

## HELYI FATÖMEGTÁBLÁK KIDOLGOZÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI

HORVÁTH LAJOS

*Az állományok fatömegének fatömegetáblával történő meghatározása gyors és aránylag olcsó módszer. Hátránya viszont, hogy a fatömegetáblák kialakításának jellegéből eredően, nevezetesen, hogy az alapul szolgáló mintafákat nem ott vettük fel, ahol a fatömegetáblát alkalmazni kívánjuk, kisebb-nagyobb torzításokat eredményez. Helyi mintafa felvételekkel, megfelelő matematikai-statisztikai módszereket alkalmazva és kihasználva a számítástechnika adta lehetőségeket, van lehetőség olyan helyi fatömegetáblák kialakítására, amelyek ezeket a torzításokat lényegesen csökkenthetik.*

A fahasználati tervezést közvetlenül támogató fatömeg meghatározásnak egy-egy konkrét erdőrészletre kell pontos adatokat szolgáltatnia. A legmegbízhatóbb módszerek azok, amelyek helyi mintavételen alapulnak. A mintavétel (mintafa felvétel) azonban eléggé költséges, ezért egyes esetekben a kisebb pontosságú, de olcsóbb módszereket kell előnyben részesíteni. Ilyen módszer a fatömegetáblás fatömeg-meghatározás.

A fatömegetáblák megbízhatóságát, pontosságát viszont mindenképpen növelni kell, amit úgy tudunk elérni, hogy helyi mintafa felvételekre támaszkodunk, és az elemzéseknél igénybe vesszük a matematikai statisztika egyes módszereit is. További követelmény a függvényformás kifejezés, mert a fatömegetábla számítógépre vitele így lényegesen egyszerűbb.

A Nyugatmagyarországi Fagazdasági Kombinátnál az itt ismertetett helyi fatömegetábla-kialakítási kísérletek során, olyan fatömegfüggvényeket próbáltunk meghatározni, amelyek lehetővé teszik:

- egyes állományok várható vastagfájának meghatározását,
- a mintafás becsléseknél az optimális mintafa kiosztáshoz segédinformáció szolgáltatását és
- a Sopp-féle bruttó fatömegetáblák helyi alkalmazhatóságának ellenőrzését.

A fatömegetáblák kialakításának alapelve az, hogy a faegyednek léteznek olyan (a fatömeget befolyásoló, számtalan hatótényező mellett) aránylag könnyen mérhető jellemzői, amelyek a fatömeg nagyságával szoros kapcsolatban vannak, változásuk maga után vonja a fatömeg változását is. A két leggyakrabban alkalmazott jellemző a mellmagassági átmérő és a famagasság, de szóba jöhet még a törzshossz, valamely felső magasság, a korona magasság vagy a koronaátmérő stb. is. Az említett mérhető jellemzők és a fatömeg számszerű összefüggését, sztochasztikus modellről lévén szó, regressziószámítással határozhatjuk meg.

A függvényillesztéssel történő fatömegetábla kialakításánál a következőket kell szem előtt tartani:



- olyan függvényeket kell kiválasztani, amelyek egyrészt a fák aránylag könnyen megmérhető jellemzőit tartalmazzák, másrészt kezelni tudják e változók és az alakszám összefüggését, továbbá
- azonos fafajon belül termőhelyenként, használati módonként stb. külön fatömegtáblákat kell kialakítani, hogy csökkenteni tudjuk az alakszám szórását és ezáltal növelni a fatömegtáblák megbízhatóságát.

A szakirodalom által javasolt fatömegfüggvények az 1. táblázatban találhatóak.

1. táblázat

Fatömegfüggvények

Megnevezés	Függvény
1. Király László által javasolt (brutto fatömegre) függvény	$v = D^2 H \left[ \frac{H}{H-1,3} \right]^n (p_1 D H + p_2 D + p_3 H + p_4)$
2. Hübelund, M. által javasolt függvény	$v = p_1 D^2 + p_2 D^2 H + p_3 D H^2$
3. Francia Erdészeti Kutatóintézet által javasolt függvény	$v = p_0 + p_1 C + p_2 C^2 + p_3 C^3 + p_4 C H^2 + p_4 C^2 H$
4. Kétváltozás hatványfüggvény	$v = p_1 D^{p_2} H^{p_3}$
5. Háromváltozás hatványfüggvény	$v = p_1 D^{p_2} H^{p_3} D_f^{p_4}$
6. Konstans alakszámot feltételező formula	$v = p_1 D^2 H$
7. Az ún. "egyesített változó" formula	$v = p_0 + p_1 (D^2 H)$
8. Az ún. "short cut" formula	$v = p_0 + p_1 D^2 H$

