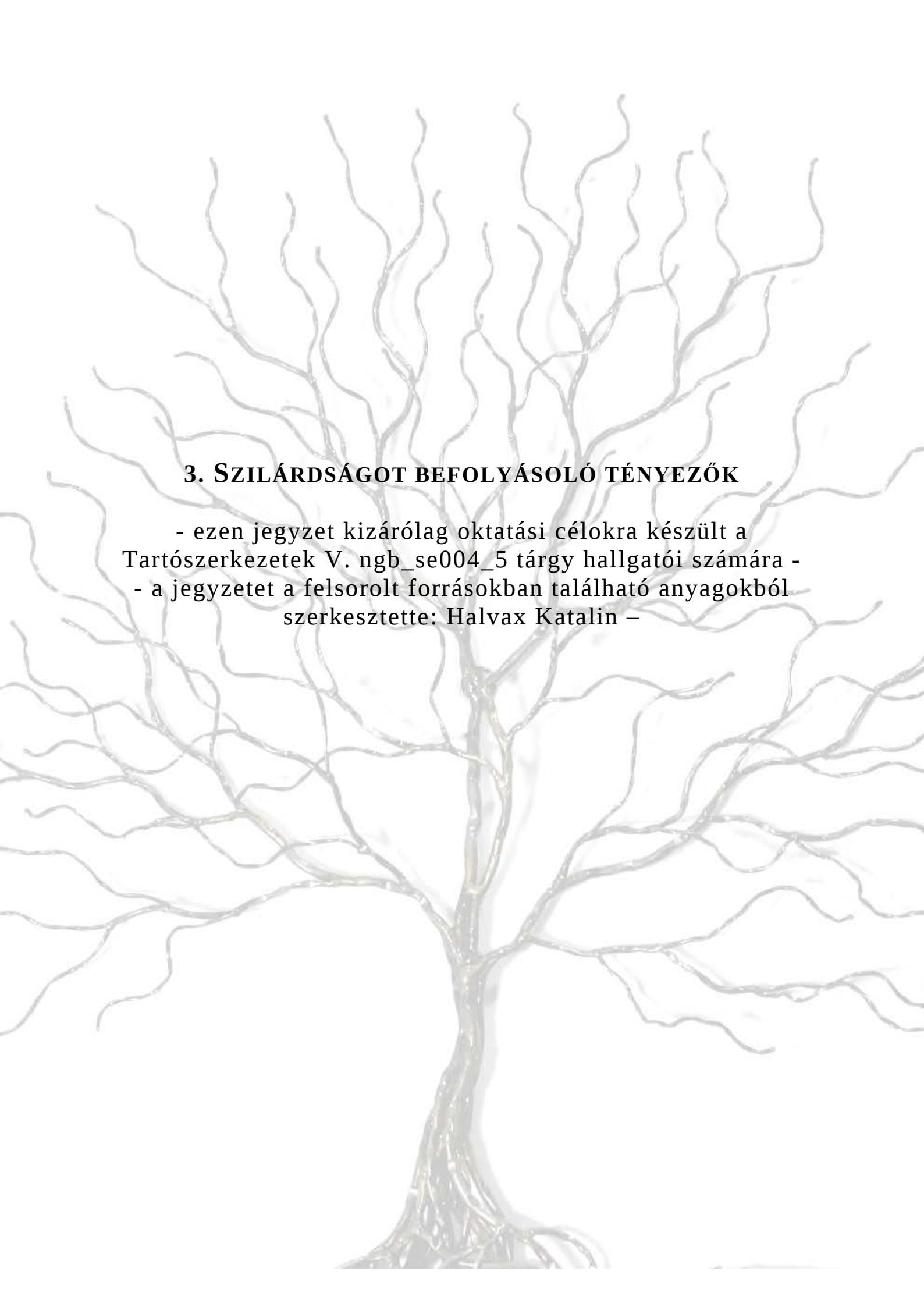




3. SZILÁRDSÁGOT BEFOLYÁSOLÓ TÉNYEZŐK

- ezen jegyzet kizárólag oktatási célokra készült a Tartószerkezetek V. ngb_se004_5 tárgy hallgatói számára -
- a jegyzetet a felsorolt forrásokban található anyagokból szerkesztette: Halvax Katalin –

A fa szilárdságát befolyásoló tényezők

A fa egy természetes, szerves eredetű építőanyag, ami inhomogén és anizotróp, ezért szilárdságát és más mechanikai jellemzőit (rugalmasság, keménység, kopásállóság stb.) a szöveti felépítése és egyéb külső paraméterek is befolyásolják:

- fa fajtája (ugyanazon fajtán belül pedig a sűrűség)
- erő és rostirány által bezárt szög
- fa nedvességtartalma (környező levegő rel.páratartalma és hőmérséklete)
- a terhelés időtartamának mértéke
- fahibák.

Szilárdság = egységnyi keresztmetszetű anyag *teherbíró képessége*; megmutatja, hogy mekkora az a terhelés, amit 1 mm² keresztmetszetű anyag károsodás nélkül elvisel.

