

SZAKDOLGOZAT

Karádi Anett
Természetvédelmi mérnök

Gödöllő
2023



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

IDEGENHONOS FAFAJOK NÖVEKEDÉSÉNEK
VIZSGÁLATA ÉVGYŰRŰK ALAPJÁN
A GÖDÖLLŐI FÁCÁNOS ERDŐBEN

Belső konzulens: Dr. Saláta Dénes
Egyetemi docens

Külső konzulens: Bucsai Csaba
Ügyvezető, Erterv Bt.

Készítette: **Karádi Anett**
DKRQMA
Levelező tagozat

Intézet/Tanszék: **Vadgazdálkodási és**
Természetvédelmi Intézet
Természetvédelmi és
Tájközgazdálkodási Tanszék

Gödöllő
2023

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK.....	4
2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS.....	5
3. ANYAG ÉS MÓDSZER	13
3.1. A Fácános-erdő története.....	13
3.2. A mintavételezés.....	14
3.3. A minták kezelése, adatok feldolgozása.....	15
3.4. Vizsgált fajok általános jellemzői.....	17
4. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK	21
4.1. A vizsgált egyedek bemutatása.....	21
5. EREDMÉNYEK ÖSSZEHASONLÍTÁSA.....	34
6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	39
7. ÖSSZEFOGLALÁS	42
8. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	44
9. IRODALOMJEGYZÉK	45
10. ÁBRA- ÉS TÁBLÁZATJEGYZÉK.....	47
NYILATKOZAT	49

1. BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉSEK

A fák egész életük folyamán növekednek, a mérsékelt égöv erdeit alkotók évente egy újabb évgűrű réteget képezve. Fejlődésük nem egyenletes, befolyásolja többek között a termőhely, az állományszerkezet, a genetikai adottságok, a különféle biotikus és abiotikus események és maga az ember is. Az évgűrűk szélességének váltakozásai az évenkénti kedvező és a kedvezőtlen feltételekről nyújtanak információt – fejlődésükre hatást gyakorló tényezők tekintetében nincs két egyforma év. Növekedés szempontjából a legmeghatározóbb körülményeket a csapadék és a hőmérséklet jelenti, optimális viszonyok között vastagabb, míg ellenkező esetben vékonyabb évgűrűk keletkeznek. A fák törzséből vételezett minták vizsgálatával az alapvető tényezők időbeli változásaira kapunk rálátást.

Szakdolgozatomban a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem gödöllői kampuszának területén található Fácános erdő három idegenhonos fafájának, a vörös tölgynek (*Quercus rubra*), a fehér akácnak (*Robinia pseudoacacia*) és az erdeifenyőnek (*Pinus sylvestris*) fajonként három, összesen kilenc egyedéből Pressler-féle növedék fúróval vett mintáit vizsgálom. A furatokon látható évgűrűk mintázata, növekedési paraméterei megmutatják az adott fák fejlődési, növekedési dinamikáját, reakcióit a környezeti tényezőkre.

A Fácános erdő nevét II. Grassalkovich Antal által a területen létesített fácánkertről kapta. A Szent István Egyetem Parkerdő és a MATE Parkerdő is ezt a területet fedi. Teljes kiterjedésében a Gödöllői-dombság Natura 2000, különleges természetmegőrzési terület része. Az erdőállományokat korábban mesterségesen elcseresítették, jelenlegi természetvédelmi célszerkezetüknek, fafaj összetételüknek fokozatos átalakítása a termőhelynek megfelelő jelölő élőhelyek kialakítása érdekében. További feladat a kedvező természetvédelmi helyzet elérése érdekében az inváziós fajok terjedésének megállítása, köztük a vizsgált fehér akácé és erdeifenyőé, mivel intenzív térhódításukkal veszélyeztetik a jelölő gyept, és erdőtársulások fennmaradását. Azért tartom fontosnak az idegenhonos fajok vizsgálatát, mert a természetvédelmi célok megvalósításának egyik lépése ezen fajok lecserélése a tájazonos fajokra, ezért addig érdemes információt gyűjteni segítségükkel, míg a területen megtalálhatók.

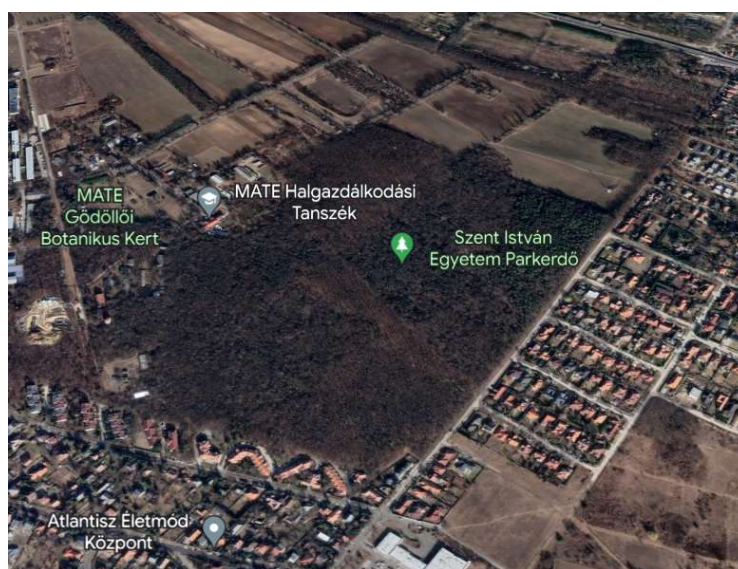
Szakdolgozatom célja meghatározni a vizsgált egyedek korát, méret- és tömegnövekedését, elemezni a növekedési periódusainak időbeli változásait, növekedési mintázatát, valamint összehasonlítani az egy fajhoz tartozó egyedek és a különböző fajok egyedeinek évgűrű-görbéit. Amennyiben két vagy több fa évgűrű-görbéjének lefutása nagyon hasonló, életüknek valamely szakasza egybeesik, amiből a keresztdatálás technikájával az átfedő periódust vizsgálva további vizsgálatokkal érdekes felismerésekre derülhet fény.

2. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

A Fácános erdő természetföldrajzi jellemzői

A Fácános erdő az Északi-Középhegység nagytáj, azon belül a Gödöllői-dombság kistáj területén helyezkedik el (1. ábra). Északról a Cserhát, keletről a Hatvani síkság és a Jászság, délről a Duna–Tisza közti homokbucka vidék és az Észak-alföldi hordalékkúp síksága, nyugatról pedig a Pesti-síkság, határolja. A Gödöllő környéki dombvidékre jellemző nagy területű platók egyikének része a Fácános erdő (Szlávik, 2007). Tengerszint feletti magassága megközelítőleg 230 m és 260 m közt változik.

Az erdőt észak felől mezőgazdasági területek, keletről és délről lakónegyedek, nyugatról a Premontrei-rend és az Egyetem épületei veszik körbe.



1. ábra: A Fácános erdő Forrás: Google Earth Pro (Karádi 2023)

1.1.1. Éghajlata

A Gödöllői-dombság éghajlata a hegyvidéki és az alföldi között, átmenetiként jellemezhető. Az északi és a déli területek klímája között jelentősebb különbség figyelhető meg, ezért nem tárgyalhatjuk egy nagy egységként a dombságot, külön érdemes jellemezni. Északon mérsékelt száraz-hűvös, délen, a 200 m alatt fekvő területek mérsékelt meleg-mérsékelt száraz éghajlatúak. Az évi középhőmérséklet az északi régióban 9,5-9,7 °C, a déliben 9,7-10,0 °C. A csapadék évi átlagos mennyisége egységesen kb. 600 mm, nagy része jellemzően nyár elején esik (Szabó és Tóthné Surányi, 2003). Az éves napsütéses órák száma északon valamivel alacsonyabb, délen valamivel magasabb, átlagosan 1950 óra körül alakul (Marosi és Somogyi, 1990).

1.1.2. Vízrajz

A Gödöllői-dombság tengerszint feletti magassága 130 m és 344 m között változik. Az Északi-középhegységhez közeli területek magasabban fekszenek, az Alföldhöz közeli, déli részek alacsonyabban. A dombvidék völgyekkel tagolt, melyek némelyike időszakosan szállít vizet. Felszíni vizekben közepesen gazdag. Itt halad át az országos vízválasztó, nyugatra a Dunába, keletre pedig a Tiszába tartanak a vízfolyások, melyek vízjárása ingadozó. Vízigyűjtője három területre osztható; a Duna bal oldalán folyó patakokra, (Gombás-, a Sződ-Rákos-, a Mogyoródi-, a Szilas- és a Rákos-patak), a Galga jobb oldali vizeire (a Sósi-, a Némedi- és az Egres-patak) és a Felső-Tápió forrásvidékére. A dombság meghatározó vízfolyása a Fácános erdőtől nyugatra közel 1 km távolságban elhaladó Rákos-patak. Gödöllő és Szada határán ered és a Dunába ömlik, hossza 37,5 km, vízgyűjtőterülete 152 km². A Gödöllő-Isaszeg tórendszert a patak felduzzasztásával hozták létre (Szabó, 2011).

1.1.3. Növényzet

A Gödöllői-dombság Magyarország egyik legerdősültebb területe. Az erdő és az erdőssztyepp zónák határán fekszik, ezért mindkét biom jellemző fajai, társulásai megtalálhatóak területén: zárt lombhullató erdőségek, erdőspuszták, kisebb részben lösz-, homokpusztai gyepek, zárt homokpusztai gyepek, illetve lejtőssztyepek (Bölöni et al., 2011). Eredetileg meghatározó erdőtársulásai a molyhos és cseres tölgyesek, molyhos kocsánytalan tölgyesek, a pusztai- valamint gyöngyvirágos tölgyesek. A korábbi időkben nagy kiterjedésben jelen lévő hársas-tölgyesek mára csak Gödöllő környékén fordulnak elő. A völgyekben gyertyános-tölgyes, a szárazabb déli lejtőkön a mészkedvelő tölgyes a jellemző. A hűvös kontinentális erdőssztyepp társulások közül megtalálhatók a gyertyán elegyes mezei juharos-tölgyesek és a kislevelű hársas-tölgyesek. Ez utóbbi két társulás kevés és kis kiterjedésű területen fordul elő Magyarországon. A patakok, források és tavak mentén a vízi, mocsári és lápi társulások is megtalálhatók (Szabó, 2011).

Régészeti leletek alapján a dombság területén az ember már az őskorban letelepedett, a tájatalakító tevékenység itt igen korán megkezdődött (Ürmössyné, 1927). Az erdőállományt érintő egyik meghatározó időszak az 1800-as évek elején kezdődött, amikor az erdők kivágása nagy ütemben zajlott, felújításukkal azonban nem foglalkoztak. Az 1900-as évek végén

kezdődtek meg az újra erdősítések, azonban idegenhonos fajokkal; fehér akáccal, fekete dióval, bálványfával és feketefenyővel ültették be a területeket (Fekete és Varga, 2006).

A hosszú ideig fennálló legeltetés hatására a talajtakaró elvékonyodott, felszínre került a futóhomok, a talaj vízgazdálkodása leromlott. Mindezek ellenére a dombság ökológiai állapota viszonylag jónak mondható (Szabó, 2011).

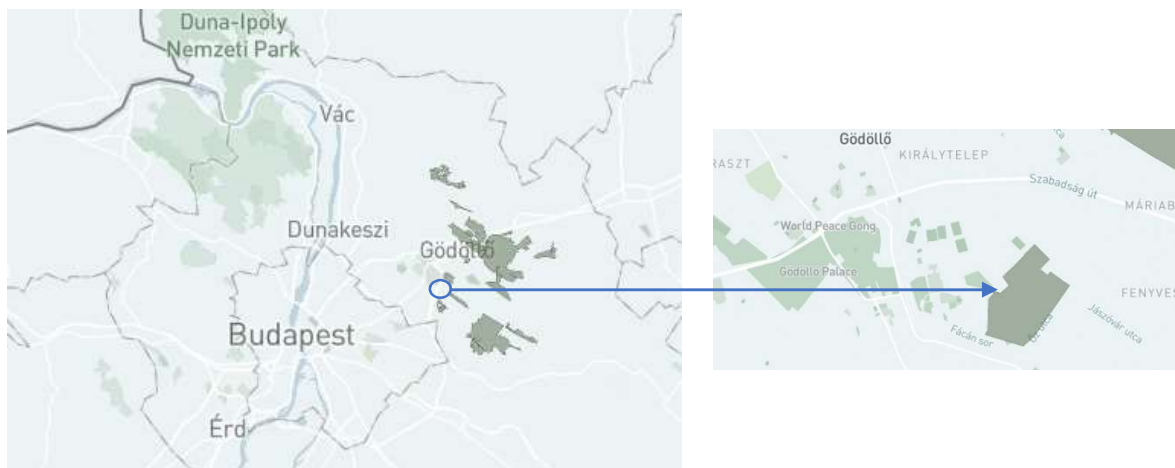
1.1.4. Geológiai jellemzők

A terület első dombjai és völgyei a Kárpátok gyűrődésével a harmadkor végén, az oligocénben alakultak ki az északnyugat-délkeleti törésvonal mentén. Később erre merőlegesen északkelet-délnyugati, a Monor–Gomba–Jászberény irányba futó, ma is működő szeizmotektonikai vonal mentén sakktáblaszerűen feltöredezett a táj. Gödöllő környékén közel 2000 m mélységben található meg a földtörténeti középkor, a triász mészkő és dolomit rétege, mely akkor keletkezett, amikor a dombság területét még a Thetys tenger borította. A dombvidék területén a harmadidőszak eocén korszakából származó homokos agyag, kavicsos homok, márga található gyakran vékony barnaköszén rétegekkel, mely a terület egykori tengerparti helyzetére utal. Az oligocén korszakban alakult ki a halpikkelyes agyagösszlet, a középső oligocénből pedig az ún. kiscelli agyag. A gödöllői hévízfúrás során megállapították, hogy az oligocén rétegek együttesen nagyjából 1000 m vastagságúak. A felső pliocénben az Ős-Duna, Ős-Ipoly, Ős-Zagyva hordalékából alakult ki a keresztrétegzett homok-homokkő összlet, mely a dombság nagy részén felszínen, vagy annak közelében található. A pleisztocén rétegek igen nagy elterjedésűek eltérő területi kifejlődéssel és vastagsággal. Az idősebb rétegek főleg agyagból, homokból, homokos agyagból, iszapból állnak. A fiatalabbak a löszből és finom homokos üledékekből. A vízi üledékképződést az idő előrehaladtával felváltotta a szélhordta lerakódás. A legfiatalabb képződmények a fútóhomok, az öntéstalajok, a patakhordalékok, az alluviális lerakódások. A térség uralkodó talajtípusai a barna és rozsdabarna erdőtalajok. Kisebb területet foglalnak el a mélyebben fekvő területek réti talajai. A Fácános erdő talaja Ramann-féle barna erdőtalaj (Szabó, 2011).

A táj Magyarország egyik legerodáltabb területe, a löszborítású dombhátak magassága folyamatosan csökken. A táj arcát formálták az utolsó jégkorszakban kialakult korráziós völgyek. A korrázió, a vízben sodort hordalék koptató hatása a téli hónapokban a déli lejtőkön a mai napig végbe megy az éjjeli fagy és a nappali felengedés hatására, melyet fokoz a melegebb napok esője és a hóolvadás (Szabó, 2011).

