

SZAKDOLGOZAT

Bodolay Zsolt
Természetvédelmi mérnök

Gödöllő
2023



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

**HONOS FAFAJOK NÖVEKEDÉSÉNEK VIZSGÁLATA
ÉVGYŰRŰK ALAPJÁN A FÁCÁNOS ERDŐBEN,
GÖDÖLLŐN**

Belső konzulens: Dr. Saláta Dénes
egyetemi docens

Külső konzulens: Bucsai Csaba
Ügyvezető, Erterv Bt

Készítette: Bodolay Zsolt
IOG12S
Levelező tagozat

Intézet/Tanszék: Vadgazdálkodási és
Természetvédelmi Intézet
Természetvédelmi és
Tájkazdálkodási Tanszék

**Gödöllő
2023**

TARTALOMJEGYZÉK

1.	BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK	4
2.	SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	5
2.1.	A gödöllői Fácános erdő természetföldrajzi jellemzői.....	5
2.1.1.	Éghajlata	5
2.1.2.	Vízrajza	6
2.1.3.	Növényzete	6
2.1.4.	Talajtani jellemzők	7
2.2.	Az évgyűrűkről.....	8
2.3.	A dendrotudományokról.....	9
2.4.	Mintavétel Pressler-féle növedékfúróval.....	12
3.	ANYAG ÉS MÓDSZER.....	14
3.1.	A Fácános-erdő története.....	14
3.2.	Erdőrészletek bemutatása	19
3.3.	A mintavételezés	20
3.4.	A minták kezelése, adatok feldolgozása.....	20
3.5.	Vizsgált fajok általános jellemzői	23
4.	EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELEÉSÜK.....	27
4.1.	Vizsgált egyedek bemutatása	28
5.	KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK.....	42
6.	ÖSSZEFOGLALÁS	43
7.	KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS.....	45
8.	IRODALOMJEGYZÉK	46
8.1.	Ábrajegyzék/Táblázatjegyzék	48
9.	NYILATKOZAT.....	50

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

A fásszárú növények számos létfontosságú feladatot látnak el a bioszférában. Ilyen az oxigéntermelés, az élelem- és élőhely biztosítása más élőlények számára, a talajerózió elleni védelem, a szén-dioxid elnyelése és megkötése, a klímaváltozás mérséklése, valamint a különböző ökoszisztéma szolgáltatások ellátása. Éppen ezekből a feladatokból fakadóan, kiemelkedően fontos a fásszárú vegetáció növekedésének vizsgálatával foglalkozó, az ökológia és a növénytudományok azon kutatási területe, amely a fák és cserjék növekedésének tanulmányozására összpontosít az évgyűrűk vizsgálatán keresztül. A növekedésvizsgálat segít megérteni és meghatározni a növények eloszlását, biodiverzitását, ökológiai szerepét. Az évgyűrűk tanulmányozása révén információkat nyerhetünk a növények növekedési üteméről, élettartamukról, valamint a környezeti tényezők hatásáról, mint például a csapadék, a hőmérséklet vagy a talaj minősége.

A mérsékelt éghajlati övben élő fásszárú növények életkorát és növekedését az évgyűrűk rétegződése jelzi, amelyeket évente egy újabb réteg képződésekor hoznak létre. A fásszárúak évgyűrűinek vastagsága és mintázata információt szolgáltat a növények környezeti stresszel való küzdelméről, az éghajlati változások hatásairól, valamint a különböző időszakokban bekövetkező eseményekről, mint például aszályok vagy erdőtűzek.

A kutatás során a gödöllői Fácános-erdőben, Dr. Saláta Dénes egyetemi docens segítségével, Pressler-féle növedék fúróval 2022 nyarán, mintákat vettünk három, az erdőben őshonos faj három-három egyedéből. A vizsgált fajok a kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*), a csertölgy (*Quercus cerris*) és a mezei juhar (*Acer campestre*) voltak. A mintákat térinformatikai módszerrel elemeztem, emellett összehasonlító vizsgálatokat végeztem a különböző fajok között.

Szakdolgozatom célkitűzése ennek a kutatásnak a keretében az, hogy mélyebb megértést szerezzünk az évgyűrűk szerkezeti változásain keresztül a vizsgált erdőben élő őshonos fafajok növekedéséről, az évgyűrűk változékonyságáról, illetve átfogóbb képet kapjunk a növények növekedési reakcióiról a területen. Az évgyűrűk vizsgálata során a fák növekedési mintázatait kívántuk feltérképezni, ez magában foglalta a növekedési erély, a méretnövekedés, valamint a növekedési periódusok időbeli változásainak elemzését. A mintázatok növekedési paramétereinek vizsgálata segít megérteni a növények fejlődését, növekedési dinamikáját, adaptációs mechanizmusait és reakcióit a környezeti tényezőkre.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. A gödöllői Fácános erdő természetföldrajzi jellemzői

A 759 km² kiterjedésű Gödöllői-dombság, mint kistáj, az Északnyugati-Kárpátok nagytájhoz tartozik és északról a Cserhát hegyvonulata, nyugat felől a Pesti síkság, délről a Duna-Tisza közti homokbucka vidék és az Észak-alföldi hordalékkúp síksága, kelet felől pedig a Hatvani síkság és a Jászság határolja (Dövényi, 2010).

A városban, melyről a dombság a nevét kapta, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem területén található a gödöllői Fácános erdő. A Gödöllői-dombvidékre jellemzők a nagy területű, lapos, kiemelt platók, melyeknek egységét nem törték meg a szintén jellemző eróziós völgyek. A Fácános is egy ilyen egybefüggő plató része (Szlávik, 2007), mely teljes egészében a Natura 2000 hálózat része.

Az erdőt észak felől mezőgazdasági területek, keletről és délről lakónegyedek, illetve nyugatról a Premontrei-rend és az Egyetem épületei vesznek körbe. Ez, a jelenleg állami tulajdonban és a Pilisi Parkerdő gondozásában lévő parkerdő, melynek a mai egyetem területe is része volt, egykor a gödöllői koronauradalomhoz tartozott (Ürmössyné 1927). A történelmi leírások alapján az erdő egykor hatalmas kiterjedésű volt. A város másik végén fekvő Haraszttal egybefüggően több mint 120 hold, összefüggő uradalmi vadászterületet alkotott, mely napjainkra 37,7 ha-ra zsugorodott.

2.1.1. Éghajlata

A dombvidék uralkodó éghajlata átmeneti, jellemző az elemek változatossága, nem mondható sem hegyvidéki, sem alföldi jellegűnek (Szabó, 2011). A térség északi és déli része között kettősség figyelhető meg, ezáltal sajátos mezoklimával rendelkezik. Az északon fekvő területek klímája mérsékeltén száraz-hűvös, míg a délen 200 m alatt lévő területek éghajlata mérsékeltén meleg – mérsékeltén száraz. Az évi középhőmérséklet az északi régióban 9,5–9,7 °C, a déliben 9,7–10,0 °C. Az éves napsütéses órák száma 1950 óra körül van. Északon ez az érték alacsonyabb, délen valamivel magasabb. A csapadék évi átlagos mennyisége kb. 600 mm (Dövényi, 2010). A térségben a legtöbb csapadék Gödöllő–Bag–Kistarcsa–Budapest–Rákospalota–Isaszeg–Pécel által határolt területen esik. A legszárazabb része a Monor–Zsámbok–Veresegyház által bezárt térség. A legtöbb csapadék jellemzően nyár elején hullik (Demény, 2007).

2.1.2. Vízrajza

A térség völgyekkel sűrűn tagolt, ezek azonban szárazak vagy csak időszakosan szállítanak vizet, a vízfolyások vízjárása ingadozó. A Gödöllői-dombság tengerszint feletti magassága 130 m és 344 m között változik, az északi területek átlagos tengerszint feletti magassága nagyobb, mint a déli részeké és gyakorlatilag vízvásztóként működik. A dombság legmagasabb pontjáról, a Margitáról (344 m) indulva, az isaszegi Kálvária hegyen, a péceli Bajtemetésen, a gombai Várhegyen keresztül Albertirsáig nyúló fő vonulata a vízvásztó. E vonaltól nyugatra a Dunába, keletre pedig a Tiszába tartanak a vízfolyások. A dombvidék vízgyűjtő területe a Duna bal parti patakjaira (a Gombás-, a Sződ-Rákos-, a Mogyoródi-, a Szilas- és a Rákos-patak), a Galga jobb oldali vizeire (a Sósi-, a Némédi- és az Egres patak), illetve a Felső-Tápió forrásvidékére terjed ki. A dombság meghatározó vízfolyása a Rákos-patak, hossza 37,5 km, vízgyűjtőterülete 152 km². A patak forrása Gödöllőtől északnyugatra a Felső Öreg-hegy és a Szabadi-hegy között található. A patakot az idők folyamán, több helyen tóvá duzzasztották, legismertebb ezek közül a Gödöllő-Isaszeg tórendszer (Szabó, 2011).

2.1.3. Növényzete

A térség, mint hegylábi-dombvidéki régióink általában már az őskor óta lakott terület, ezért az erdőhasználat már nagyon korán megkezdődött. Az 1800-as évek elejére az uradalmi vadászat került előtérbe, ezért, hogy növeljék bevételüket, nagy erdőterületeket vágtak ki, a kivágott tölgyesek felújítására viszont már nem fordítottak gondot. Az 1800-as évek végén az erdőállomány zömét zárt és ligetes tölgyesek alkották, melyek mára teljesen eltűntek. A korábban hosszan tartó legeltetés hatására a talajtakaró elvékonyodott, felszínre került a futóhomok, a talaj vízgazdálkodása leromlott. Az 1900-as évek elején évente több száz hektár erdőt vágtak ki. Az újra erdősítések legkönnyebben csak tájidegen fajokkal voltak megvalósíthatók, ezért fehér akácot, fekete diót, bálványfát, fekete fenyőt ültettek (Bíró, 2003).

Az éghajlat átmeneti jellegéből adódó mezoklíma miatt a vidéken egyedülálló vegetáció alakult ki. Jelenleg a dombvidék az ország egyik legerdősültebb területe. Különleges tulajdonságait két biom, az erdő (üdébb), valamint az erdőszyepp (szárazabb) zónák határán fekvésének köszönheti, így mindkét biom jellegére utaló fajok megtalálhatóak területén, kivételesen változatos diverzitást eredményezve, és különleges viszonyokat kialakítva (Böloni, 2011).

Egyedülálló adottságai révén két hideg kontinentális erdőszyepp-erdő társulás is található területén (gyertyán elegyes mezei juharos-tölgyes, kislevelű hársas-tölgyes). Ezek az

erdők a hűvös kontinentális erdőssztyepp növényzet magyarországi képviselőinek tekinthetők és máshol az országban nem, vagy csak kis területen, egy-két helyen fordulnak elő. A dombság eredeti erdőtársulásai a molyhos és cseres tölgyesek, molyhos kocsánytalan tölgyesek, a pusztai, valamint gyöngyvirágos tölgyesek. A nyílt társulások között homokpusztai gyepek és a zárt homokpusztai rétek jellemzőek. A medencékben hársas-tölgyesek voltak az uralkodók, ezek azonban ma már csak Gödöllő környékén fordulnak elő. A vízfolyás nélküli, mélyen bevágódott völgyekben gyertyános-tölgyes, a szárazabb déli lejtőkön a mészkedvelő tölgyes a jellemző. A patakok, források és tavak mentén elterjedtek a vízi, mocsári és lápi társulások is, értékes növényfajokkal (Szabó, 2011).

2.1.4. Talajtani jellemzők

A Gödöllői-dombság a harmadkor végén, a szarmata korban megindult hegységképződéssel (Kárpátok gyűrődése) emelkedett ki, ekkor alakultak ki a ma is megfigyelhető magaslatok és völgyek, amelyeket később az építő és pusztító erők tovább alakítottak. A dombság északnyugati részében harmadkori képződmények is megjelennek a felszín közelében (Fót, Csomád, Mogyoród, Veresegyház), a déli és keleti részeken viszont szinte kizárólag negyedkori, fiatal rétegek uralkodnak. A Gödöllői-dombságban löszös, löszre rakódott homokos és átmeneti, vályogos alapkőzetű területek váltakoznak (Demény, 2007). Ez alapvető különbség a dombságot északon határoló löszvidékkel szemben, ahol homokkal való keveredés nincs. A dombvidék talaja a földrajzi és éghajlati adottságoknak megfelelően, sok átmeneti sajátosságot mutat az Északi-középhegység és az Alföld között. A terület nagyobbik részén a talajok alapkőzete a lösz, valamint a homok, illetve sok helyen a lösszel keveredett homok, ahol ezen indult meg a talajképződés. A térség uralkodó talajtípusai a barna és rozsdabarna erdőtalajok. Kisebb területet foglalnak el a mélyebben fekvő területek réti talajai (Demény, 2007).

Épen maradt talajszelvény csak kis területen található, ennek oka, hogy a táj Magyarország egyik legerodáltabb területe (Szabó, 2011).

2.2. Az évgyűrűkről

Mérsékelt égövi éghajlaton igen jól megfigyelhető, hogy a fásszárúak növekedését évgyűrűk jelzik a fatestben és az évszakok váltakozása miatt korai, illetve kései pásztát hoznak létre. Ez annak köszönhető, hogy tavasszal a kambium olyan sejteket hoz létre (korai pászta), melyeken keresztül a folyadékok és az oldott tápanyagok intenzívebben tudnak közlekedni a gyökérzet és a rügyek között, ezért ezeknek a szállítócsöveknek az átmérője jóval nagyobb, a faluk pedig vékonyabb lesz. Azonban azok, melyek a vegetációs periódus második felében képződnek (kései pászta), sokkal kisebb lumenűek és faluk is vastagabb, mert a hideg és a fagy közeledtével a fában a szállító folyamatok lelassulnak, ezért inkább szilárdító és tápanyagraktározó szöveteket hoz létre (Majer, 1972).

Az évgyűrűk növekedése összetett folyamat, amely a fa éves ciklusának eredményeként alakul ki. Az évgyűrűk vastagságát – amik évenként optimális esetben hozzávetőlegesen másfél és három milliméter közöttiek (Wohlleben, 2018) – elsősorban két tényező befolyásolja: a növekedési körülmények és a fa genetikai tulajdonságai.

Az éves növekedési ciklus a növekedési és a nyugalmi időszakok váltakozásából áll. A növekedési időszakban a fa aktív növekedést mutat, és fotoszintézissel energiát termel a sejtek megosztásához és az új szövetek kialakításához. Ebben az időszakban a fa hajtásai és gyökerei intenzíven növekednek, és az évszakban megfelelő időjárási feltételek, víz- és tápanyagellátás mellett a sejtek gyorsabban osztódnak, ami szélesebb gyűrűket eredményez. (Korai pászta)

A nyugalmi időszakban, amikor a hőmérséklet lehül és az erőforrások korlátozottak, a növekedés lelassul vagy teljesen leáll. Ez a periódus általában az ősz és a tél időszakában van. Ilyenkor a fa energiát takarít meg és tárol, valamint védekezik a hideg, a szárazság vagy más stressztényezők ellen. A nyugalmi időszak során az évszakban kevesebb fotoszintézis történik, és ennek eredményeként a sejtosztódás lelassul, ami keskenyebb gyűrűket eredményez. (Késői pászta) – a késői és a korai pászta közötti határt, évgyűrűhatárnak nevezzük.

Az évgyűrűk szélességét az éghajlati körülmények is befolyásolják. Az optimális növekedéshez a fa számára fontos a megfelelő víz- és tápanyagellátás, valamint a megfelelő hőmérsékleti- és fényviszonyok. Ha az időjárás kedvező, például sok csapadék és meleg idő van, akkor a fa nagyobb növekedést mutathat, és ez vastagabb évgyűrűket eredményezhet. Ha viszont a növekedési körülmények rosszabbak, például szárazság vagy hideg idő van, akkor a fa növekedése visszafogottabb lehet, és vékonyabb évgyűrűk alakulhatnak ki.

Fontos megjegyezni, hogy az évgyűrűk vastagsága nem csak az adott év időjárási viszonyaitól függ, hanem a fa genetikai tulajdonságaitól is. Különböző fafajok más-más növekedési mintázatot mutathatnak, és vannak olyan fajták, amelyek természetes módon vastagabb évgyűrűket képeznek, míg mások vékonyabbakat. Emellett a fa egészségi állapota, a talajminőség és egyéb tényezők is befolyásolhatják az évgyűrűk növekedését.

Összességében az évgyűrűk vastagsága és szerkezete sok értékes információt nyújt a fa életkoráról és növekedéséről, valamint a környezeti eseményekről és az éghajlat változásairól. Ezért az évgyűrűk kutatása fontos eszköz a klímaváltozás vizsgálatában, az erdők dinamikájának megértésében és a paleoklimatológia területén.