A szilárdság ismeretében meghatározható, hogy egy adott méretű szerkezet mekkora terhelést képes elviselni (mekkora a teherbírása) vagy például adott mértékű igénybevételhez milyen méretű tartóelemre van szükség (méretezés).

Mértékegység: MPa N/mm²

MSZ EN 338:2010 szabvány: Szerkezeti fa – Szilárdsági osztályok (táblázat részlet)

		Fenyő és nyár fajok					Lombos fajok		
		C14	C16...	C24...	C45	C50	D30	D35...	D70
Szilárdsági tulajdonságok (N/mm²)									
Hajlítás	$f_{m,k}$	14	16	24	45	50	30	35	70
Rostirányú húzás	$f_{t,0,k}$	8	10	14	27	30	18	21	42
Rostirányra merőleges húzás	$f_{t,90,k}$	0,3	0,3	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,9
Rostirányú nyomás	$f_{c,0,k}$	16	17	21	27	29	23	25	34
Rostirányra merőleges nyomás	$f_{c,90,k}$	2,0	2,2	2,5	3,1	3,2	8,0	8,4	13,5
Nyírás	$f_{v,k}$	1,7	1,8	2,5	3,8	3,8	3,0	3,4	6,0

A fa fajtája:

A termőhelytől, klimatikus viszonyoktól, a fatörzsben elfoglalt helyzettől függően a sűrűség (és ezáltal a szilárdság) értéke igen tág határok között változat. A különböző fajok szilárdságát összehasonlítva azt tapasztaljuk, hogy nem feltétlenül a nagyobb sűrűségű fajok a nagyobb szilárdságúak pl.: lásd C50 és D30. Ugyanazon fajtán belül viszont a sűrűség növekedésével a szilárdság is nagyobb lesz.

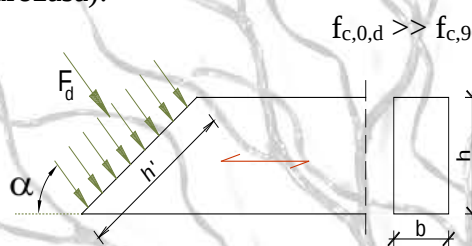
De általánosságban elmondható, hogy a tömör szerkezetű, nagy átlagsűrűségű fajták szilárdsága nagyobb, mint a könnyű puhafáké. A legszilárdabbak a kemény lombos fák (pl.: tölgy, kőris, bükk, gyertyán stb.), őket követik a fenyőfélék és a legkisebb szilárdsági értékűek a lágy lombos fák (pl.: nyár, éger, fűz).

Természetes faanyagok	Szilárdsági osztályok	ρ_m [kN/m ³]
Puha lombos fa (nyár, éger, fűz)	C14 ... C20	3,5 ... 4,0
Erdei fenyő	C22 ... C35	4,1 ... 4,8
Vörösfenyő	C40 ... C50	5,0 ... 5,5
Hazai kemény lombos (akác, bükk, tölgy)	D30 ... D50	6,4 ... 7,0
Egzotikus keményfa	D60 ... D70	8,4 ... 10,8

Erő és rostirány által bezár szög:

A húzást, nyomást a természetes fa a szálirányával párhuzamosan jobban bírja, mint arra merőlegesen. Ez a tulajdonság a fa szerkezeti felépítéséből következik: a fenyők késői pásztájában az egymás mellett párhuzamosan futó vastag falú tracheidák illetve a lombos fáknál a farostkötegek jól ellenállnak az igénybevételnek, és a kisebb ellenállású korai pásztában lévő vékony falú tracheidák illetve a lombos fáknál az edények nem rontják le jelentősen a teherbírást. A rostirányra merőleges igénybevételnél azonban a kisebb szilárdságú korai pásztában illetve az edényekben bekövetkezett törés vagy szakadás az egész szerkezet tönkremenetelét okozza.

Rostiránnyal szöget bezáró terhelés esetén a fa szilárdságának meghatározása a következőképpen történik (rostiránnyal szöget bezáró terheléssel szembeni ellenállás meghatározása):



$$f_{c,0,d} \gg f_{c,90,d} \quad f_{t,0,d} \gg f_{t,90,d}$$

$$f_{c,90,d} \leq f_{c,\alpha,d} \leq f_{c,0,d}$$

$$\sigma_{c,\alpha,d} \leq f_{c,\alpha,d}$$

$$\frac{F_d}{h \cdot b} \leq \frac{f_{c,0,d}}{\frac{f_{c,0,d}}{k_{c,90} \cdot f_{c,90,d}} \cdot \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha}$$

Terhelés időtartamának mértéke

Ha egy test hosszabb ideig áll igénybevétel alatt, tönkremenetele (törése) kisebb feszültségnél következik be, mint egy viszonylag rövid időtartamú statikus terhelés hatására. Ezért a szilárdsági jellemzők tervezési értékének meghatározásakor figyelembe kell vennünk a faszerkezetre ható teher időtartamának mértékét is, ami a $k_{mód}$ szilárdság-módosító tényezővel lehetséges. A fa a tartós terhelést „rosszabbul viseli”, mint a rövid időtartamú terheket. A táblázatban látható, hogy módosító tényező értéke nő ahogy a teher időtartamának mértéke csökken.

