

Besides the above, a new timber-steel hybrid system was developed. The new structure keeps the timber main beams, but replaces the steel deck-timber floor beam configuration with longitudinal steel square tubes, connected to each other at certain intervals through transverse steel pipes embedded in concrete. The authors intend to present the structural performance of this new timber-steel hybrid system in a future paper.

### References

- Kiss L, Sasaki T, Iijima Y, Usuki S (2008) Failure test and finite element analysis of timber-steel hybrid bridge, Proceedings of the 10th World Conference on Timber Engineering, 3-107p.pdf
- Kiss L, Sasaki T, Iijima Y, Usuki S (2007a) FEM analysis of timber-steel hybrid bridge structure, JSCE Proceedings of the 6th Symposium on Timber Bridges, pp. 27-34
- Kiss L, Sasaki T, Usuki S (2007b) Finite element modeling of timber-steel hybrid bridge, Proceedings of the 62nd Annual Conference of the Japan Society of Civil Engineers, pp. 297-298
- Kiss L, Sasaki T, Toyota A, Usuki S (2006a) Performance of glulam beam-orthotropic steel deck hybrid bridge structure, Proceedings of the 9th World Conference on Timber Engineering, 2.10.4.pdf
- Kiss L, Sasaki T, Usuki S (2006b) Behavior of glulam beam-orthotropic steel deck hybrid bridge structure, JSCE Proceedings of the 5th Symposium on Timber Bridges, pp. 101-106
- Miki C, Suganuma H, Tomizawa M, Machida F (2005) Cause study on fatigue damage in orthotropic steel bridge deck, Proceedings of the Japan Society of Civil Engineers, No. 780, I-70, pp. 57-69 (in Japanese)
- Pousette A (2003) Full-scale test and finite element analysis of a wooden spiral staircase, Holz Roh-Werkst. 61:1-7

## Dunántúli tölgyek gesztesedési folyamatai

FEHÉR Sándor<sup>1</sup>, KRAJCSÁK Zoltán<sup>2</sup>

<sup>1</sup> NymE, Faanyagtudományi Intézet

<sup>2</sup> Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Menedzsment és Vállalatgazdaságtan Tanszék

### Kivonat

A fatest két, különböző tulajdonságokkal rendelkező részre, a szíjácsra és a gesztre bontható. A faipari hasznosítás szempontjából az utóbbinak van kiemelkedő jelentősége, amit elsősorban a fa-rész nagyobb tartóssága és jobb műszaki tulajdonságai eredményeznek. A színes gesztű fajoknál a feldolgozás során igyekszünk is ezt figyelembe venni a szíjács kiejtésével. Különösen igaz ez a tölgyekre. A jellemzően állományalkotó, fényigényes tölgy az egyik legértékesebb lombos fafajunk, feldolgozása rendkívül széleskörű területeket érint. Hazai erdeink fatömegének több mint harmadát a tölgy fajok teszik ki. A tölgyek gesztesedési folyamatát – csakúgy, mint bármely más fafajét – nagyon sok tényező határozza meg. A legfontosabb talán az adott fa genetikai jellemzői, azaz a fafaj határozza meg a gesztesedés jellegzetességeit. Azonban számos külső tényező is meghatározó jelentőséggel rendelkezik, mint a növekedés körülményei (alászorultság, záródás, stb.) és az ökológiai jellemzők (földrajzi elhelyezkedés, klíma, termőhely, hidrológia, stb.). A gesztesedés körülményeinek hatását sajnos már nem értékelik, annak ellenére, hogy azok jelentősége igen nagy. Új megközelítést adhat a tölgy állományok minőségi javítása szempontjából a kitermelt faanyag geszt-szíjács arányának vizsgálata. A geszt arányának növekedése számos előny közül elsősorban gazdasági előnyöket eredményez, így a gesztesedés mértékének



vizsgálata nem elhanyagolható. Ezt alátámasztva, e tanulmány bizonyítja, hogy az állományok földrajzi elhelyezkedése fontos tényező a gesztesedés folyamatában.

