1914. NOVEMBER 15.

ERDÉSZETI LAPOK

LIII. ÉVF. | AZ ORSZÁGOS ERDÉSZETI EGYESÜLET KÖZLÖNYE | 22. FÜZET.

KIADJA: AZ ORSZÁGOS ERDÉSZETI EGYESÜLET

Szerkeszti:

BUND KÁROLY

Megjelenik minden hó 1-én és 15-én. Előfizetési dij egy évre 16 korona.

Az Orsz. Erd. Egyes. oly alapitó tagjai, kik legalább 300 kor. alapitványt tettek, valamint a rendes tagok is 16 kor. évi tagsági dij fejében ingyen kapják. Azok az alapitó tagok, kik 300 koronánál kevesebbet alapitottak, 6 kor. kedvezményes árért járathatják.

Szerkesztőség és kiadóhivatal: Budapesten, Lipótváros, Alkotmány-uteza 6. sz. II. em.

A lap irányával nem ellenkező hirdetések mérsékelt dijért közöltetnek.

(Telefon: 37—22.)

Uj faállománybecslési eljárás.*)

Irta: *Rónai György* m. k. erdőmérnök.

A központi erdészeti kisérleti állomás által a gyéritési kisérletek területein gyüjtött adatok feldolgozása közben nagyon egyszerü, gyors és mégis felette pontos faállománybecslési módra jöttem rá. Minthogy az ilyen egyszerü és pontos eljárás gyakorlati szempontból nagy jelentőséggel bir, sietek azt az erdészeti tudomány és gyakorlat részére közzétenni.

A czimben jelzett és ismertetendő eljárás olyan állománybecslési módok tanulmányozásának és alkalmazásának az eredménye, amelyek a magyar erdészeti irodalomban még egyáltalában nem, vagy csak kevéssé ismeretesek, miért is kénytelen vagyok a külföldi irodalom nyomán mindenekelőtt ezeket az eljárásokat ismertetni. Teszem ezt azért is, mivel — ugy vélem — ezeknek a nálunk még ismeretlen, de gyakorlatilag fontos eljárásoknak a leirásával is szolgálatot tehetek a magyar erdészetnek.

*) Megjelent az Erd. Kisérletek 1913. évi 3. és 4. füzetében, szerző kivánságára azonban az eljárás szélesebb körü megismertetése végett készséggel adunk helyet a kiváló tanulmánynak az Erd. Lapokban is. *Szerk.*

I.

A fatermési tábláktól és a szembecsléstől eltekintve, a faállomány fatömegének a megállapitásánál a legáltalánosabban ismert és a gyakorlatban követni szokott eljárás az, hogy a körlapösszeg alapján kiszámitott, ledöntött és pontosan köbözött átlag-, vagy próbatörzs fatömegéből (m), vagy ha többet döntöttünk, azok átlagos fatömegéből és a törzsszámból (N) számitjuk ki az állomány fatömegét:

$$V = m . N$$

Minthogy itt az átlagtörzsnek a legkülönbözőbb alaku és átmérőjü törzseket kell képviselnie, azért az eljárás természetéből következik — de a mariabrunni kisérleti állomásnak idevágó kisérletei is igazolják*) —, hogy a faállománynak ilyen, az egész állományra vonatkozó átlagtörzsszel való megbecslése ritkán ad elég pontos eredményt; különösen a választékokra nézve nem, még akkor sem, ha egynél több átlagtörzset döntetünk és azoknak átlagos fatömegével számolunk.**)

Megbizható eredményt, főleg a választékokra nézve csak akkor kapunk, ha valamely: Hartig, Draudt, Urich vagy Baur-féle eljárás szerint több vastagsági osztályt alkottunk és az egyes vastagsági osztályokban döntött átlagfák fatömegéből előbb a vastagsági osztálynak, tehát a fáknak kisebb — méreteikben nem annyira eltérő — csoportjára számitjuk ki a fatömeget és végeredményben ezeknek a csoportoknak a fatömeg-összegében keressük az állomány fatömegét.

Ennek a becslési módnak a pontossága — bár hosszadalmas számitással jár — mindenekelőtt a döntött törzsek számától és attól függ, hogy milyen gonddal és szerencsével választottuk ki az átlagtörzseket, amelyeknek az általuk képviselt vastagsági osztály törzseinek a fatömegre, alakszámra és magasságra nézve pontos átlagát kell, hogy adják.

---

*) Böhmerle: „Versuche über Bestandesmassenaufnahmen". Zentralblatt für das gesammte Forstwesen. 1893. évf. 9—12. füzeteiben.

**) Schiffel: „Kritische Betrachtungen über die Holzmassenermittelung nach der Bestandes-formhöhe" czimü tanulmányában megállapitja, hogy az egész állományra vonatkozó átlagfával való becslés rendszerint kisebb fatömeget ad. L. Centralblatt für das gesammte Forstwesen. 1898. évf.

Minthogy nincsen egyéb szabályunk, amit az átlagfák kiválasztásánál követnünk kell, mint az, hogy a kiválasztott fának minden egyéni hibától és rendellenességtől — ugy magasságra, koronára, mint alakra nézve — mentnek kell lennie, azért az átlagfa fatömege a valóságban rendesen vagy +, vagy — értékben eltér a pontos átlagtól. Hogy több átlagfa döntésénél az eltérések kiegyenlitik-e egymást, az — ha csak nagyon sok átlagtörzset nem döntünk — ismét csak a véletlen dolga.

Ez az eljárás egyébként azzal a nehézséggel is jár, hogy a különböző és előre megállapitott átmérővel biró átlagfa kiválasztása — ha azt lelkiismeretesen végezzük — meglehetősen körülményes.

De a sok átlagfa döntése és köbözése is nagy munkával jár és sok esetben kerülendő, vagy nincs megengedve. Különösen kerülendő ez akkor, amtkor valamely állománynak, mondjuk egyik gyéritési kisérleti területen álló állománynak fejlődési viszonyait kutatjuk s amikor a záródás megszakitása, tehát a további kisérlet eredményének befolyása nélkül megfelelő számu átlagtörzset döntenünk nem szabad.

