

Szegedi Tudományegyetem

Természettudományi és Informatikai Kar

Növénybiológiai Tanszék

37. OTDK Biológia Szekció

Leggyakoribb inváziós fás szárú fajok términtázata a Szegedi Fűvészkertben



Baráz Emma

Biológia BSc

Témavezető

Dr. Bakacsy László

egyetemi adjunktus

SZTE TTIK, Növénybiológiai Tanszék

SZEGED

2025

Tartalmi összefoglaló

Magyarországon a fűvészkertek és botanikus kertek egyre inkább az inváziós fajok terjedésének áldozataivá válnak. Gyakran előfordul, hogy az itt bemutatott külföldi növényfajok, az éghajlatváltozás következtében invázióssá válnak. Ezek a növények gyorsan elszaporodnak, olykor átalakítva környezetüket, miközben versenyképesebbek, az őshonos fajoknál. Ennek következtében kiszoríthatják a hazai növényeket, és terjedésük súlyos károkat okozhat a fűvészkerti növény csoportokban. Bár a fűvészkert célja a változatos növényvilág bemutatása, az inváziós fajok elszaporodása csökkenti az állomány biodiverzitását, így veszélyeztetve a gyűjteményt, ezzel akár évek munkáját is kockáztatva. Az özönfajok nemcsak a botanikus kertekben okoznak károkat, hanem a városi zöldterületeken is. Az inváziós fajok többsége dísnövényként ültetik, de karbantartás hiányában jelentős problémákat okozhatnak a városi épületekben, gyepekben, és akár az energiaellátásban is. E problémák miatt fontossá vált az inváziós fajokkal kapcsolatos adatgyűjtés, amely alapot adhat további kutatásoknak és segíthet a nem kívánt növényfajok kezelésében és karbantartásában. Kutatásomban az inváziós fás szárú fajok számát mértem fel a Szegedi Tudományegyetem Fűvészkertjében. A fűvészkert sajátos elrendezése miatt többféle társulás típus modelljeként is használható. Három főbb területtel rendelkezik. (I.) Arborétum, (II.) Társulások, (III.) Park. A társulások területe egy kisebb erdőrészletet idéz, míg a park a kertvárosok, az arborétum pedig a városi ligetek modelljeként működik. Mindhárom terület egyedi beépítettségi adottságokkal rendelkezik. Ennek köszönhetően kutatásom új lehetőségeket nyithat az inváziós fás szárúak kezelésével kapcsolatban, amelyeket az alábbi modellek alapján később városi parkokban, kertvárosokban és kisebb városi erdőrészletekben hasznosítani lehet. A vizsgálat során elemeztem a fajok eloszlását és az egyedek méretét a leggyakoribb öt fő fajra összpontosítva.

A mérés eredményeképpen 20 inváziós fajt és 2552 egyedet dokumentáltam. Ezekből a leggyakoribb három fafajt (*Celtis occidentalis*, *Robinia pseudoacacia*, *Fraxinus pennsylvanica*), egy cserjét (*Mahonia aquifolium*) és egy liánt (*Parthenocissus quinquefolia*) választottam ki, amelyeknek tér- és korbeli eloszlását, és azok elemzését mutatom be részletesen. A legtöbb egyedet, a Társulásokban találtam, ahol -e fajok három nagyobb gócpontját tudtam meghatározni, de a fajonkénti eltérést találtam az egyedek eloszlásában. A hőtérképek elemzését követően megvizsgáltam elterjedésük okait. Az így feltárt tényezők és a szakirodalom alapján fajspecifikus kezelési javaslatokat dolgoztam ki, amelyek a korábban felsorolt területekre alkalmazhatóak.

Kulcsszavak: botanikus kert, hotspot elemzés, inváziós fafajok, GIS, kezelés

Tartalom

Bevezetés	3
Célkitűzések	7
Anyagok és módszerek	8
A Szegedi Fűvészkert története és jelentősége, mint vizsgálati terület	8
Vizsgálati módszerek	9
A vizsgált fajok rövid jellemzése	10
Adatfeldolgozás	12
Adatok kiértékelése	13
Eredmények	14
Diszkusszió	24
Eredmények alapján javasolt kezelési stratégiák	26
Referencia lista	28
Köszönetnyilvánítás	33

Bevezetés

Az inváziós növények olyan fajok, amelyek eredetileg nem őshonosak egy adott területen, de különböző módon – legtöbbször emberi tevékenység révén – bekerülnek oda, és ott gyorsan elterjednek (Richardson és mtsai. 2000). Ezek a növények jelentős veszélyt jelenthetnek az őshonos ökoszisztémákra és biodiverzitásra, valamint negatív gazdasági és társadalmi hatásokat is kiváltanak (Richardson és Rejmánek 2011). Az inváziós növények például csökkenthetik a talaj tápanyagtartalmát, megváltoztathatják a vízforgalmat, vagy akár megnövelhetik az erdőtüzek kockázatát is (Richardson és Rejmánek 2011). E folyamatok hosszú távú hatásai pedig gyakran visszafordíthatatlanok, így az inváziós fajok kezelése és kontrollálása kritikus jelentőségű az ökoszisztémák megóvása érdekében.

A botanikus kertek és arborétumok (továbbiakban egyszerűen csak botanikus kertekként említve) hosszú múltra tekintenek vissza, mint növényvédelmi, kutatási és oktatási központok (Mihalik és mtsai. 1999; Heywood 2011; Sharrock 2011; Van Kleunen és mtsai. 2018). Kezdetben a botanikus kerteket főként gazdasági és tudományos (pl. gyógynövények és mezőgazdasági növények termesztésével kapcsolatos kutatások), valamint díszkertészeti céllal jöttek létre. Azonban szerepük idővel jelentősen kibővült, és ma már fontos szerepet játszanak a biológiai sokféleség megőrzésében és a környezeti fenntarthatóság előmozdításában a globális figyelemnek köszönhetően. A növényfajok hatalmas sokféleségét megőrző intézményeként a botanikus kertek ma már mind az őshonos, mind a nem őshonos flóra kulcsfontosságú tárházaként szolgálnak. Például *ex situ* védelmi stratégiákkal, magbankokkal és oktatási programokkal segítik a biodiverzitás megőrzését (Mihalik és mtsai. 1999; Heywood 2011; Chen és Sun 2018; Van Kleunen és mtsai. 2018).

A természetvédelem mellett a botanikus kertek létfontosságú szerepet töltenek be az ökológiai nevelésben felhívva a közvélemény figyelmét a biológiai sokféleség fontosságára és az inváziós fajok hatásaira. Programokon és kezdeményezéseken keresztül felvilágosítják a látogatókat arról, hogyan fenyegetik az inváziós fajok az ökoszisztémákat, a biodiverzitást, és milyen hasznos szolgáltatásokat nyújtanak ezek a rendszerek számunkra, ezzel elősegítve a felelős növénytermesztési és tájtervezési gyakorlatokat (Galbraith és Cavallin 2021; Mokotjomela és mtsai. 2023).

A növényfajok globális cseréje elengedhetetlen a botanikus kertek működéséhez, ugyanakkor ez akaratlanul is elősegítheti az inváziós növények terjedését. Az általuk gyűjtött és bemutatott növények között gyakran alkalmaztak korábban olyan fajokat, amelyek jól alkalmazkodtak az új környezethez, és képesek voltak gyorsan terjedni, így invázióssá válhattak a botanikus kert területén (Heywood 2011; Hulme 2015; Van Kleunen és mtsai. 2018; Velekei 2020; Kovács és mtsai. 2023; Szabó és mtsai. 2023). Az inváziós fajok nemcsak a természetes élőhelyeket, de az adott kertek ökoszisztémáját is károsítják. Ezek a gyorsan terjedő fajok csökkenthetik a kert biodiverzitását és veszélyeztethetik a gyűjtemények fenntarthatóságát, mivel könnyen kiszoríthatják a bemutatott őshonos vagy érzékeny fajokat. Az ilyen inváziók jelentősen megnövelik a karbantartási költségeket is, mivel több erőforrást kell fordítani a gyűjtemények ápolására és az inváziós fajok visszaszorítására (Galbraith és Cavallin 2021).

A botanikus kertek manapság kettős felelősséget vállalnak; az őshonos és a veszélyeztetett fajok őrzőjeként működnek egyaránt, miközben kezelniük kell vagy meg kell gátolniuk az inváziós növények terjedését (Hulme 2015; Galbraith és Cavallin 2021). Ennek megoldására számos kert kockázatértékelési protokollokat és magatartási kódexeket fogadott el a gyűjteményükön belüli nem őshonos növények szűrésére és kezelésére. A nemzetközi iránymutatások, például a Botanic Gardens Conservation International (BGCI) iránymutatásai a növényi anyagok biztonságos cseréjét és kezelését szorgalmazzák, a kertek védelmi céljai és a biológiai biztonsági intézkedések közötti egyensúly megteremtése érdekében (Heywood és mtsai. 2013).

A botanikus kertek számos módszert alkalmaznak az inváziós fajok kezelésére és terjedésük megakadályozására. Az egyik ilyen módszer a fajok nyomon követésén és ellenőrzésén alapul. Az inváziós fajokat a botanikus kertekben rendszeresen ellenőrzik, hogy megakadályozzák további terjedésüket. Ezekről a fajokról speciális nyilvántartásokat vezetnek a kertek területein, és ezek visszaszorítására különböző fizikai (például gyomlálás) és kémiai módszereket alkalmaznak (Van Kleunen és mtsai. 2018; Vukeya és Mokotjomela 2020; Galbraith és Cavallin 2021; Mokotjomela és mtsai. 2023; Girmay és mtsai. 2024). Ezáltal a botanikus kertek kiváló helyszínt biztosíthatnak az inváziós fajok hosszú távú megfigyelésére és tanulmányozására, mivel ezek az intézmények rendszerint folyamatosan karbantartottak és jól dokumentáltak.

Az inváziós növények botanikus kertekben való monitorozása által gyűjtött adatok kiterjeszthetők a városi zöld területek kezelésére is. Ugyanis a botanikus kertek a hasonló

felépíttetésük miatt, modellként szolgálhatnak a városi erdők, parkok, ligetek, kertvárosok inváziós fajainak terjedésére (Szabó és mtsai. 2023). Az özönfajok számos problémát okozhatnak a városok számára, amelyek komoly anyagi és egészségügyi károkkal járhatnak (Lambelet és Keimer 2005). Heringer és mtsai. (2024) szerint az inváziós fajok okozta költségek városi területeken összesen 326,7 milliárd USD-t tettek ki 73 ország adata alapján. Mindezek 15 %-át teszik ki a városok költségvetéseinek. Az özönnövények kárt tehetnek az infrastruktúrákban, többek között az épületekben, műemlékekben és energiaellátásban. Preston és mtsai. (2018) kimutatták, hogy a gátak körül élő inváziós növényfajok akadályozták a víz mozgását, ez karbantartás nélkül, akár a vízáramlás mértékét 44-51%-kal is csökkentette. Ezek által belátható, hogy az idegen fajok térbeli eloszlásának megértése fontos szerepet játszik a jövőbeni várostervezés és a városon belüli zöldterületek kezelésében. (Štajerová és mtsai. 2017).

A városi zöldterületek rendkívül nagy arányban rendelkeznek özönnövények állományával. Ugyanakkor ezek a területek fontosak a városlakók számára, mert számos ökoszisztéma szolgáltatást nyújthatnak számukra. Többek között lokálisan csökkenthetik a város hőmérsékletét (Oláh 2012), kikapcsolódási lehetőséget nyújthatnak (Rapuano és mtsai. 2022), légszennyezést csökkenthetnek (szén-dioxid, por) (Venter és mtsai. 2024) és élőhelyet, táplálékforrást nyújthatnak beporzók és egyéb állatfajok számára (Dylewski és mtsai. 2019). Ezek a területek ökológiai folyósókat képezhetnek hazai fajok számára, amely fontos a biodiverzitás megőrzése érdekében (Aziz és Rasidi 2014). Vergnes és munkatársai (2012) ökológiai folyósók által összekötött és nem összekötött területeket vizsgáltak városokban. Ezeknek a területeknek az ízeltlábú diverzitását a forrásközösségnek tekintett erdőnek a diverzitásához viszonyították, és az eredmény egyértelműen kimutatta, hogy a zöld területek által összekötött vizsgálati területek nagyobb diverzitással rendelkeznek, mint a nem összekötöttek.

