

Fatermési és növekvési táblák felállítása törzselemzések és közvetlenül kipuhatolt fatömegek alapján.

Irtta: Schemmel Samu, m. k. erdőrendező.

Az erdészeti tankönyvek fatermési táblák felállítási módjáról szóló szakaszaiban azon véleménynyel találkozunk, hogy helyi viszonyoknak megfelelő fatermési és növekvési táblák csak egyenlő termőhelyen nőtt, különböző koru állabok fatömegeinek alapján állíthatók össze. Ezen vélemények és az ezekre vonatkozó tantételek ellen, a dolog velejét tekintve, ellenmondásnak voltaképen nem is lehet helye. Mert nem ismerünk oly megbízható módszert, melyszerint képesek volnánk, az egyes korfokokatokra vonatkozó adatokat egyetlen egy állab concret adataiból egyszerűen levezetni, s a növekvési viszonyokat hiven visszatükröztető fatermési táblát felállítani.

Számtalan tudományos vizsgálódások vezettek azon tényálladéokra, hogy teljes zárlatban felnőtt állabok fanövekvése — folyószak és átlagnövedék — egy első és másod fokú haladvány közt és következőképpen a fatömegek sorozata egy másod és harmadfokú haladvány között ingadozik. Ezen az üzemmód, fanem, talajminőség, éghajlat, időjárás, elemi és egyéb külbefolyásoktól függő ingadozások törvényét pedig, ha ugyan határozott törvényről lehet szó, nem sikerült kipuhatolni. Onnan van tehát, hogy mindazon törekvések, melyek a fatermési táblák felállítási módjának egyszerűsítésén fáradoztak, különösen pedig azok, melyek a fatermési táblák levezetését csupán csak törzselemzésekre kívánták alapítani, általános helyesléssel nem találkoztak, és az előbb említett vélemény, hogy t. i. concret helyi viszonyoknak megfelelő fatermési táblák csak ugyanazon termőhelyen felnőtt állabok fatömegei alapján állapíthatók meg, eddigelé más által háttérbe nem szorított.

Hol „rendes kezelés“ mellett felnevelt állabokban örvendünk, és az erdőösszlet nem tulságosan kiterjedt, és különbözőbbnél különbözőbb termőhelyekkel nem bir, kétséget nem szenvedhet, hogy egyenlő termőhelyen felnőtt, különböző koru és elegendő számú állabokat találni fogunk, melyeknek fatömegei termési táblák levezetéséhez használhatók. Ott pedig, hol az ellenkező körülmények léteznek, tudna minden erdőbecslő, a ki termési táblák felállításával foglalkozott, bizonyoságot tenni arról, hogy minő nehézségekkel jár a nélkülözhetlen szükséges adatok gyűjtése. E nehézségeket az „Erdészeti Lapok“ 1862. évi folyamában „A fatermési és növekvési táblákról, azok összeállítása és használata módjáról“ czim alatt megjelent értekezésben egy gyakorlott és szakavatott toll nagyon élénken megvilágította.

Jelen sorok írója is, a kolosmonostori r. k. alapítványi uradalom erdősegeinek becslését az ötvenes években végrehajtván, tapasztalta a fatermési táblák felállításával járó nehézségeket; e nehézségek leküzdésére irányzott törekvései azonban oly eljárásra vezették, mely az eddig ismert és nyilvánosságra jutott eljárási módoktól lényegesen eltér. És e sajátlagos eljárása leírásának és indokolásának legyenek szánva, az „Erdészeti Lapok“ tisztelt szerkesztősége engedelmével, a következő sorok.

Az említett és üzemileg berendezett 4037.₂ holdnyi kiterjedésű alapítványi erdők három főcsoportban, Kolosmonostor, Bács és Kajántó községek határában terjednek el s nagyobbára tölgyasarjerdővel vannak erdősülve.

