WOOD 4 sustainability

processing

construction

product

design

2024

Wood 4 Sustainability

Processing, Construction, Products and Design

2024

Főszerkesztő: Dr. Csiha Csilla

Wood 4 Sustainability

Processing, Construction, Products and Design

2024

SOPRONI EGYETEM KIADÓ

SOPRON, 2024

Közreadó a Soproni Egyetem Faipari Mérnöki és Kreatívipari Kara

Felelős kiadó: Prof. Dr. Fábián Attila

a Soproni Egyetem rektora

Főszerkesztő

Dr. Csiha Csilla Mária

Szerkesztők

Prof. Dr. Kósa Balázs, Prof. Dr. Magoss Endre, Dr. habil. Németh László

Lektorok

Gerencsér Kinga Címzetes Egyetei Tanár, Szabadhegyi Viktor Címzetes Egyetemi Docens, Prof. Dr. Alpár Tibor, Prof. Emeritus Tolvaj László, Prof. Dr. Markó Balázs

Technikai szerkesztő

Mucsi Zsuzsanna

ISBN 978-963-334-541-2 (pdf)

DOI: https://doi.org/10.35511/978-963-334-541-2

Creative Commons license: BY-NC-SA 4.0 DEED

Nevezd meg! Ne add el! Így add tovább! 4.0 Nemzetközi
Attribution – Non commercial – Share Alike 4.0 International

Tartalom

A klímaváltozás hatása a faipari kutatásokra 11
Magoss Endre, Csiha Csilla

Faanyagok dinamikus szilárdságvizsgálata 19
Orbán Gábor, Kánnár Antal

A vastagság figyelembe vétele a mikrohullámú radarral történő sűrűség és nedvességtartalom becslés során 29
Jakócs Mihály, Bejó László

Szürke nyár (Populus × canescens) fűrészáru szilárdság-becslésének lehetőségei 39
Ács Ruben, Vécs Martin László, Hantos Zoltán

A klímaváltozás hatása a faanyag mennyiségére és minőségére 51
Sütő Anett Ibolya, Báder Mátyás, Németh Róbert

Natúr és hőkezelt platán fatestének faanyagvédelmi, tartóssági vizsgálatai I. rész: Egyes fafizikai tulajdonságok és változásaik 60
Buga-Kovács Luca, Horváth Norbert

Színtérreprodukció a csomagolóanyag-nyomtatásban – A flexográfiai és a digitális nyomtatás komparatív vizsgálata 67
Maňúrová Klaudia, Horváth Csaba, Preklet Edina

2-5 rétegből álló kisméretű rétegelt-ragasztott tölgy fűrészáru hajlítóvizsgálata 79
Báder Mátyás, Fehér Sándor, Horváth Dénes Ákos

Termo-hidromechanikusan módosított tölgy érettfa nyomóvizsgálati tulajdonságai különböző nedvességtartalmakon 88
Báder Mátyás, Németh Róbert, Gecseg Péter Pál

Finite element analysis of furniture structures made from underutilized wood species 95
Zsófia Benedek-Csányi, József Garab

Relationships of Fibers length and Ring Width with Precipitation and Temperature on Wood of *Robinia pseudoacacia* 104
Fath Alrhman Awad Ahmed Younis, Mátyás Báder, Miklós Bak, Róbert Németh

Comparison of barks of deciduous and coniferous trees 113
Hiba Khalifa, Róbert Németh

Ecological and Health Implications of Microplastics in Water: A Short Review 121
Omar Saber Zinad, Csilla Csiha, Dhafer Saber Zinad, Ali Fahem Al-Mamoori

Cultural Preservation Meets Modern Design: Investigating the Impact of Traditional Woodcarvings on Natural Ventilation in Johor, Malaysia 131
Noor Roziana Binti Abdul Rahim, Kovács Zsolt

Smart Network: The Role of Meta-Organizational Networks in the Sustainability-Digital Transition 150
Andrea Reményi

Investigating the stability of wooden lake piles: the influence of dynamic MOE and pile length on buckling behavior 161
Brougui Marwa, Krisztián Andor

Wood-based composites for 3D printing filaments to use in technical applications.... 175
Mihályi Domonkos, Garab József, Alpár Tibor

Clustering analysis of the nineteen most populous Hungarian cities using Urban Atlas Building Height Data from Copernicus Land Monitoring Service's 10m raster maps 191
Zsolt Tóth

Az európai LVL gyártás helyzetének áttekintése 200
Horváth Kund

Hazai faipari kisvállalkozások gyártási és szervezettségi szintjét felmérő hatékonyságnövelő tanácsadó rendszere 206
Suriné Lengyel Veronika, Magoss Endre

A hajdani MÁV Gyermekotthon (Kőszeg) huszártonyának szerkezeti megerősítése 217
Hantos Zoltán

Handler Jakab klasszicista lakóépülete a soproni Várkerületen..... 229
Tárkányi Sándor

Faszerkezetek Egyiptom korai piramisaiban 235
Szabó Péter

Szemelvények a Sopron, Várkerület 34. számú üzletház építés- és tulajdonlástörténetéből 244
Tárkányi Sándor

A Roth Gyula Erdészeti Szakközépiskola utcai homlokzatának 2019-2020 közötti helyreállítása..... 249
Tárkányi Sándor

A Voronoi-szerkezetek bútoripari felhasználása 254
Boros Eszter

A tömördi Chernel-kúria bejárati kapujának restaurálása..... 259
Tárkányi Sándor

Modularitás és érték 265
Bodorkós Dániel, Zalavári József, Horváth Péter György

A Zichy-Meskó palota porcelánkabinetjének kétszárnyú ajtói 275
Tárkányi Sándor

Faanyagok dinamikus szilárdságvizsgálata

19 / 19-28

Orbán Gábor[a], Kánnár Antal[a]