2.3. A dendrotudományokról

Dendrokronológia

A dendrokronológia tudománya a fa évgyűrűk növekedésének elemzését használja a múlt eseményeinek időbeli és környezeti összefüggéseinek tanulmányozására. A „dendro” a görög „fa” szóból származik, a „kronológia” pedig az idővel való foglalkozást jelenti. Az egyes gyűrűk vastagsága, textúrája és más jellemzői változhatnak az éghajlat, a talajminőség és más környezeti tényezők függvényében. A dendrokronológia segítségével a kutatók képesek meghatározni a fák életkorát, az adott terület klímaviszonyait, annak változásait az évek során, és az egyes gyűrűk alapján rekonstruálni a múltbeli időszakok időrendjét. Az éves növekedési mintázatok azonosítása és összehasonlítása révén a dendrokronológusok képesek kiterjeszteni az időskálát több évszázadra vagy akár évezredekre is visszamenőleg (Morgós, 2002).

A dendrokronológiának három fontos alapelve van: a történeti-, a szinkron- és az átlapolás elve.

A történeti elv szerint az évgyűrűket hozó növények évgyűrűinek évenkénti vastagodása általában az időjárástól függ, ebből fakadóan sohasem egyforma. Mivel az időjárás nem periodikusan ismétlődő jelenség, ezért az évgyűrűk vastagsága sem ismétlődik időszakosan, tehát az évgyűrűnövekedés történetileg individuális jelenség (Morgós, 2002).

A szinkron elv kimondja, hogy egy időben, egy termőhelyen, ugyanolyan klímatis viszonyok között felnövő, azonos fajú fák évgyűrű görbéinek lefutása egymáshoz nagyon hasonló, tehát szinkront mutat (Morgós, 2002).

Az átlapolás elve azt mondja ki, hogy ha több különböző korú fa életének bizonyos szakasza egybeesik, akkor évgyűrűgörbéik lefutása az adott szakaszon megegyezést mutat. A görbék egyesítésével egy olyan hosszabb görbét kapunk, ami meghosszabbítja a közös szakaszt

az időben, a jelentől a régmúltba. Ez a módszer alkalmas arra, hogy felállítsunk egy ún. összehasonlító, vagy mester görbét, ami a vizsgált területen lehetővé teszi a kormeghatározást (Morgós, 2002).

Alkalmazása széles körű, és sok területen használják. Az egyik legfontosabb alkalmazási területe az éghajlati változások tanulmányozása. Az évgűrűk segítségével lehetőség nyílik a hőmérsékleti változások és az éghajlati szélsőségek rekonstrukciójára. Ezenkívül a dendrokronológia hasznos lehet az építészetben, az erdőgazdálkodásban, a régészetben és más történelmi és környezeti vizsgálatokban.

Dendroökológia

Olyan tudományos terület, amely a fák növekedése és a környezeti tényezők közötti kapcsolatok tanulmányozására összpontosít. Ez a tudományág a dendrokronológia és az ökológia kombinációja, célja, hogy megértsük, hogyan befolyásolják a környezeti tényezők - például a hőmérséklet, a csapadék, a talajminőség vagy az éghajlati változások - a fák növekedését és viselkedését. A dendroökológia a fák évgűrűinek elemzését használja a környezeti változások rekonstrukciójára és értelmezésére. Az egyes gyűrűk vastagsága, sűrűsége vagy más fizikai jellemzői változhatnak a környezeti tényezők hatására. A dendroökológia segítségével lehetőség nyílik arra, hogy megértsük a fák reakcióit a környezeti stresszre, például a szárazságra, a tűzre vagy a kártevőkre. Ezáltal fontos információkat kaphatunk a környezeti változások hatásairól és az ökoszisztéma egészségéről. Továbbá, a dendroökológia segítségével lehetőség nyílik a múltbeli környezeti viszonyok rekonstrukciójára és azok hosszú távú változásainak tanulmányozására (Murphy és Morrison, 2014).

A dendroökológiával foglalkozó kutatók olyan adatokat gyűjtenek és elemeznek, mint a gyűrűvastagságok, a szárazsági mutatók, a tápanyagok koncentrációja a gyűrűkben, a széltrések nyomai és egyéb jelek, amelyek arra utalnak, hogy a fa milyen környezeti körülmények között növekedett. Ezek az adatok lehetővé teszik, hogy összefüggéseket találjanak a fák növekedése és a környezeti tényezők között, és átfogóbb képet kapjanak az ökoszisztémák működéséről és változásairól (Murphy és Morrison, 2014).

Dendroklimatológia

Tudományos diszciplína, amely a fa évgűrű növekedésének elemzésével foglalkozik annak érdekében, hogy információkat nyerjen a múltbeli és a jelenlegi éghajlati viszonyokról.

Ez a tudományág a dendrokronológia és a klímatológia kombinációja, és lehetővé teszi az éghajlati változások rekonstrukcióját és értelmezését a fák éves növekedésének alapján. Azt vizsgálja, hogyan reagálnak a fák az éghajlati tényezők változásaira, például a hőmérsékletre, a csapadékra vagy a szélsőséges időjárási eseményekre. A fák évgyűrűi által rögzített információk lehetővé teszik a kutatók számára, hogy visszamenőleg rekonstruálják az éghajlati viszonyokat évszázadokra vagy akár évezredekre visszamenően. Segítségével megérthetjük az éghajlati változások hosszú távú trendjeit, a természeti változékonyság mintázatait és az éghajlati szélsőségek előfordulását. A fák évgyűrűvastagsága, sűrűsége vagy egyéb fizikai jellemzői változhatnak az éghajlati tényezők hatására.

Segítséget nyújthat a klímamodell validálásában és a jövőbeli éghajlati projekciók elkészítésében is. Az előző időszakok éghajlati viszonyainak rekonstrukciója alapján modellezhetők az éghajlati változások és a környezeti hatások jövőbeli lehetséges forgatókönyvei.

A dendroklímatológia kutatási területként a kutatók az egyes fafajták éghajlati válaszait is vizsgálják, mivel különböző fajok különböző módon reagálhatnak az éghajlati változásokra. Ezért a fák növekedési gyűrűinek elemzése nemcsak az éghajlati változások rekonstrukciójára, hanem az erdei ökoszisztémák és az ökoszisztémák érzékenységeinek és alkalmazkodóképességeinek megértésére is szolgál (Http8).

Dendrogeomorfológia

Az a tudományág, amely a fák növekedését és a geomorfológiai folyamatokat kombinálja a földtani és tájformáló folyamatok tanulmányozására. Ez a diszciplína a dendrokronológia, a geomorfológia és az ökológia összefonódásával foglalkozik, és lehetővé teszi a múltbeli és jelenlegi tájformáló folyamatok feltárását a fák éves növekedésének vizsgálata alapján.

Azon az alapvető felismerésen alapul, hogy a fák növekedésének és fejlődésének jellemzői információval szolgálhatnak a tájformáló folyamatokról. Az évgyűrűk vizsgálata segítséget nyújt a talajmozgások, a földcsuszamlások, az áradások vagy a szélhatások stb. rekonstrukciójában és elemzésében. Az egyes gyűrűk vastagsága, alakja, sűrűsége és egyéb jellemzői változhatnak a tájformáló folyamatok hatására. Segítségével lehetőség nyílik a tájformáló események időbeli és térbeli mintázatainak feltárására. A gyűrűk elemzése segíthet azonosítani és datálni a múltbeli földmozgásokat, amelyek segítik a földtani események és folyamatok megértését és rekonstrukcióját. A kutatók gyakran használják a talajmozgásokat

vagy a földcsuszamlásokat rekonstruáló dendroklimatológiát is, amely segít az éghajlati változások és a tájformáló folyamatok közötti kapcsolatok feltárásában.

A dendrogeomorfológia gyakran alkalmazható a természeti katasztrófák, például földrengések, vulkánkitörések vagy cunamik tanulmányozásában is. A fák által rögzített tájformáló események segíthetnek az ilyen katasztrófák történeti sorrendjének és hatásainak rekonstrukciójában (Stoffel és Bollschweiler, 2009).

Dendrohidrológia

Olyan tudományterület, amely a fák növekedésének és évgűrűinek elemzésével foglalkozik, hogy megértsük a vízellátás és a hidrológiai folyamatok összefüggéseit. A dendrokronológia és a hidrológia kombinációjaként a dendrohidrológia azonosítja és értelmezi a fák növekedési gyűrűiben tárolt hidrológiai információkat.

Alapvetően azt vizsgálja, hogyan reagálnak a fák a vízhozam változásaira, például az esőzés mennyiségére, a hóolvadásra vagy az áradásokra. A fák növekedésének gyorsasága és mintázata a vízellátás mennyiségét és időbeli eloszlását tükrözheti. Például egy esős évszak során az évgűrűk vastagabbak, míg egy száraz időszakban vékonyabbak lehetnek.

Főbb kutatási területei közé tartoznak a vízforrások és vízfolyások változékonyságának tanulmányozása, a vízhozam rekonstrukciója múltbeli időszakokban, a talajnedvesség és a vízstressz hatásainak értékelése a fák növekedésére, valamint a hidrológiai változások modellezése és előrejelzése. Eredményei fontosak lehetnek a vízgazdálkodási tervezésben és a vízforrások fenntartható kezelésében. A fák éves növekedése alapján információkat nyerhetünk a vízhozam változásairól, a vízforrások eloszlásáról és a vízellátás időbeli mintázatairól (Morgós, 2002).

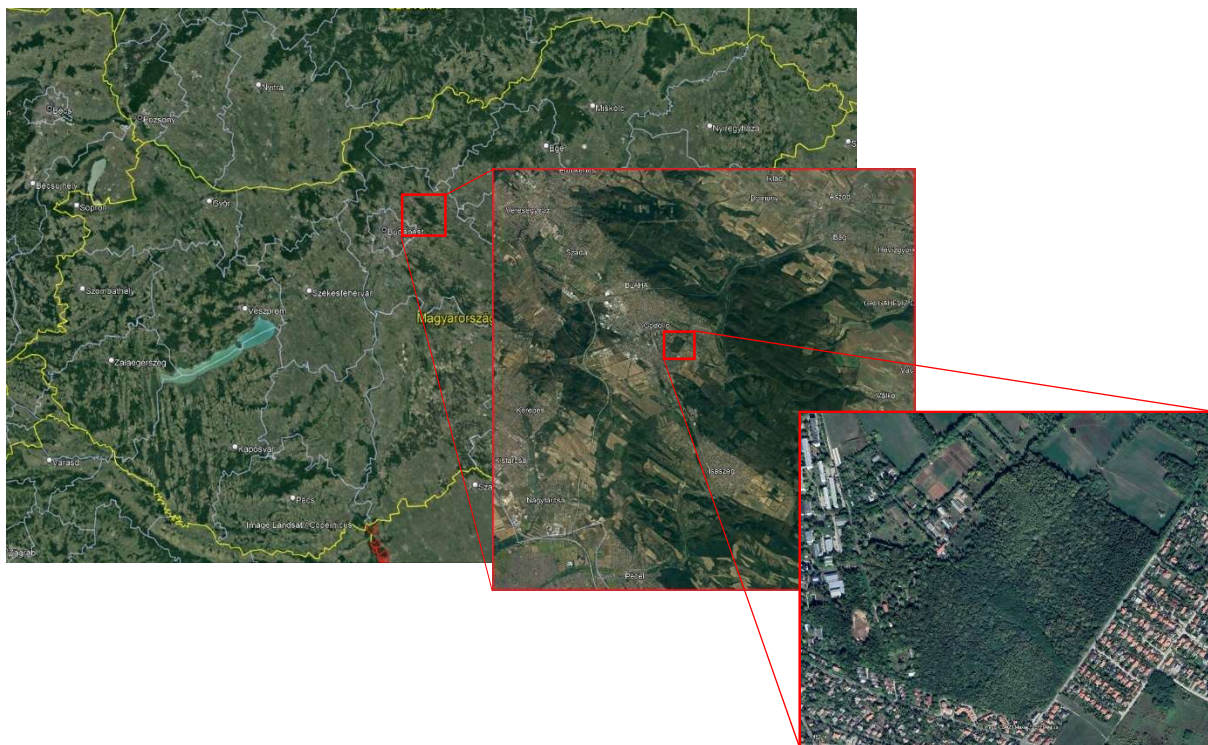
2.4. Mintavétel Pressler-féle növedékfúróval

Azt, hogy egy élő fa korát meghatározzassuk, illetve minél több információt gyűjthessünk életéről, körülményeiről – kevésbé invazív módon –, Pressler-féle növedékfúró használatával tudjuk elvégezni (Veperdi, 2011). A növedékfúró egy egyszerű, a hegyén éles külső csavarmenettel ellátott hengeres, belül üreges fúró, melynek alkalmazásával egy megközelítőleg 5 mm vastagságú minta nyerhető a fa törzséből. A fúrónak léteznek különböző, kisebb-nagyobb átmérőjű, illetve hosszabb-rövidebb szárral rendelkező változatai, de működésük alapelve ugyanaz. A fúró három részből áll. A nyél amivel tekerjük, ennek közepébe, egy nagy T betűt formálva, illesztjük a fúrószárat, illetve a fúrószárban elhelyezkedő,

kihúzható, a furatminta kivételét biztosító tű. A tűt fúrás előtt ki kell venni a szárból, mert könnyen sérülhet, eltörhet. Akkor kell beilleszteni a fúrószárba, mikor elértük a megfelelő mélységet a fában. Ezek után finoman, de határozottan megmozgatva, illetve kissé megtekerve, óvatosan kihúzható a tű, benne a vizsgálandó hengeres mintával, melyen az évgyűrűk jól látszanak (Jozsa, 1988, Schweingruber, 2007).

Ha a fúróval sikerül pontosan a fa közepébe találunk, ahonnan az évgyűrűk indulnak, akkor az adott keresztzelvény korát évre pontosan határozhatjuk meg az évgyűrűk összeszámolásával (Veperdi, 2011). Amennyiben ez nem sikerül, úgy becslést kell alkalmaznunk a meglévő évgyűrűk és a bél vélhető helyzete alapján (Jozsa, 1988).

3. ANYAG ÉS MÓDSZER



1. ábra. A gödöllői Fácános erdő táji elhelyezkedése
Készült Google Earth Pro és a NÉBIH Erdőtérkép felhasználásával (Bodolay 2023)

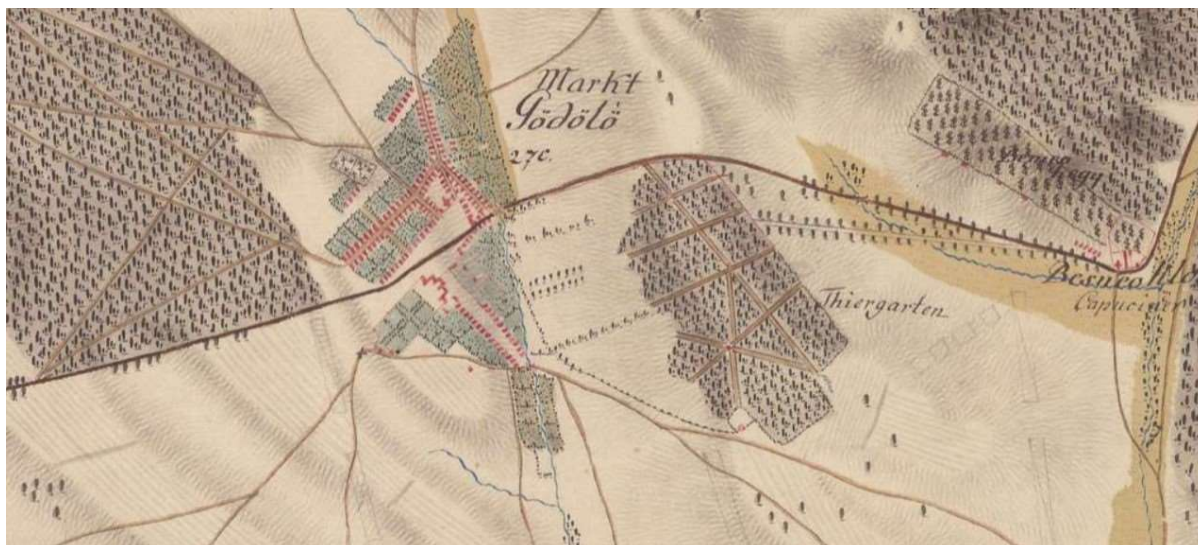
3.1. A Fácános-erdő története

Ahhoz, hogy jobban megérthessük ennek a közel 38 ha-os erdőnek a történetét, messzire vissza kell tekintenünk az időben. A különböző szénhidrogének kutatására irányuló mélyfúrásokra támaszkodva (Szabó, 2011), a Gödöllői-dombság őstörténetét megközelítőleg egészen a földtörténeti Negyed-időszak elejéig tudták visszakövetni. Ebben a korban alakultak ki a dombság körvonalai és halmozódik fel az Ős-Duna folyami törmeléke, nagy mennyiségű lösz és foltokban itt-ott édesvízi mészkő (pl. Babati-tavak felett) (G. Merva, 2007). A területet az évmilliók során háromszor borítja el a tenger, aminek következményeként a triász-mészkő és dolomit néhol még hegyként uralja a térszínt (Vác), azonban Gödöllőn 2000 m-es mélységben érték el ezeket a rétegeket (Szabó, 2011). A hosszú idők folyamán lejátszódott geológiai folyamatok eredményeként a mészkövön kavics és homokkő halmozódott fel, ami néhol lencsésen jelenik meg, vastagsága 5 cm-től, akár 20 m-ig is terjedhet. Erre rakódott a pliocén korban, egy agyag–homok–iszap rétegek váltakozásával jellemezhető rétegzet, mely fokozatosan finomodva, mélységét tekintve elérheti a 200 m-t is. A legfiatalabb földtörténeti képződmények az alluviális lerakódások, futóhomokok, vízfolyások, patakok hordalékai, öntéstalajok (Szabó, 2011).

