

rétek gondozásában, a takarmánytermelésben, a legelők és havasok használatában és az állatok ápolásában. Ott érvényesülnek a hegyvidéki gazdálkodásra nézve már elmondott elvek, mert a svájci hegyvidéken a szántóföld ritka, leginkább csak a völgyekben és a helységekhez közel fekvő dombokon fordul elő, a többi részek pedig vagy természetes rétek, vagy mesterséges takarmánytermelésre használtatnak. A gazda nem kiméli a fáradságot a föld és rétművelésnél és a tudomány segítségét felhasználva, arra törekszik, hogy mentől több és jobb takarmányt termeljen, melyet *tiszta faju és télen-nyáron egyaránt kitűnően gondozott szarvasmarhák tenyésztésével és a tejgazdasággal értékesít.*

Erre és az erdő kiméletére kell a mi hegyvidéki népünket megtanítani és ha ez sikerül, az anyagi jólét minálunk sem fog elmaradni.

## Szilárdsági vizsgálatok eredményei és az ezeknél fölmerülő tünemények.

Az anyagvizsgálók nemzetközi párisi kongresszusán Thil André erdészeti fölügyelő „A fák törési fölületeinek és módozatainak alakulása szilárdsági kísérleteknél“ czimen tartott előadást.

Bár az anyagvizsgálót inkább maguk a szilárdsági kísérletek érdekelnék, mégis kötelességünknek tartjuk Thil előadásának lényegéről is referálni. Franciaországban már e téren is a munkamegosztás elve érvényesül; a mérnök végzi a szilárdsági kísérleteket, a dendrologus pedig adja anatómiai magyarázatát a kísérleteknél fölmerülő egyes tüneményeknek.

Semmi különös új dologról nem számolhatunk be Thil A. előadása alapján. Miután azonban ez a különleges tárgy a kartárs urak tágabb körében talán kevésbé ismeretes, mégis röviden összefoglaljuk és előadjuk Thil A. tanulmányának eredményeit.

A fa mint változó szövetű test szilárdsági vizsgálatoknál különböző szempontokból, különböző irányban vizsgálandó meg:

*nyomásnál* párhuzamosan, sugaras és érintős irányban az évgyűrűhöz ;

*huzásnál* csakis az évgyűrűvel párhuzamos igénybevételnek van fontossága.

Ezenkívül szerepe van még a *nyírásnak* is.

Az évgyűrűvel párhuzamos nyomási igénybevételnél nem áll be tulajdonképpeni törés, hanem bizonyos meghatározott irányu és ugyanazon fánál állandó egy vagy több síkban szöveti bomlás mutatkozik. Ezen sík vagy síkok hajlásszögei a különböző faféléknél változhatnak.

Ha a kísérleti darabot a fatörzs középpontján kívül fekvő rétegekből veszik, a szakadás síkja valamely bélsugar mentén a középpont, azaz a fatörzs tengelye felé hajlik, míg másrészt az évgyűrűhöz érintősen véve, ferde a fatörzs keresztmetszetéhez viszonyítva. A bomlásnak ez utóbbi síkján a sejtközi anyag hasadozott és zuzott, úgy, hogy a sejtfalak és egyes sejtnyalábok összetörnek és hol jobbra, hol balra hajlanak, válogatja a fa fajtája.

Á sejtközi anyag, mint leggyöngébb, könnyen ki van téve az összezuzódásnak. A törésnél mutatkozó rostnyalábok összefüggése a farostok, illetőleg a tülevelüeknél az edényszerű rostok czellulozából álló sejtfalai szivósságának tulajdonítandó, továbbá szabálytalan, az egyenestől eltérő irányu elhelyezésüknek, melynél fogva azok egy része még más, a törési síkon kívül eső anyagrészek, illetőleg edénynyalábok között beékelődtek.

