Botanikai Közlemények 113(2): 123–144 (2026)
DOI: https://doi.org/10.17716/BotKozlem.2026.113.2.123

Borostyánok (*Hedera* spp.) tömeges jelenlétének hatása az erdőállomány vízháztartására egy budapesti városi erdőben

BATÁRI Balázs[1], HORVÁTH Soma[1,2], ZOLTÁN László[1]*

[1]ELTE, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Növényrendszertani, Ökológiai és Elméleti Biológiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter stny. 1/C;
(*levelező szerző), laszlo.zoltan@ttk.elte.hu
[2]Duna-Ipoly Nemzeti Park Igazgatóság, 1121 Budapest, Költő u. 21.

Érkezett: 2026.05.03.; Átdolgozva: 2026.08.30.; Elfogadva: 2026.09.19.

Kulcsszavak: *Hedera crebrescens*, *Hedera helix*, *Hedera hibernica,* lián, özönnövény, *Quercus robur*.

Összefoglalás: Az utóbbi években egyre nagyobb figyelem irányul a liánok, különösen a borostyánfajok erdőökológiai szerepére, ugyanakkor az idegenhonos *Hedera* taxonok hatásmechanizmusai Európában még kevéssé ismertek. Kutatásunk célja az őshonos és idegenhonos borostyánfajok (*Hedera helix, Hedera hibernica, Hedera crebrescens*) tömeges megjelenésével járó következmények vizsgálata egy budapesti városi erdőben a fő faállomány-alkotó kocsányos tölgy (*Quercus robur*) állapotára. A Péterhalmi-erdőben 10, borostyánokkal erősen kolonizált és 10 kontrollterületen végeztünk levélterület-, talajtani, cönológiai és fakészlet vizsgálatokat. Eredményeink szerint a borostyánokkal borított mintapontokon a kocsányos tölgyek levélterülete szignifikánsan kisebb volt, ami fokozott vízhiányra utal. Ugyanakkor ezek a területek jobb víztartó képességű talajokon találhatók, ami arra enged következtetni, hogy a borostyánok jelentős versenytársként jelennek meg a vízért folyó versengésben. A mintaterületek fajösszetételében nem találtunk jelentős különbséget, kivéve a bolygatásjelző nitrofil fajok nagyobb borítását a kontrollterületeken. A fakészlet-becslési mutatók sem különböztek szignifikánsan a két területtípus között, ami arra utal, hogy a kedvezőbb termőhelyi adottságokat a borostyánok jelenléte leronthatja. Eredményeink alapján a borostyánok jelentős szerepet játszhatnak a rossz vízgazdálkodású erdők vízdinamikájának további gyengítésében, ezért kezelésük során a részleges, periodikus visszaszorítás lehet indokolt.

Idézés: Batári B., Horváth S., Zoltán L. 2026: Borostyánok (*Hedera* spp.) tömeges jelenlétének hatása az erdőállomány vízháztartására egy budapesti városi erdőben. Bot. Közlem. 113(2): 123–144. https://doi.org/10.17716/BotKozlem.2026.113.2.123

Bevezetés

Magyarországon a *Hedera* nemzetséget őshonos fajként kizárólag a közönséges borostyán (*Hedera helix*) képviseli, ugyanakkor számos változatát és rokonfaját alkalmazzák dísz- és gyógynövényként (Metcalfe 2005, Bényei-Himmer et al. 2017, Al-Snafi 2018). Az ír borostyán (*H. hibernica* (G.Kirchn.) Bean) Magyarországon dísznövényként ültetett, idegenhonos taxon, melynek helyes azonosítása és nevezéktani kérdései a közelmúltban kerültek előtérbe (Bényei-

Himmer et al. 2017). Sulgrove (2004) szerint az Észak-Amerikában ültetett *H. hibernica* 'Hibernica' kultúrváltozat robusztusságának, télállóságának és növekedési potenciáljának köszönhetően kifejezetten hajlamos az invázióra, és a *H. helix*-szel hibridizálni is tud (Strelau et al. 2018). Az invázióra képes budai borostyán (*H. crebrescens* M. Bényei-Himmer & M. Höhn) faji szintű elkülönülését a közelmúltban több vizsgálat is megerősítette (Bényei-Himmer et al. 2017, Major et al. 2020). A borostyán taxonok e csoportjára vonatkozó irodalom az azonosítási nehézségek miatt körültekintően kezelendő.

Az erdőkben tapasztalható, európai léptékben is kimutatott liánosodási folyamatok hajtóerejeként elsősorban a klímaváltozást, az állományok elöregedését, a nitrogén felhalmozódást, valamint az erdőgazdálkodási gyakorlat átalakulását jelölik meg (Perring et al. 2020). Noha az említett tanulmány szerzői és mások is (Kucharski et al. 2019) főként a *H. helix* térnyerését valószínűsítik, más kutatások arra hívják fel a figyelmet, hogy a nagy adatbázisokban az őshonos állományok taxonómiai besorolása gyakran összemosódik az említett idegenhonos borostyánfajokéval (Clarke et al. 2006, Boeraeve et al. 2021). Magyarországon már folyamatban van az elterjedési adatok pontosítása, sőt, a „Borostyán Élőhely Kutatás Projekt" keretében közösségi tudomány segítségével további adatgyűjtés zajlik a fajok előfordulását illetően (http1).

Bár a liánok élőfakészlete a fákéhoz viszonyítva csekély, a mérsékelt égövi erdőkben mégis jelentős hatást gyakorolhatnak a vízdinamikára, különösen a limitált vízkészletért folyó, fajok közötti versengés során (Ichihashi et al. 2017). A verseny a lombkoronaszintben is megjelenik, ahol a fényért folytatott küzdelemben a liánok árnyékoló hatása érvényesül a támasztékul szolgáló faegyedeken (Ladwig és Meiners 2015). Intenzív kolonizáció esetén az érintett fákra nagyobb súlyterhelés nehezedik, miközben megnövekedett felületük miatt fogékonyabbá válnak a jégtörésre és a széldöntésre (Schnitzler és Heuzé 2006). A borostyánfajok terjedése az erdők fajösszetételét is módosíthatja. A kolonizációs sikerük eltérő: a lassan növő, egy törzset nevelő fákkal ellentétben a rövid élettartamú, a növény tövétől elágazó, több fás szárat fejlesztő cserjéken a megtelepedés kevésbé sikeres (Madrigal-González et al. 2018). Ugyanakkor az Észak-Amerikában inváziót okozó *H. helix* példája (Perring et al. 2020) rámutat, hogy a sikeres megtelepedést követően a faj képes úgynevezett „borostyánsivatagot" létrehozni (Okerman 2000). Ezen állapot jellemzője, hogy a sűrű, egybefüggő szőnyeget alkotó növényzet a gyepszint egyéb fajait szinte teljes mértékben kiszorítja. Európában pedig a kompetíció során az agresszív terjedésű tájidegen *Hedera* taxonok akár a *H. helix*-et is képesek helyettesíteni eredeti élőhelyén (Perring et al. 2020), és hasonló sűrű szőnyeget alkothatnak az erdők aljnövényzetében.

Mivel a lián életforma az európai lombhullató erdőkben viszonylag ritka, ezért fontos mikroélőhelyként tartják számon (Kajtoch et al. 2023, Wyka et al.

2025). A borostyánok fenológiai sajátossága, hogy ősszel a lombkoronaszintben hozzák nektárképző virágaikat, ezáltal kulcsfontosságú táplálékforrást biztosítanak a beporzók számára (Vuidot et al. 2011). Az ismert ökológiai előnyök, valamint a gyakorlatban gyakran elmaradó taxonómiai elkülönítés (Sulgrove 2004) következtében az invázióval érintett területek kezelése és a mentesítési törekvések szakmai konfliktusok forrásává válhatnak. Összességében megállapítható, hogy a borostyánok európai mérsékelt égövi erdőkben való térnyerésének hatásmechanizmusai még nem teljesen tisztázottak (Perring et al. 2020), különösen annak tükrében, hogy egyes taxonok leírása csak a közelmúltban történt meg. Mindezek indokolják az inváziós potenciált mutató borostyánfajok erdőállományokra gyakorolt hatásának részletes vizsgálatát.

A városi erdőkben tapasztalható alacsonyabb természetességi állapotok (Aryal et al. 2022), valamint a speciális klimatikus viszonyok (hőszigethatás) (De Pauw et al. 2023) elősegítik az idegenhonos borostyánok térnyerését. Ökológiai szempontból lényeges, hogy az idegenhonos fajok szárazabb termőhelyeket is képesek tolerálni, mint a *H. helix* (Bényei-Himmer et al. 2017). A folyamatot társadalmi tényezők is befolyásolják: a városi környezetben az erdőgazdálkodási beavatkozások, például a fakitermelések elhúzódhatnak vagy elmaradhatnak a lakossági ellenállás miatt, még akkor is, ha a beavatkozás az állomány egészségügyi állapotának javítását szolgálná (Zoltán 2025a). Ennek következtében az állomány átlagéletkora növekedhet, amely a habitatfák és mikroélőhelyek gyakoribb előfordulásán keresztül a helyi madárvilág gyarapodásához vezet (Mag et al. 2011). Ezzel párhuzamosan azonban fontos megjegyezni, hogy a madarak (itthon telelők és vonulók egyaránt) jelentős szerepet játszanak az idegenhonos növények, így a *Hedera* fajok propagulumainak behurcolásában is (Jiménez-Hernández et al. 2023). A megtelepedés sikerét tovább növeli a városi erdőkre jellemző gyakori bolygatás és a nyílt talajfelszín jelenléte (Metcalfe 2005). A városi hőszigethatás (magasabb átlaghőmérséklet), a módosult csapadékeloszlás és a megnövekedett besugárzás következtében a téli fagyok hiánya miatt a hajtások áttelelése sikeresebb (Bényei-Himmer et al. 2017), továbbá nő a virágzó és termést hozó egyedek aránya, ami a generatív szaporodás intenzitásának növekedését eredményezi (Kucharski et al. 2019). Az elterjedésnek továbbá kedvez az erdők fragmentációja, az erdőszegélyek arányának növekedése és az alacsony záródás (Kucharski et al. 2019), amely tényezők hatása az aszályokkal sújtott városi erdőkben hatványozottan érvényesül.