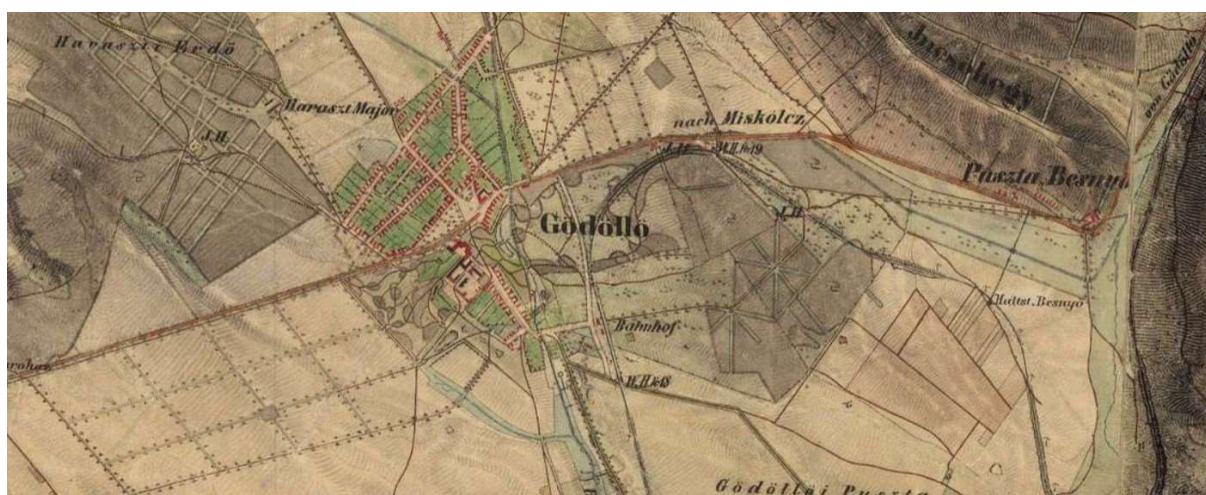
Ezek a folyamatok, valamint a klimatikus tényezők, a kialakult domborzat és a növénytakaró határozták meg leginkább a Gödöllői-dombság talajviszonyait, melyre erőteljes befolyással voltak az erózió, a defláció és az antropogén hatások. A jellemző futóhomok és áthalmazott lösz talajképző kőzetten így kialakultak a meghatározó barna erdőtalajok, melyeknek több típusa is megjelenik – Ramann-féle barna erdőtalaj, csernozjom barna erdőtalaj, agyagbemosódásos barna erdőtalaj, podzolosodó erdőtalaj, rozsdabarna erdőtalaj (G. Merva, 2007). A Fácános erdő esetében a jellemző, a dombság 75%-át borító Ramann-féle barna erdőtalaj és az agyagbemosódásos barna erdőtalaj.

A Gödöllő környéki ásatásokból tudjuk, hogy a környék már az őskorban is lakott volt. Az eltelt sok ezer év folyamán itt lakó népek kultúráját és szokásait a földből előkerült tárgyak alapján ismerhetjük meg (G. Merva, 2007). A legkorábbi leletek Kr.e. 5400-4900-ból származnak. Ez számunkra azért fontos, mert ebben az időben kezdte felváltani a halászó-, vadászó-, gyűjtögető életmódot a földművelés és az állattenyésztés, ezzel megindult a táj átalakulása – az ember hatására. Az egykoron összefüggő erdőségeket szép lassan elkezdték irtani, helyüket mezőgazdasági területek, legelők váltották fel (Bíró, 2003).

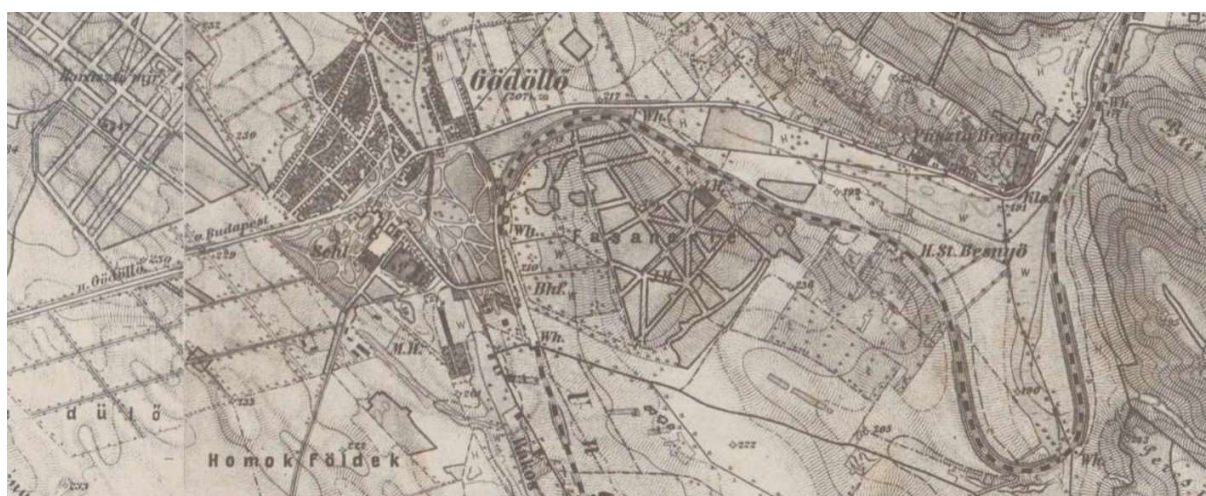
A szakirodalmi és a történeti-történelmi források szerint a város első okleveles említése 1349-ből származik (Gémesi, 2007), ebben az időszakban a dombság területét főleg tölgyesek (Vácegres, 1284), égeresek (Isaszeg, 1265), mogyorósok (Mogyoród, 1074) borították. Nem volt ritka a nyír (Ákosnyire, 1259), a nyár (Szada, Nyárkút, 1452), a körte (Körtevélyes, 1340), a kökény (Szada, 1430), a fenyő (Szada, 1430), a dió (Gyu, 1322) sem (G. Merva et al., 2007). A város és az azt övező erdők és földek Nagy Lajos király óta uradalmi birtok részét képezték, mint kedvelt vadászterület. Az évszázadok során a területen átsöprő háborúk, politikai játszmák végül odáig vezettek, hogy a 18. század derekán, a törökök kiűzését követően, a koronára szállt birtokok számbavétele és adományozása során Gödöllő és környéke gróf Grassalkovich Antalnak tulajdonába került 1737-ben (Bíró, 2003). A gödöllői kastélyt 1735 és 1745 között kezdik építeni, ebben az időben hatalmas fakitermelési hullám zajlott a környéken, vélhetően a tűzifa iránt megnőtt kereslet miatt. A kastély alsó parkja ekkoriban összefüggő vadasparkos erdőt alkotott egészen a besnyői kolostorig, melyet kőfallal vettek körbe. A vadaspark – a vadászterület hatalmas voltát mutatja, hogy kiterjedése „három óra járásnál is több” volt, melyben a kastély faláig nagy mennyiségű fácán szaladgált, innen ered a „Fácános” elnevezés. A Fácánkertet a mai Fácános-erdő területén, mely a Dámkerttel volt határos, II. Grassalkovich Antal hozta létre (Bíró, 2003).



2. ábra. Első Katonai Felmérés Térkép 1782-1785. Forrás: Http2 (2023)



3. ábra. Második Katonai Felmérés Térkép 1819-1869. Forrás: Http3 (2023)



4. ábra. Harmadik Katonai Felmérés Térkép 1869-1887. Forrás: Http4 (2023)

Az I., II. és III. katonai felmérés térképein (2-4. ábra) is jól látható az erdő, jellegzetes, egyenes, sugárirányú utakkal. Ha az erdőben járunk, ez az útszisztéma némileg mind a mai napig megfigyelhető. A vadaskertet III. Grassalkovich Antal egészen Bag határáig növelte. A gróf halála után a zárgondnokság alá vett birtokot 1851-ben Sina György bécsi bankár vette meg, majd halála után fiára szállt, aki bevételének növelése érdekében szarvasmarha és birkatelepeket rendezett be. Ezen haszonállatok legeltetése óriási kiterjedésű legelőterületet igényelt, amit az erdők tarra vágásával biztosítottak (Bíró, 2003). Báró Sina végül vagyonának növelése érdekében az egész területet eladta egy belga banknak. Az ingatlanokkal foglalkozó bank felparcellázta, majd elkezdte árusítani a birtokot. Ebben az időben a faszénégetések miatt nagyüzemben folyt a fakitermelés a területen. Az elhanyagolt, leromlott vadállományú, végletekig kizsigerelt erdő és vadaspark végül Erzsébet királyné Ferenc József-re gyakorolt nyomásával menekült meg a végleges parcellákra hullástól és 1868-ban „egészben megvéve az elidegeníthetetlen koronajavak közé iktatták” (Bíró, 2003). A király csak a vadászati jogot tartotta meg magának, a birtok tulajdonjogát egészben a Szent Koronának adományozta. Ekkor a gödöllői kastélyhoz tartozó erdőség és vadaspark a teljes 20 000 k. hold erdőből 120 holdat tett ki. Az államnak átadott erdőket a Magyar Királyi Erdőhivatal a vadásztatásnak rendelte alá, megszüntetve a lakossági célú erdőhasználatot és legeltetést, így az üzemtervezés is ennek megfelelően történt. Ennek ellenére a növekvő vadállomány kártétele miatt az erdők várt megújulása nem tudott megindulni (Bíró, 2003). A vadászterületet kezelő gondnokságok legfőbb feladatuknak tekintették, hogy a „rémsztő tisztások” megszüntetésre kerüljenek, aminek a megvalósítása a századfordulón el is kezdődött. Az általában sivár homok és homokon, löszön kialakult talajokon álló hatalmas erdőterületek mesterséges felújítása évtizedekig tartott.

Az 1950-es években erdészeti szempontból elfogadható célállományok voltak a mezei juharos tölgyes helyén a cserleegyed erdeifenyves, a pusztai tölgyes helyén az erdeifenyő-feketefenyő ültetvény – csertölgy és ezüstfa kísérőfajokkal –, a homoki tölgyes helyén az akácelegyed erdeifenyves, a gyertyános-tölgyes helyén a nemesnyár ültetvény (Bíró, 2003).

Nem voltak elfogadhatók a ligetes molyhos tölgyesek, a nyílt, ligetes pusztai tölgyesek, az erdei tisztások, a gyenge záródású, helyenként csúcsháradt, délies kitettségű erdőállományok, a görbe növekedésű sarjerdők, illetve az elgyertyánosodott, eljuharosodott állományok. Ennek a nézetnek eredményeként több száz hektár „rontott” ligetes, ritkás erdőterületet vágtak ki, alakítottak át és kezdték meg az újraerdősítést (Bíró, 2003). Ezt igen sokszor gyorsan növő tájidegen fajokkal, akáccal (*Robinia pseudoacacia*), bálványfával (*Ailanthus altissima*), erdei fenyővel (*Pinus sylvestris*), feketefenyővel (*Pinus nigra*), vörös

tölgygel (*Quercus rubra*), keskenylevelű ezüsthával (*Elaeagnus angustifolia*) végezték el. Ez a nagy lendületet vett erdősítés, aminek áldozatul esett a Fácános erdő is – különösen a vörös tölgygel való beültetés – kiválóan megfigyelhető az 1960-ban, az 1970-ben, 1980-ban és 1990-ben készült légi felvételeken (5-7. ábra), majd a későbbi Google Earth műholdképeken.

3.2. Erdőrészletek bemutatása

A kutatásom során, mely a MATE Szent István Campusának területén elterülő Fácános erdőben



folytattam, az itt felsorolt erdőrészletekben történt a mintavételezés: 102/B, 102/E, 102/F. Az erdő állami tulajdonban és a Pilisi Parkerdő Zrt. gondozásában van, teljes egészében része a Natura 2000 hálózatnak, de egyéb védeltséget nem élvez. Funkcióját tekintve parkerdő.

8. ábra. Az erdőrészletek elhelyezkedése.
Készült Google Earth Pro felhasználásával, (Bodolay 2023)

Az alábbi 1. táblázatban szeretném bemutatni a fent felsorolt erdőrészletek részletes tulajdonságait az Erdőgazdasági üzemterv 2001. alapján.

Erdőgazdasági üzemterv 2001. adatai alapján									
	Terület mérete (ha)	Rendeltetése	Elegyet alkotó fajok	Elegyarány (%)	Eredet	Cserjeborítás (%)	Záródás	Jellemzők	Kor (év)
102/B erdőrészlet	2,5	parkerdő	Kocsánytalan tölgy (<i>Quercus petraea</i>)	42	mag	30-70	50-60%	Magról kikelt főfaj	128
			Gyertyán (<i>Carpinus betulus</i>)	13				Magról kikelt mellékfaj, szórt elegyben	
			Kislevelű hárs (<i>Tilia cordata</i>)	8				Magról kikelt mellékfaj, szórt elegyben	
			Kocsányos tölgy (<i>Quercus robur</i>)	37				Magról kikelt mellékfaj, szórt elegyben	
			Kocsányos tölgy (<i>Quercus robur</i>)	51				Tuskóról sarjadzott főfaj	
102/E erdőrészlet	6,3	parkerdő	Mezei juhar (<i>Acer campestre</i>)	10	tuskó-, gyökér-sarj	30-70	70%	Tuskóról sarjadzott mellékfaj, szórt elegyben	128
			Fehér akác (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	23				Gyökérről sarjadzott mellékfaj, csoportos elegyben	48
			Kocsánytalan tölgy (<i>Quercus petraea</i>)	16				Tuskóról sarjadzott mellékfaj, szórt elegyben	128
			Csertölgy (<i>Quercus cerris</i>)	100				Magról kikelt főfaj	78
102/F erdőrészlet	4,4	parkerdő	Csertölgy (<i>Quercus cerris</i>)	100	mag	30-70	40%	Magról kikelt főfaj	78

1. táblázat. Az erdőrészletek tulajdonságai.
Készült az Erdőgazdasági üzemterv 2001. adatai alapján, (Bodolay 2023)

3.3. A mintavételezés

A területen három őshonos faj, kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*), csertölgy (*Quercus cerris*), illetve mezei juhar (*Acer campestre*) három-három egyedet jelöltük ki vizsgálatra, melyeknek GPS-koordinátáit rögzítettük és térképen, valamint a korábbi légifotókon is jelöltük (5-7. ábra). Ezekből 5,15 mm átmérőjű, 600 mm hosszú, kétélű Pressler-féle növedékfűrővel évgyűrűmintát vettünk, valamint elvégeztük az alapvető dendrológiai méréseket, mint mellmagassági törzskerület felvétele mérőszalaggal és magasság mérése Nikon Forestry 550 lézeres távolságmérő készülékkel. Feljegyeztük továbbá a mintázott faegyedek egészségi állapotát, dominanciaviszonyait és festékekkel jól láthatóan megjelöltük azokat. A mintázott egyed így később könnyebben fellelhető, illetve a sebgyógyulás is utánkövethető. Itt szeretném megjegyezni, hogy mintákat június végén július elején vettük, az okozott sebek mihamarabbi begyógyulásának érdekében. A sebeket nem kezeltük, hogy a lezárt sérülés mögött beinduló anaerob folyamatokat és a belőlük fakadó fertőzések esélyeit kizárjuk, illetve a lehetőségekhez képest minimálisra csökkentjük.

3.4. A minták kezelése, adatok feldolgozása

A faegyedekből vett mintákat egyedi kódokkal láttuk el, amely a mintavétel helyét (GOD – FAC – Gödöllő, Fácános erdő), a fafaj erdészeti rövidítését (KTT: kocsánytalan tölgy, MJ: mezei juhar, CS: csertölgy) és a mintázott egyed sorszámát tartalmazza.

