

A bakonyvidéki lúcfenyő erdőhasználati értéke

(A Széchenyi Tudományos Társaság támogatásával végzett
vizsgálat.)

Írta: **Dr. Pallay (Plauder) Nándor.**

(Befejező közlemény.)

Nyomó- és hajlítószilárdság.

A szilárdsági vizsgálatokhoz használt próbatestek alakját és kialakításának módját illetőleg lehetőség szerint alkalmazkodtam a német anyagvizsgálati szabványok előírásához. Lényegesebb eltérés csak a próbatestek helyének a próbadarabban való meghatározásánál és az egyes szilárdsági próbákhoz ténylegesen felhasznált próbatestek számának megállapításánál van. Kiindulási alapunk, itt is, mint minden műszaki tulajdonság vizsgálatánál (amelyeknél a próbatörzs átlagos tulajdonságainak meghatározása a cél) az átlagos legkisebb és legnagyobb sugárú negyedfából kialakítható négyzetlap. Minthogy a négyzetlapok élhosszai mindig a vizsgált próbatörzsnek, ill. azokból a Krippel-féle eljárással kialakított negyedfák sugarától függ, nagyon természetes, hogy a ténylegesen vizsgált próbatestek száma is az élhossz nagyságától kell függjön. Az élhossz, vagy másképen a tengelytávolság általánosságban.

$$t = 0.707 \cdot r. \quad (r = \text{a negyedfa sugara})$$

A legideálisabb az volna, ha az egész négyzetlapnak megfelelő keresztmetszetet vizsgálhatnánk. Ez azonban sajnos nem lehetséges, mert az anyagvizsgáló gépünk befogadóképessége, a vele kifejtendő legnagyobb terhelés (35 tonna) és a vizsgálandó fafaj legnagyobb (korábbi vizsgálatból ismert) szilárdsága alapján egy meghatározott méretet túl nem haladhat. Már most az egyes fafajonkint, vagy legalább fafajesoportonkint változó nagyságú keresztmetszetre és a négyzetlap élhossza alapján Krippel professzor által kidolgozott rendszer szerint állapítottam meg a négyzetlapokból vizsgálandó próbatestek számát.

A szilárdságtani tulajdonságok közül a nyomószilárdság,

nyomóalakváltozás, hajlítoszilárdság és hajlítórugalmasság megállapítását tűztem ki célul.

Nyomószilárdság.

A nyomószilárdsági vizsgálatokat a rostokkal párhuzamos irányban hajtottam végre. A részletpróbatetek adataiból számítottam ki a négyzetlapok, illetőleg ezeknek megfelelő negyedfák átlagos nyomószilárdságát. A nyomószilárdsági vizsgálatokkal párhuzamosan minden próbatest fajsúlyát és víztartalmát is meghatároztam. A vizsgálatok részletes eredményeit a 8. sz. táblázatban foglaltam össze, ahol a részletpróbatetekre vonatkozó szöveti tulajdonságokat (évgyűrűszélesség, késői pászta vonalas aránya) és fajsúlyokat is közlöm. A fajsúlyértékeknek légszárzságra való átszámításáról már szóltam, most csak a nyomószilárdsági eredmények átszámításával kell foglalkoznom. Dr. vitéz Török Janka átszámító egyenletével dolgoztam, amely szerint

$$\sigma_{15} = \sigma_Q + 18.Q - 270$$

A Janka-féle átszámító egyenlet csak igen szűk határok között érvényes, még pedig olyan esetben, amikor a próbatetek víztartalmi százaléka (netto) 12,5–16% között mozog, ami 11,1–13,79 bruttószázaléknak felel meg. Éppen ezért az átszámításra ismét csak a saját átszámító egyenletemet használtam, amely 7–20 bruttószázalék víztartalmak között érvényes. Eszerint:

$$\sigma_{15} = \frac{\sigma_Q}{1 - \sigma_Q \cdot 0.000248 (q - 13)}$$

ahol σ_Q a vizsgált próbatest nyomószilárdsága „q” víztartalom mellett. Az átszámító egyenletek használhatósága nemcsak a víztartalmi határokkal van korlátozva, hanem nagy befolyással bír rá a próbatetek fajsúlya is. Tisztán a véletlen folytán mindkét átszámító egyenlet olyan lúcfenyőkre vonatkozik, amelyeknek légszáraz állapotú fajsúlya egyezik, vagy legalább is megközelíti a $\gamma_{15} = 0.408$ értéket. Magától értetődik, hogy a légszárzságra való átszámítás, csak akkor ad helyes eredményt, ha mind fajsúly, mind víztartalom tekintetében az egyenletnek adottságát megközelítjük. A megadott átlagos fajsúly és víztartalmi határok mellett mindkét átszámító egyenlettel azonos, vagy legalább is gyakorlati értelemben elfogadható eredményt kapunk. E tekintetben utalok a 8. sz. táblázat 107/I., 1; 108/IV., 2; 126/I. és 126/IV. stb. számú próbatestjeire, amelyeknél a két egyenlet használatával gyakorlatilag egyforma eredményt kapunk. Sajnos, azonban éppen

8. sz. táblázat mutatja, hogy az egyes próbatestek légszáraz állapotú fajsúlyai nagyon is eltérnek attól az átlagos fajsúlyértéktől, amelyre az átszámító egyenletek érvényessége szól, természetesen az átszámítás nem tökéletesen megbízható, de még mindig helyesebben járunk el így, mintha átszámítás nélkül végeznénk összehasonlításokat.

A 8. sz. táblázatban kimutatom törzsenként az ú. n. alkalmassági számokat is, amely nem egyéb, mint a légszáraz állapotú nyomószilárdság és fajsúly hányadosa:

$$\mu = \frac{\sigma_{13}}{\gamma_{13}}$$

Az alkalmassági szám értéke felvilágosítást nyújt a fa műszaki használhatósága tekintetében. Ilyen értelemben ugyanis értékes az a fa, amely aránylag kis fajsúly mellett nagy szilárdsággal bír.

Mielőtt a Bakonyhegység lúcfenyőállományaira vonatkozó nyomószilárdsági vizsgálati eredmények összefoglalásával, összehasonlításával és méltatásával foglalkoznék, szükségesnek tartom kitérni a légszáraz állapotú fajsúly és nyomószilárdság közötti összefüggésre. Kétségtelen, hogy e két műszaki tulajdonság között határozott összefüggés van. Különben is ezzel a kérdéssel már számosan foglalkoztak: Bauschinger, Janka, Rudeloff, Schwapach és legutóbb a magyarországi lúcfenyőkre vonatkozólag dr. vitéz Török. Az összefüggést e két igen fontos műszaki tulajdonság között egyesek lineárisnak találták, mások szerint egy másodfokú parabola fejezi ki, amelynek állandói vidékenként változnak. A Magyar Alpok és a Bükkhegység lúccállományaira vonatkozólag dr. vitéz Török szintén lineáris összefüggést állapított meg, szerinte

$$\sigma_{15} = 1288 \gamma_{15} - 200^1$$

(az eredeti szövegben sajtóhiba folytán 1.288 szerepel)

A bajorországi és déltiroli lúcfenyőknél Bauschinger is lineáris összefüggést talált, egyenletében az ismeretlen együtthatója 10 (bajor), ill. 20 (déltiroli), míg a kivonandó állandók 100 (bajor), ill. 430 (déltiroli), amikor is Bauschinger 100-ros fajsúllyal dolgozik. Ugyanilyen formában kifejezve, Török által analitikailag megállapított egyenletben az ismeretlen együtthatója 12.88, kerekén 13 vona. Már ez is mutatja, hogy az állandók vidékenként változnak aszerint, hogy milyen fajsúlyú fát képes az illető vidék termőhelye előállítani.

¹ Dr. vitéz Török: A Magyar Alpok és Bükkhegység lúcfenyőállományainak erdőhasználati értéke, 33. oldal.

8. sz. táblázat. A Bakony-vidéki lúcfenyők nyomószilárdsági vizsgálatának közvetlen eredményei.

