

A JÖVŐKÉPKIALAKÍTÁS MATEMATIKAI MODELLJE

KIRÁLY LÁSZLÓ, RÁCS ÁGNES,
KALMÁR JÁNOS

Tanulmányunk célja egy új hozadékszabályozási eljárás ismertetése. A könnyebb érthetőség kedvéért és a korábbi eljárásokkal való jobb összehasonlíthatóság érdekében a módszert egy gazdasági osztályra (üzemosztályra) mutatjuk be. Ha a szokásos korosztálytáblázatokról indulunk ki, ehhez több fajfajt (illetve eredetet) össze kell vonnunk. A korábbi gyakorlatnak megfelelően 5, 10 vagy 20 éves korosztályokkal célszerű dolgozni, és az utolsó korosztályt összevont korosztályként célszerű kezelni. Az erdőfelújítás átfutási idejének bizonytalansága miatt az üres erdőterületet (a pusztavágást és a folyamatban lévő erdőbirtések pótlandó területét) nem tanácsos bevonni a hozadékszabályozásba. Az üres terület tervezett csökkenése (ill. az átfutási idő lerövidítése) tervezett erdőtelepítésként, az üres terület várható növekedése erdőirtásként vehető számba, ami valójában is az erdőgazdasági termelés bővítését, illetve szűkítését jelenti. A tervezett erdőtelepítés, illetve a várható erdőterületcsökkenés pozitív, illetve negatív erdőtelepítésként vehető figyelembe.

A hozadékszabályozás *első lépése* a jelenlegi erdőállapotnak, a vágásérett-ségi viszonyoknak és a múlt erdőállomány-gazdálkodásának beható elemzése.

A *második lépéstől* kezdve a hozadékszabályozási módszerek két csoportba sorolhatók, aszerint, hogy kitűznek-e *távlati célt*, vagy sem. A távlati cél meghatározása nélküli hozadékszabályozási módszereket „*hozamkiegyenlítés*”-nek is nevezhetjük. Bár általában ezek is egy többé-kevésbé jól meghatározható célállapot felé közelítik az erdőállomány állapotát, ezt a célt azonban — mint soha el nem érhető, ideális állapotot — nem adják meg. Az elmúlt évtizedekben többnyire ilyen — elsősorban a jelenlegi vágásérett-ségi viszonyokra alapozott — hozamkiegyenlítési módszereket alkalmaztak az erdőrendezők (esetenként más hozadékszabályozási módszerekkel kombináltn).

A távlati cél meghatározásával dolgozó hozadékszabályozási módszerek második lépése az erdő *jövőképének* (a távlati célul kitűzött erdőállapotnak) meghatározása, megtervezése. Erre a távlati erdőállapotra — és a hozzá kapcsolódó fakitermelési, erdőfelújítási előírásokra — az jellemző, hogy *állandósult* (stacionárius), dinamikus egyensúlyban lévő *erdőállománygazdálkodást* mutatnak. Ez a szabályozott, „*szabályos*” erdő változatlan szerkezetű (élőfakészlete, területe, korosztályviszonyai változatlanok) és évről évre ugyanakkora hozamot ad.

A *klasszikus szabályos erdő* ezt az állandóságot úgy biztosította, hogy korosztály-szerkezete a vágásfordulóig egyenletes volt, s minden erdőre egy vágáskort alkalmazott (a vágásfordulót). Ezt az elméleti modellt a gyakorlatban nem célszerű megvalósítani. A termőhely fatermőképességének eltérései, a súlyosabb károk, az erdők elegyessége és minőségének különbözősége mind a vágáskor differenciálását indokolják. Hozadékszabályozási módszerünkben ezért — az Erdőrendezéstani Tanszék többéves oktatási gyakorlatának megfelelően — *kor szerint monoton csökkenő területeloszlást* tűzünk ki célul. Ennek a

legegyszerűbb modelljét alkalmazzuk, vagyis *több vágáskorú szabályos erdőkén* alakítjuk ki a jövőképet. (Az oktatásban használt további modellek a lépcsős és a folytonos vágáskor szerinti területeloszlással dolgozó modellek.)