Az 5,15 mm vastagságú mintákat előre előkészített fasínekbe helyeztük, a terepen ideiglenesen ragasztószalaggal rögzítettük. A mintákat a laborban Pattex faragasztóval véglegesen beragasztottuk, majd excentercsiszolóval, illetve kézi erővel felcsiszoltuk 120, 240, 400 és 1000 szemcseméretű csiszolóvászonnal. Ezek után a csiszolt minták felszínét 0,1 mm-es kalibrációs tárgylemezzel, 1600 dpi felbontásban egy térképszkenner segítségével szkenneltük, majd a dr. Saláta Dénes és Horváth Soma által kidolgozott módszerrel, QGIS térinformatikai program segítségével a kapott raszteren az egyes évgyűrűket vonalszakaszokként rögzítettük. Hosszukat megállapítottuk képpontban, majd aránypár segítségével átváltottuk milliméterre. A minták raszter állománya és az évgyűrűk szélességét

tartalmazó vektor rétegek visszaellenőrizhetően, egy projektben kerültek tárolásra (9. ábra). (Saláta et al. 2017)



9. ábra. A kutatás során vételezett minták a mintatartó lécekben kódokkal ellátva, mellettük a kalibrációs lemezzel. (Bodolay és Saláta 2023)

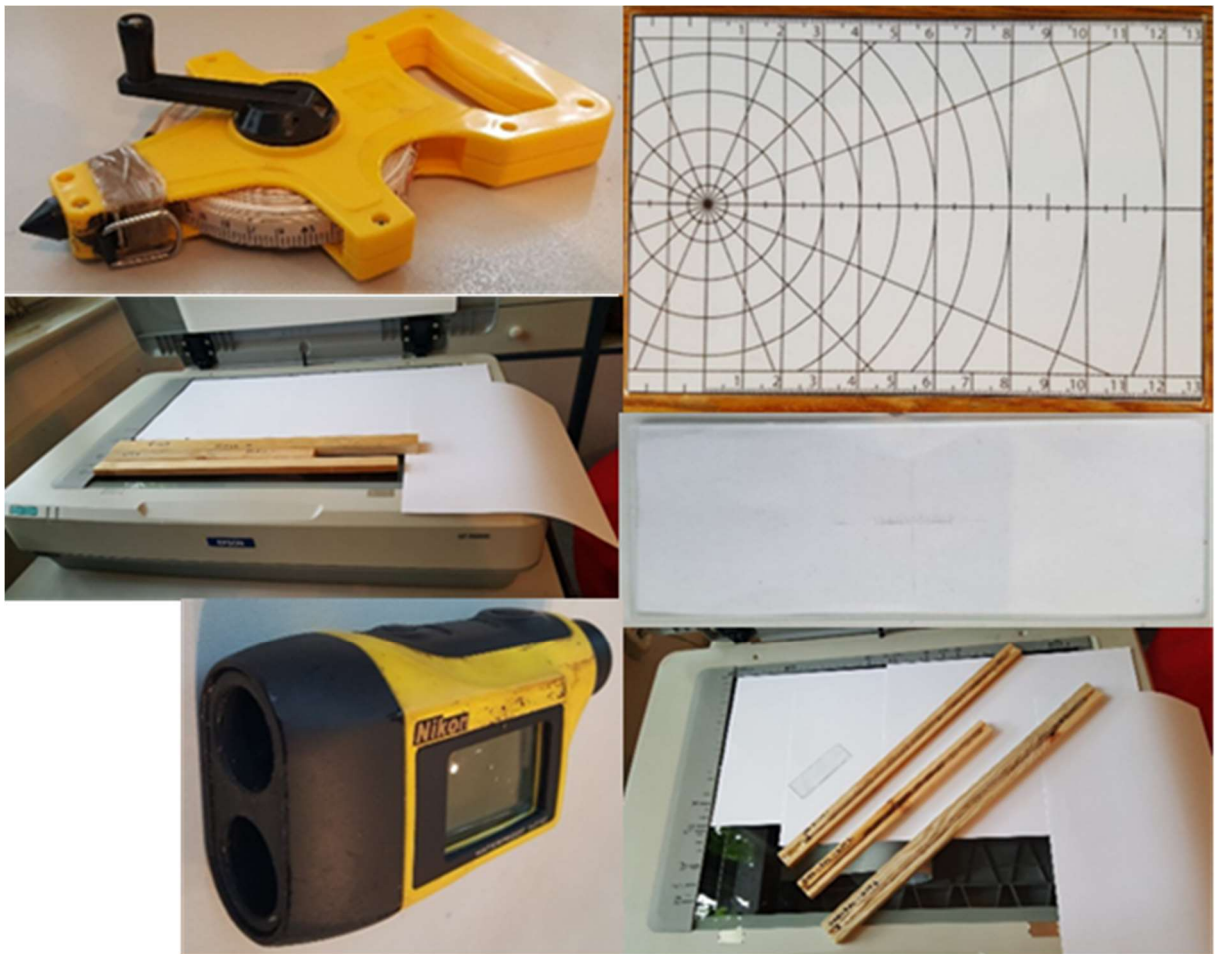
Mint az a 9. ábrán is látható, a fúrás során nem minden esetben sikerült eltalálni a fatörzs közepét. A hiányzó évgyűrűk számát pith locator (Jozsa, 1988) segítségével határoztuk meg.

A kutatás során az alábbi anyagokat és eszközöket használtuk:

- Pressler-féle növedékfűrő
- Nikon Forestry 550 lézeres magasság és távolságmérő
- mérőszalag
- mintatartó lécek
- ragasztószalag
- UV zöld jelölő festék spray
- Pattex faragasztó
- DeWalt DWE 6423 excentercsiszoló
- csiszolóvászor (120, 240, 400, 1000)
- EPSON GT 15000 nagyfelbontású térképszkenner
- 0,1-es kalibrációs lemez
- QGIS térinformatikai szoftver
- Pith locator
- MS Office programcsomag



10. ábra. A mintavételhez használt Pressler-féle növedékfűrő.
(Bodolay 2023)



11. ábra. A kutatásomhoz felhasznált mérőszalag, Nikon Forestry 550 magasságmérő, kalibrációs lemez, pith locator és a minták a mintatartó lécekben a szkenneren. (Bodolay 2023)

3.5. Vizsgált fajok általános jellemzői

Kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*)

A bükkfafélék (*Fagaceae*) családjába tartozó, Európa alacsonyabban fekvő domb- és hegyvidékein (200-600m) elterjedt tölgyfa (Vermeulen, 2005). Hazánkban az Északi-Középhegység és a Dunántúl nagy kiterjedésű mezofil tölgyeseiben az uralkodó és egyben legfontosabb faj. Savanyú, meszes, sekély, köves és mélyebb talajokon egyaránt jól érzi magát, de a középmező, tápanyagokban gazdag talajokon fejlődik leginkább. Elsősorban a mészkerülő, a mészkedvelő és a cseres-tölgyesek uralkodó faja, de emellett a hegyvidéki gyertyános-tölgyesekben és sziklaerdőkben is gyakori. Nem kedveli az éghajlat szélsőséges változásait, ellenben szereti a magasabb páratartalmat és az alacsonyabb talajnedvességet. A kocsányos tölgnél kevésbé hő- és melegigényes. Fényigényes, de csemete korában kénytelen elviselni az anyaállomány árnyalását. A gyertyános tölgyes erdőtípusokban természetesen újul (Csapody et al., 1966).

A kocsánytalan tölgy jelenleg hazánk összes erdőterületeinek 16 – 17%-át alkotja.

A fa csíranövénnyel a földfelszín alatt fejlődik. A termés (makk) héja a felhasad, előtör a gyököcske és hamarosan elérheti akár a 10 cm-es hosszt is. Ezután kibújik a szár, a rajta csigavonalban ülő pikkelylevelekkel és a leggyakrabban az első öt, csillag alakban elhelyezkedő lomblevéllel (Csapody et al., 1966).

A fiatal hajtások szürke, barna, vagy szürkésbarna színűek. Vesszőinek felülete kopasz, esetleg kissé hamvas, színük bordó, vagy szürkésbarna. Rügyei világosbarnák, viszonylag hegyesek, tojásdadok. Keresztmetszetük ötszög alakú. Rügypikkelyei csupaszok, vagy pillás szélűek. A lombkorona szélén fejlődő rügyek a vezérhajtások végén halmozottan ülnek. A hónaljrügyek a levélalapokon, az ághoz simulva helyezkednek el.

Leveleinek alakja, formája változékony, de leginkább visszás-tojásdad. A levélnyél 1-2 cm hosszú, sárgásbarna. A levélvállak a nyél felé keskenyednek, ék formájúak. A levéllemez jellegzetesen lekerekített sekélyen karéjos, épszlű, a két felén 6-9 lekerekített csúcsú karéjjal, melyek a levélcsúcs felé egyre apróbbak. Felülete bőrnemű, a felső oldalán fényes sötétzöld, fonáki oldalán világosabb, kissé molyhos.

A kocsánytalan tölgy egylaki növény. Porzós virágai halvány sárgászöldek, lombfakadáskor csüngő barkákban nyílnak.

Tojásdad makktermései barnás, fedelű, apró pikkelyű kupacsokban ülők, (kocsánytalanok) vagy rövid, legfeljebb 5-10 mm-es nyéllel csatlakoznak a hajtáshoz és és hármas vagy hetes csoportokat alkotnak. Színük barna vagy sötétzöld (Csapody et al., 1966).

Csertölgy (*Qurecus cerris*)

A bükkfafélék (*Fagaceae*) családjába tartozó magas termetű fa, fiatal korában nyitott, laza koronával, mely az idő folyamán tömötté fejlődik. Jellegzetesen árkolt, a barázdák mélyén vörös színű kérge könnyen megkülönböztethetővé teszi a többi tölgyfajtól. Tavasszal a lombfakadása a többi tölgy fajnál később kezdődik. Hegyvidéki faj, fény- és melegigényes, éghajlatunkon jól sarjadzik, gyorsan növekszik. A hidegebb vidékeken csak napos, meleg, déli lejtőkön nő (Polunin, 1981). Nem kedveli a hirtelen hőmérsékletváltozásokat és a fagyokat sem. Hirtelen, vagy tartós fagy hatására kérge „szétsattanhat”. Jól tűri a szárazságot, valamint a talaj tápanyagtartalmára is kevésbé igényes. Kerüli a meszes talajt, ezzel szemben megmarad sekély váztalajon, kavicsos és rendzinákon is. A legnagyobb növekedést leginkább barna erdőtalajokon mutatja. A számára legkedvezőbb éghajlati és talajviszonyok között akár a 25-30 m magasságot is elérheti (Csapody et al., 1966).

Hazánk erdőállományának 11%-át alkotja (Kollár, 2022).

A csertölgy csíranövénye, a kocsánytalan tölgyéhez hasonlóan a földfelszín alatt kel ki. A szőrös csíranövény csemetéjének levelei szabályos ötágú csillag alakzatban helyezkednek el.

Szürkésbarna hajtásának keresztmetszete enyhén szögletes, csúcsait puha, nemezes szörképletek fedik. A levelek a tél folyamán gyakran a hajtásokon maradnak. Rügyei aprók, széles alapú tojásdadok, csúcsuk felé elkeskenyedők, közép barna színűek. Felületüket enyhén pillás, sallangos rügypikkelyek borítják. A rügyek a vesszőcsúcson csoportosan, halmozottan ülnek.

Levelei spirálisan szórt állásúak, 8-12 cm hosszúak, lekerekített vállúak, karéjosak, hasadtak vagy osztottak, csúcsuk hegyes, a levélnyel rövid. Igen változatosak, akár egy egyeden is eltérők lehetnek. A karéjok háromszög alakúak vagy hasábosak, csúcsuk hegyes, vagy ismételten karéjos is lehet. A kifejlődött levéllemez színi oldala sötétzöld, fényes, tapintása az apró csillagszöröktől érdes. A fonáki oldalon világosabb és egész évben finoman szőrözött, molyhos. Ősszel megsárgult, majd megbarnult levelei a tavaszi lombfakadásig a fán maradnak.

Egylaki, váltivarú, szél porozta virágai füzéreseket, lombfakadással együtt nyílnak. A porzós füzérek sárgászöld barka virágzatot alkotnak, míg a lilás színű termősek a hajtások csúcsi részén helyezkednek el.

Termése makktermés, ami két év alatt érik be, formája hosszúkas tojásdad. Tetején enyhén lapított makkja valamennyi hazai tölgyünk makkja közül a legnagyobb. Színe éretten gesztenyebarna, íze keserű. A makk mélyen ül a sallangos, bozontos, kehely alakú kupacsbán (Csapody et al., 1966).

Mezei juhar (*Acer campestre*)

A szappanfafélék (*Sapindaceae*) családjába tartozó, Közép- és Dél Európa melegebb, szárazabb tölgyeseinek kísérő, síksági-hegyvidéki fája, mely hazánkban a Tiszántúl és a Duna-vidéken kívül mindenütt előfordul. Fényigényes növény, ugyanakkor a többi juharfajnál több árnyékot visel el. Kedveli az enyhébb éghajlatot, hőigénye viszonylag magas, de jól ellenáll a fagynak is. Talajjal szemben támasztott igényei viszonylag alacsonyak. Remekül érzi magát nedvességgel jobban átítatott talajtípusokon, de megél a homokos talajokon és szárazabb déli lejtőkön is. Magas regenerációs potenciállal rendelkeznek, jól ellenáll a vadrágásnak, ugyanakkor növekedése lassú és nehezen újul magról. Fényben és tápanyagban szegény termőhelyen cserje méretű marad, azonban szabadon állva, fényben és tápanyagban gazdag talajon akár a 25 m-es magasságot is elérheti (Bak, 2014). Nagy jelentőséggel bír az elkopárosodás megakadályozásában, illetve a talajerózió elleni védelemben. A Gödöllői-dombvidéken a nagy jelentőséggel bíró juharos-tölgyes állományalkotó fája. Okozhat eljuharosodást a gyertyános-kocsánytalan tölgyesek félszáraz-félnedves típusainak állományszegélyein. Különösen értékes kísérő- és elegyfája bükköseinknek, gyertyános-kocsánytalan és kocsányos tölgyeseinknek, sziklaerdeinknek, szurdokerdeinknek és lösztölgyeseinknek (Csapody et al., 1966). Sajnos igen régóta gyomfaként üldözik, így nehéz elképzelni, hogy ez a fafaj egyes irodalmi források szerint akár 300 évig is élhet.

Árnyékban csírázik, a hazánkban őshonos juharféléknél kisebb csíracsemetéjének sziklevelei nyelv alakúak, gyakran hosszában gyűrtek. Elsőként megjelenő levelei kerekdedek, szív alakúak, épszélűek, a levélszáron, levélnyélén és levélfonák erei mellett szőrösök.

A friss tavaszi hajtások barnás-zöldek vagy vörösesbarnák, a hajtáscsúcs felé haladva enyhén pelyhesek (Giovanni, 1961). A rügyek mérete apró, alakjuk tojásdad, felületük finoman szőrözött, színük a barnászöldek és a barnászöld között változhat. Az ülő és szárhoz simuló hónalj-rügyek valamivel kisebbek, mint a valódi csúcsrügy.

A mezei juhar levelei a Kárpát-medencében megtalálható juharfajok közül a legkisebbek. Nagyjából 4-10 cm hosszúak, szélesek, rendszerint öt, ritkábban három öblös karéjra tagolódnak. Ezeknek szélei épek, néha hegyesek. A levél válla szíves, a karéjok épszélűek, tompák, a karéjok közti öblök szélesek, fiatalon pelyhesek, később kopaszok. A levél színe sötétzöld, ősszel a napfény hatására élénksárgába fordul. Érdekessége, hogy nyelében tejedények futnak, ezért annak sérülésekor tejnedv folyik belőle.

Virágzata a fa 25 éves kora körül, a hajtások végein jelenik meg, a tavaszi lombfakadással egy időben. Egyivarú, apró, sárgászöld virágai eleinte felálló, később lekonyuló, végálló, laza bugában állnak (Engloner, 2001)

Kétszárnyú száraz ikerlependék termései aprók. A termés szárnyai egymáshoz képest egyenes szögben állnak. A fiatal termések világoszöldek, gyakran vörös elszíneződéssel (Csapody et al. 1966).

4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELEÉSÜK



12. ábra. A vizsgált faegyedek elhelyezkedése a Fácános erdőben. (Bodolay 2023)
Készült: Google Earth Pro, QGIS felhasználásával.