A $k_{mód}$ szilárdság-módosító tényező értékei

Faanyag	Felhasználási osztály	Teheridőtartam osztályok				
		állandó	hosszú időtartamú	közepes időtartamú	rövid időtartamú	pillanatnyi
Természetes faanyag, rétegelt-ragasztott fa, LVL termékek és rétegelt lemezek	1	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
	2	0,60	0,70	0,80	0,90	1,10
	3	0,50	0,55	0,65	0,70	0,90

- a szilárdsági jellemzők tervezési értékének meghatározása:

- γ_M : anyagjellemző parciális tényezője (pl: természetes fa $\gamma_M=1,3$)

$$f_d = \frac{f_k \cdot k_{mód}}{\gamma_M}$$

teheridőtartam	a karakterisztikus hatás időtartamának összegzett nagyságrendje	példa a terhelésre
állandó	10 évnél hosszabb	önsúly
hosszú időtartamú	6 hónap – 10 év	raktárak hasznos terhei
közepes időtartamú	1 hét – 6 hónap	egyéb hasznos terhek, hóteher
rövid időtartamú	1 hétnél rövidebb	szélteher
pillanatnyi		hó- és szélteher, földrengés, rendkívüli hatások

A fa nedvességtartalma

A *fanedvesség* százalékban megadott értéke kifejezi, hogy mennyi a fában található víz tömege az abszolút száraz (nettó fanedvesség) vagy a nedves (bruttó fanedvesség) fa tömegéhez viszonyítva.

Egyes szilárd anyagok, mint a fa, egy bizonyos egyensúlyi állapot eléréséig a környező levegőből vízpárát képesek felvenni vagy oda leadni, illetve egy telítettségi állapot eléréséig cseppfolyós halmazállapotú vizet képesek magukba szívni, vagy száradáskor vízpára formájában ismét leadni. Ezt a tulajdonságot *higroszkóposágnak* (nedvszívó képességnek) nevezzük.

A faanyag sejtes felépítésű porózus anyag. Szerkezetében a szilárd sejtfalakon túl üregek találhatók a sejtekben, a sejtek között és még a sejtfalakban is. Így képes a levegőből vízpárát felvenni vagy leadni, illetve kapilláris rendszerével cseppfolyós halmazállapotú vizet, oldatokat szállítani. A fa tehát egy olyan szilárd anyag, amelynek szerkezetében víz és levegő (benne vízpára) található.

A fából készült termékek felhasználásuk során általában a környező levegővel állnak kapcsolatban, így a levegő paraméterei (relatív páratartalma és hőmérséklete) közvetlen hatással vannak a faanyag nedvességtartalmára. Azt a fanedvességet, amely a környező levegő relatív páratartalmával és hőmérsékletével éppen egyensúlyban van, *egyensúlyi fanedvességnek*, magát az állapotot pedig higroszkópos egyensúlyi állapotnak nevezzük.

Ha a levegő rel. páratartalma nő, úgy a faanyag nedvessége is növekszik, ha a páratartalom csökken, akkor a fa nedvessége is csökken. Amennyiben állandó páratartalom mellett a levegő hőmérséklete nő, akkor a faanyag nedvessége csökkeni fog, illetve ha a hőmérséklet csökken, akkor a fa nedvessége nő. Tehát a fa nedvességtartalma minden esetben igyekszik egyensúlyba kerülni a környező levegő állapotával.

A nedvesség kétféle állapotban fordul elő a fában, kötött víz és szabad víz formájában. A *kötött víz* a sejtfalakban található nedvesség. A *szabad víz* ezzel szemben a sejtüregekben található nedvesség, ami nem kötődik a sejtfalakhoz, hanem szabadon áramlik. A faanyag tág határok között mozgó nedvességtartalmai között van egy olyan érték, amely kiemelt jelentőséggel bír. Ez a nedvességtartalom a maximális kötött víz mennyiség esetén jelentkező érték, amelyet rosttelítettségi határnak nevezünk. A fafajok átlagként számolt rosttelítettségi határértéke ~30%. Ebben az állapotban a sejtfalak nedvességgel telítettek, a bennük található kötött víz elérte a lehetséges legnagyobb mennyiséget, ugyanakkor a sejtüregekben és a sejtek közötti üregekben egyáltalán nincs cseppfolyós szabad víz, csak levegőt tartalmaznak. A rosttelítettségi határon maximális térfogattal rendelkezik a faanyag.

