

SZAKDOLGOZAT

Karikás Indira Maja

2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Vadgazdálkodási és Természetvédelmi Intézet
Természetvédelmi Mérnök BSc. Szak

KOCSÁNYOS TÖLGY NÖVEKEDÉSE ÉVGYŰRŰMINTÁK ALAPJÁN
A BAKONYBÉLI ERDÉSZET TERÜLETÉN

Belső konzulens: Dr. Saláta Dénes

egyetemi docens
MATE Szent István Campus
Vadgazdálkodási és
Természetvédelmi Intézet

Külső konzulens: Dr. Bauer Norbert

osztályvezető, főmuzeológus
Magyar Természettudományi
Múzeum

Külső konzulens: Berger Péter

erdőgondnok
Bakonyerdő Zrt.,
Bakonybéli Erdészet

Készítette: Karikás Indira Maja

Gödöllő
2023

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK	4
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	5
2.1. A vizsgálati terület természetföldrajzi jellemzői	5
2.1.1. Éghajlat.....	5
2.1.2. Domborzat	6
2.1.3. Talaj.....	6
2.1.4. Növényzet.....	7
2.2. Vizsgált fafaj jellemzése.....	8
2.2.1. Fatörzs szerkezete	8
2.2.2. Évgyűrű-növekedés	9
2.2.3. A kocsányos tölgy morfológiai jellemzése	9
2.2.4. A kocsányos tölgy faanatómiai jellemzése	10
2.3. Dendrotudományok	11
2.3.1. Dendrokronológia.....	11
2.3.2. Dendroökológia	11
2.3.3. Dendroklimatológia.....	12
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	13
3.1. A Bakony erdőborításának változása	13
3.2. A vizsgálati területen lévő erdő kialakulásának története	16
3.3. Bakonybél környéki erdőgazdálkodás napjainkban	17
3.4. Mintavétel élő fából.....	17
3.5. Az évgyűrűminták elemzése.....	18
4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELESÜK	20
4.1. A vizsgált egyedek bemutatása.....	20
4.2. A minták egyedenkénti elemzése	21
4.3. Az évgyűrűvizsgálatok eredményei.....	29
5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	32
7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	36
9. MELLÉKLETEK.....	39
10. NYILATKOZAT	40

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

Az erdő, mint ökoszisztéma a legkomplexebb, legösszetettebb, és egyben a legmagasabb szervezettségű szárazföldi környezeti rendszer, így a bakonyi bükkösök és tölgyesek növény- és állatvilága is változatos és igen összetett. A mérsékelt övben élő fák azon képessége, hogy évgyűrűk formájában rögzítik az adott évben bekövetkezett környezeti hatásokat nagyban elősegíti, hogy az erdőt, mint komplex rendszert megértsük (MAJER 1982).

Magyarország területét a honfoglalás előtt 60%-ban erdőtakaró fedte (BARTHA 2005), ennek aránya ma csupán 20,9% ([http 1](#)). Az emberi hatásokon kívül a környezeti elemek is befolyásolják az erdők ökoszisztémáját, mint például a csapadék, a hőmérséklet vagy más élőlények hatásai. A vizsgálati területen lévő bükkös régióbeli tölgyesben álló száz év körüli kocsányos tölgyek, melyek a szakdolgozatom vizsgálati alanyai, biztosan sok érdekes dolgot mesélnének, ha beszélni tudnának. Beszédre nem tudjuk bírni őket, de a belőlük vételezett évgyűrűmintákból mégis sok mindent „el tudnak mesélni” nekünk. Azok a környezeti hatások, amelyek a fákat érik, évről évre másképpen alakulnak, ezáltal az évgyűrűik is ezekhez a hatásokhoz igazodnak. Például azokban az években, amelyekben a csapadék mennyisége nagyobb, az évgyűrű szélessége is nagyobb lesz, az aszályosabb években pedig keskenyebb évgyűrű keletkezik. Az évgyűrűminták vizsgálata által következtethetünk a faegyedet ért hatásokra, azonban, ha egy adott területen lévő facsoport egyedeit együttesen vizsgáljuk, megtudhatjuk mikor milyen környezeti tényezők befolyásolták az erdő ökoszisztémáját.

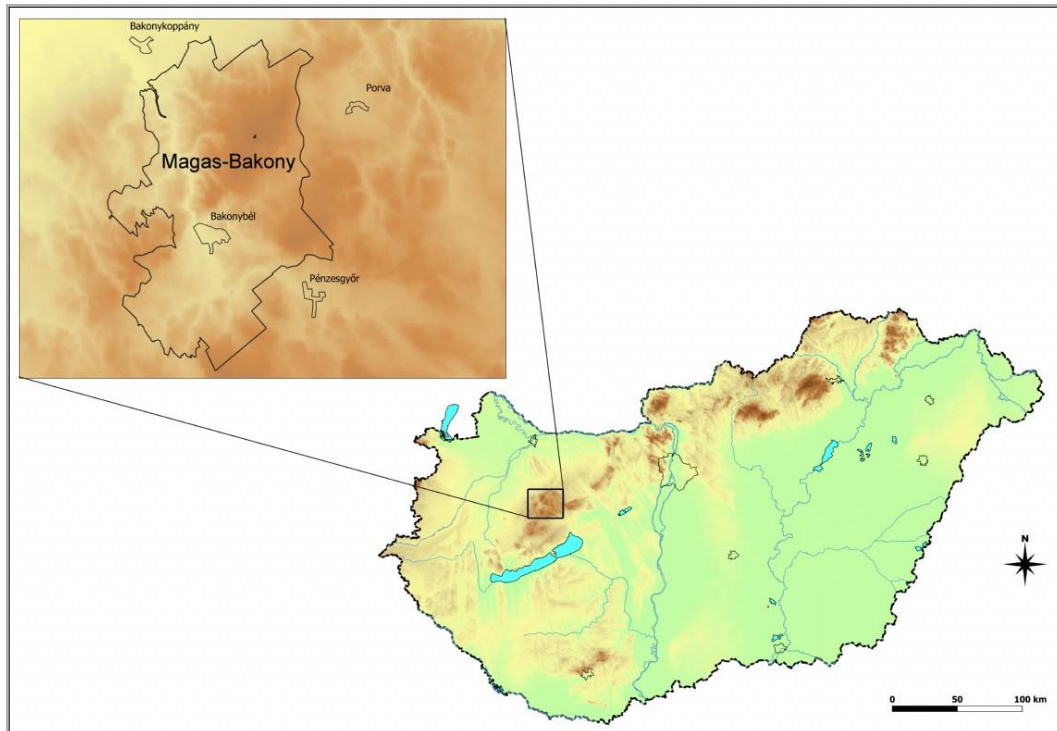
Szakdolgozatomban az Öreg-Bakony területén található bükkös régióbeli tölgyesben, a Bakonybéli Erdészeti állomás által kijelölt tíz kocsányos tölgyből vett mintát vizsgálom meg. Ebben a mesterséges, 120 éve ültetett tölgyesben az Erdészeti állomás arra volt kíváncsi, hogy ezek az öreg fák milyen egészségi állapotban vannak, valamint, hogy mutatnak-e érdemi növekedést a kijelölt gazdasági vágásérettségi koruk túlhaladtával is?

Cél, hogy megtudjuk a fák korát, megismerjem növekedési mintázataikat, valamint, hogy a 2005-ben és 2014-ben a Bakonyban történt gyapjaslepke, valamint *Geometridae* fajok károsítása milyen mértékben befolyásolta az alanyok azokban az években bekövetkezett növekedését.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A vizsgálati terület természetföldrajzi jellemzői

Vizsgálati területem az Öreg-Bakony kistájban található, amely a Dunántúli-középhegység nagytájunk, azon belül pedig az úgynevezett Bakony-vidék középtájunk része. (1. ábra) Az Öreg-Bakony vagy más néven Magas-Bakony területe 543 km² (DÖVÉNYI 2010).



1. ábra: A vizsgálati terület elhelyezkedése

2.1.1. Éghajlat

Az Öreg-Bakony kistáj területének nagy részére a mérsékelt hűvös-mérsékelt nedves éghajlat jellemző. Kisebb részét – magasabban fekvő területeket – a hűvös, nedves éghajlat jellemzi. A napsütéses órák száma éves szinten 1960 körül mozog. Nyári időszakban 780, télen pedig 200 óra körüli ez az érték, amely a magasabban fekvő területeken még ennél is magasabb.

Az évi középhőmérséklet a kistáj valamivel alacsonyabb nyugati részén 9,5 °C, a középső, magasabban fekvő területeken átlagosan 8,5 °C alatt marad. Hasonló képet mutat a tenyészidőszakban mért középhőmérséklet alakulása is: a nyugati területeken magasabb (16,0 °C) a magasabban fekvő vidékeken alacsonyabb (15,0 °C). A 10 °C-ot meghaladó napok száma az alacsonyabban fekvő területeken nagyobb (180-182) a magasabb tengerszint

feletti területeken ennél 5-10 nappal kevesebb átlagosan 170-175 nap. Átlagosan 190 fagymentes nap van egy évben, de a csúcsokon ez a szám csak 180.

Az évi átlagos csapadékmennyiség tekintetében ez a kistáj a Dunántúli-középhegység legcsapadékosabb vidéke. A magasabban fekvő vidékeken 800 mm-nél is több lehet, míg a kistáj többi részén átlagban a 700-750 mm éves átlagos csapadékmennyiség a jellemző. A téli időszakban a csúcsokat akár 70 napig is boríthatja hótakaró, aminek maximális vastagsága átlagosan 40 cm, míg az alacsonyabban fekvő térségben, átlagosan 50-60 nappal számolhatunk, és a hóvastagság itt 25-30 cm.

A fentiekből következik, hogy az Öreg-Bakony éghajlati adottságai főleg az erdő- és vadgazdálkodásnak kedveznek. Mezőgazdasági szempontból a kevésbé hőigényes, de magasabb vízigényű növények termesztésére alkalmas területeket találunk (DÖVÉNYI 2010).

2.1.2. Domborzat

A kistáj változatos arculatú függőleges tagoltságú, a domborzatának változékonyságát a felszíni magasságkülönbségek relatív relief értékének nagysága mutatja, melynek átlaga 170-180 m/km². Völgyhálózatának sűrűsége 4,5 km/km², legmagasabb pontja a Kőris-hegy (710 m). A tájegység sásbérces hegyháti jellemzően ÉK-DNY irányúak, a hegység karsztos felépítésének köszönhetően a bővizű forrásaik megannyi állandó vagy időszakos vízfolyást táplálnak (http 2). Az Öreg-Bakony területén bauxitot és barnaköszetet is bányásztak, de mára már minden bányászati tevékenységet beszüntettek.

A Magas-Bakony felszíni vizeit 5 patak gyűjti össze (Bittva, Gerence, Cuha, Gaja és Séd) melyek miatt vízfelesleggel rendelkezik. A kedvező domborzat- és lefolyásviszonyok miatt tógazdaságok létesítésére alkalmas terület, de csupán 2 halastóval rendelkezik a térség. Természetes állóvizei mára feltöltődtek. A hegységekben a vizek minősége továbbra is megfelelő, ellentétben a peremi települések közelében már erősen szennyezettek. Összefüggő talajvízszintet a hegységben nem találunk, a völgytalpakban pedig elszigetelten és jelentéktelen mennyiségben találunk (DÖVÉNYI 2010).

2.1.3. Talaj

A kistáj területének 44%-át borítja a karbonátos tömör kőzeten képződött rendzina talaj, ezeken a területeken az erdőborítottság a jellemző. A második legnagyobb kiterjedésű talajtípus az Öreg-Bakonyban az agyagbemosódásos barna erdőtalaj, amely a terület 39%-án található, amit erdő- (40%), szántó- (50%) és gyepműveléssel (10%) hasznosítanak. Kis

részesedésűek (2%) a homokos vályog vagy agyagos vályog összetételű, gyenge termőképességű barnaföldek, melyeket erdőművelésre, rét- legelő- gazdálkodásra vagy szőlőtermesztésre használnak. Csekély részben réti öntés talajok (1%) is találhatóak a kistájban, itt a szántóföldi művelés (70%) a jellemző (DÖVÉNYI 2010).

2.1.4. Növényzet

Az Öreg-Bakony területének nagy része üde lomboserdővel borított. Itt található a Dunántúl legnagyobb kiterjedésű egybefüggő bükköse melynek gazdag aljnövényzetében gyakori (olykor típusalkotó) elemek a medvehagyma (*Allium ursium*), az erdei madársóska (*Oxalis acetosella*), a бүкксás (*Carex pilosa*), a hölgypáfrány (*Athyrium filix-femina*), erdei pajzsika (*Dryopteris filix-mas*) és számos más Fagitalia elem (FEKETE 1964).

A szubatlantikus klímahatásoknak köszönhetően egyes és egyetlen бүккösök is megtalálhatóak. Leggyakoribb kísérő fajok: gyertyán (*Carpinus betulus*), juhar fajok (*Acer spp.*), kislevelű hársl (*Tilia cordata*), magas kőrsl (*Fraxinus excelsior*). A bakonyi бүккösökben éri el hazai elterjedésének északi határát a szubmediterrán elterjedésű lónyelvű csodabogyó (*Ruscus hypoglossum*), és a tarka lednek (*Lathyrus venetus*), továbbá jellemző elem az atlanti-szubmediterrán babérboroszlán (*Daphne laureola*), mely a Bakony és a Vértes бүккösének közös karakterfaja.