- V: fatömeg (m<sup>3</sup>)
- D: mellmagassági átmérő (cm)
- H: famagasság (m)
- C: mellmagassági kerület (D · π) (m)
- D<sub>f</sub>: valamely felsőátmérő (cm)
- F: az ún. Girard-féle alakosztály vagy az abszolút alakhányados

n, p<sub>0</sub>, p<sub>1</sub>, p<sub>2</sub>, p<sub>3</sub>, p<sub>4</sub>: függvényparaméterek

A megfelelő fatömegfüggvények kiválasztásán túl van még egy elméleti probléma, amit nem lehet figyelmen kívül hagyni. A fák méretének növekedésével az azonos mellmagassági átmérő—famagasság adatpárhoz tartozó fatömeg varianciája növekszik. A regressziószámításánál a hibával kapcsolatos kikötések közül így nem teljesülnek a hiba állandóságára és a magyarázó változóktól való függetlenségére vonatkozó kikötések. A becslés így is torzítatlan lesz, de nem a legkisebb szórásnégyzetű. A szóban forgó problémát az ún. súlyozott regresszió alkalmazásával lehet megoldani, amely a nagyobb varianciájú eseteket kisebb súllyal, míg a kisebb varianciájú eseteket nagyobb súllyal veszi figyelembe. A súlyozási tényező (w<sub>i</sub>) az egyes esetekre meghatározott varianciák (s<sup>2</sup>) reciprokéval lesz egyenlő, és így már a legkisebb szórásnégyzetű becslést kapjuk.



A súlyozott regresszió alkalmazásához tehát ismerni kell a fák méreteinek (mellmagassági átmérő, fmagasság) és a fatömeg varianciájának az összefüggését. A varianciafüggvény-illesztéshez a szakirodalom az alábbi függvényeket javasolja:

$$\begin{aligned} \text{— exponenciális függvény:} & \quad s^2 = p_1 e^{P_2(D^2H)} \\ \text{— hatványfüggvény:} & \quad s^2 = p_1 (D^2H) \\ \text{— egyenes:} & \quad s^2 = p_1 (D^2H)^n \end{aligned}$$

A vizsgálatok azt mutatták, hogy az egyenessel jól becsülhető a variancia, ami azért is előnyös, mert a súlyozási tényező meghatározása lényegesen leegyszerűsödik ( $w_i = 1/D^2H$ ).

### A függvényillesztés eredményei

A megfelelő függvény(ek) kiválasztását több lépcsőben végeztem (az elemzéseknél a BMDP matematikai statisztikai programcsomag programjait használtam). Az alapadatokat az NYFK-nál az elmúlt években szakaszos köbözéssel felvett mintafa-adatállomány szolgáltatta. Az illeszkedés mérőszámának a többszörös korrelációs együtthatót ( $R$ ) és a relatív reziduális szórás ( $v$ ) választottam. A regressziószámítás minden esetben a linearizált alakra történt (a két- és háromváltozós hatványfüggvélynél a logaritmizált alakra, ahol természetesen a varianciafüggvény is a logaritmizált adatok alapján került kiszámításra).

A már említett nyolc függvény közül ötre végeztem próbaszámításokat (az 1., 2., 4., 5. és 7. sorszámúakra). A francia erdészeti kutatóintézet által alkalmazott függvényt csak a vizsgálatok befejezése után ismertem meg, a 8. számú függvényhez nem rendelkezem az abszolút alakhányados-adatokkal, a 6. függvényt pedig azért hagytam el, mert az alakszám semmiképpen nem tekinthető konstansnak. A fatömegfüggvény-illesztés végső eredményéül az adódott, hogy a két legelőnyösebb függvény a *Näslund*-féle függvény és a kétváltozós hatványfüggvény, amelyek közül az egyszerűbb kezelhetőség miatt egyelőre az előzőt választottam. A vizsgálatba bevont öt legfontosabbnak ítélt fafajunk: KST, Cs, A, Gy, EF (a 6. faj a KTT lenne, de erre a minimális elemszámú mintafával sem rendelkezünk). Véghasználati állományokra vonatkozó függvénye a 2. táblázatban található. A többszörös korrelációs együttható minden esetben magas értéket ad, a relatív reziduális szórások viszont már nem ennyire kedvezőek. Az aránylag nagy szórások arra utalnak, hogy az azonos mellmagassági átmérőjű és fmagasságú fák fatömegére az alakszám változása jelentős hatással van.