Jelen kutatás célja a borostyánok térnyerését előidéző folyamatok és azok ökológiai következményeinek mélyebb megértése, amely alapot szolgáltathat a jövőbeli kockázatbecslések és kezelési tervek kidolgozásához. A vizsgálatokat egy olyan városi erdőállományban végeztük, amely borostyánokkal intenzíven kolonizált, és ahol a faállomány jelentős aszálykárokat szenvedett. Kutatásunk

során a borostyánokkal kolonizált, illetve azoktól mentes kontrollterületeken hasonlítjuk össze a domináns fafaj vízellátottsági állapotát és fatermési potenciálját, a növényzet dominanciaviszonyait és a talaj víztartó képességére jellemző tulajdonságokat, feltárva e tényezők összefüggéseit.

Anyag és módszer

Vizsgálati terület

A kutatás a Budapest XVIII. kerületében található Péterhalmi-erdő területén, a 11-es erdőtagban, illetve annak közvetlen szomszédságában történt. Az erdő jelenlegi állományát az 1950–60-as évek során (http2) a későbbi pesti zöldgyűrű tagjaként ültették (Szabó 2012), és elsősorban parkerdőként funkcionál. A terület vagyonkezelője a Pilisi Parkerdő Zrt. Az erdőssztyepp klímába tartozó 11-es erdőtag területén egy közel nyolcvan éves kocsányos-tölgyes erdőállomány található (Zoltán 2025a). A talaj termőrétege sekély, genetikai típusa karbonátos humuszos homok, amelyet homok és vályogos homok alkot. Az ágyazati kőzet mésszel cementált dunai kavics, amely helyenként 1 m mélységben található. A talaj vízmegtartó képessége gyenge, hidrológiája többletvízhatástól független, azaz a talaj csak a csapadékból kap vízutánpótlást (Szabó 2025).

A kocsányos tölgy (*Quercus robur*) a faállomány domináns faja. Az alsó lombkoronaszintben gyakoriak a jó terjedőképességű őshonos (*Acer platanoides*, *A. campestre*, *Fraxinus ornus*) és idegenhonos, inváziós fafajok (*Celtis occidentalis*, *Padus serotina*), amelyek spontán jelentek meg az utóbbi évtizedekben. Légi felvételek becslésen alapuló összevetése alapján a borostyánok jelenleg másfélszerkétszer nagyobb területet borítanak, mint 10 évvel ezelőtt. A rossz termőhelynek, aszályos éveknek és a feltételezhető kompetícióknak köszönhetően a kocsányos tölgy állomány száradófélben van. A lombkorona záródása alacsony, a lombvesztés jelentős, továbbá a lombozaton rovarok kártétele is látszik.

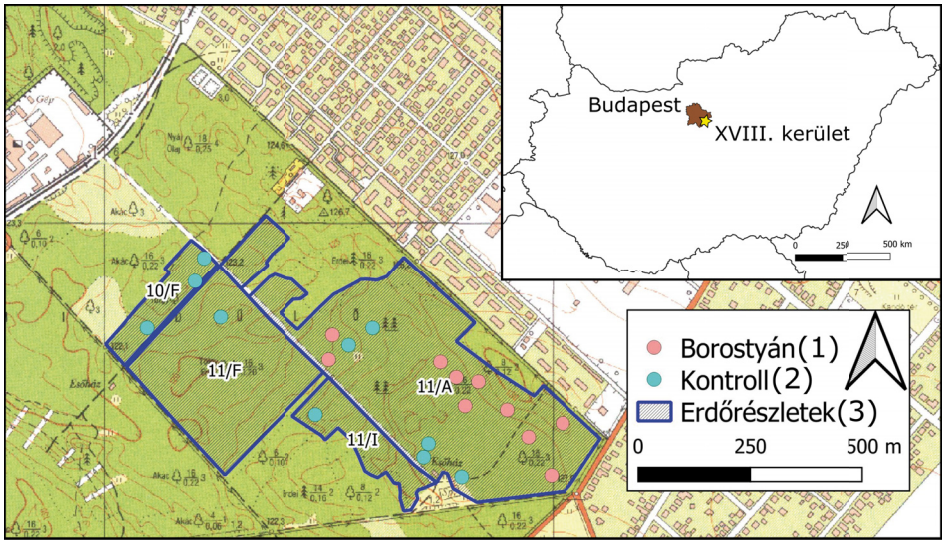
Az adatgyűjtés módszerei

Előzetes felmérésünk (Zoltán 2025a) alapján kiválasztottunk 10 borostyánokkal intenzíven kolonizált és 10 borostyánoktól mentes kontrollterületet. A mintavételi területek kijelölésének szempontjai között szerepelt a borostyánok borítása, illetve a kocsányos tölgy minél nagyobb elegyaránya a felső lombkoronaszintben, a vizsgálatot esetlegesen befolyásoló elegyfajok elkerülése érdekében. Ezeken túl az alsó lombkoronaszint, cserjeszint és gyepszint minél változatosabb reprezentációjára törekedtünk. Az előzetesen kijelölt pontokat 2025. július 2-án a terepi mintavételezés során felkerestük és megállapítottuk a végleges mintavételi területet. A mintavételi egység egy 12,6 m sugarú kör, amelynek te-

rülete 500 m^2. Ennek közepét egy kocsányos tölgy egyed jelzi, amelyet erdészeti jelölőfestékkel megjelöltünk a későbbi visszakereshetőség céljából. A központi tölgy egyed koordinátáit Garmin GPSMAP 64 típusú eszközzel átlagoltuk, majd fényképes dokumentációt készítettünk. A mintavételi területek az 1. ábrán láthatók. Minden további adatgyűjtést ezeken a területeken belül végeztünk.

Levélterület meghatározás

Mivel transzspiráció közvetlen mérése fák esetében igen körülményes, ezért közvetett és praktikus módon mutattuk ki a kocsányos tölgyek vízellátottságát. Általánosan leírt jelenség, hogy a lágy- (Pedrol et al. 2000) és fásszárú (Löf és Welander 2000, Meier és Leuschner 2008) növények is kisebb leveleket hoznak létre szárazság idején. Ezt az összefüggést felhasználva mi is levélterület adatokat gyűjtöttünk. A mintavételi területek kijelölésével egyidőben magassági ágvágó fűrésszel kocsányos tölgy ágakat vágtunk le. A felső lombkorona szintben a rovarkárral érintett levelek száma jelentősnek tűnt, illetve egyes fák csúcsszáradással érintettek voltak, ezért egységesen 5–10 méteres magasságból származnak a minták. A kismértékben záródáshiányos állományban a mintákat mindig zárt



1. ábra. Mintavételi területek a Péterhalmi-erdőben. Kizárólag azokat a Budapest, XVIII. kerületi körzetbe tartozó erdőrészleteket emeltük ki erdőrészlet azonosítókkal együtt, amelyekben a mintavételek zajlottak.

Fig 1. Sampling sites in the Péterhalmi Forest, Budapest, Hungary. Only those forest subcompartments belonging to District XVIII of Budapest are highlighted, together with their subcompartment identifiers, where the sampling took place. (1) Ivy-infested plots; (2) control plots; (3) forest subcompartments.

állású fákról (nem lék szélén lévőkről) vettük, amelyek a lazább felső lombkorona miatt közvetlen fényt is kaptak. Ezekről az ágakról összesen 1050 levelet gyűjtöttünk be: mintavételi pontonként 50 darabot, illetve minden területet reprezentálva összesen további 50 darabot. Az egyes mintavételi területekről származó levelek közül a legnagyobbak kiválasztására törekedtünk, hogy az adott körülmények között maximálisan elérhető levélméretekről kapjunk információt. Mivel nagy mintaelemszámmal dolgoztunk, ezért fontos volt a levelek préselése, hogy ugyanolyan állapotban tudjuk elemezni őket. A préselés során bekövetkező vízvesztés hatására a levelek zsugorodhatnak. A zsugorodás mértékének megállapítása céljából került begyűjtésre a további 50 darab levél: ekkora mintát azonnal le tudtunk mérni, és rajtuk nyomon tudtuk követni a préselés során bekövetkező változásokat. A levélterületek megállapítása céljából Mustek SE A3 USB 1200 PRO típusú szkennert használva digitalizációt végeztünk.

