A III. fejezetben már megismert műveleti tervet bővítjük ki a műveleti kapcsolatok feltüntetésével, a 3. táblázat szerint. Meg kell még adni a munkaerő és a gépek éves fix költségét, amit a 4. táblázat tartalmaz.

## 3. táblázat

## Műveleti és költségadatok

Műveleti kapcsolatok	Sor-szám	Megnevezés	Erő-gép	Munkagép	Teljesítmény műszakonként ha, 100 kg	Munkaerő-szükséglet, fő		A munkavégzés ideje		Műveleti költség Ft/ha
						szak-munkás	segéd-munkás	hónap	dekádok	
	1.	Növény	—	—	—	—	—	—	—	—
1;1	2.	Vetés-előkészítés	E <sub>1</sub>	M <sub>1</sub>	35	1	0	X.	1,2	500
			E <sub>2</sub>	M <sub>2</sub>	40	1	0	X.	1,2	550
2,1;2,2	3.	Vetés	E <sub>1</sub>	M <sub>3</sub>	20	1	2	X.	1,2	200
			E <sub>2</sub>	M <sub>4</sub>	25	1	2	X.	1,2	230
3;3	4.	Tavaszi vetésápolás	E <sub>3</sub>	M <sub>5</sub>	30	1	1	III.	2,3	300
4;4	5.	Betakarítás	E <sub>4</sub>	—	500 <sup>T</sup>	1	—	VII.	2,3	800
			E <sub>5</sub>	—	700 <sup>T</sup>	1	—	VII.	2,3	1000
5,1;5,2	6.	Szállítás	E <sub>6</sub>	M <sub>6</sub>	500 <sup>T</sup>	1	—	VII.	2,3	600
			E <sub>7</sub>	M <sub>7</sub>	700 <sup>T</sup>	1	—	VII.	2,3	700
1,1	7.	Tarlófel-törés	E <sub>1</sub>	M <sub>8</sub>	35		—	VIII.	1,2	300
			E <sub>2</sub>	M <sub>9</sub>	40		—	VIII.	1,2	350

#### 4. táblázat

A munkaerő és a gépek  
fajlagos évi fix költsége

Sor- szám	Megnevezés	Évi fix költség (Ft)
1.	Szakt munkás	1 000
2.	Segéd- munkás	600
3.	E <sub>1</sub>	4 000
4.	E <sub>2</sub>	5 000
5.	E <sub>3</sub>	2 500
6.	E <sub>4</sub>	3 000
7.	E <sub>5</sub>	2 000
8.	E <sub>6</sub>	10 000
9.	E <sub>7</sub>	12 000
10.	M <sub>1</sub>	1 000
11.	M <sub>2</sub>	1 200
12.	M <sub>3</sub>	2 000
13.	M <sub>4</sub>	2 500
14.	M <sub>5</sub>	3 000
15.	M <sub>6</sub>	800
16.	M <sub>7</sub>	1 000
17.	M <sub>8</sub>	700
18.	M <sub>9</sub>	800

A kapcsolati utalások a következőket jelentik:

— az 1. sorszámot maga a növény kapta, ez a modell első változója, s nem kapcsolódik semmi előzményhez;

— a 2. sorszám alatt művelet található, amely két gépkapcsolattal és két időszakban (dekádban) végezhető, az 1. sorszámmal kapcsolódik, tehát meg kell egyezzen az adott növény területével;

— a 3. sorszámú művelet szintén kétféle gépkapcsolattal és kétféle időszakban végezhető, a 2. sorszámú művelethez kapcsolódik, de úgy, hogy a két művelet időszakonként is megegyezzen, azaz a 3. művelet első időszaka a 2. művelet első időszakával, s hasonlóképpen a második időszak a másodikkal mennyiségileg egyezzen;

— a 4. és 5. művelet az előzőhöz kapcsolódik, s csak azok összegszerű kapcsolattal kell biztosítani, időszak szerinti egyezésük érdektelen;

— a 6. műveletnél ismét időszaki kapcsolatot kell biztosítani, míg a 7. művelet összességét tekintve a növény területéhez kapcsolódik.

A 4. táblázat adatai valójában adattárban vannak, a többi adatot pedig az álta-

lános vállalati információkban, illetve az ágazati információkban adjuk meg a 3. fejezetben tárgyaltak szerint, azzal a különbséggel, hogy az ágazat műveleti tervének megadása a kapcsolati utasításokat is tartalmazza. (A műveleti költségeket a számítógép határozza meg.) Az előbbi információkat tehát most csak a könnyebb megértés kedvéért adtuk meg.

A 3. táblázatban megadott kapcsolati utasítások alapján a modell automatizált szerkesztése a következők szerint megy végbe. (Megadjuk, hogy hány hektárra kérjük a technológiai terv optimalizálását. Legyen ez példánkban 500 ha.)

● *A számítógép meghatározza a változók számát és képezi a változókat.* Jelöljük ezeket az egyszerűség kedvéért most  $x_1, x_2, \dots, x_n$ -nel a termelési, műveleti és forrásváltozók megkülönböztetése nélkül.

Feladatunkban a következő változókat kapjuk:

- $x_1$  — a növény termelési változója (hány ha területen termeljük),
- $x_2$  — a vetés-előkészítés  $E_1M_1$  gépkapcsolattal X. hó 1. dekádjában
- $x_3$  — ua. mint az  $x_2$ , de X. hó 2. dekádjában,
- $x_4$  — vetés-előkészítés  $E_2M_2$  gépkapcsolattal X. hó 1. dekádjában
- $x_5$  — ua. mint az  $x_4$ , de X. hó 2. dekádjában,
- $x_6$  — vetés  $E_1M_3$  gépkapcsolattal X. hó 1. dekádjában,
- $x_7$  — ua. mint az  $x_6$ , de X. hó 2. dekádjában,
- $x_8$  — vetés  $E_2M_4$  gépkapcsolattal X. hó 1. dekádjában,
- $x_9$  — ua. mint  $x_8$ , de X. hó 2. dekádjában,
- $x_{10}$  — tavaszi vetésápolás  $E_3M_5$  gépkapcsolattal III. hó 2. dekádjában
- $x_{11}$  — ua. mint  $x_{10}$ , de III. hó 3. dekádjában,
- $x_{12}$  — betakarítás  $E_4$ -gyel VII. hó 2. dekádjában,
- $x_{13}$  — ua. mint  $x_{12}$ , de VII. hó 3. dekádjában,
- $x_{14}$  — betakarítás  $E_5$ -tel VII. hó 2. dekádjában,
- $x_{15}$  — ua. mint  $x_{14}$ , de VII. hó 3. dekádjában,
- $x_{16}$  — szállítás  $E_6M_6$  gépkapcsolattal VII. hó 2. dekádjában,
- $x_{17}$  — ua. mint  $x_{16}$ , de VII. hó 3. dekádjában,
- $x_{18}$  — szállítás  $E_7M_7$  gépkapcsolattal VII. hó 2. dekádjában,
- $x_{19}$  — ua. mint  $x_{18}$ , de VII. hó 3. dekádjában,
- $x_{20}$  — tarlófeltörés  $E_1M_8$  gépkapcsolattal VIII. hó 1. dekádjában,
- $x_{21}$  — ua. mint  $x_{20}$ , de VIII. hó 2. dekádjában,
- $x_{22}$  — tarlófeltörés  $E_2M_9$  gépkapcsolattal VIII. hó 1. dekádjában,
- $x_{23}$  — ua. mint  $x_{22}$ , de VIII. hó 2. dekádjában,
- $x_{24}$  — szakmunkáslétszám,
- $x_{25}$  — segédmunkáslétszám,
- $x_{26}$  —  $E_1$  erőgép,
- $x_{27}$  —  $E_2$  erőgép,
- $x_{28}$  —  $E_3$  erőgép,
- $x_{29}$  —  $E_4$  erőgép,
- $x_{30}$  —  $E_5$  erőgép,
- $x_{31}$  —  $E_6$  erőgép,
- $x_{32}$  —  $E_7$  erőgép,

- $x_{33}$  —  $M_1$  munkagép,
- $x_{34}$  —  $M_2$  munkagép,
- $x_{35}$  —  $M_3$  munkagép,
- $x_{36}$  —  $M_4$  munkagép,
- $x_{37}$  —  $M_5$  munkagép,
- $x_{38}$  —  $M_6$  munkagép,
- $x_{39}$  —  $M_7$  munkagép,
- $x_{40}$  —  $M_8$  munkagép,
- $x_{41}$  —  $M_9$  munkagép.

Az adott egyszerű feladatban tehát 41 változóval kell dolgozni.

● *A következő lépésben a számítógép a területmérleget képezi, majd a termelés és a műveletek közötti kapcsolatokat teremti meg, azaz a következő egyenleteket állítja elő a megadott kapcsolati utasítások alapján:*

- a termelés terjedelme ( $x_1$ ) legyen egyenlő 500 ha-ral,

$$x_1 = 500;$$

- a vetés-előkészítés ( $x_2, x_3, x_4, x_5$ ) egyezzen meg a növény területével,

$$x_1 - x_2 - x_3 - x_4 - x_5 = 0;$$

- a X. hó 1. dekádjában végzett vetés ( $x_6, x_8$ ) egyezzen meg az 1. dekádban végzett talaj-előkészítéssel ( $x_2, x_4$ -gyel),

$$x_2 + x_4 - x_6 - x_8 = 0;$$

- biztosítani kell ezt az egyezőséget X. hó 2. dekádjában is

$$x_3 + x_5 - x_7 - x_9 = 0;$$

- a tavaszi vetésápolás egyezzen meg az összes bevetett területtel,

$$x_6 + x_7 + x_8 + x_9 - x_{10} - x_{11} = 0;$$

— a betakarított termés egyezzen meg a tavaszi vetésápolásban részesített területen termett összes termés mennyiségével (a betakarítás a terméshozammal kapcsolatos művelet, betakarítási egységként azonban most az egyszerűség kedvéért 1 ha termésének betakarítását adtuk meg, a többi művelethez hasonlóan, így a termésmennyiséget a teljesítményszámításnál vettük figyelembe):

$$x_{10} + x_{11} - x_{12} - x_{13} - x_{14} - x_{15} = 0;$$

- a terményszállítás időbelileg is egyezzen meg a betakarítással, azaz

$$x_{12} + x_{14} - x_{16} - x_{18} = 0,$$

$$x_{13} + x_{15} - x_{17} - x_{19} = 0;$$

— végül (a példa kedvéért visszakapcsolva a termelési változóhoz) a tarlóhántás területe egyezzen meg a növény területével,

$$x_1 - x_{20} - x_{21} - x_{22} - x_{23} = 0.$$

● *Ezután sor kerül a munkaerő- és gépmérlegek modellbe építésére. Az első lépésben meg kell határozni a szak- és segédmunkásokra, valamint valamennyi géptípusra vonatkozóan az időszakokat, amelyekben a munkaműveletek azokat igénylik, azaz amely időszakokra mérleget kell készíteni. Majd ezeket időrendbe soroljuk be. Jelöl-*



## 5. táblázat

## A növénytermelési technológia optimalizálási modellje

[illegible]



jük most az így meghatározott és időrendi sorrendbe szedett időszakokat egy tört-számmal, amelynek számlálójában a hónap, nevezőjében a dekád szerepel.

Szaktmunkásigény:  $3/2, 3/3, 7/2, 7/3, 8/1, 8/2, 10/1, 10/2$ ;

Segédmtunkásigény:  $3/2, 3/3, 10/1, 10/2$ ;

$E_1: 8/1, 8/2, 10/1, 10/2$ ;

$E_2: 8/1, 8/2, 10/1, 10/2$ ;

$E_3: 3/2, 3/3$ ;

$E_4: 7/2, 7/3$ ;

$E_5: 7/2, 7/3$ ;

$E_6: 7/2, 7/3$ ;

$E_7: 7/2, 7/3$ ;

$M_1: 10/1, 10/2$ ;

$M_2: 10/1, 10/2$ ;

$M_3: 10/1, 10/2$ ;

$M_4: 10/1, 10/2$ ;

$M_5: 3/2, 3/3$

$M_6: 7/2, 7/3$ ;

$M_7: 7/2, 7/3$ ;

$M_8: 8/1, 8/2$ ;

$M_9: 8/1, 8/2$ .

Ezek szerint tehát a szaktmunkások iránti igény 8 időszakban jelentkezik, azaz 8 feltétel modellbe építése szükséges, ugyanez a segédmtunkásoknál, valamint az  $E_1$  és  $E_2$  erőgépeknél 4—4 feltételt, a többi 14 gépnél 2—2 feltételt jelent, összesen tehát 48 további mérlegfeltételt kell a modellbe építeni, azaz az előbbieken megfogalmazott 9 feltétellel együtt a modell 57 mérlegfeltételt kell hogy tartalmazzon.