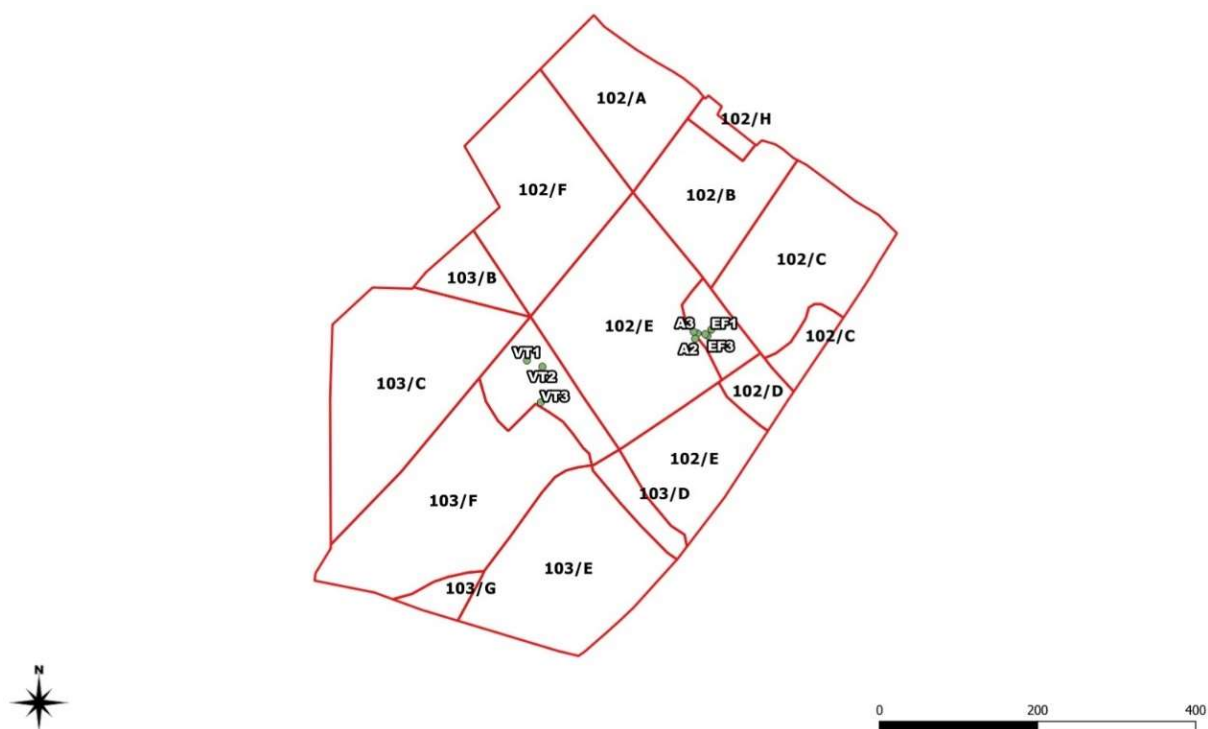
2.2. A vizsgált terület bemutatása

A Fácános erdő A Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem Szent István Campusának területén található (2. ábra), a Pilisi Parkerdő Zrt. gondozásában lévő állami tulajdonú erdő. Különleges természetmegőrzési terület, a HUDI20023 kódú Natura 2000 hálózathoz tartozik. Természetvédelmi kezelője a Duna–Ipoly Nemzeti Park.



2. ábra: A Fácános erdő HUDI20023 kódú Natura 2000 területen belüli elhelyezkedése Forrás: <http1> (Karádi 2023)

A mintavételezés a 102/B, 102/E, 102/F kódú erdőrészekben történt (3. ábra, 1. táblázat).



3. ábra: A Fácános erdő erdőrészei Forrás: <http2> (Karádi és Saláta 2023)

Erdőgazdasági üzemterv 2001. adatai alapján								
	Terület mérete (ha)	Rendeltetése	Genetikai talajtípus	Záródás (%)	Elegyet alkotó fajok	Jellemzők	Elegyarány (%)	Állomány kora (év)
102/D erdőrészlet	1,5	parkerdő	Ramann-féle barna erdőtálaj	84	Erdei fenyő (<i>Pinus sylvestris</i>)	Magról kikelt főfaj	70	25
					Vörös tölgy (<i>Quercus rubra</i>)	Magról kikelt mellékfaj, szórt elegyben	10	25
					Fehér akác (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	Mellékfaj, tömbös elegyben	20	25
102/E erdőrészlet	6,3	parkerdő	Ramann-féle barna erdőtálaj	70	Kocsányos tölgy (<i>Quercus robur</i>)	Tuskóról sarjadzott főfaj	51	128
					Mezei juhar (<i>Acer campestre</i>)	Tuskóról sarjadzott mellékfaj, szórt elegyben	10	128
					Fehér akác (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	Mellékfaj, csoportos elegyben	23	48
					Kocsánytalan tölgy (<i>Quercus petraea</i>)	Tuskóról sarjadzott mellékfaj, szórt elegyben	16	128
103/D erdőrész	1,8	parkerdő	Ramann-féle barna erdőtálaj	92	Vörös tölgy (<i>Quercus rubra</i>)	Főfaj	80	26
					Erdei fenyő (<i>Pinus sylvestris</i>)	Mellékfaj	20	26

1. táblázat: Fácános erdő 2001-es erdőgazdasági üzemterve alapján (Karádi 2023)

2.3. Az évgűrűk

A fák egész életük folyamán növekednek, a mérsékelt égöv erdeit alkotók a téli és a nyári évszakok váltakozásának következtében évente egy-egy újabb évgűrű réteget képezve (Misi, 2015). Az évgűrűket a bél köré koncentrikusan építik az osztódásra képes kambiumsejtek. A kambium szakaszos működésének az eredménye, hogy egy korai, illetve egy kései pászta képződik minden évben. A korai pásztában a szállítócsövek átmérője jóval nagyobb, a faluk vékonyabb, ami azért fontos, hogy a fa vegetációs, aktív időszakában hatékonyabban tudjanak áramolni a folyadékok és az oldott tápanyagok a gyökérzet és a lombzat között. A kései pászta a fák vegetációs időszakának második felében alakul ki. Sokkal kisebb átmérőjű és fala vastagabb, ami annak következménye, hogy a hideg és a fagy közeledtével a fában a szállító folyamatok lelassulnak és szilárdító, valamint tápanyagraktározó szövetek jönnek létre (Ács et al. 2007, Majer, 1972). A kambium téli időszakban nyugalmi állapotban van, nem osztódik.

Az évgűrűk növekedésének mértékét sok összetevő befolyásolja – legmeghatározóbb a fa genetikai tulajdonsága, valamint a klimatikus körülmények, azon belül a csapadék és a hőmérséklet. Korai éveiben minden faj nagyobb ütemben nő és vastagabb évgűrűket növeszt, függetlenül a külső tényezőktől. Az évgűrűk vastagsága évenként optimális esetben hozzávetőlegesen másfél és három milliméter közötti (Wohlleben, 2015), kevésbé optimális körülményeket nyújtó években vékonyabb évgűrűk jönnek létre.

Az éves ciklus aktív, növekedési időszakában, ami Magyarországon tavasszal kezdődik, a fa fotoszintézissel energiát termel a sejtek megfelelő működéséhez és az új szövetek kialakításához (Engloner et al., 2001), melynek köszönhetően intenzívebben növekszik. Ebben az időszakban képezi a vastagabb, korai pásztát. A fokozott sejtosztódással a törzs, a hajtások és a gyökerek is növekednek, minél inkább optimálisak az időjárási feltételek, víz- és tápanyagellátottság, hőmérsékleti- és fényviszonyok – annál intenzívebben.

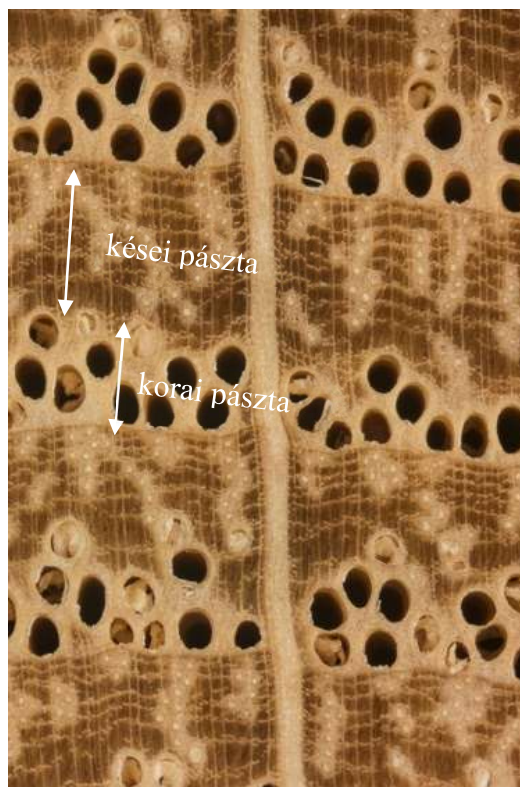
A nyugalmi időszakban, az őszi és téli időszakban, amikor a hőmérséklet lehűl, a növekedés lelassul, majd teljesen leáll. Ennek a periódusnak a során egyre csökken a fotoszintézis mértéke, eredményeként a sejtosztódás lelassul, ami eredményezi a késői pásztát (Crivellaro, 2015).

A tél, a fagy beálltával a kambium működése és ezzel a növekedés megszűnik. A késői és a korai pászta közötti határt évgűrű-határnak nevezzük. (4. ábra)

Az évgűrűk vastagsága nem csak az adott év időjárási viszonyaitól függ, hanem a fa genetikai tulajdonságaitól is. Különböző fafajok más-más növekedési mintázatot is mutathatnak. Emellett a fa egészségi állapota, a kártevők, a kórokozók megjelenése, a talajminőség és egyéb tényezők is befolyásolhatják az évgűrűk növekedését (Grynaeus et al., 1994).

2.4. Évgűrűket elemző tudományok

A dendrokronológia az egyes évgűrűk képződésének időpontját határozza meg, továbbá alapvető tényezők időbeli változásait vizsgálja, melyek megfelelő módszerekkel abszolút időskálához is köthetők. A „dendro” a görög „fa” szóból származik, a „kronológia” pedig szintén görög eredetű és az „időszámítás tudománya”-ként fordítható. Az éves növekedési mintázatok összehasonlításával a dendrokronológusok képesek kiterjeszteni az időskálát több évszázadra vagy akár évezredekre is visszamenőleg. Az egyik legfontosabb



4. ábra: Vörös tölgy (*Quercus rubra*) évgűrűin jól megfigyelhetők a korai- és a késői pászták
Forrás: <http3> (Karádi 2023)

alkalmazási területe az éghajlati változások tanulmányozása, segítséget nyújt a hőmérsékleti és az éghajlati szélsőségek rekonstrukciójához. A dendrokronológia – három alapelvének figyelembevételével – segítséget nyújthat pl. az erdőgazdálkodásban és a régészeti vizsgálatokban is.

A történeti elv szerint az évgűrűk vastagsága többnyire döntően az időjárástól függ, mely szempontból nézve nincs két teljesen egyforma év, így az egyes évgűrűk vastagsága, tulajdonságai sohasem egyformák, az évgűrű-növekedés történetileg individuális jelenség (Morgós, 2002).

A szinkron elv szerint az azonos időben, azonos termőhelyen, azonos klimatikus viszonyok között felnövő, azonos fajú fák évgűrű-görbéinek lefutása nagyon hasonló, szinkront mutat (Morgós, 2002).

Az átlapolás elve szerint amennyiben több különböző korú fa évgűrű-görbéinek lefutása valamely szakaszon megegyezést mutat, akkor életüknek azon időszaka egybeesik. A görbék egyesítésével kapunk egy hosszabb görbét. Ennek a módszernek segítségével fel tudunk állítani egy ún. mester görbét, mely lehetővé teszi a kormeghatározást (Morgós, 2002).

A dendroklimatológia a dendrokronológia és a klimatológia kombinációjaként segít képet alkotni az éghajlati változásokról. Az évgűrűk növekedésének elemzésével a múltbeli és jelenlegi éghajlati viszonyokat tárja fel, vizsgálja, hogyan reagálnak a fák az éghajlati tényezők változásaira, például a hőmérsékletre, a csapadékra vagy a szélsőséges időjárási eseményekre. Az évgűrűkből kiolvasható információk lehetővé teszik, hogy akár évezredekre visszamenően rekonstruálni lehessen az éghajlati viszonyokat, valamint következtetni lehessen az éghajlati hosszútávú változásaira, vagy akár klímamodell felállításában segítsenek.

A dendrogeomorfológia a dendrokronológia, a geomorfológia és az ökológia kapcsolódásával jött létre. A fák növekedését és a geomorfológiai folyamatokat veti össze, mely segítségével lehetővé teszi a múltbeli és a jelenlegi tájformáló folyamatok feltárását. Az egyes évgűrűk vastagsága, alakja, sűrűsége információt nyújt a tájformáló folyamatok hatásáról pl. a talajmozgásokról, a földcsuszamlásokról, az áradásokról, a szélhatásokról. A dendrogeomorfológia alkalmazható természeti katasztrófák pl. földrengések, vulkánkitörések vagy cunamik hatásának tanulmányozásában.

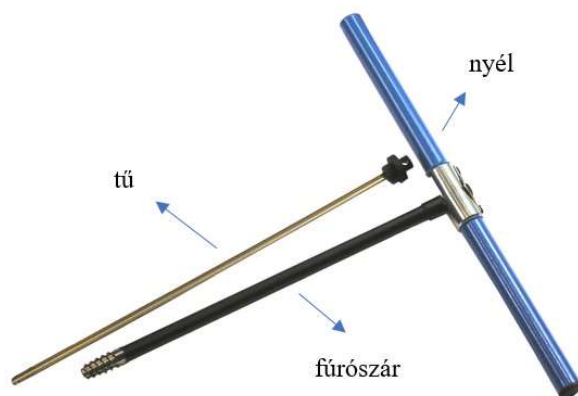
A dendrohidrológia a dendrokronológia és a hidrológia kombinációja. Az évgűrűkben tárolt információk alapján vizsgálja a fák fejlődését és a vízellátottság összefüggéseit. Elemzi, hogyan reagálnak a fák a vízhozam változásaira, a csapadékmennyiség változásaira, a hóolvadásra vagy az áradásokra. Bö vízellátottság esetén az évgűrűk

vastagabbak, száraz időszakban vékonyabbak lehetnek. Kutatási területe pl. a vízstressz fák növekedésére gyakorolt hatásainak értékelése, hidrológiai változások múltbeli feltérképezése és előrejelzése. Eredményei hasznosak vízgazdálkodási tervezésben és az erőforrások fenntartható kezelésében.

A dendroökológia a fák növekedése és a környezeti tényezők közötti kapcsolatot tanulmányozza. A dendrokronológia és az ökológia kombinálásával feladata az évgyűrűk elemzésével feltárni, hogyan befolyásolják a növekedést a környezeti tényezők, például a hőmérséklet, a csapadék. Segítségével megismerhetjük a fák reakcióit a környezeti stresszre, például tűzesetekre vagy kártevőkre. A tudományág fontos információkat nyújthat az ökoszisztéma egészségéről a környezeti változások hatásairól és azok hosszú távú várható következményeiről.

2.5 Mintavétel Pressler-féle növedékfúróval

A Pressler-féle növedékfúróval történő mintavételezés lehetőséget nyújt a fa évgyűrűinek vizsgálatára anélkül, hogy a fa pusztulását okozzuk. Használatával egy kb. 5 mm átmérőjű minta nyerhető a fa belsejéből, amin ideális esetben, ha sikerül a közepét eltalálni, az összes évgyűrű látszik (Schweingruber, 2007). A növedékfúró egy „T”-alakú hosszú, keskeny, belül üreges fém henger, hegyén egy éles külső csavarmenettel. A fúroszárat kézi erővel a fa közepéig tekerjük a nyél segítségével, majd a mintát a tű használatával kitörjük és kiemeljük a fából (5. ábra). A tű a legsérülékenyebb része a fúrónak, nagyon könnyen eltörhet ezért csak akkor illesztjük a szárba, mikor elértük a megfelelő mélységet a fában, majd óvatosan megmozgatva, megtekerve kitörjük és kiemeljük a mintát a fából (Jozsa, 1988). Ha a fúróval sikerül a fa közepébe találnunk, akkor meghatározhatjuk a fa korát az évgyűrűk összeszámolásával, amennyiben nem sikerült elérni a belet, becsülni tudjuk a faegyed korát (Veperdi, 2011).



5. ábra: Növedékfúró Forrás: <http4> (Karádi 2023)

2. ANYAG ÉS MÓDSZER

2.1. A Fácános-erdő története

A Gödöllő környéki ásatásokból tudjuk, hogy már az őskor óta ember által lakott a térség. A legkorábbi leletek Kr. e. 5400 -ból származnak. Ebben az időben kezdte el az ember a saját igényeinek megfelelően alakítani a tájat, természethez igazodó halászó-, vadászó-, gyűjtögető életmódról egyre inkább kezdett áttérni a földművelésre és állattenyésztésre. Ennek megfelelően az erdőket egyre nagyobb területen kivágták, és mezőgazdasági területeket, legelőket hoztak létre a helyükön (G. Merva, 2007).