A szabad víz halmazállapota cseppfolyós amikor a fa nedvességtartalma 30% feletti. A 30% és a vízzel telített állapot között mindig van a fában a kötött vízen felül cseppfolyós halmazállapotú szabad víz. Ilyen az élő fa nedvességtartalma vagy a kidöntött, de vízzel huzamosabb ideig érintkező faanyag nedvességtartalma is. A döntés után fellépő természetes száradás során a szabad víz távozik elsőként a fából. Ezt a nedvességet a faanyag viszonylag könnyen elveszíti. Amikor a sejtüregekből eltávozott az összes cseppfolyós víz, a faanyag eléri a ~30%-os nedvességet, és ezt követően már a sejtfalak kötött víz tartalmának csökkenése indul meg. A szabad víz mennyiségének változása nincs hatással a faanyag méreteire és térfogatára. Mennyiségének változása a fa tömegét és sűrűségét módosítja.

A kötött víz a sejtfalakban rögzített nedvességre utal. A sejtfalak rétegeit cellulóz fonalak párhuzamos kötegei alkotják, amelyek között üregek alakulnak ki. Ezekbe épül be a levegőből felvett vízpára. Eltávozása nehezebb, mint a szabad vízé, teljes felszámolása csak mesterséges úton 100°C feletti hőmérsékleten lehetséges. 0-30%-os fanedvesség között csak kötött víz van a fában, a sejtüregekben annyi víz fordul elő, amennyi az ott található levegőben van. A levegő rel. páratartalmának és hőmérsékletének ingadozása függvényében a kötött víz

menntisége is változik. Ennek hatására a faanyag duzzadni vagy zsugorodni fog. Amikor a kötött víz mennyisége növekszik, a sejtfaak cellulóz fonalai távolodnak egymástól, ezáltal a sejtfaa vastagodik és a faanyag duzzad. Ellenkező esetben, amikor a kötött víz mennyisége csökken, a sejtfaak rétegei közelebb kerülnek egymáshoz. Ezáltal a sejtfaak vékonyodnak és a faanyag zsugorodik. A kötött víz mennyiségének változása függvényében a faanyag tömege és sűrűsége is változik. Mivel a faanyag műszaki tulajdonságait a sejtfaas szerkezet határozza meg, a kötött víz mennyisége hatással van a ezen tulajdonságokra. A kevesebb kötött víz általában előnyösebb tulajdonságokat eredményez.

A faanyag nedvességtartalma, a felhasználás körülményeitől függően, tág határok között változik, az abszolút száraz és nedves állapot közötti intervallumot *víz tartalmi fokozatok*ra lehet felosztani. Minden víz tartalmi fokozat olyan egyensúlyi fanedvességet fejez ki, ami bizonyos felhasználási körülményekre jellemző. Nagyon fontos, hogy minden fából készült terméket olyan nedvességtartalmú alapanyagból gyártsanak, amekkora a felhasználási helyen várható egyensúlyi fanedvesség mert csak így előzhető meg a felhasználás során bekövetkező duzzadás, zsugorodás, amely repedésekhez, alakváltozásokhoz vezet. A gyakorlatban alkalmazott nedvességtartalmi fokozatok a következők (nettó fanedvességben kifejezve):

vízzel telített	
élőnedves	50 m% felett
félnedves	30,1 – 50 m%
félszáraz	18,1 – 30 m%
légszáraz	12,1 – 18 m%
szobaszáraz	6,1 – 12 m%
túlszáritott	0 – 6 m%
abszolút száraz	0 m%

Félnedves állapot: a fűrészüzemek rönkteteire, a frissen kitermel fűrészárukra jellemző. Ebben az állapotban a fát könnyen megtámadják a különféle farontó szervezetek ezért minél előbb gondoskodni kell a rönkök, fűrészáruk gyors feldolgozásáról, szakszerű tárolásáról.

Félszáraz állapot: fedett máglyatéren tárolt fűrészáruk, hosszabb ideje száradó rönkök. Ennél az állapotnál már kevésbé vannak kitéve a gombák és rovarok támadásának és már lehet favédőszernel telíteni.

Légszáraz állapot: ez jellemző a fedett külső térben, a belső és külső légtér találkozásánál elhelyezkedő faszerkezetekre. A pontosan 12%-os nedvességtartalom a laboratóriumi légszáraz állapot, ami a különböző mechanikai anyagvizsgálatokhoz szükséges. Az ipari. üzemi légszáraz állapot 18%-os nedvességtartalom, amely 85%-os relatív páratartalmú és 20°C-os hőmérsékletű levegőben áll be.

Szobaszáraz állapot: gyakori eset, mivel ennyi a zárt, télen fűtött belső terekben található fatermékek egyensúlyi nedvessége. Kialakulása átlag 50%-os relatív páratartalmú és átlag 20°C-os hőmérsékletű levegőben történik. A furnér-, rétegelt lemez, faforgácslap, farostlemez stb. gyártása során is ezt a fanedvesség állapotot kell biztosítani.