A munkaerőre vonatkozó mérlegfeltételek modellbe építése a következőképpen történik. Vegyük a *szaktmunkásokra* vonatkozó első mérlegfeltételt, amely azt írja elő, hogy III. hó 2. dekádjában a szaktmunkások munkanapszükséglete nem haladhatja meg a szaktmunkás-kapacitás által ledolgozható munkanapok számát. III. hó 2. dekádjához az  $x_{10}$  változó kapcsolódik, a műveleti teljesítmény műszaknaponként 30 ha, azaz 1 ha terület műszakszükséglete  $\frac{1}{30} = 0,033$ .

Tegyük fel, hogy az adott dekádban a mezei munkára alkalmas napok száma 9. Mérlegfeltételünk tehát a következő:

$$0,033x_{10} - 9x_{24} \leq 0.$$

Ha most X. hó 1. dekádjára kívánjuk meghatározni a szaktmunkásokra vonatkozó mérlegfeltételt, az előbbihez képest az a különbség, hogy az adott időszakban több műveletet is kell végezni, azaz a feltétel érinti az  $x_3, x_4, x_6$  és az  $x_8$  változót. A teljesítmény alapján meghatározva az ezekhez tartozó műszakszükségletet (a teljesítmények reciprokát), kapjuk a 0,029, 0,025, 0,05, 0,04 adatokat. Tegyük fel, hogy a ledolgozható munkanapok száma az adott dekádban 8. A mérlegfeltétel tehát a következő:

$$0,029x_3 + 0,025x_4 + 0,05x_6 + 0,04x_8 - 8x_{24} \leq 0.$$

Hasonlóképpen történik a segéd munkásokra, valamint a gépekre vonatkozó mérlegfeltételek meghatározása is.

A munkaerőre vonatkozó mérlegfeltételek megszerkesztésénél azonban még egy dologra tekintettel kell lenni. Ha ugyanis az adott munkaművelet elvégzéséhez egy-nél több munkaerőre van szükség (ilyet találunk pl. X. hó-ban a segéd munkásoknál), a műszakszükségletet az adott műveleti változónál meg kell szorozni a szükséges munkaerő-létszámmal. Az egységesség kedvéért ez végig elvégezhető, de a szorzótényezők egy része 1. A X. hó 1. dekádjára vonatkozó mérlegfeltételünk tehát:

$$0,1x_6 + 0,08x_8 - 8x_{24} \leq 0.$$

● *Végül ki kell térnünk arra az esetre, amikor a teljesítménynormatíva nem a területre, hanem például a terméshozamra vonatkoztatva van megadva.*

Vegyük az  $E_4$  erőgépre vonatkozóan a VII. hó 2. dekádjára előírandó mérlegfeltételt, ami az  $x_{12}$  műveleti változót, valamint az  $x_{29}$  gépváltozót érinti. Az  $x_{12}$  műveleti változóhoz tartozó teljesítménynormatíva műszakonként 50 000 kg. Tekintve, hogy 1 ha terméshozama 5500 kg, 1 ha termés betakarításához  $5500 \frac{1}{50\,000} = 0,11$  műszakra van szükség. Ha tehát VII. hó 2. dekádjában a ledolgozható munkanapok száma 8, mérlegfeltételünk a következő:

$$0,11x_{12} - 8x_{29} \leq 0.$$

A feladat további mérlegfeltételeinek meghatározását az Olvasóra bizzuk, amit a bemutatásra kerülő modellből ellenőrizhet.

● *Legyen célfüggvényünk most a nettó jövedelem, amelyet maximalizálni kívánunk.*

A termelési változóhoz ( $x_1$ ) tartozó célfüggvény-paraméter előállítás a [25] képlet szerint történik, vagyis a termékmennyiség és a termékár szorzatából levonjuk az anyagköltséget, azaz  $(5500 \cdot 3) - 5000 = 11\,500$ . A műveleti változókhoz rendeljük (negatív előjellel) a műveleti költségeket, a forrásváltozókhoz (munkaerő, gépek) pedig (szintén negatív előjellel) az éves fix költségeket. A műveleti költségeket, amelyek az üzemanyag- és a munkabéreköltségeket tartalmazzák, a számítógép állítja elő a műveleti teljesítmény, az üzemanyag-normatíva és a bértétel alapján, a fix költségeket pedig a gép- és eszkozadattárból veszi át. Az egyszerűség kedvéért ezeket a 3. és a 4. táblázatban megadtuk.

Mivel a táblázat az egy műszak műveleti költségét tartalmazza, azokat most is át kell számolni 1 ha műveleti teljesítményre, ami a műveleti költségnek a teljesítménynormatívával történő szorzásával egyszerűen kiszámítható. Eszerint tehát célfüggvényünk a következő:

$$\begin{aligned} &11\,500x_1 - 14,3x_2 - 14,3x_3 - 13,8x_4 - 13,8x_5 - 10x_6 - 10x_7 - 9,2x_8 - 9,2x_9 - 10x_{10} - \\ &- 10x_{11} - 1,6x_{12} - 1,6x_{13} - 1,4x_{14} - 1,4x_{15} - 1,2x_{16} - 1,2x_{17} - x_{18} - x_{19} - 8,6x_{20} - 8,6x_{21} - \\ &- 8,8x_{22} - 8,8x_{23} - 1000x_{24} - 600x_{25} - 4000x_{26} - 5000x_{27} - 2500x_{28} - 3000x_{29} - 2000x_{30} - \\ &- 10\,000x_{31} - 12\,000x_{32} - 1000x_{33} - 1200x_{34} - 2000x_{35} - 2500x_{36} - 3000x_{37} - 800x_{38} - \\ &- 1000x_{39} - 700x_{40} - 800x_{41} \rightarrow \max. \end{aligned}$$

Mielőtt a modellt táblázatos formában is bemutatnánk, foglaljuk össze röviden a számítógép által elvégzendő modellszerkesztési feladatokat (természetesen az egyes lépések felcserélésére, összevonására stb. is lehetőség van, itt azonban egy egyszerű, könnyen követhető utat vázolunk):



A változók képzése a következők szerint:

- első változó a termékváltozó,
- ezután következnek a munkaműveleti változók gépkapcsolatonként (a műveleti tervben megadott sorrend szerint), annyi, ahány időszak alatt végezhető a művelet,
- szakmunkásváltozó,
- segédmunkás-változó,
- erőgépváltozók,
- munkagépváltozók.