Gödöllő első okleveles említése 1349-ből származik. Nagy Lajos király uralkodása idején a város körüli erdők és földek az uradalom birtokát képezték, kedvelt vadászterületek voltak. A 18. század közepén a tulajdonjog a koronára szállt, majd 1737-ben gróf Grassalkovich Antalnak adományozta (Bíró, 2003). A Gödöllői Királyi Kastély építésével (1735-1745) fokozott fakitermelés kezdődött meg a környéken. A kastélytól a Máriabesnyői Nagyboldogasszony Bazilikáig egy kőfallal körkerített egybefüggő erdőterület el, mely a gróf vadászterülete volt. II. Grassalkovich Antal a mai MATE területén létesített egy Fácánkertet, innen ered a „fácános erdő” név. Az akkoriban kialakított egyenes, sugárirányú utak a mai napig felismerhetők. III. Grassalkovich Antal a vadaskert területét egészen Bag határáig növelte. 1851-ben egy bécsi bankár család tulajdonába került a birtok, akik szarvasmarha- és birkatelepeket létesítettek területén, az erdők helyén pedig legelőket alakítottak ki (Bíró, 2003).

Később az egész területet eladta egy belga banknak, aki felparcellázta, majd árusítani kezdte a birtokot. Akkoriban a faszénégetések miatt folyt intenzíven a fakitermelés a területen. Az erősen leromlott állapotú birtok teljes területét 1868-ban Ferenc József vásárolta meg, a birtok tulajdonjogát pedig elidegeníthetetlenül a Szent Koronának adományozta. Ekkor a gödöllői kastélyhoz tartozó erdőség és vadaspark 120 hold kiterjedésű volt. A Magyar Királyi Erdőhivatal az erdők megújításának céljából megtiltotta a lakossági célú erdőhasználatot és legeltetést, a vadállatok kártétele miatt azonban nem jött meg a várt eredmény (Bíró, 2003)

Az 1950-es években elkezdődött az erdőterületek mesterséges felújítása. A mezei juharos-tölgyes helyére cserelegyes-erdeifenyvest, a pusztai tölgyes helyére erdeifenyő-feketefenyő ültetvényt csertölgy és ezüstfa kísérőfajokkal, a homoki tölgyes helyére akácelegyes-erdeifenyvest, a gyertyános-tölgyes helyére nemesnyarast telepítettek. Az akkori szemléletben nem kívánatos ligetes molyhos tölgyeseket, a nyílt, ligetes pusztai tölgyeseket, a

görbe növekedésű sarjerdőket, az elgyertyánosodott, eljuharosodott állományokat kivágták, helyükre gyorsan nőző tájidegen fajokat, akácot (*Robinia pseudoacacia*), bálványfát (*Ailanthus altissima*), erdeifenyőt (*Pinus sylvestris*), feketefenyőt (*Pinus nigra*), vörös tölgyet (*Quercus rubra*), keskenylevelű ezüsfát (*Elaeagnus angustifolia*) telepítettek (Bíró, 2003). Erre a sorsra jutott a Fácános erdő is, amelynek dolgozatomban három idegenhonos fafaját vizsgálok.

2.2. A mintavételezés

A mintavételezésre 2023. július 6-án került sor Saláta Dénes témavezetőm, Bodolay Zsolt férjem és hallgatótársam segítségével. A területen három idegenhonos faj, a vörös tölgy (*Quercus rubra*), a fehér akác (*Robinia pseudoacacia*) és az erdeifenyő (*Pinus sylvestris*) három-három egyedet választottuk ki mintavételezésre. Ezekből Pressler-féle növedékfúróval mintát vettünk, megmértük mérőszalaggal a mellmagassági törzskerületüket, magasságukat pedig lézeres távolságmérő készülékkel. Feljegyeztem minden egyes vizsgált egyed elhelyezkedésének GPS-koordinátáját, egészségi állapotát, dominancia viszonyát a mintavételezés pontos idejét és feltűnő színű festékkel megjelöltük a fa törzsén a fűrés pontos helyét (6. ábra). Ez utóbbi azért lényeges, mert könnyebben megtalálható a kiválasztott egyed és a sebgyógyulás is utánkövethető. A mintavételezés időpontját a seb gyorsabb gyógyulásának figyelembevételével határoztuk meg, a fűrés helyét pedig nem kezeltük, hogy a fa saját gyógyító folyamatait ne akadályozzuk. A sebkezeléssel, seblezárással ugyanis optimális környezetet biztosíthatunk a bekerülő kórokozónak.



6. ábra: A fűrés pontos helyét jelző festés (Karádi 2022)

2.3. A minták kezelése, adatok feldolgozása

A mintákat vételezéskor azonnal fasínekbe helyeztük, ragasztószalaggal rögzítettük és egyedi kóddal láttuk el, amely a mintavétel helyét (GOD – Gödöllő, FAC – Fácános erdő), a fafaj erdészeti rövidítését (VT – vörös tölgy, A – akác, EF – erdeifenyő) és a mintázott egyed sorszámát tartalmazza. A mintákat a laborban faragasztóval a sínbe ragasztottuk, majd a könnyebb vizsgálhatóság érdekében Bodolay Zsolt hallgatótársam excentercsiszolóval, illetve kézi erővel, csiszolóvászon segítségével felcsiszolta. Az így előkészített mintákat egy 0,1 mm-es felbontású kalibrációs tárgylemezzel együtt szkenneltük (7. ábra). Ezután QGIS térinformatikai programban az egyes évgyűrűk közötti távolságot vonalszakaszokként rögzítettem a képen. Hosszukat megállapítottam képpontban, majd átváltottam milliméterre. A minták raszter állományát és az évgyűrűk szélességét tartalmazó vektor rétegeket visszaellenőrizhetőség érdekében projektben mentettem el (8. ábra) (Saláta et al., 2017).



7. ábra: Sínbe rakott, csiszolt minták szkennelt képe (Karádi 2023)



8. ábra: A harmadik vizsgált akácégyed évgyűrűinek mérése QGIS programban (Karádi és Saláta 2023)

Mint az a 7. ábrán látható, a fúrás során nem minden esetben sikerült eltalálni a fatörzs közepét. A hiányzó évgyűrűk számát a látható évgyűrűk sűrűsége/eloszlása alapján Pith locator (Jozsa, 1988) segítségével becsültem meg.

A munkához az alábbi anyagokat és eszközöket használtuk:

- Pressler-féle növedékfúró,
- Nikon Forestry 550 lézeres magasság és távolságmérő (9. ábra),
- mérőszalag,
- mintatartó lécs,
- ragasztószalag,
- UV zöld jelölő festék spray,
- Pattex faragasztó,
- DeWalt DWE 6423 excentercsiszoló,
- csiszolóvászson (120, 240, 400, 1000),
- 0,1-es kalibrációs lemez,
- EPSON GT 15000 nagyfelbontású térképszkenner,
- QGIS térinformatikai szoftver,
- Pith locator
- MS Office programcsomag.



9. ábra: Nikon Forestry 550 magasságmérő (Karádi 2023)

2.4. Vizsgált fajok általános jellemzői

Vörös tölgy (*Quercus rubra*)

A bükkfafélék (*Fagaceae*) családjába és a tölgyek (*Quercus*) nemzetségébe tartozó faj. Eredeti hazájában, az Észak-amerikai kontinens keleti felén a leggyakrabban előforduló tölgyfa faj. Elterjedési területének északi részén vannak legnagyobb és legegészségesebb állományai, ahol akár a 45 m-es magasságot és 200-250 cm mellmagassági átmérőt is elérhet. Hazánkba a 19. század közepén hozták be díszfának a főnemesi birtokokra, azonban hamar felismerték azokat az értékes tulajdonságait – mint jó növekedési erély, viszonylag könnyű felújíthatóság, magas termőképesség, jó sarjadás –, melyek esztétikai értékén túlmutatva, alkalmassá teszik erdők állományalkotó fafajának is. A Nyírségben 1920-ban a Károlyi grófok kezdték el telepíteni ezt a fajt, elegyetlen állományait Encs környékén, elegyfaként pedig a Nyírvasvárit és Terem települést övező kocsányos tölgyesekbe (Tácsik, 1985).

Fényigényes, de fiatalon elviseli az árnyalást. Melegkedvelő, de jól tűri a kemény téli fagyokat is, azonban kevésbé tolerálja az élőhely vízgazdálkodásának szélsőségeit, nem kedveli a száraz, de a túl nedves termőhelyeket sem. Talajigénye megegyezik a kocsánytalan tölgyével, a meszet inkább kerüli. Euriök fajként kiválóan alkalmas mezővédő erdősávok kialakítására, iparvidékek környékén fekvő zöldövezetek fásítására, ugyanakkor habitusa miatt gyönyörű parkfa (Csapody et al., 1966).

A vörös tölgy csíranövénye a földfelszín alatt kel ki. Már első leveleinek alakja is hasonló, mint a kifejtett lombszelelé. Az újonnan kikelt, friss hajtások felülete bordázott, színük bordó, vagy barnászöld, később fényes sötétszürkére változik, melyen a paraszemölcsök aprók. Rügyei viszonylag nagyok, hosszúkasan kúposak, vörösesbarnák, kopaszok. A vezérhajtás végén a csúcsrügyek halmozottak, az oldalrügyek erősen elállóak, általában kopaszok, csúcsuk finoman szőrözött.

Levelei nagyok, 8-22 cm hosszúak és 8-15 cm szélesek, nyelük 25-35 mm hosszú. Formájuk tojásdad, mindkét oldalán 4-6 mély, öblös, háromszög alakú, durván fogazott karéjjal, melyeknek vége fogas szélű, a csúcsuk szálkásan kihegyesedik, a levélváll ék alakú. Az utolsó karéj általában az oldalsóknál kisebb, az öblük sekélyebb. A levéllemez felső oldala sötétzöld, a fonáki oldala világoszöld vagy sárgászöld, az érzugokban szőrös. Ősszel először a levélerek, majd a levéllemez is vörösre színeződik (Csapody et al., 1966).

Egylaki virágai májusban nyílnak. Hosszúak, vékony füzért alkotva, magányosan vagy párosan, a levelek hónaljaiban ülnek.

Makktermése két év alatt, csak a második év szeptemberének végén érik be. Első évben a kupacossal együtt is csak borsó méretű. A második év őszére lesz a kupacs széles, lapos, egymásra tapadó, rövid pikkelyekkel, a makk felé behajló széllel. Az érés után a makk fénylő vörösbarna színű, tömzsi, tojásdad, vastag héjú, ledörzsölhető finoman szőrözött (Csapody et al., 1966).

Fehér akác (*Robinia pseudoacacia*)

A fehér akác a pillangósok (*Fabaceae*) családjába tartozó, az atlantikus Észak-Amerikából származó, a Kárpát-medencében is meghonosodott fa. Európába az 1600-as évek elején hozták be, hazánkban 1710-ben terjedt el, mint dísz- és parkfa, később azonban a hazai méztermelés meghatározó növényévé vált. Összes erdőterületünk 16%-át foglalja el. Közepes termetű, 15-20 m magasra növe, hamar elágazó törzsű fa, kérge szürkésbarna, hosszú, mély repedésekkel, ugyanakkor ágai és gallyai simák (Csapody et al., 1980).

Rendkívül fényigényes, a szárazságot elviseli, a fagyok megviselik. Erőteljes növekedési erély és magas regenerációs potenciál jellemzi, tuskóról és gyökérről is gyorsan kihajt, agresszíven terjedő, nehezen írható, inváziós faj. Leginkább a laza homoktalajokat kedveli, de kiválóan érzi magát mezőségi, kissé vályogosodó, szellőzött, száraz barna erdőtalajokon is. Gyökerein *Rhizobium* baktériumok segítségével képes megkötni a levegő szabad nitrogénjét, aminek köszönhetően a talaj nitrogén tartalma feldúsul körülötte. Ugyanakkor a fa erős allelopatikus tulajdonsággal is rendelkezik. Ezek együttes hatása sajátos, nitrogénkedvelő aljnövényzetet alakít ki. Május-júniusban, néha másodszor július-augusztusban is virágzik (Vermeulen, 2005, Csapody et al., 1980).

Csiiranövényén a sziklevelek elliptikusak, húsosak, ülők, válluk aszimmetrikus. A megjelenő első lomblevelek egyszerű kerekdedek, nyelük hosszú, páratlanul szárnyaltak.

A hajtása frissen pelyhes vagy kopasz, színe a zöldtől a vörösesbarnáig terjed, később szürkésbarnára változik. A hajtásokat jellemzően tövisek fedik, melyek az átalakult pálhalevelekből fejlődtek. A tövisek sokkal nagyobbak és erősebbek a fiatal hajtásokon és növényen, mint az idősebbeken, ahol akár teljesen hiányozhatnak. A fiatal rügyek csigavonalban ülnek, félig rejtettek, kétoldról tövisek határolják őket és felületüket rozsdaszínű, fényes pihező borítja (Csapody et al., 1980).

Levelei szórt állásúak, 20-30 cm hosszúak, 7-21 levélkéből páratlanul szárnyasan összetettek. A levélnyél hossza kb. 1-4 mm. A levéllemez rendszerint elliptikus vagy tojásdad, hosszában 2-6 cm, széltében 1-3 cm, válluk kerekded, enyhén nyélbekenyesedő. Felszíne

világoszöld, fonákja halványabb, ezüstös zöld színű, épszelű, ősszel sárgára színeződik. A beeső fény mennyiségének függvényében a levelek képesek helyzetük változtatására. Száraz, napos időben egymással hegyesszöget bezárva állnak, naplemente után széthajlanak.

Virágzata 10-20 cm hosszú, lelógó, még a lombfejlődés előtt nyíló, 15-20 virágból álló fürt. A kocsánykák 3-5 mm hosszúak, a pillangós virágok fehér színűek, néha halvány rózsaszínűek, jellegzetes illatúak, édesek, nektárban gazdagok, csészéje harang alakú, rózsaszín (Giovanni, 1960).

A termése hüvelytermés, hosszúkas, lapos, sima felületű, érés előtt zöld, érés után kívül vörösbarnára színeződik, belseje selyemfehér, ősszel nem hullik le, télen a fán marad. Repedés után a 6-8 mag szétszóródik. A mag apró, babszem formájú, vese alakú, márványozott barna vagy fekete. Lehullás után azonnal csíráznak (Csapody et al., 1966).

Erdeifenyő (*Pinus sylvestris*)

A fenyőfélék (*Pinaceae*) családjába tartozó faj, északi jellegű eurázsiai flóraelem, melynek elterjedési területe Észak- és Északkelet-Európában az Elbától az Urálig tart és hatalmas kiterjedt területeket foglal el a közép- és délkelet európai hegységekben. Hazánkban a Nyugat- és a Dél-Dunántúlon, a Dunántúli-Középhegységben pedig Fenyőfő–Bakonyzentlászló vonaláig ismertek őshonos állományai. Meszes talajokon elegyetlen állományokat alkot, homoki erdeifenyvesként hegyi erdeifenyvesként és pannóniai jellegű reliktum erdeifenyvesként. Elérheti az akár 30 m-es magasságot is. Magyarország erdeinek 4,5%-át, a fenyvessel borított területek 60%-át foglalja el (Csapody et al., 1966).

Pionír faj, mely termőhelyek tekintetében igénytelen, képes megélni a legváltozatosabb éghajlati viszonyok között is. Gyorsan növő, fényigényes fafaj, ami jól tűri a meleget, szárazságot, de jól tolerálja a csapadékot és a fagyokat is. Minden talajtípuson megél, de jobban kedveli a savanyú, kilúgozott podzolosodó kavics-, homok-, láptalajokat.

Csíránövénye általában 6 sziklevéllel csírázik. Színük zöld, szélük sima, alakjuk ívesen felfelé hajló. Az egyesével megjelenő tűlevelek fűrészesek. A hónaljhajítások csak a második évben fejlődnek ki

A fiatal hajítások felülete durva tapintású, szürkészöld, vagy sötétzöld színűek, később szürkésbarnák, csupaszok. A rügyek kúp alakúak, barnásvörösek, hegyesek, gyantásak. Lombfakadás után a rügypikkelyek megmaradnak (Csapody et al., 1966).