A törési sík hajlása a tengelytől kifelé (Thil szerint) annak tulajdonítandó, hogy az edénynyalábok, a mint azok a bélsugarak között ékalakban elhelyezkedtek, a tengely felé való elhajlás ellenében bizonyos ellenállást tanúsítanak, míg a tengelyektől kifelé, tehát az ék nagyobbodó keresztmetszetei ellenében, ellenállásuk az elhajlás és a törés ellen kisebb.

A némely fánál jobbra-balra elhajló törési sík iránya az ezeknél található sajátlagos csavarodó növésből származik, melynélfogva a csavar-, illetőleg spirálvonalban elhelyezkedő edények és rostok között a bélsugarak is ilyen tekercsvonalban emelkednek végig a fatörzsén annak tengelye körül, a törés, az anyag elválása ezeknél a fáknál pedig szintén a bélsugarak mentén áll be. A bélsugarak mentén beálló bomlásnak oka a bélsugarak gyöngye falu

parenchymén kívül még az ezeket körülövező nagyobb méretű és tömegű sejtközi anyagnak és az ennek belsejében létesülő járatoknak, hézagoknak köszönhető, mely utóbbiak az intercellularis anyagot még törékenyebbé teszik.

Az ezen anyag mentén fekvő és a bélsugarak körülövezése miatt hajlott farostok és edények tehát a fa tengelye irányában jövő nyomás alatt a puha sejtközi anyagban a már meglévő görbületüknek megfelelően hajlanak és zuzódnak össze.

Mercier mérnök a bélsugaraknak a törés irányára való befolyásának további tanulmányozása céljából a fa tengelyéből vett hengeres próbadarabokat. Ezek is rendszeren a bélsugarak mentén ferde sikokban törtek el; csak némelyik kísérleti darabnál fordult elő az, hogy siktörés helyett köröskörül dudorodás és sugaras vagy koncentrikus repedések mutatkoztak.

Különösnek hangzik Thilnek az a kijelentése, hogy a bélsugarak spirálisainak befolyása ezeknél a kísérleteknél az által is szembeszökővé válik, hogy a törés gyakran két ellenkező oldalon lévő és különböző ferdeségű sikokban vagy spirális fölleteken áll be; vagyis a növényi szervek mindig oly elhelyezesűek, hogy a fatörzs jobb- és baloldalán két különböző hajlású (azaz emelkedésű) spiralist alkotnak.

Bizonyos faféléknél, nevezetesen a puszpángnál, a tölgnél, a kőrisnél és a hicorynál finom másodrendű rostösszetorlódásokat is találunk néha, a melyek párhuzamos hálózatokat alkotnak. Thil szerint a bélsugarak spirálisainak befolyása a törés módjára nézve negatív módon is bebizonyítható. A bambusznád zárt edénnyalábu anyag, tehát nincsenek benne bélsugarak. Ennek összenyomásánál a rostok csakis vízszintesen (helyesebben a tengelyre merőlegesen) törtek el, melylyel együtt sugaras repedések állottak be.

A törés síkjának alakja nem mindig szabályos az egész próbadarabon át. A legkisebb ellenállású sikok különböző magasságokban lehetnek és a ferde törések, zuzódások akkor vagy sugaras vagy koncentrikus repedésekkel egymással kapcsolóvák. Ez utóbbi jelenségek mindig a faanyag leggyöngébb részeiben, a parenchymben, a bélsugarakban vagy a tavaszi pásztaban találhatók.

Hogyha két törési sík különböző hajlású, azok egymással

bizonyos sarkot képezhetnek, a mely a próbadarabnak vagy a fölöttük vagy az alattuk levő részét végig hasíthatja.

Egyes részletekre kitérve, a következőket tapasztalták ezeknél a nyomási kísérleteknél.

