

WOOD

A

sustainability

*p*_{rocessing}

*C*_{onstruction}

*p*_{roduct}

*d*_{esign}

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 Egyetemi 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
<i>Magoss Endre, Csiha Csilla</i>	
Faanyagok dinamikus szilárdságvizsgálata	19
<i>Orbán Gábor, Kánnár Antal</i>	
A vastagság figyelembe vétele a mikrohullámú radarral történő sűrűség és nedvességtartalom becslés során	29
<i>Jakócs Mihály, Bejő László</i>	
Szürke nyár (<i>Populus × canescens</i>) fűrészáru szilárdság-becslésének lehetőségei	39
<i>Ács Ruben, Vécs Martin László, Hantos Zoltán</i>	
A klímaváltozás hatása a faanyag mennyiségére és minőségére	51
<i>Sütő Anett Ibolya, Báder Mátyás, Németh Róbert</i>	
Natúr és hőkezelt platán fatestének faanyagvédelmi, tartóssági vizsgálatai I. rész: Egyes fafizikai tulajdonságok és változásaik.....	60
<i>Buga-Kovács Luca, Horváth Norbert</i>	
Színreprodukció a csomagolóanyag-nyomtatásban – A flexográfiai és a digitális nyomtatás komparatív vizsgálata	67
<i>Maňúrová Klaudia, Horváth Csaba, Preklet Edina</i>	
2-5 rétegből álló kisméretű rétegelt-ragasztott tölgy fűrészáru hajlítóvizsgálata	79
<i>Báder Mátyás, Fehér Sándor, Horváth Dénes Ákos</i>	
Termo-hidromechanikusan módosított tölgy érettfá nyomóvizsgálatai tulajdonságai különböző nedvességtartalmakon	88
<i>Báder Mátyás, Németh Róbert, Gecseg Péter Pál</i>	
Finite element analysis of furniture structures made from underutilized wood species.....	95
<i>Zsófia Benedek-Csányi, József Garab</i>	

Relationships of Fibers length and Ring Width with Precipitation and Temperature on Wood of <i>Robinia pseudoacacia</i>	104
<i>Fath Alrhman Awad Ahmed Younis, Mátyás Báder, Miklós Bak, Róbert Németh</i>	
Comparison of barks of deciduous and coniferous trees	113
<i>Hiba Khalifa, Róbert Németh</i>	
Ecological and Health Implications of Microplastics in Water: A Short Review	121
<i>Omar Saber Zinad, Csilla Csiha, Dhafer Saber Zinad, Ali Fahem Al-Mamoori</i>	
Cultural Preservation Meets Modern Design: Investigating the Impact of Traditional Woodcarvings on Natural Ventilation in Johor, Malaysia	131
<i>Noor Roziana Binti Abdul Rahim, Kovács Zsolt</i>	
Smart Network: The Role of Meta-Organizational Networks in the Sustainability-Digital Transition	150
<i>Andrea Reményi</i>	
Investigating the stability of wooden lake piles: the influence of dynamic MOE and pile length on buckling behavior	161
<i>Brougui Marwa, Krisztián Andor</i>	
Wood-based composites for 3D printing filaments to use in technical applications....	175
<i>Mihályi Domonkos, Garab József, Alpár Tibor</i>	
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
<i>Zsolt Tóth</i>	
Az európai LVL gyártás helyzetének áttekintése	200
<i>Horváth Kund</i>	

Hazai faipari kisvállalkozások gyártási és szervezettségi szintjét felmérő hatékonyságnövelő tanácsadó rendszere	206
<i>Suriné Lengyel Veronika, Magoss Endre</i>	
A hajdani MÁV Gyermekotthon (Kőszeg) huszártonyának szerkezeti megerősítése	217
<i>Hantos Zoltán</i>	
Handler Jakab klasszicista lakóépülete a soproni Várkerületen.....	229
<i>Tárkányi Sándor</i>	
Faszerkezetek Egyiptom korai piramisaiban	235
<i>Szabó Péter</i>	
Szemelvények a Sopron, Várkerület 34. számú üzletház építés- és tulajdonlástörténetéből	244
<i>Tárkányi Sándor</i>	
A Roth Gyula Erdészeti Szakközépiskola utcai homlokzatának 2019-2020 közötti helyreállítása.....	249
<i>Tárkányi Sándor</i>	
A Voronoi-szerkezetek bútorigipari felhasználása	254
<i>Boros Eszter</i>	
A tömördi Chernel-kúria bejárati kapujának restaurálása	259
<i>Tárkányi Sándor</i>	
Modularitás és érték	265
<i>Bodorkós Dániel, Zalavári József, Horváth Péter György</i>	
A Zichy-Meskó palota porcelánkabinetjének kétszárnyú ajtói	275
<i>Tárkányi Sándor</i>	