A kötött víz mennyiségi változásával (0% és a rosttelítettségi határ között) a faanyag dagad és zsugorodik. Mivel a fa inhomogén és anizotróp az anatómiai irányokban különböző mértékben változtatja a méreteit. A sugárirányú méretváltozás a fafajok átlagában 10-szer nagyobb a rostirányúnál, a hűrirányú méretváltozás pedig átlag 2-szer nagyobb a sugárirányúnál.

Fafaj	Fafajok maximális zsugorodási értékei			
	zsugorodás (%)			
	rostirányb an	sugárirányb an	húrirányb an	térfoga ti
erdeifenyő	0,4	4,0	7,7	12,1
lucfenyő	0,3	3,6	7,8	11,7
akác	0,4	3,9	5,8	10,1
bükk	0,3	5,8	11,8	17,9
tölgy	0,4	4,0	7,8	12,2

A megadott értékek a kötöttvíz tartalom változás hatására bekövetkező legnagyobb méretváltozást fejezik ki az eredeti mérethez viszonyított százalékos arányban.

A nedvességtartalom-változás során bekövetkező alakváltozásokat vetemedésnek nevezzük. A leggyakoribb vetemedési módok: a teknősödé, görbeség, kajszulás valamint a vetemedés mellett gyakran keletkeznek különböző repedések. A teknősödés a húrmetszésű fűrészáru jellegzetessége, amely során a fűrészáru lapja úgy görbül, mintha az évgyűrűt ki akarná „egyenésíteni”. A görbülés során a fűrészáru a száliránya mentén, hosszában meggömbül. A kajszulás a legsúlyosabb eset, ilyenkor a fűrészáru úgy változtatja az alakját, hogy megcsavarodik, lényegében térgömbvé válik. Az ilyen formában vetemedett anyag megmunkálásra, felhasználásra alkalmatlan.

A faszerkezetet attól függően, hogy felhasználása során milyen körülmények közé kerül, felhasználási osztályokba soroljuk. Ezzel vesszük figyelembe, hogy a környezetben milyen a levegő átlagos relatív páratartalma és hőmérséklete, hiszen ez hatással van a faanyag nedvességtartalmára, ami pedig befolyásolja a szilárdsági jellemzőket.

1.Felhasználási osztály: jellemzője a faanyagon azon nedvességtartalma, amely 20°C-on akkor alakul ki ha a környező levegő relatív páratartalma évenként csak néhány hétig haladja meg a 65%-ot (a fenyők átlagos egyensúlyi nedvességtartalma ekkor nem haladja meg a 12%) [zárt, télen fűtött belső térben lévő faszerkezet]

2.Felhasználási osztály: jellemzője a faanyagon azon nedvességtartalma, amely 20°C-on akkor alakul ki ha a környező levegő relatív páratartalma évenként csak néhány hétig haladja meg a 85%-ot (a fenyők átlagos egyensúlyi nedvességtartalma ekkor nem haladja meg a 20%) [fűtetlen, zárt belső térben $u \sim 12 \pm 3\%$, fedett de oldalról nyitott térben $u \sim 15 \pm 3\%$, csapóesőnek kitett szerkezet esetén $u \geq 18\%$]

3.Felhasználási osztály: a környezeti hatások nagyobb nedvességtartalmat eredményeznek, mint a 2. felhasználási osztály [kivételes esetben fedett térben, talajban vagy vízben lévő faszerkezet]

- a szilárdsági jellemzők tervezési értékének meghatározása: $f_d = \frac{f_k \cdot k_{mód}}{\gamma_M}$

- $k_{mód}$ értékei: lásd fentebb

- γ_M : anyagjellemző parciális tényezője (pl: természetes fa $\gamma_M=1,3$)

Fahibák

A faanyag az élő fa növekedése, fejlődése során alakul ki a természetben lejátszódó folyamatok eredményeképpen. A fejlődés menetét módosíthatják a szélsőséges időjárás-, talaj- és környezetszennyezés, növényi és állati kártevők, megváltozott körülmények és egyéb hatások. Mindezek következtében a fatörzs anyaga sokszor már a kitermelés előtt hátrányos elváltozásokat szenved, és a kitermelt és feldolgozott anyag további veszélynek van kitéve. De előfordulhat az is, hogy egy egyébként hibátlan faanyag a helytelen tárolás, feldolgozás következtében szenved el olyan károsodást, ami felhasználhatóságát, értékét csökkenti.

Fahibának nevezünk minden olyan eltérést a fafajra jellemző alaktól, szövetszerkezettől és egészségi állapottól, ami csökkenti a fa felhasználhatóságát, értékét. A fahibákat többféle szempont szerint lehet csoportosítani, ezek közül az egyik lehetőség:

Keletkezés oka szerint a fahibák lehetnek:

- növekedési hibák
- növényi kártevők okozta hibák lásd. Faanyagvédelem jegyzetben
- állati kártevők okozta hibák lásd. Faanyagvédelem jegyzetben
- helytelen tárolásból és kezelésből eredő hibák.