A gépváltozókat a gépek és eszközök törzsadattárában megadott sorrend szerint célszerű kezelni.

A területmérték-feltétel (első sor) modellbe építése. A termelési változóhoz 1-et (vagy 100-at), az egyenlet jobb oldalára a megadott területértéket (pl. 500) írva. A reláció: egyenlőség.

A műveleti kapcsolatokra vonatkozó feltételek modellbe építése a műveleti kapcsolati utasítások szerint történik; minden változót valamely előző, a kapcsolati utasítással jelzett változóhoz kell rendelni. Ez legtöbbször a közvetlen megelőző változó, de ettől eltérhetünk és bármely előző változóhoz kapcsolhatunk. A kapcsolati utalásokat, mint az a 3. táblázatból kiderül, időszakonként kell megadni, és az vonatkozhat valamely megelőző művelet meghatározott időszakára vagy a teljes műveletre, attól függően, hogy szükség van-e az időbeli ütemezés összehangolására.

A műveleti kapcsolatokra vonatkozó feltételek felírása egyszerű, a szóban forgó változókhoz (amelyeket kapcsolunk) –1-es, a hivatkozott változókhoz (amelyekhez kapcsolunk) +1-es koefficiens kerül, illetve ha a műveleti változó nem területtel kapcsolatos, akkor a már ismertetett módon számítjuk ki a koefficienseket. (Hasonló az eljárás az anyagfelhasználáshoz kapcsolódó műveletek esetén is.)

Ha azonban a technológiát adott átlaghozam (és ezáltal adott anyagfelhasználás) mellett optimalizáljuk, a terméshozammal és az anyagfelhasználással kapcsolatos teljesítményadatok is megadhatók területi teljesítményként, s így például az 50 000 kg/műszakos betakarítási teljesítmény 5500 kg/ha átlagtermés esetén 9,1 ha műszakteljesítményt jelent. Ez esetben például az

$$55x_{10} + 55x_{11} - x_{12} - x_{13} - x_{14} - x_{15} = 0$$

helyett az

$$x_{10} + x_{11} - x_{12} - x_{13} - x_{14} - x_{15} = 0$$

formula alkalmazható, azaz a műveleti kapcsolatok mérlegfeltételeiben csak egységek fordulnak elő, s valamennyi műveleti változó hektárra vonatkozik. Ebben az esetben természetesen a munkaerő- és gépmérlegekben is az 1 ha művelethez szükséges teljesítményadatokat kell megadnunk.

Tekintve, hogy ez a megoldás egy további eljárás szempontjából érdekes, példamodellünket táblázatos formában eszerint építettük fel.

A műveleti kapcsolatokra vonatkozó feltételekre egyenlő (=), kisebb vagy egyenlő ( $\leq$ ) reláció egyaránt adható, de célszerűbb az utóbbit választani.

A következő lépésben ki kell számítani a műszakteljesítmény-normatívák alapján a műveleti egység elvégzéséhez szükséges műszaknapok számát (példánkban tehát 1 ha művelet elvégzésének műszakigényét), illetve ezeket az adott műveletnél megadott szakmunkás- és segédmunkás-létszámmal szorozva a szakmunkásnap-, illetve segédmunkásnap-szükségletet.

Meg kell határozni a szak- és a segédmunkások, valamint gépenként a szükséges mérlegfeltételek számát. Minden gépre, minden időszakra (amelyben a gépre szükség van) időrendi sorrendben kell a feltételeket a modellbe építeni (ugyanaz vonatkozik a szak- és segédmunkásokra).

A mérlegfeltételek paramétereit a következőképpen adjuk meg. Az érintett munkaműveleti változókhoz beírjuk az 1 ha művelet elvégzéséhez szükséges munkanap-, illetve műszaknap-szükségletet, az érintett forrásváltozóhoz (munkaerő, gép) az adott időszakban az egy gép által ledolgozható munkanapok, illetve műszakok számát negatív előjellel. A munkaerő- és -gépmérleknél kisebb v. egyenlő ( $\leq$ ) relációt kell megadni.

Végül a célfüggvény megszerkesztése következik. A nettó jövedelem célfüggvényszerkesztését az előbbiekben bemutattuk, illetve megismertedtünk más célfüggvényszerkesztési lehetőségekkel is.



## 6. táblázat

Az optimális technológiai terv

Vál- tozó	Megnevezés	M. e.	Mennyi- ség	Szükséges	
				erőgép	munka- gép
$x_1$	Terület	ha	500		
$x_2$	Vetés-előkészítés: X. hó 1. dekád	ha	235	$E_1$	$M_1$
$x_3$	X. hó 2. dekád	ha	265	$E_1$	$M_1$
$x_8$	Vetés X. hó 1. dekád	ha	235	$E_2$	$M_4$
$x_9$	X. hó 2. dekád	ha	265	$E_2$	$M_4$
$x_{10}$	Tavaszi vetésápolás: III. hó 2. dekád	ha	250	$E_3$	$M_5$
$x_{11}$	III. hó 3. dekád	ha	250	$E_3$	$M_5$
$x_{14}$	Betakarítás: VII. hó 2. dekád	ha	235	$E_5$	
$x_{15}$	VII. hó 3. dekád	ha	265	$E_5$	
$x_{18}$	Szállítás: VII. hó 2. dekád	ha	235	$E_7$	$M_7$
$x_{19}$	VII. hó 3. dekád	ha	265	$E_7$	$M_7$
$x_{20}$	Tarlófeltörés: VIII. hó 1. dekád	ha	250	$E_1$	$M_8$
$x_{21}$	VIII. hó 2. dekád	ha	250	$E_1$	$M_8$
	Jövedelem	E Ft	5671,6		

7. táblázat

A műveletek elvégzéséhez  
szükséges gépek száma

Sor- szám	Azerő- és munkagép megneve- zése	M. e.	Meny- nyi- ség
1.	$E_1$	db	1
2.	$E_2$	db	1
3.	$E_3$	db	1
4.	$E_5$	db	2
5.	$E_7$	db	2
6.	$M_1$	db	1
7.	$M_3$	db	1
8.	$M_5$	db	1
9.	$M_7$	db	2
10.	$M_8$	db	1

A vázolt modellszerkesztési eljárás többségében adatrendezési feladatot és néhány egyszerűbb számítást jelent, amit a számítógép igen rövid idő alatt képes megoldani a szükséges információk után, teljesen automatikusan, emberi beavatkozás nélkül.

