

## A TERMŐHELYI ADOTTSÁGOK BEFOLYÁSA A FAANYAG FIZIKAI ÉS MECHANIKAI TULAJDONSÁGAIRA

DR. WITTMANN GYULA

*A termőhelyi adottságok alapvetően befolyásolják egy faj elterjedését és növekedését, s így végeredményben adott területen a megtermelhető faanyag volumenét és minőségét. Az erdőgazdálkodás a fajajmegválasztás során már viszonylag hosszú ideje figyelembe veszi az erdő és termőhely kapcsolatát. Annak ellenére, hogy a termőhely és a faanyag fizikai, ill. mechanikai tulajdonságai közötti kapcsolatot már korábban felismerték, e körülmény a fajajmegválasztás során alig, vagy sokszor egyáltalán nem jut szerephez.*

A tartószerkezeti célra számításba vehető hazai fafajokat a termőhelyi adottságok két oldalról befolyásolják:

- a fafajok elterjedésén keresztül az egyes fafajokból rendelkezésre álló faanyag volumenét;
- a faanyag fizikai, mechanikai és egyéb tulajdonságain keresztül a rendelkezésre álló faanyag minőségét.

### 1. A rendelkezésre álló faanyag volumene

Magyarország területének túlnyomó többsége nem tartozik az optimális erdőtenyészeti adottságú régiókba. Különösen kevés a fenyők termesztése szempontjából megfelelő erdőterületünk. Ugyanakkor tényként kell elfogadni, hogy a faanyagú tartószerkezetek gyártása a világon mindenütt alapvetően fenyő alapanyagbázisra épül, s hazánkban sem lehet szó a fenyőanyag egyszerű és teljes mértékű helyettesítéséről még akkor sem, ha a felhasznált fenyő fűrészáru túlnyomóan importból származik. Mint azt az eddigi kutatási eredmények és a jelenlegi gyakorlat is igazolja, egyes területeken, illetve bizonyos tartótípusok esetében lehetőség van a lombos faanyag tartószerkezeti célú alkalmazására, sőt különleges elvárások esetén (pl.: nagy tartósság, magas szilárdság, stb.) egyes lombos fafajok (pl.: akác) alkalmazása lényegesen előnyösebb és gazdaságosabb lehet a fenyőnél. A fenyőfélék mellett, volumenük alapján tartógyártási célra számításba vehető fafajok az akác, cser és nyárfélék, melyek viszonylag nagy tömegben, s országosan évente közel azonos mennyiségben kerülnek kitermelésre. Az egyéb lombos fafajok közül csupán az égert tekinthetjük, egy-egy vidéken helyi jelleggel, számottevőnek.

A tartószerkezeti célra alkalmas fűrészáru fafajonkénti mennyiségi arányai azonban jelentősen eltérnek a fakitermelés bruttó adatainak arányaitól. Legnagyobb mértékben a nyár fűrészáru, majd az akác alkalmas tartószerkezeti célra, míg a cser esetében a rendelkezésre álló fatömegnek csupán kisebb hányada vehető számításba. Nyár és cser esetében — azok gombakárosítókkal szembeni kis ellenállóképesége miatt — nem szabad megfeledkezni az elengedhetlenül szükséges faanyagvédelemről.

A különböző felhasználási területek fafaj- és fatömegigénye, illetve az értékesítési lehetőségek következtében a tartógyártás céljára ténylegesen rendelkezésre álló „fatömegkinálat” fafajonkénti sorrendje: cser, akác, nyár, éger.

Az a körülmény, hogy fafajösszetételünk rendkívül heterogén, s egy-egy fafajból adott célra csak ritkán áll rendelkezésre nagy mennyiségű és egyenletes minőségű faanyag, különösen megnöveli a faanyag tulajdonságok szerint történő csoportosításának, s a tulajdonságok között meglévő összefüggések felhasználásának jelentőségét.