A klímaváltozás hatása a faanyag mennyiségére és minőségére

51 / 51-59

Sütő Anett Ibolya^a, Báder Mátyás^a, Németh Róbert^a

^aSoproni Egyetem Faipari Mérnöki és Kreatívipari Kar, Alaptudományi Intézet, 9400 Sopron, Bajcsy-Zsilinszky u. 4. Email: bader.matyas@uni-sopron.hu

DOI: <https://doi.org/10.35511/978-963-334-541-2-05>

ABSZTRAKT

Napjainkban a klímaváltozás egyre hangsúlyosabban megjelenik az élet minden területén, ezért tanulmányunk célja ennek hatásait vizsgálni a fatest növekedésével kapcsolatban. Az ország több területéről származó akác, csertölgy és gyertyán korongokon kiválasztásra kerültek a szokásostól eltérő évgyűrűk, melyek szín- és keménység alapján lettek vizsgálatba vonva és összehasonlítva a szomszédos évgyűrűkkel. Több naptári év volt, melyeknél egyszerre 3-5 mintán jelentkeztek anomáliák. Színméréssel nehéz volt egyértelmű következtetést levonni, azonban a keménységvizsgálat esetenként 25% feletti eltérést mutatott a szomszédos évgyűrűk között. A meteorológiai adatokat szintén bevontuk a vizsgálatba, melyek közül leginkább a nyári csapadékmennyiség volt összefüggésben az évgyűrű-tulajdonságokkal.

Kulcsszavak: Brinell-Mörath keménység, CIELab, időjárás, csapadék, hőmérséklet, anatómia, évgyűrű, Ipar, innováció és infrastruktúra

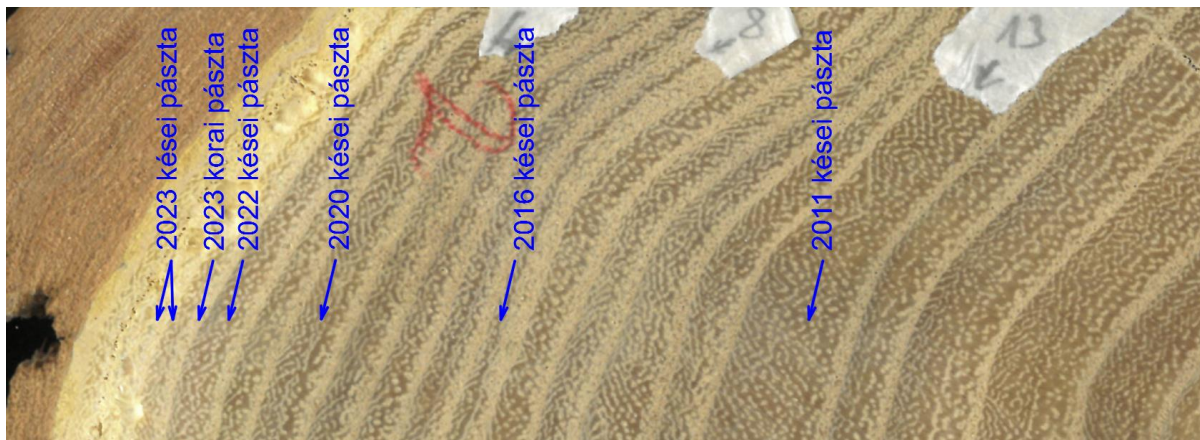
1. Bevezetés

A faanyag mennyiségének és minőségének változása nemcsak az erdők ökológiai egyensúlyát, hanem a gazdasági hasznosítás lehetőségeit is befolyásolja. Az éghajlati tényezők, mint a hőmérséklet, a csapadék és a szélsőséges időjárási események, közvetlenül befolyásolják a fák növekedését, egészségét és a keletkező faanyag minőségét. Ezen tényezők megváltozása a klímaváltozás következményeként valószínűleg súlyos ökológiai és gazdasági következményekkel fog járni. Szükséges a fenntartható faanyagellátás biztosítása a megváltozó fafaj összetétel és faanyagminőség esetén is. A

vizsgálatok célja a klímaváltozás egyes hatásainak elemzése a magyarországi faanyag mennyiségére és minőségére vonatkozóan.

2. Elméleti kutatás vagy hipotézis

Szemrevételezéssel megvizsgáltuk a minták szövetét, melyek mindegyikéből néhány évgyűrű kiválasztásra került az utóbbi két évtizedből. Ezek eltérőek voltak a környező évgyűrűktől: szemrevételezés alapján sokkal szélesebbek, keskenyebbek, vagy sötétebbek (1. ábra).