A példánkban szereplő modellt az 5. táblázatban láthatjuk, a megoldásként nyert technológiai tervet a 6. táblázat, a gépszükségleti tervet pedig a 7. táblázat tartalmazza.

### 3. A technológiák és az átlaghozamok egyidejű optimalizálása

Mind ez ideig a növénytermelési technológia tervezését úgy tekintettük, hogy feladata adott, előre, eleve meghatározott átlaghozam mellett a munkaműveletek időbeliségének és elvégzési módjának, az anyag- és eszközszükségletnek, s a költség- és jövedelemadatoknak a meghatározása. A technológiai változatokon ezek különböző variációját értettük.

A 2. fejezetben rámutattunk az alapvető döntési feladatok kölcsönös kapcsolataira, s e szerint nem csak a termelési technológia függ az átlaghozam elérhető színvonalától, hanem ennek fordítottja is igaz, vagyis az elérhető átlaghozam függ a termelési technológiától. Márpedig, ha két tényező egymással kölcsönhatásban áll, semmiképpen nem az a legcélszerűbb 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 (mint például a termelési technológia), és a két tényező között sztochasztikus jellegű mennyiségi viszonyok találhatók.

Közelebb vinne bennünket a probléma megoldásához, ha az átlaghozamokat több, különböző szinten rögzítve készítenénk termelési technológiákat, s azok össze-

hasonlítása alapján kísérelnénk meg kiválasztani a legcélszerűbb átlaghozamszintet, illetve az ahhoz kapcsolódó technológiát, vagy pedig sok többtényezős kísérletet végeznénk összefüggésük meghatározására. Ilyen kísérletek azonban nehezen végezhetők el, különösen ha meggondoljuk, hogy azokat talajtípusonként is meg kellene ismételni, másrészt az időjárási tényezők értékét nem tudjuk rögzíteni, mert az tőlünk független és változó. Szakmai ismeretek és tapasztalatok birtokában azonban tudunk adni egy becslést arra vonatkozólag, hogy adott területen (adott vállalat adott tábláján vagy talajtípusán) adott növény és fajta termelése maximálisan milyen átlaghozamot érhet el. Lehet, hogy ez a szint valójában messze esik a maximális lehetőségtől, mégis elfogadhatónak ítéltető, eléréséhez — ha az kifizetődik — hajlandók vagyunk áldozatot hozni, vagy legalábbis olyan szintnek tartjuk, amely feletti átlaghozam már nem jövedelmező.

Ekkor viszont már felmerülhet 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, intuíciók alapján stb.). Ennek kapcsán a következőket állapíthatjuk meg:

- *A technológiai elemek egy része nincs kapcsolatban az átlaghozammal, csak a termőterület nagyságával* (a terméshozammal való kapcsolatuk elhanyagolható). Így például a talajmunkák és azok költsége — adott viszonyok között — általában nem függ a tervezett termésátlagtól, a területhez kapcsolódik (annyi hektáron kell elvégezni, ahány hektáron az adott terméket termeljük), tehát a termőterület nagyságával — elhanyagolva most a gép kiszállásának idő- és költségigényét — lineáris kapcsolatban van.

- *A technológiai elemek másik része a terméshozammal van kapcsolatban*, vagy úgy, hogy az adott technológiai elem szintje hat az átlaghozam nagyságára (pl. a műtrágya-felhasználás mennyisége), vagy úgy, hogy a termésátlag szintje határozza meg az adott technológiai elemet (pl. a megtermelt termés raktárba vagy piacra szállítása). A terméshozammal összefüggő elemek és a termésátlag közötti kapcsolat lehet lineáris (pl. a megtermelt termés elszállítása) vagy nem lineáris (pl. a műtrágya-felhasználás és a termésátlag kapcsolata).

- *Van a technológiai elemeknek egy olyan csoportja is, amelyik szakaszosan változik*. Ilyenek például az állóeszközök (erő- és munkagépek), amelyek a területtel (pl. talajművelő eszközök) vagy a terméshozammal (pl. szállítóeszközök) vannak kapcsolatban. E diszkrétan változó termelési tényezők jellemzője, hogy szakaszonként ugrás-szerűen változnak. (E kérdéssel később részletesebben is foglalkozunk).

- *Végül a technológiai elemek egy csoportja olyan, amely részben a területtel, részben az átlaghozammal van kapcsolatban*. Így például az őszi búza kombájnnal történő betakarítása a területtel kapcsolatos, mivel a kombájnnak be kell járnia a területet, de egyidejűleg a termésátlaggal is kapcsolatban van, mert haladási sebessége függ a termésátlagtól.

Eltekintve a mezőgazdaságban általában fellelhető bizonytalansági tényezőktől, a következőkben vázolt csoportosítás alapján viszonylag könnyű helyzet adódik a területtel vagy a terméshozammal, vagy mindkettővel arányos technológiai elemek,

valamint a diszkrétén változó tényezők vonatkozásában, ha azok lineáris vagy lineárisan jól megközelíthető összefüggést mutatnak. Nehezebb a helyzet a nemlineáris, sztochasztikus összefüggések esetén (szerencsére azonban e kategóriába nem sok tényező, alapjában véve csak a szerves és a műtrágyák tartoznak). Ezekre vonatkozóan viszont számos vizsgálatot végeztek, s ezért a kapcsolat természetére vonatkozóan bizonyos — bár távolról sem kielégítő — információkkal rendelkezünk, amelyek a tudomány fejlődésével valószínűleg még finomodnak.

Hangsúlyozva információink jelenlegi hiányosságait és a bizonytalansági tényezők jelentős szerepét, a továbbiakban egy olyan modell leírását adjuk, amely az előbbiekben 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 információink).

Induljunk ki tehát az 5. táblázatban közölt modellből, és fejlesszük tovább úgy, hogy alkalmas legyen a termésátlag és a termelési technológia egyidejű, egymással összefüggésben levő optimalizálására.

● *Az első lépésben bővítsük a modell változóit.*

— A termelési változót bontsuk meg két változóra.  $x_1^t$  jelölje a területi változót, azaz, hogy hány hektáron termeljük az adott növényt,  $x_1^q$  pedig a terméshozam-változót, amely megadja, hogy az  $x_1^t$  hektár területen összesen hány kg terméket termelünk.