A tű alakú levelek szórtan, vagy a rövidhajítások csúcsán csomókban állnak. Egy csomóban két tűlevél található – innen ered a kéttűs fenyők elnevezés. A tűlevelek 5-7 cm

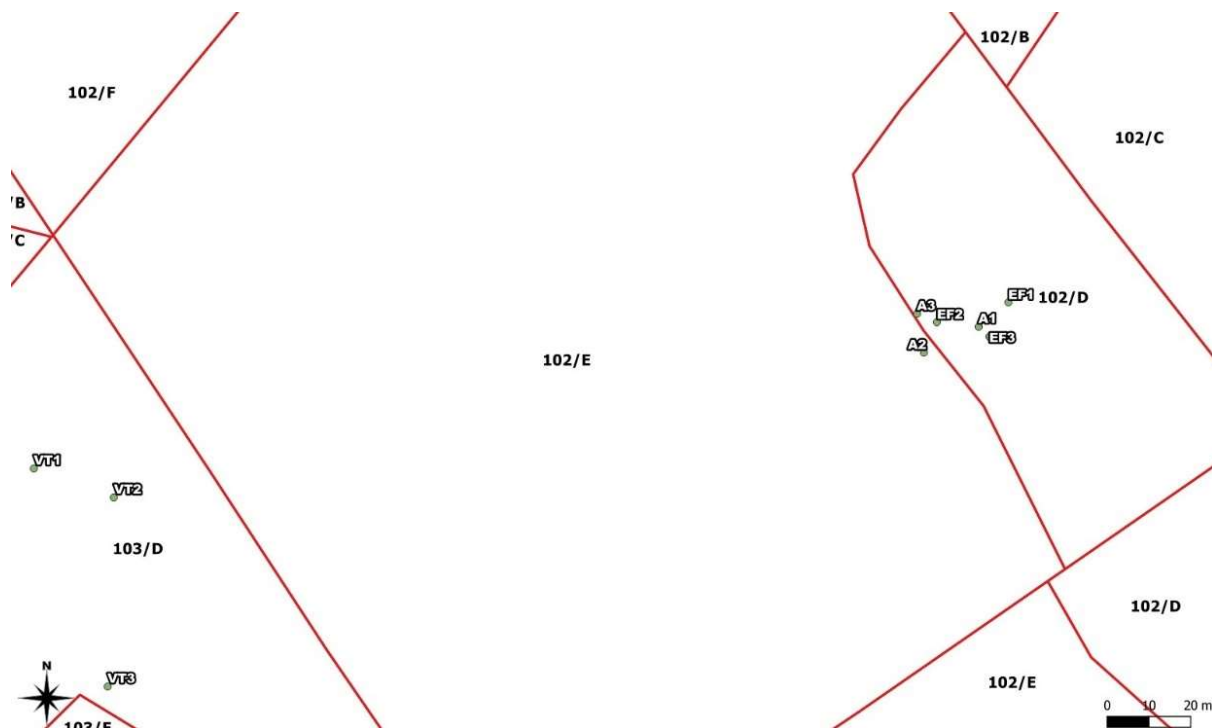
hosszúak, ritkásabban ülnek kezdetben fehér, később szürkésre változó hüvelyükben. Enyhén csavarodott alakjuk belső felén szürkés-, kékes árnyalatúak, külső felükön sötétzöldek, szélük finoman fűrészkes. A fenyőtűk 5-9 évente cserélődnek.

Az erdeifenyő virágait tekintve egylaki. A barkaszerű, tojásdad porzós virágok egyes porzóit két portokot viselnek, színük sárga, a hajtások csúcsrügyeinek hónaljában csomókban ülnek. A termős virágok a többi hajtáscsúcson kettesével-hármasával áll, valamivel kisebbek, mint a porzósok, színük bíborpiros (Polunin, 1981).

A toboztermés rövid, görbe kocsányon, ágról lefordulva, egy-hármasával ül, éretlenül zöld, tojásdad alakú, az két éves érési ciklus folyamán fokozatosan barnára változik. A termős tobozt spirálisan álló fedő- és termőpikkelyek alkotják. A korosabb fák termése általában valamivel kisebb, mint a fiatal társaiké. A fiatal tobozon lévő fedőpikkelyek hosszabbak, mint a termőpikkelyek, melyeken két magkezdemény fejlődik. A mag alakját tekintve a napraforgó magjára emlékeztető, hosszúkás-tojásdad. Színe lehet szürke vagy fekete, pettyezett (Csapody et al., 1966).

3. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELEÉSÜK

3.1. A vizsgált egyedek bemutatása



10. ábra: A vizsgált egyedek elhelyezkedése a Fácános erdőben Forrás: http2 (Karádi és Saláta 2023)

A vizsgált faegyedek mintavételi adatai											
Faj neve	Minta kódja	Évgyűrűk száma	Minta hossza (cm)	Bél van-e (I/N)	Hiányzó évgyűrűk becsült száma	Becsült kor	Ültetés becsült ideje	Mellmagassági törzskerület (cm)	Magasság (m)	Környezet	Állapot
Vörös tölgy (<i>Quercus rubra</i>)	GOD-FAC-VT 1	44	22	N	4	48	1975	107	19,8	domináns	kiváló
Vörös tölgy (<i>Quercus rubra</i>)	GOD-FAC-VT 2	44	18,2	N	4	48	1975	105	18,5	domináns	kiváló, de a borostyán felfutott rá
Vörös tölgy (<i>Quercus rubra</i>)	GOD-FAC-VT 3							123	17	alászorult	jó, lékben alakult, borostyán felfutott
Fehér akác (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	GOD-FAC-A 1	38	16,6	N	3	41	1982	90	13,4	domináns	néhány vastagabb ága elszáradt, jó
Fehér akác (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	GOD-FAC-A 2	24	12,4	N	8	32	1991	100	13,2	domináns	több száraz ága van, borostyán felfutott, megfelelő
Fehér akác (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	GOD-FAC-A 3	36	12,8	I	1	37	1986	84	14,3	domináns	több száraz ága van, borostyán felfutott, megfelelő
Erdi fenyő (<i>Pinus sylvestris</i>)	GOD-FAC-EF 1	37	17	N	6	43	1980	100	12	domináns	közepes, az alsó ágak elszáradtak, "felkopott"
Erdi fenyő (<i>Pinus sylvestris</i>)	GOD-FAC-EF 2	38	18,2	N	4	42	1981	100	17,6	domináns	jó, az alsó ágak elszáradtak, "felkopott"
Erdi fenyő (<i>Pinus sylvestris</i>)	GOD-FAC-EF 3	40	15,5	N	3	43	1980	92	16,8	domináns	közepes, az alsó ágak elszáradtak, "felkopott"

2. táblázat: A vizsgált egyedek mintavételi alapadatai (Karádi 2023)

A vizsgált faegyedek évgyűrű növekedésének alapvető statisztikai adatai									
	GOD-FAC-VT1	GOD-FAC-VT2	GOD-FAC-VT3	GOD-FAC-A1	GOD-FAC-A2	GOD-FAC-A3	GOD-FAC-EF1	GOD-FAC-EF2	GOD-FAC-EF3
minimum (mm)	1,10704293	0,865650889		0,884712219	0,916277538	0,986247032	0,581072979	0,86811205	1,239887203
maximum (mm)	6,39298372	7,446039628		5,061928258	5,126627535	7,903349341	7,3544791	7,272648622	8,116194825
átlag	3,88987926	3,506518275		2,398311517	2,524144607	2,600188666	4,137439961	3,436783226	3,437796598
medián	3,91833494	3,569312197		2,068116499	2,170969941	2,286242306	3,803250175	3,09070774	3,362900507
átlag eltérés	0,90779606	1,195038386		0,956985605	1,053318037	2,600188666	1,145215568	1,127127231	1,196363325
szórás	1,12811973	1,47147464		1,172974481	1,272061571	1,49429419	1,573874446	1,458193298	1,539990408
variancia	1,27265412	2,165237617		1,375869134	1,61814064	2,232915127	2,47708077	2,126327694	2,371570457

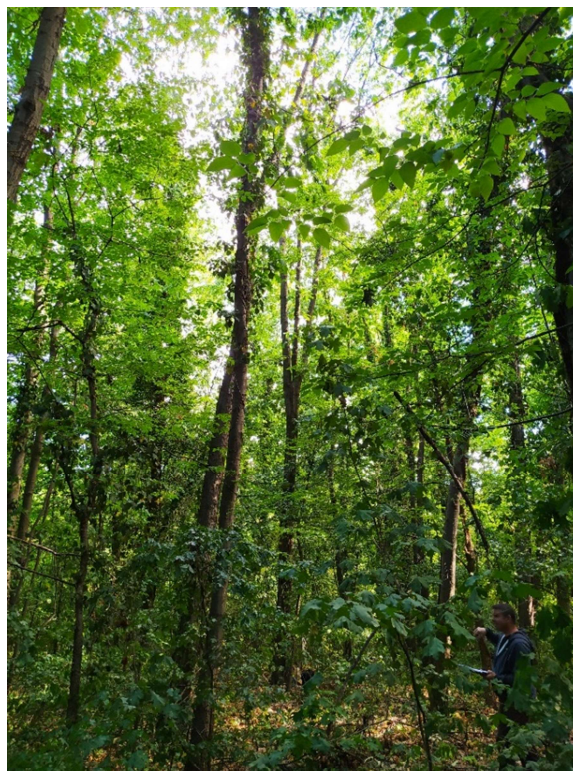
3. táblázat: A vizsgált faegyedek évgyűrű-növekedésének alapvető statisztikai adatai (Karádi 2023)

A vizsgált egyedek elhelyezkedését a 10. ábra mutatja, a 2. táblázatban pedig látható, hogy az évgyűrűk száma alapján, a mintavételezés évében (2023) a kiválasztott egyedek becsült kora 32 és 48 év közé tehető. A legfiatalabb egy 1991-ben ültetett fehér akác példány, a legrégebben, 1975-ben ültetett egyedek vörös tölgyek. További statisztikai adatokat a 3. táblázat tartalmaz.

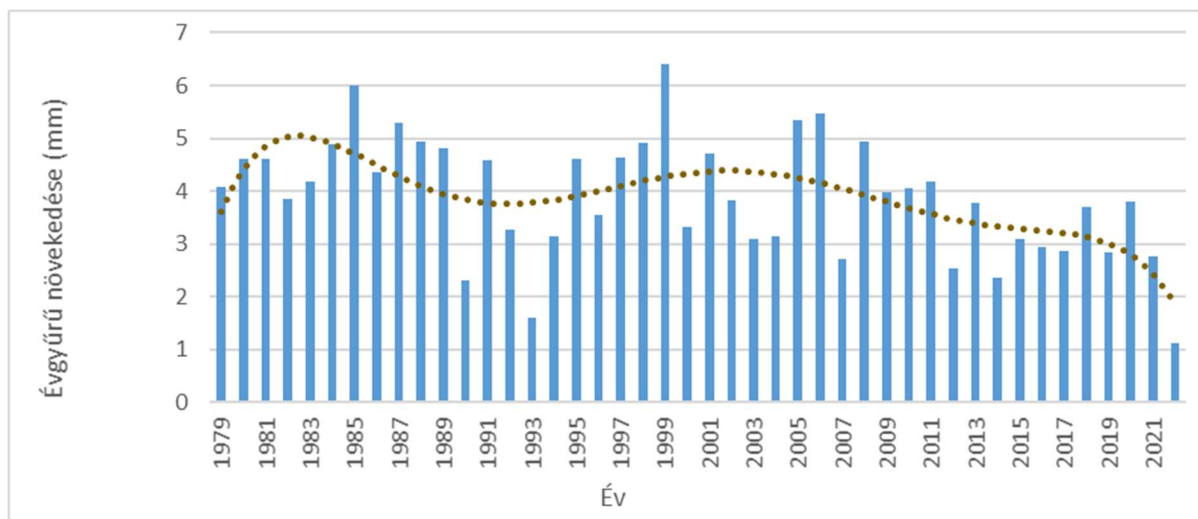
A továbbiakban az egyes egyedek részletes elemzését mutatom be, melyből kiderülhet, mennyiben mutatnak eltérő fejlődést ugyanabban a környezetben.

GOD-FAC-VT1

Az első vizsgált egyed egy vörös tölgy (*Quercus rubra*) a 103/D erdőrészletből. A 22 cm hosszú mintán 44 évgyűrűt számoltam össze. A belet nem sikerült megtalálni fűraskor, ezért pith locator segítségével megállapítottam, hogy a fának négy évgyűrűje nem látszik a mintán. Ez alapján korát 48 évre, ültetési idejét 1975-re becsültem. Magassága 19,8 m, mellmagassági törzskerülete 107 cm. Szemmel láthatóan egy domináns egyedről van szó, egészségi állapota kiváló (11. ábra).



11. ábra: GOD-FAC-VT1 kódú vörös tölgy (*Quercus rubra*) (Karádi 2022)



12. ábra: GOD-FAC-VT1 kódú vörös tölgy (*Quercus rubra*) évgyűrű-növekedési diagramja (Karádi 2023)

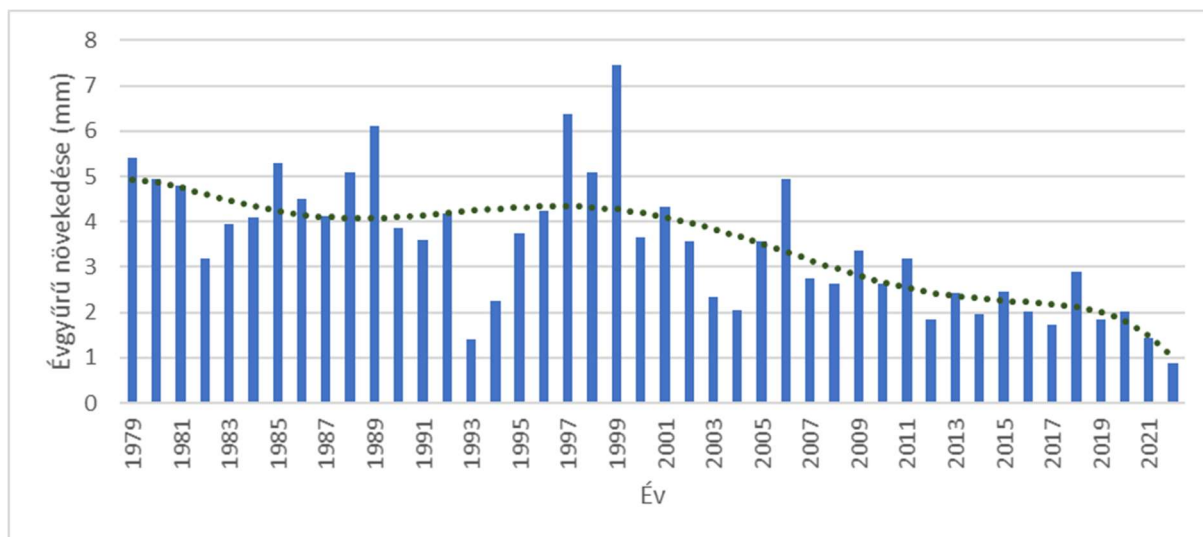
Az évgyűrűk növekedését egyesével vizsgálva megállapítható, hogy az egyed évgyűrűinek átlagos növekedése 3,89 mm. A grafikonon (12. ábra) két kiugróan magas és két erősen visszafogott növekedési értéket figyelhetünk meg. Az ábráról leolvasható, hogy a fa a legszélesebb évgyűrűt 1999-ben és 1985-ben fejlesztette 6,39 mm-rel, illetve 6 mm-rel, a legkeskenyebbeket pedig 1990-ben és 1993-ban 2,3 mm-rel, illetve 1,59 mm-rel. A többi évben az átlagtól nagy mértékben eltérő értékek nincsenek. A polinomiális trendvonal mérsékelt hullámzással az évgyűrűk növekedésének dinamikájában folyamatos, enyhe csökkenést mutat.

GOD-FAC-VT2

A második vizsgált egyed szintén egy vörös tölgy (*Quercus rubra*) szintén a 103/D erdőrészletből. A 18,5 cm hosszú mintán 44 évgyűrűt számoltam össze. A belet nem sikerült megtalálni fűraskor, ezért a pith locator segítségével meghatároztam, hogy a fa négy évgyűrűje nem látszik a mintán. Ez alapján korát 48 évre, ültetési idejét 1975-re becsültem. Magassága 18,5 m, mellmagassági törzskerülete 105 cm. Szintén egy domináns egyedről van szó és egészségi állapota kiválónak mondható annal ellenére, hogy a borostyán (*Hedera helix*) megtelepedett a törzsén (13. ábra).