**Kulcsszavak:** tölgy, geszt, szíjács, gesztarány, szélességi körök

## Heartwood formation process of oak in Transdanubia

### Abstract

The two main parts of a log, sapwood and heartwood, have different properties. With regard to utilization in the wood industry, the latter is of great importance because of its higher durability and better mechanical properties. In case of wood species with colored heartwood, this fact is considered through the removal of the sapwood. This is especially true for oak, which is one of the most valuable dominant hardwood species in Hungary that prefers full sunlight and has a wide range of utilization. More than one third of the domestic wood volume consists of oak species. The heartwood formation process of oak – just like in any other wood species – is influenced by many factors. Perhaps the most important is the genetic features of the tree, namely the wood species. There are several external determinative factors, however, like the growing conditions and ecological circumstances (geographical situation, climate, site, hydrology, etc.). Unfortunately, the effect of the circumstances is usually not taken in account despite its high importance. In terms of the quality improvement of oak stands, the examination of the relationship between heartwood-sapwood ratio and environmental factors can be a new approach. Increasing heartwood ratio, among numerous other benefits, primarily results in economic asset, therefore the investigation of the heartwood formation rate cannot be neglected. To confirm this statement, the present study demonstrates that the geographic situation of forest stands is an important factor in the heartwood formation process.

**Key words:** oak, heartwood, sapwood, heartwood ratio, lines of latitude

### Bevezetés

Mind az erdészeti, mind a faipari szakma számára fontos, hogy egy adott területen az arra a helyre jellemző ökológiai tulajdonságokkal rendelkező erdőket neveljünk (Béky 1989). Ugyanilyen fontos az is, hogy az egyes fafajok vágási életkorát a helyi adottságoknak megfelelően alakítsuk ki. Ezáltal változhat az erdészeti szemlélet, mely a hazai fafeldolgozó ipar számára még jobb minőségű alapanyagot állíthat elő, javítva ezzel a fatermékek minőségét. A jellemzően állományalkotó, fényigényes tölgy az egyik legértékesebb lombos fafajunk, feldolgozása rendkívül széleskörű területeket érint (Molnár és Bariska 2002). Hazai erdeink fatömegének több mint harmadát a tölgy fajok teszik ki. Ezek közül jelentősebb mennyiségben fordul elő a kocsányos, a kocsánytalan, a cser, a magyar, a molyhos, és a vörös tölgy (Kolozsár 1990).

A tölgyek – csakúgy, mint bármelyik más fafaj – gesztesedési folyamatát nagyon sok tényező határozza meg. Leginkább talán az adott fa genetikai

jellemzői, azaz a fafaj határozza meg a gesztesedés jellegzetességeit (Kovács 1979). Azonban számos külső tényező is meghatározó jelentőséggel rendelkezik (Vorreiter 1949), mint a növekedés körülményei (alászorultság, záródás, stb.) és az ökológiai jellemzők (földrajzi elhelyezkedés, klíma, termőhely, hidrológia, stb.). A szakirodalmi adatbázisokat elemezve megállapítható, hogy számos munka foglalkozik a gesztesedés jelenségével, amelyek azonban elsősorban annak kémiai folyamatait vizsgálják (Albert et al. 1999, 2003). A gesztesedés körülményeinek hatását sajnos már nem értékelik, annak ellenére, hogy azok jelentősége igen nagy. Több kutatás is fellelhető a témakörben, amelyek azonban más fafajokra vonatkoznak, mint pl. bükk, ahol a kor, ill. az ökológiai tényezők hatását vizsgálják a gesztesedési folyamatban (Bíró 2005).

Új megközelítést adhat a tölgy állományok minőségi javítása szempontjából, a kitermelt faanyag geszt-szíjács aránya és a környezeti tényezők össz-

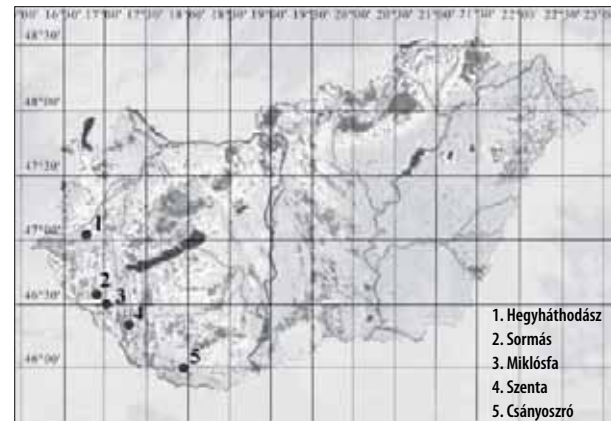
szefüggésének a vizsgálata. Az elhalt, de a fafeldolgozás szempontjából értékesebb farész a geszt. A geszt jobb mechanikai tulajdonságokkal és kisebb nedvességtartalommal rendelkezik, mint a szíjács (Molnár 2004, 2006). A geszt bütüfelülethez viszonyított aránya, a bütün és a paláston feltárt fahibák meghatározása, valamint e jellemzők egymás, és az állományok ökológiai tulajdonságai közötti párhuzamainak feltárása segítheti a kitűzött cél elérését.