Szarmazási hely, a kis- állomány és a próba, törzsek folyószáma	A részletpróbatetek								A próbatetek (négyzetlapok)		A próbatörzsek		
	labora- tóriumi száma	átlagos égyirél- szélessége	késői pász- tájának átl. vonalas aránya	vizartalma a vizsgálat- kor (bruttó százalék.)	fajsúly		nyomószilárdsága		átlagos fajsúly	átlagos nyomószil- árdsága	átlagos fajsúly	átlagos nyomószil- árdsága	alkalmas- sági száma
					«q» ⁰ / ₀ viz- tartalom mellett	q = 13 ⁰ / ₀ -ra átszámított értékben	«q» ⁰ / ₀ viz- tartalom mellett	q = 13 ⁰ / ₀ -ra átszámított értékben	q = 13 ⁰ / ₀ -ra átszámított értékben				
					—	γ _q	—	σ ₁₃	γ ₁₃	σ ₁₃	γ ₁₃	σ ₁₃	100ρ
Ugod (Somhegy) I. sz. állomány	106/I. 1.	0·52	0·10	10·12	0·381	0·390	359	286	—	—	—	—	—
	106/I. 2.	0·36	0·23	10·30	0·428	0·437	402	317	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	0·414	302	—	—	—
	106/IV. 1.	0·48	0·14	10·12	0·398	0·407	353	282	—	—	—	—	—
	106/IV. 2.	0·35	0·22	13·01	0·439	0·439	363	363	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	0·423	323	0·418	312	7·46
	107/I. 1.	0·51	0·22	12·41	0·405	0·407	321	307	—	—	—	—	—
	107/I. 2.	0·27	0·33	12·58	0·502	0·503	395	379	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	0·455	343	—	—	—
	107/IV. 1.	0·53	0·20	10·86	0·391	0·398	323	276	—	—	—	—	—
	107/IV. 2.	0·35	0·28	11·89	0·476	0·480	406	366	0·439	321	0·447	332	7·43
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
108/I. 1.	0·64	0·10	10·11	0·310	0·319	265	223	—	—	—	—	—	
108/I. 2.	beteg,	nyomásra	alkalmatlan	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	0·319	223	—	—	
108/IV. 1.	0·66	0·10	10·97	0·326	0·333	271	239	—	—	—	—	—	
108/IV. 2.	0·26	0·36	11·67	0·400	0·404	288	263	0·369	251	0·344	237	6·88	

Ugod (Somhegy) I. sz. állomány	109/I.	0.53	0.19	11.86	0.380	0.384	315	289	0.384	289			
	109/IV. 1.	0.52	0.19	12.23	0.386	0.388	308	291					
	109/IV. 2.	0.38	0.28	12.17	0.429	0.432	340	318					
	4.								0.410	305	0.397	297	7.48
	110/I. 1.	0.55	0.16	11.27	0.352	0.358	263	236					
	110/I. 2.	0.21	0.33	9.92	0.454	0.464	431	324	0.411	280			
Zirc (Szarvaskut) II. sz. állomány	110/IV. 1.	0.42	0.16	10.29	0.380	0.389	360	290					
	110/IV. 2.	0.22	0.30	12.29	0.432	0.434	333	314	0.412	302	0.411	291	7.08
	111/I.	0.16	0.27	12.31	0.480	0.482	409	382	0.482	382			
	111/IV. 1.	0.34	0.28	10.42	0.450	0.458	390	312					
	111/IV. 2.	0.15	0.43	10.83	0.519	0.526	427	347	0.492	330	0.487	356	7.31
	6.												
Zirc (Szarvaskut) III. sz. állomány	112/I. 1.	0.35	0.14	12.90	0.365	0.365	276	274					
	112/I. 2.	0.24	0.19	12.60	0.415	0.416	341	330	0.391	302			
	112/IV. 1.	0.36	0.28	10.11	0.350	0.359	286	237					
	112/IV. 2.	0.49	0.22	9.99	0.356	0.366	294	241					
	112/IV. 3.	0.52	0.15	10.52	0.359	0.367	324	270					
	112/IV. 4.	0.46	0.16	10.13	0.341	0.350	295	244	0.361	248	0.376	275	7.31
7.													
Farkasgyepek III. sz. állomány	122/I.	0.50	0.19	9.51	0.373	0.383	347	267	0.373	267			
	122/IV.	0.47	0.19	12.30	0.372	0.374	318	301	0.374	301	0.384	284	7.39
8.													

Származási hely, a kis- állomány és a próba- törzsek folyószáma	A részletpróbatetek								A próbatetek (négyzetlapok)		A próbatörzsek			
	labora- tóriumi száma	átlagos égyvált- szelvése	késői pász- tájának át- vonalas aránya	Víztartalma a vizsgálát- kor (brutó százalék.)	fajsúly		nyomószilárdsága		átlagos fajsúly	átlagos nyomószilárdsága	átlagos fajsúly	átlagos nyomószilárdsága	alkalmas- sági száma	
					«q» ⁰ / ₀ víz- tartalom mellett	q = 13 ⁰ / ₀ -ra átszámított értékben	«q» ⁰ / ₀ víz- tartalom mellett	q = 13 ⁰ / ₀ -ra átszámított értékben						
					—	s cm	ψ	Qb ⁰ / ₀	γq	γ13	σq	σ13	g = 13 ⁰ / ₀ -ra átszámított értékben	
								γ13	σ13	γ13	σ13	100 μ		
Farkasgyepű, III. sz. állomány	9.	123/I.	0·34	0·24	11·03	0·408	0·414	394	331	0·414	331			
		123/IV.	0·36	0·26	13·03	0·404	0·404	336	336	0·404	336			
		124/I.	0·32	0·19	9·60	0·393	0·403	385	291	0·403	291	0·409	332	8·11
	10.	124/IV.	0·34	0·31	11·35	0·406	0·411	341	299	0·411	299			
		125/I.	0·30	0·30	10·63	0·461	0·469	429	343	0·469	343	0·407	295	7·24
		125/IV.	0·34	0·22	11·22	0·438	0·444	391	333	0·444	333			
	11.	126/I.	0·44	0·13	12·20	0·412	0·415	325	305	0·415	305	0·457	338	7·39
		126/IV.	0·45	0·26	11·52	0·395	0·400	330	294	0·400	294			
		127/I.	0·27	0·23	10·16	0·387	0·396	348	280	0·396	280	0·407	300	7·37
	12.	127/IV.	0·33	0·27	12·03	0·416	0·419	318	296	0·419	296			
		13.										0·407	288	7·07

Nagyvázsóny N.-Vás. Nagyvázsóny Nagyvázsóny
IX. sz. ál. VIII. ál. VII. sz. ál. VI. sz. ál.

Farkasgyepű, V. sz. állomány

14.

15.

16.

17.

18.

19.

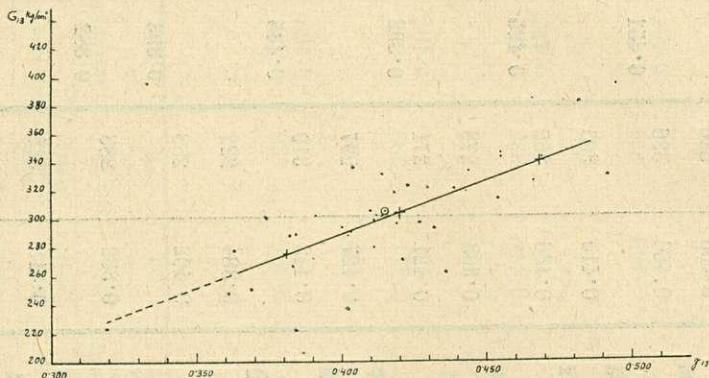
20.

128/I.	0·35	0·24	9·51	0·421	0·432	392	293	0·432	293			
128/II.	0·48	0·31	11·63	0·451	0·455	392	346	0·455	346			
128/IV.	0·50	0·30	11·65	0·462	0·466	366	326	0·466	326	0·451	321	7·09
129/I.	0·28	0·21	10·14	0·406	0·415	390	305	0·415	305			
129/IV.	0·34	0·24	10·17	0·427	0·436	321	262	0·436	262	0·425	283	6·66
130/I.	0·40	0·15	10·63	0·355	0·363	333	278	0·363	278			
130/IV.	0·45	0·23	10·09	0·412	0·421	336	271	0·421	271	0·392	274	6·99
121/I.	0·26	0·28	9·54	0·416	0·427	399	297	0·427	297			
121/IV.	0·33	0·30	11·35	0·438	0·443	367	319	0·443	319	0·435	308	7·08
118/I.	0·41	0·18	12·82	0·383	0·384	224	222	0·384	222			
118/IV.	0·45	0·16	12·97	0·402	0·402	288	288	0·402	288	0·393	255	6·48
120/I.	0·54	0·15	12·66	0·381	0·382	295	288	0·382	288	0·382	288	7·53
119/I.	0·32	0·18	11·20	0·412	0·418	371	318	0·418	318			
119/IV.	0·41	0·32	11·49	0·449	0·454	356	314	0·454	314	0·436	316	7·25
										0·413	299	7·23

A Bakony-vidéki lúcfenyők átlagában

A bakonyi lúcfenyők légszáraz állapotú fajsúlya és nyomószilárdsága között én is lineáris összefüggést találtam (l. 9. ábra), amelynek egyenlete, a fajsúlyoknak általunk használt kifejezés-módjával:

$$747(\gamma_{13} - 0.300) + 214 = \sigma_{13} = 747 \cdot \gamma_{13} - 10.1$$



9. ábra. A bakonyvidéki lúcfenyők légszáraz állapotú nyomószilárdságának változása a légszáraz fajsúly szerint.