1. ábra. Akác#2 jelölésű minta szkennelt képe

Feltételezésünk szerint ezek összefüggésben állhatnak extrém időjárási körülményekkel és ezen évgűrűkben más tulajdonságokkal rendelkezhet a faanyag. A fizikai-mechanikai tulajdonságokkal összefüggésben egy egyszerűen mérhető és más tulajdonságokkal jellemzően jól korreláló tényező a keménység. A kiválasztott évgűrűk akár több, vagy épp kevesebb extraktanyagot is tartalmazhatnak, melyre a színükből tudunk következtetni (Meinst et al., 2017; Németh, 2022).

3. Anyag és módszer

3.1. A vizsgálat anyaga

Magyarország különböző részeiről származó fák szolgáltatták a mintatesteket, melyeket a Soproni Egyetem munkatársai, valamint az adott erdészetek munkatársai gyűjtöttek be, szállítottak Sopronba és dolgoztak fel. A mellmagassági részből kivágott korongokat használtunk, melyekből a bélen átmenő, 2 cm széles radiális irányú részek lettek kivágvva. A vizsgált bütüfelületek körfűrészsel vágottak voltak. A kiválasztott mintatestek származási helyei: Nyírség, Kiskunság, Sop-

roni-hegység, Bácskai löszös síkság, Fertőtáj, Őrség, Mecsek. A vizsgált fafajok: Akác (*Robinia pseudoacacia*), Csertölgy (*Quercus cerris*) és Gyertyán (*Carpinus betulus*). A mintagyártás minden fafaj esetén azonos módon történt, így biztosítva a hasonló felületi minőséget és ezzel a minél jobb összehasonlíthatóságot a mérési eredményeknek.

3.2. Összehasonlítás időjárási adatokkal

A minták pontos származási helye ismert volt, amely alapján a Hungaromet Nonprofit Zrt. adatbázisában kereshető volt a legközelebb eső, időjárási adatokat rögzítő automata állomás. A Hungaromet honlapján nyilvánosan elérhető Meteorológiai Adattárból kerestük meg a megfelelő állomások adatait (Climate, Automata állomások, Havi adatok, Historical). Ezek az adatok 10 perces mérési eredmények alapján előállított havi átlagok, összegek és szélsőértékek. A sok rendelkezésre álló adat közül a havi átlaghőmérséklet és a havi csapadékösszeg adatait dolgoztuk fel. A grafikonokon kiemelésre kerültek a mintatesteken kijelölt eltérő évgűrűkhöz tartozó naptári évek.

3.3. Színbeli eltérések vizsgálata

A színeltéréseket egy Konica Minolta CM-2600D (Konica Minolta, Tokió, Japán) spektrofotométerrel vizsgáltuk, mely a szemmel nem látható színeltérést is kimutatja. A mérőeszköz a kisebbik, 3 mm átmérőjű nyílással volt felszerelve. A mintafelület megtisztítása, majd a mérőműszer pozicionálása után, megtörtént a mérés. Minden méréshez három érték tartozik: az „LO” a világosságot, az „aO” a zöld-vörös tartományt és a „bO” érték a kék-sárga tartományt jellemzi (Meinst et al. 2017). Három mérés történt minden kiválasztott, a többitől látszólag eltérő évgyűrűn, és ugyanennyi mindkét szomszédos évgyűrűn. A mérés során a kései pásztát pozicionáltuk középre, mert a különbségeket is ezen lehetett jobban látni, illetve a mérőműszer érzékelési tartományát szélesebb évgyűrű-részként jobban lefedte.

3.4. Brinell-Mörath keménységvizsgálat

A Brinell-Mörath keménység mérését Instron 5985 (Instron Corporation, Egyesült

Államok, Norwood, Massachusetts) univerzális anyagvizsgáló berendezéssel végeztük (2. ábra). A mérőeszközt a szabványos Brinell-Mörath keménység mérésre programoztuk, mely szerint 15 s alatt egyenletesen növelve a terhet 490,33 N terhelést érünk el, ezt a terhelést 30 s-ig tartja a gép, majd 15 s alatt tehermentesíti a próbatestet (MSZ6786/11 1982).

4. Eredmények és elemzés

4.1. Összehasonlítás időjárási adatokkal

Eltérő évgyűrűnek a többihez képest feltűnően széles, feltűnően keskeny, vagy sötétebb színű évgyűrűket választottuk ki. Az évgyűrűket ekkor még nem számoltuk meg, így a keletkezés éve nem volt egyértelmű. Az így kijelölt években, mint később kiderült, több egyezés van, másik mintákon ugyanazon évi növekményt szintén eltérőnek találtuk (4. ábra). Ebből arra lehet következtetni, hogy az időjárási adatokkal összefüggésben vannak az évgyűrű szélességek anomáliái.