Az inváziós fajok térképezése és térbeli eloszlásuk vizsgálata rendkívül hasznos lehet a botanikus kertek számára, mivel lehetővé teszi a kutatóknak, hogy célzottan azonosítsák azokat a specifikus területeket, ahol ezek a fajok elterjednek, és feltárják azokat a környezeti tényezőket, amelyek elősegítik vagy gátolják terjedésüket, továbbá kifejlesszék ellenük alkalmazott hatékony kezelési módszereket (Galbraith és Cavallin 2021; Szabó és mtsai. 2023; Girmay és mtsai. 2024). A botanikus kertekben végzett térképezési és térbeli eloszlás vizsgálatok és ezekre épülő kezelések eredményei széles körben alkalmazhatóak botanikus

kertekben és városi zöldterületeken egyaránt, de nagyobb, védett területek esetében is, ahol az inváziós fajok precíziós kezelése, hatásainak mérséklése és a biodiverzitás fenntartása kulcsfontosságú. Az ilyen tapasztalatok felhasználhatók a természetvédelmi területek inváziós fajkezelési stratégiájának kidolgozásában, hozzájárulva ezzel az őshonos növényfajok védelméhez és a természetes ökoszisztémák megőrzéséhez.

Célkitűzések

Ahogy a bevezetőből is látható, a botanikus kertek szerepe az inváziós fajok terjesztésében és kezelésében összetett és több szempontból jelentős kérdéskört ölel fel. Ezért kutatásom elsődleges célja az volt, hogy az inváziós fás szárú fajok térbeli elrendeződését részletes feltérképezsem és elemezzem a Szegedi Fűvészkert területén. Az inváziós fajok jelenléte nemcsak a helyi növényvilág szerkezetére, hanem az ökoszisztéma működésére és az ökoszisztéma szolgáltatásokra is kedvezőtlen hatással lehet, mivel a betelepített fajok gyakran kiszorítják az őshonos fajokat, csökkentik a biodiverzitást, valamint módosítják az élőhely fizikai és kémiai jellemzőit. Az alábbi célkitűzéseket fogalmaztam meg:

1. A leggyakoribb inváziós fás szárú fajok térbeli eloszlásának azonosítása: az egyes inváziós fás szárú fajok elterjedésének meghatározása a Fűvészkert különböző területein, kiemelt figyelemmel azokra a területekre, amelyek az inváziós hatások szempontjából különösen érzékenyek vagy veszélyeztetettek lehetnek.
2. Térbeli eloszlás elemzése: megvizsgálni az inváziós fajok térbeli eloszlását, valamint ezek alapján következtetéseket megfogalmazni, hogy feltételezhetően mely környezeti tényezők járulhatnak hozzá ezeknek a fajoknak a sikeres terjedéséhez.
3. A Fűvészkert kezelésére vonatkozó javaslatok kidolgozása: az eredmények alapján fajspecifikus ajánlásokat megfogalmazni a Szegedi Fűvészkert inváziós fajkezelési stratégiájához, amelyek hozzájárulhatnak az őshonos növényfajok védelméhez és a biodiverzitás fenntartásához.

A kutatás eredményei nemcsak a Szegedi Fűvészkert számára szolgálhatnak alapvető adatokkal és gyakorlati útmutatással az inváziós fafajok kezelésére, hanem szélesebb körben is relevánsak lehetnek más hazai és nemzetközi botanikus kertek, városi parkok, de természetvédelmi területek számára is, ahol hasonló problémákkal küzdenek.

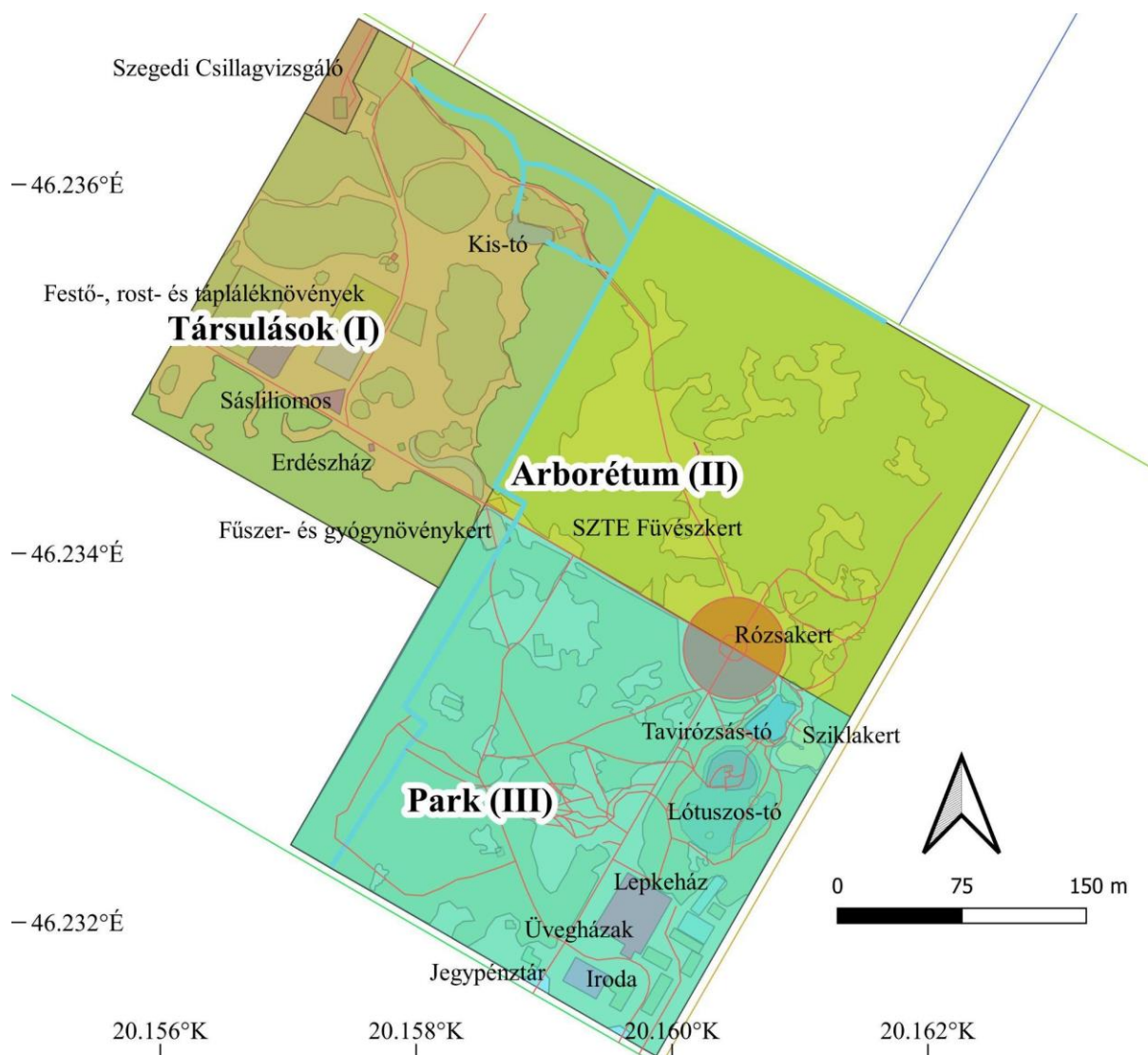
Anyagok és módszerek

A Szegedi Fűvészkert története és jelentősége, mint vizsgálati terület

Vizsgálataimat a Szegedi Tudományegyetemi Fűvészkertjében végeztem. Ez az intézmény 1940 óta működik oktatási, kutatási és ismeretterjesztési céllal, és azóta számos kutatás és program színhelyévé vált. 1965-ben az SZTE Fűvészkert volt az első botanikus kert Magyarországon, ahol növénytársulásokat telepítettek be bemutatás céljából (Király 1966; Mihalik és mtsai. 1999).

A Szegedi Fűvészkert korábban három fő területre oszlott, ezeket ma már nem különítik el, mégis ezek a korábbi részterületek kulcsszerepet játszottak a kutatásomban. Ugyanis ezáltal a kert kezelhetőbb részekre volt felosztva egyrészt annak terepbejárása során, másfelől pedig az elemzéseket is megkönnyítette számomra. Ez a három részterület a következők voltak: Park, Társulások és Arborétum (**1. ábra**). Mindhárom rész közel azonos területű. A Park 6,012 ha, a Társulások 5,632 ha, az Arborétum pedig 5,551 ha területtel rendelkezik. Az egykori Park területén különféle dísznövények és fák találhatók, amelyeket a látogatók szabadon élvezhetnek. A Társulások részben a növénytársulásokat mutatták be az érdeklődők számára (Király 1966; Mihalik és mtsai. 1999). Jelenleg ebben a részben változatos kutatások zajlanak, ahol a különböző ökológiai viszonyokat és növényfajok kölcsönhatásait vizsgálják (Internetes hivatkozás 1.; Németh 2024). Az Arborétum a mai napig a fás szárú növények széles spektrumát mutatja be, ezzel is hozzájárulva a helyi és nemzeti növényfajok megőrzéséhez (Király 1966; Mihalik és mtsai. 1999). A Fűvészkert tehát nemcsak tudományos kutatásaink színtere, hanem a közösség számára is értékes és inspiráló, rekreációs környezetet biztosít (Internetes hivatkozás 1.; Németh 2024).

A Fűvészkert térképét (**1. ábra**) nyílt hozzáférésű Quantum Geographic Information System (QGIS) programban hoztam létre, amelynek 3.18.3 verzióját használtam.



1. ábra. A vizsgálati terület térképe, a Szegedi Fűvészkert főbb területei és részei.

Vizsgálati módszerek

A terepi mintavételezés során Apple iPhone 8 készüléket használtam az inváziós fajok egyedeinek térbeli eloszlásának jelöléséhez. Az alkalmazott mobilkészülék beépített GPS helymeghatározást használ, aminek adatait/koordinátáit a képekhez is hozzárendeli, kamerája 28 mm, $f1.8$ fényrekeszű, 12 megapixeles széles látószögű kamera, 6 tagú objektívvel. Az inváziós fajok egyedeiről készült képek JPEG formátumban lettek elmentve az eszközre. Ezek lehetővé tették számomra a részletes és pontos felvételek készítését. Az egyedekről 3024 x 4032 pixel méretű képeket készítettem, amelyek jól tükrözik a növények jellemzőit. A felvételeket egy erre a célra létrehozott Google Drive mappába töltöttem fel, ahol rendszerezetten elneveztem őket. A fájlnév a faj és a méret alapján lettek kategorizálva,

lehetővé téve a könnyű azonosítást. Ennek megfelelően megkülönböztettem a kicsi, közepes és nagyméretű egyedeket. A fák méretének kategorizálása a törzs átmérőjének becsült értékei alapján történt. Az alábbi méretkategóriák kerültek meghatározásra: Kis méretűnek (magoncnak) tekintettem a fákat ha a törzsük átmérője maximum 2,5 cm átmérőjű volt. Közepes méretű faként kategorizáltam őket, ha a törzs átmérője 2,5 és 20 cm között volt. Nagyméretű fának a 20 cm törzsátmérőt meghaladókat tekintettem. Ez a csoportosítás nem a legpontosabb, de lehetővé tette, hogy viszonylag gyorsan kategorizálhassam az egyedeket és később az eltérő méretkategóriák szerepét és eloszlását elemezzem a területen.