13. ábra: GOD-FAC-VT2 kódú vörös tölgy (*Quercus rubra*) (Karádi 2022)



14. ábra: GOD-FAC-VT2 kódú vörös tölgy (*Quercus rubra*) évgyűrű-növekedési diagramja (Karaádi 2023)

Az évgyűrűk szélességét egyesével vizsgálva a két legviszafogottabb növekedést 1,1 mm-rel 2022-ben, illetve 1,59 mm-rel 1993-ban találtam. 1999-ben fejlesztette a legszélesebb évgyűrűjét 6,39 mm-rel. Nem sokkal lemaradva, 1985-ben is a többi évhez képest kiemelkedően széles évgyűrűt találtam 6,0 mm-rel. A többi évben egészen változatos növekedési intenzitást olvashatunk le a diagramról, a trendvonal enyhe hullámzással folyamatos csökkenést mutat (14. ábra).

GOD-FAC-VT3

A harmadik vizsgált vörös tölgy (*Quercus rubra*) egyedét szintén a 103/D erdőrészletből választottuk ki. Magassága 17 m, mellmagassági törzskerülete 123 cm. Ez egy láthatóan alászorult egyed (15. ábra), mely lékben indult növekedésnek és később maradt le a fényért való versenyben a többi fától. Egészségi állapotát jónak minősítettük, törzsére a borostyán (*Hedera helix*) jelentősen felfutott már. Ennek a faegyednek az esetében a mintavételezés után történt kezelési eljárás során, sajnos sikertelenné vált a minta feldolgozása.



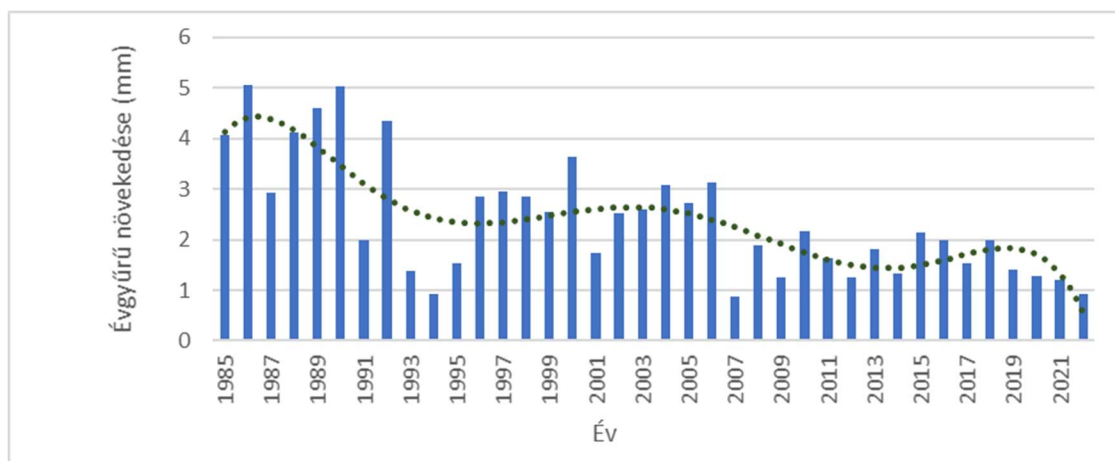
15. ábra: GOD-FAC-VT3 kódú vörös tölgy (*Quercus rubra*) (Karaádi 2022)

GOD-FAC-A1

A második vizsgált faj, a fehér akác (*Robinia pseudoacacia*) első egyede a 102/D erdőrészletben található. A 16,6 cm hosszúságú mintán 38 évgűrűt számoltam össze. A fűrés során a belet nem sikerült eltalálni, ezért pith locator segítségével meghatároztam, hogy a fának további három évgűrűje nem látszik a mintán. Ez alapján korát 41 évre, ültetési idejét 1982-re becsültem. Magassága 13,4 m, mellmagassági törzskerülete 90 cm. Környezetében domináns egyedről van szó (16. ábra). Annak ellenére, hogy a borostyán (*Hedera helix*) erősen megtelepedett a törzsén és néhány vastagabb ága elszáradt, egészségi állapota jónak mondható.



16. ábra: GOD-FAC-A1 kódú akác (*Robinia pseudoacacia*)
(Karádi 2022)



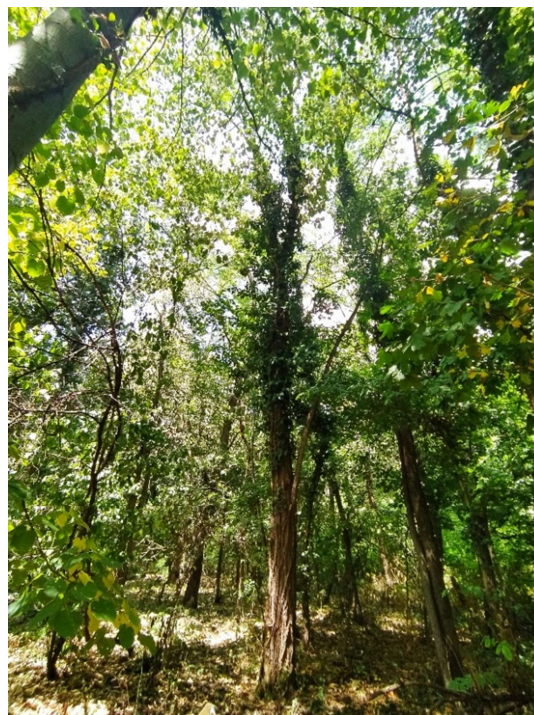
17. ábra: GOD-FAC-A1 kódú fehér akác (*Robinia pseudoacacia*) évgűrű-növekedési diagramja (Karádi 2023)

Az évgűrűk növekedését vizsgálva (17. ábra) megállapítható, hogy az egyed évgűrűinek átlagos növekedése 2,4 mm. Kiemelkedő növekedési értékeket a fa fiatal korában láthatunk, 1986-ban és 1990-ben több mint 5mm-t, egészen pontosan 5,06 mm-t, illetve 5,02 mm-t. Ezek az átlagosnál több mint kétszer szélesebb évgűrűket jelentenek. Megfigyelhetünk

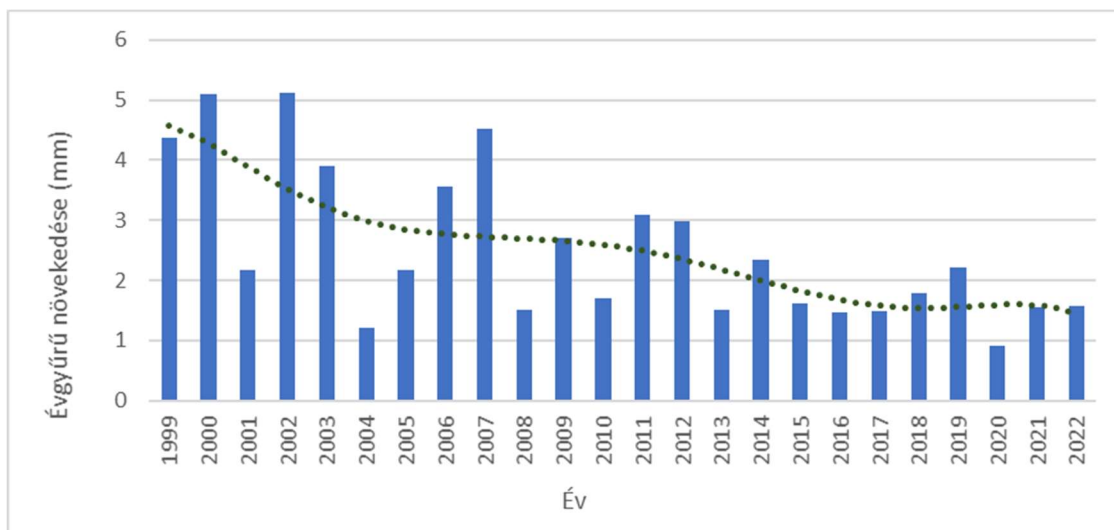
továbbá két feltűnően alacsony mértékű növekedést jelző értéket, 1994-ben és 2007-ben. Ebben a két évben a növekedés mértéke nem haladta meg az 1 mm-t (0,81 mm, 0,88 mm). A többi évben változatos, az átlagtól 1,17 szórással eltérő növekedési intenzitást mutat az évgyűrű-görbe lefutása. A grafikonra vetített polinomiális trendvonal a növekedés dinamikájában enyhe hullámszerűség mellett, folyamatos csökkenést mutat. A kezdeti hirtelen emelkedés után 1986-tól a növekedési erély csökkenése jellemző 1996-ig, majd egy 2006-ig tartó enyhe emelkedést követően ismét az évgyűrűk méretének csökkenő tendenciáját mutatja 2012-ig. Ezek után egy rövid, 2018-ig tartó emelkedést követően ismét hirtelen esés tapasztalható a növekedés dinamikájában.

GOD-FAC-A2

A vizsgált akácok második egyede a 102/E erdőrészletben található. Ez a 13,2 m magas fa 100 cm mellmagassági törzsátmérővel rendelkezik. Környezetében domináns, az alatta burjánzó aljnövényzet az akácosokéra jellemző, szegényes (18. ábra). Több száraz ága és a törzsére felfutott borostyán miatt egészségi állapotát megfelelőnek minősítettük. A törzséből vett 12,4 cm hosszúságú mintán 24 évgyűrűt lehet megszámolni. A közepét nem sikerült eltalálni, ezért pith locator segítségével vettem igénybe, amivel további nyolc évgyűrűt számoltam hozzá, így korát 32 évre, ültetési idejét pedig 1991-re becsültem. Az évgyűrűk lefutási görbéjét a 19. ábrán szemléltetem.



18. ábra: GOD-FAC-A2 kódú akác (*Robinia pseudoacacia*) (Karádi 2022)



19. ábra: GOD-FAC-A2 kódú fehér akác (*Robinia pseudoacacia*) évgyűrű-növekedési diagramja (Karádi 2023)

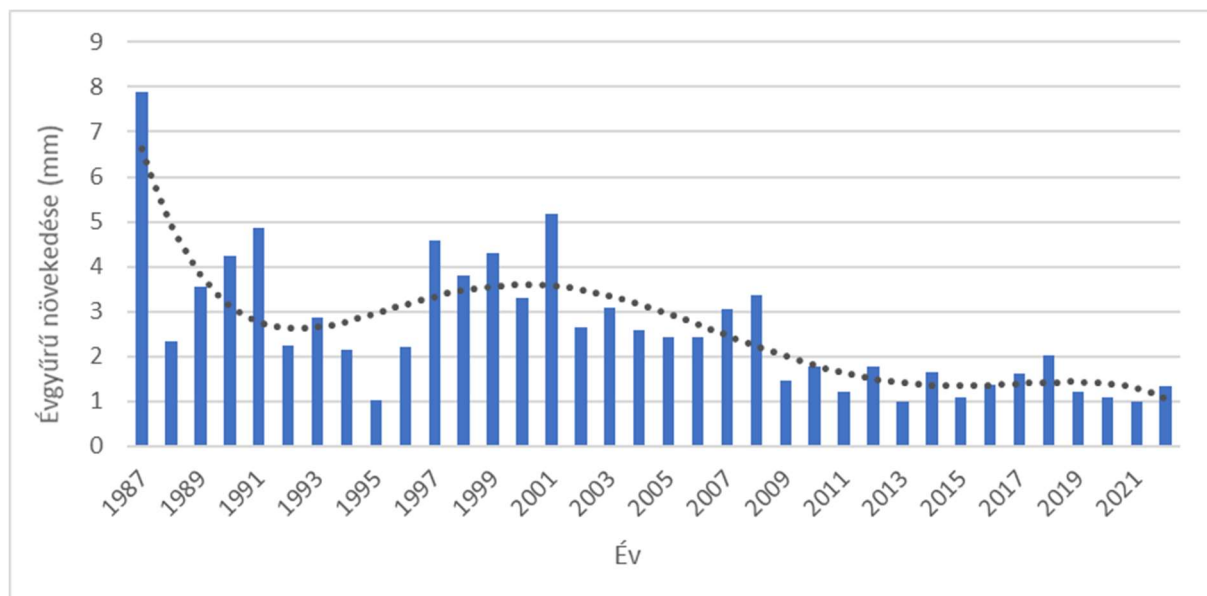
A grafikonról (19. ábra) leolvasható, hogy az évgyűrűk növekedés változatos mintát mutat. A legnagyobb és a legkisebb növekedések közt szembetűnő az eltérés. A grafikonra helyezett polinomiális trendvonal ennél az egyednél egyértelműen csökkenést mutat a vastagodásban az évek múltával, figyelembe véve a kiugróan magas értékeket is. A korai pászta-kései pászta párosok átlagos évenkénti növekedése 2,52 mm. Ez az akác egyed a mintán látható második, negyedik és kilencedik évben produkálta a legnagyobb növekedést; 2000-ben 5,105 mm-t, 2002-ben 5,126 mm-t, 2007-ben 4,515 mm-t. A fa változatos évenkénti növekedési erélye az átlagtól jóval alacsonyabb növekményt produkált 2004-ben 1,204 mm-rel, 2013-ban 1,5 mm-rel, 2016-ban 1,47 mm-rel, illetve a legalacsonyabb növekedés 2020-ban történt 0,916 mm-rel.

GOD-FAC-A3

A fehér akác (*Robinia pseudoacacia*) faj harmadik egyede a 102/D erdőrészletben található. A 12,8 cm hosszúságú mintán 36 évgűrűt számoltam össze. A belet ezesetben sikerült eltalálni, csupán egy évgűrű nem látszik a mintán, így a fa kora 37 év, ültetési ideje 1986-re tehető. Magassága 14,3 m, mellmagassági törzskerülete 84 cm. Környezetében domináns egyed, egészségi állapotát az alapján, hogy több elszáradt ága is van és a borostyán (*Hedera helix*) is jelentősen befutotta, csak megfelelőnek értékeltük (20. ábra). Ennek az egyednek az évgűrű-lefutási görbáját a 21. ábrán bemutatott grafikon ábrázolja.



20. ábra: GOD-FAC-A3 kódú akác (*Robinia pseudoacacia*) (Karádi 2022)



21. ábra: GOD-FAC-A3 kódú fehér akác (*Robinia pseudoacacia*) évgűrű-növekedési diagramja (Karádi 2023)

A diagramra helyezett polinomiális trendgörbe megmutatja a fa növekedési dinamikájának változatosságát, illetve, hogy csökkenő tendenciát mutat az évek múlásával. A fa évgűrűinek átlagos évi növekedése 2,6 mm. Megfigyelhető két növekedési periódus, melyben kiemelkedően intenzív növekedés figyelhető meg; 1989 és 1991 között, illetve 1997

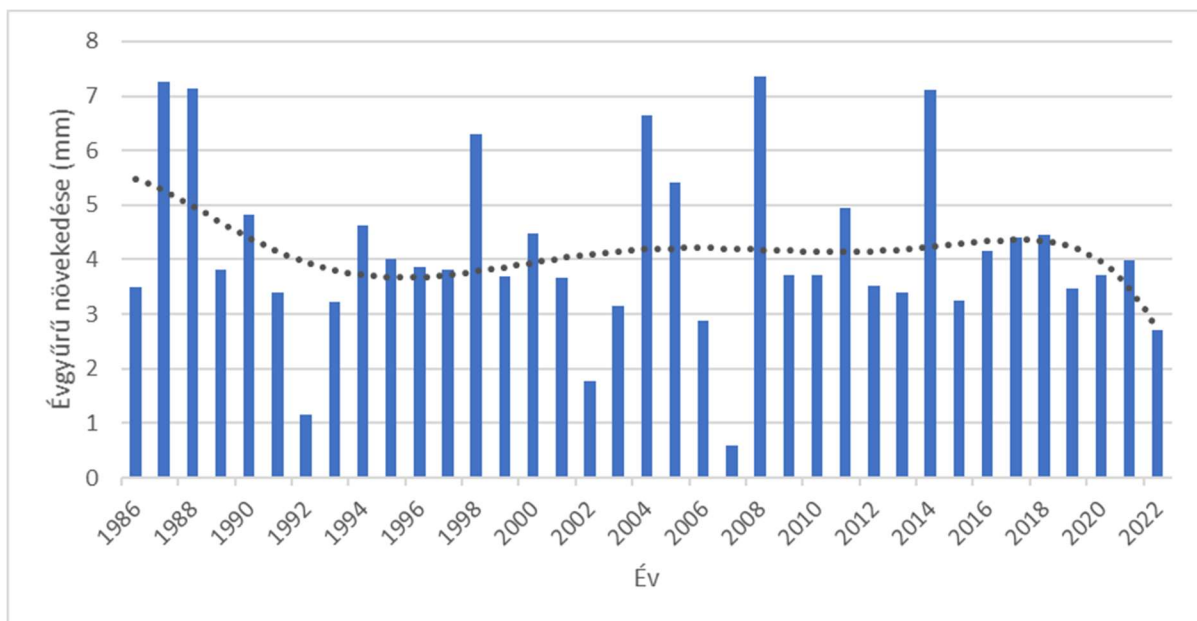
és 2008 között. Ebben a két időszakban produkálta a két legmagasabb növekedési értéket; 1991-ben 4,86 mm-t, illetve 2001-ben 5,18 mm-t. A legalacsonyabb, 1 mm alatti értékeket 2013-ban és 2021-ben tapasztaljuk. Az 1995-ös évet amiatt emelem ki, bár az azévi évgyűrű-növekedés 1 mm felett van, az elmúlt és az utána következő évek növekedési értékeihez képest feltűnően alacsony 1,03 mm-rel.