A mély, meredek falú kötörmelékess völgyekben kialakult szurdokerdők gyakori fajai az erdei holdviola (*Lunaria rediviva*), a farkasölő sisakvirág (*Aconitum vulparia*) és a gimpáfrány (*Phyllitis scolopendrium*). A szurdokerdők szikláin helyenként olyan magashegységi fajok élnek, mint a mohos csitri (*Moehringia muscosa*) vagy a havasi ribiszke (*Ribes alpinum*) (DÖVÉNYI 2010).

A melegebb oldalakban tölgyesek alakultak ki, cser-, kocsánytalan vagy molyhos tölgyekkel (*Quercus cerris*, *Q. petraea*, *Q. pubescens*). Egy különleges xerotherm molyhos tölgyes tisztáson került elő a mediterrán szálkás árvalányhaj (*Stipa bromoides*), amely hazánkban egyedül itt található meg (FEKETE 1959).

Az Öreg-Bakony területén több mint 1200 növényfaj él ebből 80-100 faj védett (DÖVÉNYI 2010).

2.2. Vizsgált fafaj jellemzése

2.2.1. Fatörzs szerkezete

A növények egy részénél (pl. fásszárúak) az elsődleges szöveti szerkezet kialakulását követően a fejlődés nem áll le, hanem tovább folytatódik, melyet a kambium működése biztosít. Ezt a folyamatot másodlagos vastagodásnak nevezzük. A fák kialakulásának egyik jellemző vastagodási formája a *Tilia* típusú vastagodás, melyben az elsődleges xilém és floém gyűrű alakban keletkezik a prokambium két oldalán. A *Ricinus* típusnál a nyalábos prokambium elsődleges nyalábokat hoz létre. Mindkét típusnál a gyűrű alakú kambium összefüggő másodlagos xilémet és floémet képez. A fatest gyakorlatilag a kambium által befelé létrehozott xilém elemek összessége, amelyeket a fa egész élete során folyamatosan gyarapít, és amelyek a fa élete végéig elhalt állapotban a fa szerkezetét alkotják (KRISTÓF 2013).

A nyitvatermő és a zárvatermő fák fatestének szerkezete eltér egymástól. A nyitvatermők az úgynevezett homoxil (homogén xilém) csoportba tartoznak, mert hiányzik belőlük a trachea és a farost, ezeknek a fának a szerkezetét egyfajta szállító sejt, a tracheida építi fel.

A zárvatermő fák a heteroxil csoportba tartoznak. A szállítást és a szilárdítást ezeknél a fáknál különböző sejttípusok végzik. A vízszállítócső (trachea) egymás felett elhelyezkedő edénytagokból (tracheatagok) álló csőszerű képződmény, mely a gyökérzet felől érkező folyadékot szállítja felfelé. A törzs szilárdítását pedig jórészt a különböző típusú rostok végzik. A fatestben vertikális és horizontális rendezettségben faparenchima található (KRISTÓF 2013).

A lombos fák többségében több sejtsor széles bélsugar található melyeknek elsősorban az oldalirányú szállításban van szerepe, valamint a bélsugarak biztosítják az évgyűrűk közti összeköttetést. A fák anatómiai jellemzését három különféle metszeten lehet jól megfigyelni. Ezek az alábbiak: keresztmetszet, sugárirányú radiális hosszmetset, valamint az utóbbira merőleges húrmetszet (tangenciális hosszmetset) (BUTTERFIELD 1997).

2.2.2. Évgyűrű-növekedés

A legtöbb fa keresztmetszetében megfigyelhetünk koncentrikus gyűrű sorozatot, azaz évgyűrűket. A mérsékelt égövi fák esetében ez azt jelenti, hogy a tavaszi és nyári időszakban a kambium aktív, míg a téli időszakban nyugalmi állapotban van. Ezeknek a gyűrűknek a kialakulását a kambium periodikusan változó aktivitása hozza létre. Ez idézi elő a fatest évszaktól függően eltérő szerkezetét és struktúráját (METCALFE et al.1980).

Egy a mérsékelt égövön kialakult évgyűrű többnyire két részből áll: korai és késői pászta. A korai pászta tavasszal alakul ki és a szerkezetére jellemző, hogy nagyobb edényterületű, lazább szövetű (több és nagyobb átmérőjű vízszállító edény, több faparenchima), míg a késői pászta tömöttebb, szilárdabb felépítésű (több farost, kisebb és kevesebb vazális elem). A késői és a korai pászta közötti határvonal az évgyűrűhatár (MOLNÁR et al 2007).

A mérsékelt égövben a lombos és a tűlevelű fák egyaránt képeznek évgyűrűket, de az anatómiai szerkezetük eltérő. A homoxil fáknak a szerkezete csak vízszállító-sejtekből (tracheidák) és faparenchimából áll, ezért a keresztmetszeti képük homogén képet mutat. A heteroxil fatesten belül megkülönböztetünk szórt likacsú fákat, amelyekben a tracheák közel azonos méretűek a korai és a késői pásztában egyaránt, valamint gyűrűslikacsú fákat, amelyeknél a korai pásztában a tracheák nagyobb méretűek, mert a tavaszi időszakban az intenzívebb vízfelvétel miatt tágabb üregű tracheák képződnek. A késői pásztában a vízfelvétel kevésbé intenzív, ezért a tracheák átmérője is kisebb (KRISTÓF 2013).

A homoxil és a heteroxil fáknál is kialakulhat az úgynevezett álévgyűrű, amit a fa normál növekedési ciklusában bekövetkezett változás okozhat. Ez leggyakrabban a szélsőséges időjárási viszonyok miatt vagy valamilyen stressz hatására (pl.: rovarrágás) következik be. Gyakran az így keletkezett másodlagos gyűrű csak részleges gyűrű alakban jelenik meg (METCALFE et al.1980).

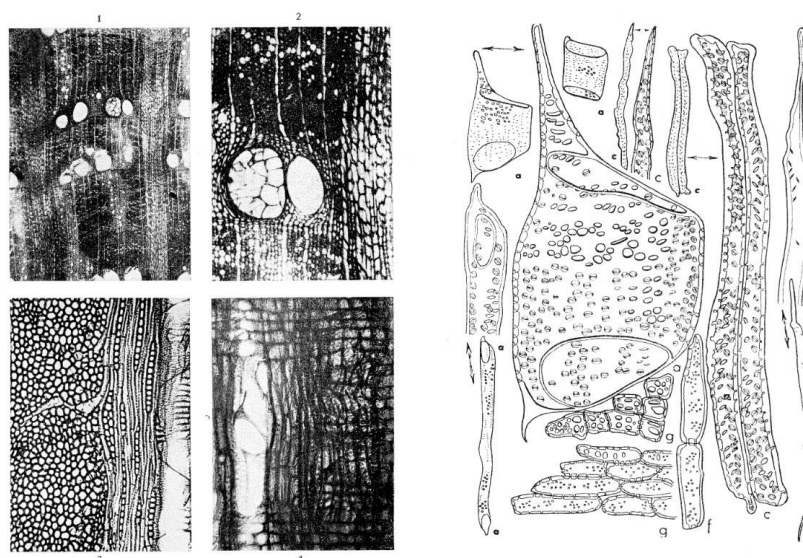
2.2.3. A kocsányos tölgy morfológiai jellemzése

A kocsányos tölgy (*Quercus robur* L.) rendszertani besorolása szerint a bükkfafélék (*Fagaceae*) családjába tartozik. Magyarországon őshonos, nagy termetű, lassan növény faj – akár 40 méter magasra is megnőhet és elérheti a 800 éves kort is. A fák növekedési formája, valamint a lombkorona alakulása függ az egyedek elhelyezkedésétől. Amennyiben magányosan, nyílt területen élő fáról beszélünk, annak törzse vastag, zömök, gyakran már 2-3 méter magasságban ágakra bomlik, míg az állományban növekvő fák törzse magas, ágaik

vékonyabbak és csak a lombkorona szintjében ágaznak szét. A kéreg a fa fiatal korában, illetve a vékonyabb ágakon sima és szürkészöld színű, idősebb korban a törzsön és a főágakon feketésszürkévé és repedezetté válik. A fatest idősebb részén a kéreg 3-5 cm vastag, a repedések mélye világosabb színű. A fajra jellemző a mélyre hatoló, elsősorban rögzítő funkciójú karógyökér, melyet már csemete korában kifejleszt, emellett gyökérzete dús és elágazó. Koronája félgömb alakú, terebélyes, ágai vastagok, felállóak. Levelei szórt állásúak, visszás tojásdad alakúak, kissé szabálytalanul öblösen karéjosak, melyeknek száma oldalanként 4-6. A levelek színe sötétzöld, fonákja világosabb, teljesen kopasz, a levélnyel rövid. Az egylaki fa porzós virágzata sárgászöld színű, termős virágai hosszú, merev tengelyen ülnek 4-6-osával. Makk termése világosbarna színű, 15-30 mm hosszú. Egy kocsányon 1-5 termés található, gyakran 2 egymással szemben ül. A kupacs a makk $\frac{1}{4}$ -ét borítja, széle ép, pikkelyei szorosan fedik egymást (KERESZTESI 1967).

2.2.4. A kocsányos tölgy faanatómiai jellemzése

A tölgyek az úgynevezett gyűrűslikacsú heteroxil fák közé tartoznak, ami azt jelenti, hogy a korai pásztában a tracheák átmérője nagyobb, és az évgyűrűkben ezek gyűrűs elrendezésben találhatóak (2. ábra). A késői pászta kevesebb és kisebb átmérőjű tracheát tartalmaz, több a rostos elemek száma. A kocsányos tölgyre jellemzően a keresztmetszeten a korai és a késői pászta tracheái, valamint a bélsugarak is jól, sokszor még szabad szemmel is megfigyelhetők. A késői pásztában a tracheák sűrűbben helyezkednek el, így a késői pászta tömörebb. Szíjácsa sárgásfehér, gesztje sárgásbarna.



24. *Quercus robur* L.

2. ábra: Kocsányos tölgy (*Quercus robur* L.) metszeti síkjai (GREGUSS 1945)

A radiális és a tangenciális metszeteken a korai pászta tracheái, melyek metszéskor gyakran sérülnek, árokszerű mélyedésként láthatóak. A késői pászta kis edényei sugár irányában sorokat alkotnak. Megfigyelhetőek az egy vagy több sejtsor széles, akár 20-30 sejtréteg magas homogén bélsugarak is (MOLNÁR et al 2007,).

2.3. Dendrotudományok

2.3.1. Dendrokronológia

A dendrokronológia szó a görög *dedron* (fa) és *chronos* (idő) szavakból tevődik össze. Ezen tudományág az évgyűrűk kormeghatározásával foglalkozik. Elsőként A.E. Douglas amerikai csillagász foglalkozott az évgyűrűk vizsgálatával az 1900-as évek elején. Elsősorban a napfolttevékenységeket vizsgálta és annak a földi klímára (ezen belül a csapadék mennyiségére) gyakorolt hatásait. Mivel az időjárási adatok hiányosak voltak úgy gondolta, hogy a fenyők évgyűrűi rejthetik a hiányzó adatokat – mivel rájött, hogy kiolvashatóak belőlük az aszályos és a csapadékos évek váltakozásai. Több száz mintát vizsgált meg melynek eredményeképpen megalkotta a keresztdataálás technikáját. 1937-ben az Arizoniai Egyetemen megalapította az Évgyűrűkutató Laboratóriumot. A XX. század második felében Európába is elért a dendrokronológia mint új tudományterület. Elsőként Bruno Hubert foglalkozott a fák évgyűrűinek kutatásával (MISI 2017).

Míg Amerikában a hosszú életű nyitvatermő fák vizsgálatával foglalkoztak, Európában elsősorban a szintén hosszú életű tölgyek váltak a vizsgálatok tárgyává. A tűlevelűek esetében Amerikában úgynevezett jelző éveket használtak, míg Európában az évgyűrűségekre kimérés és összehasonlítás vált a dendrokronológia alapjává. A számítógépes kiértékelés alapjait az 1960-1970-es években dolgozták ki, melyek a mai napig elengedhetetlenek a kutatásokban. Ennek következménye, hogy ma már bizonyos területeken több évezredre visszamenőleg megalkották az idővonalat (pl. a Rajnai tölgykronológia Kr.e 8480-ig nyúlik vissza) (MORGÓS 2002).

2.3.2. Dendroökológia

A tudományág viszonylag új, először 1986-ban tartottak egy témaspecifikus konferenciát, amely teljes egészében a dendroökológiához kapcsolódott (FRITTS et al. 1989). A fák a környezetükben bekövetkezett változásokat az évgyűrűikben leképezve megőrzik, ezért a tudomány számára fontos adatokkal szolgálnak. Mivel a fák évenként eltérő méretű és

más minőségi jellemzőkkel leírható évgyűrűi az adott évben őket érő környezeti hatásokat tükrözik, így a fák egyfajta háromdimenziós adatbázist hoznak létre (BALOUEt et al. 2007).

Egy egyed évgyűrűinek tanulmányozásából arra az egyedre vonatkozólag tudhatunk meg adatokat, amennyiben viszont egy területen több fának az évgyűrűit vizsgáljuk, összehasonlítjuk, az összes fát ért környezeti hatásokról is tájékozódhatunk. Ha egy egész erdőt vagy csak egy csoport fát vizsgálunk, ezt a megközelítést, a fának a környezetükre adott válaszána tanulmányozását nevezzük dendroökológiának (WILFORD et al. 2005).

2.3.3. Dendroklimatológia

Szintén a dendrokronológián alapszik a dendroklimatológia. Ezen tudományág az évgyűrűk adatait vizsgálva következtet a múlt klimatikus viszonyaira. A mai kor egyik legnagyobb kihívása a klímaváltozás. E tudományág segítségével – SZABADOS (2007) szerint – például az alábbi kérdésekre kaphatunk választ:

1. „Milyen kapcsolat áll fenn az évgyűrűk szélessége és egyes klimatikus jellemzők között, vagyis az időjárás és klíma mennyiben befolyásolja a fák növekedését?”
2. „A feltételezett klímaváltozás milyen hatással volt az elmúlt harminc évben a hazánkban legelterjedtebb fafajok növekedésére?”