Talajtani mintavétel

Mintavételi pontonként 1 méteres Pürckhauer-féle talajmintavevő szondával történt a mintavételezés (Sponagel et al. 2005). Az így vett talajminták gyors, többszempontú értékelésére a helyszínen is lehetőség van, ami hozzávetőleges tájékoztatást ad a talaj viszonyairól (Kulmány et al. 2024). A talaj típusának, a termőréteg vastagságának, a talajszintekhez tartozó vastagságnak, fizikai féleségnek, színnek, mésztartalomnak és tömődöttségnek a helyszíni vizsgálatát, illetve becslését végeztük el. A fizikai féleség, a szín és a tömődöttség tulajdonságokból egy ordinális, négyfokozatú víztartóképesség-indexet alkottunk, az 1. táblázatban látható osztályozás szerint. Az ordinális skála durva beosztásai lehetővé teszik a valós, erős különbségek kimutatását. A talajréteg vízáteresztő képessége magasabb tömődöttség hatására romlik (Stefanovits 1992). A fizikai féleség esetén a nagyobb szemcseátmérők dominanciájának erősödésével a vízvisszatartó képesség csökken (Stefanovits 1992, Brady és Weil 1996). A szín a vízvisszatartó képesség szempontjából igen fontos szervesanyag tartalomra, valamint a mésztartalomra utal (a magas mésztartalom a talaj vízszolgáltató képességét rontja, valamint cementálóanyagként talajhibaként lép fel, ami a növények által hasznosítható termőréteg vastagságot jelentősen csökkenti). Hasonló mechanikai összetétel esetén ezek segítségével lehet különbséget tenni az adott szelvények vízgazdálkodásában (Szodfridt 1993).

Cönológiai felvételezések

A cönológiai felmérést 2025. augusztus 27-én végeztük el, amely során a mintavételi pontokon előforduló növényekre 5%-os pontossággal borítást becsültünk. A becslést három szerkezeti szinten végeztük: lombkorona- (> 2,5 m),

1. táblázat. A talaj víztartó képesség mutatók értékei és jelentésük. Az egyes mutatók esetében további kategóriák is előfordulhatnak, viszont a vizsgálataink során csak ezekre az értékekre volt szükség.

Table 1. Values and interpretation of soil water-holding capacity indices. Additional categories may exist for each index; however, only these values were used in our study. (1) Water-holding capacity index value; (2) Soil texture; (3) gravel, coarse sand; (4) sand; (5) sand with loam; (6) sandy loam; (7) Compaction; (8) loose; (9) slightly compact, non-compacted, moderately compact; (10) compact; (11) highly compact; (12) Colour; (13) yellowish-brown, white; (14) greyish-brown; (15) brown; (16) reddish-brown, dark brown.

Víztartóképesség-index értéke (1)	0	1	2	3
Fizikai féleség (2)	kavics, durva homok (3)	homok (4)	homok kevés vályoggal (5)	homokos vályog (6)
Tömődöttség (7)	laza (8)	féllaza, nem tömődött, közepesen tömődött (9)	tömődött (10)	erősen tömődött (11)
Szín (12)	sárgásbarna, fehér (13)	szürkésbarna (14)	barna (15)	vörösesbarna, sötétbarna (16)

cserje- (0,5–2,5 m) és gyepszinten (< 0,5 m). Amennyiben a növény lombja a mintavételi pontok területére behajlott, úgy azt is figyelembe vettük, illetve, ha egy egyed lombozata több szerkezeti szintben is jelen volt, úgy mindegyik megfelelő szintben külön felvételeztük. Továbbá a három szint összborítását, a talajbolygatás, illetve a levélvesztés mértékét is megbecsültük. A levélvesztést a Nemzeti Szisztematikus Erdőleltár készítése során is alkalmazott skála szerint értékeltük: a mintavételi pont kocsányos tölgy állománya lehet egészséges (< 10%), gyenge (10–25%), közepes (25–60%), kritikus (> 60%) levélvesztésű, vagy elpusztult (100%) állapotban (Nagy 2021). A borostyán taxonok pontos határozása érdekében Höhn Mária szakértői segítségét kértük ki. A mintapontokon előforduló *Hedera* egyedekről fotódokumentációt készítettünk, valamint herbáriumi mintákat gyűjtöttünk. Az egyes mintavételi helyeken jelen lévő változatosság rögzítése céljából az eltérő morfológiai példányokat külön gyűjtöttük, így mintapontonként 1–3 egyed került feldolgozásra.

Fakészlet-becslés

2026 elején a Pilisi Parkerdő Zrt. a borostyánokkal kolonizált mintaterületeken belül mellmagasságig eltávolította a fák törzséről a borostyán szárakat. Ez után lehetőségünk nyílt a borostyánokkal borított és a kontrollterületek fatermési viszonyainak összehasonlítására is. A terepi felméréseket 2026. március 8-án végeztük. Minden mintaponton megszámoltuk a legalább 8 cm mellmagassági átmérőjű

fák (DBH ≥ 8 cm) egyedszámát fajonként. Emellett fafajonként legalább 10 egyed mellmagassági átmérőjét rögzítettük; ahol ennél kevesebb fa fordult elő fajonként, ott az összes egyed átmérőjét feljegyeztük. A mintapontonként mért átmérők közül minden esetben kiválasztottunk 5 kocsányos tölgy egyedet úgy, hogy azok az átmérőtartomány minél szélesebb részét reprezentálják. Ezeknek az egyedeknek a magasságát Nikon Forestry Pro II lézeres famagasságmérővel határoztuk meg.

Adatelemzés módszerei

A kocsányos tölgy levelek szkennelésével keletkezett képfájlokat az ImageJ 2.16.0/1.54p verziójú program segítségével elemeztük (Schindelin et al. 2012, Schneider et al. 2012). Az elemzés során nem vettük figyelembe a levéllemezben található rovarrágás vagy egyéb hatások miatt kialakult lyukakat. A borostyánokkal kolonizált és kontroll helyszínek levélterület értékeinek összehasonlítására nemparaméteres Wilcoxon-féle próbát alkalmaztunk. A kocsányos tölgy levelek zsugorodásának kimutatásához egyes levelek területét préselés előtt és után is lemértük, majd összehasonlítottuk.

A munkánk során az Új magyar füvészkönyv (Király 2009) nevezéktanát követjük, illetve az abban nem szereplő fajok esetén feltüntetjük az auktornevet. A cönológiai felvételezés kiértékelése során az egyes fajok szintenkénti borításának összehasonlításán túl három fajcsoportot hoztunk létre. Az idegenhonos csoportba került a *Robinia pseudoacacia*, *Koelreuteria paniculata*, *Prunus cerasifera*, *Juglans regia*, *J. nigra*, *Padus serotina*, *Mahonia* spp., *Celtis occidentalis* és *Acer negundo*. Ezek közül egy inváziós részhalmazt alkotva külön csoportban vizsgáltuk a *Robinia pseudoacacia*, *Padus serotina*, *Celtis occidentalis* és az *Acer negundo* fajok összborítását. Továbbá a bolygatásjelző nitrofil csoportot 3 lágy szárú faj képviselte: *Chelidonium majus*, *Bromus sterilis*, *Alliaria petiolata*.

A talajtani vizsgálat során a fizikai féleséghez, a színhez és a tömődöttséghez tartozó víztartó képesség mutatókat a helyszínen, talajszintenként becsültük, a következő alapokon: a sötétebb talajszínek magasabb szervesanyag mennyiséget jelentenek, a magasabb homoktartalom rosszabb, az alacsonyabb jobb vízgazdálkodási fokot jelez, míg a tömődöttség a víz talajba szivárgását akadályozza (hozzá kell tenni, hogy a talajfúró a tömődöttséget módosítja, de a relatív különbségek leírhatóak). Mivel laboratóriumi vizsgálatra nem volt lehetőségünk, a magas mintaszámú talajfúrásból a helyszíni leírás során is megbízhatóan becsülhető ordinális kategóriákat használtunk Babos et al. (1966), Szabolcs (1966), és a Forstliche Standortsaufnahme kézikönyve (Anonymus 2016) alapján. Az ezen kategóriák közötti különbségek robusztusak, de csak ordinális skálán értelmezhetőek. A továbbiakban csak a termőrétegbe eső talajszinteket vettük figyelembe. Ahhoz, hogy egy mintavételi pont talajának víztartó képességét

egy értékkel lehessen leírni, súlyoztuk egy adott szint víztartóképesség-indexét a szint vastagságával (cm), majd vettük az így súlyozott indexek medián értékét az összes termőrétegbe eső szintre nézve. Azaz, ha például az A_1 szint 10 cm és tömődöttségi indexe 2, továbbá a B_1 szint 20 cm és tömődöttségi indexe 1, akkor az 1-es indexet 20-szor, a 2-es indexet pedig 10-szer vettük figyelembe, és ebből az adatsorból számítottuk a medián értéket. A szorzás és az átlagolás statisztikailag nem lett volna megfelelő módszer, mivel a víztartóképesség-index ordinális skálán értelmezett. Az alkalmazott módszerrel statisztikailag megfelelő és informatív adatot kaphatunk az egy mintavételi pontra eső talajrétegek összesített víztartó képességéről az adott mutató szerint. A víztartó képesség értékeket a borostyánokkal elözönlött és kontroll területek között Wilcoxon-tesztek segítségével hasonlítottuk össze.