### A vizsgálati területek leírása

A tanulmány a dunántúli régió erdőállományaiból kitermelt kocsányos tölgy egyedek gesztjesedési folyamatait kutatja. Ezen belül négy megyében (Vas, Zala, Somogy, Baranya), összesen öt különböző helyszínen vizsgáltuk a kocsányos tölgyek geszt-szíjács arányait, a gesztjesedés mértéke és az előforduló fahibák, valamint az adott állomány üzemtervi kivonatában szereplő ökológiai tényezők közötti összefüggéseket.

A kutatás célja, hogy a 2006. első felében, öt dunántúli helyszínen végzett erdőkitermelésből kikerülő tölgy rönkök esetében vizsgálja az egyedek bütüfelületének elemzése során feltárt fahibákat, valamint ezek, és a geszt-szíjács arány változásainak összefüggéseit az állományok életkorával, záródásával, talajtípusával, hidrológiájával, termőrétegével, és fakészlet-hozamával kapcsolatban.

A helyszíneket az 1. ábra mutatja be (1. Hegyháthodász, 2. Sormás, 3. Miklósfa, 4. Szentá, 5. Csányoszró). A különböző vizsgálati területek jellemző ökológiai és a fák növekedését jelentősen befolyásoló egyéb környezeti tényezőinek hatásvizsgálatát szerettük volna minden egyes paraméterre kiterjeszteni, amit azonban az egyes területek



1. ábra Vizsgálati helyek

Figure 1 Sample sites

nagy hasonlósága eddig nem tett lehetővé (1. táblázat). Így az értékelés elsődlegesen a földrajzi, azaz a szélességi körök mentén való elhelyezkedésnek a gesztjesedési folyamatra gyakorolt hatását tárja fel. A vizsgálatokat újabb és újabb területek felvételével szándékozunk bővíteni.

### Vizsgálati módszerek

A gesztjesedés mértékének vizsgálatához az egyes területeken véletlenszerű mintavételi eljárással a következő számú törzsek kerültek vizsgálatra: Hegyháthodász 34 db, Sormás 34 db, Miklósfa 63 db, Szentá 45 db és Csányoszró 42 db. A kutatás során a kivágott tölgy egyedek bütüfelületei digitális fényképezőgéppel rögzítésre kerültek. A fahibák leírása ezeken alapszik. A geszt és szíjács arány meghatározása egyedenként – azaz fényképenként – történt, az ImagePro Plus 4.0 számítógépes grafikai program segítségével. Ezzel meghatározhatóvá váltak minden esetben a geszt-bütü, szíjács-bütü, valamint geszt-szíjács területarányok.

1. táblázat A vizsgálat alá vont területek ökológiai jellemzői

Table 1 Ecological features of the investigated sites

Terület	Ökológiai és állományviszonyok								
	Fafaj	Klíma	Hidrológia	Genetikai talajtípus	Fekvés	Fatermőképesség	Kor	Fatermési osztály	Záródás
Hegyháthodász	KST + KTT	GYT	VFLEN	ABE	É	10	92	3-1	85
Sormás	KST	GYT	TVFLEN	ABE	Sík	3,2	108	3	87
Miklósfa	KST	KTT	VFLEN	ABE	K	10	97	2-2	85
Szentá	KST	GYT	IDŐSZ	RBE	Sík	NA	95	3	72
Csányoszró	KST	GYT	VFLEN	ABEV	NA	10	68	3	90

KST – kocsányos tölgy, KTT – kocsánytalan tölgy, GYT – gyertyános-tölgyes, VFLEN – vízhatástól független, TVFLEN – többször vízhatástól független, IDŐSZ – időszakos vízhatású, ABE – agyagbemosódásos erdőtalaj, RBE – rozsdabarna erdőtalaj, ABEV – Agyagbemosódásos erdei vályog