3. ANYAG ÉS MÓDSZER

3.1. A Bakony erdőborításának változása

A Bakony, nevét első erdőispánjáról kapta, akinek neve *Comes de Bacon-Gug*. A *Bacon* több alakban is ismert *Bachone*, *Bacchone*, más régi iratok pedig *Baucan*, illetve *Baccoun*-ként említik. Eredete a szász *baccen* vagy *buccen* szóra vezethető vissza, amelynek jelentése bükkfa ([http 3](http://3)).

A pleisztocén utáni időszakban a Dunántúli-középhegység területén – így az egész Bakonyban – erdőtakaró alakult ki, amely a jelentősebb emberi hatások megjelenéséig őserdőnek tekinthető. Uralkodó fafajok a tájban a tölgyek (*Quercus* spp.) és a bükk (*Fagus sylvatica*) voltak. Az őserdők képe merőben más, mint amit ma tapasztalhatunk. Különböző korú egyedek éltek egymás mellett, az elpusztult fák helyben elkorhadtak így gyarapítva az erdőtalaj humuszát. A jobb talajokon, így például a lösz alapkőzeten fejlődő vastag termőrétegű talajokon, rendkívül gazdag, sűrű cserjés aljnövényzet alakulhatott ki. Ez az aljnövényzet az ember számára nehezen járható ezért megjelenésekor pusztítja azt. Ahogy az ember állataival áthatolt az erdőn, felhasználta a szükséges fát, tisztások keletkeztek, amelyek művelésre alkalmasak voltak, így idővel egyre ritkásabbá vált az addig sűrű őserdő. A Bakony erdőtakarójának változásával, ember általi alakításával, történelmi léptékben és megközelítésben először WALLNER (1941) foglalkozott.

Az embert elsősorban a tölgyes erdők vonzották, bronzkori leletek, adatok azt bizonyítják, hogy ekkorra már az ember jelenléte igen kiterjedt a Bakonyban. Az erdőirtások ezekben a korokban kisebb területekre korlátozódtak, majd ezek a területek újra beerdősültek. A római birodalom idején elsősorban azokat a földeket használták, amelyek már előzőleg földművelésbe lettek vonva, így az utaktól távolabb eső területeken az erdők kevésbé pusztultak. A gazdasági életben az állattenyésztésnek, a legeltetésnek, a makkoltatásnak nagyobb szerepe volt, mint a földművelésnek, valamint ebben az időben a népesség száma még alacsony, így az épületekhez, tüzeléshez szükséges fa megszerzésekor inkább ritkították az erdőt mintsem kiirtották azt. A római kor után elhagyott telepek maradtak, azokat a természet újra birtokba vette, visszaerdősültek, és a következő századok viszontagságai is az újraerdősödésnek kedveztek. (WALLNER 1941)

A honfoglaló magyarság a dunántúli területekből elsősorban a már művelt földeket népesítette be, a népesség alacsony száma nem indokolja ebben az időben az erdők irtását. A népesség ekkor még birtokközösségekben élt, ez azt jelentette, hogy akinek szüksége volt

fára, földre, az ott vágta, irtotta ki az erdőt, ahol neki a legalkalmasabb volt. A közös erdőbirtokból elsőnek a királyi erdőbirtokok váltak ki, amelyeket az úgynevezett erdőővők gondoztak. Feladatuk a vadállomány védelme, irtásának megakadályozása volt. Címüket apáról fiúra örökölték és az erdők melletti falvakban laktak. A királyi erdőbirtokokból nagy erdőterületeket adományoztak az egyháznak és családoknak így a falvak körüli szántók, az erdő rovására nyertek nagyobb és nagyobb területeket, ezért a védelem és gondozás ellenére a bakonyi erdők fokozatosan fogyatkoztak. Ebben a szerzetesek is nagy szerepet játszottak. A Bakonybéli kolostort 1018-ban alapította Szent István király, később ehhez a közösséghez csatlakozott Szent Gellért remeteként. Az egyházi birtokok főleg királyi adományokból növekedtek. Az erdők a tüzelő- és építőanyagon kívül a legeltetés és a makkoltatás révén nyújtottak hasznót. A következő századokban jelentősebb változás nem történt az erdőgazdálkodásban, egészen a XVI. századig, amikor felgyorsult az erdőirtás mértéke. A háborúk utáni újjáépítéshez rengeteg fára volt szükség, így a bakonyi erdők nagy részének irtása ekkor kezdett látványos méreteket ölteni. 1563-ban egy szükségrendelet lehetővé tette, hogy a várak, erődök melletti erdőket szabadon fel lehet használni azok megerősítésére, a tulajdoni viszonyokra tekintet nélkül. Így tűntek el például Várpalota környékéről az 1533-ban még a vár faláig ért erdők. A Magas-Bakony területén ekkor még csak nyolc település létezett, az erdőtakarója ekkor még zárt volt, ezen a területen később indult meg a nagymértékű erdőirtás (OROSZI 2006).

A Bakony a török hódoltság idején majdnem teljesen elnéptelenedett, így az erdő sok helyen újra háborítatlanul növekedett, de nem volt elég idő ahhoz, hogy újra egybefüggővé váljon, mert a XVIII. században az erdőirtás egyre intenzívebbé vált. A növekvő létszámú lakosság a korábban elnéptelenedett falvakat újra benépesítette, az épületek újjáépítéséhez pedig rengeteg fára volt szükség (OROSZI 2006).

A korlátlan erdőirtást megakadályozandó, 1769. december 22-én Mária Terézia osztrák mintára kiadja az első erdővédelmet is tartalmazó okiratot, az Erdőrendtartást. A Mária Terézia-féle erdőrendtartás pontos magyar címe: „A fáknak és erdőknek neveléséről, és megtartásáról való rendelés”. Olyan, korábban nem alkalmazott előírásokat tartalmazott, mint például: az erdőterületek felmérése, számbavétele és felújítása, a használatok szabályozása, az új erdők telepítése, a rendszeres fakitermelés és a fahasználat szabályozása. Ugyanakkor, ez az okirat magánbirtokosok számára csak tanácsokat tartalmazott. Az első igazi Erdőtörvény 1791. március 12-én a XLVII. törvénycikk formájában jelent meg és kimondja az erdők közhatalmi védelembe vonását. 1807-ben kiegészítés jelent meg arról, hogy a parasztság törekedjen arra, hogy ezentúl ne fából építkezzen (SALÁTA 2009).

A XVIII. században a Bakonyt borító erdőtakaró 1580 km² volt, amelyből a Magas-Bakony rendelkezett a legnagyobb egybefüggő erdőterülettel, több mint 515 km² erdő borította a tájat. A török korban elnéptelenedett falvak újjáépítése ugyan ekkorra már befejeződött, de a telepések továbbra is az erdők irtásával foglaltak szántóterületeket a Magas-Bakonyban (OROSZI 2006).

A XVIII-XIX. század fordulóján az erdőirtásokat már más célból folytatták. Ekkorra a Bakonyban is elterjedté vált a hamuégetés, a hamuzsírfozós. Veszprém megyében 11 helyen 41 kazánban évente 6000 mázsa hamuzsírt termeltek. Az ehhez a tevékenységhez kapcsolódó erdőpusztítás olyan méreteket öltött, hogy az osztrák főhaditanács és a magyar kormányshoz 1754-ben értekezletre ült össze, hogy határozatot adjon ki az ilyen mértékű erdőpusztítás megakadályozására. Sajnos a célját sem az értekezlet határozata, sem az 1769-es Erdőrendtartás, de még az 1791-es Erdőtörvény sem érte el.

Azok a mesterségek, amelyeknél a nyersanyag a fa (pl. ácsok, kádárok), jóval kisebb hatással voltak az erdők pusztulására. Ebben nagyobb szerepet játszottak azok az iparágak, amelyek a fát, mint tüzelőanyagot használják az előállítás során, mint például az üveg- és a fazekasipar vagy a porcelángyártás.

Az 1807. évi erdőtörvény igyekezett gátat szabni az erdők pusztulásának, rendeletbe foglalta, hogy az okszerűtlenül használt erdőket a megyegyűlés helyezze zár alá. Ennek következménye, hogy az üveghuták nagy része 1807 után bezárt. Azonban az erdőtörvényben foglalt célkitűzések megvalósítását számos körülmény nehezítette. A lakosság a zárlat alá vont erdőkben is tovább folytatta pusztító tevékenységét így hiába létezett a szabályozás, az erdők állománya tovább csökkent. Időközben megnövekedett a lakosság létszáma, amelynek következtében megnőtt az igény az épület-, a szerszám- és a tüzelőfa iránt, így a települések növekedésével az erdősült területek tovább csökkentek. Végül az 1879. évi erdőtörvény vetett véget a Bakonyban a korlátlan erdőirtásnak, ebben a törvényben biztosítják az erdők fenntartását és okszerű használatát. Megkönnyítette ezt, hogy az előző nagy irtások következtében még megmaradt magánerdők vagy véderdők, vagy feltétlen erdőtalajon állók voltak, s így ellenőrzés, illetve üzemterv alá kerültek. Megindult a törvényben előírt kopárfásítás is, aminek eredményeként a Bakonyban is sok helyen találunk ültetett erdőállományokat (OROSZI 2006).

A XX. századra a Bakony régi képét már csak sejteni lehet, erdősültsége közel felét elveszítette (51,1%). A tájon belül a Magas-Bakony rendelkezik még a legnagyobb erdőállománnyal (28,4%). A hazánkban honos valamennyi lomblevelű fa elterjedésének feltétele adott a Bakonyban, de az egynemű állományok aránya a vegyes állományokkal

szemben kevés. A Magas-Bakony nagyrészt a bükk (*Fagus sylvatica*) régiójába tartozik. A Magas-Bakony bükkösein még találunk hatalmas törzsű egyedeket, de teljesen kifejlett erdők, őserdő jellegű állományok már alig találhatók. Az erdészetek pedig sokszor gazdasági szempontok alapján a gyorsabban növekvő fekete fenyőt (*Pinus nigra*) telepítették a lassabban növekvő bükk vagy a tölgyek helyett, de a feketefenyő telepítések zöme a tölgyes termőhelyeken és korábbi irtásterületeken, illetve kopárokon történt (OROSZI 2006).

A XXI. század egyik legnagyobb kihívása a klímaváltozás, ami az erdőgazdálkodásra, erdőkezelésre is hatással van. Az erdők szerepe a társadalomban, az erdők és az emberek közötti kapcsolat nem egyforma a világon, kontinensenként változó, de még egyazon kontinens országai között is eltérések vannak az erdők helyzetének megítélésében. Az úgynevezett fejlődő országokban zajló erdőirtásokat a fejlett országok aggódva figyelik, mert tudják, hogy az irtások következtében számos faj élőhelye is megszűnik, komplex és évszázadok alatt összezsugorodott életközösség bomlik fel. A szárazföldi ökoszisztémák közül az erdők rendelkeznek a legnagyobb szénmegkötő képességgel, következésképpen kulcsfontosságú, hogy a trópusi övezetekben még meglévő őserdőket megőrizzük a klímaváltozás elleni harcban. Az utóbbi évtizedekben a mérsékelt övön belül az elmúlt századokban kiirtott erdők helyére egyre több ország kezdett újraerdősítési programokba (GARAMSZEGI 2015).

Az erdőket a kiirtáson kívül a klímaváltozás lehetséges hatása is fenyegeti. A szubatlanti jellegű, hűvösebb, nedvesebb klímát igénylő bükköseinket (MAJER 1968) ilyen szempontból veszélyeztetettnek tekinthetjük (BARTHA et al. 2018): amennyiben a klíma az eddig prognosztizált mértékben változik, és bekövetkezik a legalább 1,5 °C-os átlagos hőmérsékletemelkedés, abban az esetben a magyarországi klímazonális bükkösök akár el is tűnhetnek az alacsonyabb tengerszint feletti magasságú területekről. Ezért fontos lenne, hogy a magyarországi erdőgazdálkodás a klímaváltozáshoz alkalmazkodó gazdálkodást folytasson erdeinkben (CASTILLO et al. 2022).

3.2. A vizsgálati területen lévő erdő kialakulásának története

Az eredetileg a területen álló bükköst a levágás után legelőként hasznosították, majd 1895 és 1906 között Szlavóniából hozott makkal és csemetékkel erdősítették, így a tölgyes mesterségesnek erdőnek tekintendő. Többnyire kocsányos tölgy ültetési anyagot használtak, de kocsánytalan, valamint csertölgy is került a területre, azonban ezek külön erdőrészekben találhatók. Eleinte köztes művelést folytattak az erdőben, ami annyit tesz, hogy

mezőgazdasági kultúrát neveltek a csemetesorok között. Az erdőben megtalálható elegyfajok a vörösfenyő – melyek még az ültetési időszakból származnak –, a majd később természetes úton megjelent kislevelű hárs, valamint a gyertyán, melyek jelenleg az állomány alsó szintjét képezik. Az erdő árkos részein találunk még bükköt, hegyi-, korai juhart, magas kőrist és rezgő/szürke nyarat (BERGER ex verbis).