A teljzárlatn, s a vágható korban, vagy az ahhoz közel állott elegyetlen tölgyállabokban a fatermési táblák felállításához választott próbatereken talált átlagos mintafáknál — rendszeren legalább három darabnál — a törzselemzés a szokásos eljárás szerint lett alkalmazva, a holdankénti fatömegek pedig a mintafák elemzése folytán öt évi korfokozatokra levezetett

magasságok és köbtartalmak átlagai alapján $t = \frac{T M^2}{K} \times \frac{K}{m^2}$ vagyis $\log t = \log \text{const} \left(\frac{T M^2}{K} \right) + \log k - 2 \log m$ képlet segítségével számítottak ki; a hol T, a próbatér fatömegét; K, a mintafák átlagos köbtartalmát; M, magasságát; t, k és m pedig az elemzés útján megállapított tömegeket, köbtartalmakat és magasságokat jelenti. Ezen képlet azon ismert és a szaktudomány által is pártolt feltevésen alapszik, hogy szabályos állabokban a nöterek ugy aránylanak egymáshoz, mint a törzsmagasságok négyzetei.

Az erdészeti körében sarj- és szálerdőkre külön szerkesztett fatermési táblák lévén használatban, értekezésünket két szakaszra fogjuk osztani; annak első szakaszában a sarj-, és második szakaszában a szálerdőre vonatkozó fatermési tábláknak felállítását törzselemzések alapján megkísérteni.

ELSŐ SZAKASZ.

Sarjerdőkre vonatkozó termési táblák felállítása.

I. Elegyetlen kocsános és kocsántalan tölgy-sarjerdő, éjszaki, lankás fekvéssel, mély rétegű, televényes homokos agyagtalajon. Állabkor 60 év, fák száma egy holdan 340; a mintafák átlagos köbtartalma (az ágakat is beleértve) 13.454^k k. l.; holdankénti fatömeg 4574.360 köbláb.

*) Hogy szerző jelen közleményében a régi mértékeket használja, ez indokolását találja abban, hogy a mint a fentebbiekből is kiténik, ezen közleménye alapján nagyrészt még a régi mérték fennállása idejében eszközölt felvételek szolgáltak. Minthogy azonban már rég elérkezettnek tartjuk azon időt, hogy bármennyire is nehezére essék némelyikünknek a megszokottól való eltérés, — szakbeli tanulmányozásainknál s értekezéseinknél a törvényszabta métermértékrendszerrel megbarátkozzunk: felkérjük t. munkatársainkat, hogy közleményeikben ezentúl kizárólag az új mértékrendszert használni sziveskednének.

Szerk.

Törzselemzés.

Fakor	A mintafák átlagos			Holdan- kénti fatömeg	Folyó-	Átlag-	Megjegyzés
	átmé- rője	magas- sága	kőbtar- talmá		növedék		
év	k ö b l á b a k b a n						
5	0.89	9.6	0.017	294.284	58.8568	58.8568	log. t=log. const.
10	2.12	19.6	0.216	897.019	120.5470	89.7019	$\left(\frac{T}{K} \frac{M^3}{K}\right) + \log. k.$
15	3.20	27.5	0.728	1535.769	127.7500	102.3346	- 2 log. m.
20	4.28	33.72	1.602	2247.746	142.3954	112.3873	log. const.
25	5.04	39.75	2.626	2651.433	80.7374	106.0573	= 6.2028601
30	5.64	45.10	3.642	2856.584	41.03102	95.2195	
35	6.25	50.05	5.044	3212.380	71.1592	91.7823	
40	6.74	54.40	6.479	3492.772	56.0784	87.3193	
45	7.24	58.75	8.067	3728.691	47.1838	82.8598	
50	7.58	62.10	9.907	4098.445	73.9508	81.9889	
55	8.04	65.30	11.502	4303.354	40.9818	78.2428	
60	8.50	68.50	13.454	4574.360	54.2012	76.2393	

