

BAGAMÉRY GÁSPÁR – OLÁH RÓBERT – OLÁH ZSOLT

Lombos és fenyőállományok növedékének és élőfakészletének meghatározása átlagfás számítógépes-törzselemzés módszerével

Bevezetés

Ma, amikor az erdőtulajdonlás kérdésének lezárulásával az új erdőbirtokosok szeretnék megtalálni a saját erdejükkel való gazdálkodás új lehetőségeit, fontos lehet annak a kérdésnek a megválaszolása, hogy mennyi fatömeg található az adott erdő-részletben? Különösen fontos ez, ha vágásértséget elérte az erdő. Ma egyetlen lehetőség áll annak az eldöntésére, hogy mennyi a kérdéses fatömeg: erre az üzemterv idevonatkozó része ad választ. A másik oldalon a kereskedő áll, aki a megvásárolt és véghasznált erdőréz véghasználatkor becsapva érzi magát, mivel a letermelt erdőrézben az üzemtervtől eltérő adatokat regisztrált, legfőképpen a saját kárára. Hol hát a hiba? Sehol és mindenhol! Nem hibáztatható az erdőtervező, hiszen legjobb tudása szerint prognosztizál. Lehet, hogy a téves átlagfa megválasztásával kicsit mellől a valóságnak. Lehet, hogy a fatermési tábla rejt magában hibákat, pontosabban csak az országos átlagot, amely akár jelentősen is eltérhet a helyi adottságtól. Különösen nagy az űr a nyárak esetében, hiszen a ma használatos táblázatok adatai (korai nyár, kései nyár, óriás nyár, hazai nyár) bizonyítottan jelentősen eltérnek a ma termesztett nemesnyár-fajták (I-214, Pannónia, OP-229, BL, I-45/51 stb.) adataitól. Az előbbieket adatai olyan állományokból származnak, amelyeket sűrű hálózattal indítottak (4-8 m²/növényter), míg a mai telepítések inkább ritkább hálózattal (10-20 m²/növényter) létesülnek. Tehát a valós fatömegetől való eltérés oka többtényezős. Gondoljunk csak bele 10 ha-os terület esetén 300 m³/ha véghasználati fatömegeggyel nem túl nagy 10%-os hibával is az eltérés 300 m³-nek adódik! És mi a helyzet, ha nem 10% az eltérés? Hogyan határozható meg hát a legpontosabban faállományaink fatömege? A módszer, amely megadja a kérdésre a választ nem újkeletű, hiszen már a századfordulón és előtte is használták – Fekete Zoltán Erdőbecslés című könyve is tartalmaz idevonatkozó leírásokat, utalásokat. A ma használatos fatermési táblák is ezzel a módszerrel készültek! Valójában egy ősidőben kitalált szakmai fogás mai adaptációjával állt elő a megoldás.

A módszer életrekelte a tisztavárkonyi Fűzkert fatömegvizsgálatánál került napirendre. Ez egy nyár fajtakísérleti terület a Tisza hullámterében, amely az Országos Mezőgazdasági Minőség Intézet vizsgálata alatt áll. A kísérletet visszatérően évről évre kiértékeltek és itt vált egyértelművé, hogy a fák (fajták) alakjukban és nyilván fatérgekben is jelentősen eltérnek egymástól. A vizsgálatokat az OMMI erkölcsi és anyagi támogatása tette lehetővé, ahol az ország különböző helyein előforduló kísérletek felvételeit és kiértékeléseit is végzik.