A törési sikok hajlása annál nagyobb, minél sűrűbb és ellenállóbb a faanyag. Így pl. a borneoi vasfánál és a pitch-pine-nél a törési sik ferdesége 120—90<sup>o</sup>/, a nyárfánál pedig ez, mint puhább és szivacsosabb fánál 25—15<sup>o</sup>/. Az előbbi fáknál a sejtfal sűrűen telítve van gummi- és egyéb gyantafélékkel, a sejtür is alig észlelhető csekély, az egész faanyag tehát tömör és ennek folytán szilárd is. Összenyomásnál tehát ezek a fák nem mutatják a fa nyomási igénybevételénél általánosan jellemző zuzódásokat, hanem inkább a rideg testeknél föllépő szilánkos törést, a mint azt pl. az üveg összenyomásánál tapasztalhatni. A puha és szivacsosabb fáknál a sejtfal gyöngesége és a nagy sejtür egyrészt nem is engedi a próbadarab bütüin működő erő jó átvitelét, illetőleg az erő behatásánál a gyöngébb edény-nyalábrészek összenyomódnak és összezuzódnak.

A bomlási sik szélessége az illető fanem, annak anatomiai szerkezete és kémiai tartalma szerint változik. Ez különben egyenes arányban áll a szövet egyenletességével, a mint azt pl. a dió- és juharféléknél tapasztalták, vagy az anyag plasticitásával, mint pl. a kóris- és a hictory-fánál. Nem kevésbé befolyásolják a törési fölület szélességét és általában nagyságát a sejtfalat és a sejtürt telítő oly anyagok, a melyek a surlódást csökkentik. Ilyenek a víz, a növényi viasz, az olaj stb.

Ezek a törési fölületre befolyással bíró körülmények némely fafélénél vegyesen szerepelnek és állandók; a törési fölület is tehát ezek behatása folytán minden fafélénél jellemző alakulást és aránylagos nagyságot mutat, mindannak daczára azonban föltünő különbségek is mutatkoznak nemcsak egyugyanazon fafélénél, de még ugyanegy törzsből való mintáknál is.

Ezek az eltérések szöveti esetlegességekből, változó viztartalomtól, a próbadarab kikészítésénél érvényesülő véletlenekből és egyéb körülményekből származnak.

Káros befolyással van a kísérleti eredményre elsősorban az, ha a próbadarab rostjai annak hosszanti tengelyéhez ferdék, mert

ilyenkor a hasadóság érvényesül és nem a normális nyomási szilárdság. Hullámos rostalakulás szintén lerontja a kísérleti eredményt.

A víztartalom csökkenti a szilárdságot, de növeli nagymértékben annak nyulását.\*)

Hogy mily nagymértékű a víztartalom befolyása Petsche Páris város mérnökének utóbbi kísérleti eredményeiből tűnik ki.

	A $cm^2$ -re eső nyomási szilárdság 30 C° mellett szárítva		szilárdság áztatva
Borneoi vasfa	991—790	kg.	783—700 kg.
Annami liem-fa	984—848	„	752—655 „
Jávai teakfa	802—579	„	453—400 „
Karri (Kelet-India)	702—600	„	425—339 „
Jarroh (Kelet-India)	594—507	„	334—326 „
Pitch-pin	756—650	„	431—368 „
Erdeifenyő	661—500	„	299—268 „
Jegenyefenyő (északi)	500—347	„	186 „
Luczfenyő	490—376	„	183—162 „

Sajnálatosnak kell azonban jelezni azt a körülményt, hogy ezeknél a kísérleteknél a víztartalmat meg nem állapították.

Döntő befolyással van még az is, hogy a próbadarab a törzsnek mely részéből származik. A francia kísérletezők csak a szijácsra külön és a geszt- és érettfára együttevve voltak tekintettel. Ugy találták, hogy a szijácsfa szilárdsága mindig kevesebb a másik két zónából származó fafélénél. Így pl. a szilfánál az érettfá nyomási szilárdsága 590 kg. (1  $cm^2$ -re), a szijácsfáé pedig csak 453 kg.