## 2. A termőhely és a fizikai illetve mechanikai tulajdonságok kapcsolata

A különböző termőhelyi tényezőknek a faanyag szilárdsági tulajdonságaira gyakorolt hatását illetően a vonatkozó irodalomban számos utalás található. Egyes országokban (pl.: Amerikai Egyesült Államok) ezt a körülményt olymódon állítják a faanyag gazdaságos hasznosításának szolgálatába, hogy a faanyagú tartószerkezetek határfeszültségi értékeit „régióként” külön-külön, a faanyag származása alapján határozzák meg. A rendelkezésre álló faanyag optimális hasznosításának igénye a feldolgozásra alkalmas élőfakészletek csökkenésének logikus következménye a világ bármely országában, míg a fában szegény országok számára egyszerűen parancsoló szükségszerűség.

A különböző termőhelyi tényezők — éghajlat, talaj, hidrológiai viszonyok, élővilág, stb. — figyelembevételével az erdőgazdálkodásban ún. termőhelytípusokat határoztak meg, s ezekhez kapcsolódóan a gazdálkodás alapját képező „erdőtípusokat” képezték. Első pillantásra ezek az erdőgazdálkodási alapegységek kézenfekvő alapot szolgáltathatnak az ott megtermelt faanyag fizikai és mechanikai tulajdonságok alapján történő értékelésére is. Sajnos azonban a mechanikai tulajdonságokkal való számszerű kapcsolat kimunkálására nem mindig nyújtanak megfelelő lehetőséget, mert az „erdőtípusok” értékelése csak viszonylag terjedelmes szövegi körülírással lehetséges.

Ismeretes, hogy a különböző tényezők közül az éghajlat az, melynek paraméterei a leginkább mérhetőek, sőt a többi hatótényezőre (talaj, élővilág, mikroklíma) is befolyást gyakorol, s így közvetett módon a többi termőhelyi tényező közvetlen hatásában is érvényre jut befolyása. A különböző termőhelyi tényezők, köztük elsősorban az éghajlati összetevők befolyása bonyolult biokémiai folyamatokon (asszimiláció) keresztül érvényesül a faanyag szöveti szerkezetére és egyéb tulajdonságaira. Szántó István a történelmi Magyarország meteorológiai állomásainak évtizedeken át feljegyzett adatait feldolgozva alakította ki a Kárpát-medencére vonatkozóan az éghajlatjósági számokat. Az adatok grafikus feldolgozásának eredményeként meghatározott Szántó-féle éghajlatjósági görbék az éghajlati tényezők komplex hatása szempontjából azonos értékű területeket kötik össze. A görbék „futása” meglepő azonosságot mutat a helyszíni adatfelvételek útján meghatározott természetes fafajelterjedési határvonalakkal. Ezt a tényt az erdőgazdálkodásban a különböző termőhelyekre telepíthető fafajok megválasztásánál is figyelembe vesszük. Az éghajlatjósági görbék megoszlását Magyarország területén az 1. ábra szemlélteti, ahol az éghajlatjósági mértékszámok a 125—185 közötti intervallumot ölelik fel.