Százszoros fajsúllyal kifejezve az ismeretlen együtthatója (iránytangense) 7.47. A grafikon szerkesztéséhez szükséges csoportképezéseket ugyanazon elv szerint végeztem, mint azt a keménységi vizsgálatnál ismertettem. A grafikon szerkesztésénél nem az egyes részletpróbatetek légszáraz állapotú fajsúlyát és nyomószilárdságát hordtam fel, hanem a legkisebb és legnagyobb sugarú negyedből kialakított négyzetlapokra kiszámított átlagos értékeket. Eljárásom indokolásául ismételten hangsúlyozom, hogy a nálunk kialakított vizsgálati módszer szerint, — amikor egy egész törzsre vonatkozó tulajdonságot akarunk megállapítani — a kiindulási alap a negyedfából kialakított négyzetlap. Ennek az eljárásnak nézetem szerint különösen ilyen esetekben van meg a jogosultsága. Ha valamilyen két műszaki tulajdonság közötti összefüggést akarjuk keresni, akkor ki kell küszöbölnünk mind azokat a tényezőket, amelyek e tulajdonságokra befolyással vannak. A víztartalom befolyását kiküszöböljük az által, hogy a fajsúlyokat és nyomószilárdságokat ugyanazon víztartalomra számítjuk át. A négyzetlapokon belül a szöveti szerkezet egyenlőtlenségéből származó eltéréseket csak az által tudjuk némileg közös nevezőre hozni, ha a négyzetlapokból kialakított részletpróbatetek fajsúlyainak és nyomószilárdságainak átlagát képezzük. Ha összehasonlítjuk dr. vitéz Török által a részletpróbatetek adataiból

készített grafikon¹ pontjainak szórását a 9. ábra pontjainak szóródásával, szembevetve, hogy ez utóbbi grafikon pontjai nem mutatnak olyan kilengéseket, bár kétségtelen, hogy szóródásuk még így is igen nagy mértékű. A kisebb mértékű szóródás oka minden bizonnyal az előbb előadottakban rejlik. Meg vagyok róla győződve, hogy a szóródás jóval kisebb volna, ha a nyomószilárdsági átszámító egyenletek általános érvényűek volnának, illetőleg, ha több különböző fajsúlyfokokra érvényes redukáló egyenlet állana rendelkezésre. Ilyen körülmények között, a faanyagvizsgálati tudomány mai állása mellett határozott összefüggések megállapításáról ma még nem beszélhetünk.

Hajlítószilárdság.

A hajlítószilárdsági vizsgálatokhoz a szabványok értelmében négyzetes keresztmetszetű és a keresztmetszeti él 14-szeresével egyenlő hosszúságú hasábok szolgálnak, amelyeknél az alátámasztási köz = az él 12-vel. Elméletileg a hajlító próbák próbatestjeit ugyanolyan módon és akkora számban kellene a negyedfából, ill. a négyzetlap által befogott keresztmetszetből készíteni, mint azt a nyomószilárdság tárgyalásánál említettem. Sajnos, azonban ez gyakorlatilag kivihetetlen volt, mivel ilyen hosszúságú göcsmentes próbatest kialakítása a hazai lúcfenyőnkől csak korlátozott számban volt lehetséges. Éppen ezért, kényszerűségből meg kellett elégednem azzal, hogy egy-egy negyedfából csak egy hajlító-próbatestet vegyek vizsgálat alá és pedig ellentétben a nyomószilárdsági próbatestekkel ezeket az átlagos sugarú negyedekből alakítottam ki. Így minden próbatörzsből két hajlító-próbatestet állt rendelkezésemre, amelyeknek egyikét a hajlítószilárdság, a másikat pedig a hajlítórugalmassági vizsgálatok céljaira használtam fel.

A hajlítószilárdsági vizsgálatok technikai részét illetően, ép úgy, mint a nyomószilárdságnál, ismét utalok dr. vitéz Török hasonló tárgyú értekezésére.

A hajlítószilárdsági, valamint a hajlítórugalmassági vizsgálatok próbatestjeinek az előírás szerint meghatároztam a vizsgálat idejében lévő víztartalmát és fajsúlyát. A nagyméretű hajlító-próbatestek erre a célra közvetlenül nem használhatók fel, azért a törés után a próbatestnek épen maradt részéből, a törés helyétől jobbra és balra egy-egy másodlagos próbatestet alakítottam ki a víztartalom és fajsúly meghatározása céljából.

A hajlítószilárdsági vizsgálatok közül ebben az értekezésem-

¹ Dr. vitéz Török Béla: A Magyar Alpok és Bükkhegység lúcfenyő állományainak erdőhasználati értéke 147. oldal, Erd. Kísérletek 1932 1-4. sz.

ben csak a törésig menő hajlítózsilárdsági eredményekkel foglalkozom részletesen, a hajlítórugalmassággal csak érintőlegesen. Ezúttal csak tájékoztató adatokat közlök, a részletes eredményeket majd egy más munka keretében fogom ismertetni, amiért is a vizsgálat részletes leírását is mellőzöm.

A vizsgálatok részletes eredményeit próbatörzsenként elkülönítve a 9. táblázatban foglaltam össze, kimutatva a próbatestek évgyűrűszélességét és kései pásztájának vonalas arányát, fajsúlyát, hajlítózsilárdságát légszárzságot megközelítő és légszárzságra átszámított állapotban.

A hajlítózsilárdságoknak légszáraz állapotra való átszámításához egyenlet nem állott rendelkezésemre. Flatscher¹ közöl ugyan egy pár átszámító viszonzszámot az összes fák átlagára, ezek szerinte egyaránt alkalmasak a nyomó-, húzó-, hajlító- és nyírózilárdságok átszámítására. Sokkal célszerűbbnek találtam egy olyan átszámítási formát keresni, amely kimondottan hajlítózsilárdságra vonatkozik. Kollmann² az eberswaldi főiskola mechanikai-technológiai tanszékének tanára Wilson vizsgálatai után közli a Longleaf-Pine hajlítózsilárdságának változását a víztartalom szerint. Ennek a fafajnak fajsúlya és keménysége vetekedik a keményfákéval s így tulajdonképpen nem helyes, ha az erre vonatkozó adatokat a lúcfenyő hajlítózsilárdságának átszámítására használom. Mivel azonban más átszámító formula nincs és ez legalább fenyőre vonatkozik, az átszámításra jobb hiányában ezeket az adatokat használom fel olyan formán, hogy a grafikonról különböző víztartalmak mellett leolvasott hajlítózsilárdságokból viszonzszámokat képeztem (egységül elfogadva a légszáraz állapotú hajlítózsilárdság nagyságát), amelyekből megszerkesztettem az átszámító görbét. Ismételten hangsúlyozom, hogy az átszámítás nem tökéletes, de még mindig jobb, mint ha a különböző víztartalmak mellett vizsgált értékeket hasonlítom össze.

A nyomó- és hajlítózsilárdsági vizsgálatok eredményeinek összefoglalása.

A 10. táblázatban összefoglalom a nyomó- és hajlítózsilárdsági vizsgálatok vidékenkinti eredményeit, szembeállítva dr. vitéz Török³ által közölt soproni, kőszegi és miskolci, valamint

¹ Flatscher: Technische Eigenschaften des Holzes. Vademekum für die Forst- u. Holzwirtschaft, 1037. oldal.

² Kollmann: Über Holzfeuchtigkeiten und Holzfeuchtigkeitsbestimmungen. Forstarchiv, 1935, Seite 230.

³ Dr. vitéz Török: A Magyar Alpok és Bükkhegység lúcfenyőállományainak erdőhasználati értéke, 29, ill. 31. old.

9. sz. táblázat. A bakonyi lúcfenyők hajlítószilárdsági vizsgálatának közvetlen eredményei.