3.3. Bakonybél környéki erdőgazdálkodás napjainkban

A Magas-Bakony területén lévő erdők kezelését a Bakonyerdő Zrt. végzi. 1970-ben alapították, akkor még Balatonfelvidéki Erdő- és Fafeldolgozó Gazdaság (BEFAG) néven. 2001-től működik a mai nevén, mint Bakonyerdő Erdészeti és Faipari Részvénytársaság. A részvénytársaság 100%-ban állami tulajdonban lévő, az alapítói jogkört a Magyar Állam nevében az Agrárminiszter gyakorolja. Teljes területéhez tartozik a Balaton-felvidék és a Magas-Bakony 60 400 hektár erdőterülete. Ennek a részvénytársaságnak részeként működik az Öreg-Bakonyt kezelő Bakonybéli Erdészet. Az Erdészet által kezelt mintegy 6877 ha erdő 87%-a természetvédelmi oltalom alatt áll, részét képezi a Magas-Bakony Tájvédelmi Körzetnek. Napjainkban már természetközeli erdőgazdálkodás folytatnak, cél az erdő hármas funkciójának (gazdasági, természetvédelmi, rekreációs) biztosítása. Az Erdészet támogatja az őshonos fajok elsődleges telepítését, a természetes magtermésből való felújítást és tarvágásnál sokkal kíméletesebb szálalóvágást ([http 2](http://2)).

3.4. Mintavétel élő fából

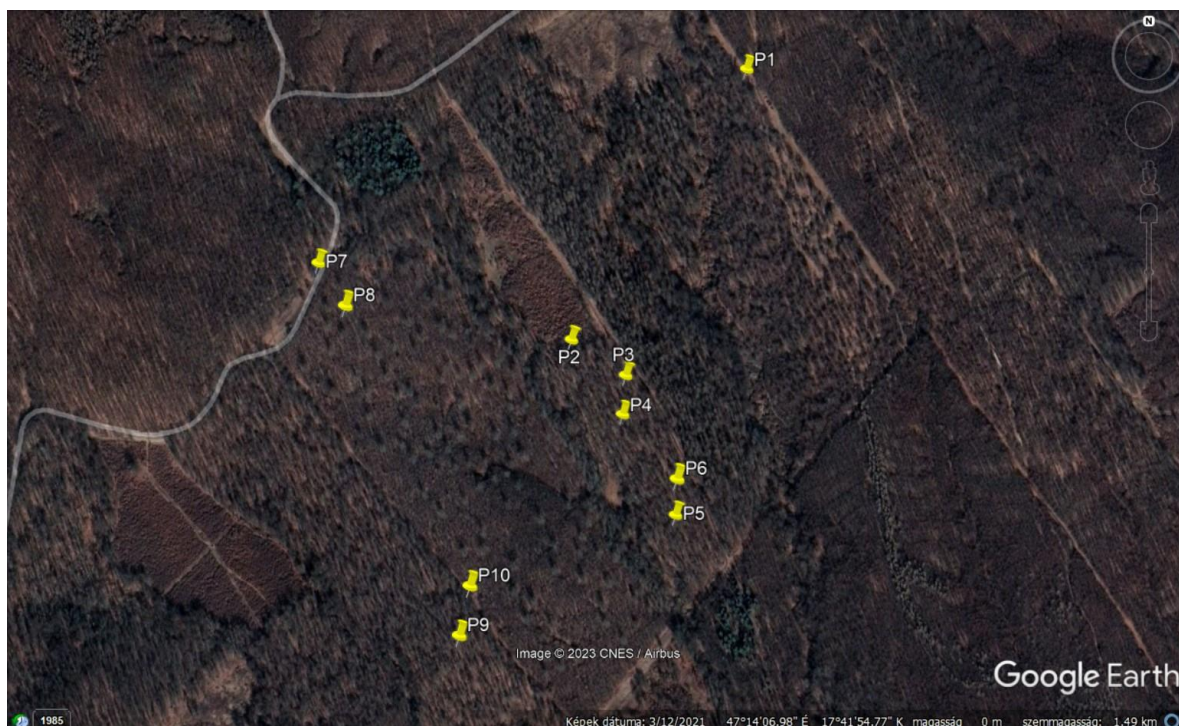
A növedékfúrót (Pressler-féle fűrő) 1855 körül Németországban fejlesztették ki. Kifejlesztésekor erdészek használták arra, hogy a fenyőfélék növekedésének vizsgálatával megállapítsák, mikor a legideálisabb letermelni a kiválasztott területen lévő egyedeket. Manapság már sokféle célból vesznek mintát élő vagy holt fából (GRISSINO-MAYER 2003).

Az eszköz használata és a mintavétel menete viszonylag egyszerű folyamat. A kiválasztott méretű fűrőt mellmagasságban a törzshöz illesztjük, majd a tekerőnyelet az óra járásának megfelelő irányba forgatjuk. Amikor elérkeztünk a kívánt mélységig, akkor illesztjük bele a tűt a fűrőbe, majd egy-két tekerést végzünk az óramutató járásával ellentétesen, amittől a minta kiszakad a fából, így az kihúzható. A mintát egy előre előkészített szívószálba vagy csőbe helyezzük, lezárjuk, majd ráírjuk a minta számát. A tekerőnyelet ekkor az óramutató járásával ellentétes irányban történő forgatással kicsavarjuk.

A mintavétel időpontjának meghatározásánál figyelembe kell venni, hogy a fatesten seb keletkezik a beavatkozás során. Kerülni kell a tavaszi hónapokat, amikor a fa növekedése, anyagcseréje a legintenzívebb, valamint a keletkezett sebbe a legkönnyebben hatolhat be betegséget okozó gombaspóra vagy károsító rovar (TSEN et al. 2016). A keletkezett lyukat nem szabad betömni, mert ezzel ideális körülményeket hozunk létre betegségek számára (GRISSINO-MAYER 2003). Egy a XX. század második felében végzett kísérletben a sebek bezáródása különböző tölgy fajoknál (*Quercus* spp.) 5 éven belül 100 százalékban megtörtént (TSEN et al. 2016).

3.5. Az évgyűrűminták elemzése

A Bakonybéli Erdészettel történő együttműködés keretei között mintavételre Berger Péter erdőgondnok előzetesen 10 db kocsányos tölgy egyedet jelölt ki, amelyek mintavételezése 2022 júliusában történt meg (3. ábra). A mintavételt témavezetőm, Dr. Saláta Dénes, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem docense, Berger Péter és Hüll László, a Bakonybéli Erdészet munkatársai végezték Pressler-féle növedékfúróval. A faegyedek fizikai paraméterei (mellmagassági törzskerület és törzssátmérő, magasság, egészségi állapot) is rögzítésre kerültek. A fák egészségi állapotának megállapítására a törzs és a korona állapotát vettük figyelembe, amelyekhez RADÓ 1999-es és SZALLER 2012-es munkáját vettük alapul.



3. ábra: A mintavételi helyek, a vizsgált kocsányos tölgyek elhelyezkedése Google Earth műholdfelvételen

A mintákat a helyszínen fasínekbe helyezték majd később azok beragasztására kerültek. A minták értékeléséhez szükséges volt azok csiszolása. Először szalagcsiszolóval, majd kézzel 80, 100, 200, 320, 600 és 1000 szemcseméretű csiszolóvászonnal, illetve csiszolópapírral kerültek felcsiszolásra, hogy jól láthatóak legyenek a vizsgálni kívánt évgyűrűk. A mintákat egymás alá helyezve és kalibrációs tárgylemezzel ellátva nagyfelbontású szkennelvel digitalizáltuk (4. ábra). Az így kapott képpel a QGIS térinformatikai programban dolgoztam tovább. A témavezetőm és Horváth Soma által kidolgozott módszerrel (TAKÁCS 2019, SALÁTA et al. 2022) az évgyűrűk mérését elvégeztem majd MS Excel segítségével diagramokat készítettem. A tíz minta közül csupán egy minta tartalmazza a belet, így a többi fa életkorának megbecsüléséhez egy úgynevezett Pith locatort használtam. Ez az eszköz egy kártya melyen koncentrikus körök jelzik az évgyűrűket. Ezeket a köröket kell összeilleszteni a mintával, hogy megbecsüljük hány évgyűrű hiányzik. (JOZSA 1988)



4. ábra: A fasínbe ragasztott minták nagyfelbontású szkennelt képe, kalibrációs tárgylemezzel

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

4.1. A vizsgált egyedek bemutatása

A faegyedek kódszámai és főbb jellemzői, valamint területi adatai az 1. táblázatban található. A faegyedek mintáira vonatkozó adatok a 2. táblázatban találhatóak.

1. táblázat: Vizsgált egyedek főbb jellemzői

A mintázott kocsányos tölgy (<i>Quercus robur</i> L.) egyedek főbb adatai Bakonybél, mintavétel: 2022. július 12., visszaellenőrzés: 2023. június 19.								
Minta kódja	Mintavétel helye	EOV koordináta (X)	EOV koordináta (Y)	Kerület (cm) *	Magasság (m)	törzs átmérő [cm] **	Egészségi állapot ***	Talajtípus
BB-22-01 P1	Iharkút 48G	211430,37	548088,76	259	25,2	82,4	4/5	agyagbemosódásos barna erdőtalaj
BB-22-02 P2	Iharkút 49C	211044,44	547827,59	250	30,6	79,5	4	agyagbemosódásos barna erdőtalaj
BB-22-03 P3	Iharkút 49F	210991,66	547905,45	203	18,2	64,6	3/4	agyagbemosódásos barna erdőtalaj
BB-22-04 P4	Iharkút 49F	210935,49	547900,10	149	25,9	47,4	3/4	agyagbemosódásos barna erdőtalaj
BB-22-05 P5	Iharkút 49F	210788,95	547974,28	264	30,4	84	3/4	agyagbemosódásos barna erdőtalaj
BB-22-06 P6	Iharkút 49F	210788,95	547974,28	142	27,4	45,2	2/3	agyagbemosódásos barna erdőtalaj
BB-22-07 P7 K	Iharkút 49D	211161,30	547462,41	301	24,4	95,8	5	agyagbemosódásos barna erdőtalaj
BB-22-07 P7 B	Iharkút 49D	211161,30	547462,41	301	24,4	95,8	5	agyagbemosódásos barna erdőtalaj
BB-22-08 P8	Iharkút 49D	211104,00	547886,00	271	26,2	86,2	4/5	agyagbemosódásos barna erdőtalaj
BB-22-09 P9	Iharkút 50D	210628,52	547665,50	248	28,6	78,9	3/4	rozsdabarna erdőtalaj
BB-22-10 P10	Iharkút 50D	210706,07	547055,01	142	22,6	45,2	4/5	rozsdabarna erdőtalaj
* mellmagassági kerület ** számított *** 5 (kiváló) → 1 (nagyon rossz)								

2. táblázat: Faegyedek mintavételi adatai

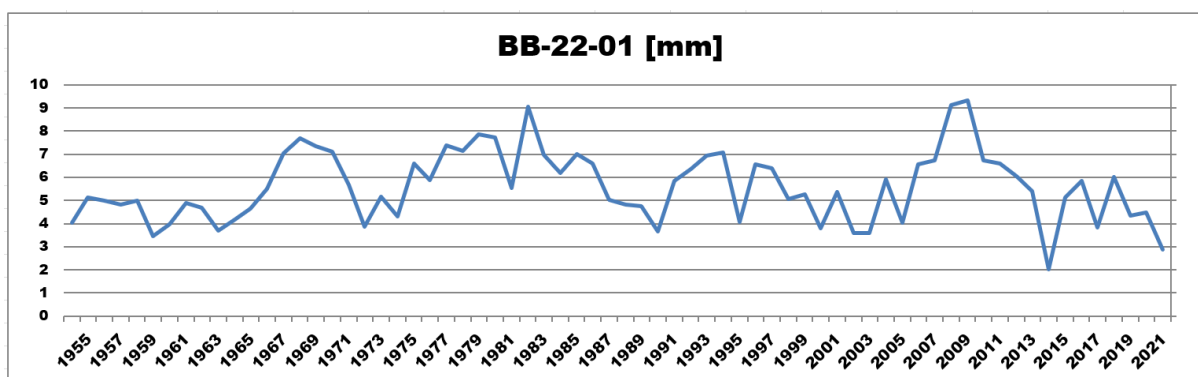
Minta kódja	Mintázott évgyűrűk száma	Belet tartalmazza e a minta	Hiányzó évgyűrűk becsült száma	Becsült kor (év)
BB-22-01 P1	69	N	10-20	80-100
BB-22-02 P2	97	N	5-10	100-110
BB-22-03 P3	112	N	5-10	117-125
BB-22-04 P4	111	I	0	111-114
BB-22-05 P5	109	N	5-10	112-120
BB-22-06 P6	102	N	0-5	105-110
BB-22-07 P7 K	100	N	5-10	105-120
BB-22-07 P7 B	95	N	10-20	105-120
BB-22-08 P8	100	N	5-10	105-110
BB-22-09 P9	100	N	5-10	105-110
BB-22-10 P10	112	N	0-3	112-115

4.2. A minták egyedenkénti elemzése

BB-22-01 P1

Az első egyed BB-22-01 P1 kódszámú fa, amely viszonylag az állomány szélén helyezkedik el. A legfiatalabb fa a tíz mintázott egyed közül a körülbelüli 80-100 évével. A mintában nem látszik a bél, így az életkorát becsülni lehet csak, melyet a pith locator (JOZSA 1988) segítségével úgy becsülöm, hogy a XX. század első évtizedeiben sarjadhatott ki. Összesen 69 db évgűrű számlálható meg a mintában, amelyek viszonylag egyenletes növekedést mutatnak (5. ábra). A legszélesebb évgűrűje közel 1 cm széles – ez 2009-ben keletkezett. A legkisebb növekedés 2014-ben látható, amikor csupán 2 mm széles évgűrűt növesztett, és szinte kizárólag a korai pásztából áll. A keskeny évgűrű az abban az évben dokumentált *Geometridae* fajok (kis téli-, nagy téli araszolók) károsításával hozhatók összefüggésbe.