A fajok azonosításához Király és mtsai. (2019) munkáját használtam. Az inváziós fa- és cserjefajainak kategóriáinak meghatározásához Bartha (2021) munkája nyújtott segítséget.

A vizsgált fajok rövid jellemzése

A Szegedi Fűvészkert fás szárú inváziós növényfajai közül a leggyakoribb öt fajt választottam ki, amit részletesebb elemzésnek vettem alá. Ebből a leggyakoribb öt fajból három fatermetű, egy cserje és egy liánszárú volt, melyek a következő fajok voltak:

A nyugati ostorfa (*Celtis occidentalis* L.) a kenderfélék (Ulmaceae) családjába tartozik, eredetileg Észak-Amerikában keleti felében őshonos fafaj. Természetes élőhelyén keményfákkal elegyet alkot, magában meglehetősen ritkán fordul elő erdőkben. Európában díszfaként és elegyfaként ültetik, Magyarországra feltehetően a XIX. század első felében érkezhetett. 25 méter magasra is megnövő fa, amely terebélyes koronát fejleszt, a felső lombkoronaszint egyik domináns fafaja. Gyökere mélyre megy a talajban, akár elérheti a 6 m mélységet is. Kérge szürke, rücskös, levelei tojásdadok, 5-10 cm hosszúak, színi oldaluk zöld, ősszel citromsárgára színeződnek. Apró, kesernyés ízű piszkosbarna színű csonthéjas termései többnyire magánosan találhatók. A növény madarak és kisemlősök által terjeszti a magjait, ritkán a víz is szerepet játszik a magterjesztésben. A *C. occidentalis* magja más fafajokkal ellentétben sűrű faállományban is képes csírázni. A faj jó regeneráló képességgel rendelkezik. Ágai jól bírják a gyakori metszést, koronaátalakítást, kérge tűri a sebzést és gyökerei jól viseli a gyökércsonkítást. A *C. occidentalis* a szárazságot is jól tűri, ezért városi környezetben is előszeretettel ültetik. A *C. occidentalis* jól bírja a szennyezett levegőt is. Terjedése elsősorban ültetett helyekről való kivadás által történhet. Sűrű állományokat alkothat degradált erdőkben, nemesnyarasokban, akácokban és ültetett fenyvesekben. Erős kompetitív képessége és erős allelopátiás hatása csökkentheti az őshonos fák felújulását (Bartha és Csiszár 2012a). A faj a Fekete Listán szerepel, és annak Kezelési Listájában, ami olyan inváziós idegen fajokat tartalmaz, amelyek az adott területen elvadultak, de visszaszorításuk eszközei korlátozottak, és

csak helyi intézkedésekkel kezelhetők, hogy minimálisra csökkentsék a ritka fajokra és élőhelyekre gyakorolt hatásukat (Bartha 2021).

A fehér akác vagy más néven amerikai akác (*Robinia pseudoacacia* L.) Észak-Amerikából származó pillangósvirágúak (*Fabaceae*) családba tartozó fafaj. Világszerte elterjedt, többek között Európába, Afrikába és Ázsiába is betelepítették. Magyarországra először a XVIII. század elején került, és az Alföld fásítására különösen alkalmasnak bizonyult. Az Alföldön akkoriban 52000 ha-nyi befásított területből 37900 ha-t akác tett ki. A *R. pseudoacacia* gyorsan szétterjedt, és mára a leggyakoribb fa Magyarországon, az erdők mintegy 24 %-át alkotja. A *R. pseudoacacia* egy akár 35 méter magasra is megnövő fa, jellemzően megnyúlt törzzsel és fordított kúp alakú koronával. Az idősebb fák kérge szürkésbarna, vesszejük vörösesbarna. Virágai méhészeti szempontból kiemelkedően fontosak. A *R. pseudoacacia* gyorsan növekedő fafaj, amely 20–30 év alatt eléri maximális magasságát. Ezen kívül meglehetősen hosszú életű, akár 200–250 évig is élhet. A *R. pseudoacacia* meleg- és fényigényes, jól bírja a szárazságot, és képes a talaj nitrogénszintjének megemelésére a gyökérgümőiben élő *Rhizobium* baktériumok segítségével. Termése hüvely termés, többesével csüngő, felnyíló, lapos magokkal rendelkezik. Szaporodása magról és vegetatív úton (gyökérsarjakkal) is történhet. A *R. pseudoacacia* gazdag csersavban, lehulló lombja allelopátiás hatású, ezért nem minden növény képes elviselni közelségét, hátráltathatja más növények növekedését. A fajt szennyezett városi környezetben is gyakran ültetik, mivel jól tűri a szennyezett levegőt (Bartha és mtsai. 2012, Bartha és mtsai 2004). Az akác a Fekete Lista, Kezelési Listáján található (Bartha 2021).

Az amerikai kőris (*Fraxinus pennsylvanica* Marsh.) az olajfafélék (*Oleaceae*) családjába tartozó, Észak-Amerika atlantikus részéről származó lombhullató fa. Két alfaját a XVIII. – XIX. század fordulóján telepítették Európába. Magyarországon az 1900-as években telepítették kezdetben puhafa ligeterdők keményfássá való átalakítására, majd az '50-es évektől ártéri nemesnyarasok alsóbb lombkoronaszintjének kialakítására használták. Maximum 25 m magasságot elérő faj, különösen tápanyagban gazdag talajokon intenzív növekedést mutat, és jól alkalmazkodik a különböző talajtípusokhoz, például szikes és pangó vizes területekhez is. Törzse gyakran csavart vagy görbe, míg állományban sudaras, karcsú törzset nevel. A levelek 7 - 9 levélkéből álló, páratlanul szárnyalt, összetett levelek, amelyek a hazai kőrisekénél nagyobbak. Áprilisi virágzása után keskeny, hosszú szárnyú lependék termései októberben érnek, de csak következő év tavasszal hullanak le. Jól tűri a városi szennyezett levegőt, talajt és klímát, így gyakran ültetik városi parkokba, illetve erdősávokba. Az amerikai kőris folyók mentén, ártereken az egyik leggyakoribb inváziós faj. Ebben közrejátszik jó

propagulumterjesztése, ugyanis termései széllel és vízzel szállítódnak. Jó kompetitív képességéhez allelopátiás hatása is közrejátszik (Bartha és Csiszár 2012b). Az amerikai kőris a Fekete Listán, azon belül a Kezelési Listán szerepel (Bartha 2021).

A tapadó vadszőlő (*Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch.) a szőlőfélék családjába (*Vitaceae*) tartozó, lombhullató fás szárú kúszócserje (lián), amely Észak- és Közép-Amerikában, valamint a Karib-térségben őshonos. Az ember betelepítette többek között Európába, Ázsiába és Afrikába is. A növény 20-30 méterre is megnőhet, és jellemzően öt levélkéből álló, összetett levele van, melyek 3-30 cm átmérőjűek. Virágai zöldes színűek és fürtökben lógnak, míg a termései bogyók, liláskék színűek és mérgezőek az ember számára. A tapadó vadszőlő gyors növekedésű és szívós növény, amely képes falakra és támasztó szerkezetekre felkapaszkodni, ezért gyakran használják dísznövényként (Blinkova és mtsai. 2023; Bolliger és mtsai. 1998; Grau és mtsai. 1996). Jelenleg Magyarországon a Szürke Listán, ezen belül pedig az Operatív Listán szereplő faj, azaz potenciális inváziós faj, amely közvetve vagy közvetlenül veszélyeztetheti az őshonos fajokat (Bartha 2021).

A közönséges mahónia (*Mahonia aquifolium* (Pursh.) Nutt.) az Észak-Amerika nyugati részén őshonos, örökzöld cserje, amely a borbolyafélék családjába (*Berberidaceae*) tartozik. A 19. században került Európába (Gilman 2007, Ross és Auge 2008). Magyarországon is elterjedt dísznövényként, parkokban, kertekben és temetőekben találkozhatunk vele. A növény 1, maximum 2 méter magasra nő, levelei bőrneműek, fényesek, és tüskésen fogazottak, ősszel gyakran megvörösödnek. A koratavaszi, élénk sárga virágok fürtökben nyílnak, és a virágpor a rovarok segítségével terjed. A mahónia termése kékesfehér bogyó, amely vonzza a madarakat. A közönséges mahónia jól alkalmazkodik különböző talajviszonyokhoz és éghajlati körülményekhez, árnyékos, erdős helyeken is szépen fejlődik. Népszerű választás a kertészek körében, mivel ellenáll a szárazságnak és díszes levelei, virágai és bogyói miatt esztétikai értéket képvisel (Bolliger, és mtsai. 1998; Grau és mtsai. 1996). A faj a tapadó vadszőlőhöz hasonlóan az Operatív Listán szerepel (Bartha 2021).

Adatfeldolgozás

A képek feldolgozásához a GeoSetter programot használtam, amely lehetővé tette számomra a felvételek geokódolt koordinátáinak átalakítását egy felhasználható formátumra. Ezen átalakított adatokat a Fűvészkert térképének elkészítéséhez is használt QGIS programba importáltam (3.18.3 verziószámú).

A fotók importálását követően a felvételeket faj és kor szerint csoportosítottam, új rétegek létrehozásával. E folyamat során a különböző növényfajok és azok korcsoportjai

könnyen áttekinthetővé váltak. A QGIS program segítségével a térbeli eloszlásokon kívül az egyedszámot is fel tudtam mérni egy adott fajon vagy kategórián belül. Az új rétegek alapján hőtérképeket alakítottam ki, amelyek értékes információt nyújtottak a fajok térbeli eloszlásáról és mintázatáról. Később a szoftver segítségével meghatároztam a fűvészkert három főbb területének mennyiségét is.

Adatok kiértékelése

A QGIS térinformatikai szoftver segítségével új réteget hoztam létre, amelyen hőtérképet készítettem az összes növényfaj egyedeire, valamint az öt kiválasztott inváziós fajra külön-külön, három méretkategória szerint. Ezen hőtérképek előállítása lehetőséget nyújtott a különböző fajok sűrűségének és térbeli eloszlásának vizuális ábrázolására.

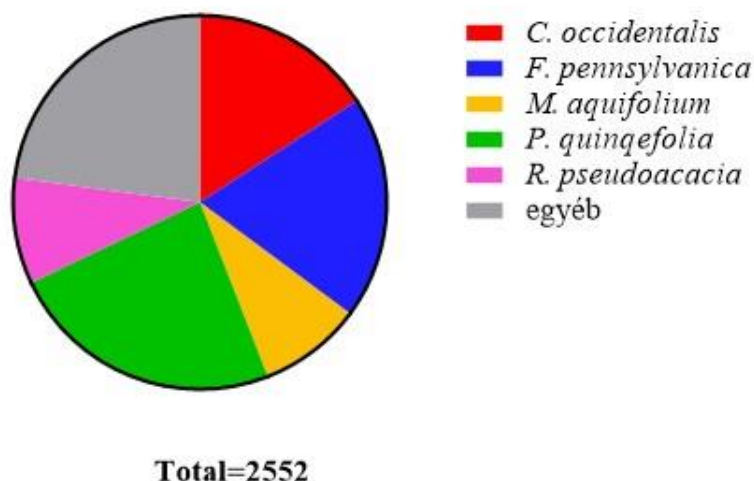
A hőtérképek révén könnyen azonosíthatóvá váltak az eltérő méretkategóriákba tartozó egyedek eloszlási mintázatai, amelyek hozzájárultak a növények vizsgált területen történő eloszlásának megértéséhez. Az egyes fajok térbeli eloszlása fontos adatokat szolgáltatott a kutatásom számára, lehetővé téve a környezeti hatások és az inváziós fajok terjedési dinamikájának alaposabb elemzését.

