

A FATERMESZTÉS TERVEZÉSÉNEK MATEMATIKAI OPTIMALIZÁLÁSA

DR. BÁN ISTVÁN

Az erdőgazdálkodás bonyolult szakterületeinek két, igen lényeges, egymással egybefüggő területe az erdőművelés és -használat. Az erdőművelést és -használatot oly sok tényező befolyásolja, amelyek együttes áttekintése igen nehéz. A legkedvezőbb döntés meghozásában ma már nélkülözhetetlenek a matematikai módszerek és azok számítástechnikai megoldásai. A gazdálkodást befolyásoló tényezők is igen gyakran változnak, így a fatermesztés tervezéséhez gyors, többvariációs optimalizálási módszerekre s megoldásokra van szükség.

A kivágásra kerülő fatömegnek és a vágások felújításának, az erdősítésnek optimalizálása minden lényeges szempontra ki kell, hogy terjedjen. A szakmai utasításokat matematikai formában fogalmazzuk meg, amelyek biztosítják a tartamosságot, az élettér legkedvezőbb hasznosítását, az optimális fahozamot.

A feldolgozás alapinformációi:

- az erdőrészlet erdőállapot-jellemzői, amelyek az Erdőrendezési Szolgálat erdőállomány-adattárában megtalálhatók,
- az erdőrészletre vonatkozó gazdálkodói közlemények, amelyek jelentős része az Erdőrendezési Szolgálat erdőállomány-adattárában nem szerepel,
- az erdőrészlet állapotában beállott lényeges változás, pl. természetes újulat, kár stb., amelyek jelentős részét az erdőállomány-adattár tartalmazza,
- a meglevő gyakorlati tapasztalat és értékelés eredményei különös tekintettel a fafajok termőhelyi igényére, növedékesítésre, nevelővágásokra, népgazdasági igény várható alakulására.

A feldolgozásnál használt matematikai módszerek:

- csoportképzési algoritmusok,
- többváltozós összefüggés-vizsgálati módszerek,
- lineáris programozás,
- általános biomatematikai optimalizálási eljárások,
- kiválasztási matematikai modell.

A kiválasztási matematikai modell lényege, hogy a változókat, mint állapotjellemzőket kiválasztási és célállapot-jellemzőkre különíti el. Célállapot-jellemzőknek az optimalizálandó lényeges állapotjellemzőket, pl. kor, fatömeg; kiválasztási állapotjellemzőknek pedig a célállapot-jellemzők környezetét, fel-tételét leíró, illetve meghatározó állapotjellemzőket (pl. termőhelyi jellemzők) nevezzük. Az adathalmaz egy adott elemét (jelen esetben erdőrészletet) a hozzá tartozó kiválasztási és célállapot-jellemzői definiálják. Az adatbázis bármely eleme (erdőrészlete) adott módon kiválasztja a vele azonos elemek (erdőrészletek) részalmazát. Egy elem (erdőrészlet) célváltozóinak optimuma a vele azonos részalmaz elemeiből számított optimum lesz. Inverz kiválasztás

esetén a célváltozók már ismert optimumai választják ki az optimumba eső elemek halmazát és azok kiválasztási állapotjellemzőit vizsgálják. Több lépcsős kiválasztási modellek az előzőek többszintű, egymást követő alkalmazását végzik.

Az optimalizálási munkák elvégzése az alábbi fő területekből áll:

1. A már meglévő szakmai tapasztalat alapján az alapösszefüggések mélyebb megismerése.

Lényeges annak ismerete, hogy melyek azok az erdőállapot-jellemzők, amelyek a leginkább hatnak a fatömegre, valamint az erdő egyéb funkcióira. Ennek érdekében többszörös korreláció, faktoranalízis, többváltozós regressziószámítás és egyéb matematikai módszerekkel ki tudjuk szűrni a leglényegesebb hatásokat és azok formáját is meg tudjuk adni.

2. A terv optimalizálásához szükséges, de hiányzó termőhelyi információk számítása.

Az ország erdőterületeinek jelentős részén hiányzik a számítógépes adattárból a termőhely típus változat jellemző. Az előző pontban elvégzett összefüggés-vizsgálatok alapján lehetőség nyílt olyan törvényszerűségek feltárására, amelyekkel az erdőrészlet meglévő erdőállapot-jellemzőiből ki tudjuk számítani a hiányzó termőhely típus változat jellemzőket. A számítás eredményének megbízhatóságától függően, terepi ellenőrzések biztosítják a számított jellemzők jóságát, valamint folytatódik a hagyományos terepi felvétel is.