A fakészletbeli különbségek vizsgálatához mintapontonként két mutatót számítottunk. Az 500 m^2-es mintakörökben feljegyzett, DBH > 8 cm fák darabszámát hektárra vetítettük. A mért átmérőkből fafajonként átlagos mellmagassági átmérőt számítottunk, majd ezek alapján meghatároztuk a körlapösszeget (m^2/ha). A második mutató a faállomány magassági viszonyait jellemezte. A magassági görbe szerkesztése során a magasság és az átmérő közötti kapcsolatot általában logaritmikus függvénnyel közelítik (Veperdi 2008, Mehtätalo et al. 2015); mi is így jártunk el. A mintapontonként mért 5 átmérő–magasság adatpár alapján magassági görbét illesztettünk. Az egyes mintapontok összehasonlíthatósága érdekében egy standard átmérőt választottunk (DBH = 30 cm), majd meghatároztuk, hogy a mintapontra illesztett görbe alapján ehhez az átmérőhöz milyen famagasság tartozik. Mindkét mutató esetében kizárólag a kocsányos tölgy egyedeire vonatkozó adatokat tudtuk felhasználni. A kapott értékeket összehasonlítottuk a borostyánokkal kolonizált és kontrollterületek között (Wilcoxon-tesztek), illetve a mintavételi területenként számított talaj víztartó képesség mutatói között (Spearman-rangkorrelációk).

A borostyánokkal intenzíven kolonizált és kontrollterületek közötti talajtani, fakészleti és cönológiai különbségek elemzése során figyelembe vettük a mintaszám korlátozott voltát, valamint azt, hogy számos változó eloszlása erősen ferde, illetve nagy arányban 0 értékeket tartalmaz. A statisztikai döntések stabilitását és a mintanagyság megfelelőségét bootstrap-alapú Monte Carlo szimulációval értékeltük (Martin 2007, Wang 2019). A szimulációk során csoportonként az eredeti mintanagysággal megegyező számú megfigyelést választottunk ki visszatevéssel az adott csoport empirikus értékkészletéből, majd 2000 ismétlésen keresztül Wilcoxon-teszteket végeztünk. Meghatároztuk azon bootstrap minták arányát, amelyekben a Wilcoxon-próba p-értéke 0,05 alá esett. Ez az arány az adott változóra vonatkozó empirikus kimutathatósági rátaként került értelmezésre. Az alábbi határértékeket alkalmaztuk: < 0,30: a mintanagyság nem elegen-

dő a megbízható összehasonlításhoz; 0,30–0,60: a kimutathatóság bizonytalan; 0,60–0,80: elfogadható kimutathatóság; > 0,80: jó statisztikai erő, stabil összevethetőség. Ez a besorolás nem a tényleges különbség meglétét vagy hiányát minősíti, hanem az adott változó statisztikai értelmezhetőségének megbízhatóságát. A csoportok közötti különbségek nagyságát Cliff-féle deltával határoztuk meg, amely nemparaméteres hatásméretként a két eloszlás közötti átfedés mértékét fejezi ki, és független a mintanagyságtól (Meissel és Yao 2024). A hatásnagyság értelmezéséhez a szakirodalomban elfogadott küszöbértékeket alkalmaztuk ($|\Delta| < 0{,}15$: elhanyagolható, $0{,}15 < |\Delta| < 0{,}33$: kicsi, $0{,}33 < |\Delta| < 0{,}47$: közepes és $|\Delta| > 0{,}47$: nagy hatás). A Wilcoxon-féle rangösszeg-próbát kizárólag azoknál a változóknál alkalmaztuk, amelyek esetében a bootstrap-alapú értékelés legalább elfogadható kimutathatóságot, továbbá a Cliff-féle delta nagy hatást jelzett.

Számos faj(csoport) borítása esetében az adatok eloszlása 0 értékekkel dominált, illetve az is előfordulhat, hogy az egyik csoportban minden megfigyelés 0 értéket vesz fel. Ezekben az esetekben a rangalapú tesztek matematikai feltételei nem teljesültek, ezért Wilcoxon-próbát nem végeztünk. Az ilyen változókat zéróinflált eloszlásúként kezeltük, ahol a csoportok közötti különbség elsősorban az adott jellemző előfordulásában, nem pedig annak mennyiségi eloszlásában nyilvánult meg. A zéró-inflált változók esetében a csoportok közötti különbségeket jelenlét–hiány alapon értékeltük, és a csoportfüggetlenséget Fisher-féle próbával vizsgáltuk. Ez az eljárás lehetővé tette annak megítélését, hogy az adott jellemző előfordulása szignifikánsan eltér-e a csoportok között.

A statisztikai vizsgálatokat R programozási nyelv 4.4.2. verziójának segítségével végeztük el (R Core Team 2025).

Eredmények

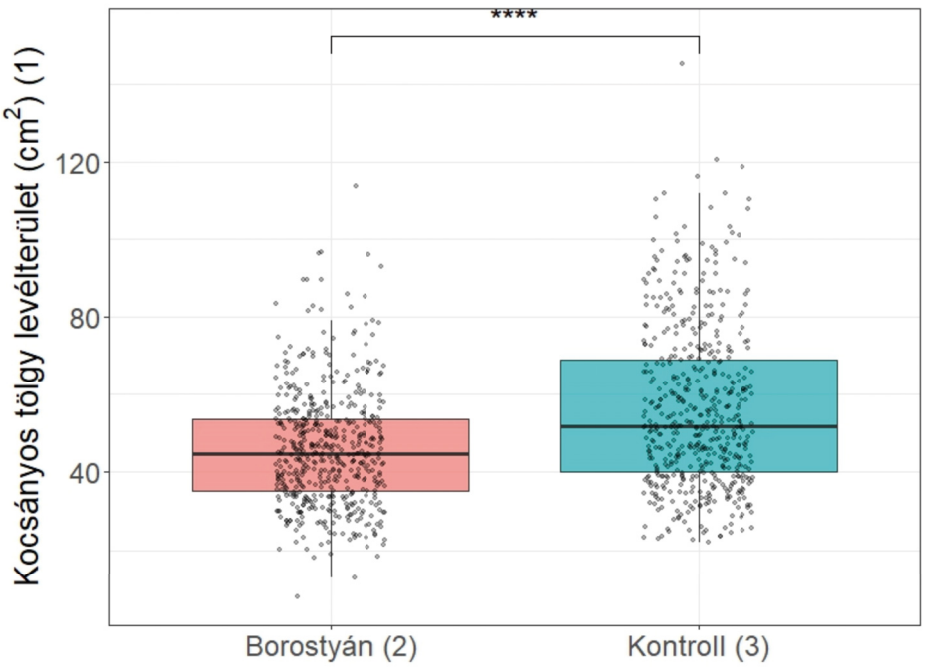
A borostyánok határozása során kiderült, hogy a 10 borostyánokkal kolonizált mintapontból 8 esetben a *Hedera helix* jelen volt. A faj morfológiai változatossága miatt egyes pontokról több mintát is gyűjtöttünk belőle. Egy mintavételi helyen a *H. helix* cv. 'Börzsöny' kertészeti fajta is előkerült. Az idegenhonos *H. hibernica* (G.Kirchn.) Bean és az inváziós *H. crebrescens* M. Bényei-Himmer & M. Höhn 2–2 ponton fordult elő. Mindezek alapján megállapítható, hogy a területen a *H. helix* széles körben elterjedt, ugyanakkor idegenhonos és potenciálisan inváziós taxonok is jelen vannak. Az egyes fajok pontos mintaponti borítási arányairól a terepi megkülönböztetési nehézségek miatt nem tudunk adatot szolgáltatni.

A borostyánokkal elözönlött területen a borostyánok által borított fatörzsek aránya 2,5 m magasság felett átlagosan 93,5% (lombkoronaszint), 0,5–2,5 m között 91,5% (cserjeszint), továbbá 0,5 m alatt (a gyepszintben) 99,5% volt. A kontrollterületeken ezek az értékek sorrendben 0%, 0,2% és 1,2% voltak. A

levélvesztés mértéke a két területtípus között nem különbözött szignifikánsan (W = 53, p = 0,83).

A borostyánokkal kolonizált és a kontrollterületeken gyűjtött kocsányos tölgy levélterületek szignifikáns különbséget mutattak (W = 162822, p < 0,001). A két csoport értékeinek központi helyzete 8,70 cm²-rel tért el egymástól, azaz a borostyános pontokon a kocsányos tölgyek levélterülete kisebb, mint a kontroll pontokon (2. ábra). A borostyános területen mért levélterületek (n = 500) geometriai átlaga 47,2 cm², mediánja 45,8 cm², szórása 14,3 cm²; míg a kontrollterületen mért levélterületek (n = 500) geometriai átlaga 57,8 cm², mediánja 53,2 cm², szórása 20,3 cm² volt.

A kocsányos tölgy levelek a préselésük során átlagosan az eredeti levélterületük kb. 8 százalékával lettek kisebbek. A csökkenés átlagosan 4,1 cm² volt (szórás = 1,6 cm²). Mivel a zsugorodásból adódó értékek szórása jóval kisebb mértékű, mint az egyes mintavételi területekhez tartozó levelek méretének a szórása, ezért a préselés során történő nem egyenletes zsugorodás mértéke elhanyagolhatónak tekinthető.



2. ábra. A kocsányos tölgy (*Quercus robur*) levélterületek eloszlása a borostyános és kontrollterületen.

Fig. 2. Distribution of pedunculate oak (*Quercus robur*) leaf area in ivy-infested and control sites. (1) *Quercus robur* leaf area (cm²); (2) ivy-infested plots; (3) control plots.