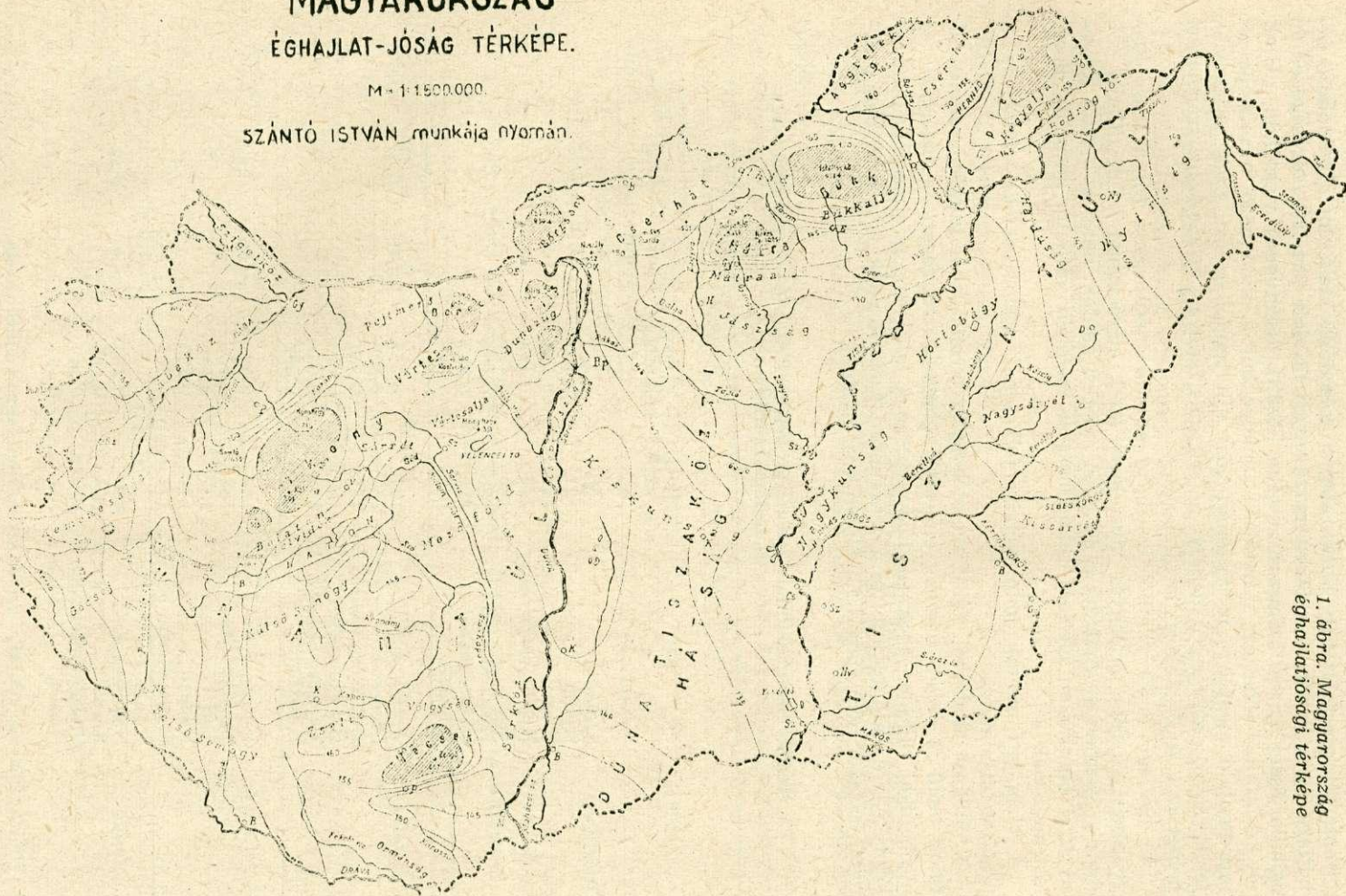
A különböző fafajok tenyészterületi határa és az éghajlatjósági görbék, valamint a faanyag térfogati sűrűsége és a szilárdsági tulajdonságai között

# MAGYARORSZÁG

## ÉGHAJLAT-JÓSÁG TÉRKÉPE.

M = 1:1500.000.

SZÁNTÓ ISTVÁN munkája nyomán.



I. ábra. Magyarország  
éghajlatjósági térképe

bizonyított kapcsolat van. Ennek alapján kézenfekvőnek tűnt a különböző éghajlatjóságú termőhelyekről származó egyes fafajok térfogati sűrűsége és az éghajlatjósági görbe számszerű értéke közötti összefüggés vizsgálata. Csak olyan fafajok jöhetnek számításba, amelyekből a különböző termőhelyeket reprezentáló megfelelő mérésszámú adat állt rendelkezésre. Ezek: óriásnyár, feketefenyő, erdeifenyő, lucfenyő. A vizsgált faanyag fafajonkénti származási helyét az 1. és 2. táblázat tartalmazza.

Az egy-egy erdőrészletből származó minták mérésszáma (n) a mosonmagyaróvári és rémi óriásnyár kivételével (ezek mérésszáma n=20, illetve 42), minden esetben meghaladta a 60-at. A mérési adatok, mint az a több tényező által befolyásolt élettani tulajdonságok esetében várható, normális eloszlást mutatnak.

A vizsgálati minták (mintavételre felhasznált erdőrészletek) adatait az 1. táblázat tartalmazza.

A táblázat adataiból nyilvánvaló, hogy a termőhelytől függően azonos fafajon belül is olyan mértékű eltérések lehetnek a térfogati sűrűségben és mechanikai tulajdonságokban, hogy azokat a takarékos fafelhasználás következményeire való tekintettel a teherhordó faszerkezetek teherbírásának meghatározásakor nem szabad figyelmen kívül hagyni.