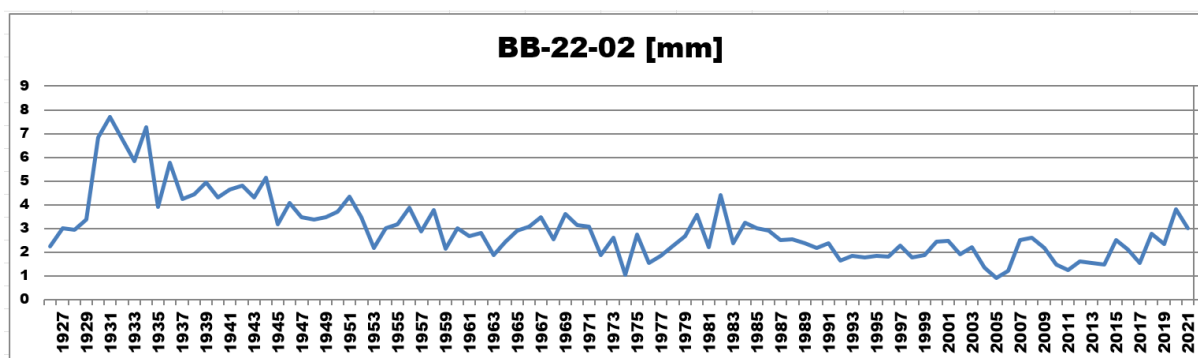
Az Erdészettől kapott adatok szerint ezen egyed körül 2004-ben végvágás történt, melynek során a területen lévő hasonló korú fákat kivágták, ez az egyed úgynevezett hagyásfaként maradt meg. Az egyed ezután elképzelhető, hogy több napfényhez jutott, ami megmagyarázza a diagramon látható 2006-2009-ig történt átlagon felüli évgűrűnövekedést. (2006 – 6,5 mm, 2007 – 6,7 mm, 2008 – 9,1 mm, 2009 – 9,3 mm). A vizsgált fa átlagos évgűrű-szélessége 5,5 mm, mellmagassági törzskerülete 259 cm, ami a mintázott egyedek közül a negyedik legnagyobb, magassága 25,2 méter, amivel a hatodik legmagasabb fa a vizsgált egyedek közül. Jó egészségi állapotban van, a mintavételi seb egy év elteltével is még szivárgott.



5. ábra: BB-22-01 P1 kódszámú egyed növekedés diagramja

BB-22-02 P2

A második egyed egy kerítés mellett álló fa. Magasságát tekintve a legmagasabb a vizsgált egyedek közül a maga kicsivel több mint 30 méterével. A mellmagassági törzskerülete 250 cm, amivel az ötödik a vizsgált fák közül. 97 évgűrűt számoltam a mintán, de sajnos a bél hiányában a pontos életkorát nem lehet megállapítani, körülbelül 100-110 éves lehet (6. ábra). Az egészségi állapota jó, a mintavétel helye egy év elteltével csak minimálisan szivárog. Az évgűrű szélességek alapján a fa életének első évtizedeiben növekedett a legtöbbet, 1931-ben az évgűrű szélessége 7,6 mm, de ezután átlagosan csupán 2,8 mm széles évgűrűket növesztett. Ennek oka az alászorultság lehet. A Bakonyt érintő gyapjaslepke kártétel a fa életében szemlátomást először 2005-ben jelentkezett, ez az invázió jól látszik a növekedési diagramon, ugyanis ebben az évben az egyed növekedése még az 1 mm-t sem érte el (0,9 mm).

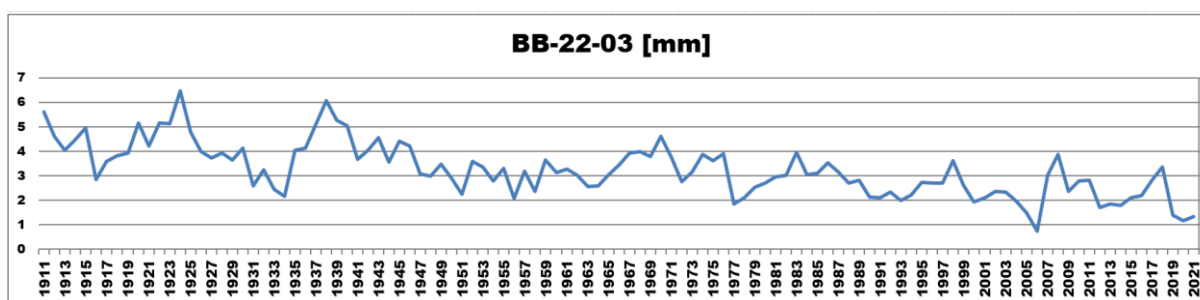


6. ábra: BB-22-02 P2 kódszámú egyed növekedés diagramja

BB-22-03 P3

A harmadik vizsgált kocsányos tölgy állományon belül található, közepes egészségi állapotú fa, magasságát tekintve a legalacsonyabb: 18,2 méter; a mellmagassági törzskerülete 203 cm, amivel a hetedik helyen áll. Ugyanakkor ez az egyik legöregebb a vizsgált tíz egyed közül. A pontos életkorát nem tudjuk, mert a mintából hiányzik a bél, de 112 évgűrűt tudunk megszámolni (7. ábra). A hiányzó évgűrűk száma 5-10 közé tehető, így hozzávetőlegesen a századfordulón, 1900-körül sarjadhatott ki. A növekedési görbéről leolvasható, hogy kisebb-nagyobb ingadozásokkal, de az 1940-es évekig nagyobb évgűrűket növesztett, kétszer is elérte a 6 mm vastagságot, átlagban ebben az időszakban 4,4 mm-es évgűrűket találunk. Ezután viszonylag egyenletesen növekedett: átlagosan 3 mm-es évgűrű-szélesség figyelhető meg.

A diagramon megfigyelhető egy kiugróan alacsony érték, a 2006-os évgűrű-növekedés nem érte el az 1 mm-t sem, csupán 0,73 mm. Ebből arra lehet következtetni, hogy az egyedet valamilyen stressz érthette, de ez nem esik egybe a többi fánál tapasztalt gyapjaslepke károsítással. A pontos ok kiderítéséhez további vizsgálatokra lenne szükség. A 2006-os növekedésbeli visszaesést követő években újra az átlagnak megfelelő 3-, illetve közel 4 mm-es növekedések következtek. A fa egészségi állapota közepes, a mintavételkor keletkezett seb egy év elteltével száraz (1. melléklet).

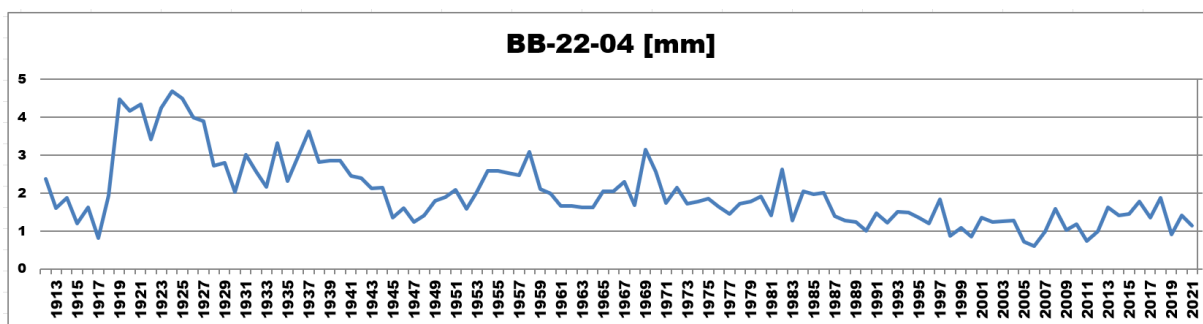


7. ábra: BB-22-03 P3 kódszámú egyed növekedés diagramja

BB-22-04 P4

A negyedik egyed ugyanabban az állományban található, mint a hármas számú. Magasságát tekintve az ötödik a sorban, 25,9 méter, a mellmagassági törzskerülete 149 cm, ami a harmadik legkisebb a vizsgált egyedek között. A minta ennél a fánál tartalmazza egyedül a belet, így pontosan lehet tudni, hogy 111 éves, vagyis 1911-ben indult növekedésnek (8. ábra).

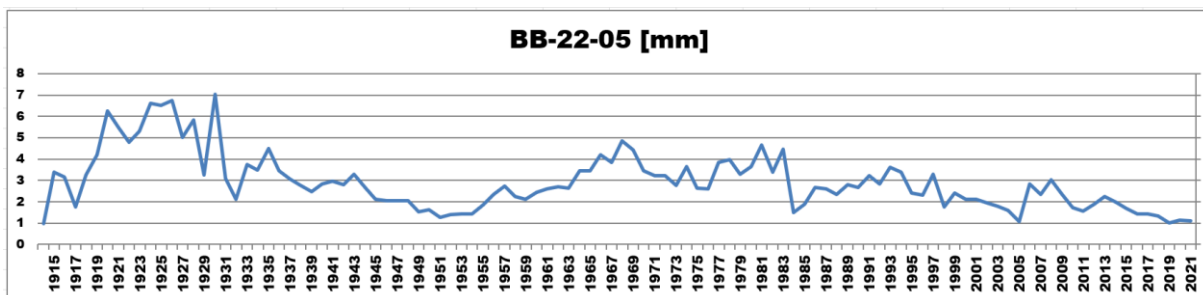
A diagramon látható növekedési görbéje azt mutatja, hogy az első hét évben csak átlagosan 1,6 mm-t tudott növekedni, majd 1919-től kilenc évig átlagban több mint 4 mm-t nőtt (a legnagyobb növekedés 1924-ben 4,6 mm volt), valószínűleg egy felnyílás következtében több napfényhez jutott a faegyed. Ezután viszonylag kiegyenlítődött növekedési görbét láthatunk évi átlagos 1,8 mm évgűrű-vastagodással. Csupán 3 évben sikerült 3 mm feletti növekedést elérnie ezek közül az első 1937-ben 3,6 mm, a következő 1958-ban 3,09 mm az utolsó pedig 1969-ben 3,1 mm. A 2005-ös, valamint a 2006-os évhez tartozó adatok a legalacsonyabbak a fa eddigi életében. A 2005-ös alacsony adatot a gyapjaslepke kártétellel magyarázhatjuk (CSÓKA és HIRKA 2009), ami 0,71 mm tehát 0,5 mm-es visszaesés az előző évi adathoz képest. A 2006-ban látható rekord alacsony érték (0,61 mm) azonban valószínűleg más stresszhatás következménye. A fa egészségi állapota közepes, a mintavételkor keletkezett seb száraz, begyógyult.



8. ábra: BB-22-04 P4 kódszámú egyed növekedés diagramja

BB-22-05 P5

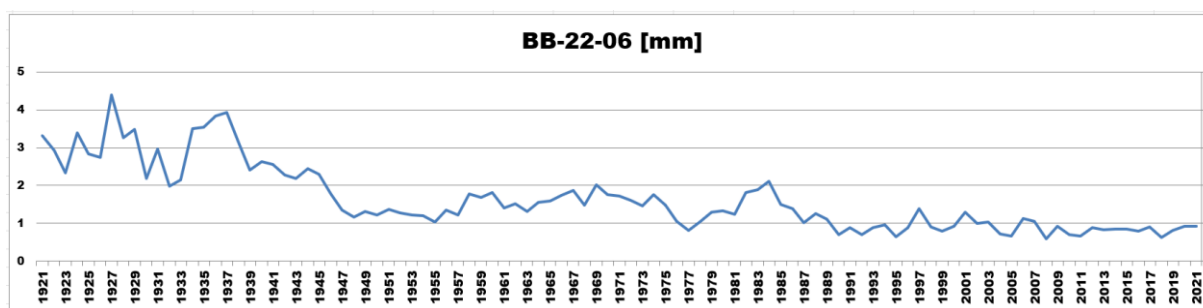
A következő faegyed az ötödik a vizsgált fák közül. Szintén állományban helyezkedik el. Magassága 30,4 méter, amivel a második a sorban, mellmagassági törzskerülete pedig 264 cm, ami a harmadik legnagyobb a faegyedek között. Egészségi állapotát tekintve közepes, a mintavételi seb minimálisan szivárog. A mintán 109 évgűrű látható, a bél hiányzik, így csak becsülni tudjuk az életkorát, ami 115-120 év lehet (9. ábra). A növekedési diagramon az első 18 évben 1914-től 1931-ig viszonylag nagy ingadozásokat figyelhetünk meg. Ebben a periódusban a legszélesebb évgűrűt (7 mm) 1930-ban a legkeskenyebbet (0,9 mm) 1914-ben növesztette a fa. Az átlagos évgűrű-növekedési vastagság ebben az időszakban 4,5 mm. 1932-től 1983-ig viszonylag egyenletes vastagságokat mértem, a legszélesebb évgűrűt 1968-ban (4,8 mm), a legkeskenyebbet 1951-ben (1,2 mm), az átlagos évgűrűsűrűség ebben az időszakban 2,9 mm. 1984-ben nagyon alacsony értéket láthatunk az előző és az azt követő évekhez viszonyítva (1,49 mm), ami valószínűsíthető, hogy más extrém hatásra alakulhatott így. Az 1985-től napjainkig tartó időszakban még egy extrém alacsony érték látható a diagramon. 2005-ben csupán 1 mm-t növekedett a faegyed, ami a korábban már említett, abban az évben megfigyelt gypjaslepke károsításnak tudható be.