2. ábra. Brinell-Mörath keménységvizsgálat

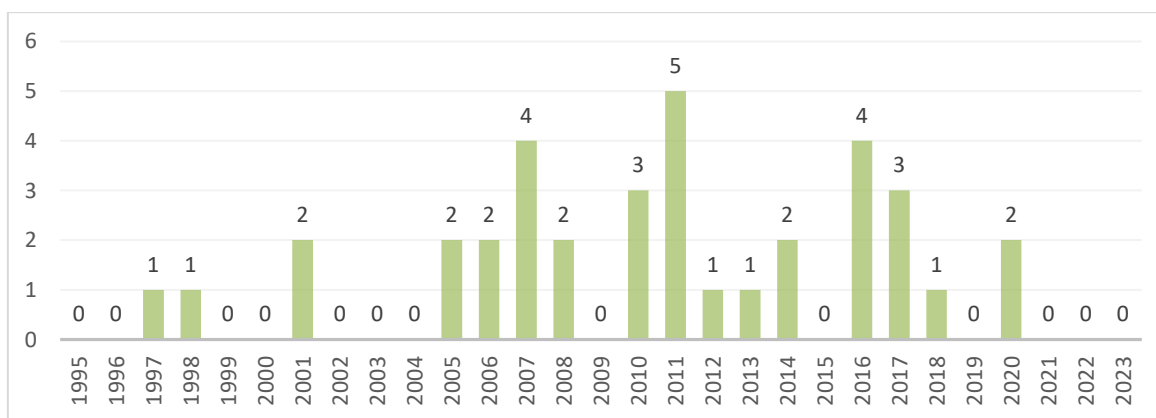
A 3. ábrán látható, hogy a 2011-es évben keletkezett évgyűrű volt a legtöbb esetben eltérő a környező évgyűrűktől, 12 mintából 5 minta esetében. 4 mintán volt elérő a 2007-es és a 2016-os év, 3 mintán a 2010-es és a 2017-es év. Az időjárási adatok közül összefüggés látszik a fő növekedési szakasz hónapjaiban hullott csapadékkal, legszemléletesebb a július, és még az augusztus is számít, természetesen a tavaszi csapadék szintén közrejátszhat. A minták származási helyeihez legközelebbi automata mérőállomások adatsoraival dolgoztunk, de a mérőállomás helye nem egyezik meg, sőt akár több tíz km-re van a fa termőhelyétől (pl. a Baktalórántháza-Újfehértó távolság közel 30 km). A távolság miatt jelentős eltérések lehettek az időjárásban, és a területek jellege is befolyásolhatja a környezeti hatásokat, mint a domboldal lejtési iránya.

Bizonytalanságot hordoz a havi bontású időjárási adatok használata. Ez a hőmérséklet esetében havi átlagértéket jelent, amely túl általános, kevésbé mutatja meg a szélsőségeket. Ez is magyarázhatja, hogy a hőmérsékleti adatokkal kapcsolatban nem volt megfigyelhető érdemi összefüggés. A csa-