Az átlagfa döntésének mellőzése czéljából a külföldi kisérleti állomások a gyakorlat számára törzstömegtáblákat állítottak fel, amelyek több ezer törzs adataiból összeállitott olyan táblázatos kimutatások, amelyek a bizonyos mellmagassági vastagsággal és magassággal biró fák átlagos fatömegét adják. Ilyen közkézen forgó, külföldi törzstömegtáblák a bükk-, tölgy-, éger- és nyirfára, a lucz-, vörös-, jegenye- és erdeifenyőre nézve a Schwappach és Grundner által összeállitott törzstömegtáblák, amelyek a jelzett fafajokra nézve külön-külön kimutatják a faegyednek u. n. *vastagfa* (Derbholz) fatömegét,*) vagyis azt a fatömeget, amely a fának 7 *cm*-es és ennél vastagabb részéből kerül ki és külön a fának egész fatömegét (Baummassen, vastagfa + vékony galy- és rőzsefa).

Ezekkel a törzstömegtáblákkal a faállománybecslés ugy történik, hogy a mellmagassági átmérők feltételezése után magasságmérési műszerrel több, különböző átmérőjü fának megmérjük a magasságát, s a nyert adatokból grafikus uton megállapitjuk az

*) Szerző a 7 *cm*-nél vastagabb részek megjelölésére a *vastagfa* kifejezést használja, szemben a szokásos és elfogadott *tömörfa* kifejezéssel. *Szerk.*

állomány magassági görbéjét. Ebből a görbéből minden egyes vastagsági fokra nézve leolvassuk a magasságot, s ennek segitségével a törzstömegtáblából kiolvassuk az egyes vastagsági fokba tartozó fának a fatömegét (m). Ha ezt megszorozzuk az illető vastagsági fokba tartozó fák számával (n), megkapjuk az egész vastagsági fok fatömegét ($m\,n$).

Az egész állomány fatömege pedig egyenlő lesz a vastagsági fokok fatömegeinek az összegével

$$V = m_1 n_1 + m_2 n_2 + m_3 n_3 + \ldots$$

Amint látjuk, a törzstömegtábláknak azon tagadhatatlan nagy előnyökön kivül, hogy átlagfák számitását és döntését feleslegessé teszik, megvan az a nagy előnyük is, hogy velük az állomány vastag-, illetőleg összes fatömege minden vastagsági fokra különkülön megállapitható, amely körülmény a faállomány értékmegállapitásnál bir nagy fontossággal.

A törzstömegtáblák tehát elsőrangu segédeszközt adnak a külföldi becslő kezébe, mért is kivánatos, hogy mielőbb a magyarországi viszonyokra nézve is felállíttassanak, vagy legalább megállapíttassék az, hogy mennyiben alkalmazhatók a külföldi törzstömegtáblák a hazai fákra.

A törzstömegtáblák a legkülönbözőbb termőhelyi viszonyok között nőtt fák átlagait tartalmazzák, s azért a gyakorlat céljait szolgálló faállománybecsléseknél megóvnak bennünket azoknak a durva hibáknak az elkövetésétől, amelyekbe csekély számu és nem elég gonddal választott átlagfa döntésével eshetünk, s emellett a praxis céljaira teljesen megbizható eredményt adnak.*)

Olyan tudományos kisérleteknél azonban, amelyeknek az a céljuk, hogy a különbözőképen kezelt, vagy gyéritett állományokban föllépő növekedésbeli különbséget kutassák, a törzstömegtáblák kevés szolgálatot tehetnek, éppen azon tulajdonságoknál fogva, hogy átlagadatokat tartalmaznak, mert ezekben az átlagos adatokban a kisérlet alá vett területek speciális növekedési viszonyai kifejezésre nem juthatnak. Ilyen esetekben a tudományos

*) Böhmerle az ő már jegyzet alatt idézett kisérleteiben a törzstömegtáblákkal történt becslés és a vágás alkalmával megállapitott tényleges fatömeg között csak — 2·8, + 3·2 s egy esetben (az összes fatömegre vonatkozólag) — 6·9% különbséget talált.

czélnak megfelelően pontos eredményt a törzstömegtáblákkal való becslés csak akkor adhatna, ha a törzstömegtáblák annak az állománynak adataiból állittattak volna össze, amelyre vonatkozólag őket alkalmazni akarjuk, vagy ha megfelelő mennyiségben döntött törzs fatömegének a törzstömegtáblák adataival való összehasonlitása utján megállapittatnék az az eltérés, amely a törzstömegtáblák adadai és a kérdéses faállomány törzsei között létezik.*)