[a] Soproni Egyetem, Faipari Mérnöki és Kreatívipari Kar, Kreatívipari Intézet, 9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4. Email: orbangabor@phd.uni-sopron.hu; kannar.antal@uni-sopron.hu

DOI: https://doi.org/10.35511/978-963-334-541-2-02

ABSZTRAKT
Kutatásunk a faanyag dinamikus szilárdságának meghatározását tűzte ki célul. A kutatás eredményei új ismeretekkel szolgálhatnak dinamikus hatásoknak is kitett faszerkezetek méretezéséhez, mint például fahidak, fa kilátók és innovatív fa gépalkatrészek tervezése. A témában elérhető kisszámú szakirodalom alapján elmondható, hogy egy kevéssé kutatott feltárt kutatási területről van szó. A kutatás célja az egyes fafajok Wöhler görbéjének előállítása, mely az anyag kifáradási határát mutatja adott terhelési szint mellett. A vizsgálatokat ciklikus húzó igénybevétel alkalmazásával végeztük, maximum terhelésként a statikus húzószilárdság 50,60,70 és 80%-ának alkalmazása mellett. A vizsgálatok jelenleg is folynak, cikkünkben a pannónia nyár, az akác és a kőris fajok kifáradási görbéjét mutatjuk be. Az eredmények azt mutatják, hogy az akác magas (70%) terhelési szint mellett is jól ellenáll a ciklikus fárasztóvizsgálatnak. Több százezer ciklus után se mutatott tönkremeneteli jeleket.

Kulcsszavak: dinamikus fárasztóvizsgálat, Wöhler görbe, kifáradási határ, Ipar, innováció és infrastruktúra

1. Bevezetés

A fa az egyik legelterjedtebb építőanyag fajlagos szilárdsága, merevsége és könnyű megmunkálhatósága miatt. A kültéri szerkezeteknek, mint például fahidaknak, ellen kell állniuk a gépjárművek keltette dinamikus terhelésnek, a fa kilátóknak és más faszerkezetű épületeknek a szél okozta dinamikus terheléseknek. A földrengés sújtotta területeken lévő faszerkezetek tervezési szempontjából fontos a fa kifáradási tulajdonságainak ismerete különböző terhelési arányoknál. A felsorolt műszaki alkalmazási területek ellenére a tömörfa dinamikus szilárdsági tulajdonságainak ismerete és vizsgálata speciális körülmények között, mint a kifáradási viselkedés, nem elterjedt. Ennek többnyire az az oka, hogy a klasszikus dinamikus fárasztó módszerek rendkívül időigényesek.

Schönbauer és társai (2022) hegyi juhart vizsgáltak ciklikus hajlító- és nyomó igénybevétellel, 50Hz frekvencián és 20 kHz frekvencián ultrahangos berendezéssel. Kimutatták, hogy az 50 Hz-en, R =-1 mellett szervo-hidraulikus vizsgálóberendezéssel és a körülbelül 20 kHz-es ultrahangos kifáradást vizsgáló berendezéssel mért kifáradási adatok a kifáradási élettartam összehasonlítható tartományába esnek.

Bao, Z és társai (1996) különböző kompozit anyagokat vizsgáltak, mint pl forgácslap, MDF, OSB és rétegelt lemez. Az eredményeik alapján mindegyik anyag elérte az 1 millió ciklust meghaladó fáradási élettartamot az átlagos MOR 30%-ának megfelelő feszültségszint mellett.

Tsai, K.T. és Ansell, M.P. (1990) áttekintést adnak a fa fáradással kapcsolatos szakirodalmáról, és hangsúlyozzák a terhelésszabályozás mellett végzett kísérleti munkák szükségességét különböző nedvességtartalom mellett. Laminált keményfát, puhafát, Sitka lucfenyőt és préselt bükk laminált lapot, terheléskontroll alatt, négypontos hajlítással teszteltek. Megállapították, hogy a megnövekedett nedvességtartalom csökkenti a statikus szilárdságot és a kifáradási élettartamot.

Hirai és társai (2012) szegezett rétegelt lemez-fa illesztéseket teszteltek 2-7 Hz-es harmonikus rezgések mellett. Megállapították, hogy a szegezett rétegelt lemez-fa illesztések dinamikus terhelés hatására a szögek kis ciklikus hajlítási kifáradásában is eltörhetnek, a faanyag statikus terhelésre jellemző tönkremeneteli mód mellett ment tönkre. A szegezett rétegelt lemez-fa illesztések dinamikus reakciója függ a frekvenciától és a gyorsulástól.

Myslicki, S. és társai (2016) megalkottak egy mérési eljárást, melyben az amplitúdót 2,5MPa-lal növelték 10.000 ciklusonként. A mérést validálták a konstans amplitúdójú mérések eredményeivel. Továbbá összehasonlították különböző rostlefutású bükk mintatesteket. Azonos terhelési szint mellett minél jobban eltértek a 0°-os rostelrendeződéstől, annál kevesebb ciklus alatt ment tönkre a próbatest.

Hirai és társai (2013) egy unaxiális hidraulikus rázóasztalon tesztelték a szögezett rétegelt lemez-fa illesztéseket. Az eredmények azt mutatják, hogy a szegezett rétegelt lemez-fa illesztések sávkorlátozott fehérzaj hullám alatt összefüggenek a statikus terhelés-csúszás összefüggéseivel és ezek harmonikus hullámai alatti dinamikus reakcióival.