Az egyes korfokokokra fent említett képlet által kiszámított fatömegek közül a 60, 50 és 40 évi fakorok tömegei a Feistmantel-féle sarjerdőre érvényes általános fatermési táblák II. és III. alosztálya közé esnek; a 30. évi fatömeg meghaladja a II. alosztályt, a 20. év tömege még nagyobb az illető első alosztály tömegénél, végre a 10. év tömege megközelíti az I. osztályt. Ezeknél még szembeötlőbb ingadozásokat mutat fel a folyó növedék; mi, eltekintve a fanövekvés természetes folyásából eredő ingadozásoktól, talán abban is talál magyarázatot, hogy ugyanazon mintafák, melyek a próbatér jelenlegi fatömegének megállapításánál szolgáltak alapul, nem képviselték fiatalabb korukban is a középfákat a próbatéren. Ha már most ama fatömegeket azon célra akarjuk felhasználni, melyre a fatermési táblák az erdőbecslés körében használatni szoktak, azokon oly változtatásokat kell véghezvinnünk, miknek következtében mind a folyó, mind pedig az átlagnövedék a fanövekvési törvénynek megfelelőnek tekinthető.

Ismeretes, hogy mind a folyó, mind az átlagnövedék a delelési pontig emelkedik, azontul pedig hanyatlak.

Ha emez emelkedés és hanyatlás egyenletesen történnék, a növedékeket két rendbeli, első fokú haladványokból álló sorozatoknak tekinthetnők, melyekből tehetségünkben állana, a termési tábla főadatait egyszerűen kiszámítani.

Habár a fenti feltevés merőben helytelen, mert a növedékek se nem növekszenek, se nem apadnak egyenlő különbségek mellett, mégis módot találunk benne arra nézve, hogy az egyenesen a törzselemzésből $t = \frac{T M^2}{K} \times \frac{k}{m^2}$ képlet alapján levezetett, és a növekvési ingadozásokat még magokban foglaló fatömegek sorát olyformán módosíthassuk, hogy az, a növekvési törvényt megközelítőnek tekinthető. Ezen módosítást, még pedig a folyó növedékből indulván ki, a következőleg eszközölhetjük.

Ha a tölgy-sarjerdőre vonatkozó általános termési táblákban kimutatott folyó növedékeket összeadjuk, és az összeget a korfokozatok számával osztjuk, kapjuk az első korfokozatnak, vagy is általánosan mondván, a termési tábla első tagjának megfelelő folyónövedéket, mely egyenlőnek is tehető az illető átlagnövedékkel. (E szabálytól való eltérés csak az említett táblák VIII. és IX. alosztályánál észlelhető.)

Ezeket a concret esetre alkalmazván, kaphatjuk az 5 évi fakornak megfelelő folyó, vagyis átlagnövedéket, ha a törzselemzésnél felsorolt folyó növedékek összegét a korfokozatok számával elosztjuk.

A concret esetben a folyó növedék delelési vagyis forduló pontja a 30 évi fakorra tétetvén, hasonlólag leszármaztatható a 30 évi fa-kor folyó növedéke; az 5., 10., 15., 20., 25. és 30-ik éveken, a 60. évi fakornak folyó

növedéke pedig a 35., 40., 45., 50., 55. és 60-ik évekbeni folyó növedékek összegéből osztva, az illető tagok számával:

A mondottak szerint lesz tehát:

1. A 30. évi fakor folyó növedéke:

$$(58.8568 + 120.5470 + 127.7500 + 142.3954 + 80.7374 + 41.0312) : 6 = 571.3176 : 6 = 95.2196 \text{ köbláb};$$

2. a 60. évi fakor folyó növedéke:

$$(71.1592 + 56.0784 + 47.1838 + 73.9508 + 40.9818 + 54.2012) : 6 = 343.5552 : 6 = 57.2592 \text{ köbláb}; \text{ és}$$

3. az 5 évi fakornak folyó, egyszermind átlagnövedéke:

$$(571.3176 + 343.5552) : 12 = 914.8728 : 12 = 76.2394 \text{ köbláb.}$$

4. Végre az 5 évi korfokozatnak tömege:

$$76.2394 + 5 = 381.1970^{\text{k. l.}}$$

Az 1. és 3. tétel alatt egyelőre leszámaztatott növedéket tehetjük, az előrebocsátott magyarázat szerint s vonatkozással az 5—30-ik évi korfokozatokra, az első foku emelkedő haladvány végtagjainak, mely haladvány sortagjainak száma: $n=6$, és állandó különbsége: $\frac{95.2196 - 76.2394}{6-1} = + 3.79604$.