4.1. Vizsgált egyedek bemutatása

Faj neve	Minta kódja	Évgyűrűk száma	Bél van-e (I/N)	Minta hossza (cm)	Hiányzó évgyűrűk becsült száma	Becsült kor	Ültetés becsült ideje	Mellmagassági törzskerület (cm)	Magasság (m)	Környezet	Állapot
Kocsánytalan tölgy (<i>Quercus petraea</i>)	GOD-FAC-KTT 1	137	N	33	1-2	139	1884	262	16,2	domináns	kiváló
Kocsánytalan tölgy (<i>Quercus petraea</i>)	GOD-FAC-KTT 2	119	N	26,6	3-4	124	1900	160	15,6	domináns	kiváló
Kocsánytalan tölgy (<i>Quercus petraea</i>)	GOD-FAC-KTT 3	125	I	37,8	4-5	130	1893	260	15,6	domináns	kiváló
Mezei juhar (<i>Acer campestre</i>)	GOD-FAC-MJ 1	103	I	13,3	0	103	1920	55	7,2	alászorult	megfelelő
Mezei juhar (<i>Acer campestre</i>)	GOD-FAC-MJ 2	125	N	15,8	2-3	128	1895	126	14,8	domináns	jó
Mezei juhar (<i>Acer campestre</i>)	GOD-FAC-MJ 3	125	N	16,1	2-3	128	1895	132	14,2	domináns	jó
Csertölgy (<i>Quercus cerris</i>)	GOD-FAC-CS 1	121	N	27,5	4-5	126	1897	145	16	domináns	kiváló
Csertölgy (<i>Quercus cerris</i>)	GOD-FAC-CS 2	101	N	23,5	4-5	106	1917	146	20,2	domináns	kiváló
Csertölgy (<i>Quercus cerris</i>)	GOD-FAC-CS 3	102	N	25,6	3-4	106	1917	169	20,2	domináns	kiváló

2. táblázat: A vizsgált faegyedek mintavételi alapadatai (Bodolay 2023)

A gödöllői Fácános erdő több száz évre visszamenőleg is a parkerdő (illetve vadászterület) funkcióját töltötte be. Az fenti 2. táblázatban szeretném bemutatni a mintázott faegyedek évgyűrű mintavételi, a 3. táblázatban a statisztikai alapadatait.

	GOD-FAC-KTT1	GOD-FAC-KTT2	GOD-FAC-KTT3	GOD-FAC-CS1	GOD-FAC-CS2	GOD-FAC-CS3	GOD-FAC-MJ1	GOD-FAC-MJ2	GOD-FAC-MJ3
minimum (mm):	0,63895765	0,565552462	0,764261295	0,570653649	0,49971158	0,005228882	0,160316495	0,152193897	0,028615813
maximum (mm):	4,84187118	8,418513191	5,872815165	5,75998188	5,901440532	6,177993759	4,811237119	4,131894334	4,171114741
átlag:	2,01927214	2,086967115	2,592614219	2,021165021	1,941563612	2,147691515	0,717633603	1,072456116	1,076426811
medián:	1,98058818	1,648540602	2,362424921	1,665664835	1,734775331	1,902340565	0,569093282	0,877291493	0,882282018
átlag eltérés:	0,53464342	0,950125692	0,932630256	0,921374808	0,758351146	0,816620009	0,394039241	0,579533345	0,608044494
szórás:	0,71719648	1,419086138	1,142092943	1,143927788	0,9843354	1,069269548	0,604411324	0,782413995	0,784733151
variancia:	0,51061626	1,996882732	1,29394128	1,297756149	0,95932295	1,132128176	0,36176632	0,607274286	0,61087967

3. táblázat: A vizsgált faegyedek évgyűrű növekedésének alapvető statisztikai adatai (Bodolay 2023)

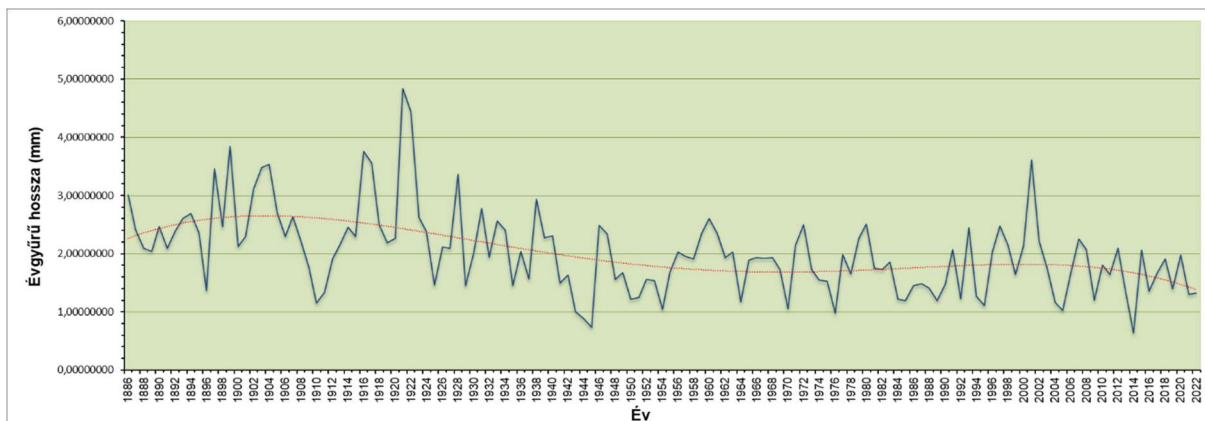
A táblázatokból kiolvasható, hogy nagyságrendileg a kocsánytalan tölgyek átlag életkora 131, a mezei juharoké 120, a csertölgyeké pedig 113 év volt a minták vételezésekor. A kor becslése esetében mindig hozzá kell tenni, hogy a hiányzó évgyűrűk az aktuális minták évgyűrű sűrűsége/eloszlása és az aktuális faegyed alapján kerülnek becslésre, pith locator segítségével.

A vizsgált faegyedek alapvető statisztikai adatai megmutatják a különböző fajok és egyedeik eltérő reakcióit ugyanabban a környezetben és időjárási viszonyok között, ebből kifolyólag indokolt részletes elemzésük és összehasonlításuk.

GOD-FAC-KTT1 kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*)

Ez a kiváló kondícióban lévő pompás faegyed a Fácános erdő északi részén, a 102/B erdőrészlet területén található. Mintavételezéskor mellmagassági törzskerülete 262 cm, magassága megközelítőleg 16-16,5 m közé volt tehető. A környező fák és aljnövényzet sűrűn körbe nőtte, de dominanciája még így is egyértelmű, ugyanakkor estében a magasságmérés az előző okokból kifolyólag nehézségekbe ütközött. Becsült kora a pith locator segítségével hozzáadott évgűrűk alapján 139 év, ültetésének, – kelésének, vagy sarjadásának ideje 1884 körülre tehető, így a vizsgált fák közül ez az egyed bizonyult a legidősebbnek.

A törzséből vett minta hossza 33 cm és (akár szabad szemmel is) 137 jól elkülöníthető évgűrű számolható meg benne. A 13. ábra megmutatja évenkénti növekedését, melyben az adatokat 1/1000 mm pontossággal jelenítettem meg. Leolvasható, hogy a legnagyobb növekedés 1921-ben 4,842 mm, míg a legkisebb 2014-ben 0,639 mm volt. Az évgűrűinek átlagos növekedése 2,19 mm. A kocsánytalan tölgy növekedése lassú, ugyanakkor a grafikonon több kiugróan magas növekedési eredményt is tapasztalhatunk. 1899-ben 3,844 mm-t, 1904-ben 3,535 mm-t, 1916-ban 3,756 mm-t, 1921-ben 4,842 mm-t, 1922-ben 4,44 mm-t, 2001-ben 3,614 mm-t nőttek sugárirányban az évgűrűk. Két, számottevően alacsony növekedést lehet leolvasni, az egyiket 1945-ben, a másikat 2014-ben. Ekkor 0,737 mm, illetve 0,639 mm növekedést figyelhetünk meg. A grafikonon megjelenített trendvonal megmutatja a növekedés dinamikájának lassulását az évek múlásával.



13. ábra. A GOD-FAC-KTT1 kocsánytalan tölgy évgűrű görbéjének lefutása 1886-2022 (Bodolay 2023)

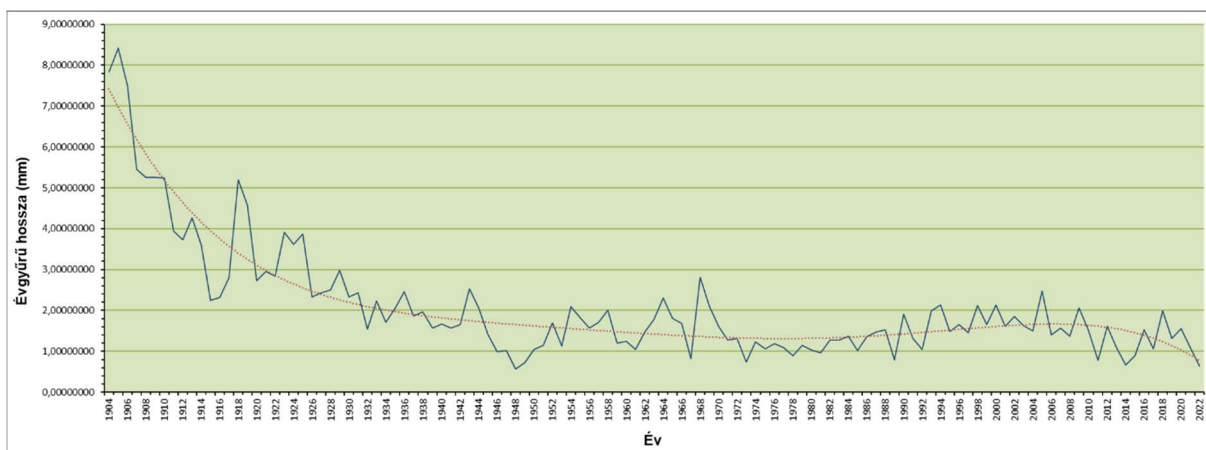
GOD-FAC-KTT2 kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*)



14. ábra. A GOD-FAC-KTT2 kocsánytalan tölgy a Fácános erdőben
(Bodolay 2022)

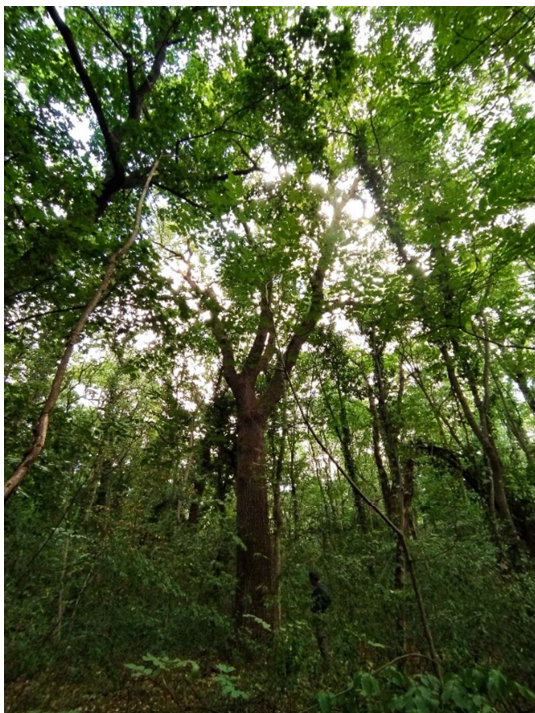
A második faegyed, amelyből mintát vettünk, a 102/E erdőrészlet nyugati oldalán áll. Korát az évgyűrűk száma alapján és a pith locator segítségével 124 évre, az ültetés – kelés, sarjadás – időpontját 1900-ra becsültem. A minta vételezésekor mellmagassági törzskerülete 160 cm, magassága 15,6 m volt. Környezetében egyértelműen domináns, kiváló állapotnak örvendő egyed, körülötte több, fiatalabb alászorult tölgygel (14. ábra). Elegyfajként megjelentek körülötte az árnyéktűrő mezei juhar és gyertyán egyedei. A mintavételezést nehezítette az aljnövényzet 50-60%-os borítottsága.

A törzséből vett minta hossza 26,6 cm és rajta 119 évgyűrű figyelhető meg. Az alábbi grafikonon látható évenkénti növekedése, melyen az adatokat 1/1000 mm pontossággal tüntettem fel. Megfigyelhető, hogy a legnagyobb növekedés fiatal korában 1905-ben 8,418 mm, míg a legkisebb 1948-ban 0,565 mm volt. Az évgyűrűinek átlagos szélessége 2,087 mm. Lassú növekedése megfigyelhető az egyenletes lefutású évgyűrűgörbéjén. Észrevehető, hogy az évgyűrűk méretének átlagos növekedése és csökkenése is két-két időszakra tehető. Az egyik csökkenő tendenciát mutató szakasz 1905-től 1948-ig tart, amit egy, mintegy 20 évig tartó növekvő szakasz követ egészen 1968-ig. Ezt rövid ideig, 1974-ig tartó csökkenő átlagnövekedés jellemzi. A második, az átlag növekedését mutató szakasz 1974-től 2005-ig tart, majd ezt követően ismét az évgyűrűk átlagos méretének csökkenése figyelhető meg (15. ábra).



15. ábra. A GOD-FAC-KTT2 kocsánytalan tölgy évgyűrű görbéjének lefutása 1904-2022 (Bodolay 2023)

GOD-FAC-KTT3 kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*)



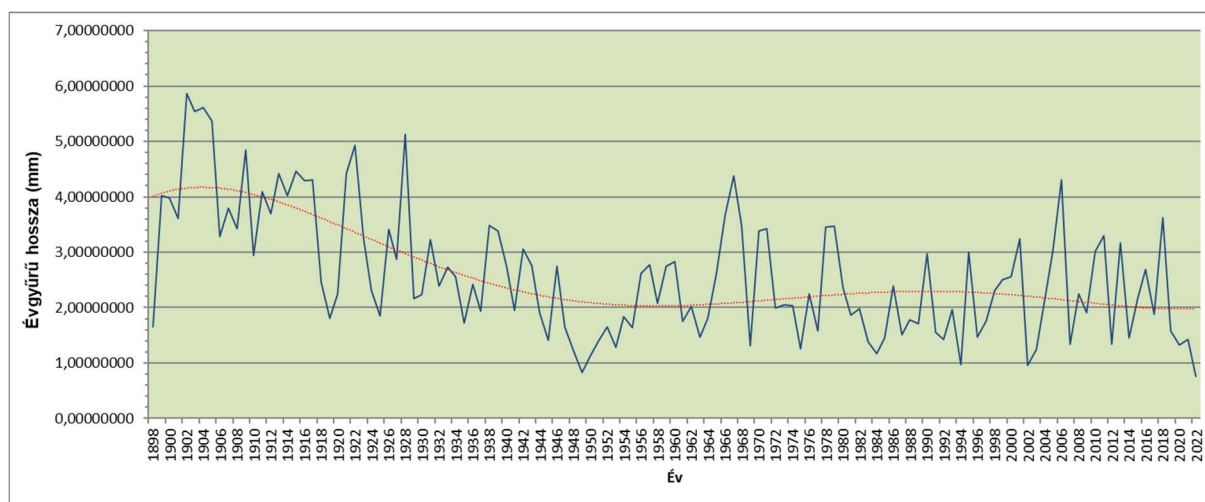
16. ábra. A GOD-FAC-KTT3 kocsánytalan tölgy a Fácános erdőben (Bodolay 2022)

A harmadik kocsánytalan tölgy, melyet szintén a 102/E erdőrészletben vetettünk alá mintavételezésnek, korát tekintve a második legidősebb, a maga 130 éves korával és 1893-ra becsült ültetési, – kelési, sarjadási – idejével. Látványos méreteivel, 260 cm-es mellmagassági törzskerületével és 15,6 m-es magasságával, kitűnik a többi fa közül (16. ábra). Magasságának megállapítása a cserjésedés és az alászorult fák nagy aránya miatt nehézségeket okozott.

Az fenti képen is jól látható kiváló egészségi állapota, dominanciája, illetve a körülötte megjelent árnyéktűrő mezei juhar és gyertyán csemeték.

A fűrés során a törzséből vett minta hossza 37,8 cm lett. A 125 számolt és 5 pith locatorral megállapított évgyűrűje alapján korát 130 évre, ültetésének, – kelésének, sarjadásának – idejét 1893-ra becsültem. Az alábbi grafikonon feltüntetett növekedését 1/1000 mm-e pontossággal jelenítettem meg. A legnagyobb növekedése 1902-ben történt, 5,873 mm-rel, legkisebb, 0,824 mm, pedig 1949-ben. Ezeken kívül érdemes még megemlíteni, az 1909-es, 1922-es és 1928-as éveket, amikor a növekedés megközelítette, vagy akár minimálisan át is lépte az 5mm-t, egészen pontosan ezekben az években 4,845 mm-t, 4,933 mm-t, illetve 5,133 mm-t szélesedtek az évgyűrűk. A legkisebb mért növekedési értékek 1949-ben, 1994-ben és 2002-ben tapasztalhatók, ezekben az években

az évgyűrűk szélessége nem haladta meg az 1mm-t. A növekedés átlaga a 130 év alatt 2,604 mm/év volt. A grafikonon látható 2022-ben mért értéket is megemlítem, hiszen ez a legkisebb mért érték, de a mintavételezés a vegtációs időszak elején történt, ezért ez a szám nagy valószínűséggel változott, a fa növekedése következtében. A görbére illesztett öt fokszámos polinomiális trendvonal megmutatja a növekedés dinamikájának csökkenő hullámzását az eltelt évek során (17. ábra).