Kránitz és társai (2014) természetes úton öregedett lucfenyő és frissen vágott, szárított faanyag mechanikai paramétereit vizsgálták. A dinamikus rugalmassági- és nyírási modulusok meghatározására longitudinális hullámok ultrahang-sebességeit mérték. Méréseik az elöregedett fa dinamikus rugalmassági modulusának magasabb értékeit mutatták ki hossz- és sugárirányban, de tangenciális irányban és nyírási modulusokban nem találtak szignifikáns eltérést.

C. O. Clorius és társai (2000) a kifáradási tönkremenetelét vizsgálták a rostokkal párhuzamosan összenyomott lucfenyőben. A statikus szilárdság 80%-ának megfelelő feszültségszinten négyszöghullámformát alkalmaztak. Négy frekvencia tartomány volt 0,01 Hz és 10 Hz között. A merevséget, a maximális feszültséget, a kúszást és a munkát a fáradási tesztek során végig figyelemmel kísérték. A végeredmény egy modell, mely a terhelési időtartam hatásának és a terhelési sorozatok hatásának kölcsönhatását magyarázza.

Watanabe és társai (2014) a japán cédrus és a selangan batu hajlítási kifáradási viselkedését vizsgálták. Terhelésként 0,5 és 5 Hz terhelési frekvenciájú, nem reverzibilis háromszög hullámformát használtak. Az alkalmazott terhelés a statikus szilárdság 110-70%-a volt. A japán cédrus kifáradási élettartama hosszabb volt 5 Hz-en, különösen alacsony feszültségszinten.

A selangan batu esetében azonban a terhelési gyakoriság nem befolyásolta a fáradási élettartamot.

Karr, U és társai (2022) egy újonnan kifejlesztett ultrahangos rezonancia vizsgálattal nyírfát vizsgáltak, 20kHz-es frekvencián 10^9 ciklusig. Összehasonlításképpen szervo-hidraulikus tesztet is végeztek 50Hz-es frekvencián, 5O10^6 ciklusig. A mindkét frekvencián meghatározott feszültség-amplitúdók függvényében ábrázolt ciklusok száma a meghibásodásig összehasonlítható meredekséget és szórást mutat az átfedő élettartamok rendszerében.

Gašparík, M., és Gaff, M. (2015b) a ciklikus feszültség hatását vizsgálták tömör bükkfa és rétegelt fa lehajlás csillapítási sebességére. A tömör fára vonatkozó eredmények azt mutatják, hogy minél vastagabb az anyag, annál nagyobb a csillapítás. A ciklusok számának lehajlás csillapítási arányára gyakorolt hatása statisztikailag jelentéktelen. Hasonló eredményeket kaptak a laminált fából készült minták esetében is. Nem volt szignifikáns eltérés a tömörfa próbatestek és a laminált fa próbatestek viselkedése között.

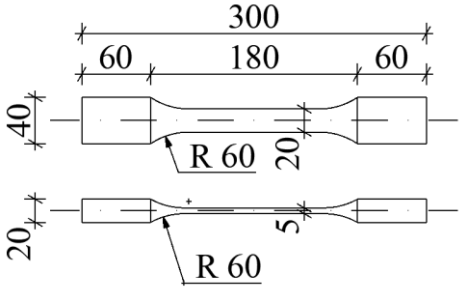
Bonfield, P. és Ansell, M. (1991) a fa laminátumok kifáradási tulajdonságait húzás, nyomás és nyírás terén vizsgálták. A kifáradási élettartamok nyomásnál lényegesen kisebbek, mint húzásnál. Megállapították az inflexiós pont létezését az állandó élettartam vonalakban az összes nyomó és részlegesen húzó fáradási terhelés közötti átmenetnél.

A modifikált fa egyik aspektusa, amely jelenleg még nem teljesen ismert, a dinamikus szilárdság és az, hogy a modifikálás hogyan befolyásolja azt. Peˇcnik és társai (2020) kis molekulatömegű fenol-formaldehid (PF) gyantát hordtak fel erdeifenyő (Pinus sylvestris L.) és európai bükk (Fagus sylvatica L.) fára. Ennek a modifikálásnak a hatását hárompontos hajlítási teszttel értékelték ciklikus terhelésen. A referenciamintákhoz képest a modifikált fa nagyobb statikus teljesítményt mutatott, de a ciklikus kifáradási szilárdság csökkenést mutatott (9% fenyő és 14% bükk esetében). A referencia fa ciklikus kifáradási szilárdsága mindkét faj esetében a statikus szakítási modulus 67%-a. A PF gyanta módosításával a kifáradási szilárdság a fenyőnél 58%-ra, a bükknél 53%-ra csökkent.

A korábbi kutatások eredményeit és megfigyeléseit összegezve megállapíthatjuk, hogy a faanyag dinamikus szilárdsága a mai napig kutatott téma. A mérési eljárások szerteágazóak, mivel még nincs szabvány, ami alapján lehetne a méréseket végezni.

2. Anyagok és módszerek

A dinamikus szilárdság-vizsgálathoz Pannónia nyárfát (Populus x euramericana Pannonia), akácot (Robinia pseudoacacia) és magas kőrist (Fraxinus excelsior) használtunk. Rosttal párhuzamos húzószilárdság vizsgálathoz a 20 x 40 x 300mm-es mintákon a keresztmetszet mindkét irányból, 18cm-es hosszon gyengített a DIN EN ISO 527-2:2012 szabvány szerint (1. kép).



1. kép. Húzó próbatest a DIN EN ISO 527-2:2012 szerint (méretek mm-ben)

A minta kétirányú kigyengítése biztosítja, hogy a befogásoknál fellépő összetett igénybevételt egy jelentősen nagyobb keresztmetszet vegye fel. Ezzel biztosítjuk, hogy a tönkremenetel a fárasztó vizsgálat során a próbatest tiszta húzásnak kitett szakaszán következzen be.