Az 1. és 2. tétel alatti növedéket pedig, vonatkozólag a 30—60. évi korfokozatokra, szintén első foku, de apadó haladvány végtagjainak, melynél a sortagok száma $n=7$, és az állandó különbség $\frac{95.2196 - 57.2592}{7-1} = - 6.326733$.

Ha végre valamely termési tábla első tagjának, vagy legkisebb korfokozatának fatömege és az erre következő többi korfokozatok folyó növedékei ismeretesek, természetes, hogy a megfelelő fatömegek is rendre levezethetők; mert az első tagnak fakorát: a -val, tömegét: t -vel, az arra következő korfokozat fakorát: f -fel, folyó növedékét l -lel, és tömegét T -vel jelölvén, lesz $l = \frac{T-t}{f-a}$, s ebből $T = l(f-a) + t$.

A fenti adatok alapján mindegyik korfokozatnak folyó növedéke leszarmaztatható lévén, eszközölhetjük ama képlet segítségével a következő első előleges kiegyenlítését a fatömegeknek.

Fakor	Folyó növe- dék és külömbség	A folyó növe- dék ötszörös tényezete	Fatömeg
	köbláb egy holdon		
5	76.23940	.	381.19700
10	+3.79604	400.17720	781.37420
	80.03544		
15	3.79604	419.15740	1200.53160
	83.83148		
20	3.79604	438.13760	1638.66920
	87.02752		
25	3.79604	457.11780	2095.78700
	91.42356		
30	3.79604	476.09500	2571.88500
	95.21960		
35	-6.32673	444.46435	3016.34935
	88.89257		
40	6.32673	412.89070	3429.18005
	82.56614		
45	6.32673	381.19705	3810.37710
	76.23941		
50	6.32673	349.56340	4159.94050
	69.91268		
55	6.32673	317.92975	4477.57025
	63.58595		
60	6.32673	286.29610	4764.16635
	57.25922		

$$\left(T_{10} = \frac{1}{10} \times (10 - 5) + \frac{t}{5} = 400.17720 + 381.19700 = 781.37420.\right)$$

Mint hogy azonban a 60. éves irányállab fatömegét 4574.360 köblábal találtuk, a fenti levezetés szerint pedig a 60. évi fakor tömege 4764.16635 köblábat tesz, szükséges, hogy a különbséget az egyes korfokozatokra aránylagosan osztjuk fel, illetőleg, hogy mivel a jelen esetben a leszarmaztatott fatömeg nagyobb a próbatérénél, a 60. évet megelőző minden korfokozat tömegét ezen különbséghez képest kisebbítsük, a követ-

kező aránylat által $4764.16685 : 4574.3600 = T^1 : T$, miből :
 $T = T^1 \times \frac{4574.3600}{4764.16635} = T^1 \times 0.96016$ *)

A fatömegek ekképeni kiigazításának eredményét kitünteti már a következő második előleges kiegyenlítése a fatömegeknek.

Fakor	Kiigazított fatömegek	Folyó-	Átlag-
		n ö v e d é k	
év	k ö b l á b e g y h o l d o n		
5	366.01107	.	73.202214
10	750.24425	76.846636	75.024425
15	1152.70242	80.491634	76.846828
20	1573.38462	84.136440	78.669231
25	2012.29084	87.781244	80.491634
30	2469.42206	91.426244	82.314065
35	2896.17799	85.351186	82.747942
40	3292.56152	79.276706	82.314038
45	3658.57168	73.202032	81.301593
50	3994.20847	67.127358	79.884169
55	4299.47190	61.052686	78.172216
60	4574.36000	54.977620	76.239333