A fajok és a különböző csoportosítások egyedszámát a GraphPad 8.0.1.244 programban diagramokon ábrázoltam, méret és faj szerint. Továbbá, a fajok arányát szemléltetve kördiagramot készítettem, amely bemutatja az öt kiválasztott inváziós faj és a többi faj eloszlását.

Eredmények

A Szegedi Fűvészkert fásszárú inváziós növényfajainak térbeli felméréséből az állapítható meg, hogy ezek a fajok megegyeznek a jelenleg Magyarországon számontartott leggyakoribb inváziós fajokkal.

A Szegedi Fűvészkertben összesen 20 fásszárú inváziós fajt találtam (**1. táblázat**), ebből az 5 leggyakoribb faj az összes inváziós faj egyedének mintegy 77,07%-át tették ki, ami jelentős arány (**2. ábra**). Ez az érték arra utal, hogy ezek a fajok domináns szerepet töltenek be a Fűvészkert inváziójában, míg a többi faj csak kisebb mértékben képviseltette magát, ezért nem jelentenek veszélyt a kert számára. A **2. ábra** jól szemlélteti a fajok egyedeinek aránybeli eltéréseit. A legnagyobb egyedszámmal a *P. quinquefolia* faj rendelkezik, amely az összes egyed 23,82%-át képviseli. Ez a faj tehát kiemelkedően gyakori a vizsgált területen. Ezt követi a *F. pennsylvanica* 19,28%-os arányával, amely szintén jelentős jelenlétet mutat. A harmadik legnagyobb egyedszámmal a *C. occidentalis* áll, amely 15,87%-ot tesz ki, szintén egy fontos faj a közösségben (**2. ábra**). A többi faj, bár kisebb számban jelenik meg, szintén hozzájárul az összképhez. Kisebb mennyiséget mutat a *R. pseudoacacia*, amely az összes egyed körülbelül 9,17%-át alkotja. A *M. aquifolium* 8,93%-ot tesz ki a diagramon (**2. ábra**).

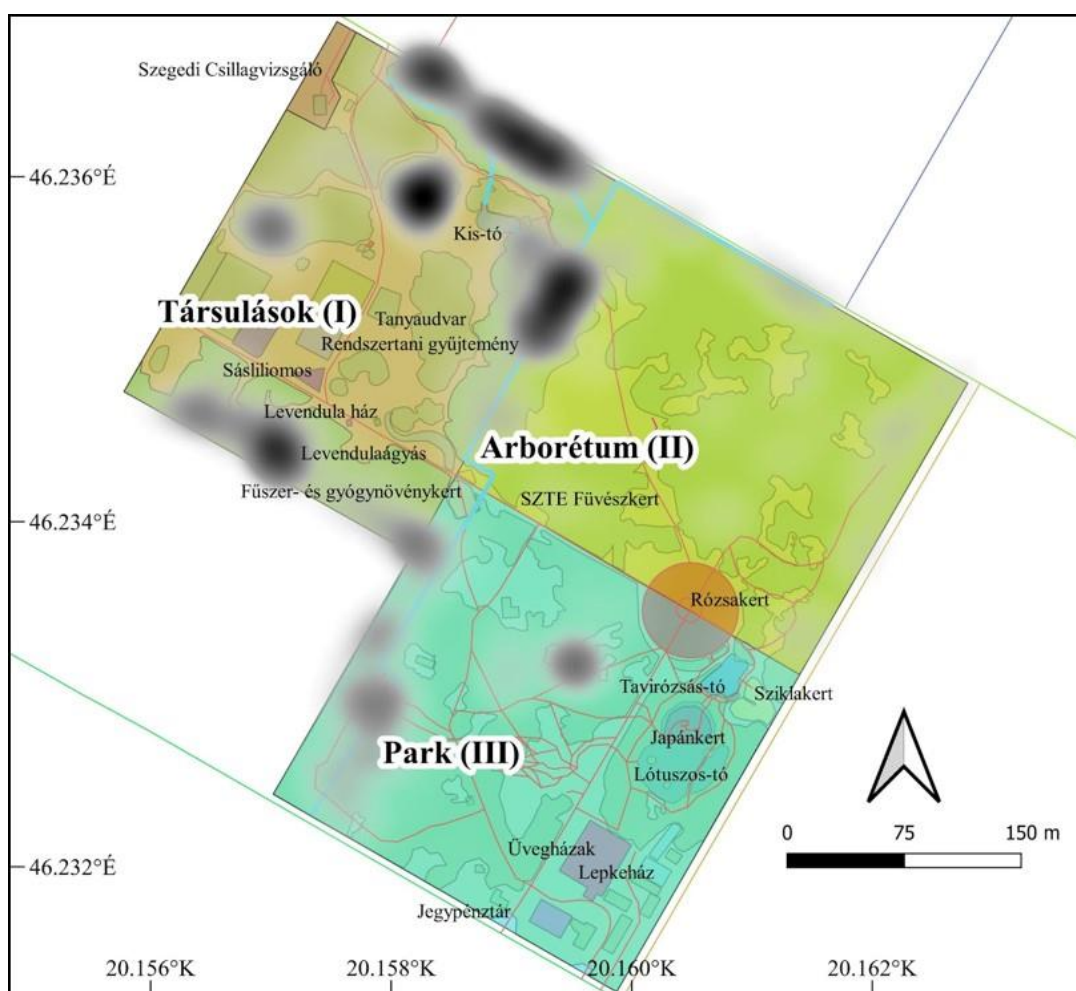


2. ábra. A fajok mennyiségbeli eloszlása az összes fajhoz viszonyítva

1. táblázat. Az SZTE Fűvészkert területén összes felmért inváziós fás szárú faj, egyedszámuk és besorolásuk Bartha (2023) és publikációja nyomán. A táblázat rövidítései a következők: FL – Fekete Lista, SZL – Szürke Lista, FE – Fehér Lista, KL – Kezelési Lista, NA – nincs adata, ML – Megfigyelési Lista, OL – Operatív Lista.

név	egyedszám	növény besorolása listák szerint	besorolás listán belül
<i>Acer negundo</i>	25	FL	KL
<i>Ailanthus altissima</i>	80	FL	KL
<i>Amorpha fruticosa</i>	86	FL	KL
<i>Baccharis halimifolia</i>	1	FL	FL
<i>Caragana arborescens</i>	2	FE	NA
<i>Celtis australis</i>	3	SZL	ML
<i>Celtis occidentalis</i>	405	FL	KL
<i>Cornus alternifolia</i>	1	FE	NA
<i>Fraxinus americana</i>	43	FE	NA
<i>Fraxinus ornus</i>	176	egyres tájakon őshonos, de más tájakon elvadult	NA
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	492	FL	KL
<i>Gleditsia triacanthos</i>	12	SZL	ML
<i>Juglans nigra</i>	8	SZL	ML
<i>Mahonia aquifolium</i>	228	SZL	OL
<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	608	SZL	OL
<i>Prunus serotina</i>	1	FL	KL
<i>Pterocarya fraxinifolia</i>	84	SZL	ML
<i>Robinia pseudoacacia</i>	234	FL	ML
<i>Staphylea trifolia</i>	1	FE	NA
<i>Vitis riparia</i>	62	FL	KL

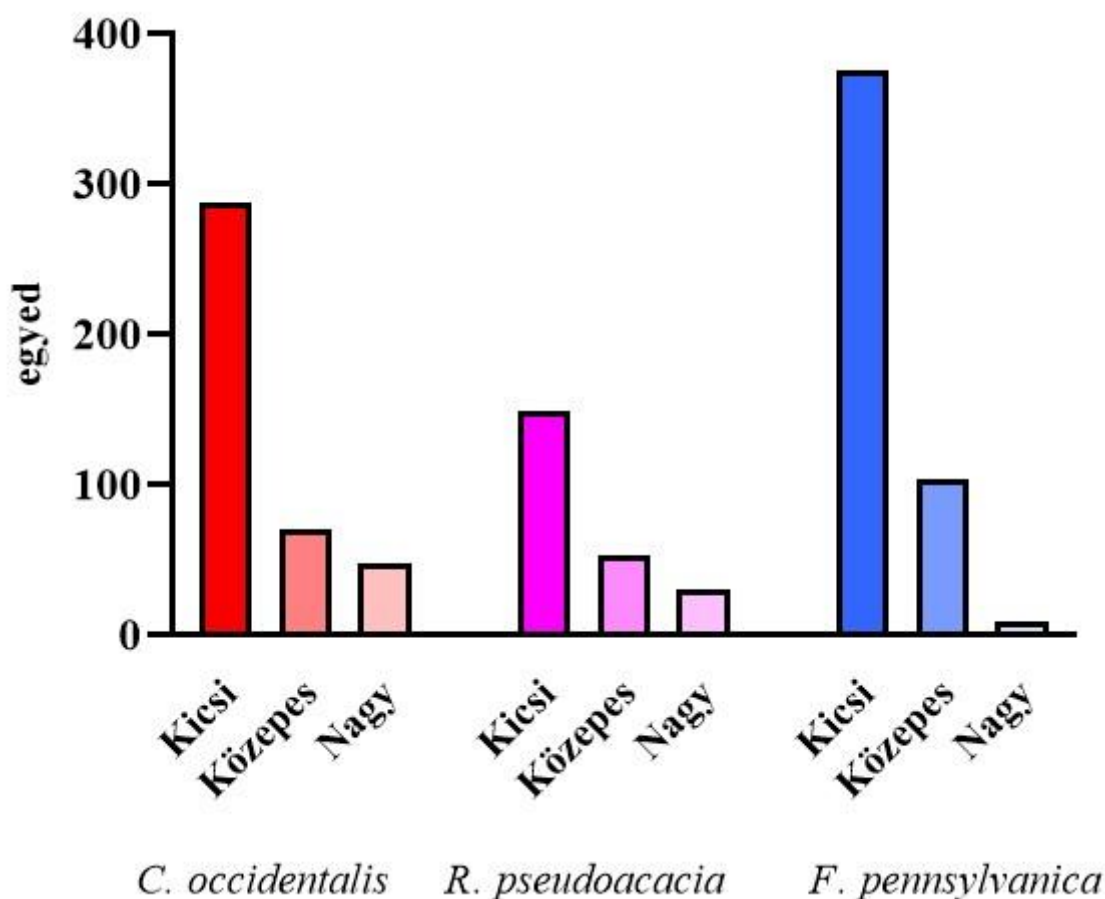
A Fűvészkertben összesen 20 inváziós fás szárú faj előfordulását dokumentáltam. A **3. ábrán** az egyes fajok elterjedésének térbeli mintázata látható. A térképen négy, különösen nagy egyedsűrűséggel rendelkező pont rajzolódik ki. A legsűrűbb terület a Kis-tótól nyugatra található. A második legsűrűbb helyszín, a Társulások és az Arborétum között elterülő csatorna második harmadában helyezkedik el. A harmadik sűrűsödés egy hosszú folt formájában jelenik meg, amely a Társulások északi kerítésén végighúzódik. A negyedik sűrű terület pedig a kerítés mellett, közvetlenül a Levendulaháztól délre található (**3. ábra**). A fajok főbb elterjedése leginkább a fűvészkert északi felére esik. A három terület közül a Társulások részen volt a legtöbb inváziós faj egyede a hőtérkép szerint (**3. ábra**).



3. ábra. A Szegedi Fűvészkert összes inváziós fásszárú növényfajának térmentázata.