A vizsgálat módszere

A törzselemzés

A fák alakja első ránézésre leginkább hegyesnek tűnik. Jelentős eltérés van azonban a fajok, valamint a fajkon belül a fajták és változatok között is (egyeses kúp, hiperbuloid, neiloid stb. alakok). Az alak meghatározásához a régi gyakorlat-hoz hasonlóan a törzset meghatározott számú szakaszra kell felosztani, amely szakaszok jó közelféssel hengerként, cson-

kakúpként és kúpként írhatók le. Így térfogatuk meghatározása sokkal egyszerűbbé válik. Ehhez nem kell mást tenni, mint az adott henger, csonkakúp, kúp megfelelő átmérőit és hosszát lemérni, majd a megfelelő matematikai képlettel meghatározni a térfogatát. A szakaszok térfogatának összegzésével jutunk el a vizsgált faegyed tényleges, tisztán matematikai úton meghatározott térfogatához. Ez hát a legpontosabb módszer a valós fatérfgat meghatározására. A törzselemzés során más nagyon fontos információkat is gyűjthetünk a vizsgált faegyedről és közvetve – mint a faállományt alkotó egyed – a faállományról. Ha nemcsak a külső – kéregbeni – adatokat mérjük, hanem a kéreg nélküli és az egyfűrű adatokat is, komolyabb összefüggések keresésére is lehetőség nyílik a faegyed és az erdő eddigi életéről.

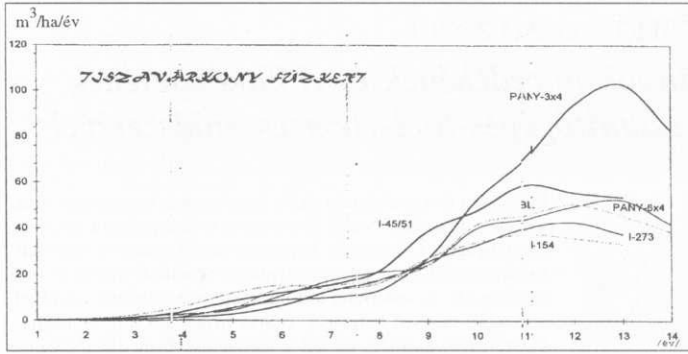
Az átlagfa

Az erdőt különböző átmérőjű és magasságú egyedek alkotják. Amennyiben a fent leírtakat minden átmérőre alkalmaznánk, tehát a törzselemzést minden átmérőtartományban elvégeznénk, akkor jutnánk a legpontosabb fatérfgatához. A valóságban ez nagyon költséges és bonyolult lenne, ezért inkább egy olyan értéket keresünk, amely önmagában helyettesíti a teljes átmérőtartományt. Ez nem lehet más, mint a darabszámmal súlyozott átlagátmérő. Azért beszélünk csak átmérőről, mert az átmérő a fatérfgat-meghatározásban négyzetes súllyal szerepel, tehát az átmérő dominánsabb, mint a magasság. Az átlagátmérő alapján meghatározott átlagfa képviseli azt a mintát az erdőrézletből, amelynek alapján már gazdaságosan és pontosan meghatározható a valós fatérfgat. Mivel az átlagról van szó, ezért a vizsgálat során számított eredményekkel és a levont következtetésekkel a valósághoz legközelebbi modellt tudjuk előállítani. Fontos lehet ez a növedékvizsgálatnál és a fatérfgat-meghatározásnál, hiszen ezeket lényegesen már csak a darabszám tudja befolyásolni. Az átlagfa meghatározása minden esetben az egyedi átmérőmérésen alapszik, ahol az erdőrézletben szereplő minden egyed átmérőjét (d_{1,3}) le kell mérni. Nincs értelme mintaterületek felvételének, mivel nem biztos, hogy az erdőrézlet átlagos területeit tudjuk kialakítani. Ezt sohasem lehet elég objektíven megítélni, és így önmagában nagy hibalehetőséget hordoz.