17. ábra. A GOD-FAC-KTT3 kocsánytalan tölgy évgyűrű görbájének lefutása 1898-2022 (Bodolay 2023)

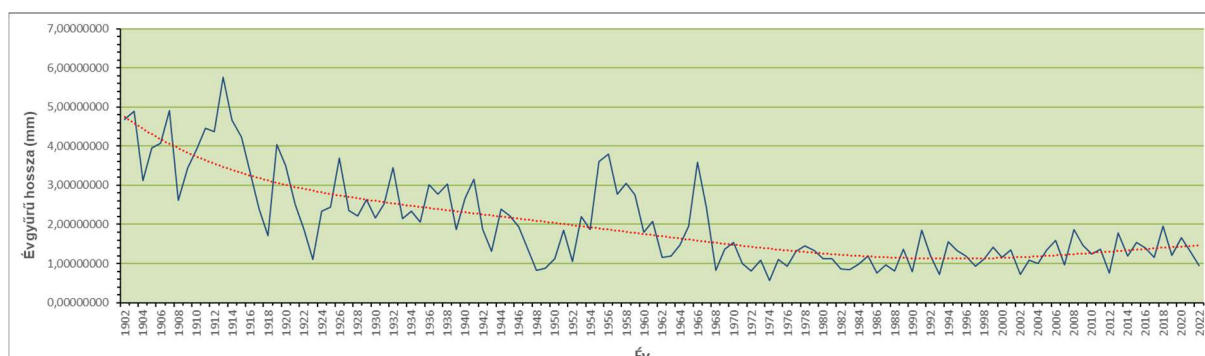
GOD-FAC-CS1 csertölgy (*Quercus cerris*)



18. ábra. A GOD-FAC-CS1 csertölgy a Fácános erdőben (Bodolay 2022)

A három mintavételre kijelölt csertölgy közül, ez a kiváló egészségi állapotban lévő fa (18. ábra) volt az első és egyben legidősebb is. A Fácános erdő középső részén, a 102/B erdőrészletben található. Mintavételezéskor mellmagassági törzskerülete 145 cm, magassága 16 m volt. A környezete fákkal és aljnövényzettel 30-40%-ban benőtt, abszolút domináns fa. A magasságmérés ebben az esetben is, az előző okokból kifolyólag nehézségekbe ütközött. Sajnos fűrés során nem sikerült eltalálni a közepét, ezért becsült kora a pith locator segítségével hozzáadott évgűrűk alapján 126 év, ültetésének – kelésének, sarjadásának – ideje 1897 körülre tehető.

A törzsből vett minta hossza 27,5 cm és 121 jól elkülöníthető évgűrű számolható meg rajta. Ezt a mintát kísérlet képpen Sadolin keményfa olajjal kezeltem, így az évgűrűk élesebben elkülönülnek egymástól. A 19. ábra megmutatja ennek a faegyednek az évenkénti növekedését, melyben az adatok 1/1000 mm pontossággal kerültek megjelenítésre. Látható, hogy a legnagyobb évgűrű szélesedés 1913-ban 5,76 mm, míg a legkisebb 1974-ben 0,57 mm volt. Az évgűrűinek átlagos növekedése 2,02 mm. A csertölgy lassú növekedésű faj, ugyanakkor a grafikonon nyolc, az átlagnál jóval magas növekedési eredményt is megfigyelhetünk. 1903-ban 4,893 mm-t, 1907-ben 4,903 mm-t, 1913-ban 5,76 mm-t, 1919-ben 4,045 mm-t, 1926-ban 3,695 mm-t, 1955-ben 3,605 mm-t, 1956-ban 3,801 mm-t, 1966-ban pedig 3,592 mm-t nőttek sugárirányban az évgűrűk. Két, számottevően alacsony növekedést tudunk leolvasni, az egyiket 1974-ben, a másikat 2002-ben. Ekkor 0,570 mm, illetve 0,715 mm növekedést figyelhetünk meg. A grafikonra fektetett polinomiális trendvonal ennek az egyednek az esetében a növekedés dinamikájának csökkenését mutatja egészen az 1990-es évek közepéig, amikor ismét enyhe emelkedés figyelhető meg, tehát az évgűrűk lassan vastagodó tendenciát mutatnak (19. ábra).



19. ábra. A GOD-FAC-CS1 csertölgy évgűrű görbéjének lefutása 1902-2022 (Bodolay 2023)

GOD-FAC-CS2 csertölgy (*Quercus cerris*)



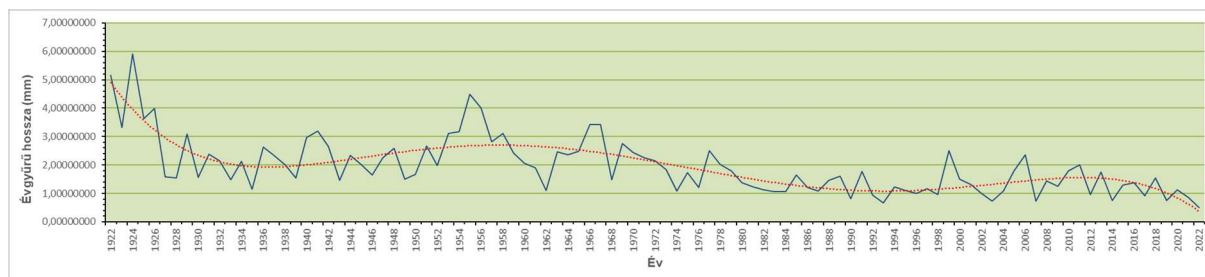
20. ábra. A GOD-FAC-CS2 csertölgy a Fácános erdőben (Bodolay 2022)

A Fácános erdő észak-nyugati 102/F erdőrészletében található a második cser, melyből évgűrű mintát vettem. Ennek a 20,2 m magas és 146 cm mellmagassági körmérettel rendelkező fának sem sikerült mintavételezéskor eltalálni a közepét, ezért korát a megszámlolt 101, valamint pith locator segítségével hozzáadott további 5 évgűrű alapján 106 évesre, ültetési idejét 1917-re becsültem. Egészséges, környezetében domináns, körülötte alászorult mezei juharokkal találkozhatunk (20. ábra). Megközelítését megnehezítette a legalább 40%-os cserjeborítottság és a dús aljnövényzet. Ennek az egyednek, az amúgy ösvényekkel sűrűn átszőtt erdőrészletben, nincs kitaposott csapás a közelében, így

zavartalanul nőhet.

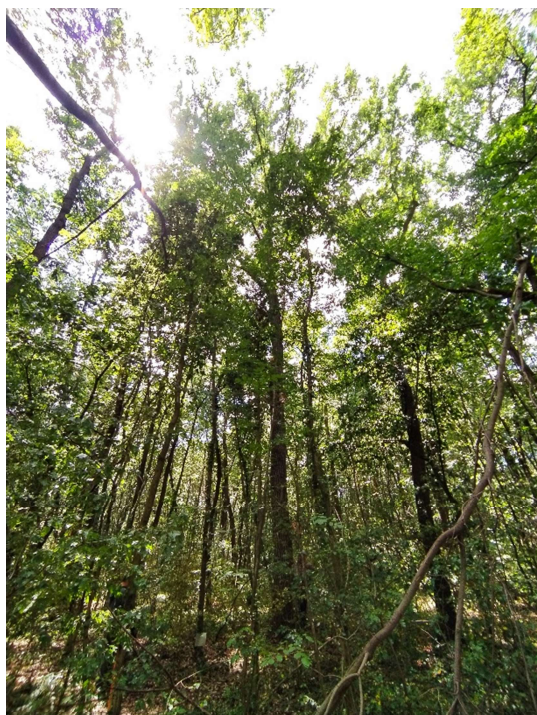
A törzséből vett minta 23,5 cm hosszúságú és 101 szabad szemmel is jól elkülöníthető korai pászta-késői pászta párost lehet rajta megfigyelni. A 21. ábrán szemléltetem ennek az egyednek a növekedését, melyet az előzőekhez hasonlóan 1/1000 mm-es pontossággal jelenítettem meg. Az eddig leírt egyedek növekedési görbéjéhez képest, ezen a grafikonon megfigyelhető egyfajta hullámozás az évgűrűk növekedésében, amit a trendvonal jobban láthatóvá tesz. Ez alapján az évgűrűk növekedésének tendenciájában három csökkenő és két emelkedő időszak különböztethető meg. A csökkenő szakaszok a következők: 1922-től 1935-ig, 1955-től 1993-ig, illetve 2007-től napjainkig. Az átlagok növekedésének szakaszai pedig az

alábbiak: 1935-től 1955-ig, illetve 1993-tól 2007-ig. Látható, hogy a fa, legnagyobb évgűrű vastagodását 1924-ben produkálta 5,901 mm-rel, a legkisebbet pedig 1993-ban 0,66 mm-rel. Még egy kiemelkedő érték figyelhető meg, 1955-ben, ekkor 4,482 mm volt az évgűrű szélességének a növekedése. A grafikonon megjelenített 101 év alatt, átlagosan évente 1,941 mm-t vastagodtak a fa évgűrűi.



21. ábra. A GOD-FAC-CS2 csertölgy évgűrű görbájának lefutása 1922-2022 (Bodolay 2023)

GOD-FAC-CS3 csertölgy (*Quercus cerris*)



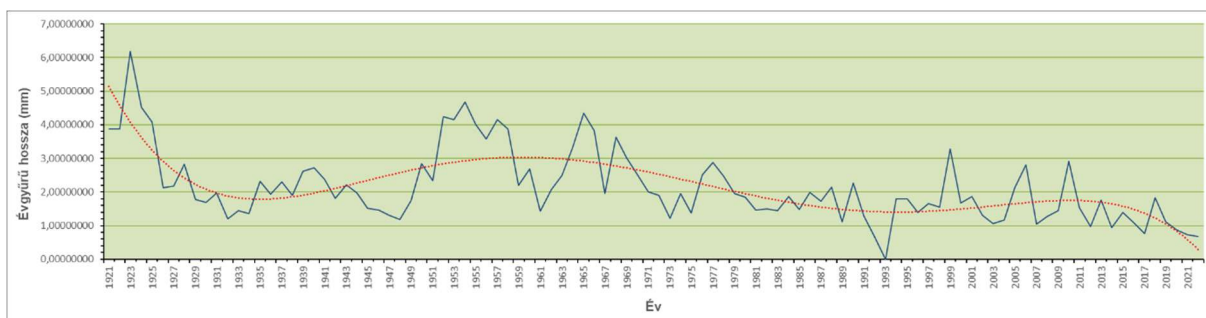
22. ábra. A GOD-FAC-CS3 csertölgy a Fácános erdőben (Bodolay 2022)

A harmadik csertölgy, melyet szintén a 102/F erdőrészletben, annak déli szegletében vetettünk alá mintavételezésnek, korát tekintve, hasonlóan az előző egyedhez szintén 106 éves. Ültetési idejét szintén 1917-re becsültem. Az előző vizsgált faegyedhez képest mellmagassági törzskerülete jó 25 cm-rel nagyobb, 169 cm. Magasságuk ugyanakkor megegyezik, ennél a csernél is 20,2 m-t mértünk. A 22. ábrán megfigyelhető, hogy a magasságmérés a cserjésedés és az alászorult egyedek nagy aránya miatt nehézségeket okozott.

Egészségi állapota kiváló, környezetében való dominanciája egyértelmű. A törzséből vett minta 25, 6 cm hosszú, 102 évgűrűt tartalmaz. Mint

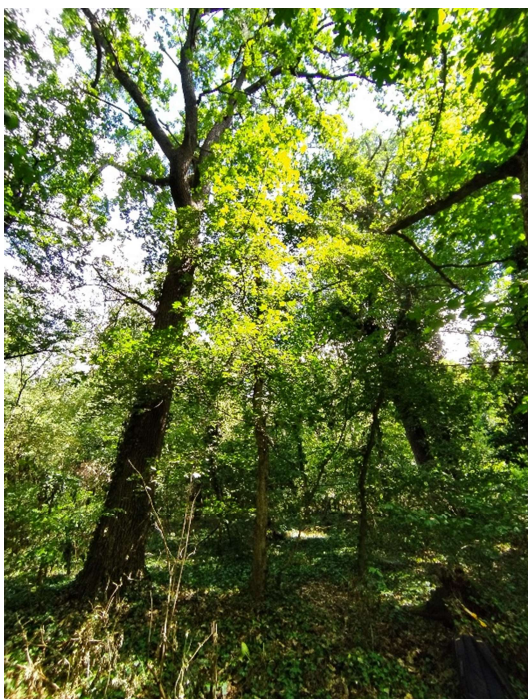
szinte minden esetben, itt sem sikerült pontosan a fa közepébe fűzni, ezért pith locator segítségével további 4 évgűrűt adtam hozzá, így megkaptam a fenti kort és ültetési időt. A 23. ábrán feltüntetett növekedését 1/1000 mm-es pontossággal jelenítettem meg.

Ezen a grafikonon, csak mint az előzőn, szintén megfigyelhető a hullámozás az évgyűrűk növekedésében, amit a görbére illesztett polinomiális trendvonal láthatóbbá tesz. Ez alapján az előző egyedhez igen hasonlóan, az évgyűrűk növekedésének tendenciájában három csökkenő (1921-1935, 1958-1993, 2010-2022) és két emelkedő (1935-1958, 1993-2010) periódust láthatunk. Nagy eltérést figyelhetünk meg a maximum érték és a minimum érték között. A mérések szerint 1923-ban 6,178 mm-t, míg 1993-ban 0,005 mm-t vastagodott az aktuális évgyűrű. Az első évgyűrűk vastagodását jelző periódusban még három kiemelkedő érték található: 1954-ben 4,683 mm, 1957-ben 4,167 mm, 1965-ben pedig 4,351 mm. Az évekre vetített átlagos évgyűrű növekedés 2,14 mm.



23. ábra. A GOD-FAC-CS3 csertölgy évgyűrű görbéjének lefutása 1921-2022 (Bodolay 2023)

GOD-FAC-MJ1 mezei juhar (*Acer campestre*)



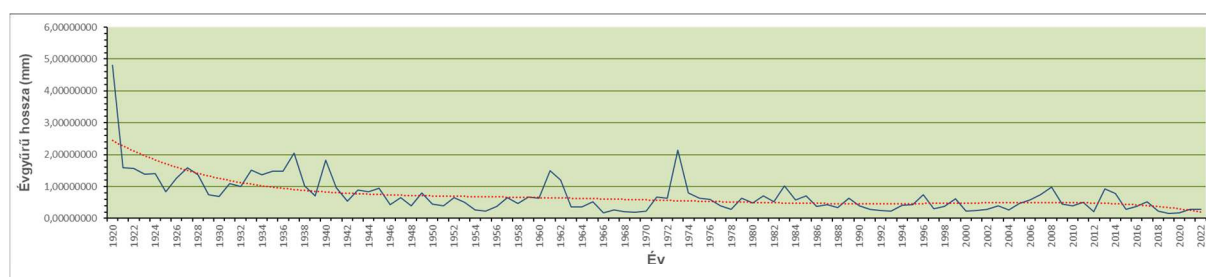
24. ábra. A GOD-FAC-MJ1 mezei juhar a Fácános erdőben (Bodolay 2022)

Az első mezei juhar példány, amit mintavételezésnek vetettünk alá, a 102/E erdőrészletben található. A mintavétel időpontjában magassága 7,2 m, mellmagassági törzskerülete 55 cm volt (24. ábra). Mintázott fajtársai közül ez az egyed bizonyult a legfiatalabbnak, a törzséből vett 13,3 cm-es minta alapján korát 103 évre, ültetési idejét 1920-ra határoztam meg. Kutatásom során az összes mintavételezés közül, ez volt az egyetlen példány, melynek kormeghatározásához nem kellett pith locatort használni, mert sikerült a fűrővel eltalálni a közepét.

A fa egészségi állapota megfelelőnek mondható, több vastagabb ága leszáradt, a törzsén kisebb odvasodás volt látható. Környezetében alászorult, az őt körülvevő csertölgyek és nagyobb mezei juharoknak nemigazán tudott

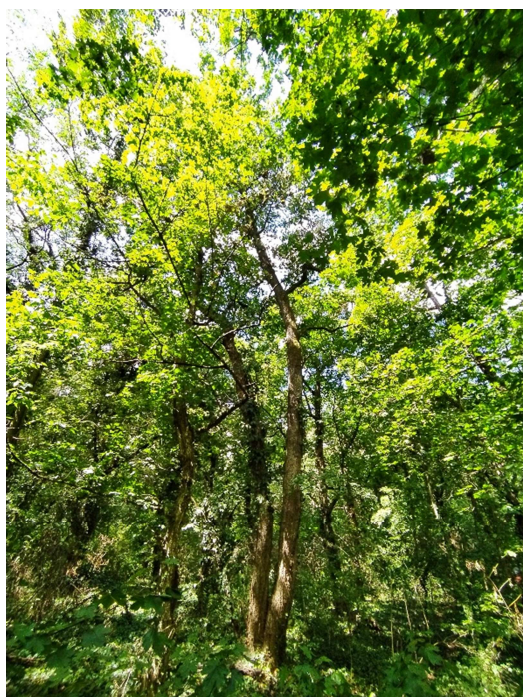
versenytársa lenni. A 25. ábra mutatja évgyűrűgömbjének lefutását, melyben az adatokat 1/1000 mm pontossággal jelenítettem meg.