A cönológiai felmérések során rögzített fajok listáját és egyben a borostyánokkal kolonizált és kontrollcsoportok közötti összehasonlítások tételes statisztikai, valamint megbízhatósági elemzéseit az E1. táblázat tartalmazza. A vizsgálatok során azt találtuk, hogy a korona-, cserje- és gyepszintben a borostyánok borításai között szignifikáns különbség van ($p < 0{,}001$), amely eredmények a mintavételi területek megfelelő kiválasztását támasztják alá. Sem a koronaszint, sem a cserjeszint esetében további különbségeket nem tudtunk statisztikailag kimutatni, ami a Wilcoxon-tesztek esetében a nem megbízható minták miatt alakult így. A ritkán, kis borítással előforduló fajok mindkét csoportban egyenletesen jelen voltak, vagy megjelenésük csak a véletlennek köszönhető. A gyepszint borostyán nélküli összborításában szignifikáns különbség mutatkozott a borostyánokkal kolonizált és kontrollterületek között ($p < 0{,}001$), amelyért az *Alliaria petiolata* ($p = 0{,}01$) és a *Chelidonium majus* ($p < 0{,}001$) nagyobb arányú jelenléte tehető felelőssé a kontroll pontokon. Ezeken kívül a csupasz, bolygatott talajfelszín borítása mutatott szignifikáns különbséget a területek között ($p < 0{,}001$), ami a kontroll pontokon volt magasabb.

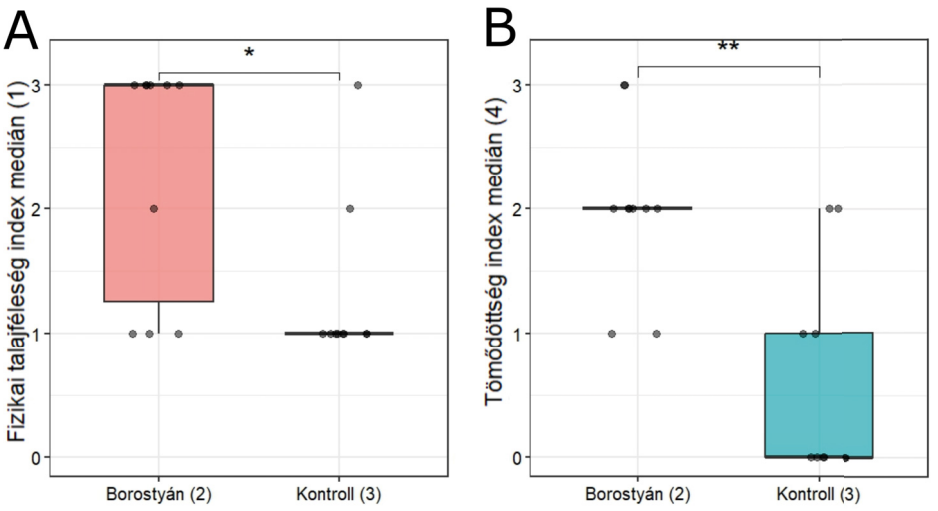
A talajtani felmérések során megállapítottuk, hogy a területre humuszos homok, humuszos homok eltemetett A-szinttel és rozsdabarna humuszos homok talajtípusok jellemzők. Ezeknek térbeli mintázata nagyon változatos, egyértelmű határvonalak nem rajzolódtak ki, így a terület talajtani jellemzői nagymértékű mozaikosságot mutatnak. A legtöbb esetben azt találtuk, hogy egy meszes (mészliszt vagy mésszel cementált kavics) réteg adja a termőréteg alsó határát. Ezek az eredmények összhangban vannak Szabó (2025) termőhelyfeltárási szakvéleményével a területről. A mészben gazdag szintekben a helyszíni mérések alapján a $CaCO_3$ tartalom 10 százaléknál magasabb volt. Ennek eredményeképp a növényzetnek nincs hozzáférése a talajvízhez, kizárólag a csapadékból kap vizet. Ilyen körülmények mellett a növények vízért való versengése nagy szerepet kap.

A borostyánokkal elözönlött és kontrollterületek között kimutatott talajtani szempontú különbségeket bootstrap-alapú Monte Carlo szimulációval egészítettük ki a kimutathatóság vizsgálata érdekében. A talaj fizikai féleségét jelző mutató esetében a Cliff-féle delta nagy hatásnagyságot jelzett ($\Delta = 0{,}55$), míg a bootstrap szimulációk alapján a szignifikáns különbség kimutatásának aránya 0,72 volt, ami elfogadható kimutathatóságot jelez. Ez arra utal, hogy a két csoport között fennálló különbség valós és értelmezhető, bár a döntés stabilitását a mérsékelt mintanagyság némileg korlátozza. A talaj színéhez társított mutató esetében közepes hatásnagyságot kaptunk ($\Delta = 0{,}37$), azonban a bootstrap-alapú szignifikancia-arány mindössze 0,33 volt. Ez azt jelzi, hogy a jelenlegi mintanagyság mellett a statisztikai döntés bizonytalan, és a nem szignifikáns eredmények nem értelmezhetők a különbség hiányának bizonyítékaként. Ennek értelmében a továbbiakban a talaj színe szerinti jelzőszámmal nem foglalkozunk. A talaj tö-

módöttségéhez tartozó víztartó képesség mutató esetében mind a hatásnagyság ($\Delta = 0{,}76$), mind a bootstrap-alapú kimutathatóság magas (0,96) értékeket mutatott, ami a csoportok közötti különbség robusztus és stabil jellegére utal.

A talaj fizikai féleségéből ($W = 78{,}5$; $p = 0{,}02$) és tömődöttségéből ($W = 88$, $p < 0{,}01$) következtetett indexek szignifikánsan különböztek a mintavételi területtípusok között, a kontrollterületeken az értékek alacsonyabbak voltak (3. ábra). Mivel a skálák értéke a víztartó képességgel nő, ezért kijelenthető, hogy a borostyánok által dominált területek talaja jobb víztartó képességgel rendelkezik, azaz valamennyivel üdébb termőhelyeken találhatók.

A fakészletvizsgálatok alapján a borostyánokkal elözönlött és a kontrollterületek között egyik vizsgált mutató esetében sem mutatkozott statisztikailag szignifikáns különbség. A kocsányos tölgy körlapösszegét tekintve a Wilcoxon-próba nem jelzett különbséget a két területtípus között ($W = 71{,}0$; $p = 0{,}12$), és hasonló eredmény adódott a 30 cm mellmagassági átmérőhöz tartozó becsült famagasság esetében is ($W = 34{,}0$; $p = 0{,}24$). A talaj víztartóképesség-indexei és a vizsgált fakészlet mutatók között sem mutatkozott szignifikáns kapcsolat. A bootstrap-alapú detektálhatósági elemzés alacsony szignifikanciaarányt eredményezett (körlapösszeg: 0,33; DBH = 30 cm-hez tartozó magasság: 0,21), ami arra utal, hogy az összehasonlított minták között nincs stabilan szignifikáns különbség. A hatásnagyság becslése mérsékelt eltéréseket jelzett: a Cliff-féle delta a



3. ábra. A fizikai talajféleség (A) és a tömődöttség (B) indexek mintapontonként számított medián értékeinek megoszlása a borostyánok által uralt és kontroll területek között.

Fig. 3. Plot-level median values of soil texture (A) and compaction (B) indices between ivy-dominated and control sites. (1) Water-holding capacity estimated from soil texture; (2) ivy-infested plots; (3) control plots; (4) Water-holding capacity estimated from compaction.

körlapösszeg esetében közepes ($\Delta = 0{,}42$), míg a 30 cm átmérőhöz tartozó becsült famagasság esetében alacsony ($\Delta = -0{,}32$) értéket vett fel.

Megvitatás

Vizsgálatunk az elsők között szolgáltat Magyarországon empirikus adatokat a *Hedera*-taxonok városi erdőkben betöltött ökológiai szerepéről, különös tekintettel a vízháztartási folyamatokra. Az általunk vizsgált idegenhonos borostyánfajok (*Hedera hibernica*, *H. crebrescens*) elkülönítése és térnyerésük felismerése viszonylag új tudományos eredménynek tekinthető (Bényei-Himmer et al. 2017), ezért e taxonokra vonatkozóan jelenleg rendkívül korlátozott mennyiségű vizsgálati adat áll rendelkezésre. Ennek következtében eredményeink értelmezése során elsősorban az Észak-Amerikában változatos élőhelyeken inváziót mutató *H. helix*-re vonatkozó kutatásokkal tudunk párhuzamot vonni (Cortenbach és Madurapperuma 2018). Ugyanakkor egyes vizsgálatok rámutattak arra, hogy ezen adatok jelentős része téves fajmeghatározásból ered, és az inváziós folyamatokért valójában ott is gyakran a *H. hibernica* felelős (Clarke et al. 2006), melynek pontos elterjedése azonban nem kellően tisztázott (Sulgrove 2004), és a legfrissebb taxonómiai kutatásokat figyelembe véve még ezeket az eredményeket is érdemes lenne revíziónak alávetni.

A borostyánfajok vízigénye magas (Schnitzler és Heuzé 2006), amit saját eredményeink is alátámasztanak: a jobb vízgazdálkodású talajokon dominánssá váltak. Egy amerikai tanulmány szerint a *H. helix* által kolonizált területek talaja nagyobb víztartalommal rendelkezik, ami részben a borostyán összefüggő talajtakarásának tulajdonítható, mivel az csökkentheti az evaporációt (Copp 2014).