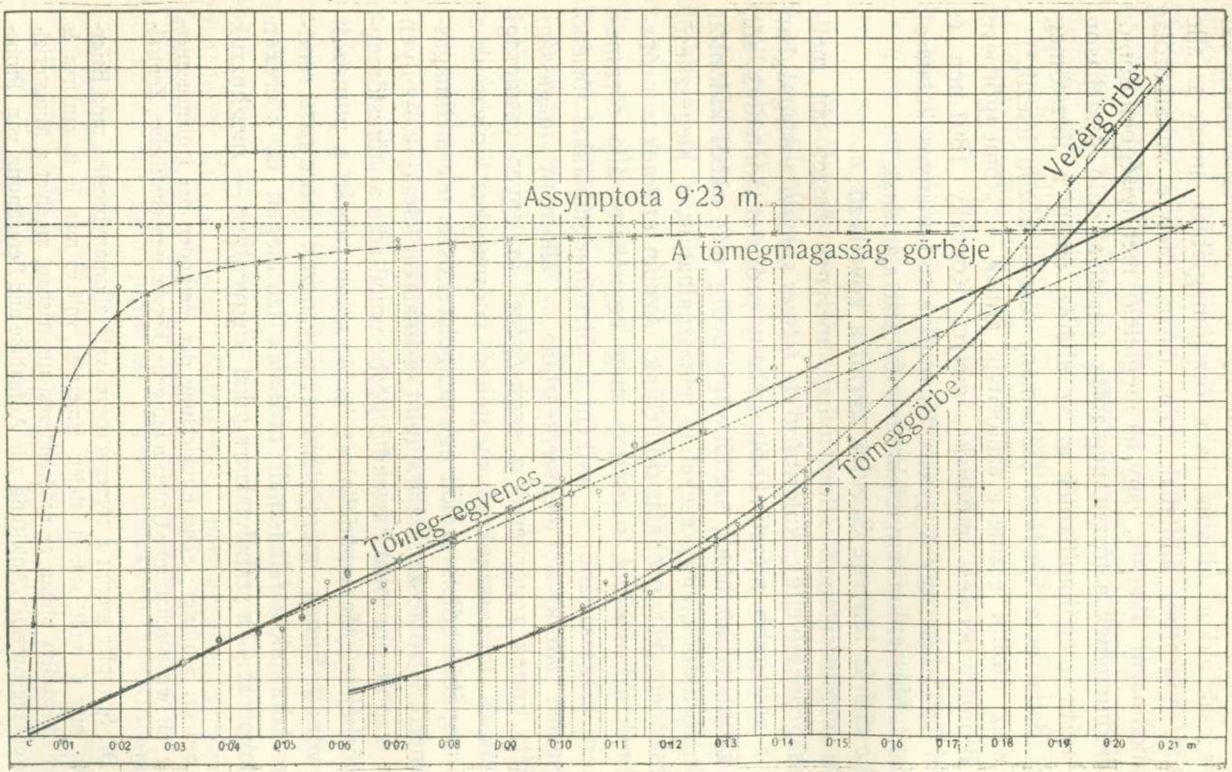
Ez az utóbbi eszme a szülőanyja annak a „tömeggörbével való állománybecslési módnak", melyet Kopecky 1891-ben és Speidel 1893-ban ugy a gyakorlat, mint a tudományos kutatások céljaira „Massenkurvenverfahren" név alat ajánlanak.**)

Az eljárás lényege Speidel szerint a következő:

A megbecsülendő állományban, melynek összes fáit mellmagasságban felvettük, különböző de *tetszés szerinti* vastagságban (főleg a vastagabb méretüekből), néhány próbafát döntetünk, sőt, ha az állományban hótól, széltől vagy pedig más okból kidöntött törzsek feküsznek, ugy ezeket is felhasználhatjuk, s kiegészitésül még csak egy-két próbafát döntetünk. Azután ezeknek a próbatörzseknek a hosszából, s esetleg még egynéhány álló törzsnek megmért magasságából — miként a törzstömegtáblákkal történő becsléseknél láttuk — megszerkesztjük az állomány magassági görbéjét. Ennek a görbének a segitségével az egyes vastagsági fokoknak és magasságoknak megfelelő fatömegeket kiolvassuk a törzstömegtáblákból, s azokat egy tengelyrendszernek mellmagassági átmérőt jelző abszcisszájára, mint ordinátákat felrakjuk. Az ilyen módon kapott pontokat összekötő görbe vonal adja a „törzstömegtábla görbéjét" (Massentafelkurve, az 1. számu ábrán a pontozott görbe vonal). Ennek megtörténtével ugyanezen koordinata rendszerben falrakjuk a felhasznált próbafák fatömegeit is, s ezeken a pontokon át — a szabálytalanságokat kiegyenlitve — meghuzzuk

*) Lásd dr. Schüpfer: "Die Entwicklung der Methoden der Holzmassenermittelung für wissenschaftliche Untersuchungen". Forstwissenschaftliches Zentralblatt. 1904.

**) Dr. Schüpfer szerint a tömeggörbével való állománybecslési mód Bajorországban már a mult század elején ismeretes volt és már le is van irva és példákkal illusztrálva abban az erdőrendezési utasitásban, amelyet a Ministerial-Forsteinrichtungsbureau „Anleitung zur Aufnahme und Berechnung von Probeflächen in Hochwaldungen" czim alatt még 1840-ben kiadott.


Assymptota 9·23 m.
A tömegmagasság görbéje
Vezérgörbe
Tömeggörbe
Tömeg-egyenes
0·01
0·02
0·03
0·04
0·05
0·06
0·07
0·08
0·09
0·10
0·11
0·12
0·13
0·14
0·15
0·16
0·17
0·18
0·19
0·20
0·21 m

1. számu ábra.

a kérdéses állományra vonatkozó *tömeggörbét.* (Massenkurve, lásd az 1. számu ábrán a folytonos görbe vonalat).

Ennek a görbének a menetére — főleg a két végén — az előző „törzstömegtábla-görbe" mint vezérgörbe szolgál mintául. A tömeggörbéből azután minden egyes vastagsági fokra kiolvassuk a faegyed köbtartalmát és azzal mindegyik vastagsági fokra nézve megállapitjuk a kérdéses állomány fatömegét.

A tömeggörbével való állománybecslési mód lényegéből kitünik tehát, hogy ez az átlagtörzsekkel és a törzstömegtáblával való becslésnek a kombinácziója, amely hivatva van egyesiteni a két eljárás előnyeit és csökkenteni, illetve minimumra redukálni azoknak hátrányait.

A mintatörzsek döntésével ugyanis hozzásimulnak a kérdéses állomány speciális növekvési viszonyaihoz, a törzstömegtáblákkal elénk szabott vezérgörbe révén pedig módunkban áll felülvizsgálni és a görbében megnyilatkozó törvényszerüséghez képest módositani a mintatörzsek fatömegeit.

Emellett lényeges előnye ennek az eljárásnak az is, hogy a mintatörzseket nem kell az előre megszabott vastagságban döntenünk. Akinek valaha nagyobb számban kellett megszabott vastagságu próbatörzseket valamely állományban kikeresnie, az tudni fogja, milyen nehézségekbe ütközik sokszor ilyen átlagos törzseknek a megfelelő számban való kikeresése.

Ezekben bőven ismertettem Kopeckynek és Speidelnek a tömeggörbével való becslési eljárását azért, mert ebben máris meg van adva a mód arra nézve, mikép használjuk minden további nélkül a hazai viszonyokra is — legalább részben — a külföldi törzstömegtáblák nagy előnyeit.