Származási hely	A próba- törzsek folyószáma	A próba- testek laborató- riumi száma	A hajlítóp r ó b a t e s t e k							A törésig menő betajlás 0/0- nagysága	Megjegyzés
			átlagos évygürü szélessége	késői pász- tájának átl. von. aránya	víz tartalma a vizsgálat idejében	fajtsúlya		hajlítószi l á r d s á g a			
						q ⁰ /0	q = 13 ⁰ /0-ra átszám.	q ⁰ /0	9 = 13 ⁰ /0-ra átszám.		
						víz tartalom mellett					
—	—	—	s cm	Ψ	q ^b /0	γ _q	γ ₁₃	σ _q ^{'''}	σ ₁₃ ^{'''}	0/0	—
Ugod (Somhegy) I. sz. állom.	1.	106/II.	0·46	0·21	10·08	0·385	0·394	555	483	2·1	* A csillaggal jelölt szilárdságok olyan próbates- tekre vonatkoznak, amelyek a terheléssel ellenkező oldalon gúcsúsek.
„	2.	107/II.	0·42	0·18	9·96	0·404	0·414	740	643	3·3	
„	3.	108/II.	0·64	0·10	10·48	0·331	0·339	393*	347	1·5	
„	4.	109/II.	0·47	0·14	9·95	0·377	0·387	552	480	1·9	
Zirc (Szarvaskut) II. sz. állom.	5.	110/II.	0·23	0·37	9·25	0·447	0·459	844	703	3·2	
„	6.	111/III.	0·37	0·19	9·61	0·425	0·436	640	538	1·9	
„	7.	112/II.	0·32	0·19	8·99	0·360	0·373	572	465	1·9	
Farkasgyepű, III. sz. állom.	8.	122/II.	0·55	0·20	10·32	0·355	0·364	430	377	1·2	
„	9.	123/III.	0·35	0·20	9·68	0·400	0·411	691	586	3·1	
„	10.	124/III.	0·36	0·22	9·66	0·378	0·389	584	495	2·3	
Farkasgyepű, IV. sz. állom.	11.	125/II.	0·35	0·19	10·33	0·446	0·455	774	679	2·3	
„	12.	126/III.	0·39	0·19	10·02	0·377	0·387	691	601	2·1	
„	13.	127/II.	0·35	0·24	10·50	0·400	0·408	621	550	2·6	
Farkasgyepű, V. sz. állom.	14.	128/III.	0·47	0·18	10·44	0·399	0·407	576	510	2·5	
„	15.	129/II.	0·39	0·22	10·68	0·426	0·433	694	625	2·1	
„	16.	130/II.	0·44	0·18	10·17	0·370	0·379	610	533	2·3	
Nagyvázsony, VI. sz. állom.	17.	121/III.	0·57	0·14	10·09	0·382	0·391	758	659	0·9	
„ VII. „	18.	118/II.	0·37	0·19	10·29	0·357	0·366	388*	340	1·0	
„ VIII. „	19.	120/II.	0·72	0·12	9·91	0·348	0·358	553	477	1·8	
„ IX. „	20.	119/III.	0·39	0·18	10·49	0·439	0·447	662	588	1·7	
Átlagosan	—	—	—	—	10·04	0·390	0·400	616	529	2·1	—

a Janka-féle⁴ magashegységi adatokkal. Dr. vitéz Török hajlítószilárdsági adatait nem szószerint közlöm, hanem a megadott víztartalmi adatok alapján szintén légszáraz állapotra átszámított értékkel.

Janka vizsgálataiból származó magashegységi lúcfenyők (Wienerwald és a máriabrunni parkerdő nem tekinthető ugyan magashegységnek, de az onnan származó lúcfenyők szilárdságok tekintetében a magashegységivel megközelítőleg azonos minőségű fát szolgáltatnak) átlagos légszáraz állapotú nyomószilárdsága 369 kg/cm²; dr. vitéz Török adatai szerint a soproni, kőszegi és miskolci lúcfenyők átlagos nyomószilárdsága 317 kg/cm² és végül az általam vizsgált bakonyi lúcfenyőkre vonatkozólag 297 kg/cm². Ezekhez az adatokhoz sok magyarázatot fűzni nem szükséges. Minél inkább távolodunk tengerszintfeletti magasság, klíma és talaj tekintetében a lúce eredeti termőhelyétől, fokozatosan kisebbedik a nyomószilárdság értéke is. Ha csak az adatok abszolút nagyságát tekintjük, az első pillanatban nem is tűnik fel a nagy különbség, főként pedig akkor, ha figyelembe vesszük még azt is, hogy Flatscher szerint a magashegységi lúcfenyők átlagos nyomószilárdsága 360 kg/cm², Exner szerint 283, Bach és Baumann szerint 245 kg/cm² (dr. vitéz Török által közölt irodalmi adatok). Ahány vizsgáló, annyiféle eredmény! Nyugodt lélekkel azonban összehasonlítást csak Janka adataival végezhetünk, mert egyedül Janka végzett nagy területeket felölelő nagyszámú vizsgálatokat. Igaz ugyan, hogy a mi csonkamagyarországi lúcfenyőnk nyomószilárdság tekintetében felette van a magashegységi minimumnak (234 kg/cm² Janka szerint), de az eredmények még sem megnyugtatók. Nem találok megnyugtatónak azért, mert az átlagos légszárazságú fajsúly után ítélve, szilárdságának nagyobbak kellene lenni. Az osztrák Alpokból és a Kárpátokból származó lúcfenyők gyakorlati értékét éppen az a körülmény szabja meg, hogy aránylag alacsony fajsúlyú, tehát könnyű, de nagy szilárdságú fát szolgáltat. Az előzőkben már foglalkoztam az alkalmassági szám jelentőségével, amely — ismétlem — nem egyéb, mint a légszáraz állapotú szilárdság és fajsúly hányadosa. Janka által vizsgált magashegységi lúcfenyőknél a nyomószilárdsági alkalmassági szám értéke 8.2—9.3 között változik, átlagosan 8.7. Dr. vitéz Török adatai szerint a soproni, kőszegi és miskolci lúccsillományoknál a nyomószilárdsági alkalmassági szám értéke 5.8—9.4 között ingadozik, átlag 7.7. Itt már az alsó határ nagyon mélyre száll és az átlag is jóval alul ma-

⁴ Janka: Untersuchungen über die Elasticität und Festigkeit der österreichischen Bauhölzer. I. Band. S. 130; II. Band, Seite 296—313; III. Band, S. 122—127.

10. sz. táblázat. A nyomó- és hajlítószilárdsági vizsgálatok összehasonlító táblázata.

Szarmazási hely	Nyomó-szilárdság		Szarmazási hely	Nyomó-szilárdság		Szarmazási hely	Nyomó-szilárdság		Megjegyzés		
	Hajlító-szilárdság	σ''_{13}		Hajlító-szilárdság	σ'''_{13}		Hajlító-szilárdság	σ''_{13}		Hajlító-szilárdság	σ'''_{13}
	σ''_{13}			σ'''_{13}			σ''_{13}			σ'''_{13}	
	kg/cm ²			kg/cm ²			kg/cm ²				
Déltirol	376	564	Kőszeg I. állom.	369	572	Ugod (Somhegy) I. áll.	294	488	Dr. vitéz Török által közölt Jankaféle adatokat (I. oszlop) és a szerző saját adatait (II. oszlop) nem az eredeti, de légszilárdságra átszámított formában közlöm. (Az átszámítás módjának leírását lásd a szövegben.)		
Északtirol	376	543	Miskolc II. «	282	436	Zirc (Szarvaskút) II. «	307	569			
Wienerwald	343	478	« III. «	353	567	Farkasgyepű III. «	304	486			
Erzgebirge	344	502	Sopron IV. «	314	617	« IV. «	309	610			
Kárpátok	387	579	« V. «	307	611	« V. «	292	556			
Böhmerwald	400	637	« VI. «	326	530	Nagyvázsony VI. «	308	659			
Thernowarenwald	350	521	« VII. «	282	525	« VII. «	255	340			
Középalpok	355	589	« VIII. «	278	530	« VIII. «	288	477			
Máriabrunni erdő	385	511	« IX. «	340	665	« IX. «	316	588			
Átlagosan	369	547	Átlagosan	317	561	Átlagosan	297	529			

rad. Még kedvezőtlenebb a helyzet a bakonyi lúcnál (l. 8. táblázat), ahol a határok 6.5—8.1 között vannak és az átlag pedig csak 7.2; mind az alsó, mind a felső határ jóval kisebb, mint a magashegységi lúcnál.

Mind ebből megállapítható, hogy a Bakonyhegység vizsgált lúcéllományai aránylag nagy fajsúlyú, de a magashegységénél jóval kisebb nyomószilárdságú fát szolgáltatnak.