Tényleg úgy áll a dolog a fatörzs különböző részeiből származó kísérleti darabok szilárdságával, hogy legkisebb a szilárdság a már elaggott gesztfánál, ennél valamivel nagyobb a szijácsfánál

\*) Megjegyezzük itt, hogy a francia kísérleteket még a régi rendszer alapján végezték, a hol t. i. a szilárdságot és a nyulást külön-külön mérték. E sorok írója a múlt század 90-es éveiben közel 4000, különböző fafajtából származó próbadarabbal az abszolút szilárdságra vonatkozó kísérletet végzett, a melyeknél a munkadiagrammok automatikus fölrajzolása útján a szilárdságon és nyújtáson kívül még az anyag munkabírását is meghatározta, a mely jellemzőbb a két tényezőnek egymástól való független megállapításánál.

és a legnagyobb az érettfánál. Az érettfánál is — hazai fanemeinknél — azok a farészek a legszilárdabbak, a melyek a törzs délkeleti irányában fekszenek (a tenyészet legkedvezőbb viszonyai közötti anyagrészek), a leggyöngébbek pedig az észak-északnyugoti irányban fekvő faanyagrészek. Fiatalfából származó faanyag kevésbé szilárd mint érettebb fából származó és ezzel összefügg, hogy érett individumnál is a törzs felső részéből való faanyag kisebb szilárdsága, mint a törzs alsó részéből származó. Így találta legalább e sorok írója számos kísérleteinek eredményei alapján a viszonyokat hazai fáknál.

Érdekesek, bár szintén ismeretesek azok az eredmények, a melyek az évgyűrűk szélességeinek befolyására vonatkoznak a fontosabb szilárdságokra, nevezetesen a nyomási és a húzási szilárdságnál a lombos és a tülevelű fáknál.

*Az évgyűrű szélességének növekedésével a lombos fák nyomás elleni szilárdsága is növekedik.* A nyomási szilárdság és az évgyűrűszám 1 cm.-re itt tehát fordított arányban áll egymással. Ez a körülmény a tavaszi pászta sejtfalai kisebb elfásodásának tulajdonítható. A különbség annál nagyobb, minél nagyobb az őszi és tavaszi pászta sejtalakjai közötti különbség elfásodás tekintetében. Így pl.

						A nyomási szilárdság	
a	hicory-fánál,	a	midőn	1 cm.-re	5·25	évgyűrű esik	720 kg.
"	"	"	"	"	10·25	"	424 "
a	szilfánál,	"	"	"	2·6	"	590 "
"	"	"	"	"	4·6	"	508 "
a	tölgyfánál	"	"	"	2·4	"	564 "
"	"	"	"	"	3·3	"	558 "
"	"	"	"	"	5·5	"	484 "
a	hársfánál	"	"	"	6·4	"	557 "
"	"	"	"	"	7·0	"	536 "
"	"	"	"	"	7·4	"	528 "
a	körisfánál	"	"	"	3·7	"	579 "
"	"	"	"	"	5·2	"	550 "

A tülevelű fáknál ezek a viszonyok fordítva állanak, vagyis a nyomási szilárdság annál nagyobb, minél keskenyebb az évgyűrű,

másképpen : nyomási szilárdság és évgűrű-szám pro 1 *cm.* egyenes arányban állanak egymással.

Okát ennek a tülevelü fák őszi pásztája sejtjeinek nagyobb szilárdságában találjuk.

Igy pl. az erdefenyőnél,

		A nyomási szilárds.	
a midőn	3:33 évgűrű esik 1 <i>cm.</i> -re	600	<i>kg.</i>
" "	3:125 " " " "	584	"
" "	2:33 " " " "	526—500	"

A jegenyefenyőnél (északi)

a midőn	12:33 évgűrű esik 1 <i>cm.</i> -re	500	"
" "	10:5 " " " "	461	"
" "	7:5 " " " "	365	"
" "	4:5 " " " "	347	"

Megvizsgálták a francziák a fák nyomási szilárdságát a farostokra merőleges irányban is és pedig úgy sugaras, valamint érintős irányban.

Erre vonatkozólag csak annyit említünk föl, hogy itt a nyomási szilárdság a bélsugarak, illetőleg a tavaszi pászta mentén érvényesülő hasadáság befolyása folytán igen csekély.