A próbatestek az egyensúlyi nedvességtartalom eléréséig az ISO 554:1976 szerinti 20/65 normál klímán, azaz (20±2) °C hőmérsékletű és (65±5)% relatív páratartalmú környezetben voltak, így a nedvességtartalom 10–13% között állt be. A dinamikus terhelést 5 különböző teherszinten végeztük, a statikus húzószilárdság 50-90%-án, 2,5kN amplitúdóval. A ±2,5 kN és ±1,5 kN-os feszültség amplitúdó nagysága az elő-kísérletek során alakult ki Emellett nem tudtunk 20Hz-nél nagyobb frekvenciát alkalmazni, mert nem alakul ki a szabályos gerjesztett szinusz hullám. Ez a mérések időtartamának jelentős megnövekedésével jár.

A nyárfa esetében 8Hz frekvenciát alkalmaztunk a minta megfelelő amplitúdójú terhelése érdekében. Az akác és kőrisfát 20 Hz frekvencián vizsgáltuk. 8 akác próbatest, 8 nyár és 5 kőris próbatestet vizsgáltunk. A statikus húzószilárdsághoz külön mértünk 2-2 db próbatestet időben lineárisan növekvő statikus terheléssel.

Nyárfa átlag húzószilárdsága f_{mean}=87,19 MPa (1.táblázat), nagyobb volt, mint az irodalmi érték $f_{t,0,k}$=67 MPa, akácnál f_{mean}=180,01 MPa (1.táblázat), nagyobb volt, mint az irodalmi érték $f_{t,0,k}$=166,8 MPa kőrisnél f_{mean}=193,05 MPa (1.táblázat), úgyszintén nagyobb volt a számított húzószilárdság az irodalmi értéknél $f_{t,0,k}$=165 MPa (Molnár S. 2004). A teszt 2 millió ciklusig vagy tönkremenetelig ment INSTRON 8802 szervo-hidraulikus gépen (2. kép).

2. kép. Szervo-hidraulikus vizsgáló berendezés INSTRON 8802

3. Eredmények és elemzés

A vizsgálatok eredményeit, az átlagos kifáradási ciklusszámot az alkalmazott húzófeszültség-szint függvényében az alábbi táblázatok és grafikonok mutatják (1-3 táblázatok, és 1., 3., 5. ábrák).

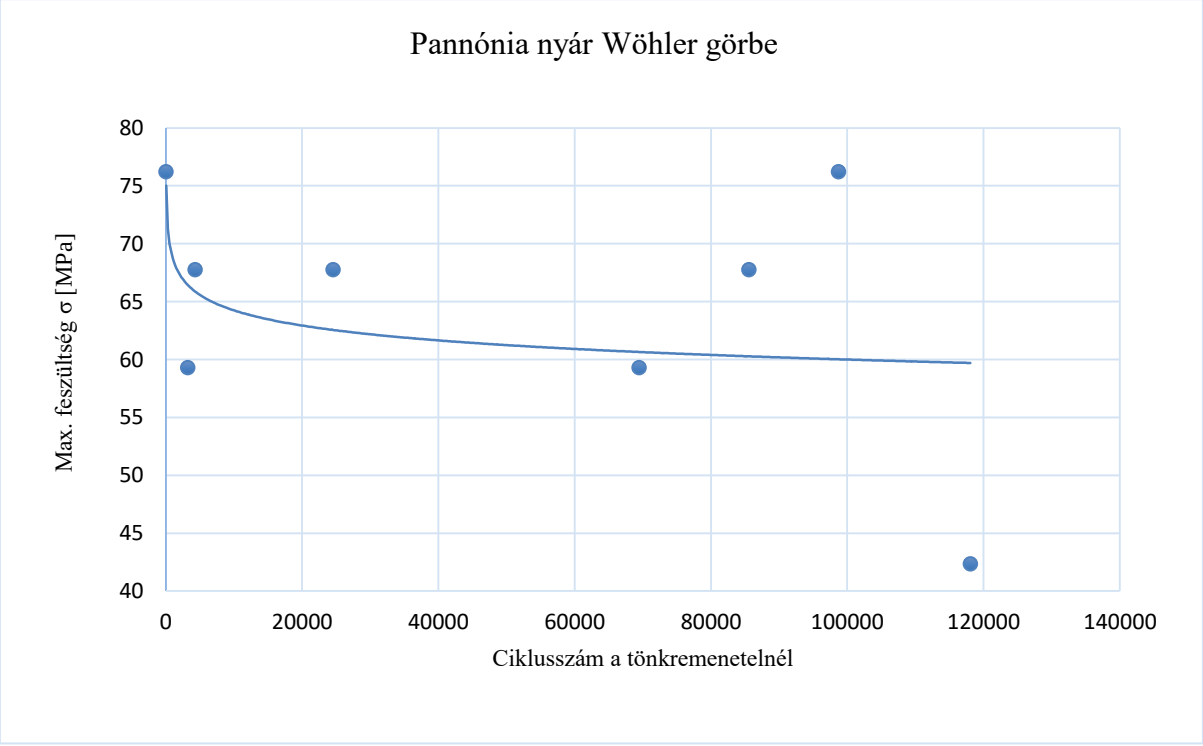
Kutatásunk jelen szakasza előzetes vizsgálatnak tekinthető, viszonylag kis mintaszám mellet határoztuk meg a kifáradási görbe pontjainak nagyságrendi értékeit.