Az ábráról is megállapítható alászorultsága, évenkénti évgyűrű növekedésének átlagos értéke 0,717 mm, tehát a legtöbb évben nem érte el az 1mm-t sem. A gömbjére illesztett trendvonal egyenletes, az átlagtól alig eltérő növekedési dinamikát mutat. Négy esetben láthatunk kiemelkedőbb értékeket, amikor a vastagodás megközelítette, elérte, illetve meghaladta a 2 mm-t. 1937-ben 2,05 mm, 1940-ben 1,836 mm, 1961-ben 1,5 mm, 1973-ban pedig 2,143 mm évgyűrű növekedést produkált a fa. Az évgyűrűk vastagodása az eltelt 103 év alatt több esetben is alig mutatott növekedést, a legkeskenyebb évgyűrűt 2019-ben figyelhetjük meg, ennek mérete 0,160 mm.



25. ábra. A GOD-FAC-MJ1 mezei juhar évgyűrű gömbjének lefutása 1921-2022 (Bodolay 2023)

GOD-FAC-MJ2 mezei juhar (*Acer campestre*)



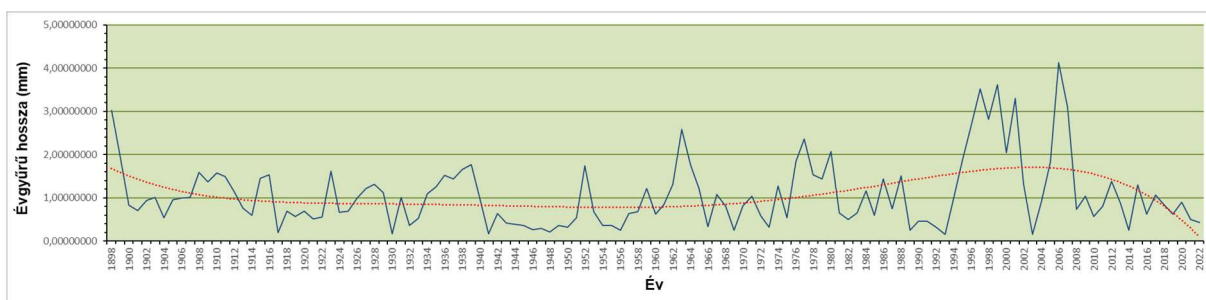
26. ábra. A GOD-FAC-MJ2 mezei juhar a Fácános erdőben (Bodolay 2022)

A Fácános erdő középső részén, a 102/E erdőrészletében található a második juhar, melyből mintát vételeztünk. Ennek a 14,8 m magas és 126 cm mellmagassági körméréssel rendelkező fának sem sikerült mintavételezéskor eltalálni a közepét, ezért a törzséből vett 15,8 cm hosszúságú minta alapján korát a megszámlolt 125, valamint pith locator segítségével hozzáadott további 3 évgyűrű alapján 128 évesre, ültetési idejét 1895-re becsültem. Jó egészségi állapotban lévő, környezetében domináns fa (26. ábra). Körülötte alászorult mezei juharokkal és dús cserjeszinttel találkozhatunk. Ez a kb. 50%-os cserjeborítottság megnehezítette megközelítését és magasságának megállapítását. Évgyűrűinek lefutási gömbjét

1/1000 mm-es pontossággal jelenítettem meg a 27. ábrán, amelyen látható, hogy az évgyűrűk növekedése változatos mintát mutat, illetve a trendvonal 1967-től 2006-ig emelkedő fázisban

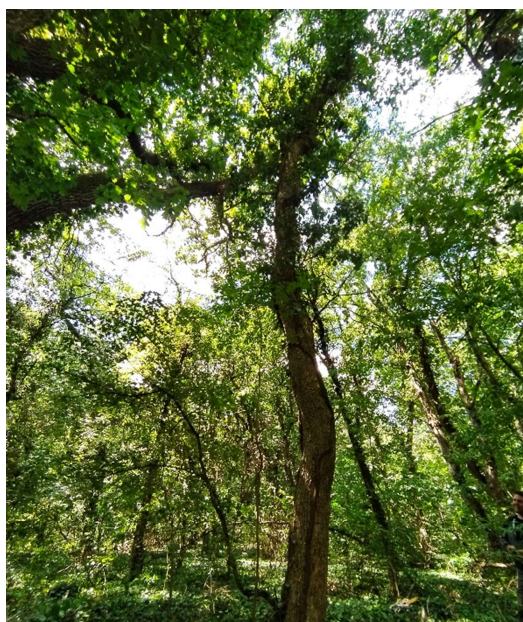
van, az előző 50 év stagnálásához képest, majd 2006-tól meredeken ível lefelé 2022-ig. A fa évgyűrűinek átlagos évenkénti növekedése 1,072 mm volt, ugyanakkor van öt év, amikor meghaladta a 3 mm-t: 1899-ben 3,02 mm-t, 1997-ben 3,524 mm-t, 1999-ben 3,621 mm-t, 2001-ben 3,301 mm-t, illetve 2006-ban 4,132 mm-t vastagodott az aktuális évgyűrű. A legalacsonyabb érték 2003-ban volt mérhető, ekkor mindössze 1,152 mm volt a produktum.

Érdeemes megfigyelni, hogy a legkisebb és legnagyobb mért érték (2003, illetve 2006) egymástól mindössze három év távolságban vannak. A görbe itt a legmeredekebb, tehát ez a juhar ezekben az években mutatta legnagyobb növekedési erélyt.



27. ábra. A GOD-FAC-MJ2 mezei juhar évgyűrű görbéjének lefutása 1898-2022 (Bodolay 2023)

GOD-FAC-MJ3 mezei juhar (*Acer campestre*)

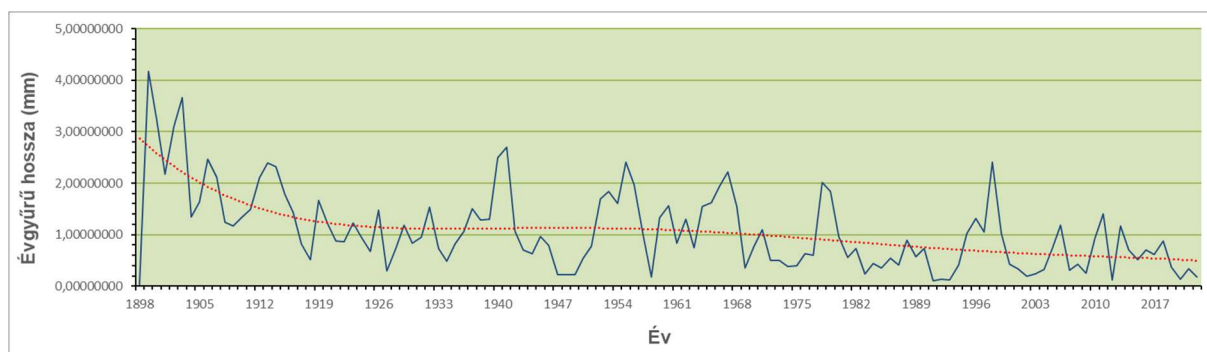


28. ábra. A GOD-FAC-MJ3 mezei juhar a Fácános erdőben (Bodolay 2022)

A harmadik, egyben utolsó mezei juhar egyedét is 102/E erdőrészletben jelöltük ki mintavételre. Ez a 14,2 m magas, 132 cm mellmagassági törzskerülettel rendelkező példány jó egészségi állapotnak örvend, környezetében teljesen domináns (28. ábra). Alatta az aljnövényzet gyér. A talajt leginkább borostyán (*Hedera helix*) borítja, helyenként láthatóak voltak az azévből kikel mezei juhar, gyertyán, hárs és cser magoncok. A törzséből vett 16,1 cm hosszú mintán 125 évgyűrű különíthető el. Mivel itt sem sikerült eltalálni a fatörzs közepét, ezért ebben az esetben szintén pith locator segítségével a megszámlálható

évgyűrűkhöz még hozzáadtam hármat, így korát 128 évre, ültetési idejét 1895-re becsültem. A 29. ábrán látható a faegyed évgyűrű görbéjének lefutása – az adatok 1/1000 mm pontossággal kerültek megjelenítésre.

Megfigyelhető, hogy az előző egyedhez hasonlóan, az évgyűrűk növekedése változatos mintát mutat, a legnagyobb és legkisebb növekedések között nagy az eltérés. Ugyanakkor a trendvonal ennél az egyednél egyértelműen csökkenést mutat a vastagodásban az évek múlásával, figyelembe véve a kiugróan magas értékeket is. A korai pászta-kései pászta párosok átlagos évenkénti növekedése 1,076 mm. Az árnyékban csírázó és árnyéktűrő mezei juhar a kikelést követő első pár évében mutatta a legnagyobb növekedési erélyt, ami ezután hirtelen csökkenni kezdett. A fa vastagodása 21-23 éves korára lelassult és néhány kiemelkedő értéktől eltekintve folyamatosan csökkenő tendenciát mutat. A legnagyobb növekményt 1899-ben érte el, ekkor 4,171 mm-t, a legkisebbet 1991-ben, ekkor 0,101 mm-t vastagodott az aktuális évgyűrű. A növekedés háromszor mutat kiemelkedőbb értékeket, amikor átlépte a 2,5 mm-t: 1899-ben (4,171 mm), 1903-ban (3,663 mm) és 1941-ben (2,698 mm). Érdeemes megemlíteni még a legalacsonyabb növekedési értékeket. A fa élete során többször is előfordult, hogy ez az érték nem érte el a 0,2 mm-t. 1991-ben 0,101 mm-t, 1992-ben 0,134 mm-t, 1993-ban 0,118 mm-t, 202-ben 0,195 mm-t, 2020-ban 0,129 mm-t vastagodott az aktuális évgyűrű.



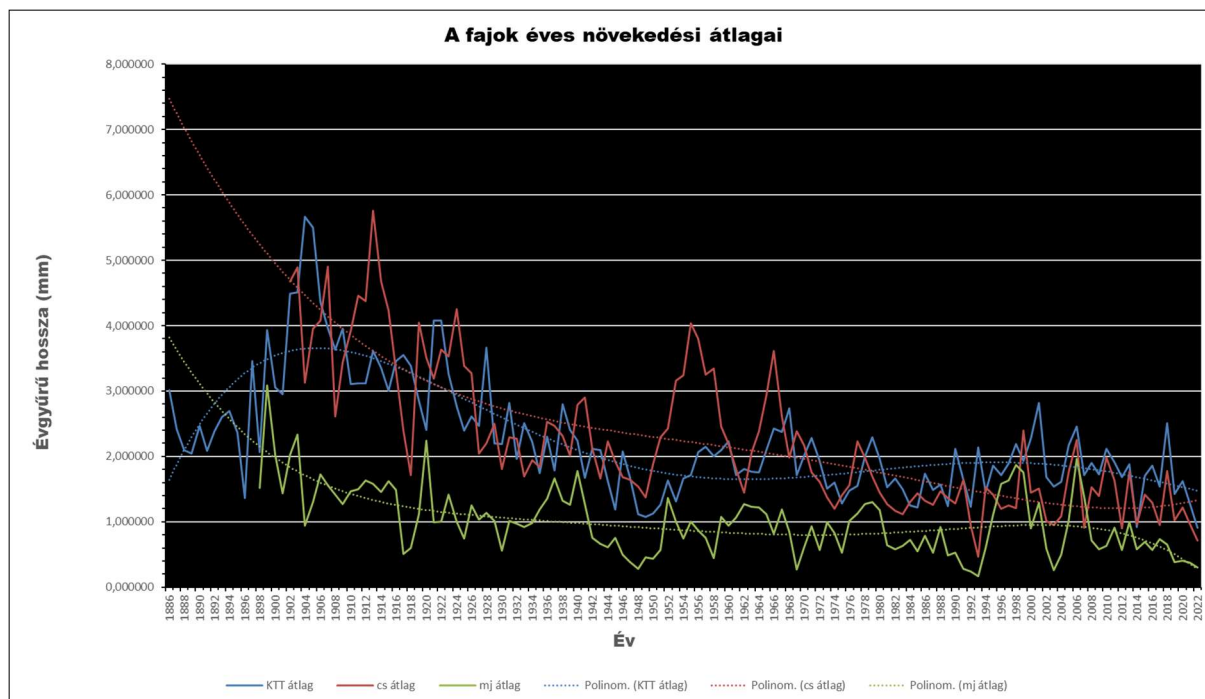
29. ábra. A GOD-FAC-MJ3 mezei juhar évgyűrű görbájének lefutása 1898-2022 (Bodolay 2023)

4.2. Az adatok összehasonlítása

Ebben a fejezetben szeretném bemutatni a mintavételezésekből származó adatok összehasonlítását. Fontos megjegyezni, annak ellenére, hogy a vizsgált egyedek egy földrajzi szempontból kis területű termőhelyen élnek – ugyanazon éghajlati, domborzati, talajtani és vízrajzi körülmények között – a három fafaj minden egyede másképp válaszol a különböző környezeti tényezőkre (Schweingruber, 1996). Ezért, hogy pontosabb képet kapjunk a fák növekedéséről ezen a területen, egy fajon belül a különböző faegyedek évgyűrűinek évenkénti növekedése alapján az adott faj éves vastagodásának átlagát számítottam ki. Az így kapott évgyűrűgörbék megmutatják a vizsgált fajok éves átlagnövekedését és fajonkénti összehasonlítást tesznek lehetővé. Az évgyűrű görbék lefutási adatainak összevetésében nagy

jelentőséggel bír az a megfigyelés, hogy a fák növekedési dinamikájának első, megközelítőleg 20 éve, észrevehetően változékony. Ebből kifolyólag dendrokronológiai vizsgálatok során, ezeket az adatokat figyelmen kívül hagyják (Schweingruber, 1996), ennek megfelelően az összehasonlítás során, a csertölgyekhez viszonyított első 20 évet (1902-1922) nem vettem bele az elemzésbe.

A 30. ábra mutatja a vizsgált fajok éves átlagnövekedéseit, a mérések eredményeit.



30. ábra. A vizsgált fajok évgyűrű görbéinek összehasonlítása 1898-2022 (Bodolay 2023)

Az ábrát megfigyelve látható, hogy a tölgyfajok évgyűrűinek növekedése szinte lefedi egymást, ugyanakkor a csertölgyek mégis némileg erőteljesebb dinamikát mutatnak a kocsánytalan tölgyekhez képest. A növekedési értékek közötti ingadozások nagyobb eltéréseket mutatnak mindkét fajnál. Ezzel szemben a mezei juharok jóval lassabban, de kisebb ingadozással, egyenletesebben fejlődnek. Látható még, hogy az első 30 év változékonysága után vannak jól meghatározható időszakok, melyekben mindhárom faj szinte azonos arányban vastagodik. 1920-tól kezdődően a kocsánytalan tölgy és a mezei juhar trendvonala párhuzamosan fut, nem keresztezik egymást. A csertölgyek, az 1955-től 1966-ig terjedő időszakban több kiugróan magas növekedést produkáltak, ezért trendvonaluk az előbbiektől némileg eltér. Ezt az időszakot kivéve megfigyelhető, hogy a fajok évgyűrűgörbéinek lefutása az arányok tekintetében nagyban hasonlít egymáshoz. Az 1920-as évektől nagyjából az 1950-es évek elejéig tartó, növekedésben csökkenő tendenciát mutató időszakot egy dinamikusabb szakasz követi 1979-ig, majd ismét viszonylag alacsonyabb értékeket produkálnak 1993-ig.

Ezt egy érdekes periódus követi egészen 2008-ig, itt a görbék párhuzamosak, a csúcsok szinte fedik egymást. Mindhárom fajnál erőteljesebb évgyűrű növekedési periódusokat figyelhetünk meg 1921 és 1923 között, 1936 és 1941 között, 1952 és 1955 között, 1976 és 1981 között, illetve 1996 és 2001 között. Hasonlóan alakulnak még a növekedési értékek csökkenései, ezeket is szinte egyszerre produkálják: 1948 és 1949 között, 1974 és 1975 és között, 1992 és 1993 között, illetve 2003-ban. Megemlíteném érdekesség szempontjából a 2003 és 2008 közötti időszakot, ahol a három vizsgált faj növekedési görbéi fedésben vannak.