Az eljárás, valamint a továbbiak megvilágitása céljából egy példát is bemutatok, amelyet arra a homokos agyagtalajon nőtt, 70—80 év körüli erdeifenyőállományra vonatkozólag dolgoztam ki, melyet Böhmerle az ő már emlitett kisérleteiben a legkülönbözőbb eljárásokkal megbecsült s azután, hogy az eredményeket összehasonlithassa, ledöntetett és pontosan köbözött.

Az állomány törzseit páros mellmagassági átmérők szerint csoportositva, a 2. sz. kimutatás *b)* rovata tünteti föl. A fatömeggörbe szerkesztéséhez felhasznált mintatörzsek (7 *cm*-en felüli) fatömege az 1. sz. kimutatásban szerepel. Az ezek alapján szerkesztett fatömeggörbét az 1. sz. ábrán a folytonosan huzott görbe tünteti föl. Az 1. ábrán pontozottan huzott vezérgörbe a magassági gőzbe és a Schwappach-féle törzstömegtáblák adataiból a kimutatás d) rovatát) lett szerkesztve.

1. számu kimutatás.

A próbatörzs				Megjegyzés
sorszáma	mellmag. átmérője	körlapja	7 *cm*-nél vastagabb fatömege	
	mm	m^2	m^3	
148	251	0·0495	0·381	
300	260	0·0531	0·469	
185	271	0·0577	0·554	
233	280	0·0616	0·579	
58	290	0·0660	0·487	
165	294	0·0679	0·545	
103	310	0·0755	0·600	Ez az itt kimutatott 15 drb. mintatörzs az Urich-féle eljáráshoz lett ledöntve.
145	320	0·0804	0·688	
68	330	0·0855	0·763	
31	340	0·0908	0·822	
105	356	0·0995	0·834	
303	357	0·1001	0·928	
6	369	0·1069	0·882	
17	399	0·1250	1·280	
37	429	0·1445	1·350	

Amint látjuk, a két görbe csak a vastagabb törzsekre vonatkozólag tér el lényegesen egymástól. A törzstömeggörbével kapott eredmény éppen azért nem is igen különbözik a törzstömegtáblákkal kapott eredménytől s mindkettő, főleg a tömeggörbe, a tényleges fatömeghez viszonyitva kitünő eredményt adott.

Altalában a tömeggörbével való becslés pontossága is — próbatörzseken alapuló eljárás lévén — nagyrészt a próbatörzsek

2. számú kimutatás.

Mellmag. átmérő	Törzsszám	A magassági görbe adatai	A törzstömeg-táblákból kiolvasott vastag fatömeg egyenkint	A törzstömeg-táblákból kiolvasott vastag fatömeg összesen	A tömeggörbéből leolvasott fatömeg egyenkint	A tömeggörbéből leolvasott fatömeg összesen	Megjegyzés
cm	drb.	m	tömörköbméter				
a	b	c	d	e	f	g	
16	1		0·161	0·161	0·172	0·172	
17							
18	3		0·206	0·618	0·271	0·651	
19		18					
20	12		0·254	3·048	0·265	3·180	
21							
22	9		0·323	2·907	0·315	2·835	
23							
24	23		0·385	8·855	0·375	8·625	
25		19					
26	33		0·453	14·949	0·444	14·652	
27							
28	48		0·550	26·400	0·514	24·672	
29							
30	45		0·633	28·485	0·600	27·000	
31		20					
32	40		0·720	28·800	0·693	27·720	
33							
34	40	21	0·849	33·960	0·796	31·840	
35							
36	29		0·952	27·608	0·910	26·390	
37		21					
38	17		1·061	18·037	1·032	17·544	
39							
40	12		1·225	14·700	1·163	13·956	
41							
42	11		1·349	14·839	1·306	14·366	
43		22					
44	9		1·593*)	14·337	1·455	13·095	*) Innen kezdve 80 éven felüli törzstömegek vannak.
45							
46	2		1·814	3·628	1·625	3·250	
50	2	23	2·164	4·328	1·980	3·960	
52	1		2·354	2·354	2·166	2·166	
Összesen	337	—	—	248·014	—	236·074	

Az állomány tényl. fatömege ...	236·348	236·348
Abszolut eltérés	+ 11·666	— 0·274
%-ban	+ 4·93%	— 0·11%

helyes megválasztásától és számától függ. A vezérgörbe által többé-kevésbé megszabott tömeggörbével — mint már emlitettem — a nyert adatokat csak korrigáljuk s ezzel együtt helyesbitjük természetesen az eredményt is. Speidel a tömeggörbével kapott eredményeket egy és ugyanazon állományra nézve összehasonlitotta azokkal az eredményekkel, amelyeket az Urich-féle eljárás szerint kiszámitott próbafák döntésével kapott s ugy találta, hogy az utóbbi eljárás eredménye a legtöbb esetben 1—2%-al tért el a tömeggörbével kapott, helyesebb eredménytől. Egyes esetekben az eltérés felszökött 4%-ra, egy esetben 9%-ra is*.)

Tudományos kisérleteknél a Kopecky-Speidel-féle eljárásnak az eddig tárgyalt előnyökön kivül az a nagy előnye is van, hogy vele különválaszthatjuk a fatömeg nagyságára befolyással biró összes tényezőket, ami által mintegy betekintést nyerhetünk az állomány növekvési viszonyaiba. A tömeggörbéből ugyanis a $hf = \frac{m}{g}$ képlet segitségével kiszámithatjuk az összes vastagsági fokokra a tömegmagasságot hf-et, ha az illető vastagsági fokba tartozó 1 drb. fának a fatömegét *(m)* elosztjuk a vastagsági fok körlapjával *(g)*. A tömegmagasságból hf-ből pedig, ha azt elosztjuk a magassági görbéből kiolvasott h magassággal megkapjuk, f-et, a kérdéses vastagsági fog alakszámát.

Ezek a tényezők kisérleti területek összehasonlitásánál játszanak lényeges szerepet.

Kopecky Richárd, aki a tömeggörbével való állománybecslésnek első ismertetője volt, a vezérgörbe szekesztését mellőzhetőnek mondja s inkább megfelelő számu (15—20) különböző vastagságu mintatörzsnek a döntését ajánlja, kölönösen a felső és alsó vastagsági fokokból.**)

Vezérgörbe hiányán a legfelsőbb vastagsági fokok fáinak átlagos köbtartalmát szerinte számitás utján is megállapithatjuk az előző vastagsági fokban talált differenczia alapján.