GOD-FAC-EF1

A harmadik vizsgált faj, az erdeifenyő (*Pinus sylvestris*) első egyede a 102/D erdőrészletben található. A 17 cm hosszúságú mintán 37 évgyűrűt számoltam össze. A fűrés során a belet nem sikerült eltalálni, ezért pith locator segítségével meghatároztam, hogy a fának hozzávetőlegesen további hat évgyűrűje nem látszik a mintán. Ez alapján korát 43 évre, ültetési idejét 1980-ra becsültem. Magassága 12 m, mellmagassági törzskerülete 100 cm. Környezetében domináns egyed (20. ábra). Alsó ágai elszáradtak, egészségi állapotát „felkopottsága” miatt közepesnek ítéltük. Az alábbi évgyűrű-növekedési diagramon (23. ábra) részletezem a mért adatokat.



22. ábra: GOD-FAC-EF1 kódú erdeifenyő (*Pinus sylvestris*) (Karádi 2022)

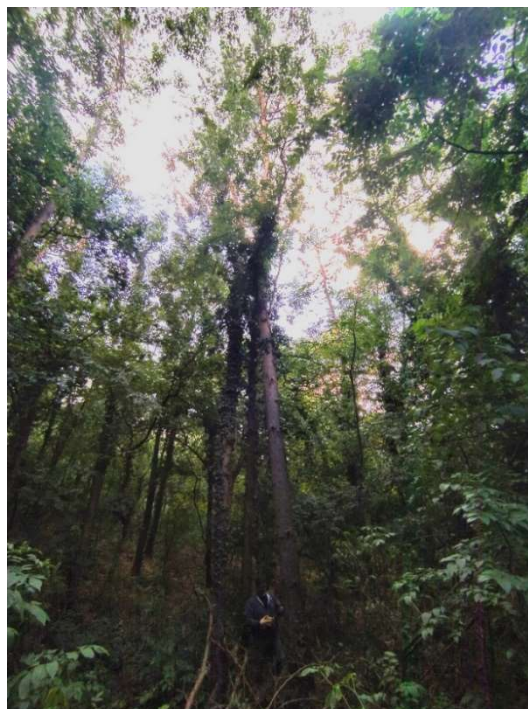


23. ábra: GOD-FAC-EF1 kódú erdeifenyő (*Pinus sylvestris*) évgyűrű-növekedési diagramja (Karádi 2023)

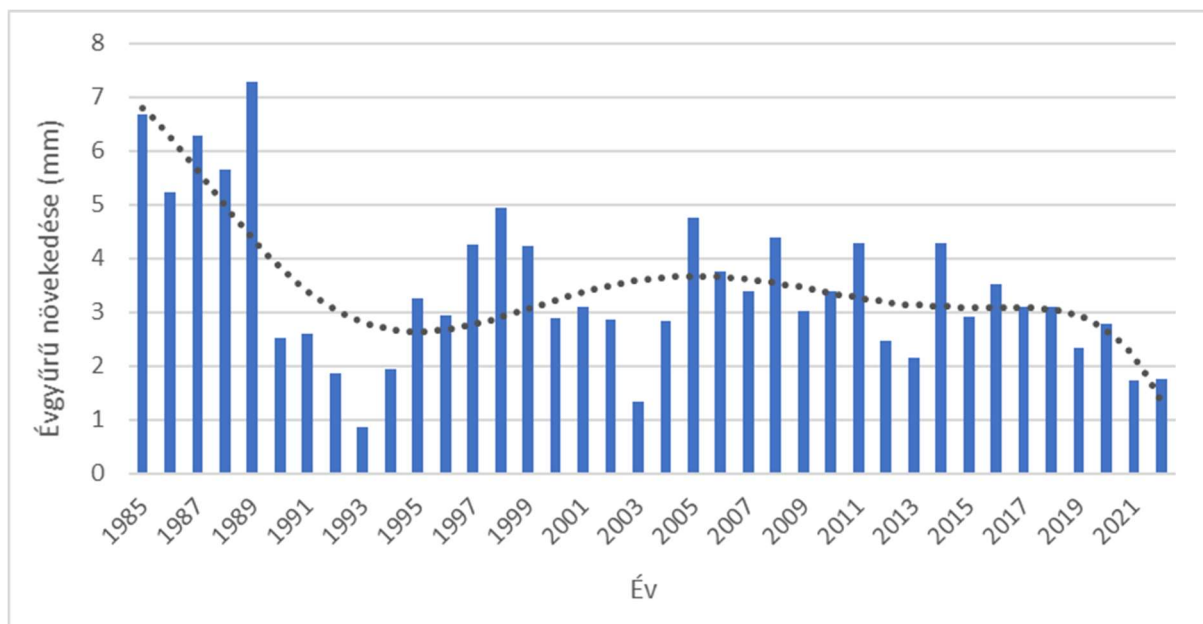
A diagramról leolvasható adatok alapján az egyed évgyűrűinek évi átlagos növekedése 1,14 mm. A fa élete során viszonylag egyenletes növekedést mutat, a számok évi 2,5 mm és 5 mm között változnak. A grafikonra vetített polinomiális trendvonal is ezt mutatja, a fa első 8 évében az elvárásnak megfelelően a növekedés csökken, majd onnan egy viszonylag vízszintes trendvonalat látunk. Határozottan kiugró, 7 mm feletti növekedést látunk 1987-ben 7,27 mm-rel, 1988-ban 7,13 mm-rel, 2008-ban 7,35-tel, ami egyben a legmagasabb érték a fa életében, valamint 2014-ben 7,1 mm-rel. A három szembetűnően alacsony értéket 1992-ben 1,15 mm-rel, 2002-ben 1,76 mm-rel és 2006-ban 0,6 mm-rel találjuk. Ez utóbbi egészen csekély növekedést biztosító év volt, messze lemaradva a többitől. Külön említésre méltó, hogy a rákövetkező, 2008-as év volt a legnagyobb növekedést, 7,13 mm-t segítő év, 2007 és 2008-as évi növekedés közt 6,53 mm különbség látható.

GOD-FAC-EF2

A vizsgált erdeifenyők (*Pinus sylvestris*) közül a második egyed is a 102/D erdőrészletben található. A 18,2 cm hosszúságú mintán 38 évgyűrűt számoltam össze. A belet itt sem sikerült eltalálni, ezért pith locator segítségével meghatároztam, hogy a fának további 4 évgyűrűje nem látszik a mintán. Ez alapján korát 42 évre, ültetési idejét 1981-re becsültem. Magassága 17,6 m, mellmagassági törzskerülete 100 cm. Környezetében domináns egyed (24. ábra). Alsó ágai ennek a fának is elszáradtak, egészségi állapotát azonban még jónak ítéltük.



24. ábra: GOD-FAC-EF2 kódú erdeifenyő (*Pinus sylvestris*) (Karádi 2022)



25. ábra: GOD-FAC-EF2 kódú erdeifenyő (*Pinus sylvestris*) évgyűrű-növekedési diagramja (Karádi 2023)

A grafikonról (25. ábra) leolvasható, hogy ez az erdeifenyő egyed 1985 és 1989 között produkálta az éves átlag évgyűrű vastagságnál (3,43 mm) jóval nagyobbakat. Ennek az öt évnek az értéke 5,23 mm és 7,27 mm közé esik. Ez utóbbi számot 1989-ben látjuk, mely egyben a diagramon látható legmagasabb növekedési érték. Az 1990-es évtől hirtelen csökkenést

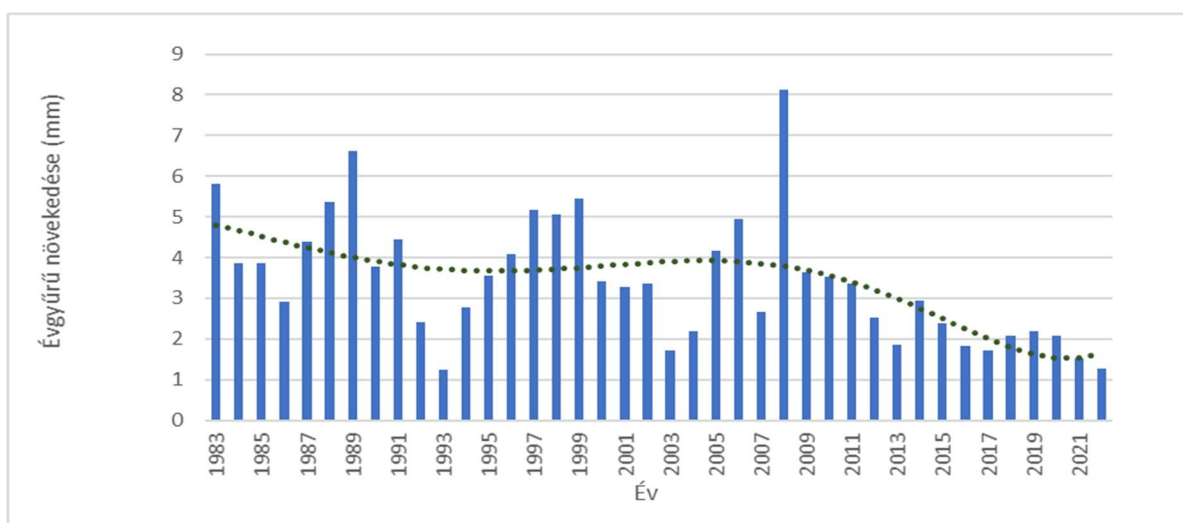
tapasztalunk. A „mélypont” 1993-ban látható, mely a fa élete alatt produkált legkisebb növekedést eredményezte 0,87 mm-rel. A grafikonra helyezett polinomiális trendvonal azt mutatja, hogy a kezdeti határozott csökkenés után 1995-től egy viszonylagos kiegyenlítettség következett be a növekedésben. Ebben az időszakban 2,14 mm és 4,9 mm között viszonylag ritmikusan változik a növekedés, egy értéket kivéve: 2003-ban ismét látunk egy mélypontot, a fa ekkor produkálta a második legkisebb évgyűrű vastagodást 1,33 mm-rel.

GOD-FAC-EF3

A vizsgált erdeifenyők (*Pinus sylvestris*) közül a második egyed is a 102/D erdőrészletben található. A 15,5 cm hosszúságú mintán 40 évgyűrűt számoltam össze. A belet ebben az esetben sem sikerült eltalálni, ezért pith locator segítségével meghatároztam, hogy a fának további három évgyűrűje nem látszik a mintán. Ez alapján korát 43 évre, ültetési idejét 1980-ra becsültem. Magassága 16,8 m, mellmagassági törzskerülete 92 cm. Környezetében domináns egyed (26. ábra). Alsó ágai olyan mértékben elszáradtak, hogy egészségi állapota csupán megfelelőnek minősíthető.



26. ábra: GOD-FAC-EF3 kódú erdeifenyő (*Pinus sylvestris*) (Karádi 2022)



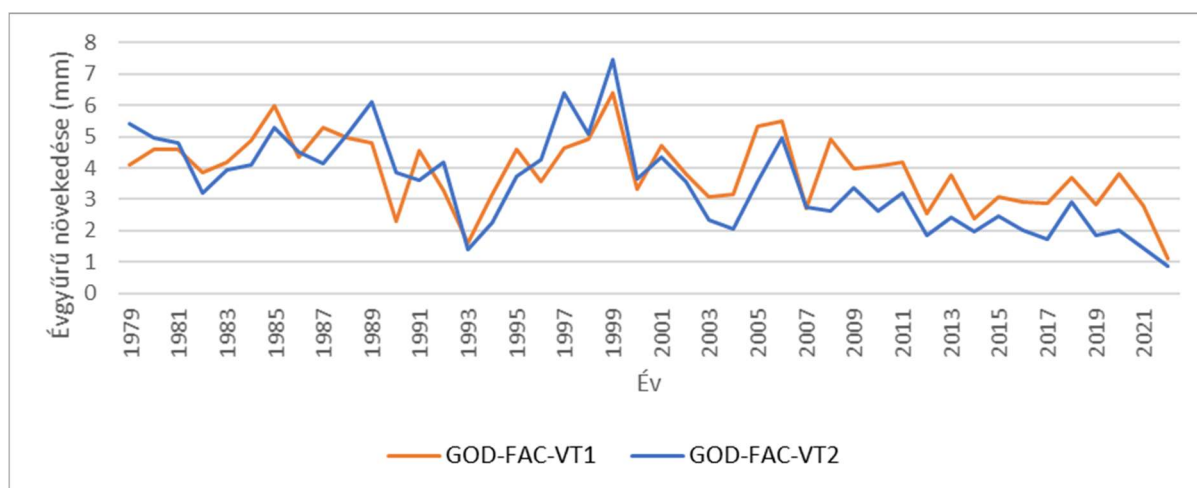
27. ábra: GOD-FAC-EF3 kódú erdeifenyő (*Pinus sylvestris*) évgyűrű-növekedési diagramja (Karádi 2023)

Ennek az erdeifenyőnek az évgyűrű-növekedési diagramjára (27. ábra) helyezett polinomiális trendvonal enyhe hullámzással folyamatos csökkenést mutat. Ezesetben az évenkénti növekedésben nem tapasztalunk olyan ritmikát, mint az előző egyednél, az évgyűrűk szélessége egyenetlenül változatos értékeket mutat. Az átlagos növekedés 3,44 mm. A legkiugróbb évgyűrűt 2008-ban látjuk 8,11 mm-rel, a következő legnagyobb növekedés 1,5 mm-rel csekélyebb; 6,61 mm, amit 1989-ben produkált. A legkeskenyebb évgyűrűt 1993-ban 1,24 mm-rel fejlesztette, ennél alig vastagabbat 2002-ben 1,26 mm-rel.

4. EREDMÉNYEK ÖSSZEHAISONLÍTÁSA

Vörös tölgyek (*Quercus rubra*)

A vizsgált vörös tölgyek évgyűrű-növekedési adatait a 28. ábrán bemutatott diagram alapján elemzem.