A célul kitűzött erdő kor szerinti területeloszlásának és korosztályonkénti fajlagos (ha-onkénti) élőfakészletének megállapítása *tervezői feladat*, amely többféle módszerrel is elvégezhető.

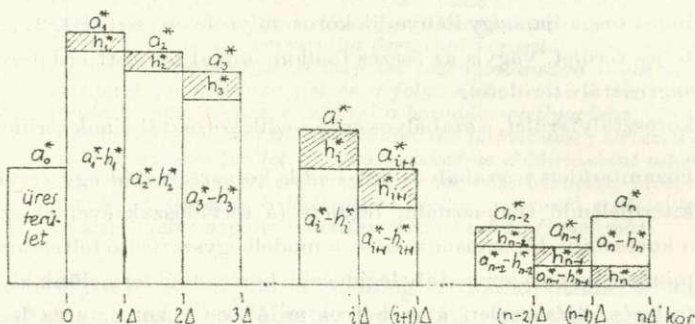
Egy ezek közül

Vezessük be a következő *jelöléseket* és *meghatározásokat*:

- * jelölje a szabályos állapotot,
- n a korosztályok száma (az n -edik korosztály az utolsó, az összevont korosztály),
- i index megadja, hogy hányadik korosztályról van szó ($i = 1, 2, \dots, n$),
- A^* teljes terület, vagyis az összes faállománnyal borított erdőterület (a gazdasági osztály területe),
- a_i^* korosztályterület, a szabályos erdő i -edik korosztályának területe,
- h_i^* hozamterület, a szabályos erdő i -edik korosztályából egy tervidőszak alatt kitermelendő véghasználat területe (a tervidőszak éveinek száma megfelel a korosztály beosztásnak és — a modell egyszerűsítő feltételezése szerint — minden évben a korosztály legidősebb korfokából termelünk ki),
- v_i^* fajlagos élőfakészlet, a szabályos erdő i -edik korosztálya legidősebb korfokának ha-onkénti élőfakészlete.
- b_i^* kényszerű vágási arány, a károsítások és egyéb okok miatt várható kényszerű vágás (kényszerű véghasználat) és a faállománnyal borított terület hányadosa a szabályos erdő i -edik korosztályában,
- c_i^* ideális véghasználati arány, a szabályos erdő i -edik korosztályából kényszerű vágás nélkül kitermelhető terület és a teljes korosztályterület hányadosa
- d_i^* teljes véghasználati arány, a szabályos erdő i -edik korosztályából kitermelhető összes véghasználati terület és a korosztályterület hányadosa ($d_i^* = b_i^* + c_i^* - b_i^* c_i^*$),
- g_i^* vágáskorosztály-terület, a szabályos erdő i -edik vágáskorosztályának területe (a több vágáskorú szabályos erdőmodellben feltételezzük, hogy az i -edik vágáskorosztály vágásérettségi kora — optimális vágáskora — a vágáskorosztály felső intervallum-határa; ez annyit jelent, hogy a teljes terület (A^*) vágáskor szerinti eloszlása ebben az esetben diszkrét eloszlás, amely pl. a 10, 20, ... 10*i*... 100... éves vágáskorhoz rendelt területekkel (g_i) adható meg,
- e_i^* előhasználati arány, a szabályos erdő korosztályonkénti előhasználati fa térfogatának a korosztályvégi élőfakészlethez viszonyított aránya,
- m_i^* mortalitási arány, a szabályos erdő i -edik korosztályában egy tervidőszak alatt elpusztult (kidőlt, kitört, kiszáradt) törzsek fatérfogatának a korosztály végi élőfakészlethez viszonyított aránya,

- z_i^* fajlagos folyónövedék, a szabályos erdő i -edik korosztályának hektáronkénti folyónövedéke (összfatermés folyónövekménye),
- U^* átlagvágáskor, a szabályos erdő átlagos vágáskora (területtel súlyozott harmónikus átlag),
- u_i^* vágáskorosztály-átlagvágáskor, a szabályos erdő i -edik vágáskorosztályának (g_i^*) átlagos vágáskora (harmónikus átlag), (modellünkben — a többvágáskorú szabályos erdőben — az $i < n$ esetben $u_i^* = i\Delta$, s csak az összevont korosztály esetében van szó átlagvágáskorról),
- Δ a korosztály, a vágáskorosztály terjedelme években, illetve a tervezési időszak éveinek száma.