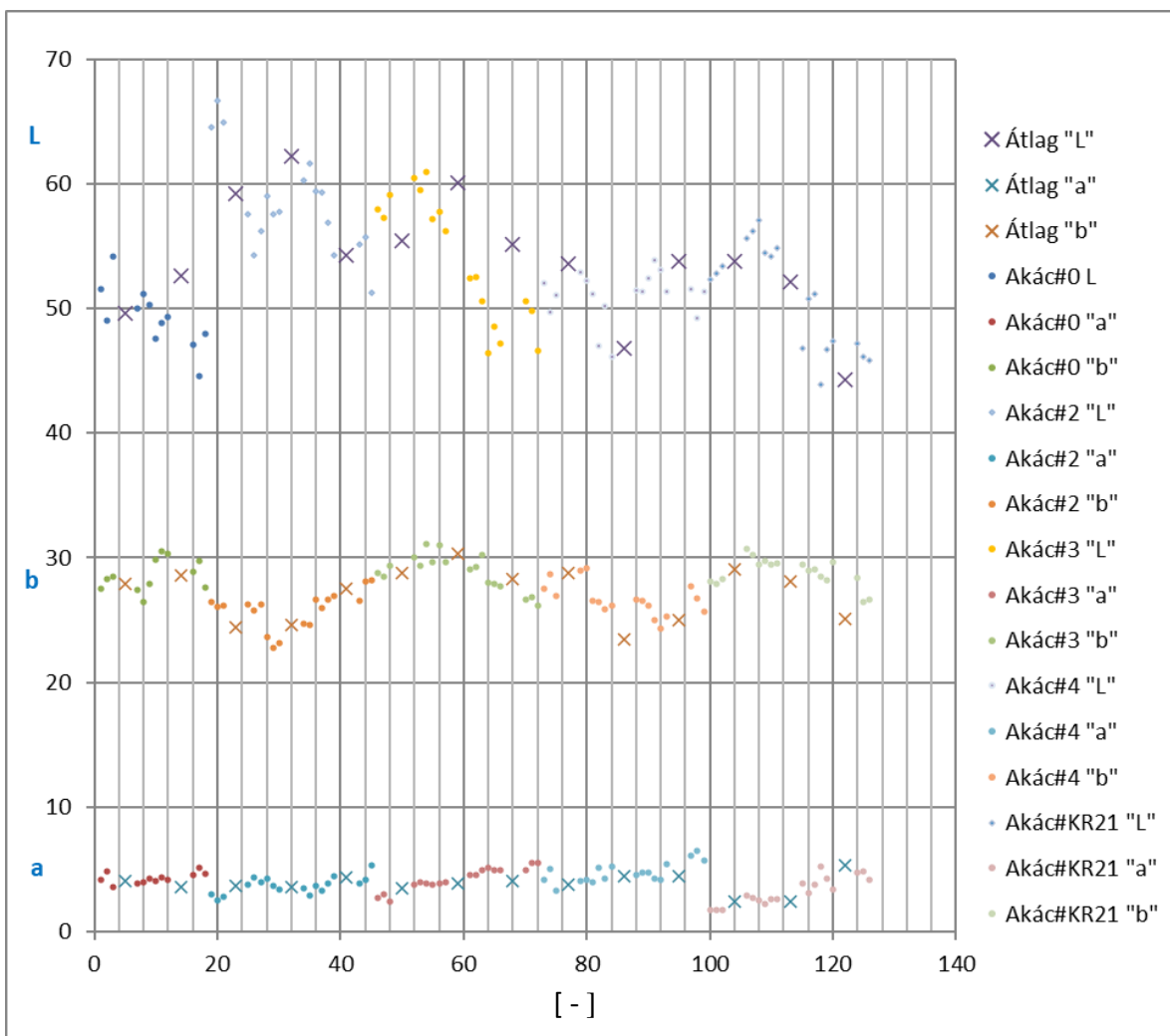
padék összegként jelenik meg, szintén havi bontásban, de a csapadékmennyiségnél ez az adattípus kevésbé mossa el a szélsőségeket, mert összeg, és az egy hónapon belüli eloszlása kevésbé lényeges a talaj nedveségtároló kapacitása végett. Az időjárási adatokból csak a legfontosabbnak vélt adatsorokat alkalmaztuk, teljes körű vizsgálathoz a többi adatsor adatait is elemezni kellene, illetve figyelembe kéne venni, mint a relatív páratartalom, a napsugárzás összege, a szélsebesség, stb. Továbbá a minták az ország bizonyos területeiről származtak, de nem fedték azt le teljesen, valamint egy-egy területről jellemzően egy, esetleg két faj került vizsgálatra. Biztosabb következtetések levonásához az ország több területéről, és egy-egy területről több különböző faj mintáját kellene vizsgálni. Utóbbiak további kutatások témái lehetnek.

4.2. Színbeli eltérések vizsgálata

Fafajonként készültek grafikonok (4. ábra), melyek ábrázolják a mért adatokat a kiválasztott évgyűrűn és környezetében, illetve a kiválasztott évgyűrűn mért adatok átlagát.



3. ábra. Eltérőnek minősített évgyűrűk naptári évenkénti bontásban az összes fafajra vonatkozóan



4. ábra. Akác színeltérés-vizsgálatok eredményei. Rövidítések: L - világosság; a - zöld-vörös tartomány; b - kék-sárga tartomány

Minden esetben vannak eltérések, ezen eltérések mértéke változó, de néhol az eltérő évgyűrű, néhol a környezete a sötétebb, pirosabb, sárgább. A színkülönbség az eltérő extraktanyag tartalomra utal, amely igazoltan befolyásolja a faanyag tulajdonságait. Az alacsonyabb világosság érték (LO) és a magasabb vörös érték (aO) nagyobb tartósságra utal (Németh, 2022; Meinst et al., 2017). Egyértelmű következtetés nem vonható le az adatokból és a grafikonokról. Az ugyanazon évgyűrűn mért három különböző pont-