3. A természeti adottságoknak megfelelő fafajlehetőség előállítása.

Az ún. kiválasztási matematikai modell optimalizálási módszerrel minden egyes részletre az elsődleges rendeltetés, termőhelyi viszonyok és egyéb erdőállapot-jellemzők alapján meghatározandók: a várható fatömegproduktum, sorrendben a javasolt fafajok, elegyarányuk, vágásérettségi koruk.

Ez a feladat az alábbi fő részekből áll:

- a) kiválasztási állapotjellemzők értékeinek és előfordulási gyakoriságainak alapján az erdőrészletek olyan csoportjainak kialakítása, amelyekben belül a kor függvényében nagy pontossággal számítható a fatömeg. Ennek módja:

A változók együttes tapasztalati eloszlását jellemző sűrűségfüggvény vizsgálata alapján a legnagyobb relatív gyakorisággal előforduló csomópontok kiválasztása, ezekből kiindulva a számított fatömeg = $f(\text{kor})$ figyelembevételével a legjobban közelítő részhalmaz képzése, majd részhalmaz-rendszer kialakítása.

- b) Kiválasztási matematikai modell alkalmazása az előző alpontra; minden egyes erdőrészlet kiválasztási állapotjellemzői alapján megkeresi a vele azonos relációnak megfelelő részhalmazt, majd a kiválasztási matematikai modell megadja a javasolt fafaj, fatömeg, vágásérettségi kor jellemzőket. Sajnos az aktualizált adattárban idősorban jelenleg nem szerepelnek a lényeges nevelővágási jellemzők, mint például a tervezett, végrehajtott vágások és a visszamaradt állomány összes jellemzői, így ebben a futamban az erre vonatkozó javaslatok nem adhatók meg.

- c) A kiválasztási matematikai modellel meg nem oldható kis hányadra általános biomatematikai módszerekkel adandók az előző javaslatok.

- d) Az előző módszerek egyikével sem megoldható erdőrészletekre a meglévő szakmai táblázatok, segédanyagok vonandók be a számításba.

4. Növedékesítés.

A tervezés egyik legfontosabb eleme az egyes erdőrészek várható fatömegének előrejelzése. A várható fatömeg megadásának módja többféle lehet:

- a) Jelenleg érvényben levő táblázatok — grafikus megoldások diszkrét algoritmizálása.
- b) Előző táblázatok, egyéb szakmai anyagok folytonos algoritmizálása, különös tekintettel:
 - a terepi mintavételi összehasonlításra,
 - a pontosságára,
 - a közelítő folytonos algoritmusok megadására.
- c) A meglévő erdőállomány-adattár, valamint kiegészítő terepi felvételek, illetve adattárak alapján algoritmusok kidolgozása a várható fatömeg számítására, amelynek egyes fázisai
 - a legjobban közelítő részhalmazok kialakítása a fatömeg = f (kor) és az állapotjellemzők alapján. (Állapotjellemzők a nevelővágások jellemzői is.)
 - a legjobban közelítő részhalmazokon belül a várható fatömeg számítására alkalmas algoritmusok megadására.

5. Nevelővágás.

A tervezés egyik jelentős része a nevelővágások betervezése, amely során meg kell adni, hogy egy adott erdőrészletben mikor, mit és mennyit kell vágni. A tervezési algoritmus megadásának alapjai az alábbiak:

- a) üzemtervek érvényességi ideje alatt a tervelőírások,
- b) üzemtervezés érvényességi idejét követő időszakra meglévő szakanyagok diszkrét algoritmizálásával, meglévő szakanyagok folyamatos algoritmizálásával, terepi felvételek, kísérletek adathalmazából az ún. csoportképzési algoritmusok útján.

A nevelővágások tervezése szerves egységben folyik a várható fatömeg nagyságának megállapítási algoritmusával.

6. A várható népgazdasági igény terve bármilyen terv és prognózis diszkrét és folytonos algoritmizálásával oldható meg.

7. Általános optimalizálás.

Az előzőekben elvégzett számítások eredményeképpen az optimalizálás alapváltozói: erdőrészlet (terület) kiválasztási állapotjellemzők; célállapot-jellemzők rendezettséggel az alábbi több dimenziós elemek: erdőrészlet (terület, fafajok, elegyarányuk, eredet, állapotleírás, fatermő képesség, termőhelyi jellemzők ... ; kor; fatömeg; egyéb).

Megjegyzés:

A jelenlegi fafaj-összetétel adott, vágásérettségi kora és fatömege termőhely és elsődleges rendeltetés szerint számítható.