— Tételezzük fel az egyszerűség kedvéért, hogy egyetlen olyan anyagféleséget használunk fel a termelés során, amely kapcsolatban van a terméshozammal és ez a kapcsolat nemlineáris függvénnyel jellemezhető. Jelöljük ezt az anyagot az 5. táblázatban adott modellben az  $x_{42}$  változóval, s ennek a terméshozammal való kapcsolatát az

$$x_1^q = f(x_{42})$$

nemlineáris függvénnyel.

● *Fejlesszük most tovább az 5. táblázatban megadott modellt a mérlegfeltételek tekintetében.*

— Mindenekelőtt a modellbe kell építeni egy mérlegfeltételt a terület és a terméshozam kapcsolatára vonatkozóan, meghatározva, hogy az összes terméshozam nem haladhatja meg azt a mennyiséget, amely az adott területen elérhető maximális termésátlaggal megtermelhető. Tételezzük fel, hogy az adott gazdaság feltételei között, az adott termékből, az adott fajta esetén maximálisan 9000 kg/ha átlagtermést tartunk elérhetőnek. Eszerint tehát a terület és a terméshozam kapcsolatára a következő feltételt írjuk elő:

$$x_1^q \leq 9000x_1^t,$$

illetve azt egy oldalra rendezve kapjuk, hogy

$$-9000x_1^t + x_1^q \leq 0.$$

A területi változó egysége a hektár, a terméshozam-változó egysége a kilogramm. A modell megoldásával tehát megkapjuk  $x_1^t$  értékeként, hogy az adott növényt hány ha-on termeljük,  $x_1^q$  értékeként pedig az összes termés mennyiségét.

— A területmérleget  $x_1^t$ -re adjuk meg, azaz  $x_1^t = 500$ .

Mindazokat a műveleti változókat, amelyek a területtel kapcsolatosak, a terület-változóhoz ( $x_1'$ -hez vagy egy megelőző, területtel kapcsolatos műveleti változóhoz kapcsolunk a műveleti kapcsolatokra vonatkozó mérlegfeltételekben.

– Azokat a műveleti változókat, amelyek a terméshozammal kapcsolatosak, a műveleti kapcsolatokra vonatkozó mérlegfeltételekben a terméshozam-változóhoz vagy egy előző terméshozammal kapcsolatos változóhoz kapcsoljuk. (Most a terméshozammal kapcsolatos műveleti változók egysége 100 kg, ezért e változók között is egyszerű, konstans nélküli kapcsolat van.)

– A munkaerő- és a gépmérlegek összeállítása ugyanaz, mint az 5. táblázatban, kizárólag arra kell vigyázni, hogy a terméshozamhoz kapcsolódó műveletek műszak-, illetve munkanap-szükségleti paraméterei 100 kg termékre vonatkozzanak.

– Végül be kell még iktatni a modellbe az anyagszükségletre vonatkozó mérlegfeltételt is. Tudjuk, hogy ez nem lineáris feltétel, azaz

$$x_1^q = f(x_{42}),$$

illetve egy oldalra rendezve kapjuk, hogy

$$x_1^q - f(x_{42}) = 0 \text{ vagy } g(x_1^q) - x_{42} = 0.$$

Ezzel azt írtuk elő, hogy egy függvény által meghatározott kapcsolat alapján (tudjuk, hogy az nem lineáris kapcsolat) az összes termésnek megfelelő anyagmennyiséget biztosítani kell. A kapcsolat itt tulajdonképpen az átlaghozammal van biztosítva, illetve a területen keresztül az összterméssel.

● Az 5. táblázatban megadott célfüggvényt a következőképpen kell átalakítani.

– A területváltozónál hozammal nem számolhatunk, mivel azáltal, hogy adott területen egy növényt termelünk, még nem adódik hozam, ha a növény nem hoz terméket. Ugyanakkor a területváltozóra terheljük azokat a költségeket, amelyek a területtel kapcsolatosak, így például a földadó és a területarányosan felmerülő anyagköltségek. A területváltozó tehát negatív előjelű célfüggvényparamétert kap.

– A terméshozam-változóra tervezzük a termelési értéket, valamint ráterheljük a terméshozammal kapcsolatos költségeket, pl. a termésátlaggal lineáris kapcsolatban levő anyagköltségeket.

– A műveleti változók és a forrásváltozók célfüggvényparaméterei az 5. táblázat-hoz képest nem változnak, csupán arra kell ügyelni, hogy a költségek a terméshozamhoz kapcsolódó műveleteknél 100 kg terméssel kapcsolatos műveletre vonatkozzanak.

– Végül meg kell adni a modellbe épített anyagváltozóhoz ( $x_{42}$ ) tartozó célfüggvényparamétert, vagyis az egységnyi anyagköltséget.

E változtatásokkal a modellt alkalmassá tettük a terméshozam és a technológia egyidejű optimalizálására, természetesen igen leegyszerűsítve és egyszerű példafeladattal illusztrálva, nem térve ki a gyakorlati alkalmazás során felmerülő számos probléma megoldásának lehetőségére és módjaira.

Az anyagmérlegre megadott nem lineáris kapcsolat különböző lehet, általában azonban a parabolafüggvények jöhetnek számításba. Modellbeli kezelésükre különböző eljárások lehetségesek (pl. a nemlinearitást a célfüggvénybe transzformáljuk át a mérlegfeltételekből, szakaszosan lineáris problémaként kezeljük stb.).



## 4. A termeléstechológiai tervek felhasználása

A termeléstechológiai tervek a tervezés során a technológiai döntések megalapozásához, a terv végrehajtásának nyomon követéséhez, a gazdasági elemzéshez, a munkaszervezéshez, valamint az elméleti vizsgálatokhoz használhatók.