A talaj víztartó képességét jellemző mutatók és a kocsányos tölgy levélterület-adatok között azonban ellentmondás figyelhető meg. Míg a víztartó képességi mutatók alapján a borostyánokkal dominált területek kedvezőbb adottságúak (3. ábra), addig ezeken a területeken a kocsányos tölgyek levélterülete kisebb (2. ábra). Ez arra utal, hogy a borostyánok tömeges jelenléte a tölgyek számára nagyobb relatív vízhiányt eredményezhet, mint a gyengébb termőhelyi adottságok. Ez az eredmény látszólag ellentmond Copp (2014) megállapításainak, aki szerint a *H. helix* nem gyakorol jelentős hatást a fa- és cserjeszintre, mivel a különböző életformák eltérő talajrétegekben gyökereznek. Az eltérés feltehetően a vizsgált élőhelyek különbségeivel magyarázható: míg az említett tanulmány ártéri erdőkben készült, ahol a vízellátottság nem limitáló tényező, addig a jelen vizsgálat sekély termőrétegű, kedvezőtlen vízgazdálkodású, erdőssztyepp jellegű élőhelyre vonatkozik. Eredményeink ugyanakkor összhangban állnak Garfì és Ficarrotta (2003) megállapításaival, akik molyhos tölgy (*Quercus pubescens* s. l.) dominálta állományokban vizsgálták a *H. helix* térnyerését. A szerzők egy-

értelmű összefüggést mutattak ki a tölgylevelek biomasszájának csökkenése és a borostyán terjedése között, amiből a fajok közötti aktív kompetícióra következtettek. Tanulmányuk a mi kutatásunk szempontjából különösen releváns, mivel a *H. helix* dominanciáját szintén tölgyfajok mellett, a faj megszokott ökológiai fülkéjénél lényegesen szárazabb termőhelyi körülmények között mutatták ki.

A *H. helix* inváziójának hatása a lágyszárú szintre vonatkozóan a szakirodalomban nem egységes: egyes szerzők szerint dominánssá válva kiszorítja a többi fajt (Okerman 2000, Copp 2014), míg mások nem találtak szignifikáns különbséget az elözönlött és kontroll területek biodiverzitásában (Taylor et al. 2025). Véleményünk szerint a hatás erősen kontextusfüggő, hiszen Taylor et al. (2025) városi erdőket vizsgáltak, ahol a biodiverzitás eleve nem túl magas értékű. Az általunk is vizsgált városi erdőkben nem mutatkozott szignifikáns különbség a borostyános és kontrollterületek lágyszárú fajkészlete és borítási viszonyai között, egyes nitrofil, bolygatásjelző fajok kivételével. Ez feltehetően a városi környezet sajátosságaival magyarázható, ahol a talaj bolygatottsága és egyes inváziós fásszárúak allelopatikus hatásai következtében eleve generalista és zavarástűrő fajok dominálnak. Bár szórványosan megjelennek a potenciális természetes vegetációt (alföldi zárt kocsányos tölgyes) jelző fajok is (Zoltán 2025a), ezek a vizsgált mintapontokon nem képviselnek jelentős arányt.

A fakészlet mutatók összehasonlítása során nem találtunk szignifikáns különbséget a borostyánokkal borított és a kontrollterületek között sem a körlapösszeg, sem a famagasság tekintetében. Tekintettel arra, hogy a talajtani vizsgálatok kedvezőbb vízellátottságot jeleztek a borostyános területeken, valamint a cönológiai elemzések sem mutattak különbséget a fásszárú borításban, feltételezhető, hogy a kiegyenlített fakészlet értékek hátterében a borostyánokkal való vízért folyó versengés áll. Eredményeink összhangban vannak azon megállapításokkal, miszerint a liánok jelentős hatást gyakorolhatnak az állományok vízháztartására (Ichihashi et al. 2017). Ennek következtében a kedvezőbb termőhely ellenére a borostyánokkal terhelt állományok fakészlet mutatói nem haladták meg a gyengébb adottságú, borostyánmentes területekét, ami jelentős erdőgazdálkodási üzenettel is bír. Viszont érdemes kiemelni, hogy a fakészlet mutatók közötti különbségek hiánya a statisztikai erő korlátozottságából is fakadhat, így az eredmények nem tekinthetők a hatás hiánya egyértelmű bizonyítékának.

Az őshonos és egyaránt az idegenhonos borostyánfajok terjedését a városi erdőkben több tényező együttesen segíti elő: az enyhébb telek (klímaváltozás), a közeli propagulumforrások jelenléte, valamint az intenzív antropogén talajbolygatás (Sulgrove 2004, Perring et al. 2020). Emellett a vizsgált állományban a szárazság (klímaváltozás) okozta lombkorona-ritkulás következtében megnövekedett fényellátottság is kedvezhet a borostyánok terjedésének, így azok jelenléte részben a kocsányos tölgy állományok leromlott egészségi állapotának következ-

ménye is lehet (Thomas 1980). Ez nem mond ellent annak, hogy a borostyánok elsősorban a relatíve jobb (de abszolút értékben így sem kedvező) vízgazdálkodású termőhelyeken fordulnak elő. Míg a termőhelyi vízellátottság a fajok elterjedését nagyobb léptékben határozza meg, addig lokális léptékben már a mérsékelt szárazodás is elegendő lehet a lombkorona megritkulásához és a fényviszonyok javulásához, ami elősegítheti a borostyánok terjedését. A kialakuló borostyánborítás ezt követően tovább ronthatja a termőhely vízháztartását, így a folyamat akár öngerjesztővé is válhat. A faállományra negatív hatással lévő szárazabb talajt a borostyánok képesek lehetnek a saját előnyükre fordítani, mivel azok az időszakos szárazságot hatékonyan át tudják vészelni az örökzöld, viaszos leveleik segítségével (Sack és Grubb 2002). Ez lehetővé teheti számukra, hogy a szárazság által meggyengített, felnyíló tölgyállományokban a megváltozott fényviszonyokat hatékonyan kihasználják, és tovább növeljék borításukat. Továbbá a szárazság következtében legyengült tölgyállományok fokozottan ki vannak téve rovarkártevők támadásának (Wargo 1996), ami tovább gyorsíthatja a lombkorona felnyílását. Ennek első jeleit vizsgálataink során is észleltük a felső lombkoronaszint jelentős rágáskárosításában.

Kezelési javaslatként a folyamat mérséklése érdekében indokolt a városi és a magasabb természetességű erdőkben is a borostyánok mechanikai visszaszorítása, amennyiben azok „borostyánsivatagot" alkotnak. Korábbi vizsgálatok szerint az eltávolítás után az aljnövényzet spontán regenerációja megindulhat (Biggerstaff és Beck 2007, Jiménez-Hernández et al. 2023). Ugyanakkor az ökológiai funkciók fenntartása érdekében (Kajtoch et al. 2023) nem javasolt a teljes eltávolítás; helyette periodikus, részleges beavatkozás célszerű. Különösen indokolt a borostyánok eltávolítása az idős, napsütötte, száradó kocsányos tölgyek törzséről, mivel ezek fontos mikroélőhelyet biztosítanak számos rovarfaj számára (Zoltán et al. 2025), és a borostyánok árnyaló hatása ezt kedvezőtlenül befolyásolhatja. Hosszabb távú kezelési javaslatként a változatos faállomány-szerkezet kialakítása célszerű, mivel korábbi kutatások kimutatták, hogy a *H. helix* elsősorban az egyedülálló fák törzsére kúszik fel (Castagneri et al. 2013) (ami a vágásos erdőgazdálkodásból adódó erdőszerkezeti jellemző). Ezzel szemben a zártabb, sűrűbb állományokban a faj lombkoronába történő feljutása és kolonizációs sikeressége lényegesen alacsonyabb.

A vizsgálat legjelentősebb korlátját az alacsony esetszám jelenti. Kutatásunk egy olyan bevezető tanulmánynak tekinthető, amely a jövőbeni természetvédelmi és erdőgazdálkodási beavatkozások megalapozását szolgálja, és előzetes képet ad a probléma nagyságrendjéről. Bár a csökkent levélméret összhangban áll a fokozott vízstressz jelenlétével, nem zárható ki, hogy egyéb környezeti tényezők (pl. tápanyagellátottság, fényviszonyok) is hozzájárulnak a megfigyelt különbségekhez. Tekintettel a korlátozott mintaszámra, eredményeink elsősorban hipotézisge-

neráló jellegűek, és további, nagyobb léptékű vizsgálatokkal történő megerősítést igényelnek. A továbbiakban indokolt lenne a vizsgálatok kiterjesztése szélesebb földrajzi léptékre, valamint a mintapontok számának növelése. A Péterhalmi-erdő tömbjében intenzív borostyánosodással jellemezhető, hasonló faállománytípus más területeken nem került azonosításra, ugyanakkor eltérő állományszerkezet mellett Budapest több városi erdejében is megfigyelhető a borostyánok terjedése (Zoltán 2025b, 2025c). A megfelelő térbeli és időbeli felbontású űr- vagy légifelvételek hiányában a borostyánok megjelenésének időbeli rekonstruálása jelenleg korlátozott; ennek pontosabb meghatározása a jövőben dendroökológiai vizsgálatokkal, a borostyánok és a fák évgyűrűszerkezetének elemzésével válhat lehetővé. A borostyánszőnyeg tényleges vízvisszatartását kontrollált körülmények mellett végzett áztatásos kísérletek segítségével is lehetne vizsgálni. Jelen cikk egy alapállapot-felmérés eredményeit közli. A Pilisi Parkerdő Zrt. a vizsgált mintapontokon eltávolította a borostyánokat a talajfelszínről és a fákról annak érdekében, hogy a következő években nyomon követhető legyen az erdő regenerációja, valamint a kocsányos tölgyek vízellátottságában feltételezett változások alakulása.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk a Pilisi Parkerdő Zrt.-nek (Rittling Istvánnak, a Budapesti Erdészet vezetőjének, Monori András kerületvezető erdésznek és Karácsonyi Vivien műszaki vezetőnek), mivel biztosították számunkra a vizsgálati területet, a borostyánok eltávolítását és a helyi lakossággal való kommunikációt. Köszönjük Höhn Mária közreműködését a borostyánok határozásában. Köszönjük a bírálók és a szerkesztők alapos munkáját is.