A *Näslund*-féle függvényvel számított vastagfát összevettem a *Sopp*-féle fatömegszámítási táblázatokból a vékonyfa-százalékokkal számított vastagfával (3. táblázat). Látható, hogy a függvények értelmezési tartományán belül az eltérés maximum  $\pm 15$ – $20\%$ , az értelmezési tartományon kívül viszont, különösen a kis méreteknél, az eltérés már jelentős.

Az itt közölt függvények alkalmazhatóságánál természetesen figyelembe kell venni, hogy kevés mintafa alapján készültek és ezek a mintafák is aránylag kisszámú erdőrészletből származnak. Mindenképpen egy induló állapotról van szó, amelyet további mintafa felvételekkel pontosítani, ellenőrizni kell. A fatömegszórások alapján megállapítható, hogy legalább 1000–1200 mintafára van szükség fafajonként (25–30 erdőrészletben felvéve) egy megbízható fatömegtábla kialakításához.



## A Näslund-féle fatömegfüggvény véghasználati állományokra

Fafaj	Minta- elemozám (db)	Erdőrész- letek szá- ma (db)	R	V (%)	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>
1. Kocsányostölgy	135	7	0,989	19,8	10 <sup>-3</sup> 0,20519	10 <sup>-4</sup> 0,25297	10 <sup>-5</sup> 0,69530
2. Cser	202	6	0,994	14,6	10 <sup>-3</sup> 0,46383	10 <sup>-4</sup> 0,10188	10 <sup>-5</sup> 0,52900
3. Akác	461	11	0,994	16,0	10 <sup>-3</sup> 0,11125	10 <sup>-4</sup> 0,30798	10 <sup>-5</sup> 0,43140
4. Gyertyán	236	4	0,992	25,2	10 <sup>-3</sup> 0,10351	10 <sup>-4</sup> 0,27993	10 <sup>-5</sup> 0,14420
5. Erdeifenyő	122	2	0,992	25,2	10 <sup>-3</sup> 0,17920	10 <sup>-4</sup> 0,35051	10 <sup>-5</sup> 0,77240

$$v = p_1 D^2 + p_2 D^2 H + p_3 D H^2$$

R: többszörös korrelációs együttható

V: relatív reziduális szórás

p<sub>1</sub>, p<sub>2</sub>, p<sub>3</sub>: a függvény paraméterei

A függvények 12—45 cm-es mellmagassági átmérő és 12—30 m-es fmagassági tartományban érvényesek.

## A vastagfa függvényekkel és a Sopp-féle fatömegszámítási táblázatokból számítható vastagfa százalékos eltérése véghasználati állományokra

Kocsányostölgy:								Cser:								Erdeifenyő:							
D								D								D							
H	6	12	18	24	30	36	40	H	6	12	18	24	30	36	40	H	6	12	18	24	30	36	40
6	+85	+72	-	-	-	-	-	6	+120	-	-	-	-	-	-	6	+51	+39	-	-	-	-	-
12	+38	+30	+25	+20	-	-	-	12	+75	+44	+36	+34	+32	-	-	12	0	+9	+15	+23	+28	-	-
18	-	+20	+15	+11	+5	-1	-4	18	-	+17	+7	+5	+2	0	0	18	-	-7	0	+7	+13	+17	+19
24	-	-	+13	+10	+2	-3	-7	24	-	-	-5	-3	-15	-15	-16	24	-	-21	-7	-1	+4	+8	+9
30	-	-	-	+8	+2	-4	-6	30	-	-	-	-15	-19	-22	-24	30	-	-	-10	-10	-3	0	+3
Akác:								Gyertyán:								Erdeifenyő:							
D								D								D							
H	6	12	18	24	30	36	40	H	6	12	18	24	30	36	40	H	6	12	18	24	30	36	40
6	+68	+9	-	-	-	-	-	6	+45	+27	-	-	-	-	-	6	+51	+39	-	-	-	-	-
12	+67	+25	+3	-5	-7	-5	-	12	+33	+11	+5	+3	-	-	-	12	0	+9	+15	+23	+28	-	-
18	-	+31	+14	+4	-1	-3	-1	18	-	+21	+1	-12	-18	-23	-	18	-	-7	0	+7	+13	+17	+19
24	-	-	+20	+9	+4	+1	0	24	-	-	-3	-14	-21	-25	-	24	-	-21	-7	-1	+4	+8	+9
30	-	-	-	+16	+3	+4	+1	30	-	-	-	-	-	-	-	30	-	-	-10	-10	-3	0	+3

A jelenleg rendelkezésre álló mintafa-adatállomány alapján, az akác kivételével nem mutatható ki olyan eltérés, amely a Sopp-féle fatömegszámítási táblázatok helyi alkalmazhatóságát megkérdőjelezné.