Sokkal nehezebb az összehasonlítás a hajlítószilárdságok tekintetében. Egyrészt a már tárgyalt átszámítás nehézségénél fogva (t. i. itt hiányzik az összehasonlításhoz szükséges biztos alap), másrészt a vizsgálatokhoz szolgáló próbatestek más kialakítása, illetőleg kiválasztása miatt. Az összehasonlításnál ismét csak Janka adataira vagyok utalva. Janka pedig a hajlítószilárdsági próbatestek kialakításánál csak nagy általánosságban vette tekintetbe azt a szabályt, hogy a próbatestek göcsmentesek legyenek, minden próbatestje többé-kevésbé göcsös, sőt elég gyakran még az erőhatás helyén is. Természetesen így az általa megadott eredmények is ilyen minőségű fákra vonatkoznak. Gyakorlati értelemben tulajdonképpen ez is a helyes, mert hisz a fa, különösen a tartóknál mindig tartalmaz kisebb-nagyobb göcsöket. Viszont az ilyen eredmények a tökéletes összehasonlítást kizárják, mert a próbatestek különböző részeiben lévő különböző helyzetű göcsök befolyását nem tudjuk biztosan megállapítani. Az kétségtelen, hogy a göcsös fa kisebb szilárdságú. Graf adatai szerint a göcsös erdeifenyő nyomószilárdsága 10—22%-kal, Lang szerint a göcsös lúcfenyő 3—30%-kal kisebb szilárdságú, mint a göcsmentes. A göcsök szilárdságcsökkentő hatása a hajlítószilárdságnál még jóval nagyobb. Éppen azért, mert a göcs eddig pontosan meg nem állapítható mértékben kisebbíti a hajlítószilárdság értékét. A DIN-ek előírásai szerint göcsmentes próbatesteket kell használni. A csonkamagyarországi lúcfenyők hajlítószilárdságának vizsgálatánál e tekintetben a lehetőség szerint a DIN-ekhez alkalmazkodtunk. Valószínűleg ez az oka annak, hogy a 10. táblázatban látható Török-féle adatok (Sopron, Kőszeg, Miskolc) átlagos értéke még a magashegységi lúccok hajlítószilárdságánál is nagyobb. A Bakonyból származó lúcfenyők hajlítószilárdsága is csak valamivel (19 kg/cm²) kisebb a magas-hegységénél, ez is csak abban az esetben, ha az átlagképzésnél a 10. táblázatban megjelölt göcsös próbatestek adatait is hozzászámítjuk. Nagyon valószínű, hogy ha a hazai lúccok hajlítópróbatestjeinek kialakításánál Jankához hasonlóan nem törekedtünk volna arra, hogy legalább az erőhatás helyén ill. közelében göcsök ne legyenek, akkor ép úgy mint a nyomószilárdságnál a valóságnak megfelelően jóval kisebb eredményeket kaptunk volna. Janka hajlító szilárdsági vizsgálataiból kiszámított átlagos érték (lúcfenyőnél) meg-

közelíti Flatscher adatát ($\sigma'' = 560 \text{ kg/cm}^2$); ez utóbbihoz viszonyítva mind a soproni, kőszegi, miskolci, mind a bakonyi lúcfenyők hajlítoszilárdságának átlaga csak valamivel alacsonyabb. Ezt a körülményt még sem irhatjuk a magyarországi lúcfenyők javára épen az előbb előadott okoknál fogva (t. i. a göcsösség befolyásáról tiszta képet nem tudunk egyelőre alkotni), azért a használhatóság megítélésénél a biztosabb nyomószilárdsági vizsgálatok adatait veszem alapul.

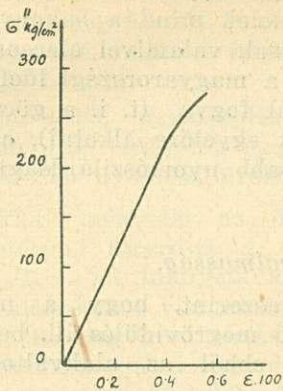
Alakváltozás és rugalmasság.

A vizsgálatok módszere változik aszerint, hogy a nyomó- vagy hajlító igénybevételeknél fellépő megrövidülés ill. behajlás nagyságát akarjuk meghatározni és ebből az alakváltozás és rugalmasság mértékét megállapítani.

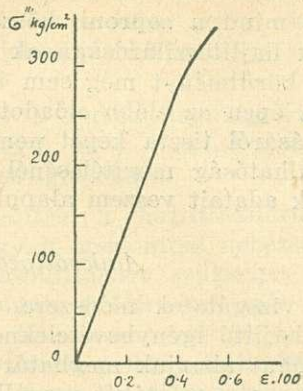
A nyomórugalmassági vizsgálatokhoz olyan négyzetes keresztmetszetű próbatesteket kell használni, amelynek hosszúsága egyenlő a keresztmetszeti él háromszorosával. A rugalmasság mérése a próbatest hosszának középső harmadában történik. A rugalmasság vizsgálatához egy rendkívül érzékeny tükrös készülék szükséges. Sajnos, ilyen készülék nem állott rendelkezésemre, így a nyomó igénybevételeknél sem a rugalmassági határokat, sem pedig a rugalmassági modulusokat nem tudtam megállapítani. A rendelkezésre álló, bár rendkívül érzékeny és pontos Amsler-féle precíziós műszerrel csak a próbatest egész hosszára vonatkoztatott megrövidülések nagyságát lehet megállapítani, ennek nagysága azonban az alátámasztási ill. terhelési pontoknál a nyomóigénybevétel alatt szükségszerűen fellépő megroggyanások következtében túl nagy mértékű és így nem alkalmasak a rugalmasság megállapítására. Az elmondottak következtében a vizsgálatok eredményeit csak a nyomásnál fellépő alakváltozás ábrázolására használtam fel. A nyomóalakváltozás megállapítására 37 próbatesttel végeztem vizsgálatot. Az alakváltozási diagrammokat azonban csak az egyes vidékekről (Ugod, Zirc, Farkasgyepű, Nagyvázsony) származó próbatörzsek adatainak átlagára szerkesztettem meg. A diagramm szerkesztésénél az abszcissa tengelyre a viszonylagos megrövidülések ($\varepsilon = \frac{\Delta h}{h}$) százszorosát, az ordinátára pedig a megrövidüléseknek megfelelő nyomófeszültségeket ($\sigma'' \text{ kg/cm}^2$) hordtam fel.

A 10a. ábra az ugodi (Somhegy), 10b. a zirci (Szarvaskút), 10c. farkasgyepűi és a 10d. ábra a nagyvázsonyi lúcfenyőtörzsek alakváltozását szemlélteti nyomóigénybevétel mellett.

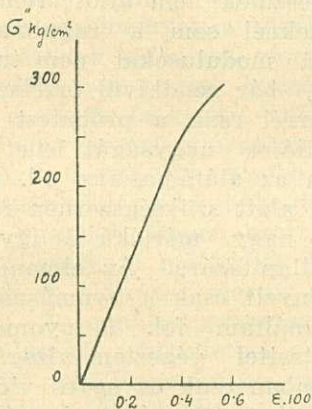
Az alakváltozási görbék kiegészítéséül az alábbiakban közlöm a kérdéses vidékekről származó lúcfenyő törzsek próbatestjeinek



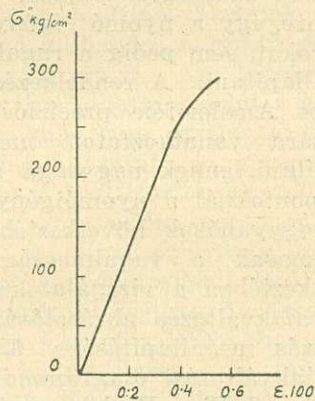
10 a.



10 b.



10 c.



10 d.

10 a—c ábra. A bakonyvidéki lúcfenyők alakváltozási görbéje nyomó igénybevételénél. ε 100 a viszonylagos megrövidülés 100-osa, σ'' kg/cm, a viszonylagos megrövidülésnek megfelelő feszültség. (10 a. Ugod, ill. Somhegy; 10 b. Zirc, ill. Szarvaskut; 10 c. Farkasgyepű; 10 d. Nagyvázsönyből származó lúcfenyő próbatörzsek átlagában.)

(amelyek az alakváltozás megállapítására szolgáltak) a vizsgálat idejére vonatkozó átlagos víztartalmát (q b%) és fajsúlyt (γ):

10a. ábra (Ugod)	$q = 10.4$	$b^0/0$,	$\gamma = 0.391$	kg/dm^3
10b. „ (Zirc)	$q = 10.8$	„	$\gamma = 0.413$	„
10c. „ (Farkasgyepű)	$q = 10.2$	„	$\gamma = 0.393$	„
10d. „ (Nagyvázsony)	$q = 10.5$	„	$\gamma = 0.407$	„

A grafikonokból tisztán látható a határ, ameddig a viszonylagos megrövidüléseknek arányos feszültség felel meg. A fentiekben közölt pár adatból kitűnik, hogy az arányossági határ a próbatetek fajsúlyának emelkedésével nagy átlagban szintén emelkedik. (Az Amsler-féle precíziós műszerrel próbaképpen megállapított arányossági határok az egyes vidékekről származó próbák átlagában: az ugodinál 221 kg/cm^2 , zircinél 275 kg/cm^2 , farkasgyepűinél 234 kg/cm^2 és a nagyvázsonyinál 244 kg/cm^2 ; a négy vidék átlagában pedig 244 kg/cm^2). A zárójelben feltüntetett adatok sajnos nem fejezik ki az arányossági határ, ill. egyúttal a rugalmassági határ nagyságát éppen az említett okoknál fogva. A favizsgálatoknál a rugalmassági határ helyett az arányossági határt szokták megállapítani és ezen belül gyakorlati értelemben a fát rugalmasnak tekintik, ennek oka az, hogy a rugalmassági határ pontos megállapítása nagyon nehézkes, ezzel szemben pedig az arányossági határ mindig határozottan megállapítható.