Ezen második előleges kiegyenlítésnek eredményét a fennebb említett általános fatermési táblával összehasonlítván, meggyőződhetünk arról, hogy a fatömegek a kérdéses táblák II-ik és III-ik alosztálya közt állanak, sőt az illető átlaggal, mely a 10. évben 7.5^{n.o.}, a 20-ikban 16^{n.o.}, a 30-ikban 25.5^{n.o.}, 40-ikben 34^{n.o.}, az 50-ikben 40.5^{n.o.}, és a 60-ik évben 45 normál ölet tesz, csaknem teljesen megegyeznek, és a növedéknél sem észlelhetők többé a növekvési ingadozásokból eredő különbségek. De miután a fanövekvési törvény szerint sem a növedékek, sem a fatömegek nem képeznek két-két rendbeli haladványt, hanem csak folytonos sorozatok tagjai lehetnek, az előlegesen levezetett fatömegek és ezek

*) Pl. A 15. évi fakor kiigazított tömege $1200.53160 \times 0.96016 = 1152.70242$ k. l.
 A 30. évi fakor kiigazított tömege $2571.88500 \times 0.96016 = 2469.42206$ k. l.

nyomán a folyó és átlagnövedék még olyformán módosítandók, hogy azok a fanövekvési törvénnyel teljes összhangzásban állóknak tekinthetők.

Ezen módosítási eljárásnak indokolása és könnyebb megérthetése végett előre kell bocsátanunk a következő fejtegetéseket.

Ha valamelyik termési táblában foglalt első tagnak, vagy általában a legkisebb fakornak tömegét valamennyi következő tag tömegéből levonjuk, s a maradványokat a fakorok különbségei által elosztjuk, szintén jutunk egy növedéki sorozathoz, melynek tagjai nagyobbak az átlagnövedéksorozat tagjainál; a folyó növedék pedig, annak legnagyobb fokának eléréséig kisebbek, azontul pedig nagyobbak, és melynek tetőpontja a folyó és átlagnövedék delelési időszakába esik.

A következőkben gyakrabban törtévéen hivatkozás ezen növedéki sorozatra, legyen szabad annak, minthogy különböző nagyságu, tehát egyenlőtlen korfokozatokra vonatkozik, az egyenlőtlen szaknövedék (Ungleichperiodischer Zuwachs) nevét tulajdonítani. Ezentul tehát különböztetni fogunk értekezésünkben háromféle növedéket, t. i. a folyó növedéket, átlagnövedéket és az egyenlőtlen szaknövedéket.

A fenti magyarázat értelmében van tehát, ha a termési tábla első tagjának fatömegét t -vel, annak fakorát f -fel; akármelyik más tagjának fatömegét $\frac{T}{X}$ -el, annak fakorát X -el, és az egyenlőtlen szaknövedéket $\frac{E}{X}$ -el jelezzük :

$$\frac{E}{X} = \frac{T}{X} - t, \dots \dots \dots (A),$$

miből következik :

$$\frac{T}{X} = \frac{E}{X} (X - f) + t; \dots \dots \dots (B),$$

azaz : szóval, akármelyik fakornak tömege ugyis leszarmaztat-

ható, ha az illető fakorra nézve kiszámított egyenlőtlen szaknövedéket a fakorok különbségével szorzuk, és e szorzatot az első tag, vagyis általában mondva, a legkisebb fakornak kipuhatólt fatömegével nagyobbítjuk. Világos ezekből, hogy ennek eszközölhetése végett, a B alatti egyenletben nem csak az E-vel, hanem az f és t-vel jegyzett mennyiségeket ismerünk kell.

Tekintsük az egyenlőtlen szaknövedék sorozatát másodfoku haladványnak, a mit, mint az később ki fog tűnni, bátran meg is tehetünk, ezen sorozatnak egyes tagjait említett haladványra érvényes alapegyenlet:
$$\frac{E_t}{x} = A + x B + x^2 C$$
 (C) azon esetre számíthatjuk ki, ha az A, B és C állandó összetényezők leszámaztathatására nélkülözhetlen három különböző fakornak megfelelő egyenlőtlen szaknövedék értékét, akár törzselemzés, akár erdőbecslés útján meghatározott fatömegek alapján állapítottuk meg.