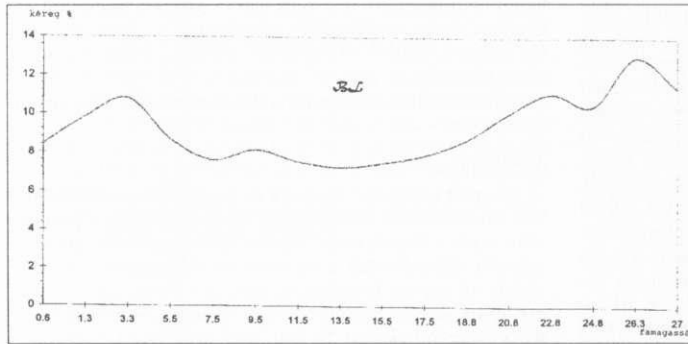
Az átlagfás törzselemzés

A vizsgálat lényege az egész erdőrézletet reprezentáló átlagfák meghatározása és kijelölése. Ehhez a fentiek alapján le kell állítani a teljes erdőrézletet, ki kell számolni az átmérőmérés alapján az átlagátmérőt és az erdőrézlet teljes egészében ki kell jelölni a vizsgálni kívánt átlagfák (törzsek)et. A mintatörzsek (ek) megoszlása a terület nagyságának függvényében az alábbi:

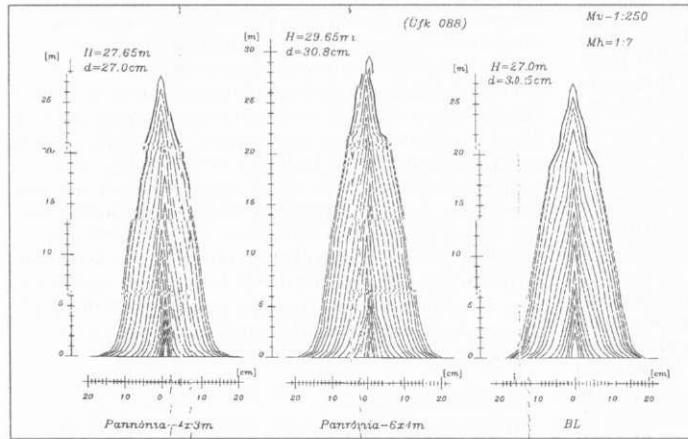
A részlet területe	Mintatörzsek száma
0,1 - 3 ha	1 ha-anként 1 db
3-10 ha	2 ha-anként 1 db
10-30 ha	3 ha-anként 1 db
30 ha fölött	4 ha-anként 1 db



Növedékvizsgálat



A kérgetérfogat százalékaának változása a famaagság függvényében



Tiszavárkony fűzkest

Az átlagtörzsek felkészítése

A kijelölés után be kell jelölni a mellmagassági átmérőt ($d_{1,3}$). Ezzel kiküszöböljük a tuskómagasság beszámítását. A döntés és gallyazás után következik a korongmérés helyeinek kijelölése az alkotóvonal mentén. Az alkotóvonal teszi lehetővé, hogy a korongméréskor a korongokat mindig azonos pozícióból mérjük. A korongmérés helyeinek kijelölésekor figyelni kell arra, hogy ez a törzs jellemző pontjain történjék. *Kiemelt helyek: 1,0, 0,6 m, 1,3 m.* Ezeket minden esetben ki kell jelölni. A továbbiakban lehetőleg 1,8-2,2 m között kell a szakaszokat

kijelölni. A szakaszhosszakat például az ágtszők is befolyásolhatják. Minél kedvezőtlenebbek a törzs alakú tulajdonságai, annál rövidebb szakaszokra kell osztani. A szakaszok kijelölése után következnek a mérendő korongok kivágása 1,0-2,0 cm-es vastagságban. A korongokat a fa sorszámával és a fán belüli helyének megjelölésével kell ellátni. Ha lehetőség van – egyes fajoknál (főleg nyáráknál) – az éves magassági növedéket is le kell mérni. A mérésnél az évente képződő csúcsrügy alatt lévő gyűrű ad útbaigazítást. Az 5 cm-nél vastagabb ágakból is kell mintát venni, a szakasz két végéről egy-egy korong formájában. Ezzel befejeződik a terepi munka.