Flatscher¹ szerint a lúcfenyő rugalmassági határa nyomó igénybevételénél, a rostokkal párhuzamos irányú terhelés mellett 144 kg/cm^2 és a nyomórugalmassági modulus 100.000 kg/cm^2 . Janka² vizsgálataiból: Nordtirol, Südtirol, Wienerwald és Erzgebirge lúccsillományainak átlagában a rugalmassági, ill. arányossági határ értéke $77-291$ átlagosan 176 kg/cm^2 , a rugalmassági modulus nagysága pedig $E = 77.800-171.400$, átlagosan 108.200 kg/cm^2 . A bakonyi lúcfenyőknél az Amsler-féle precíziós műszerrel próbaképpen megállapított 244 kg/cm^2 -es átlag jóval magasabb. Ez, ismétlem, abból származik, hogy a megrövidülések nagyságát a próbatetek egész hosszára lehetővé csak megállapítani és a víztartalom is nagyon befolyásolja a rugalmassági határ helyét. E vizsgálati adatokat éppen ezért csak a két vizsgálati módszer közötti különbségek szemléltetésére közlöm anélkül, hogy ebből a bakonyi lúcfenyők nyomórugalmassági, ill. arányossági határára vonatkozólag következtetést vonnék le, de különben is már a vizsgálat megindításakor is csak az a cél lebegett előttem, hogy az alakváltozásról nyújtsak felvilágosítást.

Az arányossági, ill. rugalmassági határ, valamint az „E” modulusok megállapításának gyakorlati szempontból inkább a

¹ Flatscher: Technische Eigenschaften u. Technische Fehler des Holzes, Wademekum für die Forst- u. Holzwirtschaft, Seite 1035.

² Janka: I. Fichte Südtirols, S. 143-147; II. Fichte von Nordtirol, vom Wienerwalde ú. Erzgebirge. S. 280-285.

hajlító igénybevételeknél van nagyobb jelentősége. A hajlító rugalmassági vizsgálatokat eltérőleg dr. vitéz Török módszerétől nem az Amsler-féle precíziós műszerrel hajtottam végre. Az Amsler-féle precíziós műszer bár teljesen megbízható és nagyon érzékeny, pontos készülék, 0.001 mm-es behajlás is mérhető vele, de mivel kizárólagosan fémvizsgálatokhoz volt szerkesztve, egyszeri beállítással csak kis mértékű, legfeljebb 8 mm-es behajlás mérésére alkalmas. Bonyolult eljárással, többszöri beállítással nagyobb behajlást is mérhetünk vele, de még így is megvan az a hátránya, hogy nem a semleges vonal középpontjának behajlását mutatja, hanem a nyomott oldalét és így az elkerülhetetlen megroggyanás itt is befolyásolja a vizsgálat eredményét. Éppen azért a hajlító-rugalmassági vizsgálatok céljára a Széchenyi Tudományos Társaság anyagi támogatásával egy olyan behajlásmérő készüléket készíttettem (Krais: Die Hölzer című szakkönyv 375. old. található leírás alapján), amellyel egyszerű módon még 50 mm-es behajlás is mérhető és így a favizsgálatok céljára alkalmasabb. Igaz, hogy a mérési határ nagyobbodásával a műszer érzékenysége és pontossága is kisebb, 0.05 mm pontosságú, de úgy gondolom, hogy a favizsgálatoknál ekkora pontosság teljesen elégséges, annál is inkább, mert az eddig kialakult vizsgálati eljárások szerint a rugalmasság határát nem a maradandó behajlás, hanem az arányos alakváltozás alapján határozzuk meg.

A hajlító rugalmassági vizsgálat eredményeiből csak tájékoztató adatot közlök, a végleges eredményeket a folyamatban lévő erdei- és vörösfenyő-vizsgálatok eredményeivel egyidejűleg fogom nyilvánosságra hozni. A vizsgálat technikáját és az eredmények kiszámítását illetőleg nem bocsátkozom ismételésekbe, hanem utalok dr. vitéz Török értekezésére.¹ Tájékoztásul a veszprémmegyei Zireről (Szarvaskút) származó 112. lab. számú lúcfenyő próbatörzs adatait közlöm. A próbatörzsből kialakított próbatest átlagos víztartalma a vizsgálat idejében $q = 9.96\%$, fajsúlya $\gamma = 0.392 \text{ kg/cm}^3$.

Az arányossági határ, ill. egyúttal a rugalmassági határ

$$\sigma_a''' = (\sigma_r''') = \frac{3 \cdot P_a \cdot h}{2 \cdot v \cdot s^2} = 298 \text{ kg/cm}^2;$$

légszáraz állapotra átszámítva:

$$\sigma_{a13}''' (= \sigma_{r13}''') = 257 \text{ kg/cm}^2.$$

A rugalmassági modulus nagysága:

$$E \text{ átl.} = \left(\frac{P \cdot l^3}{48 \cdot i \cdot f} \right) = 121,972 \text{ kg/cm}^2.$$

¹ Dr. vitéz Török: A Magyar Alpok és Bükkhegység lúcfenyőállományainak erdőhasználati értéke, 34–36. oldal.

A rugalmassági modulust az arányossági határon belül minden olyan terhelésnél, amelyről visszaterhelés történt, meghatároztam és az így kiszámított értékek számtani átlagát vettem (115.404–132.420 = 121.972, kereken 122.000 kg/cm²).

A törőfeszültség nagysága 9.9 b% víztartalom mellett:

$$\sigma_t''' = 657 \text{ kg/cm}^2; \text{ légszáráson } \sigma_{t_{13}}''' = 566 \text{ kg/cm}^2.$$

Flatscher szerint a lúcfenyő átlagos rugalmassági határa hajlító igénybevételnél, valószínűleg légszárasságban (t. i. a víztartalmi állapot nincs közölve):

$$\sigma_r''' = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Törőfeszültség: } \sigma_t''' = 560 \text{ kg/cm}^2$$

Rugalmassági modulusa: $E = 116.000 \text{ kg/cm}^2$.

Janka szerint Déltirol, Északtirol, Wienerwald, Erzgebirge, Kárpátok, Böhmerwald, Thernowanerwald, Középalpok és a Máriabrunni parkerdőből származó számtalan próbatörzs átlagában a lúcfenyő arányossági és egyúttal rugalmassági határa:

$$\sigma_r''' = 320 \text{ kg/cm}^2 \text{ (} q=12.6^{b\%} \text{ átl. víztart. mellett)}$$

$$\text{Légszáráson: } \sigma_{r_{13}}''' = 310 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Törőfeszültsége: } \sigma_t''' = 560 \text{ kg/cm}^2 \text{ (} q=12.6^{b\%} \text{ víztart. mellett)}$$

$$\text{Légszáráson: } \sigma_{t_{13}}''' = 547 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Rugalmassági modulusa: } E = 89.100 \sim 114.600, \text{ átlagosan} \\ = 100,055, \text{ kereken } 100,000 \text{ kg/cm}^2$$

(A rugalmassági modulus határértékei nem az egyes próbadarabokra vonatkoznak, hanem a vidékek átlagos értékeit képviselik.)

Dr. vitéz Török vizsgálatai szerint a soproni, kőszegi és miskolci lúcfenyők hajlítószilárdsági, illetőleg arányossági határa és rugalmassági modulusa a három vidék átlagában:

$$\sigma_a''' = 265 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_t''' = 555 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 84.000 \text{ kg/cm}^2$$

Dr. vitéz Török adatai átlagosan 13.3 b% víztartalomra vonatkoznak. Légszárasságban az arányossági határ 270 kg/cm² és a törőszilárdság nagysága $\sigma_{t_{13}}''' = 561 \text{ kg/cm}^2$.

Természetesen a 112. lab. sz. próbatörzs adataiból nem vonhatunk következtetést az egész Bakonyvidék lúccsillományainak hajlítórugalmasságára vonatkozólag, mert hiszen csak egyetlen egy adat (amely esetleg szélsőség is lehet), csupán tájékozást nyújt arra, hogy a rugalmassági határ és a rugalmassági modulus tekintetében sem lesznek nagyobb eltérések a magashegységi lúcfenyőkhöz viszonyítva. Végső következtetést erre vonatkozólag

csak a vizsgálati eredmények teljes feldolgozása után vonhatunk le.

Az eredmények összefoglalása.

A végzett vizsgálatok részletes eredményeit és azoknak irodalmi adatokkal való összehasonlítását már az egyes tulajdonságok tárgyalásánál ismertettem, az alábbiakban a vizsgált műszaki tulajdonságok alapján a Bakonyhegységből származó lúcfenyők használati értékére, ill. használhatósági körére óhajtok rámutatni.