A vizsgált három fafaj (*C. occidentalis*, *R. pseudoacacia* és *F. pennsylvanica*) méret- és koreloszlása hasonló arányokat mutat. A kis méretű egyedek átlagosan 71%-ot tettek ki,

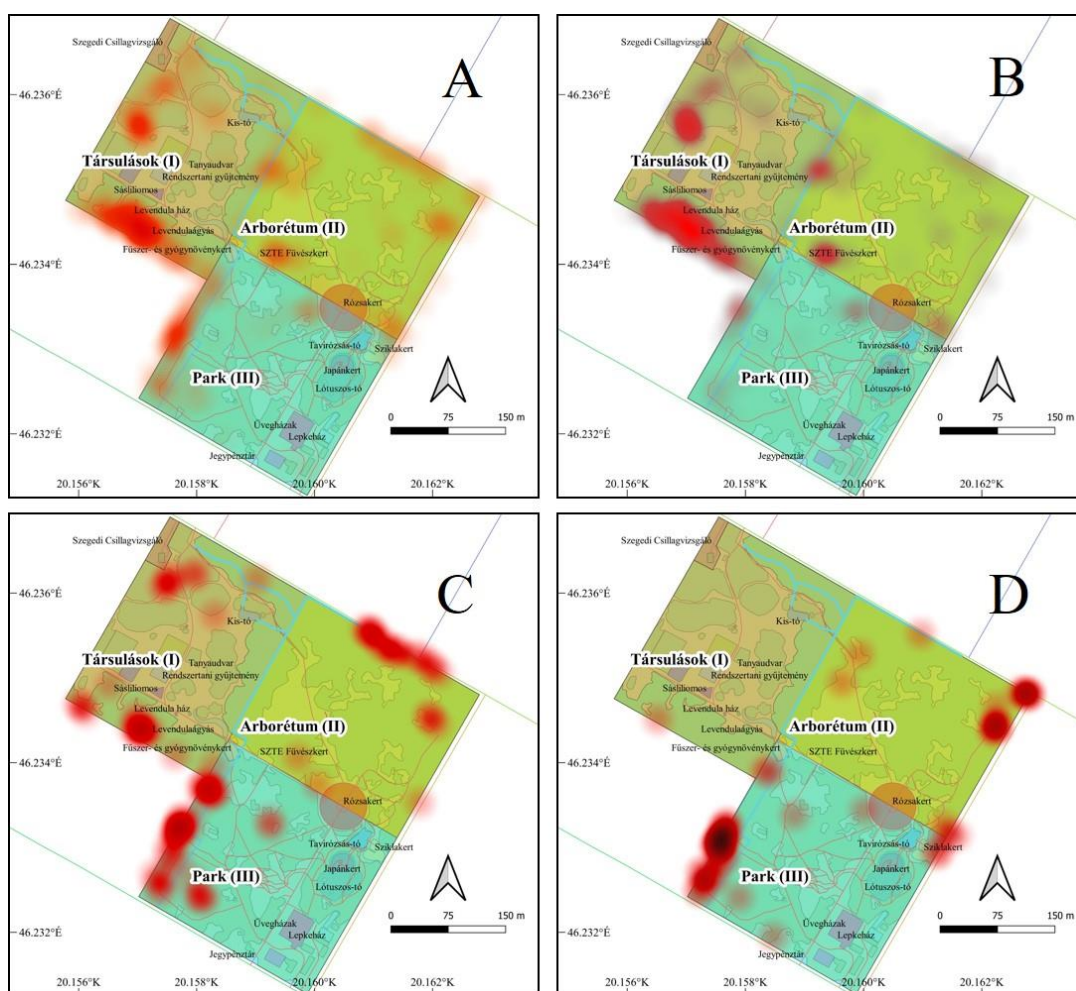
míg a közepes méretűek 20%-ot, a nagy méretűek pedig átlagosan 9%-ot alkottak (**4. ábra**). A *C. occidentalis* faj esetében a kis méretű egyedek 71%-ot, a közepes méretűek 17%-ot, míg a nagy méretűek 12%-ot képviseltek (**4. ábra**). A *R. pseudoacacia* fajra vonatkozóan a kis méretű egyedek aránya 65%, a közepes méretűeké 22%, a nagy méretűeké pedig 13% volt (**4. ábra**). A *F. pennsylvanica* esetében a kis méretűek dominálnak 77%-kal, a közepes méretűek 21%-ot tesznek ki, míg a nagy méretűek csak 2%-ot (**4. ábra**).



4. ábra. A három kiválasztott fafaj, *Celtis occidentalis* – nyugati ostorfa, *Robinia pseudoacacia* – fehér akác és *Fraxinus pennsylvanica* – amerikai kőris méret szerinti eloszlása.

A *C. occidentalis*ből összesen 404 egyedet térképeztem fel, amelyek közül 287 kis, 70 közepes és 47 nagyméretű (**4. ábra**). Elterjedése három fő területen volt jellemző. Az első, legnagyobb sűrűségű állomány a Festő- és tápláléknövényektől nyugatra található, ahol

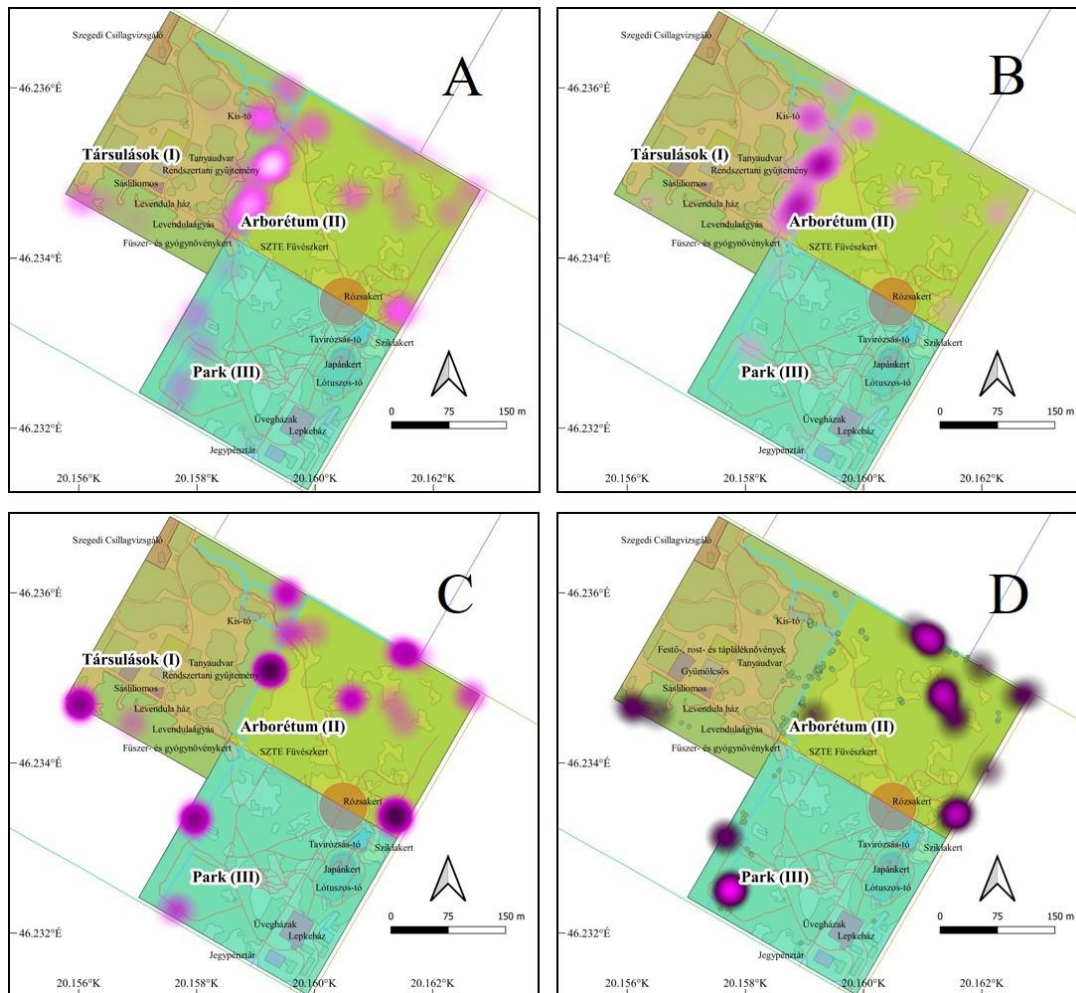
túlnyomórészt a kis méretű egyedek helyezkednek el, de közepes méretűek is előfordulnak. A második, jelentősebb sűrűségű terület a Fűszer- és gyógynövénykert környezetében található (**5.A ábra**). A harmadik terület az Arborétum északi kerítése mentén helyezkedik el (**5.A ábra**), ahol a közepes méretű egyedek dominálnak (**5.C ábra**). Az (**5.B**) ábra alapján elmondható, hogy a kis méretű egyedek elterjedése szinte teljességében lefedi a közepes méretű egyedek elhelyezkedését. Összességében elmondható, hogy a *C. occidentalis* elterjedése a Társulások és az Arborétum területén észlelhető leginkább (**5.A ábra**). A Park belső részén alig találhatók egyedek, azonban a nyugati kerítése mentén figyelhetők meg a legnagyobb számban a nagy méretű példányok (**5.D ábra**).



5. ábra. A *C. occidentalis* elterjedési mintázata a Szegedi Fűvészkertben.

A) összes felmért egyed, B) kis, C) közepes és D) nagy méretű egyedek.

A *R. pseudoacacia*-ból összesen 231 egyedet mértem fel, amelyek közül 149 kis, 52 közepes és 30 nagyméretű egyed található (**4. ábra**). Elterjedése elsősorban egy nagyobb területre összpontosul, amely az Arborétum és a környező társulások közötti csatorna mentén terül el (**6.A ábra**). Ezen a területen a kis méretű egyedek dominálnak, míg közepes méretűek egy kisebb gócpontban összpontosulnak (**6.B és C ábra**). A *R. pseudoacacia* nagyméretű példányai a legnagyobb gócpontban csak elenyésző számban fordulnak elő, ám azok közelében, elszórtan több egyed is megtalálható. A nagyobb méretű fák inkább az Arborétum területén dominálnak. A Rózsakerttől keletre elhelyezkedő kerítésszakaszon jellemzően közepes és nagyméretű egyedek figyelhetők meg, míg a kisebbek alig találhatók. A közepes és nagyméretű egyedek többsége az Arborétum északi részén rajzolódott ki (**6.C és D ábra**), míg a kis méretűek inkább a csatorna környékén koncentrálódnak (**6.B ábra**). A *R. pseudoacacia* elterjedése a Fűvészkert teljes területére kiterjed, de jelentősebb állományt csupán a csatorna mentén találtam (**6. ábra**). A faj egyedei egyértelműen egy főbb pont köré csoportosulnak, ám a méret szerinti hőtérképek alapján megfigyelhető, hogy ez a folt elsősorban kisebb méretű egyedekből áll. A nagyobb példányokat leginkább az Arborétum területén találhatjuk. A kisebb egyedek főként a csatorna mentén helyezkednek el, ami különösen fontos, mivel a víz kulcsszerepet játszik a *R. pseudoacacia* elterjedésében. Az Arborétumban a közepes és nagyméretű egyedek laza elrendeződést mutatnak, ami a faj szél általi terjedésének eredménye.