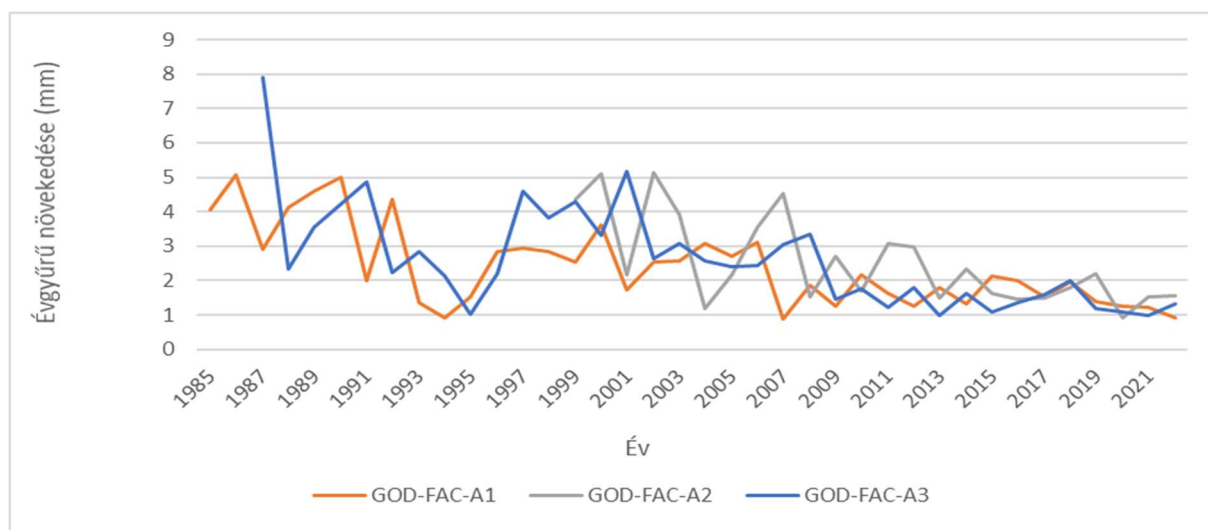


28. ábra: A vizsgált vörös tölgyek (*Quercus rubra*) egyesített évgyűrű-növekedési diagramja (Karádi 2023)

Az első vizsgálatra kiválasztott faj, a vörös tölgy két sikeres mintáját, a GOD-FAC-VT1 és a GOD-FAC-VT2 kódú egyedének mért adatait vonaldiagramon összevetve egyértelműen látszik, hogy az évgyűrűfejlődésük nagyon hasonlóan alakul, bizonyos évek különböző ismeretlen hatásaira mindkét egyed reagált. Az első, ami szembetűnik, az 1982-es év, amikor az első visszaesést figyelhetjük meg az évgyűrűk vastagságában. 1985-ben és 1989-ben látunk két kiugróbb értéket, amit két mélypont követ: 1990-ben, illetve a fák élete során az egyik legmélyebbet 1993-ban. Az ezt követő években mindkét fa sokkal vastagabb évgyűrűket fejlesztett, a diagramon látható legmagasabb értéket mindkét egyed esetében 1999-ben láthatjuk. Ettől az évtől kisebb-nagyon csúcsok-völgyek csökkenő amplitúdóval folyamatos enyhe csökkenést látunk a növekedésben.

Fehér akácok (*Robinia pseudoacacia*)

A vizsgált akác egyedek évgyűrű-növekedési adatait a 29. ábrán bemutatott diagram alapján elemzem.



29. ábra: A vizsgált fehér akácok (*Robinia pseudoacacia*) egyesített évgyűrű-növekedési diagramja (Karádi 2023)

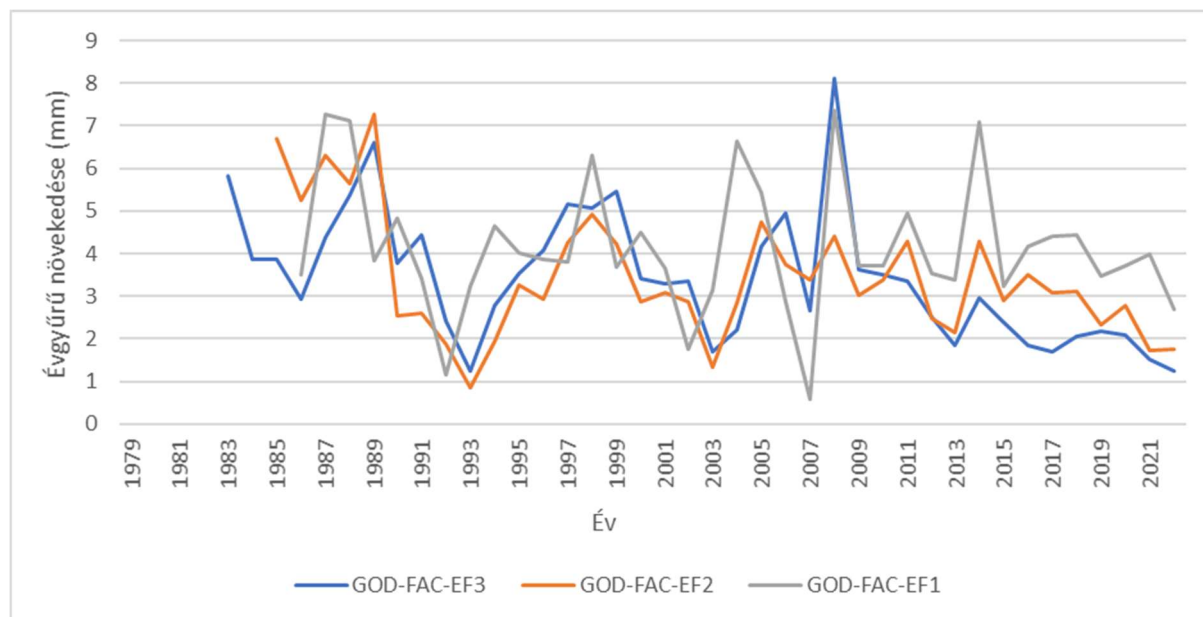
A második vizsgált faj, a fehér akác GOD-FAC-A1, GOD-FAC-A2, GOD-FAC-A3 kódú egyedének az évgyűrű-növekedési vonaldiagramjait összehasonlítva azt tapasztaljuk, hogy nem annyira mozognak együtt az értékek, mint azt várnánk. Összességében a kezdeti nagyobb kilengések a szélső értékek irányába elcsendesednek és sokkal kisebb növekedési különbségeket tapasztalunk az évek múlásával. A GOD-FAC-A2 kódú akác több mint tíz évvel fiatalabb a másik két vizsgált fajtársánál, ennek következtében láthatjuk azt, hogy a növekedési csúcsok és mélypontok közti különbség esetében később mérséklődik. Míg a két idősebb egyed évenkénti évgyűrű-szélességének értékei 2009-ben látványosan beállnak egy szűkebb intervallumba, 2013-tól tapasztalhatjuk, hogy már mindhárom egyed 0,91 mm és 2,34 mm közti évgyűrű-szélességet produkál.

A két idősebb egyed nagyon hasonlóan reagál valamely ismeretlen évgyűrű-növekedést befolyásoló tényezőre, azonban egy év eltéréssel. Megnézve a legalacsonyabb növekedési értékeket, a GOD-FAC-A1 kódú egyed életében a következő évekre esnek: 1987, 1991, 1994, 2001, 2007. A GOD-FAC-A3 kódú egyed esetében a legalacsonyabb értékek többnyire egy évvel később tapasztalhatók, ami lehet egyszerűen mérési hiba eredménye is: 1988, 1992, 1995, 2002, 2009. A legfiatalabb, GOD-FAC-A2 kódú akác az első években együtt reagált a GOD-FAC-A1 kódú egyeddel, majd elkezd teljesen egyedi mintát mutatni a másik két fajtársához

képest. Legmagasabb értékeket a 2000, 2002, 2007, 2011-ben, míg a legcsekélyebb növekedést 2001, 2004, 2008, 2020-ban látjuk.

Erdeifenyők (*Pinus sylvestris*)

A vizsgált erdeifenyő egyedek évgűrű-növekedési adatait a 30. ábrán bemutatott diagram alapján elemzem.



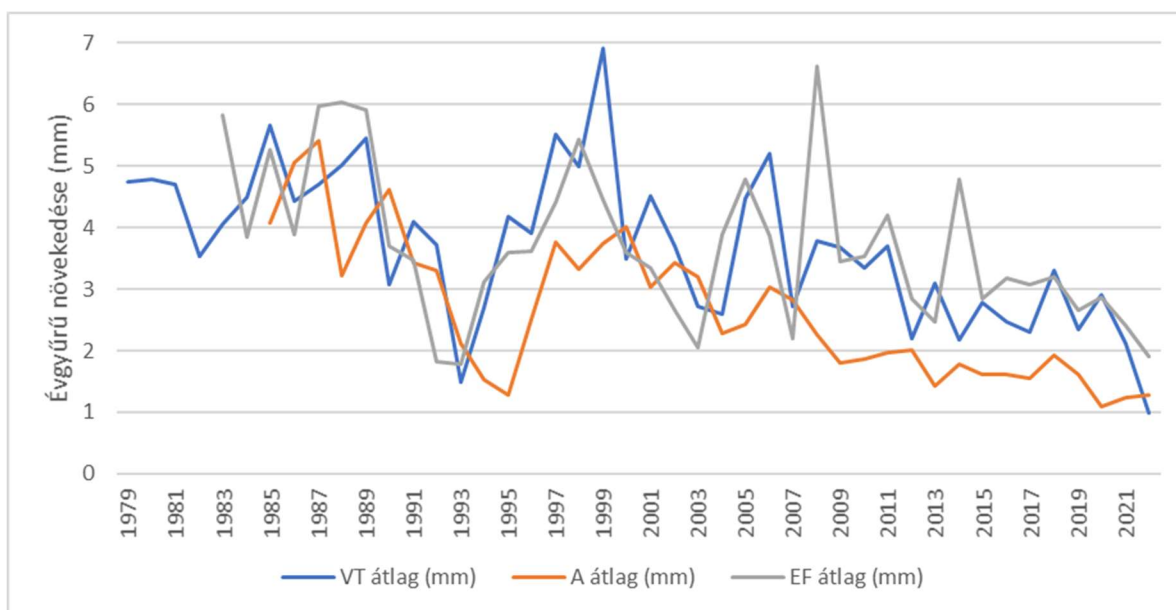
30. ábra: A vizsgált erdeifenyők (*Pinus sylvestris*) egyesített évgűrű-növekedési diagramja (Karádi 2023)

Az évgűrű-növekedési vonaldiagramjaikat összevetve szembetűnő, hogy nagyon változékony képet mutat, 2015-ig a különösen magas számok a nagyon alacsonyakkal sűrűn váltják egymást. A három egyed értékei azonban jól láthatóan együtt mozognak, legyen szó extrém kiugró értékekről, vagy különösen alacsonyokról. Az első csúcsértéket 1988-ban (GOD-FAC-EF1) és 1989-ben (GOD-FAC-EF2 és GOD-FAC-EF3) látjuk. Innen hirtelen nagymértékű növekedési intenzitás csökkenés következett, mely után bekövetkezett a három fát egyszerre érintő legalacsonyabb növekedési értéket produkáló két év 1992-ben (GOD-FAC-EF1) és 1993-ban (GOD-FAC-EF2 és GOD-FAC-EF3). 1999-ben szintén mindhárom egyedet érintő kiugróan magas évgűrű-vastagságokat olvashatunk le a diagramról. 2002-ben (GOD-FAC-EF1) és 2003-ban (GOD-FAC-EF2 és GOD-FAC-EF3) újabb extrém keskeny évgűrűket fejlesztettek a vizsgált fenyők. 2004-ben (GOD-FAC-EF1), 2005-ben (GOD-FAC-EF2) és 2006-ban (GOD-FAC-EF3) ismét különösen széles évgűrűket találtam a mintákon. Ettől az évtől egyszerre reagált a három fa, a magas értékek 2008-ban, 2011-ben és 2014-ben egyidőben

tapasztalhatók mindnél, a 2015-ös csekélyebb mélypont után a kilengések mindkét irányba ellaposodtak.

Összesítve

A vizsgált vörös tölgyek, fehér akácok és erdeifenyők átlag növekedésének összehasonlítását a 31. ábrán szereplő diagramon mutatom be.



31. ábra: A vizsgált fajok egyesített évgyűrű-növekedési átlagának diagramja (Karádi 2023)

A vörös tölgyek és az erdeifenyők első közös pontja egy növekedési csúcsérték 1985-ben. Ezután 1986-ban e két faj visszaesést mutatott az évgyűrű-fejlesztés mértékében. 1985-ben jelenik meg a diagramban a vizsgálatban a legfiatalabb egyedekkel részt vevő faj, az akác. Figyelemre méltó és érdekes eredmény, hogy 1988-ban teljesen eltérő reakciót látunk a három fajtól: az erdeifenyő a harmadik legnagyobb növekedési csúcsát hozza, a vörös tölgy az átlagától valamivel nagyobb növekedést produkált, az akácnak azonban egy viszonylagos mélypontja volt az év. Az egyik leglátványosabb pont a diagramon 1993-1995-re esik. Ekkor mindhárom faj a legkeskenyebb évgyűrűit fejlesztette. A vörös tölgy 1997-ben és 1999-ben fejlesztette a legszélesebb évgyűrűit, az erdeifenyőnek 1998-ban volt a harmadik legproduktívabb éve, az akác esetében 1997-ben és 2000-ben látunk két viszonylag magas értéket, ami azonban közel sem éri el az 1987-es és 2000-es évben tapasztalt értéket. 2005-től az erdeifenyő mutat egy kiemelkedő növekedési értéket, majd 2006-ban a vörös tölgy, végül 2007-ben az akác, bár ez a faj kevésbé kiemelkedőt a saját átlagához képest. Ettől az évtől a

vörös tölgy és az akác szűkebb intervallumban mutat eltérést a növekedésben, az erdeifenyőnek még egy kiugróbb értéke látható 2014-ben, majd ezek ennek a fajnak az esetében is csökkennek az éves növekedések közti különbségek. Összességében a növekedés 1999-től mindhárom faj esetében kisebb-nagyobb kilengésekkel csökkenő tendenciát mutat. A három faj növekedési mintázatát összehasonlítva megállapítható, hogy a vörös tölgy és az erdeifenyő egészen széles skálán mozog az évenkénti évgyűrű-növekedéseiket tekintve, hozzájuk képest az akác sokkal egyenletesebben fejleszti évgyűrűit, szűkebb intervallumban mozognak az évgyűrű-szélességek, nincsenek akkora kiugrások főleg a nagyobb értékek irányába.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

A vörös tölgyek esetében az egyik mintavételezés sikertelen volt, ezért csak két évgyűrű-mintát tudtam elemezni. A GOD-FAC-VT1 és a GOD-FAC-VT2 kódú egyedet is 48 évesnek becsültem. Életkörülményeik, klimatikus, geológiai viszonyok, talajtípus (Ramann-féle barna erdőtalaj) megegyeznek, mindkét egyed domináns a környezetében, egészségügyi állapota mindkettőnek kiváló. A mért évgyűrű-vastagságok összehasonlítása során azt a következtetést vontam le, hogy a reakcióik nagyon hasonlóak voltak az őket ért hatásokra. A fák korai éveiben a környezeti hatásokra szélsőséesebb reakciót mutatnak, mint később. Ez történhetett amiatt, mert extrémebb hatások érték az egyedeket akkoriban, illetve, hogy a fiatalabb egyedek érzékenyebbek a külső hatásokra. A vizsgált egyedek évgyűrű-növekedési diagramjaira helyezett trendvonal enyhe csökkenést mutat, ami arról ad információt, hogy a fa korosodásával az évgyűrűk növekedése egyre visszafogottabb. Ezt a megfigyelést alátámasztja Morgós a munkájával, aki azt állítja, hogy átlagolás során a fa korai évgyűrűit figyelmen kívül érdemes hagyni, mivel akkor a fa különösen intenzíven nő, melyre az időjárás alig hat (Morgós, 2002).

A fehér akácok esetében a GOD-FAC-A1 kódú egyedet 41 évesnek, a GOD-FAC-A2 kódút 32 évesnek, a GOD-FAC-A3 kódút 37 évesnek becsültem. Életkörülményeik, klimatikus, geológiai viszonyok, talajtípus (Ramann-féle barna erdőtalaj) megegyeznek, mindhárom egyed domináns a környezetében, egészségügyi állapot szempontjából a GOD-FAC-A1 kódút jónak, a GOD-FAC-A2 és GOD-FAC-A3 kódút csupán megfelelőnek ítéltam. A három egyed egészen eltérően reagált a különböző évek eseményeire, olyan összhangot nem látunk, mint a vörös tölgyek esetében. Az összehasonlító diagramról leolvasható, hogy a GOD-FAC-A1 kódú egyed a GOD-FAC-A3 kódúhoz nagyon hasonlóan, azonban egy évvel korábban reagált a hatásokra. A különbséget okozhatja az, hogy az GOD-FAC-A1 néhány évvel idősebb a GOD-FAC-A3-nál. Az GOD-FAC-A1 egészségi állapota jelen pillanatban jó, ellentétben GOD-FAC-A3-nak, akinek csak megfelelő. Azonban arról, hogy ez a különbség mióta áll fenn, nincsenek információink, ahogy arról sem, hogy dominanciaviszonyaik milyenek voltak a korai időszakukban. Azonban amiatt, hogy évgyűrű-mintázatuk nagyon hasonló, csupán egy évvel „elcsúsztatva”, valószínűsíthető az is, hogy mérési hiba történt.