A jövőbeni fafaj-összetétel meghatározandó kiválasztási modellel, vágásérettségi kora és fatömege termőhely és elsődleges rendeltetés szerint adható, számítható.

Az általános optimalizálás lépései:

- a) Az állapotjellemzők, valamint a fatömeg = f (kor) és az elsődleges rendeltetés segítségével megállapított vágásérettségi kor alapján gazdaságként képzendők a legjobban közelítő részhalmazok, mint az egy üzemszintű erdőrészletek részhalmazai, azaz az egy vágásérettségi ka-

tegoriába eső erdőrészek, függetlenül attól, hogy aktuális koruk mennyi.

- b) Egy gazdaságon belül jelenlegi állapot alapján azonos elegyarányú, fatömegű és korú osztályközökbe csoportosítva egymáshoz rendelendő: (fafaj, terület, kora, fatömege, számított vágásérettségi kor alsó és felső korlátja, véghasználati fatömeg alsó, felső korlátja), részhalmazok sorozata.
 - c) Az előzőekből számítandók az előző pontok alapján az egyes időintervallumokra vonatkozó előrejelzett állapotjellemző részhalmazok, amelyek a teljes időszak optimalizálásának lineáris programozási alapváltozóit képezik. (Teljes vágásfordulónyi idő gazdaságonként, valamennyi 5 éves ciklusra vonatkozik.)
 - d) Az optimalizálás ágazati, gazdálkodói, szakmai feltételeinek és korlátainak megfelelő, lineáris programozási matematikai relációk felírása.
 - e) Az ágazati, gazdálkodói, szakmai célnak megfelelő, lineáris program cél-függvényének felírása.
 - f) Megoldások és szakmai értékelésük, különös tekintettel arra, hogy mely erdőrészletben mikor kell termelni és a helyén mit kell erdősíteni ahhoz, hogy a nyerhető fatömeg optimum legyen.
8. A gazdálkodás felügyelete.

Minden egyes erdőrészlet természeti adottságok által elérhető erdőállományát hasonlítva az éppen jelenleg rajta levőhöz, kapjuk az ún. relatív erdőérték mutatószámot, amelynek állandó idősoros figyelése ad információt az erdőállomány javulásáról vagy romlásáról. Ezt az ún. inverz kiválasztási matematikai modell segítségével oldjuk meg.

Végezetül le kell szögezni, hogy a gyakorlatban dolgozó erdészekről nem kell félteni az erdőt! Nem férhet hozzá kétség, hogy mindenki képességeinek megfelelően, a lehető legjobbat akarja, de nem ismerheti mindenki a hatáskörét meghaladó területek adottságait, lehetőségeit, ill. követelményeit. Így feltétlenül szükség van az ágazat valamennyi lényeges szempontját figyelembe veendő terv optimalizálására. Az algoritmusok tervszámai döntés-előkészítő anyagot adnak, amelyek helyszínelése és tervezői felülvizsgálata után készülnek el a végleges tervek. A modell egyes részei kipróbálás alatt vannak, más részei már élesben futnak részben az Erdőrendezési Szolgálat R—20-as gépén, részben a KSH Államigazgatási Számítógépes Szolgálat HwB-gépén.

A nyárfaklónok előregedését, kifáradását figyelték meg az NSZK-ban. Kitűnt, hogy teljesítőképességük szempontjából nem elegendő a szaporítástól eltelt időt figyelembe venni, ehhez még hozzá kell adni a keresztezéstől elteltet. A valódi kort a magtól számított adja, a vegetatív szaporítás ezt prolongálja. Így például az 1981. év tavaszán 2/1 évesnek mondott óriásnyár csemete tulajdonképpen 76 éves, miután irodalmi adatok alapján 1905-ben történt a fajta előállítás. Legjobban éppen ezen volt észrevehető az előregedés. Megfigyelés szerint a dugványról szaporított csemetek 1940-ig mutattak erőteljes növekedést, fokozatosan gyengült ez 1940 és 1955 között, majd rohamosan 1955 és 1970 között. Ekkor kiiktatták az alkalmazásra érdemes fajták közül.

A növekedés csökkenésével párhuzamosan egyéb, a fajtára jellemző tulajdonságok is elhalványodtak. Így a kilombosodás első heteiben korábban volt borvörös elszíneződés és a hosszahajtások erős paralécessége. Az előregedett dugványból nevelt óriásnyár már csak gyenge növekedésű, jellegtelen feketenyárrá vált.