A korongmérés

Mint már említettem, a korong rengeteg információt hordoz a faegyed és közvetve a faállomány eddigi életéről. Ha kellő részletességgel olvassuk le az adatokat, akkor gyakorlatilag mindent megtudhatunk az ültetéstől kezdődően a vizsgálat időpontjáig, következtetéseket vonhatunk le az elkövetkező időszak teendőiről. A korongok felkészítése a méréshez a tisztításból és szükség esetén a csiszolásból áll. Minden egyes korongon le kell mérni a kéregben, kéreg nélküli adatokat, valamint az egyes évgűrűk adatait 25 év alatt. 25-50 év között minden második, 50-75 év között minden harmadik és 75 év fölött minden ötödik év adatait olvassuk le. A mérés az alkotóvonal mentén történik a béli keresztül fektetett egyenesen, majd az erre merőleges egyenesen megismétlődik. Így minden évgűrűadathoz két érték tartozik, amelyet később átlagolunk és így megkapjuk az egyes évekhöz tartozó valódi átmérőt. *A korongon történő leolvasások milliméter élességgel történnek.* Az átlagolások befejeztével előállítottuk a köbözéshez szükséges adatok egy részét. Az adatok másik része a szakaszok hosszának kijelölésekor jött létre. Ezzel elkezdődhet a valódi térfogat-meghatározás.

Az Interaktív Növedékvizsgáló Rendszer (INR)

A számítógépes feldolgozás lehetőséget ad arra, hogy a lemert értékekből hibáktól mentesen, párbeszédes formában, gyorsan eredményeket nyerjünk. Ezáltal lehetőségünk van a vizsgálat kiterjesztésére. *A következtetéseket egyedi és faállomány szinten vonhatjuk le,* amelyek között szoros az összefüggés. A vizsgálatok elvégzésére DOS operációs rendszer alatt futó program készült, amely az alábbi feldolgozási lehetőségeket kínálja:

Faalakok fatérfogat-számítása

Ha a korongokon függőlegesen irányban összekötjük a megfelelő éveket, akkor megkapjuk a különböző korú faalakokat. Ezen alakok függőlegesen tengely körüli forgatásával előállíthatók az egyes évek térfogatai, amelyet később a növedékvizsgálat során alapként használunk. A táblázat a korok megjelöl-

lését, az adott korokhoz tartozó magasságokat és térfogatokat tartalmazza. Az utolsó sorban a teljes – bruttó – térfogat szerepel, az utolsó előtíben pedig a kéreg nélküli – nettó – térfogat. Párbeszédre nincs lehetőség.

Szakaszos köbözés

A korongokon lemért értékekből és a szakaszok hosszának kijelölésekor nyert értékekből tisztán matematikai úton elvégzi az egyes szakaszok (henger, csónkakúp, kúp) térfogatainak számítását. Így a táblázatban a szakasz relatív – a fa teljes hosszához viszonyított – és abszolút – tényleges – hossza, valamint az egyes szakaszok térfogata kéregben (bruttó) és kéreg nélkül (nettó), ezek különbsége (valódi kéregtérfogat) és a kéregtérfogat viszonya a bruttó térfogathoz (a szakasz kéregszázaléka) szerepel. Táblázaton kívül, de még ehhez a részhez tartozik a bruttó és nettó térfogat, valamint a teljes fára vonatkoztatott kéregszázalék. Az egyes szakaszok kéregszázalékának megállapításával lehetőség nyílik ezek megoszlásának vizsgálatára a teljes fmagasság függvényében. A kéregszázalék megoszlásának ilyen vonatkozású vizsgálata ez idáig nyilvánvalóan történt. Párbeszédre nincs lehetőség.