Tekintettel arra, hogy területnagyságok egymáshoz viszonyított arányáról van szó, a mérés szempontjából lényegtelen, hogy a felvételt készítő objektív és az adott metszet között mekkora, és egyáltalán állandó-e a távolság. Alátámasztja ezt az a tény is, hogy a tölgyek szabályos geszttel rendelkező fajok, vagyis a geszt határvonala minden esetben az évgyűrűvonalat követi (Taskovics 2005), és a fa teljes hosszában a határ évgyűrű vonalán az egészséges, természetes geszt nem hatol át. Az viszont már lényeges, hogy mindegyik mintadarabon azonos fa-magasságnál történjen a vizsgálat.

Megjegyzendő, hogy kissé hasonló kutatás már történt néhány nyárfajta esetében is, de ott nem geszt- és bütüterületek, hanem geszt- és bütüátmérő adatokon alapultak a gesztesedési arányok (Babos és Zsombori 2003).

### Vizsgálati eredmények

Az 5 területen összesen 217 db rönk került elemzésre. Az ezekből kapott összesített adatok szerint az összes területre vonatkozóan az:

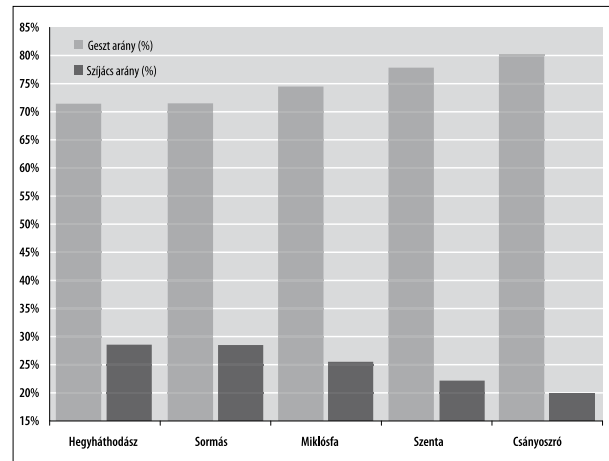
- átlagos geszt–bütü arány: 77,83%;
- átlagos szíjács–bütü arány: 22,17%;
- átlagos szíjács–geszt arány: 28,90%.

A geszt arányok eredményeit értékelve egyértelműen megállapítható, hogy bizonyos tendencia figyelhető meg a vizsgálati helyszínek szerint. Dél-keleti irányban növekedik a gesztarány (2. ábra). Északról dél felé haladva a szélességi körök mentén a gesztesedés mértéke szintén növekvő tendenciát mutat.

Az egyes helyszínek eredményeit vizsgálva jól látható a 3. ábra alapján, hogy a délebben fekvő területek adatai szorosabb tartományon belül helyezkednek el (Szentá, Csányoszró). Ugyan ez igaz az adatok 50%-os tartományára is. Mindezek arra utalnak, hogy ezek a területek megbízhatóbb eredményt produkálnak a geszt arány tekintetében.

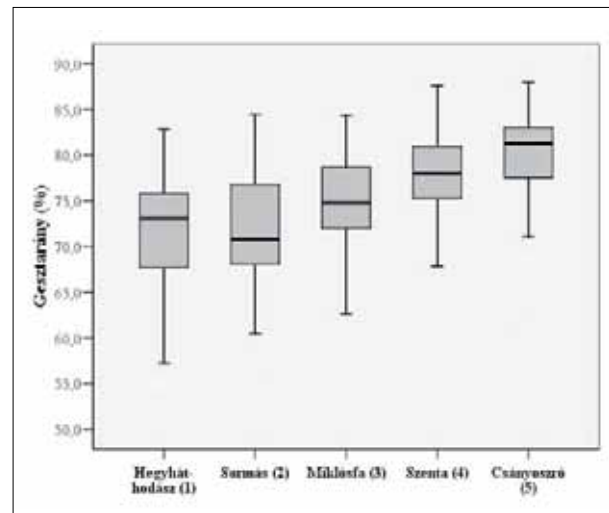
Annak megállapítására, hogy az egyes területek közötti különbségek szignifikánsak-e, azaz valódi különbséget takarnak-e, variancia analízisre volt szükség (ANOVA). Hogy mely területek adnak közel azonos eredményt, a Duncan-teszt alkalmazásával mutatható ki (2. táblázat). A statisztikai vizsgálat kimutatta, hogy a Hegyháthodász és Sormás területek között nincs lényeges különbség, valamint a Szentá és a Csányoszró területek között sem.