Igy pl. a nyomási szilárdság:

	Sugaras irányban	Érintős irányban
a tölgyfánál	151—132 <i>kg.</i>	181 <i>kg.</i>
a nyárfánál	45 "	38 "

Megtoldjuk ezt még azzal, hogy tapasztalatunk szerint a tülevelü fáknál ezen kétirányu szilárdságot a vitztartalom növeli, a lombos fáknál pedig csökkenti.

A huzás elleni, vagyis az abszolút igénybevételnél a törési fölület alakja a fa hasadáságától függ elsősorban, azontul pedig a próbadarab rostszálainak alakjától (egyenes, ferde avagy hullámos), a fa korától, illetőleg a sejtfal elfásodásának mértékétől, a gyantatartalomtól, a próbadarab vitztartalmától és egyéb kisebb jelentőségü körülményektől.

Szívós, fiatal és nagyobb vitztartalmu, egyenes rostszálu (a huzóerővel párhuzamos) fa számtalan hasadozott szilánkkal szakad; ferde szálu fa — ha anyaga még nem tulságosan elagott, vagy mikrogombákkal telített fa a bélsugarak, néha a tavaszi

pászta mentén hasadozik. A víztartalom ebben az esetben olyképen befolyásolja a szilárdságot, mint a hasadóságot.

Elaggott, vagy mikrogombáktól megtámadott, éppugy a nagyon gyantás és a nagyon fiatal és száraz faanyag röviden — elszálkásodás nélkül — többnyire derékszögben törik.

Széles évgyűrűjü tülevelü fák többnyire ugyanezt a törést mutatják.

Nagyon természetes ezek alapján, hogy a huzási szilárdság még egy- és ugyanazon fánál is rendkívül változó. Így pl. ugyanazon törzsből vett próbadaraboknál a szilárdság a következők szerint változott:

Somfánál a huzási szilárds. a keresztmetsz. 1 m <sup>2</sup> -re	21 kg.—7·8 kg.
Ákáczfánál	20·4 „—9·0 „
Körisfánál	20·0 „—5·3 „
Tölgyfánál	17·1 „—5·2 „
Szilfánál	16·4 „—6·1 „
Tonkingi liem	15·4 „—5·3 „
Bükkfánál	15·3 „—5·5 „
Erdeifenyőnél	14·3 „—6·5 „
Jegenyefenyőnél huz.	8·2 „—4·9 „

A nyomási szilárdságnál már láttuk az évgyűrűk szélessége és a szilárdság közti összefüggést. A huzásnál is elég érdekes ezt az összefüggést felemlíteni, daczára annak, hogy már ismeretes.

*Lombos fáknál a huzási szilárdság egyenes arányban áll az évgyűrű szélességével, ha az évgyűrű kevésbé széles tavaszi pásztájú, vagyis fordított viszonyban az évgyűrűk számával.*

A huzási szilárdság

Igy pl. az ákáczfánál a midőn 2·0 évgyűrű jut 1 cm.-re	20·4 kg.
„ „ „ „ 2·5 „ „ „ „	19·9 „
„ „ „ „ 3·0 „ „ „ „	19·7 „
„ „ „ „ 5·0 „ „ „ „	16·5 „

*A tülevelü fáknál növekszik a szilárdság az évgyűrű szélességének csökkenésénél, illetőleg az őszi pászta aránylagos szélességének növekedésével, pl.:*



A huzási szilárdság

A pitchpinnél, a midőn 8·0 évgyűrű jut 1 <i>cm.</i> -re	17·2 <i>kg.</i>
„ „ „ „ 7·0 „ „ „ „	15·8 „

Az erdefenyőnél,

midőn 4·5 évgyűrű jut 1 <i>cm.</i> -re és az őszi pászta igen széles	14·3 „
„ 4·0 „ „ „ „ „ „ „ „ „ „	10·9 „
„ 2·5 „ „ „ „ „ „ „ „ „ „	9·5 „
„ 2·0 „ „ „ „ „ „ „ „ keskeny	8·2 „

A svéd erdefenyőnél,

midőn 9 évgyűrű jut 1 <i>cm.</i> -re és az őszi pászta széles	13·1 „
„ 11 „ „ „ „ és „ „ „ kevésbé széles	12·2 „
„ 15 „ „ „ „ és „ „ „ igen keskeny	10·7 „

A *nyírásnál* hasonló körülmények befolyásolják a faanyag ellenállását, mint az eddig említett szilárdságoknál.