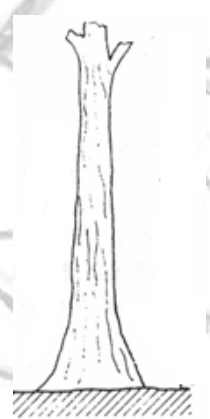
Növekedési hibák: minden olyan rendellenesség, ami a fa növekedése, fejlődése során keletkezik. Ezeket okozhatják külső körülmények, mechanikai vagy biológiai támadás vagy lehet belső, örökletes hajlam. A növekedési hiba lehet alkati vagy szövetszerkezeti hiba.

A jó minőségű faanyagot adó fatörzsek alapvető jellemzője az egyenesség és a hengeresség. Az ezen tulajdonságoktól való eltérést nevezzük alkati hibának:

GÖRBE SÉG: a hengeres fa legjellemzőbb alkati hibája a fatörzs egyenestől való eltérése. Ez lehet akár örökletes hajlam is (pl. a vörösfenyő kard alakú törzsformája), de más egyébként egyenes törzsű fafajoknál ezt okozhatják erdőnevelési körülmények, ökológiai hatások (pl. szélhatás, hónyomás stb.) vagy egyéb hatások. Vannak olyan fafajok, amelyek igen ritkán növesztenek görbe törzset, ilyen pl. a lucfenyő, a jegenyefenyő, a nyáarak. A görbeség csökkenti a fakihozatalt és a rostok átvágása miatt a fűrészáru szilárdsága is csökkent.



SUDARLÓSSÁG: a fatörzs jellegzetessége (az élő fák növekedési sajátosságaiból adódóan), hogy a törzs átmérője a csúcs felé haladva fokozatosan csökken. Tehát a törzsfa gyakorlatilag csonkakúp alakú (sudarlós). Ez egy természetes következmény, melyet csak akkor tekintünk hibának, ha olyan mértékű, hogy a feldolgozás szempontjából túl nagy veszteséget okoz. A sudarlósság mértéke a törzsátmérő folyóméterenkénti csökkenése cm-ben. Fenyők esetében az 1cm/fm-t, lombos fafajoknál a 1,5cm/fm-t meghaladó vékonyodás számít sudarlóssági hibának. A sudarlósság miatt csökken a fakihozatal és a kúposágból adódó kikerülhetetlen rostátmetsződésekkel csökken a fűrészáru szilárdsága, minősége. A közvetlenül a föld feletti részen jelentkező nagyobb mértékű sudarlósságot (20cm/fm-t meghaladó) tövastagodásnak (terpeszességnek) nevezzük.



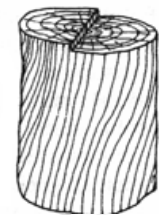
VILLÁS NÖVÉS: gyakran előfordul, hogy egy törzsön egy vezérág helyett kettő vagy több egyforma erős hajtás alakul ki. Ez leggyakrabban a csúcshajtás tönkremenetelével áll összefüggésben, pl.: szarvasrágás. A vastagsági növekedés során a két törzsrész akár össze is nőhet, így egy közös törzsön belül két vagy több önálló



évgyűrűszerkezet található (ikerbél). A két bél közötti rész a különböző irányokban zsugorodó eltérő évgyűrűszerkezet miatt olyan belső feszültségeket tartalmaz, ami a száradáskor elkerülhetetlen repedéseket okoz. Az ikerbelű törzszakaszokból csak alacsonyabb rendű erdei választékok készülhetnek (pl. tűzifa, forgácsfa). A villás növés főként a lombos fákra jellemző. Hátrányos, mert az értékes fűrész- vagy furnérrönk lerövidül a villaszerű elágazás miatt.



CSAVARODOTT NÖVÉS (ferdeszálúság, csavarosság): a rostok a fa hossz tengelye körül csavarvonalat írnak le. Okai még nem teljesen tisztázottak, részben örökletes tulajdonság, de állandósult ökológiai hatások (pl. szél, talaj stb.) is eredményezhetik. Egyes fafajoknál a csavarodás iránya állandó pl. a vadgesztenyénél balról jobbra, de a bükk és a fenyőfélék hol jobbra, hol balra csavarodnak. Mértéke: az a rönkhossza méterben kifejezve, amelyen a csavarodás egy teljes kör, ha ez kisebb, mint 10m akkor a fa műszaki célokra alkalmatlan. A ferdeszálúságból eredő rostátvágások nemcsak a megmunkálást (gyalulás, marás, csiszolás) nehezítik meg, hanem jelentősen csökkentik a faanyag szilárdságát, rugalmasságát is. Száradás során az ilyen rönkből termelt fűrészáru tovább csavarodik.

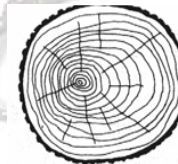


BORDÁS NÖVÉS: a fatörzs keresztmetszete nem szabályos kör, hanem rajta kiálló bordák vagy benyomódások figyelhetők meg. Genetikus eredetű növekedési sajátosság, néhány fafajra jellemző pl. gyertyán. Az évgyűrűrajzolat a бүтүн hullámos, fodros. Hátrányos mivel fűrészáru és furnér termelésekor nagymértékben csökkenti a kihozatalt.