---

*) Lásd Spiedel: „Beiträge zu den Wuchsgesetzten des Hochwaldes und zur Durchforstungslehre". Tübingen, 1893.

**) Lásd Kopecky Richárd: „Über Massenaufnahmen in Versuchsbeständen". Centralblatt für das gesammte Forstwesen. 1891. évf. 303. old.

Ő egyébként a tömeggörbével való állománybecslésnek még a következő módozatát ismerteti. Minthogy a tömeggörbéből az állomány átlagfájára vonatkozólag kiolvasott fatömeg a törzsszámmal szorozva csak nagyon csekély eltérést adhat a vastagsági fokonként megállapitott fatömegtől, azért, ha a választékok megállapitására sulyt nem fektetünk, elégséges, ha az állomány átlagos vastagsági fokát megközelitő mintatörzsekből csak egy részlet tömeggörbét szerkesztünk s abból olvassuk ki az átlagfa köbtartalmát.

Nyolcz évvel későbben, 1899-ben Kopecky a tömeggörbét analizálva kimutatja, hogy a tömeggörbével való állománybecslés jelentékenyen javitható.*)

E czélból a tömeggörbére — mint másodrendü görbére — matematikai uton egy tömegképletnek (Massenformel) nevezett összesitési képletet állitott föl. Maga is elismeri azonban, hogy ez a képlet a gyakorlat czéljaira tulságosan komplikált, miért is annak tárgyalását itt mellőzöm.

A tömegképlet egyszerüsitését czélzó munkája közben azután Kopecky arra a gondolatra jött, hogy a mintatörzsek fatömegét olyan tengelyrendszer ordinátáira rakja fel, amelynek abszczisszája czentiméterfokok helyett terület-, azaz körlapfokokat tartalmaz s ekkor ugy találta, hogy az ily módon kapott ordináták végpontjai — főleg a vágásra érett állományokban előforduló területfokokra nézve — alig észrevehetően homoru görbe vonalban feküsznek, ugy hogy azt számbavehető hiba elkövetése nélkül egyenes vonallal helyettesithetjük. ***E szerint szabályként állitható fel, hogy a szabályosan nőtt, egyöntetü állományokban az egyes vastagsági fokok törzseinek átlagos fatömege lineáris függvénye a mellmagassági körlapnak,*** vagy más szóval: ***valamely állomány törzseinek a körlapjuk szerint rendezett átlagos fatömege egy egyenes egyenletében fekszik.*****) A tömeggörbéből ily módon tömegegyenes lett.

---

*) Lásd Kopecky: „Neues Verfahren der Bestandesmassen-Ermittlung". Zentralblatt für das gesammte Forstwesen. 1899. évf. 471. old. és 1900. évf. 415. old.

**) Dr. Kast' szerint dr. Behringer ezt a tételt már 1891-ben állitotta föl. Lásd dr. Schüpfernek már idézett munkáját.

Kopecky a tömegegyenessel az állománybecslési eljárásba nagyobb határozottságot visz be, de egyuttal sokkal érzékenyebbé teszi azt.

Tekintve, hogy az egyenes két pont által van meghatározva, azért — Kopecky szerint — elégséges, ha csak egy alsó és egy felső vastagsági fokra nézve állapitjuk meg pontosan a fatömeget. Kopecky hangsulyozza, hogy főleg a felső pont értékét kell lehetőleg pontosan megállapitani, mert az alsó pontnál esetleg elkövetett hiba részben magától is kiegyenlitődik.*)

Valamely állomány fatömegének megbecslése a tömegegyenessel már most — Kopecky szerint — a következőkben történik: a mellmagassági átmérők felvételezése után az alsó és felső vastagsági fokból több törzset döntetünk és azoknak pontosan megállapitott átlagos fatömegét felrakjuk olyan koordináta- rendszerre, amelynél az abszczisszatengely vastagsági fokok helyett terület-, azaz körlapfokokat tartalmaz. A körlapfokoknak megfelelően azután az állomány törzsei körlapjuk alapján lesznek az egyes területfokokba besorozva; olyan módon például, hogy azok a fák, melyeknek mellmagassági körlapja a 0·005 és 0·015 m^2 közé esik, az első (0·10 értékü) területfokba jutnak, azok, amelyeknek körlapja 0·015 és 0·025 közé esik, a 0·02 fokba stb. Az alsó s felső fatömegpontot összekötő egyenes adja az állomány tömegegyenesét. (Ilyen tömegegyenes például az 1. sz. rajzon a folytonosan huzott egyenes vonal. Ez azonban a II. alatt tárgyalt eljárással lett megállapitva.) A tömegegyenesről leolvashatjuk az egyes körlapfokba tartozó egy darab fának a fatömegét. Ha ezt megszorozzuk a terület-, vagy körlapfokba tartozó fák számával, megkapjuk a területfok fatömegét és a területfokok fatömegeinek összege adja az állomány fatömegét.

Kopecky a leolvasás következtében elkerülhetetlenül fellépő kisebb hibákat is elkerülni óhajtván, az egyes területfokok, vala-

*) Minthogy Kopecky a tömegegyenes kezdőpontját nem állapitja meg, könnyen bebizonyitható, hogy Kopeckynek ez a felfogása téves. Mert ha az alsó vastagsági fokban döntött átlagfa fatömege véletlenül nem felel meg az illelő vastagsági fok átlagának, egészen helytelenül fekvő tömegegyenest kapunk. Lásd az 1. sz. rajzon e szaggatottan huzott egyenest. Még rosszabb lenne az egyenes fekvése, ha alsó fatömegpont gyanánt a második duplakörös pontot veszem.

mint az egész állomány fatömegének a megállapitására matematikai eljárást ajánl. Képleteinek levezetése czéljából a tömegegyenesből leolvasott, s a felső és alsó területfoknak megfelelő fatömeg közötti különbséget elosztja a közbeeső területfokok számával, s a kapott hányadost növekedési coefficiensnek (Zuwachscoefficient) hivja és C-vel jelöli. Az első területfokba taztozó egy darab fának átlagos fatömegét R-rel jelöli és alapszámnak (Grundzahl) nevezi.*)