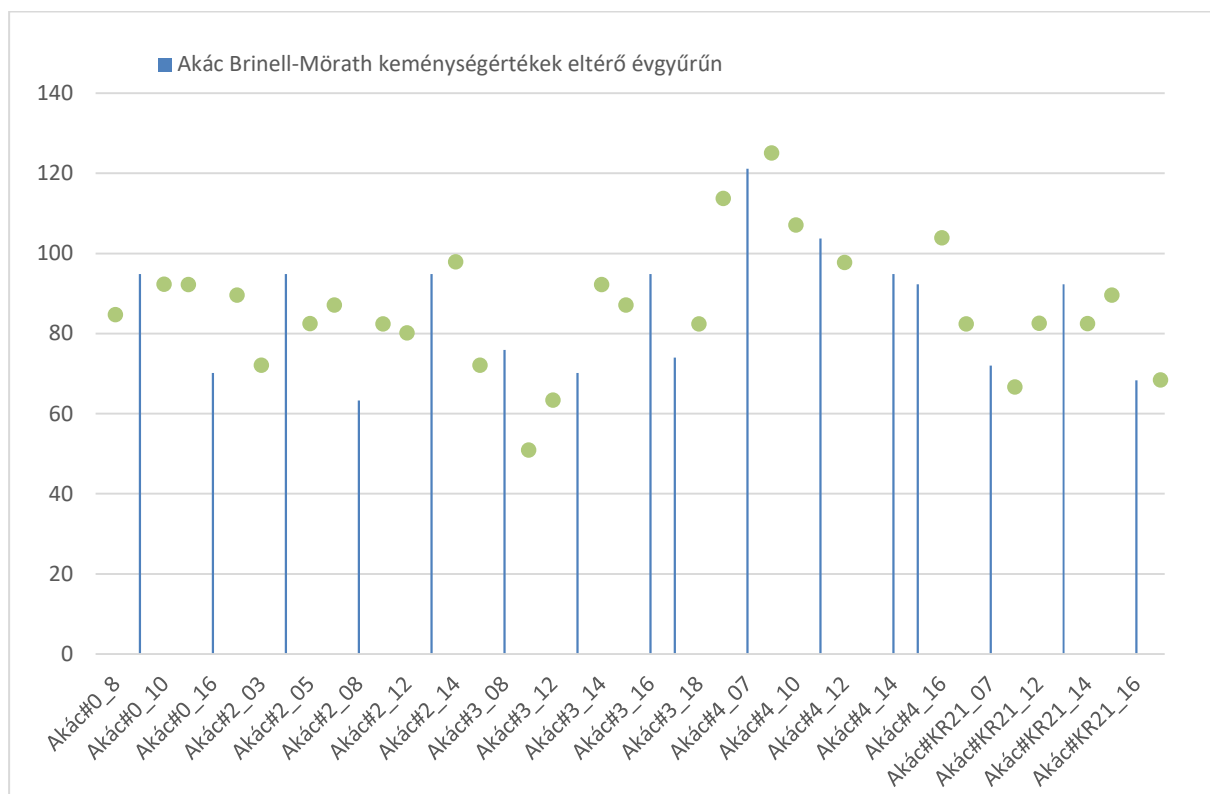
ban is jelentős eltérések vannak, amik meghaladják a keresett eltérések mértékét. A színmérésben hibát okozhatott, hogy a színmérő 3 mm átmérőjű nyílása is túl nagynek bizonyult sok esetben, keskenyebb évgyűrűs mintáknál a szomszédos évgyűrűk is belekerülhettek a mérési tartományba. A korai és kései pászta színeltérései is okozhattak eltérést a mérésben, különösen akkor, ha 3 mm-nél keskenyebbek voltak az évgyűrűk. Attól függően, hogy milyen arányban esik a betekintő nyílás alá a korai

és a kései pászta, jelentősen eltérhet a mérés eredménye. A hibákat csökkentik az ellenőrző mérések, ezt szolgálta az évgyűrűnkénti három mérés különböző pontokban. A faminták vizsgálatainak időjárási adatokkal való összevetésénél problémát okozhat, ha az évgyűrűk számolása valamilyen okból nem pontos. Bár több módszerrel (szabad szemmel és szkennelt kép alapján), több körben végeztük számolást, mégis előfordulhat eltérés a keskeny, halvány évgyűrűk miatt. Mindezeket figyelembe véve a szín-mérések szórásai alacsonynak mondhatók.