Az akác fafajra 32 erdőrészletben végrehajtott fatömegszámítás (bruttó- és vastagfa) alapján az adódott, hogy a Sopp-féle táblákkal 5—8%-kal kevesebb vastagfa mutatható ki mint az itt ismertetett Näslund-féle függvényvel. Természetesen az eltérés egyértelmű igazolásához további vizsgálatok szükségesek.

## Közvetkeztetések

A mintafa elemzések eredményei alapján egyértelműen megállapítható, hogy van reális esély helyi vastagfa-fatömegtáblák kialakítására. Több függvény is alkalmas lehet ilyen célokra, amelyek közül csak egy lehetőség az itt bemutatott Näslund-féle függvény.



Az átmérőn és a magasságon kívül feltételezhetően léteznek egyéb változók, amelyek tovább növelhetik a megbízhatóságot. (Jelen esetben a 6 m magasságban mért felsőátmérővel próbálkoztam, de a rendelkezésre álló mintafa-állománynál ez nem jelentett információnövekedést az átmérőhöz és a magassághoz képest.)

Ugyancsak feltételezhető, hogy a fafajon belüli használati mód vagy egyéb ismérv szerinti bontás szóráscsökkentő hatású.

A mintafa adatok nem csak a vastagfa függvények meghatározására alkalmasak, hanem a választékbecslési módszerek fejlesztését is lehetővé teszik. A regressziószámítással ugyanis kapcsolatot kereshetünk a fa különféle mérhető jellemzői és a választék-összetétel vagy a fatömeg vastagsági megoszlása között. Az összefüggés itt is valamilyen függvénnyel fejezhető ki. A szakirodalom ezen a területen több sikeres vizsgálatról számol be.

---

---

## KOMPLEX FAFELHASZNÁLÁS A NEFAG NAGYKŐRÖSI GYÁREGYSÉGÉBEN

A Nagykunsági EFAG vezetősége a nagykőrösi fafeldolgozó gyáregységben a technológia korszerűsítését, a faanyag komplex hasznosítását tűzte célul. A cél megvalósítása együtt járt az üzem teljes rekonstrukciójával és új termékek gyártásával. A saját és vásárolt rönkök feldolgozása különböző bútoralkatrészekké, szabványos MÁV—EUR csere rakodólapokká, zsalutáblákká stb., az akkori gyártási körülmények között nem volt lehetséges. A hőenergia-termelés szempontjából 2 db 520 típusú mozdonykazánból álló kazántelep összesen 4 t/h gőztermeléssel, az üzem téli gőzigényét nem tudta fedezni. A kazánokhoz tartozó lépcsős rostélyokon a keletkezett fahulladékból csak a darabos részt lehetett eltüntetni, a fűrészport, forgácsot nem. Ezt az üzem közelében levő földmélyedésbe hordták ki, eladásra minimális mennyiség került. A szálas hulladék aprítékká való feldolgozását és értékesítését viszont az akadályozta, hogy a rönkök kérgezés nélkül kerültek felfűrészelésre. Ilyen előzmények után a NEFAG vezetősége a rekonstrukciót három ütemben valósította meg:

- elkészítette a technológiai folyamatot és beszerezte a szükséges gépeket;
- megtervezte és kivitelezte a légtechnikai berendezéseket és végül felújította a kazántelepet és megfelelő adagoló-, illetve szállítóberendezésekkel alkalmassá tette a fűrészpor, forgács eltüzelésére.

Az elszívó rendszer tervezését az EFE faipari géptani tanszéke vállalta.

a) Rendszer tekintetében fűrészpor-, forgácselszívásnál kettős leválasztóberendezéssel (ciklon + porszűrő) tisztították meg a levegőt a szennyeződésektől és a megtisztított meleg levegőt visszavezették a fafeldolgozó üzemszarnokba. A szövetelemes porszűrőknél keletkezett por összegyűjtésére — a kazánban keletkező esetleges porrobbanások elkerülésére — szűrőciklont