1. táblázat

**A vizsgált faanyagminták származási helyének Szántó-féle éghajlatjósága és térfogati sűrűsége**

Fafaj	Származási hely		Térfogati sűrűség: g/cm <sup>3</sup>			
	neve	éghajlatjósági szám	mért értékek átlaga	irodalmi adatok		
				minimum	átlag	maximum
Óriásnyár	Szolnok	126	0,413	—	0,43	—
	Gyula	131	0,402			
	Rém	141	0,423			
	Hajdúböszörmény	143	0,413			
	Baja	145	0,438			
	Mosonmagyaróvár	150	0,408			
	Nyíregyháza	151	0,397			
	Sárvár	162	0,454			
Feketefenyő	Ásotthalom	137	0,579	0,48	0,57	0,67
	Ófehértó	153	0,506			
	Baktalórántháza	155	0,554			
	Balatongyörök	160	0,640			
	Vonyarcvashegy	162	0,608			
	Keszthely	163	0,592			
Erdeifenyő	Kecskemét	134	0,528	0,30	0,49	0,85
	Somogyfajsz	155	0,450			
	Lad	157	0,436			
	Nádasd	171	0,490			
	Szentpéterfa	174	0,508			
Lucfenyő	Hármashuta	152	0,451	0,30	0,43	0,62
	Regéc	160	0,428			
	Óriszentpéter	178	0,449			
	Kőszeg	184	0,467			

A táblázat sűrűségi adatai abszolút száraz faanyagra vonatkoznak.

A termőhelyi tényezők hatásának figyelembevételére elsősorban akkor van lehetőség, ha az anyag származása pontosan ismert, s a feldolgozó üzem tartósan, vagy rendszeresen ugyanazon meghatározott területről kapja az alapanyagot.

Regresszióanalízis keretében — a rendelkezésre álló vizsgálati anyag alapján — fafajonként vizsgáltam a Szántó-féle éghajlatjósági értékek és a minták térfogati sűrűségének átlagadatai közötti összefüggés jellegét és szorosságát.

Az értékpárok közötti kapcsolat jellege nem utal valamely meghatározott függvényre, így megoldásként polinomiális egyenlet illesztése kínálkozott.

Az egyenlet alakja:

$$\gamma = a + b_1 x + b_2 x^2 + \dots + b_k x^k$$

Ahol  $\gamma$  a térfogati sűrűség  $g/cm^3$

$x$  a Szántó-féle éghajlatjóság értéke

$a; b_1 \dots b_k$  az egyenlet paraméterei

Miután az összefüggések szorossága önmagában nem jelent szakmai magyarázatot, az ilyen jellegű összefüggések nem adnak pontos ismeretet a kapcsolat szakmai háttéréről, ezért szakmai értelmezésük nagy gondosságot igényel.

Az 1. táblázat adatai alapján, az értékpárok pontjaihoz másod-, harmad- és negyedrendű egyenleteket illesztettem. A kapott egyenletek paramétereit és az összefüggések szorosságára utaló korrelációs koeficiensek értékét a 2. táblázat tartalmazza.

Az összefüggések jelölése a táblázatban:

- I. másodfokú egyenlet
- II. harmadfokú egyenlet
- III. negyedfokú egyenlet

2. táblázat

A térfogati sűrűség és a Szántó-féle éghajlatjóság közötti kapcsolat egyenleteinek paraméterei