9. ábra: BB-22-05 P5 kódszámú egyed növekedés diagramja

BB-22-06 P6

A hatodik faegyed az előző egyedtől csupán néhány méterre található. A tíz vizsgált fa közül ennek az egyednek a legrosszabb az egészségi állapota, így a mintavételnél keletkezett seb egy év elteltével is erősen és folyamatosan szivárgó állapotban van. Az egyed mellmagassági törzskerülete csupán 142 cm, amivel holtversenyben az utolsó helyen áll. Magassága 27,4 méter, amivel a negyedik a vizsgált egyedek között. A növedékfúróval vett mintán 101 évgyűrűt számoltam, a belet nem tartalmazza a minta, a becsült életkora 105-110 év (10. ábra). A korai éveiben magához képest szélesebb évgyűrűt növesztett: 1921 és 1945 között átlagosan 2,9 mm-es szélességű gyűrűket találunk, a legszélesebb évgyűrű az 1927-es évhez köthető, de ez is csupán 4,3 mm-es. 1946-tól napjainkig csupán kétszer éri el az évgyűrűszélesség a 2 mm-t (1969 – 2,0 mm, 1984 – 2,1 mm). 1946-tól az átlagos évgyűrűszélesség 1,2 mm.



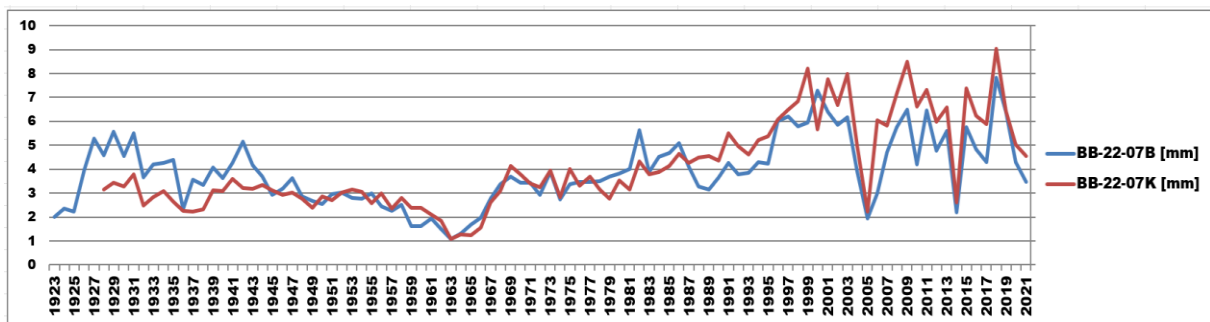
10. ábra: BB-22-06 P6 kódszámú egyed növekedés diagramja

BB-22-07 P7 K, BB-22-07 P7 B

A vizsgált faegyedek közül a hetedik egy út mellett áll, ezért az út felőli és az átellenes oldalról is készült mintavétel. K betűvel jelöltük az út felőli (külső), B betűvel a belső oldalhoz tartozó mintát. A vizsgált egyedek közül ez a fa van a legjobb egészségi állapotban, a mintavételkor keletkezett sebek, csak minimálisan nedvesek. Mellmagassági törzskerülete 301 cm, amivel a legnagyobb a tíz fa közül. Magassága 24,4 méter. Egyik minta sem tartalmazza a belet, így a pontos életkorát szintén csak becsülni lehet. A belső oldalból vett mintán 100 évgyűrűt számoltam, míg a külső oldalból vett minta 95 évgyűrűt tartalmaz. A fa becsült életkora 105-120 év között valószínűsíthető, ebből kifolyólag a XIX. és a XX. század fordulója körül sarjadhatott (11. ábra).

A két mintát összehasonlítva a diagramon az látszik, hogy a korai években nagy eltérés van a gyűrűk szélességében attól függően, hogy melyik oldalról való a minta, majd 1950-től a mért értékek többé-kevésbé fedik egymást. A belső oldalról származó mintában

1950-ig átlagosan 3,37 mm széles évgűrűket találunk, míg a külső oldalról vett mintában ugyanebben az időszakban csupán 2,96 mm átlagos szélességű gyűrűket láthatunk. Mindkét mintán jól látható, hogy a legkeskenyebb évgűrű az 1963-as, amely csupán 1 mm széles. A legszélesebb gyűrűk minden esetben a külső mintán figyelhetők meg. 1999-ben, majd 2009-ben is 8 mm feletti az évgűrű szélessége, és a legszélesebb 2018-ban eléri a 9 mm-t. Ennek a fának a növekedésén egyértelműen látszik, hogy egy tölgy annak ellenére, hogy életkora meghaladja a 100 évet, még nem számít öregnek, ugyanis a legnagyobb növekedéseket 1999-től láthatjuk. A diagramról könnyen leolvashatóak a Bakonyt érintő rovarkártételek. 2005-ben a gyalpaslepke okozott lombvesztést, majd 2014-ben a *Geometridae* fajok miatt lett keskeny az az évi évgűrű. Az Erdészettől kapott adatok alapján 1996-ban ezen a területen is végvágás történt, amelynek következtében ez az egyed mint hagyásfa maradhatott meg. Ennek a hatása jól megfigyelhető az évgűrű szélességek növekedésén mert 1997 és 2021 között átlagosan 5,75 mm-es évgűrűk keletkeztek, míg előtte 1928-1996 között csupán 3,36 mm-es évgűrűket találunk.

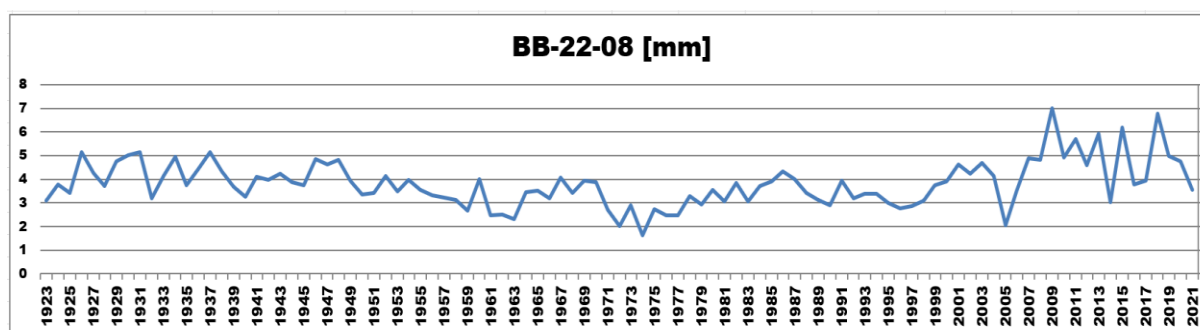


11. ábra: BB-22-07 P7 K, BB-22-07 P7 B kódszámú egyed növekedés diagramja

BB-22-08 P8

A nyolcadik egyed az előző egyeddel egy állományban található. Jó egészségi állapotban van, egy év elteltével a seb száraz. Mellmagassági törzskerülete a második legnagyobb, 271 cm, a fa magassága 26,2 méter. Kereken 100 évgűrűt számoltam a mintában, de a bél hiányában a pontos életkorát nem tudjuk, valószínűsíthető, hogy még 5-10 évgűrű hiányzik, így a fa feltehetőleg az 1910-es években sarjadt (12. ábra). A fa vastagodása viszonylag kiegyensúlyozott, 1997-től azonban szembetűnő növekedés tapasztalható az évgűrűk szélességében. 1996-ig az átlagos érték csupán 3,5 mm, ezzel szemben az 1997-től napjainkig összevetett évgűrű-növekedés átlaga 4,3 mm. Ez magyarázható az állományban 1996-ban történt végvágással, aminek következtében az addig alászorult egyed több napfényhez jutott, ami a növekedésében tisztán kivehető.

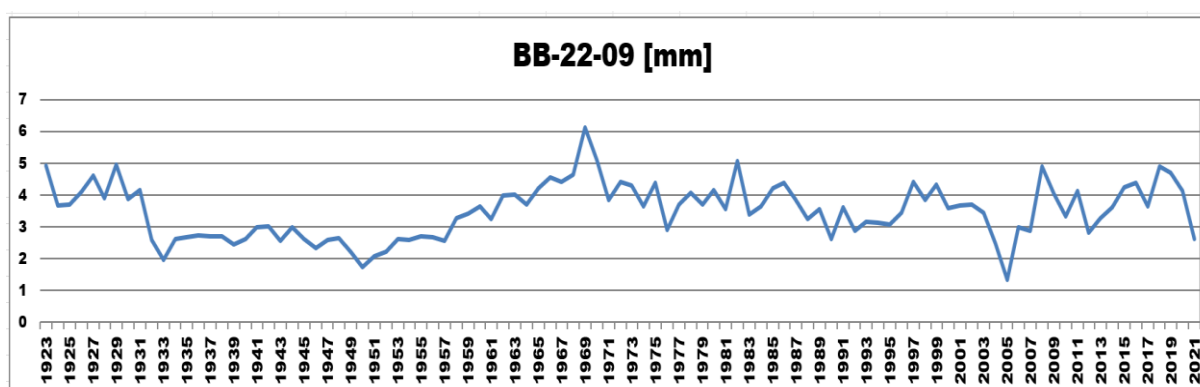
Ahogy az előző egyednél, itt is megfigyelhetjük mindkét regisztrált rovarkártételt. 2005-ben 2,06 mm, míg 2014-ben 3,02 mm széles növekedést láthatunk.



12. ábra: BB-22-08 P8 kódszámú egyed növekedés diagramja

BB-22-09 P9

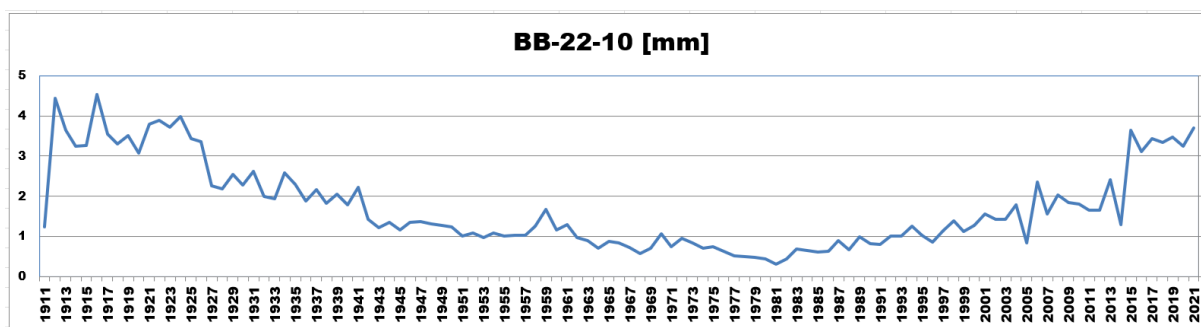
A vizsgált egyedek közül a kilencedik fa zártabb állományban található és közepes egészségi állapotú. Mellmagassági törzskerülete 248 cm, magassága 28,6 méter, így a harmadik legmagasabb a vizsgált egyedek közül. A mintavétel során keletkezett sebnél minimális szivárgás egykori jele látható. Az egyedből vett mintán 100 évgűrű található, de valószínűsíthető, hogy 5-10 gyűrű hiányzik, ezért becsült életkora 105-110 év (13. ábra). Az évgűrűszélességi mutatókból készült diagramon viszonylag kiegyensúlyozott növekedés látható, melyeknek átlagos mérete 3,48 mm. A legkeskenyebb évgűrűt 2005-nél találjuk, amit megmagyaráz az abban az évben regisztrált gyapjaslepke hernyója által okozott kártétel, ezzel szemben a 2014-ben regisztrált kártétel nem érintette ezt az egyedet jelentősebben.



13. ábra: BB-22-09 P9 kódszámú egyed növekedés diagramja

BB-22-10 P10

Az utolsó vizsgált faegyed ugyanabban az állományban található, mint az előző egyed. Egészségi állapota jó, a mintavétel során keletkezett seb csupán minimálisan nedves. Magassága csupán 22,6 méter, mellmagassági törzskerülete is kicsi, mindössze 142 cm, ezekből az adatokból már következtethetünk a helyzetére, miszerint nem jutott elégséges napfényhez a növekedéshez, tehát alászorult egyedről beszélünk (2. melléklet). A minta 112 évgűrűt tartalmaz, de a bél itt is hiányzik, ezért a valódi életkora nem ismert (14. ábra). Hozzávetőlegesen 3-5 évgűrű hiányzik, így vélhetőleg 115-117 éves lehet. Életének korai szakaszában viszonylag nagyobb növekedést tudott elérni, 1911-1926-ig átlagosan 3,49 mm széles évgűrűi vannak, majd valószínűleg alul maradt a napfényért vívott versenyben, és 1927-1942-ig már csak átlagosan 2,1 mm széles évgűrűket volt képes növeszteni. Ezután egy hosszabb időszak következik, 1943-2004-ig, melynek során átlagos növekedésének szélessége még az 1 mm-t sem éri el (0,97 mm). Az 1981-es adat azt mutatja, hogy ebben az évben növekedett a legkevesebbet élete során ez az egyed: mindössze 0,3 mm az évgűrű szélessége. A 2005-ben regisztrált gyapjaslepke kártétel szintén látható a diagramon, ebben az évben 0,83 mm volt a növekedés. Az Erdészettől kapott információk szerint 2003-ban az állományban bontást végeztek, aminek következtében a fa több napfényhez jutott, ezért a 2005-2022 közötti időszakban átlagosan már 2,4 mm-t tudott növekedni. A 2014-es gyapjaslepke invázió miatt abban az évben 1,2 mm-re csökkent az éves gyarapodása.