Adott termék termelésének célszerűsége, jövedelmezőségének megítélése csak a termelési technológia részletes vizsgálata, a hozamok és ráfordítások naturális és értékbeli összehasonlítása és elemzése alapján lehetséges. A technológiai folyamat és ennek naturális és értékbeli paramétereinek ismerete ad alapot az ágazattársítás, azaz a termelési szerkezet, valamint ezzel szoros kapcsolatban a munkaerő-szükséglet és a munkaerő célszerű hasznosítása, a gép-, az eszköz- és az anyagszükséglet meghatározásához. A termelési szerkezet hagyományos tervezés esetén sem alapozható meg célszerűen a termelhető termékek tervezett technológiáinak részletes kidolgozása és ismerete nélkül. Matematikai modellezés pedig egyszerűen elképzelhetetlen a technológiai tervek által szolgáltatott mennyiségi jellemzők, paraméterek hiányában. De a termelési szerkezetre vonatkozó döntések után a termérmélegek és termvtáblázatok kidolgozásához is a technológiai tervek szolgáltatják az adatbázist.

Az automatizált technológiai tervezés további előnye, hogy a technológiai tervek mindazon paramétereit, amelyekre a modell összeállítás, valamint a termvtáblázatok és a termérmélegek kidolgozása során szükség lesz, a számítógép tárolja és a további munkafolyamatokban automatikusan felhasználja, így nincs szükség arra, hogy a nagy tömegű adathalmazmal a tervezőnek többször is foglalkoznia kelljen.

Ami a technológiai döntéseket illeti, egyrészt a tervezés során az adott termék többféle technológiai változatát célszerű mérlegelni, s közülük sokoldalú elemzés alapján a leghatékonyabbat kiválasztani, másrészt szükség lehet a komplex vállalati tervezéstől függetlenül is technológiai döntésekre, illetve azok célszerű megalapozására.

A technológiai változatok mérlegelése és a lehetséges technológiai változatok közül a legkedvezőbb kiválasztása — eltekintve az optimalizálástól — technológiai változatok kidolgozását kívánja meg, ami a változatok igen nagy számát tekintve automatizált technológiai tervezés nélkül szinte elképzelhetetlen.

A komplex vállalati terv modellezése során lehetőség van arra is, hogy a vizsgált többféle technológiai változat közül a termelési szerkezettel és az erőforrás-szükséglettel kölcsönös kapcsolatban határozzuk meg a legkedvezőbb termelési technológiákat.

De annak is van létjogosultsága, hogy egy-egy termék termelési technológiáját önmagában vizsgáljuk. A termelési rendszerek termékenként dolgozzák ki a termelési technológiákat, s azok alkalmazására kötnek szerződést partnervállalataikkal. A rendszerek technológiai ajánlatának megalapozása modellezéssel, adott termék technológiai ajánlatának optimalizálásával vagy az összes lehetséges technológiai változatok kidolgozásával és összehasonlító elemzésével lehetséges. Más kérdés az, hogy a termelési rendszerek technológiai ajánlatai — a mellett, hogy jelenleg azokat nem alapozzák meg ilyen részletes elemzéssel vagy optimalizálással — eléggé általánosak, s nem adaptáltak az adott vállalat konkrét feltételeihez.

Ezen most nem csak és nem elsősorban a termőterülettel, a szállítási utak

hosszával és minőségével, az időjárási tényezőkkel stb. kapcsolatos feltételeket értjük, hanem az ágazattársítást, az ágazatok komplex kapcsolatát. Nem tartható kielégítőnek, hogy a termelési rendszerek egy vagy néhány termék termelésével foglalkozva, nem veszik tekintetbe a vállalat többi alrendszerét, azok kölcsönhatását.

Egy-egy mezőgazdasági vállalat többféle termelési rendszerrel van kapcsolatban. A termelési rendszerek előírják a hozzájuk tartozó termékek termelési méreteit és termelési technológiáját, de azok komplex rendszerré való összekapcsolásáról nem gondoskodnak. Márpedig ez igen lényeges volna, s némi módosításokat igényelhetne mind a technológiai ajánlatokban, mind a termelési ágazatokat méreteiben. Ilyen irányú vizsgálataink azt bizonyították, hogy a *jelenlegi merev rendszerek feloldása jelentős tartalékokat szabadítana fel, lehetővé tenné a termelés jobb szervezését, az eszközök jobb és célszerűbb kihasználását, a termelési költségek csökkentését és a jövedelmezőség emelését.*

A terv végrehajtása tulajdonképpen a tervezett termelési szerkezet megvalósítását, a forrásszükséglet biztosítását, valamint a termeléstehnológiai tervek végrehajtását jelenti. A terv azonban — mint erről már szó volt — soha nem valósul meg a gyakorlatban minden vonatkozásában pontosan, s ez — a feltételeknek a tervezettől eltérő alakulása miatt — sokszor nem is volna célszerű.

A termelési szerkezetnek és a termelési forrásoknak — kényszerűségből vagy célszerűségből — a tervtől való eltérését nagyrészt a vállalati vezetés felső szintjén döntik el, ugyanakkor a termeléstehnológiáktól való eltérés döntően az ágazatért felelős szakember hatáskörébe tartozik. Az ágazatvezetőnek tehát rendelkeznie kell a termelési technológia áttekinthető leírásával, s feladatát kell hogy képezze a termeléstehnológiai terv rugalmas megvalósítása. Ezen azt értem, hogy az ágazatvezető eltérhet a tervezett technológiától:

- ha ez kényszerűségből adódik (pl. időjárási vagy érésbiológiai stb. tényezők miatt egy munkaműveletet a tervezettnél később lehet elvégezni, vagy egy tervezett vegyszert kivontak a forgalomból, s helyette egy másikat kell alkalmazni), ilyen esetben az eltérés nemcsak megengedhető, de kötelező is;