A teszt alapján megállapítható, hogy három csoportra oszthatók a vizsgálati helyszínek. Első csoportba tartoznak a legkisebb geszt arányt adó területek, Hegyháthodász és Sormás. Második



**2. ábra** Gesztesedési arányok változása Vas – Zala – Somogy – Baranya vonalban, DK irányú haladással

**Figure 2** Alteration of the heartwood-sapwood ratio along the counties Vas–Zala–Somogy–Baranya in south-east direction depending on the sample site



**3. ábra** Gesztarányok változásai délkeleti irányban

**Figure 3** Alteration of the heartwood-sapwood ratio

**2. táblázat** A különböző területek homogenitásának vizsgálata

**Table 2** Homogeneity test of the investigated sites

Terület	N	Geszt arány (%)		
		1	2	3
Duncan <sup>c</sup> Hegyháthodász	34	71,4206		
Sormás	34	71,5018		
Miklósfa	63		74,4613	
Szentá	45			77,8344
Csányoszró	42			80,1850
Sig.		0,9490	1,0000	0,0650

A homogén csoportok azonos oszlopban vannak.

<sup>c</sup> Alfa = 0,05

csoportba tartozik Miklósfa, kb. 74–75%-os értékkel, míg a Senta és Csányoszró adta a legnagyobb értékeket (77–80%).

A vizsgálati eredményekből jól látszik, hogy a három csoport kialakulásában a mikroökológiai adottságokon túl az egyes területek földrajzi elhelyezkedései is fontos szerepet játszanak. A vizsgált állományok elhelyezkedésének déli, ill. keleti irányba való eltolódása a gesztesedés mértékének nagyságát megnöveli. Mint ahogy az 1. ábra is mutatja az állományok helyzetét, a mikroökológiai hatások jelentősége nem elhanyagolható. Annak megállapítására azonban, hogy az egyes tényezők milyen fontossági sorrendet alkotnak, (Milyen szerepet játszanak a gesztesedési sajátosságokban az egyedek erdőben elfoglalt helye, az alászorultság, az aljnövényzet, stb.?) még további vizsgálatok, értékelések szükségesek.

Figyelemre méltó összefüggések mutatkoztak a fahibák és a gesztesedési arányok között is (pl. benőtt göcsöknél, vagy ikerbélnél). Mindegyik helyszínrre igaz, hogy a gesztesedési arány mértéke alacsonyabb volt azoknál a rönköknél, ahol vízajtások és benőtt göcsök, tűgöcsök voltak megfigyelhetők. A különböző típusú fahibák kialakulását elsősorban azonban az egyéb környezeti tényezők határozzák meg, mint pl. lejtés, talaj, stb. Ahol a fizikai talajréteggként homok volt feltüntetve (pl. a Somogy megyei Senta), ott igen nagymértékű volt a gyűrűs elválás előfordulási aránya. A késő-tavaszi, meleg időjárásnak is köszönhetően igen jelentős mértékű bélrepedés volt tapasztalható mindegyik helyszínen. Továbbá feltűnő volt, hogy a Csányoszróban kitermelt tölgy rönköknél igen nagy arányban jelentkezett a szíjács sötétült színe. Az erdőrészi ökológiai viszonyai lényegében megegyeznek a másik négy területen jellemzővel, az egyetlen komoly különbség a vágáséletkorban mutatkozik; ezek a fák a szokásos 100–120 éves átlagkor helyett (Schopp 1974) jóval korábban kerültek kivágásra. A különleges törzsek aránya azokban az állományokban, ahol a lejtés nagyobb, mint nulla, azaz a terület nem sík, jelentős növekedést mutat.