A használhatóságot a meghatározott műszaki tulajdonságok, nevezetesen: alaki és szöveti tulajdonságok, fajsúly, összezás, keménység, nyomó- és hajlítószilárdsági eredmények mérlegelésével állapíthatjuk meg. A rugalmasságot az összefoglalásnál készakarva mellőztem, mivel arra még az erdei- és vörösfenyővizsgálatokkal kapcsolatban visszatérek. A vizsgálatok eredményei röviden a következők:

1. A bakonyvidéki lúcfenyők külső alaki tulajdonságát illetőleg megállapíthatjuk, hogy a vizsgált próbatörzsek magassági és vastagsági növekedésben nem csak, hogy megközelítik, de felül is múlják az ugyanazon korú és termőhelyi osztályon nőtt magashegységi lúcfenyőket, ami természetesen nagyobb mértékű tömeggyarapodást von maga után. Hengeresség tekintetében a próbatörzsek mellmagassági átmérője és a famagasság közepe közötti rész gyakorlati éretelemben hengeresnek mondható; míg az egész szerfahosszra vonatkozólag sudarlós. Ellenben ágtisztaság tekintetében határozottan kedvezőtlen fejlődést mutat a bakonyi lúcfenyő, a feltisztulás későn kezdődik és kismértékű, aminek következménye a sok és nagyméretű ággöcs.

2. A bakonyvidéki lúcfenyők szöveti szerkezete általánosságban kedvezőtlen képet nyújt. A bél helyzetét kifejező külpontosági viszonzyszámok kis értéke alapján megállapíthatjuk, hogy az évgűrük elhelyezkedése nagyjában központosnak mondható, hasonlóképpen kifogástalan a fejlődés a rostlefutásokat illetőleg. Rendkívül kedvezőtlen azonban az évgűrűszerkezet a vastagsági növekedés tekintetében: az évgűrűszélességeknek mind az átlagos, mind a szélső értékei messze mögötte maradnak a magashegységi lúcfenyőknek: a késői pászta vonalas nagyságának átlaga megközelítőleg egyezik a magashegységivel, ellenben a szélsőségek igen nagy kilengést mutatnak.

3. A Bakonyhegységből származó lúcfenyő-próbatörzsek fajsúlyvizsgálatainak eredményeiből kitűnik, hogy Csonkamagyarország eme részéről származó lúcfenyők aránylagosan alacsony vágásforduló mellett is az átlagos fajsúly tekintetében nem mu-

tatnak nagyobb eltérést a magashegységi lúcfenyőkhöz képest: a bakonyvidéki átlag 0.414, a magashegységi 0.422 kg/dm³.

4. Összeaszási vizsgálatokkal e munka keretében nem foglalkoztam, mivel e tulajdonság megállapítását boldogult dr. vitéz Török Bélával egyetértőleg különválasztottuk mind a soproni, mind a bakonyi lúcfenyőkre vonatkozólag. A már korábban elvégzett ezirányú vizsgálatok eredményeit részletesen a „Négy fontosabb fafajunk néhány főbb műszaki tulajdonságának változása a víztartalom szerint, a szöveti szerkezet figyelembevételével” című értekezésemben ismertettem volt. A vizsgálatok eredményei szerint a Sopron- és Bakony-vidéki lúcfenyők térfogati összeaszása élőnedvestől légszáraz állapotig a Bakony-vidékinél 6.60 b %, a Sopron-környékié 5.69 b %. Ezzel szemben a magashegységi lúcfenyők térfogati összeaszása Nördlinger szerint 6.58 b %. Ez az összehasonlítás azt mutatná, hogy a hazai lúcfenyők összeaszása egyenlő Nördlinger által közölt átlagos adattal, sőt soproni viszonylatban még kedvezőbb is. Ezzel a jó tulajdonsággal szemben a vizsgált próbatörzsek szöveti szerkezete kedvezőtlen, amely körülmény az összeaszás kedvező voltát leontja.

5. Keménység tekintetében a bakonyi lúcfenyők elég jól megközelítik Janka által vizsgált magashegységi lúcfenyők átlagos értékét: a bakonyvidéki átlag légszáraz állapotban 221 kg/cm², a magashegységié 252 kg/cm².

6. A nyomószilárdsági vizsgálatok eredményei szerint a Bakonyhegység lúcfenyő-állományainak átlagos nyomószilárdsága légszáraz állapotban 297 kg/cm², dr. vitéz Török által vizsgált soproni, miskolci és kőszegi állományok átlaga 317 kg/cm², ezzel szemben Janka vizsgálatai szerint az osztrák hegyvidék és a Kárpátok lúcfenyveseinek átlagos nyomószilárdsága 369 kg/cm². Az eltérés különösen a Bakonyvidék átlagos értékeivel szemben számottevő. A bakonyvidéki próbatörzsek fajsúly és nyomószilárdsági eredményeiből kiszámított alkalmassági számok szerint a Bakonyhegység vizsgált lúcfenyő-állományai aránylag nagy fajsúlyú, de a magashegységénél jóval kisebb nyomószilárdságú fát szolgáltatnak.

7. Hajlítósilárdság tekintetében már kisebb az eltérés, amennyiben a bakonyvidéki átlag légszáraz állapotban 529 kg/cm², a magashegységié pedig 547 kg/cm², Flatscher szerint pedig 560 kg/cm². Sajnos azonban az a körülmény, hogy hajlítósilárdság tekintetében számszerűleg kicsiny az eltérés, nem írható a bakonyvidéki lúcc javára, mert ennek oka nem a magyarországi lúcfenyő jóságában keresendő, hanem inkább az összehasonlításra szolgáló adatokban; mert t. i. Janka és valószínűleg Flat-

scher adatai is kisebb-nagyobb göcsöket tartalmazó próbatestekre vonatkoznak, addig a hazai lúcfenyők hajlítoszilárdságának megállapítására szolgáló próbatestek a DIN-ek előírása szerint a lehetőségek szerint göcsmentes fából lettek kialakítva. Mivel pedig a göcs különösen a hajlítoszilárdság értékét nagy mértékben leszálítja, egészen bizonyos, hogy azonos minőségű fákkal végzett vizsgálat esetén a hajlítoszilárdsági eredmények a nyomószilárdsághoz hasonlóan a magashegységi átlagnál jóval kisebb eredményt szolgáltatott volna.

A vizsgálati eredményeknek tárgyilagos számbavétele alapján megállapíthatjuk, hogy a Bakonyhegység kérdéses vidékeiről származó lúcfenyők feltétlenül gyengébb minőségű fát szolgáltatnak, azonban az eltérés az egyes műszaki tulajdonságok tekintetében nem olyan nagymértékű, hogy abból a hazai lúcfenyőnek műszaki célra való használhatatlanságára következtethetnénk, sőt különösen a szilárdságtani tulajdonságokat illetőleg jóval felette áll a magashegységi minimumnak és ha mindehhez még azt is tekintetbe vesszük, hogy a hazai lúcfenyő fenti eredményei átl. 55 éves egyedekre vonatkoznak, szemben a magashegységi átlagos 120 éves vágásfordulóval, az eredményeket kiélegetőnek kell tartanunk.

Minthogy a fának felhasználási körét annak műszaki tulajdonsága szabja meg, a Bakonyhegység lúcfenyőinek használhatósága ezekből önként következik: a szöveti szerkezet egyenlőtlen-sége és göcsössége következtében csak kevésbé igényes választékok készítésére alkalmas; kényesebb választékokra, mint pl hangszerfa, szitakéreg, hasított zsindelek és jobb minőségű asztalos-árukhoz természetesen nem használható. A kisebb szilárdságtani tulajdonságok mellett is azonban feltétlenül alkalmas építési célokra, akár szegletes, akár szelvényáru formájában Papírgyártásra és fagyapot készítésére és általában minden olyan készítményre, amely nagyobb szilárdságot nem igényel. A szöveti egyenlőtlen-ségből származó nehezebb megmunkálhatóság a gép-ipar mai fejlettsége mellett nem tekinthető leküzdhetetlen hibának és éppen ezért a hazai lúcfenyő felhasználhatósági köre meglehetősen nagy.