SZÖVETSZERKEZETI HIBÁK:

KÜLPONTOSSÁG: a fa bele nem a keresztmetszet mértani középpontjában van. Általában külső körülményekre vezethető vissza ezen egyenlőtlenül fejlődő évgyűrűszerkezet (egymás után több évgyűrű ugyanazon az oldalon szélesebb lesz, mint a többi részen). A külpontosság hatására eltérő évgyűrű- és pásztaszélességek alakulnak ki a keresztmetszet két oldalán, ezek pedig eltérő fizikai tulajdonságokat eredményeznek. Mértéke: a mértani középpont és a bél távolságának a törzs átmérőjéhez való viszonya. Hibának akkor tekintjük, ha mértéke nagyobb, mint 10%. A külpontos törzs keresztmetszet kedvezőtlen a furnérhámozás és a fűrészáru kihozatal szempontjából, valamint egyenlőtlenül zsugorodik száradás közben, feldolgozása nehezebb, száradás során repedésre különösen hajlamos.



EGYENETLEN ÉVGYŰRŰSZÉLESSÉG: az évgyűrűszélesség nagymértékű ingadozása (a sűrűbb és lazább szöveti részek váltakozásai) előnytelen, mechanikailag heterogén fatestet eredményez. Az egyenlőtlen évgyűrűszélesség elsősorban a fenyőknél és a gyűrűslikacsú lombos fáknál okozhat problémákat,



az ilyen faanyag nehezen megmunkálható, jobban reped (gyűrűs repedés alakulhat ki az évgyűrűk határán), vetemedik. (Az egymás után következő évgyűrűk szélességi mérete lényegesen különbözik, általában időjárási szélsőségek okozzák: a fa életviszonyai változnak, ez a tény az évgyűrűszélesség változásában pontosan kimutatható, pl.: több csapadék és napfény hatására általában szélesebb évgyűrűrészeket képez a fa.)

ÁGGÖCSÖK: Az ipari feldolgozás szempontjából a legkedvezőtlenebb fahiba. A göcs az oldalágaknak a fatörzs vastagsági növekedése során benőtt része (az ágak kinövési helyének befelé való folytatása). Önálló évgyűrűszerkezetével, sötétebb, keményebb anyagával elkülönül a környező szövetektől és megszakítja a rostok egyenletes, párhuzamos futását. A megmunkálást nehezíti, csökkenti a szilárdságot (a nyomó- és különösen a hajlítószilárdságot), valamint a göcs és a környező fapalást az eltérő évgyűrűszélesség és rostirány miatt eltérően zsugorodik. Nyitott göcsnek nevezzük a fa palástjára kiérő göcsöt, mely lehet egészséges, korhadó vagy korhadt. Alakjuk, egészségi állapotuk, mennyiségük, méreteik megengedett jellemzőit termékszabványok és gyártási előírások rögzítik. A zárt, benőtt göcs a faválaszték palástjára nem terjed ki. Hátrányosak mert évgyűrűtorzulást okoznak és jelentősen növelik a szöveti szerkezet inhomogenitását. Kiemelkedő szerepük a hengeres faválaszték minősítésekor van.



GYANTATÁSKA, ELGYANTÁSODÁS: a tűlevelűek évgyűrűi között kialakult, gyantával kitöltött üregek a gyantatáskák, melyek az évgyűrűk ívét követik vagy húrirányú gyantával kitöltött repedések. Ha a keresztmetszetben területük nagyobb, mint a teljes terület 20%-a akkor ezt nevezzük elgyantásodásnak. A gyantás fa sűrű, kemény, kevésbé zsugorodik és ellenállóbb a biológiai károsítókkal szemben, de nehezebb a megmunkálása, a felületkezelése, és csökkent a szilárdsága. Kialakulásuk oka, hogy valamilyen külső nyomásra (pl. szélnyomás, döntési ütődés) a sejtek között szakadás keletkezik, a gyanta ezekbe folyik bele és tölti ki őket.

HELYTELEN TÁROLÁSBÓL ÉS KEZELÉSBŐL EREDŐ HIBÁK:

A faanyag a helytelen tárolás, szárítás, megmunkálás miatt vetemedik, zsugorodik, repedezik (száradási repedések), megmunkálási hibák keletkezhetnek a fatestben (felületi egyenlőtlenségek, szálkiszakadások, elválások, beégések, repedések stb.) illetve elszíneződések alakulhatnak ki.

A faanyag anizotróp felépítése, szöveti inhomogenitása, fahibái, a különböző szöveti részek eltérő nedvességtartalma és a száradási folyamatban keletkező nedvességekülönbségek, méretváltozások együttesen olyan belső feszültségi állapotot eredményeznek amely a faanyag különböző alakváltozásait okozza. A faipari feldolgozás szempontjából fontos alakváltozások elsősorban a fűrészelt termékeknél keletkeznek. A fűrészáru vetemedése összefügghet a szakszerűtlen rakatkialakítással, valamint az intenzív szárítási és gőzölési menetrendek alkalmazásával egyaránt. A fűrészelt választékok deformációi rendkívül kedvezőtlen fahibák,



jelentősen csökkentik a termékkihozatalt és a faanyag felhasználhatóságát.