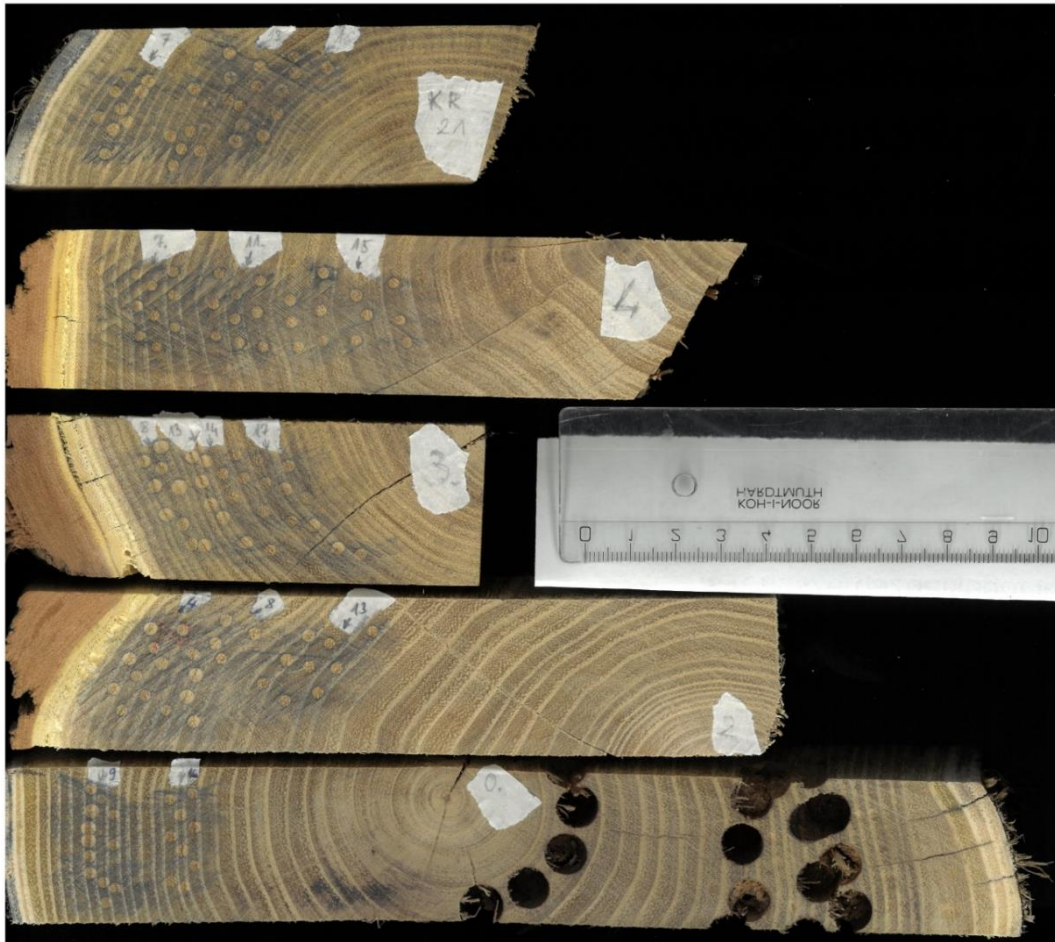
4.3. Brinell-Mörath keménységvizsgálat

A Brinell-Mörath keménység adatait is fafajonként elemeztük. A szomszédosaktól elté-

rő évgyűrűkön mért keménységek és a szomszédos évgyűrűkeménységek (5. és 6. ábra) közötti különbségek kicsik, ám néhány esetben jól megfigyelhető, hogy a kiválasztott, eltérő évgyűrű magasabb keménységű: Akác#2 4. évgyűrű egy szélesebb évgyűrű, melynél 94,89 MPa az átlagos keménység értéke, a két szomszédos évgyűrűn pedig 72,00 MPa, illetve 82,39 MPa. Több esetben azonban alacsonyabb a kiválasztott évgyűrű keménysége: Akác#2 8. évgyűrű egy keskenyebb évgyűrű, melynél 63,32 MPa az átlagos keménységi érték, a két szomszédos évgyűrűn mért értékek pedig 87,07 MPa és 82,38 MPa.