A többvágáskorú szabályos erdő korszerkezetét az 1. ábrán mutatjuk be.



1. ábra. A többvágáskorú szabályos erdő korszerkezeté

A felsorolt változók között a következő összefüggések vannak:

$$\sum_{i=1}^n a_i^* = A^* \quad (1)$$

$$a_i^* \cong a_{i+1}^* \quad \text{ha } i = 1, 2, \dots, n-2 \quad (2)$$

$$h_i^* = a_i^* - a_{i+1}^* \quad \text{ha } i = 1, 2, \dots, n-2 \quad (3)$$

$$h_{n-1}^* + h_n^* = a_{n-1}^* \quad (4)$$

$$1 - d_i^* = (1 - b_i^*)(1 - c_i^*) \quad (5)$$

$$h_i^* = d_i^* a_i^* \quad (6)$$

$$a_i^* = \sum_{j=1}^n d_j^* \cdot a_j^* \quad (7)$$

$$a_i^* = a_1^* \prod_{j=1}^{i-1} (1 - d_j^*) \quad \text{ha } i = 2, 3, \dots, n-1 \quad (8)$$

$$a_n^* = A^* - \sum_{i=1}^{n-1} a_i^* \quad (9)$$

$$g_i^* = ih_i^* \quad \text{ha } i = 1, 2, \dots, n-1 \quad (10)$$

$$g_n^* = (n-1)h_n^* + a_n^* \quad (11)$$

A tervezés egyik lehetséges menete:

- statisztikai adatok és előrejelzések alapján megtervezzük a korosztályonkénti kényszervágási arányt (b_i^*)
- statisztikai adatok, távlati piaci előrejelzések és fatermési modellek alapján megtervezzük az ideális véghasználati arányt (c_i^*)
- (5) alapján kiszámítjuk a teljes véghasználati arányt

$$d_i^* = b_i^* + c_i^* - b_i^* c_i^* \quad (12)$$

- (7), (8) és (9) alapján kiszámítjuk az első korosztály területét:

$$a_1^* = A^* d_n^* \left(1 - \sum_{i=1}^{n-1} ((d_i^* - d_n^*) \prod_{j=1}^{i-1} (1 - d_j^*)) \right), \quad \text{ahol } \prod_{j=1}^0 (1 - d_j^*) = 1 \quad (13)$$

- meghatározzuk a korosztályterületeket (a_i^* , $i = 2, \dots, n$) a (8) és (9) alapján
- kiszámítjuk a vágáskorosztály-területeket (g_i^*) a (10) és (11) alapján
- megállapítjuk a hozamterületeket (h_i^*) a (3) és (4) alapján
- kiszámítjuk az átlagos vágásérettségi kort

$$U^* = A^* / a_1^* \quad (14)$$

és az utolsó vágáskorosztály átlagos vágáskorát

$$U_n^* = A(n-1 + a_n^*/h_n^*) \quad (15)$$

- ellenőrizzük a kapott eredményeket, s szükség esetén korrigáljuk a kényszervágási arányokat (b_i^*), és az ideális véghasználati arányokat (c_i^*), majd újraszámítjuk az egészet (ami számítógépes program segítségével nem jelent problémát)
- a jelenlegi ha-onkénti élőfakészlet adatok ($v_{i-1,i}$) közbesítésével a korosztályvégi fajlagos élőfakészlet (v_i) előállítása, majd ezek kor szerinti kiegyenlítése, a gazdasági osztályon (fafajcsoporton) belüli fafaj-eredet összetétel várható alakulása, az erdészeti növénynevelés várható eredményei, a fatermelési modellek, a környezet-károsítás várható negatív hatása és a korosztályonkénti sűrűség várható alakulása alapján meghatározzuk a célállapot korosztályonkénti korosztályvégi fajlagos élőfakészletét (v_i)
- meghatározzuk a szabályos erdő egy időszak alatti véghasználati fatérfogatát korosztályonként és összesen

$$\left(h_i^* v_i^* \text{ és } V^* = \sum_{i=1}^n h_i^* v_i^* \right)$$

- megállapítjuk az előhasználati arányt (e_i^*), mortalitási arányt (m_i^*) és a fajlagos folyónövedéket (z_i^*) korosztályonként (a számítás különbözőképpen elvégezhető, részletes tárgyalására itt nem térünk ki).