Az évgyűrűk szélessége (illetőleg ezek száma) és a nyírási szilárdság közti összefüggés a következő kimutatásokból tűnik ki és pedig lombos fáknál:

A kőrisfánál, ha 2·4 évgyűrű jut 1 <i>cm.</i> -re, a nyírási szilárdság 1 <i>mm</i> <sup>2</sup> -re	kg. 0·76—0·73
A „ ha 8·8 évgyűrű jut 1 <i>cm.</i> -re, a nyírási szilárdság 1 <i>mm</i> <sup>2</sup> -re	0·67—0·55
A tölgyfánál, ha 3·2 évgyűrű jut 1 <i>cm.</i> -re, a nyírási szilárdság 1 <i>mm</i> <sup>2</sup> -re	0·72—0·82
A „ ha 4·8 évgyűrű jut 1 <i>cm.</i> -re, a nyírási szilárdság 1 <i>mm</i> <sup>2</sup> -re	0·71—0·75
A „ ha 7·2 évgyűrű jut 1 <i>cm.</i> -re, a nyírási szilárdság 1 <i>mm</i> <sup>2</sup> -re	0·52—0·52
Az ákáczfánál, ha 2·3 évgyűrű jut 1 <i>cm.</i> -re, a nyírási szilárdság 1 <i>mm</i> <sup>2</sup> -re	0·97—1·01
Az „ ha 3·2 évgyűrű jut 1 <i>cm.</i> -re, a nyírási szilárdság 1 <i>mm</i> <sup>2</sup> -re	0·91—0·97

Tülevelű fáknál az évgyűrűk számát néha ellensúlyozza az őszi pászta aránylagos szélessége, a mint azt a következő adatokból láthatni:

Nyirási szilárdság  
1 mm<sup>2</sup>-re

A	pitchpinnél, a midőn 7·2 évgyűrű jut 1 cm.-re és az őszi pászta igen széles	0·79—0·78
A	„ a midőn 6·2 évgyűrű jut 1 cm.-re és az őszi pászta széles	0·77—0·68
A	„ a midőn 6·2 évgyűrű jut 1 cm.-re és az őszi pászta közepszélességű	0·76—0·70
A	„ a midőn 6·8 évgyűrű jut 1 cm.-re és az őszi pászta igen keskeny	0·67—0·64
A	„ a midőn 8·2 évgyűrű jut 1 cm.-re és az őszi pászta keskeny	0·55—0·52
A	jegenyefenyőnél, a midőn 4·4 évgyűrű jut 1 cm.-re és az őszi pászta széles	0·43—0·40
A	„ a midőn 4·0 évgyűrű jut 1 cm.-re és az őszi pászta széles	0·42—0·38
A	„ a midőn 2·0 évgyűrű jut 1 cm.-re és az őszi pászta széles	0·38—0·38

Nem mondhatni, hogy Thil kartársunk a faanyag megvizsgálásánál a fölmerült tünemények alapokait egész terjedelemben és teljes alapossággal fölismerte volna. De hiszen nem is szabad ezt rossz néven venni, mert nem saját maga végezte a kísérleteket. Thil már csak a kísérlet után föltűnt körülményeket látta, tehát csak azokkal okolhatta meg annyira-amennyire az egyes jelenségeket és ezt tőle telhetőleg a pedantéria határáig meg is tette. Számos azonban az a jelenség és bizonyító argumentum egyes tünemények megmagyarázására, a melyeket csak maga a kísérletező vesz észre. A magyarázatnak aztán ez ad éltető erőt és lelket és ezt nélkülözük Thil kartársnak a párisi anyagvizsgáló kongresszuson tartott előadásában.

G. K.