Az eredmények azt mutatják nyár esetében, hogy amikor a terhelés közel volt a statikus törőerőhöz (90%), a tönkremenetel mintegy 50 000 ciklusig következett be (1. táblázat, 1. ábra). 80-70%-os terhelési szinten az átlagos meghibásodás közel azonos ciklusszámoknál, 38 000 ciklusnál következett be. Ezen mérések alapján azt mondhatjuk, hogy 70-90% között azonos nagyságrendű fáradási ciklus után következett be a törés. A látszólagos ellentmondást, miszerint nagyobb

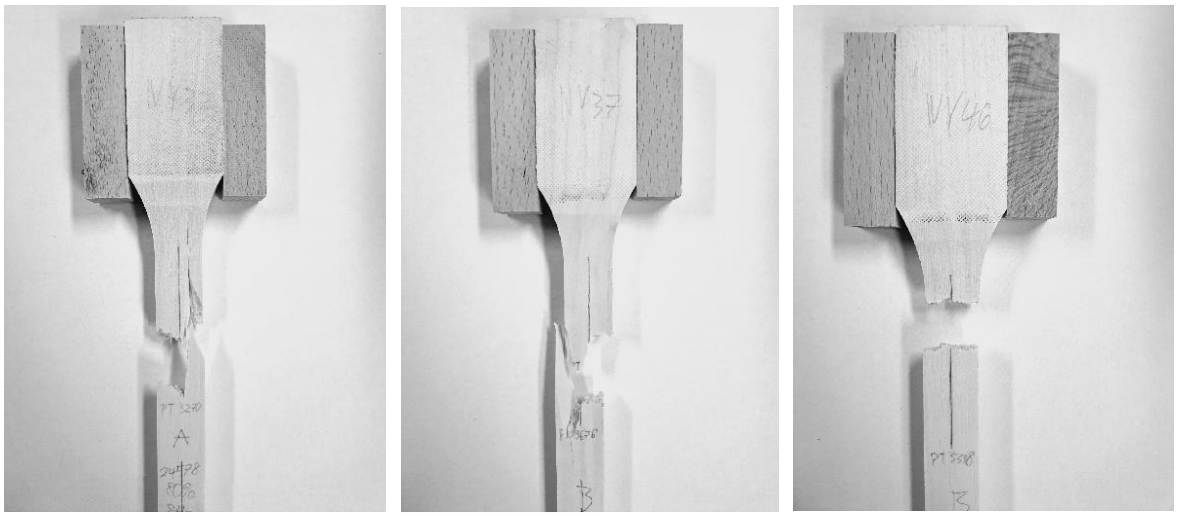
ciklusszámot mértünk nagyobb terhelés ellenére a kis mintaszám okozza. 50%-os feszültségszintnél körülbelül 118 000 ciklusra volt szükség a meghibásodás eléréséhez, így ebben az esetben már markánsan jelentkezett a kisebb terhelési szint, magasabb fáradási határa. A fa inhomogenitásából következően az egyes próbatestek viselkedése nagy eltérést mutat azonos terhelési szint mellet, így a továbbiakban nagyobb mintaszám vizsgálata szükséges a görbe egyes pontjainak pontosabb meghatározásához.

1. Táblázat. A vizsgálat eredményei (nyár statikus húzószilárdságának 50-90%-a)

Feszültség szint [%]		statikus teszt	90%	80%	70%	50%
σ [MPa]		84,69	76,22	67,75	59,28	42,35
F [N]		10073,50	9065,73	8058,42	7051,12	5036,51
Ciklusszám	Átlag		49395,00	38157	36349	118091
	Min.		54,00	4312	3224	118091
	Max.		98736	85581	69474	118091
	Szórás		69778,71	42301,94	46845,82	