14. ábra: BB-22-10 P10 kódszámú egyed növekedés diagramja

4.3. Az évgyűrűvizsgálatok eredményei

A tíz vizsgált faegyed növekedési görbáját egy diagramra helyezve leolvashatjuk azokat az éveket, amelyekben a különböző környezeti hatások a faegyedek többségének növekedését pozitív vagy negatív módon befolyásolták (15. ábra).

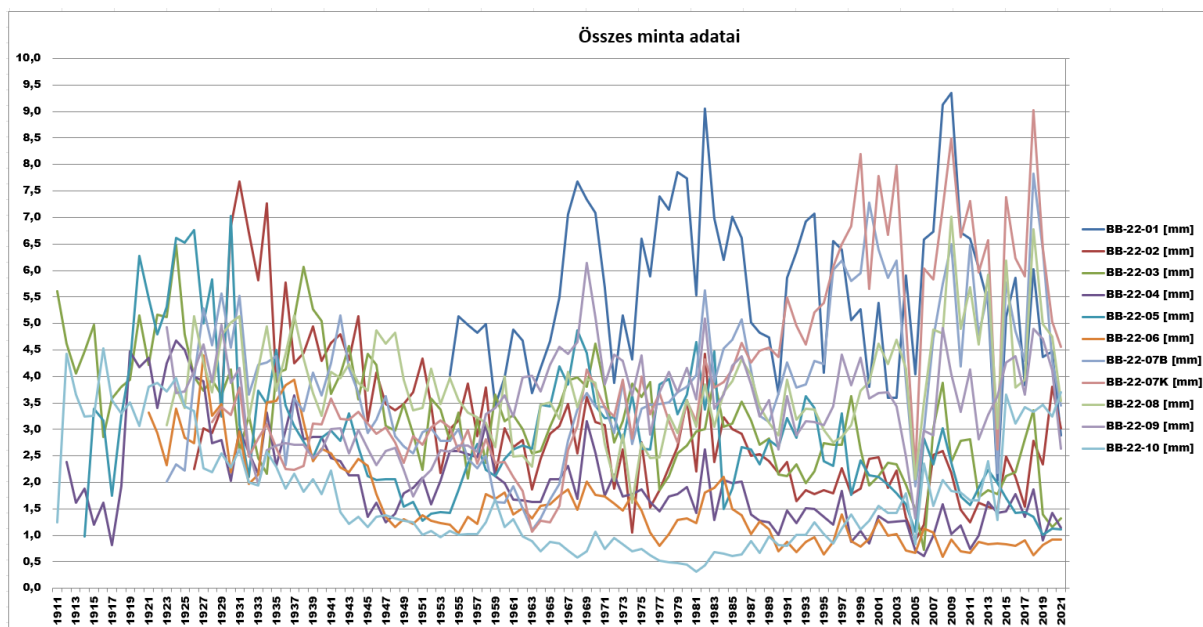
Az első és legszembetűnőbb jelenség, ami a legtöbb egyednél egy rekord alacsony növekedést idézett elő, az a 2005-ben dokumentált gyapjaslepke károsítás. Jól látható az ábrán, hogy az egyedek többségénél az évgyűrűszélesség meredeken visszaesik az előző évihez képest, majd ismét magasabb, átlagoshoz közeli értéket vesz fel a következő évben. Hasonlóképpen látványos a *Geometridae* fajok okozta károsítás a 2014-ben.

Kisebb mértékű és kevesebb egyedre vonatkozó növekedésbeli visszaesés látható az 1932-ben, amikor a BB-22-07 és a BB-22-08-as számú, közel egymás mellett álló egyedek görbéje hasonló mértékű, negatív kiugrást mutat az előző és az utána következő évekhez képest. Az 1974-ben a BB-22-01, a BB-22-02, a BB-22-07 és a BB-22-08-as számú egyed mutat együttes visszaesést, melyek közül csupán a 07-es és a 08-as egyed található viszonylag közel egymáshoz. 1982-ben a tíz egyedből hat (BB-22-01, BB-22-02, BB-22-04, BB-22-07, BB-22-08, BB-22-09) fát valamilyen pozitív környezeti hatás ért, mert az ebben az évben leolvasható növekedési értékeik kiugróan magas számot mutatnak az azt megelőző és az azt követő évhez képest. Ennek a pozitív környezeti hatásnak az azonosításához további kutatásra lenne szükség.

Ha minden egyednek megnézzük a növekedési átlagát, háromnak a növekedése nem éri el a 2 mm-es átlagos gyarapodást (BB-22-10 – 1,73 mm; BB-22-04 – 1,99 mm; BB-22-06 – 1,61 mm). Az egészségi állapottal párhuzamot vonva megfigyelhetjük, hogy a legrosszabb egészségi állapotú BB-22-06 számú fa mutatja a legkevesebb átlagos növekedést. A másik két egyed egészségi állapota nem indokolja az alacsony növekedést, esetükben valószínűleg az alászorultság miatt alacsony ez az érték. A példányok többségénél 2,9-3,9 mm-es érték között mozog az átlagos éves növekedés, viszont kiemelkedően magas, 5,5 mm, a BB-22-01-es egyednél. Ez a fa az állomány szélén található, így elegendő napfényhez és tápanyaghoz jut a megfelelő növekedéshez.

A vizsgált fák többségében jó egészségi állapotot mutatnak. Egy egyed (BB-22-07) kitűnő, míg három másik (BB-22-01, BB-22-08, BB-22-10) nagyon jó állapotban van. Mindössze egyetlen egyed a BB-22-06 kódszámú, amelyik állapotát tekintve rossznak mondható. Ennek az egyednek a növekedési görbéje az egész életét vizsgálva gyengének mondható bár a kezdeti években még ígéretesen indul, majd folyamatosan romlik.

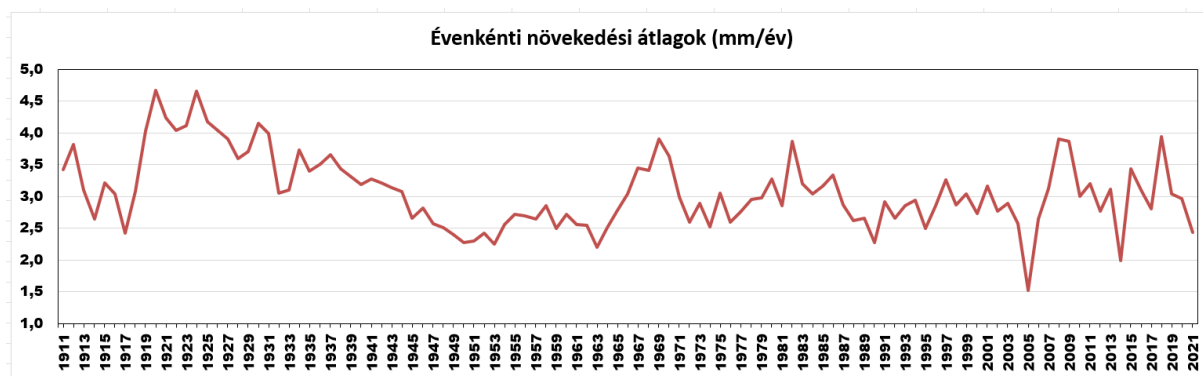
Ha a növekedési diagramot a fák fejlődésének megfelelő három szakaszra bontjuk – korai (0-20 év), közép (20-50 év) és késői (50 évtől) növekedés szakasza – a tíz faegyed közül négyenél figyelhető meg egyértelmű növekedésbeli visszaesés (BB-22-02, BB-22-04, BB-22-05, BB-22-06) a korai és a késői értékek között. A BB-22-10-es számú egyed a korai stádiumában intenzíven fejlődik, a középső életszakaszban visszaesik a növekedése, majd a késői értékek újra magas növekedési erélyt ábrázolnak. A BB-22-07-es és a BB-22-08-as egyednél egészen a 2000-es évekig, vagyis a fák 80-90 éves koráig, nagyjából kiegyenlített növekedést láthatunk, majd mindkét fa magasabb értékeket mutat az utóbbi 20 évben. A BB-22-01, BB-22-03 és a BB-22-09-es egyednél többé-kevésbé kiegyenlített növekedési értékeket olvashatunk le a diagramról.



15. ábra: Az összes egyed növekedési diagramja

Amennyiben az évenkénti átlagos növekedést nézzük (16. ábra), 1911 és 1921 között csupán négy mintának az értékét láthatjuk, 1921-től már öt, 1923-tól már hét, 1926-tól már nyolc, 1928-tól már kilenc egyednek a növekedését lehet összevetni. 1954 az év, amikor mind a tíz vizsgált egyednek a növekedési görbéjét össze lehet hasonlítani. Az 1930-as évektől csökkenő növekedést lehet látni, ami 1963-ban mutatja a legalacsonyabb értéket (2,2 mm) majd egy 6 éven át tartó folyamatos növekedést tapasztalunk, amit egy újabb visszaesés követ. Ebben a növekedésben majd visszaesésben feltehetőleg az időjárási viszonyok játszottak közre. Az 1969-es és az 1982-es érték kiugróan magas értéket mutatnak, érdekes lenne megvizsgálni milyen időjárási viszonyok jellemezték azokat az éveket. Ezen a

diagramon, ami az átlagos évenkénti növekedést mutatja, szintén jól látszik a 2005-ben történt gyapjaslepke majd a 2014-ben bekövetkezett *Geometridae* károsítás.



16. ábra: Évenkénti növekedési átlagok

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A vizsgált egyedek növekedésének adataiból a várakozásnak megfelelően az alábbi figyelemre méltó eredmények születtek. A bükkös régióbeli tölgyesben álló kocsányos tölgyek növekedését tekintve, mintegy százéves koruk ellenére is aktívnak mondhatóak. A tízből egyetlen egyed (BB-22-06 P6 kódszámú) van rossz egészségi állapotban a többi átlagosan jónak mondható.

A vizsgált területen 2005-ben történt gyapjaslepke károsítás az évgyűrű-növekedéseken kitűnően látszik. A tíz vizsgált egyed mindegyikénél növekedésbeli visszaesést figyeltem meg, átlagosan 1,0 mm-el csökkent az előző évhez képest az évgyűrűk szélessége. Az előző évi adatokhoz viszonyítva a legnagyobb eltérés a BB-22-07 P7-es kódszámú egyednél látható. Ennél az egyednél a 2004 és 2005 közötti adatok között 2,4 mm-es különbséget figyeltem meg, majd a következő évben 2006-ban újra 2,5 mm-es növekedést láthatunk. Két egyed esetében érdekes adatokat figyelhetünk meg ehhez az időszakhoz. A BB-22-03 P3-as kódszámú fa növekedési adatai 2004-ben 1,96 mm, 2005-ben 1,48 mm, ami 0,5 mm-es csökkenés majd 2006-ban a növekedés még ennél is kevesebb, csak 0,73 mm és csak 2007-ben láthatunk újból magasabb értéket: 3,01 mm. A BB-22-04-P4-es kódszámú fa esetében hasonló tendenciát láthatunk: 2004-ben 1,27 mm, 2005-ben 0,71 mm, 2006-ban 0,61 mm, 2007-ben 0,99 mm és csak 2008-ban éri el újra a növekedés az 1,58 mm értéket. Ahhoz, hogy kiderítsük miért alakultak így az értékek, további vizsgálatokra lenne szükség.

2014-ben a Bakonyban a *Geometridae* fajok okoztak hasonló mértékű kártételt, mint a gyapjaslepke 2005-ben. Az átlagos növekedésbeli visszaesés 1,3 mm. Az előző évhez képest a legnagyobb eltérés ekkor is a BB-22-07 P7-es egyednél figyelhető meg, ebben az esetben 3,6 mm a különbség az évgyűrűk szélességében a 2013-as és a 2014-es adatok között. Érdekes, hogy a BB-22-09 P9-es fa esetében, a 2013-as és a 2014-es adatokat összehasonlítva, nem csökkenést, hanem 0,4 mm növekedést láthatunk az évgyűrű szélességek között.

Az Erdészettől kapott adatok alapján a vizsgált területen különböző években végeztek fahasználati beavatkozást. Ezek alapján három egyednél egyértelműen látszik, hogy a gyérítést követően több napfényhez jutottak a szóban forgó példányok. A BB-22-07-es kódszámú fa környezetében 1996-ban végeztek végvágást így az 1996-ig átlagosan 3,36 mm-es gyarapodás 1997-től 2021-ig 5,75 mm-re növekedett. A szintén ugyanazon a területen álló BB-22-08 P8-as kódszámú egyed esetében is az 1996-ig átlagosan 3,5 mm-es gyarapodás 1997-től 2021-ig 4,3 mm-re növekedett. A BB-22-10 P10-es számú fa esetében 2003-ban

történt gyérítés az egyed körül, ami azt eredményezte, hogy az addigi átlagos gyarapodás 1,6 mm-ről 2,39 mm-re növekedett 2004-2021-ig.

Az évgyűrű-mintákat a jövőben össze lehetne vetni a terület klimatikus adataival, hogy a növekedési diagramokon látható többi értéket is meg tudjuk fejteni. Például mi okozta az extrém magas értékeket 1982-ben? Fontos, hogy a múltbeli adatokat tanulmányozva a klímaváltozás az erdőt várhatóan érő esetleges pozitív vagy negatív jövőbeli hatásait megismerjük, és arra időben felkészüljünk.