Fafaj	Össze- függés jele	$a$	$b_1$	$b_2$	$b_3$	$b_4$	$R$
Erdei- fenyő	I.	4,967 49	— 5,825 8 <sup>-2</sup>	1,8753 <sup>-4</sup>	—	—	0,88
	II.	— 2,488 16	8,804 2 <sup>-2</sup>	— 7,6408 <sup>-2</sup>	2,0524 <sup>-6</sup>	—	0,99
	III.	137,387 999	— 3,482 73	3,3294 <sup>-2</sup>	— 1,4183 <sup>-4</sup>	2,272 <sup>-7</sup>	0,99
Lúcfenyő	I.	3,844 64	— 4,128 3 <sup>-2</sup>	1,2465 <sup>-4</sup>	—	—	0,99
	II.	15,207 46	— 2,460 7 <sup>-1</sup>	1,3517 <sup>-3</sup>	— 2,4446 <sup>-6</sup>	—	1,00
	III.	9,081 5	— 9,864 5 <sup>-2</sup>	2,5241 <sup>-5</sup>	2,8447 <sup>-6</sup>	7,9 <sup>-9</sup>	1,00
Fekete- fenyő	I.	10,064 22	— 1,289 9 <sup>-1</sup>	4,4601 <sup>-4</sup>	—	—	0,75
	II.	579,661 69	— 11,489 38	7,5768 <sup>-2</sup>	1,6611 <sup>-4</sup>	—	0,99
	III.	349,179 26	— 5,412 06	1,5762 <sup>-2</sup>	8,6861 <sup>-5</sup>	— 4,136 <sup>-7</sup>	0,99
Óriás- nyár	I.	1,296 11	— 1,315 5 <sup>-2</sup>	4,8782 <sup>-5</sup>	—	—	0,61
	II.	— 19,097 26	4,139 9 <sup>-1</sup>	— 2,9204 <sup>-3</sup>	6,8504 <sup>-6</sup>	—	0,72
	III.	553,584 97	— 15,647 37	1,6555 <sup>-1</sup>	— 7,7642 <sup>-4</sup>	1,362 <sup>-6</sup>	0,94

$R$  a többszörös korrelációs koeficiens

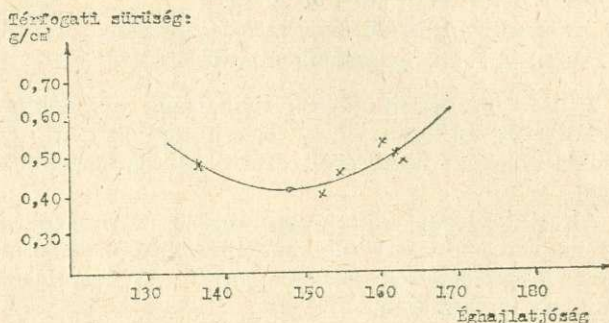
A 2. táblázat adatai alapján megállapítható, hogy lúcs- és erdeifenyő esetében a vizsgált tartományban másodfokú görbével megfelelően jellemezhető az összefüggés. Feketefenyő és óriásnyár esetében a harmad-, illetve negyedfokú tag bevezetése természetszerűleg növeli az összefüggés szorosságát.

Fentieket alátámasztja az R statisztikai próbája is. Lúcs- és erdeifenyő esetében a másodfokú összefüggés  $P=10\%$ -os szinten, feketefenyőnél a harmadfokú összefüggés  $P=0,1\%$ -os szinten, óriásnyárnál a negyedfokú  $P=5\%$ -os szinten szignifikáns.

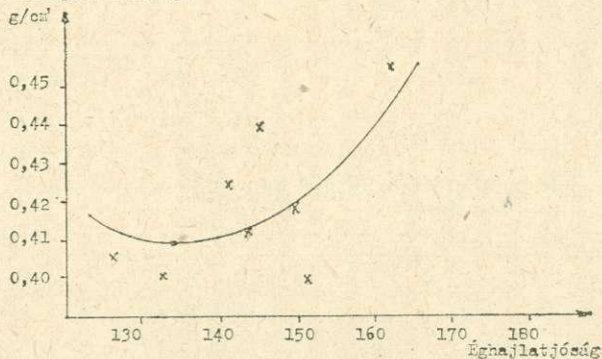
Ha elvégezzük az egyenletek ellenőrző számítását, megállapíthatjuk, hogy az egyenletekkel számított  $\gamma$  értékek hibahatáron belül egyeznek a mért adatokkal, de a másod- és harmadfokú összefüggéseknél az eltérés valamennyi fafaj esetében kisebb, mint a negyedfokúaknál.

A kapott másodfokú összefüggéseket a 2—5. ábrák szemléltetik.