1. ábra. Nyár Wöhler görbéje (90-50%) a vizsgálat eredményei alapján

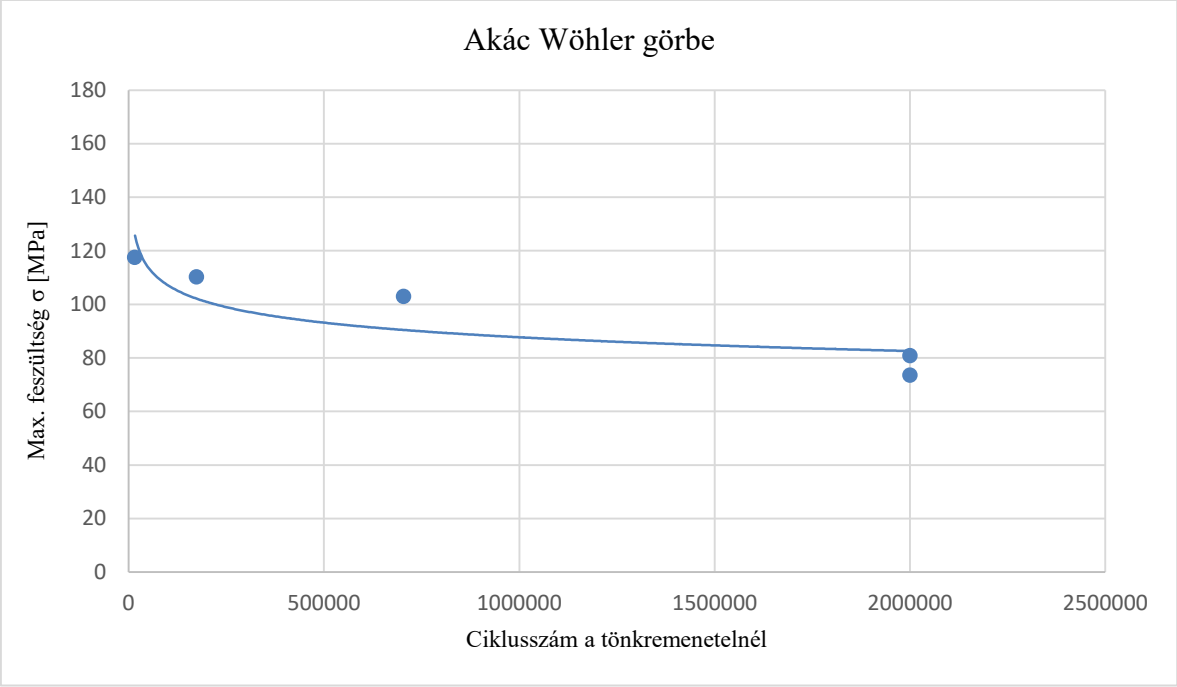


2. ábra. Nyár törésképe

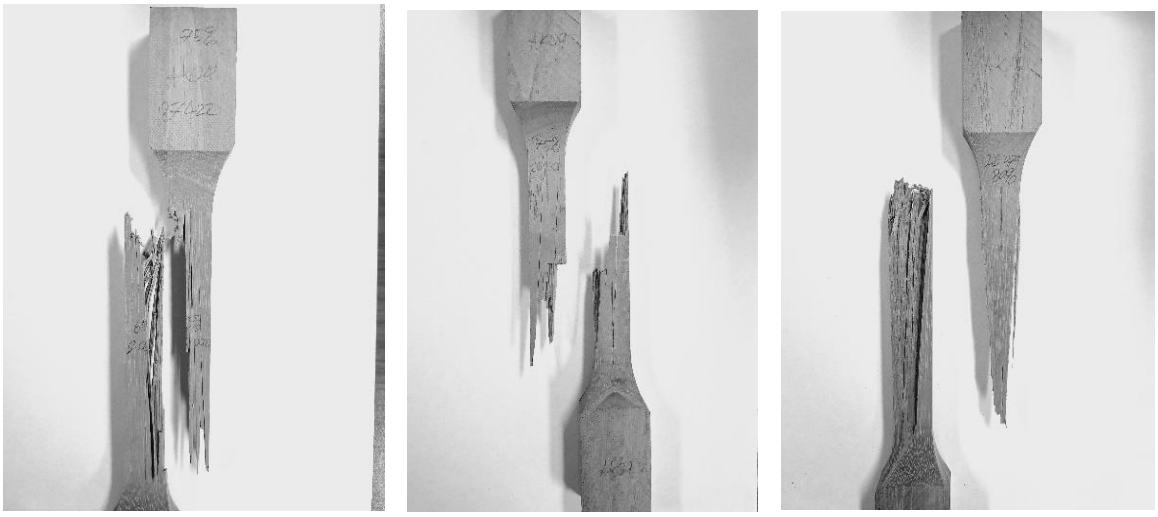
Az eredmények azt mutatják, hogy az akác 80-50%-os igénybevétele szignifikánsan eltérő ciklusszámot produkált. (2. táblázat, 3. ábra.) 80%-os feszültségszinten legalább 16 000 ciklusra volt szükség a tönkremenetel eléréséhez. 75%-nál több mint 170 000 ciklusra volt szükség, ami tízszer nagyobb, mint ami szükséges 80%-os stresszszinten. A statikus szilárdság 70%-os feszültségszintjénél a meghibásodás több mint 700 000 ciklus után következett be. 55 és 50%-os feszültségszinten a minták 2 millió ciklust elérve sem mentek tönkre. Ez jelzi a vizsgált akác faanyag kifáradási határát. Ez azt jelenti, hogy a fa várhatóan nem megy tönkre 55 %-os vagy annál alacsonyabb feszültségnél 20 Hz-es frekvencián. A faanyagot életciklusa folyamán a szél terheli ciklikusan. A mérések tanúsága szerint amennyiben a szélteher az okozott hajlítás során a fa húzott övében nem haladja meg az 55 %-os teherszintet, akkor a fa húzott öve nem megy tönkre. Természetesen ezen állítást ciklikus hajlítóvizsgálatok elvégzése után lehet megerősíteni vagy megcáfolni, ami a következő időszak egyik kutatási feladata lesz.

2. Táblázat. A vizsgálat eredményei (akác statikus húzószilárdságának 50-80%-a)

Feszültségszint [%]		statikus teszt	80%	75%	70%	55%	50%
σ [MPa]		146,93	117,55	110,20	102,85	80,81	73,47
F [N]		18000,5	14400,4	13500,38	12600,35	9900,28	9000,25
Ciklus-szám	Átlag		16150,50	174394,50	703900,00	2000000	2000000
	Min.		5822,00	87422,00	75476,00	2000000	2000000
	Max.		26479,00	261367,00	1332324,00	2000000	2000000
	Szórás		14606,70	122997,69	888725,74		