### Összefoglalás

A fák gesztesedésének sajátosságaiban a genetikai tulajdonságokon túl igen jelentős szerepe van az adott állományra ható ökológiai és egyéb környezeti tényezőknek. A növekedés körülményei legalább olyan fontosak a fák fejlődése szempontjából, mint a faj és a kor. Mindezt alátámasztják és kihangsúlyozzák vizsgálataink eredményei is, melyeket

röviden összefoglalva a következő fontosabb megállapítások tehetők:

- Megállapítható, hogy a négy dunántúli megyéből származó tölgy rönkök gesztesedési aránya a Vas megye déli részétől Baranya megye délnyugati részéig tartó zónában, délkeleti irányban növekvő tendenciát mutat. A földrajzi elhelyezkedés hatása a gesztesedés mértékére befolyással van.
- A délibb, ill. keletibb fekvésű területek értékeiből faanyagot szolgáltathatnak a faipar számára, ha a növekedés egyéb körülményei közel azonosak.
- Homokos talajréteg következményeként nagy számban fordul elő gyűrűs elválás, amely a faanyag értékes területen való felhasználását jelentősen korlátozza.
- Általánosan megállapítható, hogy a gesztesedési arány alacsonyabb azoknál a törzseknél, amelyeknél a vízajtások és a benőtt göcsök, tűgöcsök részaránya kiemelkedően magas.
- Az állományok tereplejtésének növekedése ug-rásszerű változást idéz elő a különleges törzsek számának alakulásában.

Általános problémaként megfigyelhető volt a nem megfelelő erdőnevelés, valamint az állományok túltartottsága. A fafaj összetételek azonban a Borhidi-klimatérképnek a legtöbb esetben megfeleltek. A délebben fekvő területek által produkált gesztarányok szorosabb tartományon belül helyezkednek el, ami arra utal, hogy ezek a területek a gesztesedés mértéke szempontjából megbízhatóbb eredményt adnak a felhasználó számára.

A fakárosodások, fahibák nagyobb arányú megjelenésével kapcsolatban fontos megállapítani az erdő-túltartottságot is. Ennek oka azon túl, hogy erdészeti szempontból a vágáséletkor kitolása előirányzat, közrejátszik a rendszerváltást követő állami kárpótlások okozta tulajdonosi elaprózódás (Bács, Herczeg 2005). Ez azzal járt, hogy egyes erdőrészek sok, kis részarányal rendelkező tulajdonos kezébe kerültek, ezáltal a végvágások tervezése nehézkessé vált.

### Köszönetnyilvánítás

A tanulmány készítői köszönetet mondanak a Krajcsák Dezső egyéni vállalkozónak, aki az általa végzett fahasználati munkák során biztosította a kutatáshoz szükséges feltételeket.

**Irodalomjegyzék**

- Albert L, Hofmann T, Németh Zs I, Rétfalvi T, Koloszar J, Varga Sz, Csepregi I (2003) Radial variation of total phenol content in Beech (*Fagus sylvatica* L.) wood with and without red heartwood. *Holz Roh- Werkst* 61:227-230
- Albert L, Németh Zs I, Halász G, Koloszar J, Varga Sz, Takács L (1999) Radial variation of pH and buffer capacity in the red-heartwooded Beech (*Fagus sylvatica* L.) wood. *Holz Roh- Werkst* 57:75-76
- Babos K, Zsombori F (2003) Néhány nyár-fajta faanyag-tulajdonságának összefoglaló jellegű értékelése. *Faipar* 51(1):7-10
- Bács Z, Herczeg A (2005) Mezőgazdasági vállalkozások tőkestruktúrája. Debreceni Egyetem, Agrártudományi Centrum kiadványa, Debrecen
- Béky A (1989) A tölgy termesztése és hasznosítása. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Bíró B (2005) A bükk álgesztesedés vizsgálata a Somogyi Erdészeti és Faipari Rt. erdőállományaiban. Ph.D disszertáció, Sopron
- Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium (2006. március): Az erdők egészségi állapotáról. <http://www.fvm.hu>
- Koloszar J (1990) Erdőműveléstan I. A. NYME – EMK egyetemi jegyzet, Sopron.
- Kovács I (1979) Faanyagismeret. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Molnár S, Bariska M (2002) Magyarország ipari fái. Szaktudás Kiadó Ház. Budapest, 78-176
- Molnár S (2004) Faanyagismeret. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó. Budapest, 15-161, 341-347, 36-373
- Molnár S (2006) Fahibák, fakárosítások. Hillebrand Nyomda Kft. Sopron
- Schopp L (1974) Fatömeg-számítási táblázatok. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Taskovics P (2005) Faipari anyagismeret. Műszaki Könyvkiadó, Budapest
- Vorreiter L (1949) Holztechnologisches Handbuch, Band I. Verlag Georg Fromme & Co. Wien
-