C és R segitségével valamely körlapfokba tartozó egy darab fának (mondjuk az állomány átlagfájának) megállapitjuk a fatömegét, ha az első területfok fatömegéhez (R-hez) annyiszor adjuk hozzá a C-t, ahány területfok van a kérdéses területfok és R-nek megfelelő első területfok között;

vagyis:

$$V_{a+x} = R + x\,C,$$

vagy általánosságban:

$$\text{I.} \quad \ldots\ldots\ldots \quad V_x = R + (x-1)\,C$$

Ha már most egy $a+x$ területfokkal biró állományban, vagy vastagsági osztályban $n_a, n_{a+1}, \ldots n_{a+x}$ az $a, (a+1), \ldots (a+x)$-el jelölt területfokok törzsszámát jelenti, akkor az állománynak, vagy a területfokok bizonyos csoportjának fatömegét a következő tömegképlet adja:

$$\text{II.}\ V_a^{a+x} = [n]\,R + \{[n](a-1) + n_{a+1} + 2n_{a+2} + 3n_{a+3} + \ldots x\,n_{a+x}\}\,C$$

Ha $a = 1$, vagyis az első területfokot jelenti, akkor

$$\text{III.}\ V_a^{a+x} = [n]\,R + [n_{a+1} + 2\,n_{a+2} + 3\,n_{a+3} + \ldots x\,n_{a+x}]\,C$$

E képlet alkalmazását az előbbi példára a 3. számu kimutatás tünteti fel. (Lásd a 998. oldalon.)

Ennek a kimutatásnak az *f)* rovatában kiszámitottam az összfatömeget a tömegegyenesről leolvasott fatömegek alapján is s amint látjuk, ez csak lényegtelenül tér el attól a fatömegtől, amit a tömegképlettel kaptam. A tömegképlet pedig elég komplikált

---

*) C és R-nek ez az elnevezése nem egészen felel meg annak, amit azok tulajdonképen jelentenek. Lásd Hadek: „Kritischer Beitrag zu Kopecky's Neue Verfahren der Bestandesmassen—Ermittelung". Centralblatt für. d. ges. Forstwesen. 1900. és 1901. évf.

3. számu kimutatás.

Területfok	A tömegegyenesről területfokonként leolvasott fatömeg	Törzsszám az egyes területfokokban	1, 2, 3, ... $(x-1)$ x tényezők	$n_{a+1}+$ $2n_{a+2}+$ $3n_{a+3}+\dots$	Az egyes területfokok összes fatömege $(b \times c)$
m^2	m^3	drb.			
a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*
0·01	—	—	—	—	—
0·02	0·155	1	—	—	0·155
0·03	0·250	15	1	15	3·750
0·04	0·341	9	2	18	3·069
0·05	0·435	56	3	168	24·360
0·06	0·528	48	4	192	25·344
0·07	0·620	45	5	225	27·900
0·08	0·712	40	6	240	28·480
0·09	0·806	40	7	280	32·240
0·10	0·898	29	8	232	26·042
0·11	0·990	17	9	153	16·830
0·12	1·082	–	10	—	—
0·13	1·175	12	11	132	14·100
0·14	1·270	11	12	132	13·970
0·15	1·360	9	13	117	12·240
0·16	1·453	—	14	—	—
0·17	1·548	2	15	30	3·096
0·18	1·639	—	16	—	—
0·19	1·732	—	17	—	—
0·20	1·828	2	18	36	3·656
0·21	1·916	1	19	19	1·916
		337	—	1989	237·148

Megjegyzés

1. $a = 1$

$$R = v_a = 0{\cdot}155$$
$$v_{(a+10)} = 1{\cdot}916$$
$$v_{(a+19)} - v_a = 1{\cdot}761$$
$$C = 1{\cdot}761 : 19 = 0{\cdot}09268$$
$$V_a^{a+x} = R\,[n] + C\,[n_{a+1} + 2\,n_{a+2} + 3\,n_{a+3} + \dots\, x\,n_{a+x}]$$
$$= 0{\cdot}155 \times 337 + 0{\cdot}09268 \times 1989$$
$$= 52{\cdot}235 + 184{\cdot}340 = \mathbf{236{\cdot}575}\ m^3.$$

Ez $+$ 0·227 m^3-rel tér el a tényleges eredménytől (236·348 m^3), tehát csak $+$ 0·096 %-kal

2. Az állomány fatömegét az átlagfával megállapítva lesz: az átlagfa körlapja 0·0795; az átlagfa fatömege a $V_x = R + (x-1)\,C$ képlettel kiszámítva:

$$V_x = V_{0{\cdot}02} + (0{\cdot}0795 - 0{\cdot}02)\ 9{\cdot}268 = $$
$$= 0{\cdot}155 + 0{\cdot}551 = 0{\cdot}706\ m^3.$$

Az egész állomány fatömege pedig:

$$0{\cdot}706 \times 337 = \mathbf{237{\cdot}922}\ m^3,$$

ami $+$ 0·666%-kal tér el a tényleges eredménytől.

3. Az egyes területfokoknak az egyenesről való leolvasásból megállapított fatömeg összege: **237·148** m^3. Az eltérés csak $+$ 0·34%.

ahhoz, hogysem az egyszerüséghez szokott gyakorlatban utat törhetne magának és emellett alkalmazása esetén elesünk a tömegegyenessel történő állománybecslésnek attól az előnyétől, hogy az állomány fatömegét vastagsági, vagy területfokonként részletezve kaphassuk meg. A tömegképlettel ugyanis csak kerülő uton: hosszabb számitások, kivonások stb. révén juthatnánk ezekhez az adatokhoz.