3. ábra. Akác Wöhler görbéje (80-50%) a vizsgálat eredményei alapján

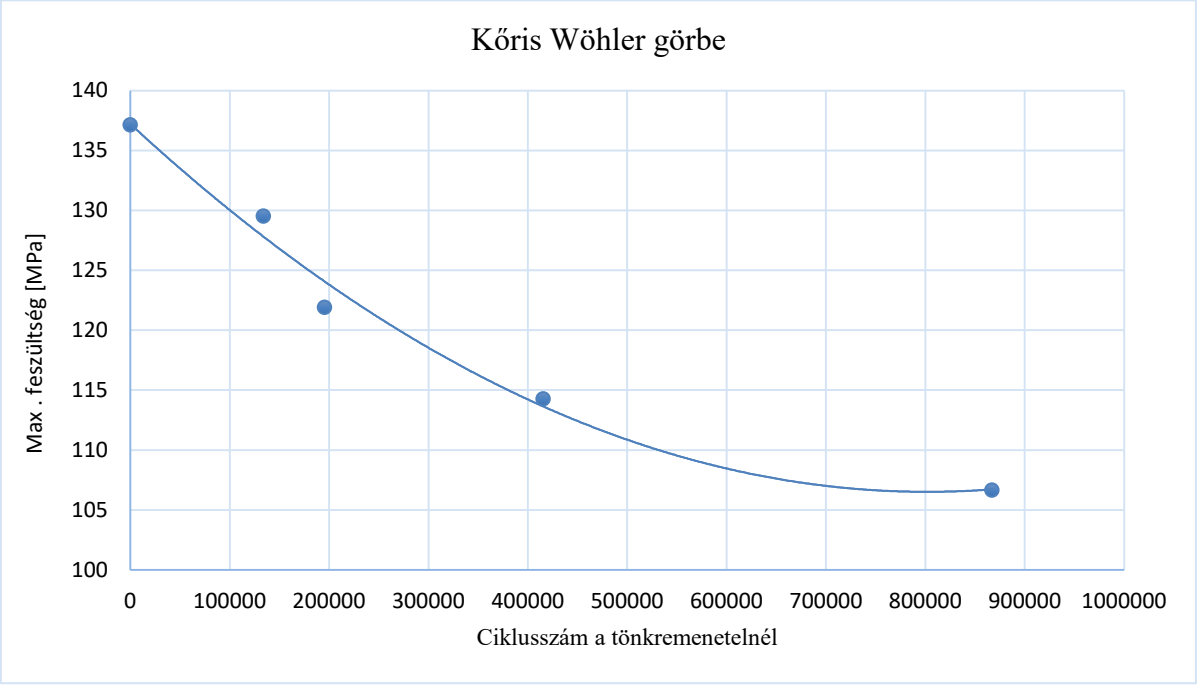


4. ábra. Akác törésképe

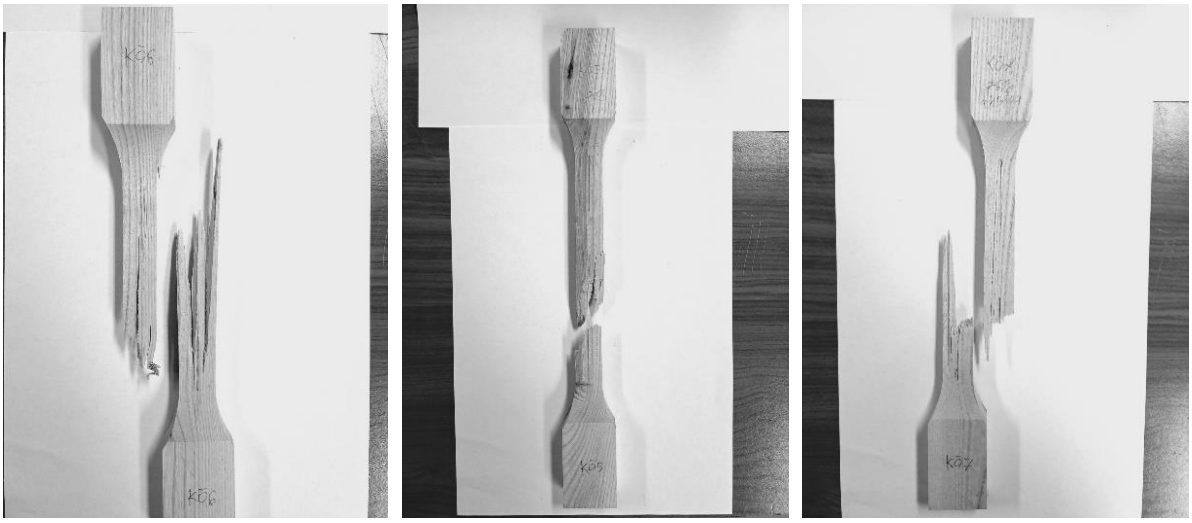
A kőris Wöhler görbéje nagy korrekcióval illeszthető a mérési pontokra a vizsgált terhelési tartományban. (3. táblázat, 5. ábra.). Kőris esetén a görbe pontjait csupán egy értékelhető mérés alapján tudtuk felvenni, így az szintén csak előzetes eredménynek tekinthető. Akáccal, mint keményfával összevetve kőris adott terhelési szint mellett, mint egy 10 %-al magasabb ciklusszám mellett ment tönkre, így kifáradási határa feltehetően magasabbnak fog mutatkozni a további vizsgálatok során.

3. Táblázat. A vizsgálat eredményei (kőris statikus húzószilárdságának 70-90%-a)

Stress level [%]	static testing	90%	85%	80%	75%	70%
σ [MPa]	152,35	137,11	129,50	121,88	114,26	106,64
F [N]	19305,00	17374,50	16409,25	15444,00	14478,75	13513,50
Number of cycles		45	134217	195749	415504	867365



5. ábra. Kőris Wöhler görbéje (90-70%) a vizsgálat eredményei alapján



6. ábra. Kőris törésképe

A törésképeket vizsgálva megállapíthatjuk, hogy nyár esetén a tompa rideg jellegű törés volt jellemző egy vagy kombináltan több keresztmetszet mentén. Akác esetén a kombinált húzási- nyírási rideg tönkremenetel volt tapasztalható, azaz a teljes terhelt gyengített térfogat ment tönkre. Kőris esetén a rideg húzási-nyírási törés és a tompa törés is előfordult.
A tönkremeneteli mód és kifáradási határ közötti összefüggések feltárása további vizsgálatokat igényel, jelen vizsgálatok alapján nem vonható le érdemi következtetés.