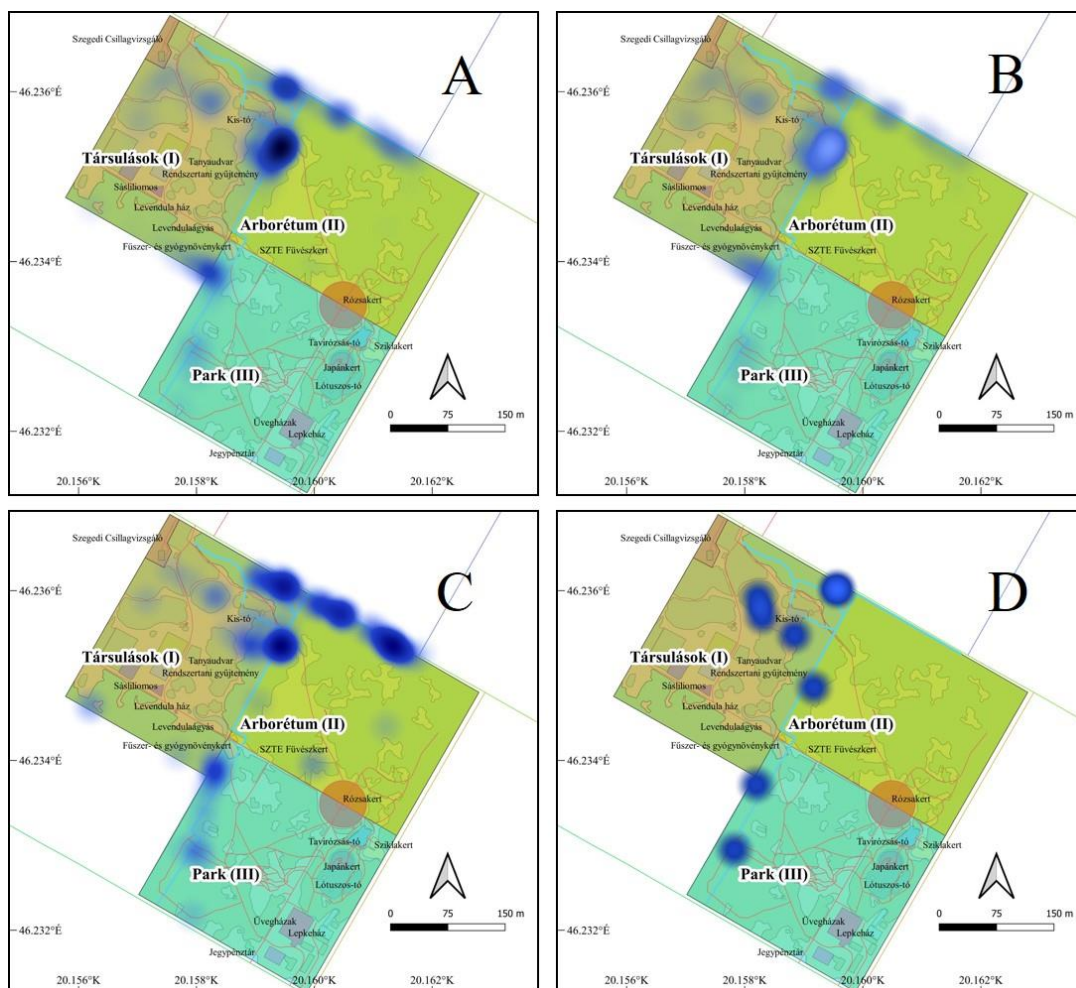


6. ábra. A *R. pseudoacacia* elterjedési mintázata a Szegedi Fűvészkertben.

A) összes felmért egyed, B) kis, C) közepes és D) nagy méretű egyedek.

Az *F. pennsylvanica* állománya a legnagyobb egyedszámú a Fűvészkertben; az összes inváziós fafaj közül összesen 486 egyedet regisztráltam. Ebből 375 kis, 103 közepes és 8 nagy egyedet találtam (**4. ábra**). Az elterjedése három fő területre oszlott. A legnagyobb egyedszámú állomány a Társulások és az Arborétum közötti csatorna középső szakaszán volt megfigyelhető, amely egészen az északi kerítés melletti csatornáig húzódott (**7.A ábra**). Ezen a területen elsősorban kis méretű egyedek voltak találhatók, de a közepes méretűek egyik legnagyobb sűrűségű csoportja is itt volt megfigyelhető (**7.B és C ábra**). Bár az északi csatorna szakaszán nem fordultak elő nagy méretű egyedek, a térképen az látható, hogy a területtől nem messze több nagy példány is megtalálható (**7.D ábra**). A faj második jelentős elterjedési területe a Társulások és a Park határán helyezkedik el. Itt az egyedek száma nem túl magas, de minden méretkategória előfordul, hasonlóan a Park délebbi területéhez is (**7.A ábra**). Összességében elmondható, hogy a *F. pennsylvanica* eloszlása méretenként átfedésben van, és az egyes

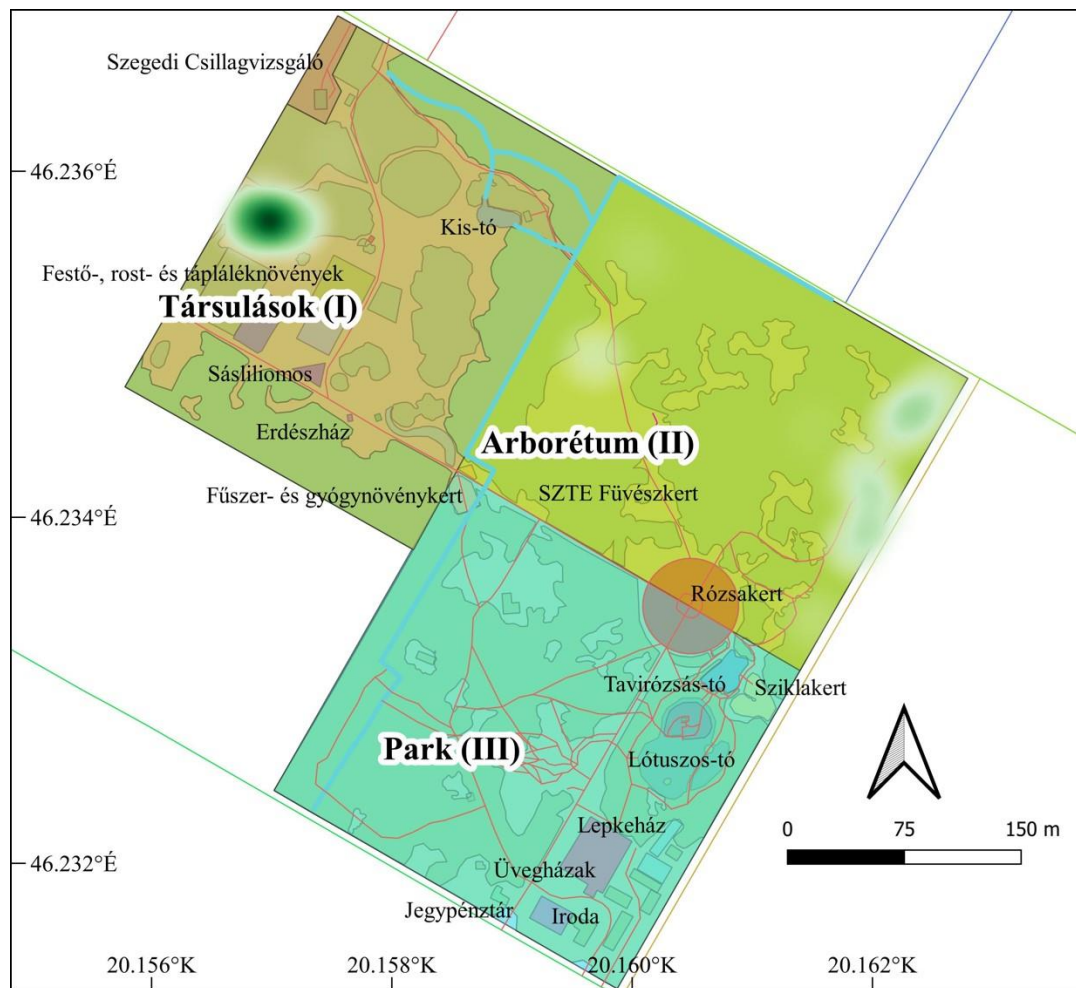
méretcsoportok területei szinte teljesen lefedik egymást. Az elhelyezkedésük alapján jól látszik, hogy a faj elsősorban a víz menti területeken fordul elő (7.A ábra). Az Arborétum és a Park keleti részein elhanyagolható mennyiségű egyedet mértem fel, a legnagyobb koncentrációt a Társulások területén figyeltem meg (7.A ábra).



7. ábra. A *F. pennsylvanica* elterjedési mintázata a Szegedi Fűvészkertben.

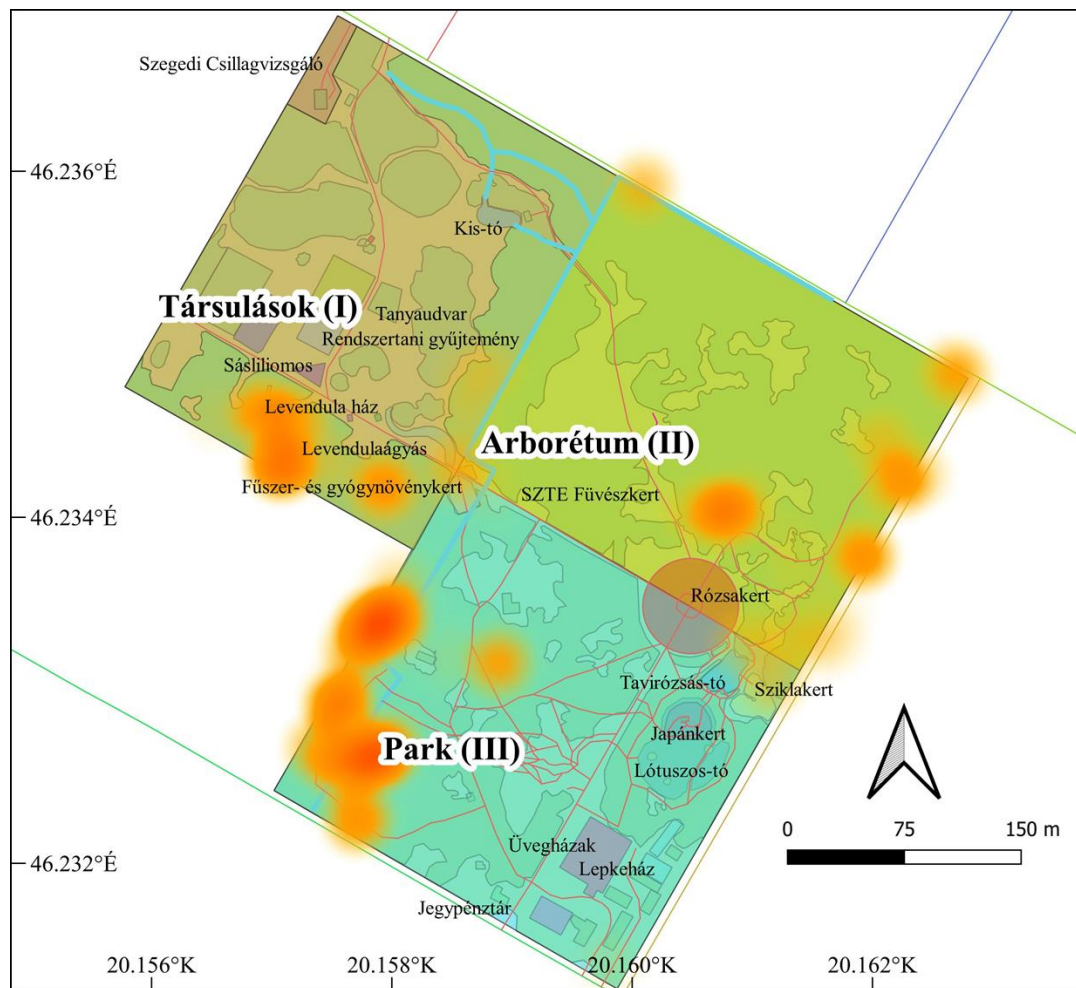
A) összes felmért egyed, B) kis, C) közepes és D) nagy méretű egyedek.

A *P. quinquefolia*-ból összesen 608 egyedet találtam, így a faj a legnagyobb egyedszámmal rendelkező nem fatermetű fajnak bizonyult (8. ábra). Elterjedése két jól elkülöníthető gócpontra bontható: Az egyik legnagyobb elterjedés a Festő-, rost- és tápláléknövények bemutatóterületétől északra fekvő társulásokban figyelhető meg. A másik gócpont az Arborétum keleti kerítése mentén található (8. ábra).