Ami mindhárom egyed esetében határozottan leolvasható a diagramról, hogy az első években a növekedés intenzívebb, ami az évek előrehaladtával pedig csökken. Ezzel párhuzamosan a magas és alacsony értékek közti különbség is egyre csekélyebb, illetve a növekedési diagramra helyezett trendvonal is csökkenő tendenciát mutat minden egyed

esetében. A kezdeti kiemelkedő növekedés az oka többek közt annak, hogy a fehér akác kedvelt faja a gazdasági célú erdőtelepítéseknek (Ábri et al., 2022).

A vizsgált erdeifenyő egyedek közel egyidősek, ültetési idejüket 1980-ra és 1981-re becsültem. Mindhárom fa domináns a környezetében. Életkörülményeik, klimatikus, geológiai viszonyok, talajtípus (Ramann-féle barna erdőtalaj) megegyeznek. A GOD-FAC-EF1 és a GOD-FAC-EF3 kódú 43 éves fák csupán megfelelő egészségi állapotban vannak megítélésem szerint, ágaik alulról indulva jelentősen elszáradtak, „felkopaszodtak”. A GOD-FAC-AF2-es kódú, 42 éves egyed kevésbé nagy mennyiségű elszáradt ággal rendelkezik, egészségi állapotát még jónak ítélem meg. Érdekes megfigyelés, hogy 2007-ig a GOD-FAC-EF1-es kódú egyed egy évvel korábban produkált olyan irányú változást, amit két fajtársa csak egy évvel később, azok viszont egyszerre. Ettől a csekély eltéréstől eltekintve a három egyed évgűrű-növekedési mintázata nagyfokú hasonlóságot mutat, a különbség a növekedésük mértékében van. Meglepő módon a három egyed közül a legjobb egészségi állapotban lévő fa hozta a legalacsonyabb növekedési értékeket. A vizsgálatkor megállapított egészségi állapot egy pillanatnyi képet mutat, nincsenek információink arról, korábban milyen kondícióban volt fajtársaihoz képest.

Úgy tűnik, hogy 1992-ben kezdődött egy olyan kedvezőtlen hatásokhoz hozó időszak, amire az erdeifenyő reagált először, az előző évekhez képest drasztikus csökkenés következett be a növekedésében. A következő faj, aki reagált a körülményre, a vörös tölgy, mely mélypontját 1993-ban ért el. Az akác reagált legkésőbb, 1992-ben még csak kis mértékben csökkent a produktivitása, az ő mélypontja 1994-ben következett be és a hatás az esetében egy évvel tovább tartott, mert 1995-ben egy még alacsonyabb növekedést produkált a többi fajjal ellentétben, akiknek a fejlődése ekkorra újra fokozódott. Egy újabb kedvezőbb időszakra következtethetünk 2005-től, amikor először az erdeifenyő mutat egy kiemelkedő növekedési értéket, majd 2006-ban a vörös tölgy, végül 2007-ben az akác, bár ez a faj kevésbé kiemelkedőt a saját átlagához képest.

A három faj évenkénti évgűrű-növekedésének mértékét nagyvonalakban összehasonlítva azt látjuk, hogy az akác a legcsekélyebb, a vörös tölgy és az erdei fenyő egyes években hasonlóan kiemelkedő értékeket produkált, máskor hasonlóan visszafogottakat.

Dolgozatom a gödöllői Fácános erdő három idegenhonos fajának évgűrű-vastagságait megmérve kapott adatok részletes elemzésére terjed ki, mely további vizsgálatokhoz nyújthat alapot. Érdekes következtetésekre számíthatnánk a területen élő további fafajok vizsgálatával, illetve olyan kutatással, ami ugyanezekre a fajokra terjed ki, azonban más-más területeken. Érdemes lehet tovább vizsgálni a kapott eredményeket más tudományterületek bevonásával is, hogy a növekedések mértékének, egyedenkénti, fajonkénti mintázatának különbségére,

megtaláljuk az okokat. A további vizsgálatokból kapott eredmények hasznosak lehetnek az erdészet számára azzal kapcsolatban például, hogy hogyan lehet befolyásolni minél több körülményt figyelembe véve a növekedés mértékét, valamint hasznosak lehetnek a klímakutatásban, következtetni lehet a különböző fajú erdőállományok várható hosszútávú reakcióira, amikre alapozva az ember is mihamarabb megteheti a lehetőségekhez mérten legoptimálisabb lépéseket a minél inkább tudományosan megalapozott helyes út felé.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

Szakdolgozatomban a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem gödöllői kampuszának területén található Fácános erdőben élő három idegenhonos faj, a vörös tölgy (*Quercus rubra*), a fehér akác (*Robinia pseudoacacia*) és az erdeifenyő (*Pinus sylvestris*) fajonként három, összesen kilenc egyedének évgyűrűit vizsgáltam méretük, mintázatuk szempontjából. Az évgyűrű mintákat Pressler-féle növedék fúróval vételeztük, amelyeket megfelelő előkészítés; sínbe ragasztás, csiszolás után nagy felbontásban beszkeneltük, hogy az elemzéseket immár digitális alapon tudjuk elvégezni. Az évgyűrűk szélességének mérését a QGIS program segítségével végeztem, a kapott adatokat Microsoft Excel programban rendszereztem és készítettem el a diagramokat. Az így kapott eredmények alapján az évenkénti évgyűrű-növekedést egyedenként oszlopdiagramon mutattam be és részletesen elemeztem, kiemelve a kiugróan magas és a különösen alacsony értékeket. Elkészítettem a növekedési vonaldiagramot fajonként, melyen az egyedek évgyűrű-növekedését hasonlítottam össze, kitérve a közös pontokra, időszakokra. Ezután a három fajnak elkészítettem az átlag-növekedési vonaldiagramját és egymásra illesztve a diagramokat, elemeztem, hogyan reagáltak egymáshoz viszonyítva ugyanazon a termőhelyen, ugyanazon körülmények közt a különböző fajok.

A két vizsgált vörös tölgy egyed évgyűrű-fejlődése hasonlóan alakult, bizonyos évek különböző ismeretlen hatásaira egyformán reagáltak. Korai éveikben a környezeti hatásokra szélsőséesebb reakciót mutattak, mint később. Az évek előrehaladtával az évgyűrű-fejlődés szélső értékei mindkét egyed esetében közelítenek egymáshoz, a növekedés pedig folyamatos csökkenő tendenciát mutat.

A három fehér akác egyed évgyűrű-növekedésének értékei kevésbé mozognak együtt. Jó eséllyel mérési hiba miatt tapasztaljuk azt, hogy a két idősebb egyed egy év eltéréssel reagált egyformán valamely ismeretlen tényezőre. A növekedés kezdeti nagyobb kilengései a szélső értékek irányába elcsendesedtek, sokkal kisebb különbségeket tapasztalunk az évek múlásával.

A három erdeifenyő egyed évgyűrű-növekedése nagyon változékony képet mutat. 2015-ig a különösen magas értékek a nagyon alacsonyakkal sűrűn váltották egymást. A három egyed értékei azonban jól láthatóan együtt mozogtak, legyen szó extrém kiugró értékekről, vagy különösen alacsonyokról.

A három faj nyolc egyedét együtt vizsgálva azt találtam, hogy a növekedés 1999-től kisebb-nagyobb kilengésekkel csökkenő tendenciát mutat. Növekedési mintázatukat összehasonlítva a vörös tölgy és az erdeifenyő egészen széles skálán mozog az évenkénti

A szakdolgozat keretében végzett munkám eredménye hasznos alapot szolgáltathat más szakterületeket, tudományokat bevonva különböző további vizsgálatokhoz, kutatásokhoz. Illetve érdekes felismeréseket találhatunk összevetve más kutatásokkal, amik ugyanebben a témában készültek, azonban eltérő fajokkal, vagy más területen.

7. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Hálás vagyok Dr. Saláta Dénesnek a rengeteg elméleti és gyakorlati segítségért, hogy rendkívül türelmesen és rugalmasan állt rendelkezésre, bármikor elakadtam. A fák fűrásában is segítségét kellett kérnem, mert az én fizikai erőm nem lett volna elég a művelethez. Köszönettel tartozom továbbá Bodolay Zsoltnak, férjemnek és hallgatótársamnak, akivel dolgozatainkat sokszor átbeszéltük, segítettük és támogattuk egymást. Köszönöm neki, hogy a mintáimat precízen, lelkiismeretesen jól látható, beszkenelhető állapotúra csiszolta. Valamint köszönöm Bucsa Csaba külső témavezetőmnek, hogy a témát rendelkezésemre bocsátotta.

8. IRODALOMJEGYZÉK

- Ábri T., Keserű Zs., Rédei K. (2022): A 'nyírségi' akác (*robinia pseudoacacia* 'nyírségi') növekedési viszonyai Erdészettudományi közlemények 12 (1-2): 31-42.
- Bíró M. (2003): A Gödöllői-domvidék Tájvédelmi Körzet erdő- és tájhasználat története a 18. századtól napjainkig. Vácrátót, Botanikus kert, 200 p.
- Böloni 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
- Engloner A., Penksza K., Szerdahelyi T. (2001): A hajtásos növények ismerete., Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 268 p.
- Fekete G., Varga Z. (szerk) (2006): Magyarország tájainak növényzete és állatvilága. MTA Társadalomkutató Központ, Budapest
- G. Merva M. (2013): Gödöllő története I-II/1. Gödöllői Városi Múzeum, Gödöllő, 471p.
- Giovanni R., Szathmári G., Dr. Buchmann O. (1961): Gyógynövények – második, javított és bővített kiadás. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 375 p.
- Grynaeus A., Horváth E., Szabados I. (1994): Az évgyűrű mint természetes információhordozó. Erdészeti lapok, 129. évf. 7-8. sz. (1994.júl.-aug.): 203-209.
- Jozsa L. (1988): Increment core sampling techniques for high quality cores, Special Publication No. SP-30, Forintek Canada Corp., 9 p.
- Marosi S., Somogyi S. (1990): Magyarország kistájainak katasztere II. MTA Földrajztudományi Kutató Intézet, Budapest.
- Misi D. (2015): Az évgyűrűk mint éghajlati adattárak. Természet világa - Természettudományi Közlöny 146. évf. 12. füzet: 557-559.
- Morgós A. (2002): A dendrokronológiáról. Erdélyi Magyar Restaurátor Füzetek 2: 13-25.
- 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,
- Schweingruber F.H. (2007): Wood Structure and Environment – Springer series in wood science, Springer, New York, 284 p.
- Szabó L., Tóthné Surányi K. (2003): A Gödöllői-Monori dombság természetföldrajzi viszonyai és a termőföldvédelem. In: CSORBA P. (szerk.): Környezetvédelmi Mozaikok, tiszteletkötet Dr. Kerényi Attila 60. születésnapjára. Debreceni Egyetem Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék, Debrecen. pp. 230–242 p.
- Szabó L. (szerk.) (2011): Gödöllői-dombság természeti- és gazdaságföldrajzi viszonyai, kultúrtörténete. Agroinform Kiadó és Nyomda Kft., Gödöllő, 268 p.
- Szlávik E. (2007): Tájökológiai adottságok vizsgálata Gödöllő környékén, különös tekintettel az erdőkre és talajokra. Szakdolgozat, Szeged.
- Tácsik M. (1985): A vörös tölgy jelentősége a felsőtiszai erdőgazdasági tájon. Doktori disszertáció. Sopron. pp. 5
- Ürmössyné Nagy J. (1927): Gödöllő emberföldrajzi leírása, Szeged Városi Nyomda és könyvkiadó Rt., Szeged, 41 p.
- Veperdi G. (2011): Erdőbecslés, 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://natura.2000.hu/hu/teruletek/hudi20023>

Http2: <https://erdoterkep.nebih.gov.hu/>

Http3: <https://www.wood-database.com/red-oak/>

Http4: <https://www.forestrytools.com.au/products/haglof-increment-borer-600mm-3-thread#6841806258330>

9. ÁBRA- ÉS TÁBLÁZATJEGYZÉK

1. ábra: A Fácános erdő	5.
2. ábra: A Fácános erdő HUDI20023 kódú Natura 2000 területen belüli elhelyezkedése	8.
3. ábra: A Fácános erdő erdőrészei	8.
4. ábra: Vörös tölgy (<i>Quercus rubra</i>) évgyűrűin jól megfigyelhetők a korai- és a késői pászták	10.
5. ábra: Növedékfűrő	12.
6. ábra: A fűrés pontos helyét jelző festés	14.
7. ábra: Sínbe rakott, csiszolt minták szkennelt képe	15.
8. ábra: A harmadik vizsgált akácegyed évgyűrűinek mérése QGIS programban	15.
9. ábra: Nikon Forestry 550 magasságmérő	16.
10. ábra: A vizsgált egyedek elhelyezkedése a Fácános erdőben	21.
11. ábra: GOD-FAC-VT1 kódú vörös tölgy (<i>Quercus rubra</i>)	22.
12. ábra: GOD-FAC-VT1 kódú vörös tölgy (<i>Quercus rubra</i>) évgyűrű-növekedési diagramja	23.
13. ábra: GOD-FAC-VT2 kódú vörös tölgy (<i>Quercus rubra</i>)	23.
14. ábra: GOD-FAC-VT2 kódú vörös tölgy (<i>Quercus rubra</i>) évgyűrű-növekedési diagramja	24.
15. ábra: GOD-FAC-VT3 kódú vörös tölgy (<i>Quercus rubra</i>)	24.
16. ábra: GOD-FAC-A1 kódú akác (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	25.
17. ábra: GOD-FAC-A1 kódú fehér akác (<i>Robinia pseudoacacia</i>) évgyűrű-növekedési diagramja	25.
18. ábra: GOD-FAC-A2 kódú akác (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	26.
19. ábra: GOD-FAC-A2 kódú fehér akác (<i>Robinia pseudoacacia</i>) évgyűrű-növekedési diagramja	27.
20. ábra: GOD-FAC-A3 kódú akác (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	28.
21. ábra: GOD-FAC-A3 kódú fehér akác (<i>Robinia pseudoacacia</i>) évgyűrű-növekedési diagramja	28.
22. ábra: GOD-FAC-EF1 kódú erdeifenyő (<i>Pinus sylvestris</i>)	29.
23. ábra: GOD-FAC-EF1 kódú erdeifenyő (<i>Pinus sylvestris</i>) évgyűrű-növekedési diagramja	30.
24. ábra: GOD-FAC-EF2 kódú erdeifenyő (<i>Pinus sylvestris</i>)	31.
25. ábra: GOD-FAC-EF2 kódú erdeifenyő (<i>Pinus sylvestris</i>) évgyűrű-növekedési diagramja	31.
26. ábra: GOD-FAC-EF3 kódú erdeifenyő (<i>Pinus sylvestris</i>)	32.
27. ábra: GOD-FAC-EF3 kódú erdeifenyő (<i>Pinus sylvestris</i>) évgyűrű-növekedési diagramja	32.
28. ábra: A vizsgált vörös tölgyek (<i>Quercus rubra</i>) egyesített évgyűrű-növekedési diagramja	34.
29. ábra: A vizsgált fehér akácok (<i>Robinia pseudoacacia</i>) egyesített évgyűrű-növekedési diagramja	35.
30. ábra: A vizsgált erdeifenyők (<i>Pinus sylvestris</i>) egyesített évgyűrű-növekedési diagramja	36.
31. ábra: A vizsgált fafajok egyesített évgyűrű-növekedési átlagának diagramja	37.

1. táblázat: Fácános erdő 2001-es erdőgazdasági üzemterve alapján	9.
2. táblázat: A vizsgált egyedek mintavételi alapadatai	21.
3. táblázat: A vizsgált faegyedek évgyűrű-növekedésének alapvető statisztikai adatai	22.

NYILATKOZAT

Alulírott Karádi Anett, 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. október 22.



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. október 22.



Belső konzulens