4. Összefoglalás

A faanyag kifáradási határának vizsgálata lényeges kutatási terület lehet fahidak, fa kilátók dinamikai vizsgálatában és tervezési folyamatában. Jelen kutatás ezen jellemzők meghatározásának megalapozását célozza. Vizsgálataink során megállapítottuk, hogy a fehér akác kifáradási határa mintegy 55% húzószilárdsági értéknek felel meg, hiszen ezen terhelési szinten már több mint 2 millió ciklust is elvisel a vizsgált anyag 20Hz frekvencia alkalmazása mellett. Kőrisfa vizsgálata mintegy 20%-al magasabb kifáradási ciklusszámot mutatott vizsgált tartományban akáchoz képest. Nyár esetén 50%-os terhelési szint mellett is kevesebb, mint 1 millió ciklus alatt következett be a tönkremenetel, így a nyár kifáradási határának megállapításához kisebb feszültségszint mellett végzett további vizsgálatok szükségesek. Megállapíthatjuk, hogy további széleskörű további vizsgálatok szükségesek a megfelelő megbízhatóságú dinamikus jellemzők meghatározásához, melyek a húzó vizsgálatok mellett más, nyomó, hajlító vizsgálatok esetén és más fafajokra is kiterjednek a dinamikus vizsgálatok kapcsán.

Szerzői nyilatkozatok

Orbán Gábor – a kutatás vezetője, szerző.
Kánnár Antal – a kutatás koordinátora, szerző.

Referenciák

Bao, Z., Eckelman, C., Gibson, H., 1996. Fatigue strength and allowable design stresses for some wood composites used in furniture. *Holz als Roh- und Werkstoff*. 54. 377-382. https://doi.org/10.1007/s001070050204

Bonfield, P. and Ansell, M., 1991. Fatigue properties of wood in tension, compression and shear. *Journal of Materials Science*. 26. 4765-4773. https://doi.org/10.1007/BF00612416

Clorius, C., Pedersen, M., Hoffmeyer, P. et al., 2000. Compressive fatigue in wood. *Wood Science and Technology* **34**, 21–37. https://doi.org/10.1007/s002260050005

Gašparík, M., and Gaff, M., 2015b. The influence of cyclic stress on the attenuation rate of deflection of solid wood and laminated wood, *Wood Research* 60(3), 351-358.

Hirai, T., Uematsu, T., Sasaki, Y. et al., 2013. Dynamic responses of nailed plywood-timber joints under a band-limited white-noise wave. *J Wood Sci,* 59, 477–483. https://doi.org/10.1007/s10086-013-1360-4

Hirai, T., Uematsu, T., Sasaki, Y. et al., 2012. Dynamic responsive characteristics of nailed plywood–timber joints under harmonic vibrations. *J Wood Sci,* 58, 408–416. https://doi.org/10.1007/s10086-012-1275-5

Karr, U., Fitzka, M., Schönbauer, B., Krenke, T., Müller, U. & Mayer, H., 2022. Fatigue testing of wood up to one billion load cycles. *Holzforschung*, 76 (11-12), 977-984. https://doi.org/10.1515/hf-2022-0111

Kránitz, K., Deublein, M. & Niemz, P. Determination of dynamic elastic moduli and shear moduli of aged wood by means of ultrasonic devices. *Mater Struct,* 47, 925–936 (2014). https://doi.org/10.1617/s11527-013-0103-8

Molnár S., 2004. *Faanyagismeret*. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, pp. 289-292.

Myslicki, S., Vallée, T. & Walther, F., 2016. Short-time procedure for fatigue assessment of beech wood and adhesively bonded beech wood joints. *Mater Struct*, 49, 2161–2170. https://doi.org/10.1617/s11527-015-0640-4

Peˇcnik, J.G.; Kutnar, A.; Militz, H.; Schwarzkopf, M.; Schwager, H., 2020, Fatigue behavior of beech and pine wood modified with low molecular weight phenol-formaldehyde resin. *Holzforschung* https://doi.org/10.1515/hf-2020-0015

Schönbauer, B. M., Killinger, M., Karr, U., Fitzka, M.et al, 2022. Fatigue Properties of Wood at Different Load Ratios Tested at 50 Hz and 20 kHz. *Materialwissenschaft und Werkstofftechnik* 53, no.3, 344–354. https://doi.org/10.1002/mawe.202100280

Tsai, K.T., Ansell, M.P. The fatigue properties of wood in flexure. J Mater Sci 25, 865–878 (1990). https://doi.org/10.1007/BF03372174

Watanabe A. and Sasaki Y. and Yamasaki M., 2014. Bending fatigue of wood: Strain energy-Based failure criterion and fatigue life prediction. *Wood and Fiber Science*, 46. 216-227.

Dynamic strength testing of wood materials

Abstract

This study aims to examine the dynamic strength characteristics of wood as an elastic material. This will provide data for designing wooden structures exposed to dynamic loads, like wooden bridges, lookout towers and possibly innovative machine parts. Based on the available literature, this appears to be an extensive, little researched topic of investigation. The goals of the research is to create Wöhler curves for woods, which shows the fatigue limits of wood as a function of the applied stresses. This involves performing cyclic tensile tests with maximum loading levels of 50, 60, 70 and 80 % of the static tensile strength. Tests are currently underway. Completed tests yielded a fatigue curve for poplar, black locust and ash. Results show that black locust material resists fatigue testing well, even at high stress levels. It can withstand hundreds of thousands of cycles at stress levels as high as 70 % of the static tensile strength.

Keywords: dynamic fatigue test, Wöhler curve, fatigue limit, Industry, innovation and infrastructure