8. ábra. A *P. quinquefolia* elterjedési mintázata a Szegedi Fűvészkertben.

A *M. aquifolium*-ból 228 egyedet regisztráltam. Elterjedése három fő pontban figyelhető meg; ezek közül a faj legnagyobb elterjedési területe a Park északnyugati kerítése mentén terül el. A második legnagyobb terület a Társulások területén, a levendulaháztól délre található, míg a harmadik gócpont a Rózsakerttől északra, az Arborétum területén figyelhető meg (**9. ábra**). Továbbá megfigyelhető a *M. aquifolium* egy szórtaabb elterjedése is, ami betölti a fűvészkert déli felét (**9. ábra**).



9. ábra. *Mahonia aquifolium* elterjedési mintázata a Szegedi Fűvészkertben.

Diszkusszió

Az egyedek térbeli elhelyezkedése és a szakirodalom vonatkozó adatainak figyelembevételével arra a következtetésre jutottam, hogy több tényező is hozzájárulhat az egyedek elterjedésének hátteréhez. E megfigyelések alapján kezelési javaslatokat dolgoztam ki, figyelembe véve a fajok speciális igényeit és elterjedési szokásait. Néhány faj esetében az általuk elfoglalt területek védettsége is fontos szempontként szerepelt a javaslatok megfogalmazásában. Reményeim szerint ezek alapján olyan különböző megelőző intézkedések és kezelési stratégiák dolgozhatók ki, amelyek lehetőséget nyithatnak az inváziós fajok hatékony visszaszorítására.

Összességében megállapítható, hogy az inváziós fajok különösen a szegélyközösségekben (kerítések és csatornák mentén) találták meg legkedvezőbb életfeltételeiket a Szegedi Fűvészkert területén (3., 7. és 8. ábra). Az ilyen területek gyakran az emberi tevékenység hatására alakultak ki, például utak mentén, erdőszéleken, mezőgazdasági területek szélén, így különösen alkalmasak az inváziós fajok számára (Bartha és mtsai. 2004). Az ilyen élőhelyek gyakran zavart, fragmentált ökológiai rendszereket bontanak szét, ahol az őshonos fajok alkalmazkodóképessége nem elegendő ahhoz, hogy versenyezzenek az idegen fajokkal. A területek fragmentálódása, például a városok terjedése, az erdőirtás vagy az intenzív mezőgazdaság elősegíti az invazív fajok elterjedését, mivel lehetőséget biztosít számukra, hogy elszigetelt élőhelyek között könnyebben elérjék új területeiket, és gyorsabban terjedjenek (Bartha és mtsai. 2004). A globális felmelegedés és az éghajlatváltozás következtében számos inváziós faj képes olyan új területeken megtelepedni, amelyek korábban nem nyújtottak megfelelő feltételeket számukra. Az enyhébb telek, a hosszabb növekedési időszakok és az átalakuló ökológiai környezetek mind hozzájárulnak az inváziós fajok terjedésének felgyorsulásához (Velekei 2020; Szabó és mtsai. 2023).

Érdemes megemlíteni, hogy a vizsgálatban csupán az egyedek egymáshoz való viszonyát, térbeli pozícióját vettük alapul, de más, nem vizsgált tényezők is befolyásolhatják a Fűvészkertben fellelhető inváziós fajok elterjedését. Így például a területek történetisége (korábbi kezelésének módjai), talaj tápanyag tartalma, magvakat terjesztő állatok száma és fajaik vagy a klímaváltozás lehetséges hatásainak vizsgálata is érdekes következtetéssel zárulhat.

A *C. occidentalis* termintázata meglehetősen szórt a Fűvészkertben, ami valószínűleg annak köszönhető, hogy a faj terjedése főként a madarak és kisemlősök közvetítésével történik

(Bartha és Csiszár 2012a). Ezek az állatok viszik el a növény magjait, amelyek így különböző, egymástól távolabb eső területeken is megtelepedhetnek, ezáltal a faj véletlenszerű elterjedését továbbá magancok és fiatal egyedek nagy számát eredményezve. Csírázásához nem igényel különösebb feltételeket sem. Ha figyelembe vesszük ezt az egyedszámot, akkor a Fűvészkertnek érdemes odafigyelni az ostorfa állomány rendszeres gyérítésére. Ezt erősíteni látszik Erdélyi és mtsai. (2023)-as munkája, akik a Peszéri erdő néhány inváziós fafájának tér- és időbeli mintázatát vizsgálták. Az ostorfa állománya esetében azt kapták, hogy a faj egy hirtelen nagy egyedszám növekedést mutatott viszonylag rövid időn belül.

A *R. pseudoacacia* faj csatorna és vizek menti elhelyezkedése alapján látható a növény vízzel való terjedése. Továbbá, a faj különböző életkorú egyedeinek eltérő (kevésbé átfedő) az elhelyezkedése, ebből arra következtetünk, hogy a karbantartások során korábban a Társulások és Park területe kezelve lett, de az Arborétum területén még nem lettek eltávolítva az idősebb egyedek. Mivel a csatorna mentén könnyebben terjednek a víz által terjedő inváziós növények, a faj újra elkezdett szaporodni a csatorna mentén, de a magoncok még nem érik el a közepes méretet. Az arborétum területén az egyedek szórt elhelyezkedése figyelhető meg, ami a szél általi magterjedésnek tulajdonítható.

A *F. pennsylvanica* elsősorban vizes részeken, tavak körül, de főleg a csatornák mentén terjedt el a Fűvészkertben. A tavak környékén azonban viszonylag kevés egyedet találtam, ami annak tudható be, hogy a karbantartási munkálatok során gyakran eltávolítják őket, mivel a növények jelenléte zavarhatja a táj esztétikai megjelenését vagy a vízparti növényzet rendbentartását. A víz közelsége különösen előnyös a faj szaporodási stratégiája szempontjából, mivel a vízparti élőhelyek biztosítják lependéktermései számára a terjesztést (Bartha és Csiszár 2012b). A csatornák mentén való terjedését feltételezhetően elősegíti a csatornák víz mozgása (vertikális és horizontális), amely biztosítja a termések új helyekre jutását, terjedését és a csírázáshoz szükséges zavart környezetet. Ugyanakkor a csatornák takarítása során az abban felgyülemlett uszadékot a *F. pennsylvanica* terméseivel együtt a csatornapartra helyezik ki, ami szintén kedvezhet terjedésének.

Várakozásommal ellentétben a *P. quinquefolia* csupán két pontban volt meghatározó mennyiségű. Életformája és terméseinek állatok (főként madarak) általi terjesztése alapján (Blinkova és mtsai. 2023) több gócpontra számítottam, ennek az ellentmondásnak a magyarázata lehet, hogy a parkban ügyelnek terjedésének visszaszorítására. Terepi megfigyelésem szerint ez a növény leárnyékolhatja és elnyomhatja a gyengébb, kisebb

növényeket, amelyek így nem kapnak elég fényt vagy tápanyagot, ezért így könnyen kiszoríthatja az őshonos fajokat. A *P. quinquefolia* agresszíven terjedhet főként azokon a részeken, ahol kevesebb figyelmet fordítanak rá. Így potenciális inváziós jellege és a Kezelési Listában való feltüntetése indokolt (Bartha 2021; Blinkova és mtsai. 2023).

A *M. aquifolium* faj legsűrűbb állománya a fűvészkert déli felében volt található. Azonban elmondható, hogy szinte nem volt olyan része a Fűvészkertnek, ahol ne lett volna kisebb, akár magonc egyede megtalálható. E térbeli szórtsága az emlősök és madarak terjesztésének tulajdonítható (Grau és mtsai. 1996; Gilman 2007; Ross és Auge 2008).

Eredmények alapján javasolt kezelési stratégiák

A *C. occidentalis* faj többek között jó tűrőképessége miatt lett a városok kedvelt növénye. Mivel a növény eltűri a gyökércsonkítást, a gyakori visszavágást, mechanikai kezelése nem javasolt. Hasonlóan a *R. pseudoacacia*-hoz kombinált kezelést ajánlanék az irtása során. Ez a kezelés első lépésként a növények megvágását tartalmazná, második lépésként pedig herbiciddel való kezelését foglalná magába (Botta-Dukát és Mihály 2006).

A *R. pseudoacacia* irtására leginkább vegyszeres és kombinált (vegyszeres és mechanikai) kezelések javasoltak. A növény rendkívül jó regenerálódási képessége miatt a mechanikai kezelés nem eredményes, vagy sok erőfeszítést igényel. Gyakran alkalmazott módszer, hogy a nem védett területeken növekedési időszak előtt lemetszik a növényt és növekedési időszakban lepermetezik vegyszerrel (Botta-Dukát és Mihály 2006).

Mivel a *F. pennsylvanica* behozatalakor leginkább árterekre lett ültetve, nem használható rajta vegyszeres kezelés. Ugyanis a vegyszer könnyen bemosódhat a vízbe, amely természeti károkat okozhat a vízben élő élőlények számára. A mechanikai úton történő visszaszorítás rendkívül időigényes. Az ültetett erdőkben a faj gyakran megjelenik nem kívánt növényként. Ilyen esetekben az ültetett erdő karbantartása során eltávolítják a kisebb egyedeket. Gyakran alkalmazott módszer, hogy leverik a növények hajtásait, hogy ne nőhessen tovább a növény, majd későbbi folyamatok során kiirtják (Bartha és mtsai. 2004).

A *P. quinquefolia* leginkább vegetatív úton terjed, indái gyorsan gyökereznek. Építési törmelékek, szeméttelpek helyein előszeretettel terjed el, ezért ezeken a területeken fokozottan kell figyelni a megjelenésére. Mechanikai módszerekkel, vágó eszközökkel könnyen eltávolíthatóak az idősebb egyedek. Terepi megfigyeléseim alapján azt tapasztaltam, hogy magoncaik manuálisan könnyen kigyomlálhatóak. Gyors terjedésük és magas egyedszámuk miatt rendszeres karbantartást igényelnek (Botta-Dukát és Mihály 2006).

A *M. aquifolium* állatok általi terjesztése nem kiszámítható elterjedési mintázatot rajzol fel. Ennek a spontán terjedésnek köszönhető, hogy messzebbi területekre is elterjed a növény. A növény parkokba ültetése során javaslok állandó monitorozását, ugyanis nem csak az ültetett növény közvetlen közelében jelenhetnek meg magoncok, hanem távolabbi területeken is. Terepi megfigyeléseim szerint különös figyelmet kell fordítani a szegély területekre, ugyanis szórt elterjedése ellenére a szegélyek mentén magasabb egyedszámban jelent meg a növény. Könnyű terjedése miatt nem ajánlom a városi kis erdőkbe és kevésbé gondozott parkokba való ültetését.