A fenti összehasonlításból látható, hogy a kutatásom során vizsgált egyedek egy földrajzi léptéket tekintve viszonylag kis területű termőhelyen élnek, éghajlati, domborzati, talajtani és vízrajzi körülményeik megegyeznek, azonban a három fafaj minden egyede másképp válaszol a különböző környezeti tényezőkre.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A Fácános vagy MATE Parkerdő a Gödöllői-dombság és Gödöllő város történelmének részét képezi évszázadok óta. Ez alatt az idő alatt óriási változások mentek végbe a tájon, legfőképpen az emberi beavatkozásoknak köszönhetően. Évszázados parkerdő rendeltetése megmaradt, kedvelt a környéken lakó sétára vágyók, kutyasétáltatók és kerékpárosok körében. Az eredeti vegetációjának (kislevelű hársas-tölgyes, gyertyános-kocsánytalan tölgyes), mára csak írott nyomai maradtak meg. Az erdőgazdasági üzemtervek alapján jelenleg a legidősebb faegyedek ültetési ideje az 1850-es évekre tehető. Az 1950-es évek átgondolatlan erdőgazdálkodása és erdőtelepítési láza határozottan meglátszik az erdőn. A vörös tölgy (*Quercus rubra*), a fehér akác (*Robinia pseudoacacia*), az erdei fenyő (*Pinus sylvestris*) erdőrészekbe történt beültetése diszharmoniót sugároz és megbontja az őshonos fajok alkotta társulások egységét. Ezeken kívül tovább rontja az erdőképet a behurcolt inváziós és özön fajok egyre dinamikusabb előretörése, mint a nyugati ostorfa (*Celtis occidentalis*), a tövises lepényfa (*Gleditsia triacanthos*), a bálványfa (*Ailanthus altissima*) vagy a fehér akác (*Robinia pseudoacacia*). Ezek a fajok agresszív terjedésükkel, erőteljes növekedési erélyükkel, allelopatikus tulajdonságaikkal, szemmel láthatóan egyre nagyobb teret foglalnak el a kiserdőből.

Az őshonos fajok további egyedeinek évgyűrűvizsgálatával rengeteg információt kaphatunk arról, hogy növekedésüket milyen befolyásoló tényezők érték az évtizedek során. Az évgyűrűgörbék lefutása és a visszamenőleg fellelhető időjárási adatok közötti kapcsolat teljes körű összehasonlításra és vizsgálatra lenne érdemes. Ezeknek a kutatásoknak az eredményei hozzájárulhatnak ahhoz, hogy mélyebben megértsük a klímaváltozás hatásait, valamint az elkövetkező években várható tendenciákat is.

Fontos lenne – a helyi erdőgazdálkodási szerv bevonásával – megfontolni és szem előtt tartani a rendszeres mintavételezés lehetőségét az őshonos fák esetében. Egy kidolgozott, hatékony mintavételezési és adatfeldolgozási eljárással lehetővé válna az állapotváltozásaik folyamatos megfigyelése és dokumentálása. A rendszeres mintavételezés sebzései miatt javasolt a mintázott fák egészségi állapotának időszakos, 1-3 évenkénti vizsgálata, a lehetőségekhez képest akár 3D akusztikus tomográfia segítségével. Ezek az adatok segíthetnek a mintavételezés és sebkezelési eljárásokkal kapcsolatos szakmai viták tisztázásában.

Végül szeretném kiemelni az idegenhonos és inváziós fajok évgyűrűvizsgálatának szükségességét és a kapott eredmények összehasonlítását az őshonos fajokéval.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Szakdolgozatomban a gödöllői Fácános erdő (MATE Parkerdő) területén található őshonos, az állományuk kormeghatározása szempontjából kiemelt faegyedek évgyűrűit vettem vizsgálat alá. A három fajról, kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*), csertölgy (*Quercus cerris*), mezei juhar (*Acer campestre*) melynek kilenc egyedét vizsgáltam, a felhasznált irodalom alapján részletes leírást készítettem.

Céлом egy pontos kép alkotása volt ezeknek a fafajoknak – kiválasztott példányoknak – a növekedéséről az erdőben, azonos éghajlati, domborzati, talajtani és vízrajzi körülmények között.

Az évgyűrűmintákat Pressler-féle növedékfúróval, Saláta Dénes segítségével és iránymutatásával vételeztem 2022. július 6-án. Feladataim közé tartozott a kiválasztott kilenc faegyed magasságának és mellmagassági törzskerületének megmérése, környezetének vizsgálata, a fűrés helyének megjelölése, ellenőrzése és felvétele adatlapokra, dokumentálása, fényképek készítése a fákról és környezetükről. Ezt követően a mintatartó lécekben felcsiszolt minták egy EPSON GT 15000 térképszkenner segítségével beolvasásra és QGIS szoftver segítségével digitalizálásra kerültek, majd munkám során ezeket az adatsorokat feldolgoztam. Az adatokat MS Office programcsomaggal dolgoztam fel. Az adatokból származó információk alapján meg tudtam becsülni a fák korát, ültetési – sarjadási, kelési – idejét. A vizsgált fajok átlagos életkora, a kocsánytalan tölgy (*Quercus petraea*) esetében 131 év, a csertölgy (*Quercus cerris*) esetében 115,5 év, a mezei juhar (*Acer campestre*) esetében pedig 116 év volt. Az adatok elemzése során nyomon követhetővé vált, hogy az egyes években mennyivel nőttek az egyedek, mekkora volt a különböző fajok növekedési erélye. A grafikonokon jól megfigyelhető, hogy milyen mértékű eltérések mutatkoznak a legkisebb és a legnagyobb növekedést mutató értékek között, melyeket évre lebontva határoztam meg.

Az összehasonlító elemzéshez készített grafikonon a három különböző faj egymáshoz viszonyított növekedési átlagai kerültek megjelenítésre. Az összehasonlításból látható, hogy a kutatásom során vizsgált egyedek évgyűrűinek lefutási görbéi hasonlítanak egymáshoz. Ebből megállapítható, hogy egy földrajzi léptéket tekintve viszonylag kis területű, jól lehatárolható termőhelyen élnek, éghajlati, domborzati, talajtani és vízrajzi körülményeik megegyeznek, azonban a három fa faj minden egyede másképp válaszol a különböző környezeti tényezőkre, mely igazolja a szakirodalmak ezzel kapcsolatos állításait.

Kiemelném, hogy a vizsgált időszakot érdemes lehet további kutatások tárgyává tenni, azoknak eredményeit pedig összehasonlítani a meglévő időjárási adatokkal, valamint a

történelem során bekövetkezett, jól dokumentált kiemelkedő eseményekkel, környezeti változásokkal.

7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretnék köszönetet mondani belső témavezetőmnek, Dr. Saláta Dénesnek, a rengeteg segítségért, türelemért és jóindulatért, amit kaptam tőle és bármikor bármilyen témában számíthattam rá. Bucsai Csaba külső témavezetőmnek az üzemtervekért és hogy támogatta munkánkat. Szeretném még megköszönni Dr. Malatinszky Ákosnak, Dr. Centeri Csabának, Dr. Grónás Viktor Péternek, Dr. Sárospataki Miklósnak, Dr. Nagy János Györgynek és Dr. Pető Ákosnak, hogy tanulhattam tőlük. Külön hálámat szeretném kifejezni feleségemnek és kisfiamnak, hogy kitartottak mellettem.

8. IRODALOMJEGYZÉK

- Bak M., Börcsök Z., Molnár S. (2014): A mezei juhar faanyaga. Erdészeti lapok 149 (11): 382-384.
- Bíró G., Borbély S., Dux E., Fehér K., Kovács T., Máté K., Sárossy I., Somogyi B., Székely J. (1989): Természettudományi kislexikon I-II. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1285 p.
- Bíró M. (2003): A Gödöllői-domvidék Tájvédelmi Körzet erdő- és tájhasználat története a 18. századtól napjainkig. Vácrátót, Botanikus kert, 200 p.
- Bölöni J., Molnár Zs., Kun A. (szerk.) (2011): Magyarország élőhelyei. A hazai vegetációtípusok leírása és határozója. ÁNÉR 2011. MTA ÖBKI, Vácrátót, 441 p.
- Crivellaro, A., Schweingruber, F. H. (2015): Stem Anatomical Features of Dicotyledons – Xylem, phloem, cortex and periderm characteristics for ecological and taxonomical analysis. Kessel Publishing House, Remagen-Oberwinte, 159 p.
- Csapody I., Csapody V., Jávorka S. (1980): Erdő-mező növényei. Natura, Budapest, 201p.
- Csapody I., Csapody V., Rott Ferenc (1966): Erdei fák és cserjék. Országos Erdészeti Főigazgatóság, Budapest, 453 p.
- Demény K. (2007): A Gödöllői-dombság általános bemutatása, Tájökológiai Lapok, 5 (2): 213–215.
- Dövényi Z. (szerk.) (2010): Magyarország kistájainak katasztere – második, átdolgozott és bővített kiadás. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet, Budapest, 876 p.
- Engloner A., Penksza K., Szerdahelyi T. (2001): A hajtásos növények ismerete., Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 268 p.
- Giovanni R., Szathmári G., Dr. Buchmann O. (1961): Gyógynövények – második, javított és bővített kiadás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 375 p.
- G. Merva M., Horváth L. (szerk.) (2013): Gödöllő története I. - A kezdetektől 1867-ig, Gödöllői Városi Múzeum, Gödöllő, 471 p.
- G. Merva M., Horváth L. (szerk.) (2013): Gödöllő története II/1. - 1867 - 1945, Gödöllői Városi Múzeum, Gödöllő, 418 p.
- G. Merva M., Horváth L. (szerk.) (2013): Gödöllő története II/2. - 1867 - 1945, Gödöllői Városi Múzeum, Gödöllő, 515 p.

- Jozsa L. (1988): Sampling Techniques For High Quality Cores, Forintek Canada Corp., Special Publication No. SP-30, Vancouver, Ottawa, 34 p.
- Majer A. (1972): Évgyűrű-kronológia. Az erdő 107 (4): 164-171.
- Morgós A. (2002): A dendrokronológiáról. Erdélyi Magyar Restaurátor Füzetek 2: 13-25.
- Murphy, B.L., Morrison, R.D. (2014): Introduction to Environmental Forensics. Academic Press, Cambridge, Massachusetts, 704 p.
- Polunin O. (1981): Európa fái és bokrai, Gondolat kiadó, Budapest, 214 p.
- Saláta D., Takács M., Hüll L., Pető Á. (2022): Közöséges bükk növekedésének vizsgálata évgyűrűk alapján a Pápavár déli lejtőjén (Bakony) – előtanulmány, Tájökológiai Lapok 20 (2): 59-81.
- Schweingruber F.H. (1990): Microscopic Wood Anatomy – Structural variability of stems and twigs in recent and subfossil wood from Central Europe. Publisher: Swiss Federal Institute for Snow and Landscape Research, 226 p.
- Schweingruber F.H. (2007): Wood Structure and Environment – Springer series in wood science, Springer, New York, 284 p.
- Stoffel, M., Bollschweiler, M. (2009): What Tree Rings Can Tell About Earth-Surface Processes: Teaching the Principles of Dendrogeomorphology. Geography Compass, 3 (3): 1013-1037
- Szabó L. (szerk.) (2011): Gödöllői-dombság természeti- és gazdaságföldrajzi viszonyai, kultúrtörténete. Agroinform Kiadó és Nyomda Kft., Gödöllő, 268 p.
- Ürmössyné Nagy J. (1927): Gödöllő emberföldrajzi leírása, Szeged Városi Nyomda és könyvkiadó Rt., Szeged, 41 p.
- Veperdi G. (2011): Erdőbecsléstan, oktatási segédanyag, Erdővagyon-gazdálkodási és Vidékfejlesztési Intézet Erdőrendezéstani tanszék, Sopron, 115 p.
- Vermeulen N. (2005): Fák és Cserjék enciklopédiája. Ventus Libro Kiadó, Budapest, 288 p.
- Wohlleben P. (2018): A fák titkos élete. Park Kiadó, Budapest, 218 p.

Internetes források

Http1: <https://erdoterkep.nebih.gov.hu/> (2023 augusztus)

Http2: <https://maps.arcanum.com/hu/map/firstsurvey-hungary/?layers=147&bbox=2115609.736934398%2C6020723.081356611%2C2128441.6030577715%2C6025156.428997152> (2023 szeptember)

Http3: <https://maps.arcanum.com/hu/map/secondsurvey-hungary/?layers=5&bbox=2108524.979875199%2C6019227.66396169%2C2134188.712121947%2C6028094.359242771> (2023 szeptember)

Http4: <https://maps.arcanum.com/hu/map/thirdsurvey25000/?layers=129&bbox=2115093.7869933876%2C6021019.942804949%2C2127925.6531167612%2C6025453.29044549> (2023 szeptember)

Http5: <https://www.fentrol.hu/hu/legifoto/54537?r=1&c=2156817.8585465:6039157.385094:8> (2023 szeptember)

Http6: <https://www.fentrol.hu/hu/legifoto/74898?r=1&c=2156941.6152925:6039255.490131:8> (2023 szeptember)

Http7: <https://www.fentrol.hu/hu/legifoto/265452> (2023 szeptember)

Http8: <https://hu.strephonsays.com/dendrochronology-and-dendroclimatology-1609#menu-2> (2023 szeptember)

8.1. Ábrajegyzék/Táblázatjegyzék

1. ábra. A gödöllői Fácános erdő táji elhelyezkedése	8.
2. ábra. Első Katonai Felmérés Térkép 1782-1785.	17.
3. ábra. Második Katonai Felmérés Térkép 1819-1869.	17.
4. ábra. Harmadik Katonai Felmérés Térkép 1869-1887.	17.
5. ábra. Légifotó a Fácános erdőről 1961-ből, a mintázott fák pontos helyeinek megjelöléseivel.	18.
6. ábra. Légifotó a Fácános erdőről 1980-ból, a mintázott fák pontos helyeinek megjelöléseivel	18.

7. ábra. Légifotó a Fácános erdőről 1990-ből, a mintázott fák pontos helyeinek megjelöléseivel.	18.
8. ábra. Az erdőrészek elhelyezkedése.	20.
9. ábra. A kutatás során vételezett minták a mintatartó lécekben kódokkal ellátva, mellettük a kalibrációs lemezzel.	22.
10. ábra. A mintavételhez használt Pressler-féle növedékfűrő.	23.
11. ábra. A kutatásomhoz felhasznált mérőszalag, Nikon Forestry 550 magasságmérő, kalibrációs lemez, pith locator és a minták a mintatartó lécekben a szkenneren.	23.
12. ábra. A vizsgált faegyedek elhelyezkedése a Fácános erdőben.	28.
13. ábra. A GOD-FAC-KTT1 kocsánytalan tölgy évgyűrű görbéjének lefutása 1886-2022	30.
14. ábra. A GOD-FAC-KTT2 kocsánytalan tölgy a Fácános erdőben	31.
15. ábra. A GOD-FAC-KTT2 kocsánytalan tölgy évgyűrű görbéjének lefutása 1904-2022	32.
16. ábra. A GOD-FAC-KTT3 kocsánytalan tölgy a Fácános erdőben	32.
17. ábra. A GOD-FAC-KTT3 kocsánytalan tölgy évgyűrű görbéjének lefutása 1898-2022	33.
18. ábra. A GOD-FAC-CS1 csertölgy a Fácános erdőben	34.
19. ábra. A GOD-FAC-CS1 csertölgy évgyűrű görbéjének lefutása	35.
20. ábra. A GOD-FAC-CS2 csertölgy a Fácános erdőben	35.
21. ábra. A GOD-FAC-CS2 csertölgy évgyűrű görbéjének lefutása	36.
22. ábra. A GOD-FAC-CS3 csertölgy a Fácános erdőben	36.
23. ábra. A GOD-FAC-CS3 csertölgy évgyűrű görbéjének lefutása 1921-2022	37.
24. ábra. A GOD-FAC-MJ1 mezei juhar a Fácános erdőben	37.
25. ábra. A GOD-FAC-MJ1 mezei juhar évgyűrű görbéjének lefutása 1921-2022	38.
26. ábra. A GOD-FAC-MJ2 mezei juhar a Fácános erdőben	38.
27. ábra. A GOD-FAC-MJ2 mezei juhar évgyűrű görbéjének lefutása 1898-2022	39.
28. ábra. A GOD-FAC-MJ3 mezei juhar a Fácános erdőben	39.
29. ábra. A GOD-FAC-MJ3 mezei juhar évgyűrű görbéjének lefutása 1898-2022	40.
30. ábra. A vizsgált fajok évgyűrű görbéjének összehasonlítása 1898-2022	41.
1. táblázat. Az erdőrészek tulajdonságai.	20.
2. táblázat: A vizsgált faegyedek mintavételi alapadatai	29.
3. táblázat: A vizsgált faegyedek évgyűrű növekedésének alapvető statisztikai adatai	29.

9. NYILATKOZAT

Alulírott Bodolay Zsolt, 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 25. 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 védeésre javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: nem

Kelt: Gödöllő, 2023. év október hó 25. nap



Belső konzulens