A faanyag szárítása:

A kitermelt faanyag általános felhasználás előtt szárítást igényel. A szárítás a faanyag nedvességtartalmának (amely élőnedves állapotban a fa tömegének akár 50%-át is kiteheti) csökkentése a felhasználás, feldolgozás igényeinek megfelelően, hogy a szárítás kedvező hatásait élvezni tudjuk.

A szárítással elérhető:

- a méret,- és alakváltozás, így különösen a dagadás, repedezés, vetemedés csökkentése
- a megmunkálhatóság növelése
- ragaszthatóság növelése
- felületkezelési eljárások alkalmazhatósága
- gombabetegségek megjelenésének csökkentése, minimalizálása

A szárítás történhet:

- természetes úton
- mesterségesen (általában üzemi, kisüzemi módszerekkel, speciális gépekkel)

Természetes úton történő szárítás során a faanyag csak a szabad levegővel történő érintkezéssel, szellőzéssel veszíti el nedvességtartalmának egy részét.

A fa kivágása után a természetes száradás azonnal megindul. Leggyakrabban a fát a kitermelés helyén hagyják egy ideig száradni, így azonban az időjárás viszonyosságainak kitéve a száradási idő rendkívül lassú, valamint mindenképpen fennáll a talajvíz káros felvétele és a gombásodás kialakulása.

Megfelelő szárítási mód, ha a fát fedett, de jól szellőző helyiségben (fészerben vagy erre külön kialakított helyen) tároljuk úgy, hogy a talaj nedvessége és napsugárzás közvetlenül ne érje.

A szárítandó fát lehetőleg egyforma vastagságú vízszintes ászokfákra, vagy vékony dorongfákra helyezik úgy, hogy a fa lehető legnagyobb felülete érintkezzen a szabad légárammal. A természetes szárítás időtartama puhafánál 2-3, keményfánál akár 4-10 évig is eltarthat, míg a fa nedvességtartalma 15-20% alá csökken, azonban ekkor is csak légszáraz állapotról beszélhetünk, így a fa felhasználásáról ennek tudatában kell dönten.



Mesterséges szárítás elég költséges, ezért ezt üzemek, fafeldolgozó műhelyek alkalmazzák, mivel a hosszú évekig tartó természetes szárítás nagy idővesztéssel és egyéb járulékos költséggel jár (raktározás, készlettartás, alapanyag késleltetése).

Ezzel a módszerrel (speciális szárítóberendezéssel) végzett szárítás során a már előzőleg természetes úton 1-2 éve szárított faanyagot akár 2-10 nap alatt lehet olyan állapotba hozni, hogy a repedésre, vetemedésre, gombásodásra való hajlamát elveszítse.

A szárítást legtöbbször szárítókamrákban végzik (Napier, Fréret rendszerű) oly módon, hogy a hézagolva felrakott faanyagot meleg levegőben vagy forró füstben szellőztetik, így az nedvességtartalmát viszonylag rövid idő alatt, de fokozatosan veszti el.

A mesterséges szárítással elérhető átlagos nedvességtartalom 10-12 %. A gőzölési és szárítási folyamat szakszerűtlen kivitelezése alkalmával a faanyagban fellépő feszültségek hatására repedések keletkeznek a faanyagban, illetve felületén. A faanyag feldolgozásakor keletkező repedések a legtöbbször szakszerűtlen tárolásra vezethetők vissza.

Források:

Molnár Sándor, Peszlen Ilona, Paukó Andrea: Faanatómia, 2007

Németh László: Faanyagok és faanyagvédelem az építőiparban, 2003

Prof. Dr. Molnár Sándor, NYME, FMK, Faanyagtudományi Intézet, Faanatómia előadás ppt-k <http://www.nyme.hu/index.php/8015/?&L=1>

Kovács Zsolt, Dénes Levente: Műszaki fatermékek; Furnér- és rétegelt lemezgyártás (előadás ppt., NYME, FMK) <http://tgyi.fmk.nyme.hu>

Veres Réka, Szerényi István, Bársony István: Faszervezetek építés I., 2009

Taskovics Péter: Faipari anyag- és gyártásismeret, 2005

Armuth Miklós, Bodnár Miklós: Fa tartószerkezetek – tervezés az Eurocode alapján, 2011

Dr. Wittmann Gyula: Mérnöki faszervezetek I., 2000

Dr. Rónai – Somfalvi: Fa tartószerkezetek – Tervezés, Méretezés, 1982

Kovács Illés: Faanyagismerettan, 1979

Nyugat-Magyarországi Egyetem, Fahiba adattár <http://fahiba.fmk.nyme.hu/>