Az erdőgazdálkodás napjainkban kizárólag a modern természetközeli erdőgazdálkodás alapelvei mentén perspektivikus. Soha többet nem szabadna tarvágást alkalmazni, helyette a természetközeli szálalóvágást és a természetes magról való felújulást kellene preferálni. Az öreg fáknak, majd később a belőlük keletkező holtfának az erdő ökoszisztémában kiemelkedően fontos szerepe van. Az öreg famatuzsálemek hatalmas lombjai között fészkel számos madárfaj például a fekete gólya, valamint némely bagolyfaj is csak az öreg fák odúiban talál otthont. A holtfák élőhelyet, táplálékot biztosítanak számos ízeltlábú részére, valamint a biológiai lebontásban számos gombafajnak jut szerep. A holtfák, amíg le nem bomlanak, mikroélőhelyként szolgálnak, majd a bomlásuk után humusszá alakulnak.

Egy olyan komplex élőhelyet mint az erdő tanulmányozni, vizsgálni kell, hogy megértsük. Ebben különböző dendrotudományok lehetnek a segítségünkre, hogy az erdő ökoszisztémáját megőrizzük és a klímaváltozás esetleges negatív hatásaira a lehető legjobban felkészüljünk.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Szakdolgozatomban az Öreg-Bakony területén található bükkös régióbeli tölgyesben lévő tíz kocsányos tölgy évgyűrű-növekedésének vizsgálatát végeztem el. Az Öreg-Bakony szubmontán éghajlata kedvező a bükkös erdőtársulásnak, azonban a vizsgálati területen mégsem bükköket találunk, hanem kocsányos tölgyeket, melynek oka a terület történetében keresendő: az Esterházy család szaporítóanyagot a kiterjedt szlavóniai erdeiből biztosított ezen erdők telepítéséhez.

A mérsékelt éghajlati övön élő fákban – mint a kocsányos tölgyek – a kambium periodikusan változó működése évgyűrűket hoz létre, melyek korai és késői pásztából állnak. Az évgyűrűk, vagyis a korai és a késői pászta vastagsága függ a fát ért környezeti hatásoktól. Amennyiben egy területen élő több egyednek az évgyűrűit összehasonlítjuk, megvizsgálhatjuk a fák környezetükre adott válaszát így az erdőre, mint ökoszisztémára ható környezeti tényezőkről kapunk információt.

A Bakony történelmi áttekintéséből kiderül, hogy annak erdőborítottsága hogyan alakult az elmúlt évezred során. Az ember megjelenésekor használni, irtani kezdte az erdőt, de az erdőtakaró nagymértékű pusztulása a XVIII. századtól gyorsult fel. A népesség növekedésével együtt járó kiterjedt településhálózat kialakulása miatt egyre nagyobb területeken irtották ki az erdőket, ami a XX. századra közel a felére csökkent. A XXI. század szemléletmódja az újraerdősülést és a természetközeli erdőgazdálkodást támogatja, amelyet a vizsgált területet kezelő Bakonybéli Erdészeti is képvisel.

A mintavételezés 2022 júliusában történt Pressler-féle növedékfűrővel. A mintákat fasínekbe ragasztva, felcsiszolva kaptam meg majd nagyfelbontású szkennelés után a QGIS térinformatikai programot használtam az évgyűrűk vastagságának tized mm pontos lemérésére. Az adatokat Microsoft Excel programban dolgoztam fel.

A tíz vizsgált faegyed igen változatos növekedési mintázatot mutatott. Az egyedek többségénél megfigyelhető a 2005-ben és 2014-ben kiugróan alacsony évgyűrűszélesség, ami a gyapjaslepke, valamint a *Geometridae* fajok nagymértékű károsítására vezethető vissza. Szintén több fára jellemző, hogy életének valamelyik szakaszában az addigiaknál több fényt kapva fejlődése nagyobb üteműre vált. Ezek a megváltozott fejlődésű szakaszok jól egyeztetethetők a területen elvégzett fahasználati beavatkozásokkal.

Következő lépés lehetne a minták összevetése a terület időjárási adataival melyekből megtudhatnánk, hogy a kiugró értékek milyen klimatikus adatokhoz köthetőek, ezáltal szélesebb képet kaphatnánk a területet ért környezeti hatásokról.

7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szakterdolgozatomat Pifkó Dániel emlékének ajánlom, aki a dolgozatom elkészüléséhez jó tanácsokkal, valamint könyvekkel segített, azonban tragikus hirtelenséggel elhunyt, így dolgozatomat már nem olvashatta.

Köszönettel tartozom konzulenseimnek, Dr. Saláta Dénesnek, Dr. Bauer Norbertnek és Berger Péternek a szakterdolgozatom elkészítéséhez nyújtott segítségükért. Köszönöm továbbá Dr. Bóka Károlynak a faanatómiai ismereteim bővítéséhez nyújtott segítségét. Köszönöm munkatársaimnak a Természettudományi Múzeum Növénytárában, hogy könyvekkel, tanácsokkal és sok biztató szóval láttak el az elmúlt időszakban. Köszönettel tartozom anyukámnak és férjemnek, akik nélkül nem jutottam volna idáig. Végül pedig köszönöm a Bakonybéli Erdészet munkatársainak, és kiemelten Kovács Attila erdészet igazgató úrnak, hogy támogatta a vizsgálatot, valamint Hüll László kerületvezető erdésznek a terepmunka során nyújtott segítségét.

8. IRODALOMJEGYZÉK

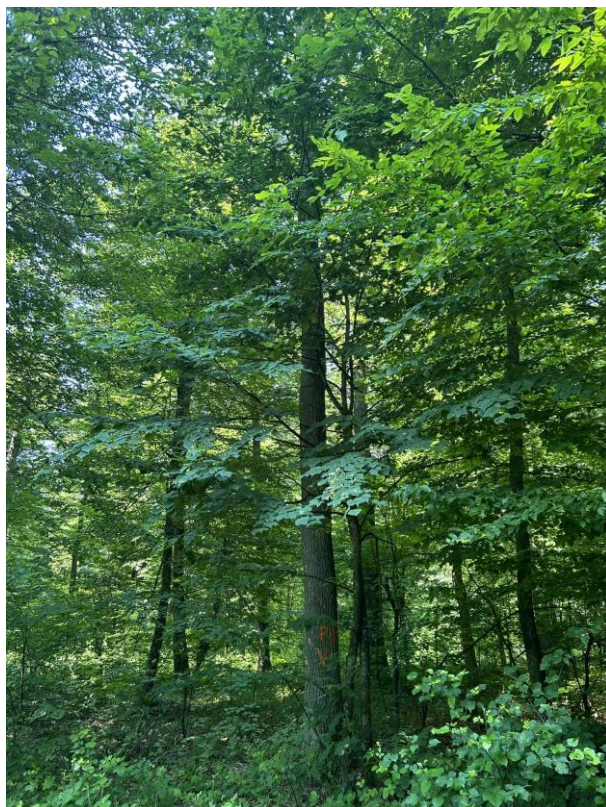
- Balouet J.-C., Oudijk G., Smith K.T., Petrisor I., Grudd H., and Stocklassa B. (2007): Applied Dendroecology and Environmental Forensics. Characterizing and Age Dating Environmental Releases: Fundamentals and Case Studies, *Environmental Forensics*, 8. pp. 1–17.
- Bartha D. (2005): *A magyarországi erdők természetességének vizsgálata*, MTA Doktori Értekezés, Sopron p. 11.
- Bartha D., Berki I., Lengyel A., Rasztoivits E., Tiborcz V. és Zagyvai G. (2018): Erdőtársulások és fafajaink átrendeződési lehetőségei a változó klímában, *Erdészettudományi Közlemények*, 8. évfolyam 1. szám, pp. 163–195. DOI: 10.17164/EK.2018.011
- Bölöni J., Molnár Zs., Kun A. (szerk.) (2011): *Magyarország élőhelyei. A hazai vegetációtípusok leírása és határozója. ÁNÉR 2011*. Vácrátót: MTA ÖBKI, p. 441.
- Castillo M. del E., Zang C.S., Buras A. et al. (2022): Climate-change-driven growth decline of European beech forests. *Commun Biol* 5, 163. <https://doi.org/10.1038 p.6>.
- Csóka, Gy és Hirka, A. (2009): *Gyapjaslepke (Lymantria dispar L.) legutóbbi tömegszaporodása Magyarországon*. – *Növényvédelem*, 45 (4): 196–201.
- Dövényi Z. (szerk.) (2010): *Magyarország kistájainak katasztere* - második, átdolgozott és bővített kiadás. Budapest: MTA Földrajztudományi Kutatóintézet. p. 876.
- Fekete G. (1959): Angaben zur Zönologie der moesischen Schwarzföhrenwälder. – *Acta Botanica Academiae Scientiarum Hungaricae* 5(3–4): pp. 327–347.
- Fekete G. (1964): *A Bakony növénytakarója* (Die Pflanzendecke des Bakony-Gebirges). A Bakony természettudományi kutatásának eredményei I. (Resultationes investigationis rerum naturalium Montium Bakony I.), Bakonyi Múzeum, Veszprém, p. 53.
- Fritts H. C. and Swetnam T. W. (1989): Dendroecology: A Tool for Evaluating Variations in Past and Present Forest Environments, *ADVANCES IN ECOLOGICAL RESEARCH Vol. 19*, pp. 111–116
- Greguss P. (1945): *The identification of central-european Dicotyledonous trees and shrubs based on Xylotomy*, Budapest, Magyar Természettudományi Múzeum, 24. tábla
- Grissino-Mayer, H.D. (2003): *A manual and tutorial for the proper use of an increment borer*. Tree-Ring Research 59(2): pp. 63–79.
- Keresztesi B. (szerk.) (1967): *A tölgyek*. Budapest: Akadémia kiadó. p. 656.
- Kristóf Z. (szerk.) (2013): *Növények és gombák szerveződése*, Budapest: Eötvös Loránd Tudományegyetem, pp. 48–51.
- Majer A. (1968): *Magyarország erdőtársulásai* Budapest: Akadémia Kiadó. p. 334, p. 516.
- Majer A. (1972): Évgyűrű-kronológia. *Az erdő* 107(4): pp. 164–171.
- Majer A. (1982): *A Magas-Bakony természettudományi kutatásának újabb eredményei - A bakonyi bükkösök jelentősége, összetétele és fenntartása* – Zirc: Bakonyi Természettudományi Múzeum. pp. 39–52.
- Metcalf C.R. and Chalk L. (1980): *Anatomy of the Dicotyledons*, Clarendon Press p. 288.

- Misi D. (2017): Az évgyűrűk mint éghajlati adattárak. *Természettudományi Közöny* 146(12): pp. 557-559.
- Molnár S., Peszlen I., Pankó A. (2007): *Faanatómia*. Budapest: Szaktudás Kiadó Ház. p. 230.
- Morgós A. (2002): A dendrokronológiáról. *Erdélyi Magyar Restaurátor Füzetek* 2: pp. 13-25.
- Oroszi S. (szerk.) (2006): Bakonyi erdők, bakonyi évszázadok. *Erdészettörténeti Közlemények* 68: 194 p. (teljes szám)
- Saláta D. (2009): Legelőerdők egykor és ma – A fás legelők és legelőerdők kialakulásának és hasznosításának emlékei egy öreg-bakonyi (pénzesgyőr-hárskúti) fás legelő tájtörténeti feltárásának példáján keresztül. *Erdészettörténeti Közlemények (Historia Forestalis) LXXIX.*: p. 80 .
- Saláta D., Takács M., Hüll L., Pető Á. (2022): Közöséges bükk növekedésének vizsgálata évgyűrűk alapján a Pápvár déli lejtőjén (Bakony) – előtanulmány, *Tájökológiai Lapok* · 20 (2): pp. 59–81.
- Szabados I. (2007): *Dendroklimatológiai elemzések az erdészeti kutatásban*, Környezettudományi Szimpózium kiadványa, https://erti.hu/images/erti/Publikaciok/2007/2007_58.pdf
- Tsen E. W. J., Sitzia T., and Webber B. L., (2016): *To core, or not to core: the impact of coring on tree health and a best-practice framework for collecting dendrochronological information from living trees*, *Biol. Rev.* (2016), 91, pp. 899–924.
- Wallner E. (1941): A Bakony erdőtakarójának átalakulása a XVIII. század végéig *Földrajzi Közlemények* LXIX. kötet 1941. 1. szám (teljes szám)
- Wilford D., Cherubini P., and Sakals M. (2005): *Dendroecology A Guide for Using Trees to Date Geomorphic and Hydrologic Events*, B.C. Min. For., Res. Br., Victoria, B.C. Land Manage. Handb. No. 58. (teljes szám)
- http 1 Központi Statisztikai Hivatal honlapja. Letöltés dátuma: 2023. 10. 15. forrás: https://www.ksh.hu/stadat_files/kor/hu/kor0058.html
- http 2 Bakonyerdő Erdészeti és Faipari Zrt. honlapja. Letöltés dátuma: 2023. 09. 10 forrás: <https://www.bakonyerdo.hu/erdogazdalkodas/erdeszeteink/bakonybel>
- http 3 Zirc a Bakony fővárosa honlapja. Letöltés dátuma: 2023. 09. 19. forrás: <https://turizmus.zirc.hu/list-page/319-erdekessegek/1233-zirc-es-a-bakony-szo-eredete>

9. MELLÉKLETEK



1. Melléklet: BB-22-03 P3 kódszámú fa mintavételi helye fotó: Karikás Maja



2. Melléklet: BB-22-10 P10 számú faegyed fotó: Karikás Maja

10. NYILATKOZAT

Alulírott Karikás Indira Maja, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Szent István Campus, Természetvédelmi mérnök szak, levelező tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Szakdolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: nem

Kelt: Gödöllő, 2023. év október hó 28. nap



Hallgató

NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Szakdolgozatot záróvizsgán történő védelemre javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: nem

Kelt: Gödöllő, 2023. év október hó 28. nap



Belső konzulens