A fentiekől eltérő számítási menetet ad, ha nem a kényszervágási és ideális véghasználati arányból indulunk ki, hanem pl. a korosztályterületekből (a_i^*), vagy a vágáskorosztályterületekből (g_i^*) és az átlagos vágáskorból (U^*).

Az átfogó (erdőállományra vonatkozó) jövőkép előállítására — egyszerűsített formában — az erdőrendezéstan oktatásában is szerepet kap.

A jövőkép-előállításra igényesebb számítógépes programok is készültek, amelyek a felsoroltakon kívül az erdőtelepítési lehetőségekkel és a fafajösszetellel is foglalkoznak.

Bemutatás céljára egyszerűbb példát választottunk: a bükk fafajt. Ennek faállománnyal borított területe (A) jó közelítéssel kereken 100 ezer ha, erdőtelepítéssel gyakorlatilag nem kell számolni, felújítása általában — terveink szerint — ugyancsak bükkal történik, s ezért területe várhatóan nem fog változni ($A^* = A$). Egyszerűség kedvéért eltekintünk attól a körülménytől, hogy egyes állományokban az előhasználatok és a természeti folyamat tényezői a bükköt más fafajok rovására többnyire előnyben részesítik, s ezért a korossal a bükk általában területet kap más fafajoktól.

Ugyancsak eltekintünk attól is, hogy a sűrűség és a mag : sarj arány javításával a korosztályonkénti fajlagos élőfakészlet kismértékű növekedése várható, s így a jövőképben is a jelenlegi fajlagos élőfakészletadatokkal számolunk ($v_{i-1,i}^* = v_{i-1,i}, v_i^* = v_i$).

A korosztályonkénti kényszervágási arányt (b_i^*) és ideális véghasználati arányt (c_i^*), valamint a célul kitűzött — jelenleginél magasabb — vágáskort ($U_i^* = 109$ év) többé-kevésbé önkényesen vettük fel, megfelelő országos adatok híján.

A korosztályterületek és a fajlagos élőfakészlet adatok az 1981. január 1-i aktualizált üzemtervi adatok alapján készültek, becslés alapján 140 éves korig kiterjesztve. Ez utóbbival az volt a célunk, hogy az utolsó, összevont korosztály zavaró hatását mérsékeljük.

Induló véghasználati fatérfogatnak az 1984. évi üzemtervi előírást vettük (412 565 m³/év). Ez valamivel nagyobb, mint az 1981—83. évi tényszámok (kb. 386 ezer m³/év) és az 1981 évi előírás (406 604 m³/év), de kisebb, mint az 1982-ben 1985-re tervezett mennyiség (453 ezer m³/év).

Az adatokat a „Hozadékszabályozás kvadratikus modellel” elnevezésű számítógépes programba táplálva a jelenlegi helyzet és a távlati erdőkép (jövőkép) a következő oldali táblázaton látható formában állítható elő.

A szabályos erdő korszerű modelljeivel és a hozadékszabályozással a *Bondor Antal* szerkesztésében megjelent „Erdőrendezés” című kézikönyv is foglalkozik. Ennek áttanulmányozása megkönnyítheti tömören fogalmazott tanulmányunk jobb megértését.