Egyébként a tömegegyenessel történő állománybecslésre vonatkozólag is megállapitotta Kopecky, hogy az állománynak az átlagfa fatömegével való meghatározása csak jelentéktelenül tér el attól a fatömegtől, amit a fatömegegyenlet ad. Azért — ha vastagsági, illetve értékosztályokra nincs szükség — a gyakorlat czéljainak teljesen megfelel az az eljárás, hogy megfelelően választott és döntött mintatörzsekből a tömegegyenesnek csak olyan szakaszát állapitjuk meg, amely csupán egynéhány, az átlagtörzs felett és alatt fekvő területfokra vonatkozik, s ebből a részletegyenesből olvassuk le az átlagfa fatömegét.

Visszatérve a tömegegyenes fenti képletére, látjuk, hogy az $(a+1)$, $(a+2)$, $(a+3)$ stb. terütetfokok száma a fokbeosztások távolságától, s-től függ és a tömegképlet annál egyszerübb lesz, minél nagyobb s és ennek megfelelően minél kisebb a területfokok száma. A foktávolságnak, s-nek a nagyitása mindenesetre a pontosság rovására történik, de Kopecky Böhmerlének itt bemutatott kisérleti állományára vonatkozólag kimutatta, hogy a gyakorlat czéljaira történő becsléseknél még akkor is megfelelő pontosságot kapunk, ha $s = 0{\cdot}06\ m^2$, vagyis, ha egy állományban, melyben 55·3 *cm*-nél vastagabb törzsek nincsenek, csak négy területfokot képezünk, s a törzseket már a felvételnél ezekbe a területfokokba sorozzuk. Eljárásunk ennek megfelelően a következő: átlalónkon szines czeruzával, vagy más módon megjelöljük a 0·06, 0·12, 0·18 stb. m^2 körlapértékeknek megfelelő átmérőket, tehát 27·6, 39·1 és 47·9 *cm*-t s az állomány törzseit ezekbe a területfokokba csoportositva veszszük fel oly módon, hogy a 27·6 *cm* vastag és ennél vékonyabb törzsek adják az első területfok törzsszámát, a 39·1 *cm*-es és ennél vékonyabb törzsek a másodikat stb. Ennek a kevés számu vastagsági foknak megfelelően természetesen az állomány felvétele is egyszerübb és gyorsabb lesz.

Kopecky, hogy a tömegképletet a gyakorlat czéljaira még egyszerübb alakra hozza, C helyett az állomány néhány törzséből megállapitott tömegmagasságnak és a területfokok távolságának, s-nek szorzatát tette $(hf.s)$, R helyébe pedig (ha $a = 1$), ennek felét $\frac{s}{2}hf - t$.

C és *R*-nek ezeket az értékeit belehelyettesitve a II. sz. alatti egyenletbe, egyszerüsitések után a következő képletet kapjuk:

$$V_a^{a+x} = hf.s\left\{[n]\left(a-\frac{1}{2}\right)+n_{a+1}+2n_{a+2}+\ldots+x\,n_{a+x}\right\}$$

és minthogy $a=1$,

$$V_a^{a+x} = hf.s\left\{\frac{[n]}{2}+n_2+2n_3+\ldots x n_{x+1}\right\}$$

és ha 4 területfokot alkalmazunk.

$$V^4_1 = hf.s.\left\{\frac{[n]}{2}+n_2+2n_3+3n_4\right\}$$

Ez az egyenlet egyszerübb ugyan a tömegképlet eredeti egyenleténél, de ha azt közelebbről vizsgáljuk, látjuk, hogy *hf*-nek, vagyis a tömegmagasságnak szorzója — amint azt *Hadek* kimutatta*) — itt tulajdonképen nem egyéb, mint az állomány körlapösszege, melyet területfokok alapján a $\{\}$ zárójel között levő összegezési képlet szerint számitunk ki.

Kopecky tehát azáltal, hogy képletébe *C* és *R* helyébe egyszerüség kedvéért a tömegmagasságnak megfelelő értéket hozta be, feláldozta egyuttal a tömegegyenessel való állománybecslésnek jellegzetességét, mert képlete ezáltal az általánosan ismert *H F G* képlet komplikáltabb alakjává vált. E szerint a képlet szerint ugyanis az állomány fatömegét megkapjuk, ha annak körlapösszegét *(G)* szorozzuk az állomány tömegmagasságával *(H F)*. Tudjuk, hogy ez a képlet csak akkor adhat pontos eredményt, ha a mintatörzsekből megállapitott tömegmagasság egyuttal az állomány tömegmagassága is.

Amint Kopecky fenti tömegképleteinek tárgyalásából láthatjuk, nyilvánvaló, hogy az állomány fatömegének a tömegegyenesből való megállapitásánál ezeknek a tömegképleteknek gyakorlatilag

---

*) L. *Hadek:* „Kritischer Betrag zu Kopecky's Neue Verfahren der Bestandesmassen-Ermittelung". Centralblatt für das gesammte Fortwesen. 1900. évf. 61. oldal.

nagy előnyük nincs, mert a gyakorlat czéljainak inkább megfelel az, ha a

$$V_x = R + (x - 1)\,C$$

képletből számitás utján, vagy a tömegegyenesről való egyszerü leolvasással állapitjuk meg az egyes területfokokba tartozó faegyedeknek átlagos fatömegét s ennek a területfok törzsszámával való szorzatában meghatározzuk a területfok egész fatömegét.

Az állománynak területfokok szerint való felvétele már nagyobb figyelmet érdemel, mert, ha meggondoljuk, hogy az eddig szokásos eljárással milyen kerülő utat teszünk azzal, hogy a törzseket előbb átmérőjük szerint veszszük fel, hogy azután mégis csak körlapjuk alapján keressük az átlagot s állapitsuk meg a fatömeget, akkor nagyon is indokoltnak kell hogy tessék az az egyenes ut, amelylyel az állomány törzseit mindjárt körlapjuk alapján veszszük fel. Előnyösnek látszik ez az eljárás annál is inkább, mivel ily módon a területfokok értékével s a beléjük tartozó törzsszámmal a fenti összegezési képlet segitségével jóval egyszerübben állapithatjuk meg az állomány körlapösszegét, mint eddig szoktuk.