Növedékvizsgálat

A fatömeg gyarapodásának ennyire közvetlen vizsgálatára még sohasem nyílt lehetőség, mint a program ezen részének használatával. A táblázatos formában közölt értékek eredmények az alábbiak szerint épülnek fel. A vizsgálandó évek kor- és fatérfogat adatai után a térfogatkülönbség – növekmény – szerepel hektára vetítve, elméleti (100%-os záródásra vonatkoztatva) és valós („záródással” – a megmaradási százalékkal módosított) bontásban. Ezen két utolsó oszlop eredményei a teljesen, 100%-ban megeredt és megmaradt erdő, illetve a valóság adatait tartalmazza. Ha a vizsgálati időszakok időintervallumát egy évre csökkentjük, úgy közvetlenül az egymást követő vegetációs időszakok növedékét kapjuk. Ezen növedékek grafikus ábrázolásával nyomon követhető az erdő (a fajok és fajták) növekedési üteme és formája. A vizsgálati időintervallum növelésével a növekmények meghatározása elnagyoltabbá válik, de bizonyos fajok esetében éppen ez lehet a kívánalom. A korszaki átlagnövedék – folyónövedék – vizsgálata sok értékes információt hordoz. Ezek közül talán a legfontosabb a nevelővágások prognosztizálásának kérdése lehet. A folyónövedék csökkenésével aktuálisabbá válhat a következő nevelővágás. Ennek ideje és mértéke megállapításához – a faj- és fajtaadottságokat is figyelembe véve – kíván segítséget nyújtani a vizsgálat ezen része. Csak párbeszédre lehetőség.

Növétértéktáblázat

Itt kerülnek rögzítésre a fatérfogat meghatározáshoz és a növedékvizsgálathoz nélkülözhetetlen paraméterek. Hálózatban létesített erdők esetén a sor- és tőtávolság, egyéb esetben a hektáronkénti darabszám és a záródás szerepelnek, mint fontos kiinduló, nélkülözhetetlen paraméterek. Ezek az alapadatok. A táblázat ezen párbeszédés részén túl a mintatörzs az állomány elméleti és valós fatérfogatait tartalmazza bruttó és nettó bontásban. Párbeszédre lehetőség van.

Átmérő-viszonyszám

A mellmagassági (d_{1,3}) átmérőhöz való viszonyítás a fmagasság különböző százalékában fontos lehet egy üzemi szintű választékbecsüléshez és az ehhez kapcsolódó erdőérték-számításhoz. Támpont a sudarlısság egyzakt meghatározására. A táblázat a számítás helyét jelöli a vizsgált mintafa magasságá-

nak százalékában, a számítási hely tényleges magasságát, az ehhez tartozó bruttó és nettó átmérőket, valamint az átmérőhöz tartozó bruttó és nettó átmérő-viszonyszámokat. Párbeszédre nincs lehetőség.

Grafikus megjelenítés

A számítógépes feldolgozás egyik nagy előnye, hogy a vizsgált egyedek alakjai grafikusan is megjeleníthetők a képernyőn is és nyomtatott formában is. Ennél a munkarésznél csak azt kell eldöntenünk, hogy milyen méretarányban kívánjuk a rajzot elkészíteni. Külön lehet megválasztani a vízszintes és a magassági méretarányt. Így különböző fokú torzításokat lehet elérni, ami esetenként még határozottabban kirajtolja az egyes fajok és fajták alakjai közötti különbséget. Leginkább csak szemlélető funkciója van. Párbeszédre lehetőség van.

Következtetések

- A fent vázolt módszerrel lehetőség nyílik a helyi termőhely- és állományviszonyokhoz alkalmazkodásra a fatérfogat meghatározást illetően.
- Elegendő számú adat esetén lehetőség van helyi fatömeg-tábla kidolgozására.
- A vizsgálat részletessége lehetővé teszi a tudományos szintű vizsgálatokat.
- Fafaj és fajta független alkalmazhatósága.
- Elegyes és elegyetlen állományok vizsgálatának lehetősége.
- Közvetlen lehetőség a fajok és fajták fatérfogat-növekmények meghatározására.
- Nagyobb rugalmasság a még termesztésbe vonás alatt lévő fajok és fajták fatömeg-, kéreg-, százalék- és átmérő-viszonyszám táblázatainak kidolgozására.
- Kapcsolati lehetőség a Dérföldi-féle méretcsoportos választékbecsüléshez.
- A program közvetlenül kapcsolódik a ma általánosan használt programokkal (WINWORD, WINEXCEL, ITR).
- Egy újabb lehetőség a faállományaink részletesebb növedék és fatérfogat vizsgálatához.