Referencia lista

- Aziz, H. A., & Rasidi, M. H. (2014, February). The role of green corridors for wildlife conservation in urban landscape: A literature review. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 18, No. 1, p. 012093). IOP Publishing.
- Bakacsy, L., & Bagi, I. (2020). Survival and regeneration ability of clonal common milkweed (*Asclepias syriaca* L.) after a single herbicide treatment in natural open sand grassland. *Scientific Reports*. 10.14222.
- Bartha, D. & Csiszár, Á. (2012a). Nyugati ostorfa (*Celtis occidentalis*). In: Csiszár Á. (szerk.), *Inváziós növényfajok Magyarországon*. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó. pp. 109-113.
- Bartha, D. & Csiszár, Á. (2012b). Amerikai kőris (*Fraxinus pennsylvanica*). In: Csiszár Á. (szerk.), *Inváziós növényfajok Magyarországon*. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó. pp. 195-199.
- Bartha, D. (2021). *Fekete Lista. A kísérlet során csupán az egyedek egymáshoz való viszonyát vettük alapul, ugyanakkor más, nem vizsgált tényezők is befolyásolhatják az eredményeket. inváziós fa- és cserjefajai. Szürke Lista. Magyarország potenciálisan inváziós fa- és cserjefajai. [Black List. Invasive tree and shrub species of Hungary. Grey List. Potentially invasive tree and shrub species of Hungary.]*. Soproni Egyetem Kiadó / University of Sopron Press, Sopron, 84 pp.
- Bartha, D., Botta-Dukát, Z., Csiszár, Á., & Dancza, I. (2004). Az ökológiai és zöld folyosók szerepe az özönnövények terjedésében. In: Mihály B., Botta-Dukát Z.(szerk.): *Biológiai inváziók Magyarországon–Özönnövények I. A KvVM Természetvédelmi Hivatalának tanulmánykötetei*, TermészetBÚVÁR Alapítvány Kiadó, Budapest, pp. 111-122.
- Bartha, D., Csiszár, Á., Zagyvai, G. & Zsigmond, V. (2012). Fehér akác (*Robinia pseudoacacia*). In: Csiszár Á. (szerk.), *Inváziós növényfajok Magyarországon*. Nyugat-magyarországi Egyetem Kiadó. pp. 127-131.
- Blinkova, O., Makarenko, N., Raichuk, L., Havrylnuk, Y., Grabovska, T., & Roubík, H. (2023). Invasion of *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch in the forest-steppe of Ukraine. *Ecological Questions*, 34(1), 35-44.
- Bolliger, Erben, Grau, Heubl (1998). *Cserjék*. Magyar Könyvklub. pp. 287.

- Booy, O., Cornwell, L., Parrott, D., Sutton-Croft, M., & Williams, F. (2017). Impact of biological invasions on infrastructure. *Impact of biological invasions on ecosystem services*, 235-247.
- Botta-Dukát, Z., & Mihály, B. (2006). *Biológiai inváziók Magyarországon. Özönnövények II.* (Biological invasion in Hungary. Invasive plants II). KvVM TVH Tanulmánykötetei, Budapest, 10. pp. 412.
- Chen, G., & Sun, W. (2018). The role of botanical gardens in scientific research, conservation, and citizen science. *Plant diversity*, 40(4), 181-188.
- Csecserits, A., Barabás, S., Csabai, J., Devescovi, K., Hanyecz, K., Höhn, M., ... & Tihanyi, G. (2018). Hazai botanikus kerti tapasztalatok az európai uniós inváziós listán szereplő szárazföldi növényekkel kapcsolatban. *Botanikai Közlemények*, 105(1), 143-154.
- D'Antracoli, M., Weiger, N., Cocchi, L., & Peruzzi, L. (2023). The Trees of the Pisa Botanic Garden under Climate Change Scenarios: What Are We Walking into?. *Sustainability*, 15(5), 4585.
- Dylewski, Ł., Maćkowiak, Ł., & Banaszak-Cibicka, W. (2019). Are all urban green spaces a favourable habitat for pollinator communities? Bees, butterflies and hoverflies in different urban green areas. *Ecological Entomology*, 44(5), 678-689.
- Erdélyi, A., Hartdégén, J., Malatinszky, Á., & Vadász, C. (2023). Historical reconstruction of the invasions of four non-native tree species at local scale: a detective work on *Ailanthus altissima*, *Celtis occidentalis*, *Prunus serotina* and *Acer negundo*. *One Ecosystem*, 8, e108683.
- Galbraith, D. A., & Cavallin, N. (2021). Botanical gardens and the global challenge of invasive species. *Invasive Alien Species: Observations and Issues from Around the World*, 4, 43-56.
- Gilman, E. (2007). *Mahonia aquifolium* Oregon Grapeholly: FPS-375/FP375, 5/2007. *EDIS*, 2007(15).
- Girmay, M., Gebrehiwot, K., Atinafe, E., Tareke, Y., & Belay, B. (2024). The Study of Exotic and Invasive Plant Species in Gullele Botanic Garden, Addis Ababa, Ethiopia. *Journal of Zoological and Botanical Gardens*, 5(1), 36-50.
- Grau, Jung, Munker (1996). *Bogyósok, vadon termő zöldségnövények, gyógynövények*. Magyar Könyvklub. pp. 287.
- Heringer, G., Fernandez, R. D., Bang, A., Cordonnier, M., Novoa, A., Lenzner, B., ... & Courchamp, F. (2024). Economic costs of invasive non-native species in urban areas: An underexplored financial drain. *Science of the Total Environment*, 917, 170336.

- Heywood, V. H. (2011). The role of botanic gardens as resource and introduction centres in the face of global change. *Biodiversity and Conservation*, 20, 221-239.
- Heywood, V. H., Sharrock, S., & Union internationale pour la conservation de la nature et de ses ressources. Secrétariat des jardins botaniques pour la conservation. (2013). *European code of conduct for botanic gardens on invasive alien species*. Botanic gardens conservation international.
- Hulme, P. E. (2015). Resolving whether botanic gardens are on the road to conservation or a pathway for plant invasions. *Conservation Biology*, 29(3), 816-824.
- Király, G., Virók, V., & Molnár, V. A. (2011). *Új magyar fűvészkönyv. Magyarország hajtásos növényei. Ábrák*. [New Hungarian Herbal. The Vascular Plants of Hungary. Illustrations.]. Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósvalő, 675 pp.
- Király, L., (1966). *A szegedi József Attila Tudományegyetem fűvészkertje kertismertető*. JATE Press, Szeged, 50 pp.
- Kovács, D., Málnási-Csizmadia, G., Somlyai, M., Táborská, J., & Tálás, L. M. (2023). Adatok hazai gyűjteményes kertekben elvaduló fajokról. *Kitaibelia*, 28(1), 62-78.
- Lambelet, B., Clot, B., & Keimer, C. (2005). Ragweed (Ambrosia) progression and its health risks: will Switzerland resist this invasion?. *Swiss Medical Weekly*, 135(3738), 538-538.
- Mihalik, E., Pulics, J., Szöllősi, I. (1999). *A József Attila Tudományegyetem Fűvészkertje Kertismertető* [Botanical Garden of József Attila University Guide]. JATE Növénytani Tanszék és Fűvészkert, Szeged, 40 pp.
- Mokotjomela, T. M., Rahlao, S. J., Vukeya, L. R., Baltzinger, C., Mangane, L. V., Willis, C. K., & Mutshinyalo, T. M. (2023). The Diversity of Alien Plant Species in South Africa's National Botanical and Zoological Gardens. *Diversity*, 15(3), 407.
- Németh, A. (2024). Személyes közlés. Szegedi Egyetemi Fűvészkert, 6726, Szeged, Lövölde út. 42.
- Oláh, A. B. (2012). A városi beépítettség és a felszíntípusok hatása a kisugárzási hőmérsékletre [védés előtt]= The effect of the urban built-up density and the land cover types on the radiated temperature (Doctoral dissertation, Budapesti Corvinus Egyetem).
- Ónodi, G. (2016). Az idegenhonos, illetve inváziós fafajok élőhelyformáló hatásai. [Habitat transforming effects of non-native and invasive tree species.]. *Erdészettudományi Közlemények*, 6(2), 101-113.
- Preston, I. R., Le Maitre, D. C., Blignaut, J. N., Louw, L., & Palmer, C. G. (2018). Impact of invasive alien plants on water provision in selected catchments. *Water Sa*, 44(4), 719-729.

- Rapuano, M., Ruotolo, F., Ruggiero, G., Masullo, M., Maffei, L., Galderisi, A., ... & Iachini, T. (2022). Spaces for relaxing, spaces for recharging: How parks affect people's emotions. *Journal of environmental psychology*, 81, 101809.
- Richardson, D. M., & Rejmánek, M. (2011). Trees and shrubs as invasive alien species—a global review. *Diversity and distributions*, 17(5), 788-809.
- Richardson, D. M., Pyšek, P., Rejmanek, M., Barbour, M. G., Panetta, F. D., & West, C. J. (2000). Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and distributions*, 6(2), 93-107.
- Ross, C. A., & Auge, H. (2008). Invasive *Mahonia* plants outgrow their native relatives. *Plant Ecology*, 199, 21-31.
- Sharrock, S. L. (2011). The biodiversity benefits of botanic gardens. *Trends in ecology & evolution*, 26(9), 433.
- Štajerová, K., Šmilauer, P., Brůna, J., & Pyšek, P. (2017). Distribution of invasive plants in urban environment is strongly spatially structured. *Landscape ecology*, 32, 681-692.
- Szabó, K., Gergely, A., Tóth, B., & Szilágyi, K. (2023). Assessing the Spontaneous Spread of Climate-Adapted Woody Plants in an Extensively Maintained Collection Garden. *Plants*, 12(10), 1989.
- Van Kleunen, M., Essl, F., Pergl, J., Brundu, G., Carboni, M., Dullinger, S., ... & Dehnen-Schmutz, K. (2018). The changing role of ornamental horticulture in alien plant invasions. *Biological Reviews*, 93(3), 1421-1437.
- Velekei, B. (2020). Potenciálisan inváziós fás szárú fajok terjedésének vizsgálata dunántúli botanikus kertekben és arborétumokban. *Botanikai Közlemények*, 107(2), 149-162.
- Venter, Z. S., Hassani, A., Stange, E., Schneider, P., & Castell, N. (2024). Reassessing the role of urban green space in air pollution control. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 121(6), e2306200121.
- Vergnes, A., Le Viol, I., & Clergeau, P. (2012). Green corridors in urban landscapes affect the arthropod communities of domestic gardens. *Biological conservation*, 145(1), 171-178.
- Vukeya, L.R.; Mokotjomela, T.M. (2020). *Free State National Botanical Garden Alien and Invasive Species Management Plan 2020/21*; South African National Biodiversity Institute: Pretoria, South Africa.
- Wondafrash, M., Wingfield, M. J., Wilson, J. R., Hurley, B. P., Slippers, B., & Paap, T. (2021). Botanical gardens as key resources and hazards for biosecurity. *Biodiversity and Conservation*, 30(7), 1929-1946.

Hivatkozott világháló oldalak:

Internetes hivatkozás 1:

<https://www.fuveszkert.u-szeged.hu/a-szegedi-tudomanyegyetem-fuveszkertjenek-tortenete/>

(elérve: 2024.10.31.)

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozom témavezetőmnek, Dr. Bakacsy Lászlónak, aki iránymutatással és maximális segítséggel szolgált munkámhoz és dolgozatom elkészítéséhez. Szeretnék köszönetet mondani Németh Anikónak, a Szegedi Tudományegyetem Fűvészkertjének igazgatójának, hogy engedélyezte a vizsgálatok elvégzését és szintén iránymutatással és segítséggel járult dolgozatom elkészítéséhez.

Tételes szerzői hozzájárulás

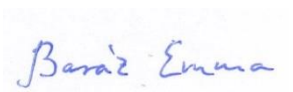
Alulírott **Baráz Emma** nyilatkozom, hogy a 37. OTDK-ra benyújtott **Leggyakoribb inváziós fás szárú fajok términtázata a Szegedi Fűvészkertben** című pályamunkámban leírtak esetében az alábbi munkafolyamatok elvégzésében vettem részt:

Részfeladat ^[2]	A részvétel mértéke (ötfokozatú skálán [#] jellemezve)
Özönfajok fajok terepi felismerése, kategorizálása	5
Özönfajok dokumentálása fényképpel	5
Képek GPS koordinátája QGIS programba importálása	3
Rétegek létrehozása és hőtérkép létrehozása	5
Eredmények kiértékelése	4

Kelt: Szeged, 2025.01.15.

Baráz Emma

Pályamunkát benyújtó hallgató aláírása



A nyilatkozatban foglaltak helyességét megerősítem:

Dr. Bakacsy László

Témavezető (SZTE TTIK, Növénybiológiai Tanszék) aláírása