Irodalomjegyzék

Anonymus 2016: Forstliche Standortsaufnahme – Begriffe, Definitionen, Einteilungen, Kennzeichnungen, Erläuterungen. 7. Auflage, IHW-Verlag, Eching bei München, 450 pp.

Al-Snafi A. E. 2018: Pharmacological and therapeutic activities of *Hedera helix* – A review. Journal of Pharmacy 8(5): 41–53.

Aryal P. C., Aryal C., Bhusal K., Chapagain D., Dhamala M. K., Maharjan S. R., Chhetri P. K. 2022: Forest structure and anthropogenic disturbances regulate plant invasion in urban forests. Urban Ecosystems 25(2): 367–377. https://doi.org/10.1007/s11252-021-01159-7

Babos I., Horváthné Proszt S., Járó Z., Király L., Szodfridt I., Tóth B. 1966: Erdészeti termőhelyfeltárás és térképezés. Akadémiai Kiadó. Budapest, 493 pp.

Bényei-Himmer M., Tóth E. Gy., Lengyel Sz., Pintér I., Bisztray Gy. D., Höhn M. 2017: *Hedera crebrescens* (Araliaceae) a newly identified diploid taxon and triploid ivies from Hungary. Studia Botanica Hungarica 48(2): 225–252. https://doi.org/10.17110/studbot.2017.48.2.225

Biggerstaff M. S., Beck C. W. 2007: Effects of English ivy (*Hedera helix*) on seed bank formation and germination. The American Midland Naturalist 157(2): 250–257. https://doi.org/10.1674/0003-0031(2007)157[250:EOEIHH]2.0.CO;2

Boeraeve M., D'hondt B., Verloove F., Vandekerkhove K., Van Landuyt W., Tamsyn W., Adriaens T. 2021: "Lianification" or liana invasion? Commentary on Perring et al. (2020). Frontiers in Ecology and the Environment 19(7): 375–376. https://doi.org/10.1002/fee.2394

Brady, N. C., & Weil, R. R. 1996: The nature and properties of soils. 11th edition. Prentice Hall Inc., Upper Saddle River, 740 pp.

Castagneri D., Garbarino M., Nola P. 2013: Host preference and growth patterns of ivy (*Hedera helix* L.) in a temperate alluvial forest. Plant Ecology 214(1): 1–9. https://doi.org/10.1007/s11258-012-0130-5

Clarke M. M., Reichard S. H., Hamilton C. W. 2006: Prevalence of different horticultural taxa of ivy (*Hedera* spp., Araliaceae) in invading populations. Biological Invasions 8(2): 149–157. https://doi.org/10.1007/s10530-004-2424-6

Copp S. R. 2014: Community level impacts associated with the invasion of English ivy (*Hedera* spp.) in Forest Park: a look at the impacts of ivy on community composition and soil moisture. Portland State University, Dissertations and Theses, Paper 2024, 101 pp. https://doi.org/10.15760/etd.2023

Cortenbach J., Madurapperuma B. D. 2018: Survey and map distribution of English ivy (*Hedera helix* L.) at Patrick's Point State Park, California. IdeaFest: Interdisciplinary Journal of Creative Works 2(6): 34–43.

De Pauw K., Depauw L., Calders K., Caluwaerts S., Cousins S. A. O., De Lombaerde E., Diekmann M., Frey D., Lenoir J., Meeussen C., Orczewska A., Plue J., Spicher F., Zellweger F., Vangansbeke P., Verheyen K., De Frenne P. 2023: Urban forest microclimates across temperate Europe are shaped by deep edge effects and forest structure. Agricultural and Forest Meteorology 341: 109632. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2023.109632

Garfì G., Ficarrotta S. 2003: Influence of ivy (*Hedera helix* L.) on the growth of downy oak (*Quercus pubescens* s.l.) in the Monte Carcaci Nature Reserve (central-western Sicily). Ecologia Mediterranea 29(1): 5–14. https://doi.org/10.3406/ecmed.2003.1524

Ichihashi R., Chiu C.-W., Komatsu H., Kume T., Shinohara Y., Tateishi M., Tsuruta K., Otsuki K. 2017: Contribution of lianas to community-level canopy transpiration in a warm-temperate forest. Functional Ecology 31(9): 1690–1699. https://doi.org/10.1111/1365-2435.12881

Jiménez-Hernández H. A., Bonilla-Valencia L., Martínez-Orea Y., Zamora-Almazan M. J., Espinosa-García F. J., Castillo-Argüero S. 2023: Effects of *Hedera helix* L. removal on the understory early regeneration in an oak temperate forest in Mexico City. Ecological Processes 12: 31. https://doi.org/10.1186/s13717-023-00443-y

Kajtoch Ł., Grzędzicka E., Piechnik Ł., Wyka J., Lešo P. 2023: Evergreen ivy vines as a key element maintaining the high diversity of birds wintering in Central European forests. Forest Ecology and Management 544: 121165. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121165

Király G. (szerk.) 2009: Új magyar füvészkönyv. Magyarország hajtásos növényei. Határozókulcsok. Aggteleki Nemzeti Park Igazgatóság, Jósvafő, 616 pp.

Kucharski L., Kloss M., Sienkiewicz J., Liszewska M., Kiełtyk P. 2019: Impact of climate change on ivy (*Hedera helix* L.) expansion in forests of Central Poland. Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry 61(3): 211–221. https://doi.org/10.2478/ffp-2019-0020

Kulmány I. M., Bede L., Stencinger D., Zsebő S., Csavajda P., Kalocsai R., Vona M., Jakab G., Vona V. M., Bede-Fazekas Á. 2024: Challenges in mapping soil variability using apparent soil electrical conductivity under heterogeneous topographic conditions. Agronomy 14(6): 1161. https://doi.org/10.3390/agronomy14061161

Ladwig L. M., Meiners S. J. 2015: The role of lianas in temperate tree communities. In: Schnitzer S. A., Bongers F., Burnham R. J., Putz F. E. (eds) Ecology of Lianas. John Wiley & Sons, Chichester, pp. 188–202. https://doi.org/10.1002/9781118392409.ch15

Löf M., Welander N. T. 2000: Carry-over effects on growth and transpiration in *Fagus sylvatica* seedlings after drought at various stages of development. Canadian Journal of Forest Research 30(3): 468–475. https://doi.org/10.1139/x99-232

Madrigal-González J., Rios R. S., Aragón C. F., Gianoli E. 2018: Indirect facilitation by a liana might explain the dominance of a small tree in a temperate forest. Journal of Plant Ecology 11(4): 604–612. https://doi.org/10.1093/jpe/rtx012

Mag Zs., Szép T., Nagy K., Standovár T. 2011: Modelling forest bird community richness using CORINE land cover data: a study at the landscape scale in Hungary. Community Ecology 12(2): 241–248. https://doi.org/10.1556/ComEc.12.2011.2.13

Major E. I., Tóth E. Gy., Bényei-Himmer M., Höhn M. 2020: Taxonomic evaluation of *Hedera crebrescens*: a potentially invasive ivy in Central Europe. Acta Societatis Botanicorum Poloniae 89(3): 8935. https://doi.org/10.5586/ASBP.8935

Martin M. A. 2007: Bootstrap hypothesis testing for some common statistical problems: A critical evaluation of size and power properties. Computational Statistics and Data Analysis 51(12): 6321–6342. https://doi.org/10.1016/j.csda.2007.01.020

Mehtätalo L., de-Miguel S., Gregoire T. G. 2015: Modeling height-diameter curves for prediction. Canadian Journal of Forest Research 45(7): 826–837. https://doi.org/10.1139/cjfr-2015-0054

Meier I. C., Leuschner C. 2008: Leaf size and leaf area index in *Fagus sylvatica* forests: Competing effects of precipitation, temperature, and nitrogen availability. Ecosystems 11(5): 655–669. https://doi.org/10.1007/s10021-008-9135-2

Meissel K., Yao E. S. 2024: Using Cliff's delta as a non-parametric effect size measure: An accessible web app and R tutorial. Practical Assessment, Research and Evaluation 29(2): 2. https://doi.org/10.7275/pare.1977

Metcalfe D. J. 2005: *Hedera helix* L. Journal of Ecology 93(3): 632–648. https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2005.01021.x

Nagy K. (szerk.) 2021: Nemzeti Szisztematikus Erdőleltár 2010–2019. Nemzeti Földügyi Központ, Erdészeti Főosztály, Budapest, 68 pp. https://erdoleltar.nfk.gov.hu/doc/NFI_kiadvany_online.pdf