A tömegegyenessel való állománybecslési eljárást dr. *Gerhardt* még a következőkkel egészitette ki:*) ha egy állomány különböző méretü átlagfáira vonatkozólag megállapitjuk a *gh* és *gf* szorzatokat, melyekben *g* a körlapot, *h* a magasságot és *f* az alakszámot jelenti és ezeket a *gh* (alaphenger) és *gf* (tömegkörlap)**) értékeket is olyan tengelyrendszer ordinátáira rakjuk fel, amelynek abszczisszája körlapfokokat tartalmaz, ugy ezek az értékek is egyenesben feküsznek. Ezek az ily módon kapott *gt* és *gh* egyenesek arra jók, hogy velük az állomány minden egyes területfokára a legnagyobb pontossággal megállapithassuk a magasságot és az alakszámot, egyszerüen azáltal, hogy a *gh*, illetve *gf* egyenesről terület-

---

*) Lásd dr. *Ernst Gerhardt*: „Die theoretische praktische Bedeutung des arithmetischen Mittelstammes". (Doktorsdisserstation.) Meiningen, 1903.

**) *gf*-re, a fatömegtényezőknek erre az alakzatára a magyar erdészeti irodalomban még nincs is megállapitva a megfelelő elnevezés. A német irodalomban Formgrundfäche név alatt szerepel; magyarul a tömegmagasság mintájára tömegkörlapnak hivhatnók, mert annak a hengernek a körlapját jelenti, amely — ha beléje gyurhatnók a fának a fatömegét — a fa magasságának megfelelő hosszusággal birna.

fokonként leolvasott gh és gf értékeket elosztjuk a megfelelő $g=$ körlap értékkel. De ezekkel a gh és gf egyenesekkel megállapithatjuk az állomány átlagfájára vonatkozó alaphengernek (gh) köbtartalmát és az átlagfára vonatkozó tömegkörlap (gf) értékét is; ugyanis

$$gh_{átlag}=\frac{g_1 h_1 n_1+g_2 h_2 n_2+g_3 h_3 n_3+\ldots g_x h_x n_x}{[n]}$$

$$gf_{átlag}=\frac{g_1 f_1 n_1+g_2 f_2 n_2+g_3 f_3 n_3+\ldots g_x f_x n_x}{[n]},$$

amely képletekben $n_1, n_2, n_3 \ldots$ a területfokok törzsszámát jelenti.

Az ezekben a képletekben kifejezésre jutó törvényszerüség igazolja azt, hogy az állomány átlagos magasságának az a meghatározási módja, hogy azt a döntött próbatörzsek átlagos magasságával teszszük egyenlővé még akkor is, ha nem *Hartig* módszere szerint alkottuk a vastagsági osztályokat, helytelen eredményt kell, hogy adjon, mert ezt a gh egyenes alapján a következő képlet szolgáltatja:

$$h_{átlag}=\frac{G_1 h_1+G_2 h_2+\ldots G_x h_x}{[G]},$$

aminthogy az állomány alakszámát is a következő képletből kapjuk:

$$f_{átlag}=\frac{G_1 f_1+G_2 f_2+\ldots G_x f_x}{[G]};$$

amely képletekben $G_1\, G_2 \ldots$ az egyes területfokok körlapösszegét jelenti.

Mindezekből pedig az is következik, hogy e mellett az eljárás mellett az átlagos körlappal biró átlagfa egyuttal az állomány magasságának és alakszámának, tehát a fatömegének is az átlagfája. Ezzel is be van bizonyitva az, hogy helyes alapon nyugszik a tömegegyenessel való becslésnek az az egyszerüsitett eljárása, midőn az állomány átlagfájával állapitjuk meg az állomány fatömegét, de ennek az átlagfának a köbtartalmát olyan részletegyenesről olvassuk le, amelyet az átlagfa felett és alatt lévő vastagsági fokokban döntött mintatörzsek alapján szerkesztettünk.

A gh és gf egyenesek segitségével a tömegegyenesnek a szerkesztése kevesebb mintatörzs döntésével is lehetségessé válik;

megfelelő számu átlagfa döntésével pedig az egyenesek érzékenysége kizárja azokat a mintatörzseket, melyek bármely irányban a követelményeknek meg nem felelnek, s igy megóvja a végeredményt az ilyen meg nem felelő átlagtörzseknek a hátrányos befolyásától.

Amint a bemutatott példából is láthattuk, a tömeggörbével, vagy tömegegyenessel való állománybecslési mód a legpontosabb és a legérzékenyebb becslési eljárás, s éppen azért ugy a gyakorlatban, mint főleg a tudományos kisérleteknél, kisérleti területek összehasonlitásánál elsőrangu szolgálatot tehet, különösen akkor, ha a *gh* és *gf* egyenesekkel társitva alkalmazzuk.

(Folyt. köv.)

IRODALOM.

Lapszemle.

Gyenge termőhelyeken álló erdeifenyvesek ápolása.

Schwappach Ádam dr., az eberswaldei erdészeti akadémia jeles tanárának majdnem minden közlése a német birodalom határain messze tulterjedő, széleskörü tapasztalataiból és alapos vizsgálódásokból leszürt alapvető igazságok gyüjteménye. Majdnem kizárólag a gyakorlati erdőgazdaságot közvetlenül érdeklő kérdésekkel foglalkozik s igy közlései a legszélesebb körben tarthatnak figyelemre igényt. A Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen 1913 évi VI. füzetében ismét oly tárgygyal foglalkozik, amely méltán lekötheti a magyar erdészek figyelmét is. Amióta kopáraink erdősitése nagyobb lendületet vett, s azokon, különösen eleinte az erdeifenyő gyakran nyert alkalmazást, jelentékeny kiterjedésü oly erdeifenyvesünk van, amely silány termőhelyen áll s amelynek ápolása éppen most időszerü, különös érdeklődéssel fogadhatjuk tehát Schwappach dr.-nak éppen erre vonatkozó vizsgálatainak eredményét, amelyet a következőkben ismertetünk, néhány, a hazai viszonyokból meritett megjegyzést füzve hozzá.

A gyengébb termőhelyeken kopárokon és szegény mezőföldeken többnyire különös gondossággal és nagy buzgósággal eszközölt erdősitések fejlődése az első években rendszerint örömmel tölti el az erdész szivét. Sajnos azonban, hogy a kezdetben