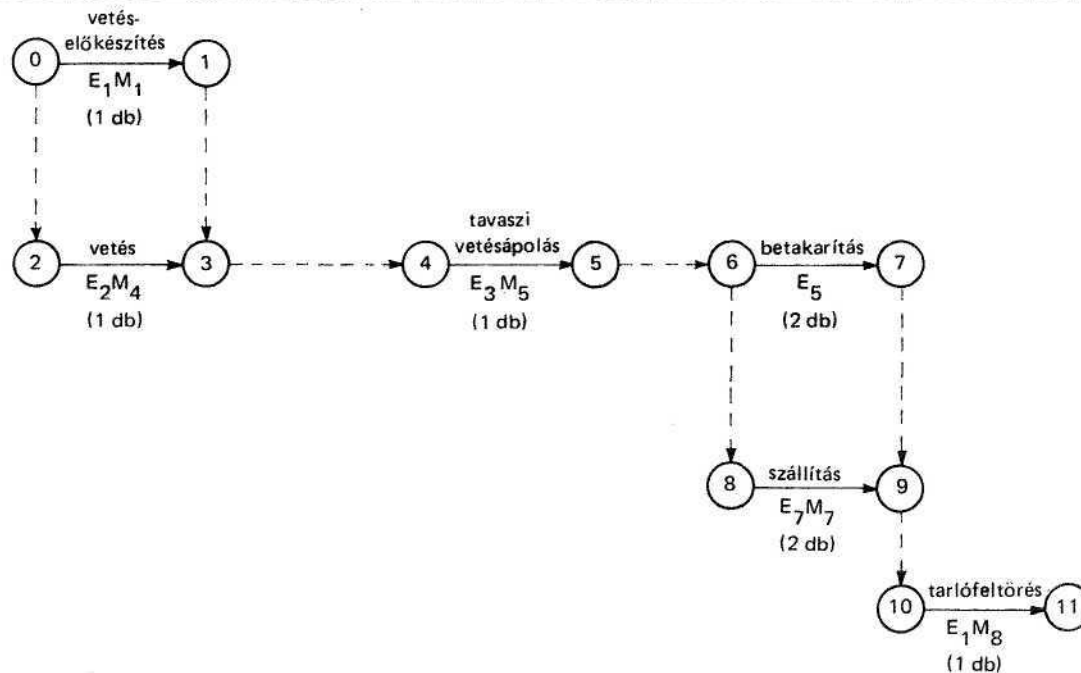
- ha az a termelési költség csökkentésével jár, a hozamok veszélyeztetése nélkül, vagy a hozamok emelkedését eredményezi változatlan költségek mellett (vagy esetleg a vállalatvezetés engedélyével a költségek kisebb arányú emelése esetén is, ha az eltérés a jövedelmezőséget javítja, pl. nincs szükség egy vegyszer alkalmazására a kártevők elmaradása miatt).

Nem engedhető meg viszont (és büntetendő) a tervezett technológiától az indokolatlan, a jövedelmezőséget rontó, és nem kényszerűségből fakadó eltérés.

A technológiai tervek a *munkaszervezéshez* is alapul szolgálnak. A műveleti tervek hálótervvel viszonylag egyszerűen ábrázolhatók (6. ábra). Az ábrán megjelölhető az anyagfelhasználás és más jellemzők is, illetve, mint erről később szó lesz, hasonló hálótervek készíthetők a komplex vállalati tervhez, egy-egy gép üzemelésére stb. is.

Viszonylag egyszerűen megszervezhető a *technológiai terv megvalósításának ellenőrzése* is. Üres technológiai lap felhasználásával állandóan készíthető feljegyzés a termelés folyamatáról, s ez a tervvel állandóan egybevethető, s az eltérés indokolt-sága és várható hatása figyelemmel kísérhető. Egy ilyen irányú gyakorlati vizsgálatunk

hó	X.			III.			VII.			VIII.		
dekád	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3



6. ábra. Munkaműveleti hálótér

fényt derített arra, hogy az adott vállalatnál a technológia megvalósítása a tervezettnél magasabb terméshozamot és jövedelmet eredményezett (nyilván mert a hozamot pesszimistán tervezték), viszont a technológiától való eltérés nagyjából hozamcsökkenéssel járt együtt, s mivel a költségek ennél kisebb arányban csökkentek, a jövedelmezőség is rosszabb volt.

A könyvelés és a nyilvántartás számítógépre szervezésével egy *automatizált ellenőrzési rendszer* is megvalósítható lenne, ami a terv teljesítésének állandó és sokoldalú nyomon követését, a tervezési hibák feltárását, s a tervtől való eltérés automatikus jelzését, az eltérések hatásának felderítését tenné lehetővé.

A technológiai tervek, illetve tervváltozatok összehasonlító elemzése önmagában is lehetőséget ad gazdasági elemzésekre.

Végül a technológiai tervek, illetve tervváltozatok igen jól alkalmazhatók az *elméleti vizsgálatok* során. A különböző termékek technológiai változatainak összehasonlítása támpontot ad jövedelmezőségük megítélésére, illetve arra vonatkozólag, hogy milyen tényezők milyen mértékű megváltoztatása hogyan hat jövedelmezőségük arányaira. Ilyen vizsgálatok alapul szolgálhatnak az árak és a gazdasági szabályozók elemzéséhez, változtatásuk megalapozására.

Modellezéssel, különböző célfüggvényeket alkalmazva, optimális technológiai változatok állíthatók elő, s vizsgálható, hogy különböző célfüggvények esetén mi az optimális technológia, milyen változtatások volnának szükségesek ahhoz, hogy a különböző célfüggvényekkel nyert optimumokat közelítsük egymáshoz. Vizsgálható a különböző tényezők átváltozásainak hatása az optimumra, illetve hogy milyen változtatásokra volna szükség ahhoz, hogy adott technológia optimális legyen. Egy ilyen jellegű vizsgálatunkból például kiderült, hogy általában azok a gépek, amelyeknek olcsóbb az üzemeltetése, drágábbak. A vállalatnak azonos feladatok elvégzésére alkalmas gépek közül az üzemelési és a beruházási költségek együttes mérlegelésével kell döntenie. Felmerül a kérdés, hogy az olcsóbb üzemelési költség milyen mértékű beruházási többletköltséggel jár, illetve mekkora beruházási többletköltséget viselhet el a vállalat? Mennyivel nagyobb géparkat szabhat a gépgyártó vállalat olcsóbb üzemelésű gépe esetén, hogy a gép a piacon versenyképes legyen? stb. stb. . .

A technológiai tervezés automatizált rendszerében a technológiai változatok számtalan sorozata készíthető el például különböző átlaghozamszintekre, különböző talajtípusokra, szállítási távolságokra, különböző gép-, eszköz- és anyagfelhasználási kombinációkkal. E változatsorozatok különböző gazdasági mutatók szerint sorba rendezhetők, s vizsgálható, hogyan változnak a különböző technológiai elemek az adott gazdasági mutató változásának függvényében. Egy ilyen vizsgálat más tényezők vizsgálatával egybekapcsolva messzemenő lehetőségeket rejthet magában.

Csupán nagy vonalakban tekintettük át a technológiai tervek felhasználási lehetőségeit, néhány vonatkozásban utalva gyakorlati vizsgálataink eredményeire. Aligha vitatható ennek alapján a technológiai tervezés szükségessége, nagy jelentősége és az automatizált tervezésben rejlő lehetőségek sokrétűsége.