Okerman A. 2000: Combating the "Ivy Desert": The invasion of *Hedera helix* (English ivy) in the Pacific Northwest United States. Restoration and Reclamation Review 6(4): 1–10. https://hdl.handle.net/11299/59738

Pedrol N., Ramos P., Reigosa M. J. 2000: Phenotypic plasticity and acclimation to water deficits in velvet-grass: a long-term greenhouse experiment. Changes in leaf morphology, photosynthesis and stress-induced metabolites. Journal of Plant Physiology 157(4): 383–393. https://doi.org/10.1016/S0176-1617(00)80023-1

Perring M. P., De Frenne P., Hertzog L. R., Blondeel H., Depauw L., Maes S. L., Wasof S., Verbeeck H., Verheyen K. 2020: Increasing liana frequency in temperate European forest understories is driven by ivy. Frontiers in Ecology and the Environment 18(10): 550–557. https://doi.org/10.1002/fee.2266

R Core Team 2025: R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. https://www.r-project.org

Sack L., Grubb P. J. 2002: The combined impacts of deep shade and drought on the growth and biomass allocation of shade-tolerant woody seedlings. Oecologia 131(2): 175–185. https://doi.org/10.1007/s00442-002-0873-0

Schindelin J., Arganda-Carreras I., Frise E., Kaynig V., Longair M., Pietzsch T., Preibisch S., Rueden C., Saalfeld S., Schmid B., Tinevez J.-Y., White D. J., Hartenstein V., Eliceiri K., Tomancak P., Cardona A. 2012: Fiji: an open-source platform for biological-image analysis. Nature Methods 9: 676–682. https://doi.org/10.1038/nmeth.2019

Schneider C., Rasband W., Eliceiri K. 2012: NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. Nature Methods 9(7): 671–675. https://doi.org/10.1038/nmeth.2089

Schnitzler A., Heuzé P. 2006: Ivy (*Hedera helix* L.) dynamics in riverine forests: Effects of river regulation and forest disturbance. Forest Ecology and Management 236(1): 12–17. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.05.060

Sponagel H., Grot tenthaler W., Hartmann K.-J., Hartwich R., Janetzko P., Joisten H., Kühn D., Sabel K.-J., Traidl R. 2005: Bodenkundliche Kartieranleitung. 5. Auflage, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und Staatlichen Geologischen Diensten der Bundesrepublik Deutschland, Hannover, 438 pp.

Stefanovits P. 1992: Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 379 pp.

Strelau M., Clements D. R., Benner J., Prasad R. 2018: The biology of Canadian weeds: 157. *Hedera helix* L. and *Hedera hibernica* (G. Kirchn.) Bean. Canadian Journal of Plant Science 98(5): 1005–1022. https://doi.org/10.1139/cjps-2018-0009

Sulgrove S. M. 2004: Is ivy invasive? What's known about ivy. Ivy Journal 30: 5–66.

Szabó Á. 2025: Termőhelyfeltárási szakvélemény Budapest XVIII. 11/A erdőrészletre. Jelentés, készült a Pilisi Parkerdő Zrt. megbízásából, 13 pp.

Szabó L. 2012: A pesti zöldgyűrű koncepciója és a pestszentlőrinci Kavicsbánya szabadtérépítészeti koncepcióterve. Diplomamunka, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest, 109 pp.

Szabolcs I. (szerk.) 1966: A genetikus üzemi talajtérképezés módszerkönyve. Országos Mezőgazdasági Minőségvizsgáló Intézet, Budapest, 351 pp.

Szodfridt I. 1993: Erdészeti termőhelyismeret-tan. Mezőgazda Kiadó, Budapest, 317 pp.

Taylor Z., Aghili M., Arbat R. K., Ahmad O. 2025: The effect of English holly (*Ilex aquifolium*) and English ivy (*Hedera helix*) invasion on local soil pH and understory species diversity in coniferous and deciduous forests. University of British Columbia Undergraduate Research, BIOL_V 406, 22 pp. https://doi.org/10.14288/1.0448895

Thomas L. K. 1980: The impact of three exotic plant species on a Potomac island. National Park Service Scientific Monograph Series 13. U.S. Department of the Interior, 179 pp.

Vuidot A., Paillet Y., Archaux F., Gosselin F. 2011: Influence of tree characteristics and forest management on tree microhabitats. Biological Conservation 144(1): 441–450. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.09.030

Wang Z. 2019: Comparison of sample size by bootstrap and by formulas based on normal distribution assumption. Therapeutic Innovation and Regulatory Science 53(2): 170–175. https://doi.org/10.1177/2168479018778280

Wargo P. M. 1996: Consequences of environmental stress on oak: predisposition to pathogens. Annals of Forest Science 53(2–3): 359–368. https://doi.org/10.1051/forest:19960218

Veperdi G. 2008: Faterméstan – oktatási segédanyag okleveles erdőmérnök szak hallgatói részére. Egyetemi jegyzet, Sopron, 84 pp.

Wyka J., Dyderski M. K., Grzędzicka E., Lešo P., Piechnik Ł., Kajtoch Ł. 2025: I want to climb to the tops of trees! Factors facilitating the development of ivy vines in central European forests. Forestry 98(4): 494–506. https://doi.org/10.1093/forestry/cpae054

Zoltán L. 2025a: A Budapest XVIII. ker. 11/A erdőrészlet (Péterhalmi-erdő) ökológiai értékeinek felmérése. Kutatási jelentés, Pilisi Parkerdő Zrt., 30 pp. https://varosierdo.parkerdo.hu/?jet_download=608993b20ec0ee656601c0e9d0d1383f451b13af

Zoltán L. 2025b: A IX. kerületi Kiserdő (Budapest IX. ker. 1 erdőtag) ökológiai értékeinek felmérése. Kutatási jelentés, Pilisi Parkerdő Zrt., 33 pp. https://varosierdo.parkerdo.hu/?jet_download=1a1c183e7ed36be20f5315f5ceedcd2fe8f2df3d

Zoltán L. 2025c: A Nagyiccei-erdő (Budapest X. ker. 1/A erdőrészlet) ökológiai értékeinek felmérése. Kutatási jelentés, Pilisi Parkerdő Zrt., 29 pp. https://varosierdo.parkerdo.hu/?jet_download=e41d72768286c8b7ec6469437f0c12c1a846e304

Zoltán L., Németh T., Horváth S., Bérces S., Elek Z., Standovár T. 2025: Relationships between saproxylic beetle microhabitat occurrences and forest state indicators. Forests 16(2): 195. https://doi.org/10.3390/f16020195

Világháló hivatkozások:

http1 – Borostyán Élőhely Kutatás Projekt. https://entzkonyvtar.wordpress.com/borostyan-elohely-kutatas-projekt/ (hozzáférés: 2026.04.20.)

http2 – Budapesti Városi Erdők – Péterhalmi-erdő. https://varosierdo.parkerdo.hu/peterhalmi-erdo/ (hozzáférés: 2026.04.20.)

Elektronikus melléklet: E1. táblázat
Electronic supplement: Table 1.

E1. táblázat. Kimutathatóság, hatásnagyság és szignifikáns különbségek a cönológiai felmérésekben.

Table E1. Detectability, effect size and significant differences in the coenological surveys.

Impacts of heavy colonization by ivy (*Hedera*) species on forest stand water balance in an urban forest in Budapest

B. BATÁRI[1], S. HORVÁTH[1,2], L. ZOLTÁN[1]*

[1]Department of Plant Systematics, Ecology and Theoretical Biology, ELTE Eötvös Loránd University, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C;
(*corresponding author), laszlo.zoltan@ttk.elte.hu
[2]Duna-Ipoly National Park Directorate, 1121 Budapest, Költő u. 21.

Received: 03.05.2026; Revised: 30.08.2026; Accepted: 19.09.2026

Key words: *Hedera crebrescens*, *Hedera helix*, *Hedera hibernica*, liana, invasive species, *Quercus robur.*

Abstract: In recent years, increasing attention has been paid to the ecological role of lianas, particularly ivy species; however, the mechanisms of impact of non-na-

tive *Hedera* taxa in Europe remain poorly understood. The aim of our study was to investigate the ecological effects of native and non-native ivy species (*Hedera helix*, *Hedera hibernica*, *Hedera crebrescens*) on the condition of the dominant tree species, pedunculate oak (*Quercus robur*), in an urban forest in Budapest. In the Péterhalmi Forest, we conducted leaf area, soil, coenological, and timber volume estimation studies in 10 plots heavily colonized by ivies and 10 control plots. Our results showed that oak leaf area was significantly smaller in ivy-covered sites, indicating increased water stress. At the same time, these sites were located on soils with higher water-holding capacity, suggesting that ivy acts as a significant interspecific competitor for water. No substantial differences were found in species composition between the plots, except for a higher cover of nitrophilous disturbance-indicator species outside ivy-infested areas. Investigated forest mensuration attributes also did not differ significantly between the two site types, suggesting that the presence of ivies may offset more favourable site conditions. Based on our results, ivy species may play a significant role in shaping the water dynamics of forests with unfavourable water supply; therefore, their partial and periodic control may be justified.

Citation: Batári B., Horváth S., Zoltán L. 2026: Borostyánok (*Hedera* spp.) tömeges jelenlétének hatása az erdőállomány vízháztartására egy budapesti városi erdőben. Bot. Közlem. 113(2): 123–144. https://doi.org/10.17716/BotKozlem.2026.113.2.123