2. ábra. A feketefenyő térfogatsűrűsége és a Szántó-féle éghajlatjóság összefüggése

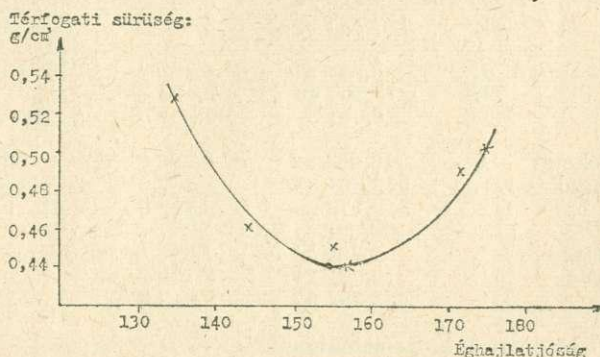


Térfogati sűrűség:  
g/cm³

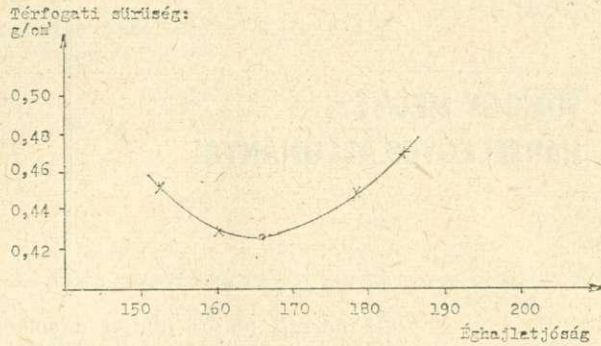


3. ábra. Az óriásnyár térfogatsűrűsége és a Szántó-féle éghajlatjóság összefüggése

4. ábra. Az erdeifenyő térfogatsűrűsége és a Szántó-féle éghajlatjóság összefüggése



5. ábra. A lúcfenyő térfogatsűrűsége és a Szántó-féle éghajlatjóság összefüggése



A vízszintes (x) tengelyre a Szántó-féle éghajlatjósági értékeket a függőleges (y) tengelyre a térfogati sűrűséget ( $\text{g/cm}^3$ ) hordtam fel. Az ábrákon nullkört jelöli a szélső értékek helyét (első derivált=0). A vizsgálati minták átlagadatait \*-gal jelöltem. A magasabbfokú összefüggések értékeléséhez a fajok teljes tenyészterületét felölelő mintákra van szükség.

### 3. Összefoglalás

A vizsgálatok és a kapott összefüggések alapján megállapítható, hogy

- A különböző fajok térfogati sűrűsége és a Szántó-féle éghajlatjósági értékek között polinomiális egyenlettel jellemezhető kapcsolat van.
- A kapcsolat szorossága az összefüggés jellegétől függően eléri az  $R=0.61$ — $1.00$  értéket, s így a térfogati sűrűség változása  $37$ — $100\%$  között változó arányban a termőhelyi viszonyokat jellemző éghajlatjósági értékekkel magyarázható.
- A vizsgált mintaanyag a különböző fenyők esetében a tenyészterület alsó határaként jellemzhető éghajlatjóságú területekről származik, s a görbék teljes terjedelmének meghatározásához országhatáron kívülről származó minták értékelése is szükséges volna.
- Az óriásnyár esetében a másodfokú görbe szorossága lényegesen kisebb, mint a fenyőknél, a magasabb fokú görbék jellege pedig eltér a többi fajától. Ennek valószínű oka, hogy a minták egy része ártéri területről és ültetvényyszerű állományokból származik, ahol az eredeti termőhelyi adottságoknak kisebb része jut érvényre az éghajlatjósági értékekben, illetve más intenzív hatások (elárasztás, öntözés, állománynevelés) részben elfedik azt.

A különböző fajok térfogati sűrűsége és a Szántó-féle éghajlatjósági értékek közötti összefüggés felhasználható

- a teherhordó faszerkezetek fa alapanyagának származási hely alapján történő szilárdsági osztályozására, a szilárdsági tulajdonságok maximális kihasználására. A rossz termőhelyen nőtt faanyag szilárdsági tulajdonságai is lehetnek a sűrű szöveti szerkezet, stb. miatt viszonylag magasak, de a faanyag minősége ilyenkor erősen korlátozza, esetleg kizárja a tartógyártás céljára történő felhasználást;
- faállományok telepítésénél a különböző erdőgazdasági követelmények mellett a fizikai és mechanikai tulajdonságokkal kapcsolatos igények figyelembevételére.