E helyütt azonban mindenekelőtt meg kell jegyezni, hogy a valóságot lehetőleg megközelítő termési táblák felállítása tekintetéből feltétlenül szükséges, hogy az illető három egyenlet közbelsejének egyenlőtlen szaknövedéke oly fakorra vonatkozzék, mely a folyó és átlagnövedék delelési időszakába esik.

Az első egyenlet egyenlőtlen szaknövedéke a legkisebb és arra következő fakorra nézve törzselemzés útján levezetett tömegek fonalán, a harmadik egyenletnek egyenlőtlen szaknövedéke pedig, kivétel nélkül, csak a próbatéren talált fatömeg után meghatározandó.

Visszatérek ezek után a második előleges kiegyenlítéshez, a fenti magyarázat szerint meg kell határoznunk, ha t. i. a folyó növedék forduló pontját a 30. évre tesszük, a 10-ik,

30-ik és 60-ik évi fakoroknak megfelelő egyenlőtlen szaknövedékeket.

Lesz tehát a 10. évi egyenlőtlen szaknövedék :

$$E = \frac{750.24425 - 366.01107}{10-5} = 76.8466360 \text{ k.l.};$$

a 30. évi egyenlőtlen szaknövedék :

$$E = \frac{2469.42206 - 366.01107}{30-5} = 84.1364396 \text{ k.l.};$$

és a 60. évi egyenlőtlen szaknövedék :

$$E = \frac{4574.36000 - 366.01107}{60-5} = 76.5154351 \text{ k.l.};$$

az A, B és C állandó összetényezők kiszámítására szolgáló három egyenlet pedig :

$$76.8466360 = A + 10 B + 100 C \text{ (a),}$$

$$84.1364396 = A + 30 B + 900 C \text{ (b),}$$

$$76.5154351 = A + 60 B + 3600 C \text{ (c), miből}$$

$$C = -0.0123704732.$$

$$B = +0.859309108.$$

$$A = +69.490592.$$

Ha már a C alatti egyenletbe az állandó összetényezők értékét, és X helyett a különböző fakorok éveit helyettesítjük, képesek vagyunk a különböző fakoroknak megfelelő egyenlőtlen szaknövedéket kiszámítani, pl. a 25 évi fakor egyenlőtlen szaknövedéke $\frac{E}{25} = 69.4906 + 25 \times 0.8593 - 625 \times 0.0124 = 83.2419.$

(Ezen kiszámítást nagyon fogja elősegíteni a B és C összetényezők, 1—9-ig terjedő szorzó táblácskája felállítása). Megtörténvén az egyenlőtlen szaknövedékek kiszámítása, levezethetők azok nyomán az illető fatömegek is, a B alatti egyenlet által: $\frac{T}{X} = \frac{E}{X} (x-f) + t$, melyben a jelen concret esetben $f=5$ év, és $t=366.0407 \text{ k.l.}$; pl. a 25 évi fakortömege :

$$\frac{T}{25} = 83.2419 \times (25 - 5) + 366.0111 = 1664.8380 + 366.0111 = 2030.8491 \text{ k.l.}$$

A fatömegek említett módosítása végeredményét kitünteteti következő táblázat:

Fatermési tábla tölgy-sarjerdőre nézve.

Faktor	Egyenlőtlen szaknövedék	Fatömeg	Folyó-	Átlag-
			növedék	
év	köbláb egy bécsi holdon			
5	.	366	.	73.2
10	76.8466	750	76.8	75.0
15	79.5969	1162	82.4	77.5
20	81.7286	1592	86.0	79.6
25	83.2419	2030	87.6	81.2
30	84.1364	2469	87.8	82.3
35	84.4129	2898	85.8	82.8
40	84.0706	3308	82.0	82.7
45	83.1099	3690	76.4	82.0
50	81.5306	4035	69.0	80.7
55	79.3329	4332	59.4	78.8
60	76.5154	4574	48.4	76.2

(Folyt. köv.)