5. ábra. Akác minták átlagos Brinell-Mörath keménységei a kiválasztott „eltérő” évgyűrűkön



6. ábra. Akác minták szkennelt képe a keménységmérés után

A Brinell-Mörath keménységmérésnél szintén adódhatott hiba a keskeny évgűrűk miatt. A vizsgálatnál használt 10 mm átmérőjű acélgolyó 2-3 mm átmérőjű lenyomata olykor több évgűrűt is befogott. Adódhat különbség a mérési területre eső korai és kései pászta aránya miatt is. A kisméretű próbatestek miatt nem lehetett nagy helyet hagyni két mérési hely között keskenyebb évgűrűs fajok estében, illetve a próbatest szélétől sem lehetett nagy távolságot hagyni, ezért a benyomódások valamelyest befolyásolhatták egymást. A benyomódási átmérő leolvasása során a műszer által meghatá-

rozott benyomódási mélységből is kiszámoltuk az átmérőt. Kimutatható eltérés a két módszerből kapott értékek között, 27,68 % az átlagos különbség, de arányosak az értékek sorozatai és kis mértékűek az eltérések, amint azt a 0,8425 korrelációs együttható is jelzi. Ez a szubjektivitás nem okoz jelentős hibát ebben a vizsgálatban, mert az értékeket egymással hasonlítjuk össze és nem más mérések adataival.

5. Összefoglalás

Az extrém időjárás hatással van a fákra és így a faanyag tulajdonságaira is. A keletkező faanyagban megfigyelhető elváltozások sokfélék lehetnek, különböző mértékűek és típusúak. Sok egyéb befolyásoló tényező miatt nehéz vizsgálni az egyértelmű összefüggéseket. A fák fő növekedési szakaszában hullott csapadék mennyisége és az évszázadok között megfigyelhető összefüggés. A keménység és színeltérés vizsgálatoknál megfigyelhető továbbá, hogy a legtöbb esetben van különbség az eltérőnek minősített évszázadok és annak környezete között, de ezek mértékéről további összefüggést nem lehetett megadni a mért

adatokból. Ezen a területen további vizsgálatokra lenne szükség. A rendelkezésre álló előrejelzések alapján valószínűsíthető, hogy a faanyag minősége romlani fog a jövőben. Nem lesz könnyű jó alternatívákat találni a visszaszoruló fafajok faanyagainak helyettesítésére. Bár sok lehetőség van, az új anyagokat és azok felhasználását körültekintéssel kell kezelni. Bizonyosan jobban kell majd gazdálkodnunk a faanyagokkal, melyekből várhatóan lényegesen kevesebb lesz. További vizsgálatok során érdemes lenne Magyarország több területéről, és egy-egy területről több különböző fafaj mintáját vizsgálni a későbbiekben.

Köszönetnyilvánítás

Köszönetünket fejezzük ki Csóka Gergelynek az időjárási adatok elemzéséhez nyújtott segítségért, továbbá Hanzséros Olivérnek, Németh Krisztinának és Horváth Imrének a mérések és próbatetek elkészítésében való közreműködéséért.

Szerzői nyilatkozatok

Sütő Anett Ibolya – vizsgálat, adatkezelés, formális elemzés, adatelemzés, vizualizáció, írás, eredeti piszkozat, írás, áttekintés és szerkesztés.

Báder Mátyás – vizsgálat, adatelemzés, felügyelet, írás, áttekintés és szerkesztés.

Németh Róbert – konceptualizálás, kutatásvezetés, módszertan, koordináció, adatelemzés, írás, áttekintés és szerkesztés.

Referenciák

- Meints, T., Teischinger, A., Stingl, R. & Hansmann, C., 2017. Wood colour of central European wood species: CIELAB characterisation and colour intensification. *Eur. J. Wood Prod.* 75, 499-509.
<https://doi.org/10.1007/s00107-016-1108-0>
- Met.hu, 2024. *Éves és évszakos középhőmérsékletek változása*. HungaroMet Nonprofit Zrt, Budapest.
https://www.met.hu/eghajlat/eghajlatvaltozas/megfigyelt_hazai_valtozasok/homerseklet_es_cs_apadektrendek/kozephomerseklet/
- Németh R., 2022. *Preface to the 10th Hardwood Conference*. in 10th Hardwood Conference Proceedings. Eds: Németh, R., Hansmann, C., Rademacher, P., Bak, M., Báder, M. pp. 8, University of Sopron Press, Sopron.
<https://doi.org/10.35511/978-963-334-446-0>

The effect of climate change on the quantity and quality of timber

Abstract

Today, climate change is becoming more and more prominent in all aspects of life, so the aim of our study is to investigate its effects on the growth of the wood. Unusual growth rings were selected on robinia, turkey oak and hornbeam wood discs from several areas of the country, analysed for colour and hardness and compared with neighbouring growth rings. There were several years with anomalies in 3-5 samples at a time. It was difficult to draw a clear conclusion by colour measurement, but hardness analysis showed a difference of over 25% between adjacent tree rings in some cases. Meteorological data were also included in the analysis, of which summer rainfall was the most correlated with examined tree-ring properties.

Keywords: Brinell-Mörath hardness, CIELab, weather, precipitation, temperature, anatomy, annual ring, Industry, innovation and infrastructure