Összesítő táblázatok a Tiszavárkony Fűzkert mintafáinak vizsgálatá során szerzett adatokból

Bruttó vastagfa valós és a fatömegtábla

Vizsgálat alá vont fajták	Valós fatömeg (m ³ /ha)	Korai nyár fatömegtábla (m ³ /ha)	Óriás nyár fatömegtábla (m ³ /ha)
Pannónia 4x3 m	393,3	382,9 (+10,4)	410,2 (+16,9)
Pannónia 6x4 m	325,6	334,8 (+9,2)	358,0 (+32,4)
I-273	221,7	242,9 (+21,2)	260,7 (+39,0)
BLConstanzo	276,9	265,8 (-11,0)	282,1 (+5,3)
I-45/E1	302,4	305,7 (+3,3)	325,9 (+23,5)
I-154	223,7	231,2 (+7,5)	246,5 (+22,8)
Összes átlag	290,6	293,9 (+3,3)	313,9 (+23,3)

Összesítő táblázat kéregszázalékra

Pannónia 4x3 m	10,01%
Pannónia 6x4 m	9,97%
I-273	9,92%
BLConstanzo	8,67%
I-45/E1	10,51%
I-154	10,49%

Faalakok fatérfogat-számítása

Az első oszlop a kor megjelölését, a második az ehhez a korhoz tartozó magasságot, míg a harmadik a fatérfogatot tartalmazza m³-ben.

Kora (év)	Magassága (m)	Térfogata (m ³)
1	2,54	0,000317
2	3,89	0,001262
3	5,24	0,002918
4	6,82	0,006443
5	8,59	0,012398
6	11,20	0,025033
7	13,05	0,059615
8	14,34	0,097147
9	16,75	0,140032
10	18,61	0,198181
11	20,32	0,298621
12	22,53	0,408805
13	24,54	0,530245
14	25,69	0,639644
15	27,00	0,732737
Bruttó	27,00	0,802307

Növedékvizsgálat

Itt van lehetőség a korszaki átlagnövedék – folyónövedék – meghatározására. Jelen esetben a vizsgált korszak 1 év. így közvetlenül az éves növedéket kapjuk. A táblázat az alábbiakat tartalmazza: az egyes évek – vizsgálandó évek – kor- és fatérfogat adatait, a fatérfogatok különbségeit – növekményt (dV), valamint a növekmény hektárra vetített adatait – *elméleti* [100%-os záródásra vonatkoztatva – (V)] és *valós* [,záródással” – megmaradási százalékkal módosított –(*V)] bontásban.

Kor (év)	Térf.(m ³)	Kor (év)	Térf.(m ³)	dV(m ³)	V(m ³ /ha)	*V (m ³ /ha)
1	0,000317	2	0,001262	0,000945	0,393245	0,326129
2	0,001262	3	0,002918	0,001656	0,688785	0,571728
3	0,002918	4	0,006443	0,003525	1,466504	1,216211
4	0,006443	5	0,012398	0,005955	2,477211	2,054418
5	0,012398	6	0,025033	0,012635	5,256183	4,359094
6	0,025033	7	0,059615	0,034582	14,386009	11,930704
7	0,059615	8	0,097147	0,037532	15,813255	12,948492
8	0,097147	9	0,140032	0,042885	17,839980	14,795184
9	0,140032	10	0,198181	0,058150	24,190339	20,061999
10	0,198181	11	0,298621	0,100440	41,783053	34,651811
11	0,298621	12	0,408805	0,110185	45,836779	38,013675
12	0,408805	13	0,530245	0,121439	50,518456	41,896316
13	0,530245	14	0,639644	0,109399	45,510026	37,742890
14	0,639644	N 15	0,732737	0,093093	38,726754	32,117148

Szakaszos köbözés

Az első oszlop a csonkakúp helyét, a második a magasságát jelöli, a harmadik és negyedik oszlop ezen csonkakúpok bruttó és nettó térfogatát (b.térf., n.térf.), az ötödik oszlop ezek különbségét (dV), míg a hatodik a különbség százalékát tartalmazza a bruttó térfogatra vonatkoztatva, vagyis a kéregszázalékot (kéreg%).