A lapban megjelent tanulmányok szerzői: *Burján Árpád* tud. főmunkatárs, ERTI, Bp.; *dr. Dobroszláv Lajos* NÖMI körzeti felügyelő, Székesfehérvár; *dr. Gencsi László* egyetemi tanár, EFE, Sopron; *Gerzsenyi Katalin* tud. főmunkatárs, ERTI, Bp.; *Jablonkay Zoltán* tud. osztályvezető, ERTI, Bp.; *Kalmár László* matematikus, Geod. és Geofiz. Kut. Int. Sopron; *dr. Keszthelyiné Jereb Katalin* tud. munkatárs, ERTI, Bp.; *dr. Király László* egyetemi tanár, EFE, Sopron; *Kiss István* kerületvezető erdész, Ásványráró; *Páll Miklós* erdőművelési osztályvezető, Balatonfelvidéki EFAG, Balatonfüred; *Pápai Gábor* erdőmérnök, Budapest; *Rács Ágnes* matematikus, Geod. és Geofiz. Kut. Int., Sopron; *dr. Skultéty Rezső* tud. főmunkatárs, ERTI, Bp.; *Szárász József* csoportvezető technikus, ERTI, Mátrafüred; *dr. Szász Tibor* ny. tud. főosztályvezető, Bp.; *dr. Szodfridt István* egyetemi tanár, EFE, Sopron; *dr. Verbay József* tud. osztályvezető h., ERTI, Bp.

JÖVŐKÉPELŐÁLLÍTÁS

	Fafaj=bükk		Területegység/TE/ = 1000 ha		Jelenlegi helyzet														
	(év):	(m ³ /ha):	(TE):	(m ³ /év):	—10	—20	—30	—40	—50	—60	—70	—80	—90	—100	—110	—120	—130	—140	
A korosztályok	41	114	206	254	295	334	369	415	460	483	488	495	510	520					
Élőfakészlet	3,9	5,0	5,4	9,1	11,4	11,0	11,7	12,8	12,1	7,5	5,0	3,0	1,6	0,5					
Korosztályterület	412 565																		
Végh. fatérfogat																			
Távlati értékek																			
A korosztályok	—10	—20	—30	—40	—50	—60	—70	—80	—90	—100	—110	—120	—130	—140					
Kényszerűvágás	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	1,0	1,0	2,0	3,0	4,0	6,0	7,0	8,0	10,0					
Ideális vágásmódot	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	5,0	10,0	15,0	30,0	50,0	65,0	95,0					
Élőfakészlet	41	114	206	254	295	334	369	415	460	483	488	495	510	520					
Korosztályterület	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,1	9,0	8,7	8,1	7,1	5,8	3,8	1,8	0,6					
Összterület	100,0																		
Végh. fatérfogat	438 681																		



DR. NEMKY ERNŐ
1909—1986

Az utóbbi években viszonylag gyakran értesültünk e lap hasábjain arról, hogy az egyesületünk tagjai közül kik távoztak el az élők sorából. Most, az év őszén eltávozott olyan szakemberről emlékezzünk meg, akit szinte az egész most élő erdőmérnök generáció ismert. Ismerte és tisztelte, vagy úgy mint kortársa — barátja, vagy úgy mint tanítványa; hiszen dr. Nemky Ernő mint az Erdészeti Növénytan tanára és a Tanszék vezetője 1952-től 1975-ig az erdőmérnökök generációját tanította és nevelte.

Dr. Nemky Ernő a magyar erdőszetel először a gyakorlatban szolgált, és csak az élete delén jött az egyetemre, hogy az oktatással is szolgálja azt. 1933-ban Sopronban erdőmérnöki oklevelet szerzett. Szakmai tevékenységét a Miskolci Erdőgazdaságnál kezdte, majd katonai szolgálata után egy évig az Erdőmérnöki Kar Ut- és Vasútépítéstani Tanszékén tanársegédként dolgozott. Innen előbb a Budapesti Állami Erdőfelügyelőséghez került, később pedig a Gödöllői Erdőgazdasághoz rendelték be. E munkahelyeken alföld- és kopárfásításokkal foglalkozott, s különösen az eredményes pilisi kopárfásítások bizonyítják a lelkiismeretes végzett, jó szakmai munkáját.

1943-ban a Nagymarosi Erdőgazdonság vezetésével bízták meg. A leghosszabb üzemi tevékenységét itt folytatta 1949-ig, amikor is a Mezőgazdasági Tudományos

Központba, majd az MTA Adminisztrációs Hivatalába került, ahol erdészeti előadóként dolgozott.