Vizsgálataim során igyekeztem a legteljesebb tárgyilagossággal kezelni ezt a kérdést, annál is inkább, mert semmiképen sem szeretném, ha olyannak tűnne fel tevékenységem, mintha a hazai lúcfenyőnek propagandát igyekeznék csinálni. Ismétlem, engem a vizsgálatok lefolytatásánál nem vezetett más, mint a mi viszonyaink között elérhető legmagasabb vágáskorban lévő lúcfenyők műszaki tulajdonságait megállapítani, hogy végre nemcsak a gazdasági eredmények és tapasztalatok alapján, de tudományos vizsgálatok eredményeiből tudjunk egy olyan fafaj értékéről

képet alkotni, amely köztudomás szerint nem honos a mi csonka-magyarországi, alacsony tengerszintfeletti magasságú, aránylag bő tápanyaggal rendelkező, páraszegény és meglehetősen száraz klímájú termőhelyeinken. Tisztában vagyok azzal is, hogy a gyakorlati élet igen sokszor tisztán pillanatnyi gazdasági előnyök kedvéért kényszerből olyan gazdasági műveletre is kénytelen be rendezkedni, amelynek létjogosultságáról maga sincs teljesen meggyőződve, de mivel a kérdéses fafaj aránylag rövid idő alatt olyan nagy fatömeget szolgáltat, amilyent más fafaj ennyi idő alatt nem tud termelni s emellett az erdőgazdaság, a fáját az utolsó szálkáig értékesíteni tudja, semmikép sem lehet ezt a törekvést elítélni. Amikor azokat a lúcfenyő-foltokat, — amelyekből próbatörzseinket kitermeltettük — (mert hiszen nagyobb összefüggő állományokról nem beszélhetünk) a Bakonyhegységben ezelőtt 50—80 évvel létesítették, semmiesetre sem lehetett gazdasági önellátás elvéről beszélni, mert hiszen rendelkezésre állott Erdély és a Felvidék lúcallományainak gazdag és minden igényt kielégítő választéka. De hogy mégis foglalkoztak lúcfenyőtelepítéssel, annak egészen más oka lehetett. Talán az, hogy a letarolt tölgyesek helyén rövid idő alatt szemnek tetszetős fenyveseket lehetett létesíteni, ezt látszik bizonyítani, hogy csak itt-ott foltokban található. A bakonyi lúcfenyveseknek az a kis mértéke, amelyet a próbatestek kijelölése alkalmával a helyszínen tapasztaltunk, igazán annyira elenyészően kevés, hogy a lúcfenyőnek erőszakos telepítéséről beszélni nem lehet. Tudtommal az uradaloknak nincs is szándékában nagyobb mértékű lúcfenyőtelepítés, de nem is volna szerencsés gondolat nagyobb területeket fenyőművelés alá vonni, mint amennyi tisztán a helyi szükséglet kielégítésére elegendő.

Munkám befejezésével kötelességemnek tartom ez úton is ismételten hálás köszönetemet kifejezni a Széchenyi Tudományos Társaságnak, hogy ezeknek a kérdéseknek megvilágítását anyagi támogatása révén lehetővé tette.

Ugyancsak hálás köszönet illeti a „Pápa—Ugodi hitbizomány“, a „Veszprémi Püspökség“, a „Zirci Apátság“ és a nagyvázsonyi gróf Zichy uradalom erdőhivatalait, amiért a vizsgálatokhoz szükséges próbatörzseket rendelkezésünkre bocsátották és a próbatörzsek kijelölésénél a legmesszebbmenően támogattak bennünket.

[Köszönettel tartozom Krippel Móric egyetemi nyilv. r. tanár úrnak, aki az egész kísérlet alatt tanácsaival és útbaigazításaival támogatott.

Ügyszintén köszönetet mondok Balázs István egyetemi nyilv.

r. tanár úrnak, amiért a szilárdságtani vizsgálatok elvégzése céljából a vezetése alatt álló Anyagvizsgáló Intézetben dolgozhattam.

*

Forstbenutzungswert der Fichte des Bakony-Berglandes.* Von Dr. N. Palloy.

Zweck der Forschung war: die Brauchbarkeit der Fichte des Bakony-Gebirges (also eines weitausgedehnten Waldgebietes mit mässigen Erhöhungen, relativ armer Luftfeuchtigkeit und trockenem Klima) auf Grund der technischen Eigenschaften des Holzes festzustellen. Die zahlenmässigen Untersuchungsergebnisse sind im nachstehenden zusammengefasst:

1. *Formbeschaffenheit.* Die Fichte des Bakony-Gebirges übertrifft so im Höhen-, als auch im Dickenwachstum die eigentliche Gebirgsfichte glücklicher Standortsklasse und desselben Alters. Ihre Vollholzigkeit ist im praktischen Sinne befriedigend, die Astreinigung tritt aber spät und nur träge ein, was eine erhöhte Sperrigkeit der Stämme zur Folge hat.

2. *Anatomischer Aufbau.* Im allgemeinen zentrale Jahrringstruktur und paralleler Faserverlauf, Betreffs des Dickenwachstum ist aber die Jahrringstruktur ungünstig, da die mittleren und extremen Werte der Jahrringbreite weit denen der Hochgebirgsfichte nachstehen. Das Spätholzanteil weist zwar im Durchschnitt dieselben Grenzen auf, wie bei der Gebirgsfichte, die Höchst- und Mindestwerte gehen aber vielmehr auseinander.

3. *Raumgewicht.* Im lufttrockenen Zustand 0.414; stimmt also mit dem Durchschnitt der Gebirgsfichte (0.422) gut überein.

4. *Schwindung.* Durchschnitt der volumetrischen Schwindung vom lebendfeuchten bis zum lufttrockenen Zustand: 6.60%, was den Angaben der Literatur entspricht. (Nördlinger: 6.58%.)

5. *Härte.* Mit der Janka'schen Kugelmethode ermittelt und durchschnittlich: 221 kg/cm², (gegenüber 252 kg/cm² bei der Hochgebirgsfichte).

6. *Druckfestigkeit.* Im Durchschnitt nur 297 kg/cm², also bedeutend geringer, als bei der Gebirgsfichte: 369 kg/cm² (Janka). Vergleichen wir

nun auch die Angaben der Tauglichkeitszahlen $\left(\frac{\sigma_{13}}{\gamma_{13}}\right)$, so steht es klar vor uns, dass der Bakonywald ein Fichtenholz zwar von verhältnissmässig hohem Raumgewichtswert, doch nur von geringer Festigkeit liefert.

7. *Biegungsfestigkeit.* Durchschnittswert: 529 kg/cm², bleibt also nicht allzusehr hinter den gleichem Angaben der Hochgebirgsfichte zurück (Janka: 547 kg/cm², Flatscher: 560 kg/cm²). Doch beziehen sich die Angaben der Bakony-Fichte auf astreines Holz.

8. *Die Elastizitätsuntersuchungen* — parallel mit den vorerwähnten durchgeführt — ergaben, dass die Bakony-Fichte auch in dieser Hinsicht mit der Gebirgs-Fichte die Waage hält.

Die sachliche Prüfung der Untersuchungsergebnisse lässt uns erkennen, dass das Bakony-Gebiet ein Fichtenholz von zwar schwächerer Beschaffenheit liefert, doch ist der Unterschied zwischen diesem und den

* Erster u. zweiter Teil an Abhandlung (einschl. Härteuntersuchung) in den Heften XII. bzw. I. der Jahrgänge 74. bzw. 75. (1935. u. 1936.) veröffentlicht.

Hochgebirgsfichten in Bezug auf die technischen Eigenschaften keineswegs so erheblich, dass man daraus auf die völlige Unbrauchbarkeit des einheimischen Materials schliessen dürfte. So stehen z. B. die Festigkeitswerte weit über den Mindestwerten der Gebirgsfichte, obzwar das Alter der geprüften ungarischen Probestämme durchschnittlich nur 55 Jahre betrug.

Das Holz der Bakony-Fichte ist also, — mit Ausnahme jener Sortimente, die eine gleichmässige, feine Jahrringstruktur, oder erhöhte Festigkeit beanspruchen — für ein breites Feld der Verwendung gut brauchbar.

A zuzmarakérdés erdészeti vonatkozásai

Hozzászólás dr. Aujezky László kir. osztálymeteorológusnak az „Erdészeti Lapok“ 1935. XII. számában megjelent tanulmányához.

Írta: dr. Földváry László.

Dr. Aujezky László nagyszerű cikkéhez meteorológiai szempontból nem lehet hozzátennivaló. Hozzászólásom kizárólag erdészeti szempontból történik és csupán elméleti megfontolások összefoglalása, amelyben összevetve egyrészt az erdóművelés, másrészt a meteorológia más téren már ki kristályosított igazságait, ezeknek közös eredőjét igyekeztem megállapítani.

A két tudománykör kölcsönhatását két nézőpontból is megvizsgáljuk: egyrészt abból a szempontból, hogy az erdő és annak faállománya van-e és ha igen, milyen hatással van a zuzmaraképződésre, — de másrészt annak a nem kevésbé érdekes kérdésnek oldaláról is, hogy a zuzmarabevonat van-e és vajjon milyen hatással van a faállománynya?

Mindkét vizsgálat eredményéből a gyakorlati következtetéseket is levonni igyekszünk, megállapítani azokat a módokat, eszközöket és eljárásokat, amelyek a zuzmara elleni védekezésre elméleti megfontolások alapján sikerrel kecsegtetőknek látszanak.

I. Az erdő hatása a zuzmaraképződésre.

Kiindulásul a zuzmaraveszély kialakítására alkalmassá tevő klimatikus együtthatók összességét, röviden csak zuzmaraklímának nevezve, meg kell különböztetnünk zuzmaramakroklímát és mikroklímát és az ezeket formáló makroklimatikus és mikroklimatikus tényezőket.

Meg kell továbbá állapítanunk, hogy *míg a zuzmara-*