Hossz (m)	Szakasz (m)	b.térf.(m ³)	n.térf.(m ³)	dV(m ³)	k%
0,00	0,00	0,000000	0,000000	0,000000	0,00
0,60	0,60	0,059241	0,054250	0,004992	8,43

1,30	0,70	0,055185	0,049762	0,005422	9,83
3,30	2,00	0,134700	0,120149	0,014551	10,80
5,50	2,20	0,122153	0,111559	0,010595	8,67
7,50	2,00	0,094306	0,087139	0,007167	7,60
9,50	2,00	0,082604	0,075899	0,006705	8,12
11,50	2,00	0,068510	0,063354	0,005157	7,53
13,50	2,00	0,056592	0,052496	0,004096	7,24
15,50	2,00	0,045858	0,042432	0,003426	7,47
17,50	2,00	0,034937	0,032185	0,002752	7,88
18,80	1,30	0,018611	0,016994	0,001617	8,69
20,80	2,00	0,017700	0,015919	0,001781	10,06
22,80	2,00	0,007837	0,006969	0,000868	11,38
24,80	2,00	0,003412	0,003056	0,000357	10,45
26,30	1,50	0,000608	0,000529	0,000079	12,98
27,00	0,70	0,000053	0,000047	0,000006	11,42

Nettó: 0,732737 m³/db
 Bruttó: 0,802307 m³/db
 Kéreg %: 8,67

Növötér táblázat

Ebben a táblázatban vannak rögzítve a számításához nélkülözhetetlen paraméterek: sor- és tőtávolság, „záródás”-megmaradási százalék. A törzsszám a valós és elméleti (100%) adatokat tartalmazza, míg a nettó és bruttó hektáronkénti fatérfogat is hasonló bontásban szerepel.

Sortávolság: 6,00 (m)
 Tőtávolság: 4,00 (m)
 Záródás: 83 %
 Törzsszám: 345 (db/ha)
 Törzsszám (elm.): 416 (db/ha)
 Nettó: 0,732737 (m³)
 Bruttó: 0,802307 (m³)
 Nettó térfogat: 252,794220 (m³/ha)
 Nettó térfogat (elm.): 304,818538 (m³/ha)
 Bruttó térfogat: 276,796053 (m³/ha)
 Bruttó térfogat (elm.): 333,759878 (m³/ha)

Átmérő-viszonyszám

Az első oszlop a számítás helyét jelöli a famagasság %-ában, a második a számítási hely tényleges magasságát tartalmazza, a harmadik és ötödik oszlop a számítási hely nettó és bruttó átmérőit szerepelteti (N.átm. B.átm.). Ezen átmérőkhöz tartozó átmérő-viszonyszámok a negyedik és hatodik oszlopban találhatóak (N.ávsz, B.ávsz).

Magasság %-a	Mag. (m)	N.átm. (mm)	N.ávsz. (%)	B.átm. (mm)	B.ávsz. (%)
0	0,00	363	126,48	390	124,59
0	1,30	287	100,00	305	100,00
10	2,70	272	94,77	288	94,43
20	5,40	243	84,67	252	82,62
30	8,10	223	77,70	233	76,39
40	10,80	198	68,99	206	67,54
50	13,50	175	60,98	181	59,34
60	16,20	146	50,87	152	49,24
70	18,90	123	42,86	129	42,30
80	21,60	68	23,69	72	23,61
90	24,30	35	12,20	37	12,13