1951. október 1-én bízták meg az Erdőmérnöki Főiskola Növényteni Tanszékének a vezetésével, ahol 1975-ig, nyugdíjba vonulásáig fő feladatának az oktatás korszerűsítését tekintette. E munkáját a párhuzamos szorgalom, a minőségre való törekvés jellemezte, s az eredmény pedig öt tantárgy anyagának a kidolgozása, a jegyzetek megírása, a Botanikus Kert fejlesztése, a gyűjtemény létrehozása. De nemcsak a szakmai ismeretek elsajátíttatásán, hanem — mint a sportkör tanárelnöke — a sport megszerettetésén is sokat fáradozott. Oktató-nevelő munkáját több kitüntetéssel ismerték el.

A magyar erdészetet mint kutató is szolgálta. A tölgy felújulás ökoфизиологические alapjait nagy szeretettel kutatta, és ennek jelentőségére a hallgatók figyelmét is ráirányította. Kutató munkájának elismerését 1954-ben „a biológiai tudományok kandidátusa”, majd 1975-ben „a mezőgazdasági tudományok (erdészet) doktora” tudományos fokozatoknak a megszerzése fémjelzi, és 1972-ben a magyar erdészeti kutatás 75 éves jubileumán a Vadas Jenő emlékéremet is megkapta.

Most, hogy eltávozott körünkéből, az erdész társadalom — különösen barátai és tanítványai — a hála és tisztelet formájában adóznak emlékének.

Dr. Genesi László

Erdőgazdálkodásunkban kellően sajnós nem értékelt, de a lakosság és a népgazdaság számára fontos melléktermékünk a méz. Zömét akácosságunk adják. A jelentős belső fogyasztás mellett évi 15—16 millió dolláros exportot tesz lehetővé — hasonló nagyságrendűt a vadéval anélkül, hogy előállításával burkoltan súlyos károkat kellene elviselnünk. Erdőn lakó szaktársainknak is hasznos jövedelemkiegészítést adott a méhészet valamikor, szakmánk urbanizálódásával azonban ez erősen lecsökkent. Annál örvedetesebb, ha van a szakmánkban olyan, aki ezen a részterületen tudásban és gyakorlatban kiemelkedik, tudását, gyakorlati tapasztalatait másokkal is megosztja.

Dr. Vicsze Ernő okleveles erdőmérnök méhésztörvényben általánosan ismert és elismert. *Faluba Zoltán*:

MIT, HOGYAN, MIÉRT A MÉHÉSZETBEN?

című, a Mezőgazdasági Kiadó gondozásában 1975-ben megjelent könyvének „A virágportermelés” c. fejezete dr. Vicsze Ernő tollából származik, a MEZŐGAZDASÁGI SZAKMUNKÁSKÖNYVTÁR sorozatban pedig

A MÉHÉSZ IS SZAKMUNKÁS. Méhészek könyve

teljesen az ő munkája. A könyv a méhésztörvényboltokban gyorsan elfogyott, az 1982-es megjelenésből már csak a Mezőgazdasági Könyvesboltban található egy tétel. Tudományosan megalapozott méhésztörvényének gazdag tapasztalataiból legújabbban az

ALACSONYKERETES RAKODÓKAPTÁR

tervezett címmel kiadás alatt álló munkájában igyekszik rendet teremteni az általa „darázsfaszek”-nek tartott kaptárkérdésben. Őszinte elismerés illeti a szerzőt, aki erdészpályájának sok értékes eredménye közben — vagy után — erdőgazdálkodásunknak ezen a mellékterületén is ilyen maradandót alkot!

Jérôme René

Mire jó a feketefenyő fája? — kérдем osztrák fás útítársamat Bécsújhely felől a Semmering felé utazva. A vonat hosszú percekig keresztül halad a Steinfeld feketefenyő-ültetvényén át, és felvillan egy fafeldolgozó üzem képe is.

Falépcsőnek és színpadi deszkának, mert nem nyikorog — hangzik a meglepő válasz. A fűrészen látott nagy mennyiségű szelvényáru nyilván más hasznosításról is árulkodik, de a helyet híressé tett másik használat — a gyantázás — itt már teljesen megszűnt. Csak itt-ott látszanak még rég nem továbbmetszett tükrök. Valamikor itt születt és innen hoztuk mihozzánk is a piestingi gyalut, Keletkezési helyén talán nincs már senki, ki kezelni tudná.

Jérôme René