

SZAKDOLGOZAT

Horváth Anna
Természetvédelmi mérnök

Gödöllő
2023



Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem

Szent István Campus

Természetvédelmi mérnök

Szak

**Városi vetett méhlegelők virágokra és beporzókra
gyakorolt hatása**

Belső konzulens:	Dr. Sárospataki Miklós Egyetemi docens
Külső konzulens:	Szigeti Viktor Tudományos munkatárs (HUN-REN, Ökológiai Kutatóközpont)
Készítette:	Horváth Anna KKDQR2 Nappali
Intézet/Tanszék:	Vadgazdálkodási és Természetvédelmi Intézet

**Gödöllő
2023**

Tartalom

Tartalom	2
1. Bevezetés és célkitűzések.....	3
1.1 Bevezetés.....	3
1.2. Célkitűzések	4
2. Szakirodalmi áttekintés	5
2.1. Beporzás.....	5
2.2. Beporzókat fenyegető veszélyek.....	6
2.3. Urbanizáció és a beporzók	9
2.4. Beporzó-barát városi környezet kialakítása	11
3. A vizsgálatok módszerei	14
3.1. A vizsgálat háttere.....	14
3.2. Mintavételi területek	14
3.3. Mintavétel	17
3.4. Adatelemzés	19
4. Eredmények és értékelésük	20
5. Következtetések és javaslatok.....	29
6. Összefoglalás.....	32
7. Köszönetnyilvánítás	34
8. Irodalomjegyzék:.....	35
9. Mellékletek, függelék.....	41
10. Nyilatkozat	43

1. Bevezetés és célkitűzések

1.1 Bevezetés

A Föld népessége folyamatosan nő, így 2022. novemberére elérte a 8 milliárd főt. Az emberiség tevékenységének hatása globális szinten vált rendkívül intenzívvé az élővilágra és visszafordíthatatlanul változtatta meg a Föld élő rendszereinek működését, ezzel egy új földtörténeti kort teremtve: az antropocén kort (Balogh 2021). Az emberi populáció növekedésével összhangban nőnek az emberi élelmiszer termelés igényei, ezzel a mezőgazdasági területek és a városok térhódítása egyre több területet von el a természettől. A természetes élőhelyek eltűnése, átalakulása és feldarabolódása veszélyezteti a biodiverzitást és az ökoszisztéma szolgáltatásokat, ami végső soron visszahat az emberiségre (IPBES, 2016).

A 2000-es évek elején az ENSZ kezdeményezésére létrejött Millenium Ökoszisztéma Felméréssel (Millennium Ecosystem Assessment, MEA) sikerült beemelni a tudományos életbe, a szakpolitikákba és a köztudatba az ökoszisztéma szolgáltatások fogalmát (Kovács és mtsai. 2011). Magához a fogalomhoz számos definíció párosítható, ami a MEA meghatározása szerint így hangzik: „a természeti szolgáltatások mindazok a kézzel fogható és kézzel nem fogható hasznok, amelyeket egy adott ökoszisztéma biztosít a társadalom részére”. A MEA kategorizálása alapján az ökoszisztéma szolgáltatásokat négy fő csoportba sorolja. Ezek az ellátó-, kulturális-, támogató- és szabályozó szolgáltatások. Az ellátó szolgáltatások közé olyan termeléssel kapcsolatos tényezők tartoznak, mint az élelmiszer, takarmány, energiaforrás, tüzelőanyag. A kulturális szolgáltatások közé sorolható például a természethez kötődő, történelmi, vallási örökség, az oktatási szolgáltatások, rekreáció. Támogató szolgáltatás a talajképződés, a tápanyagok körforgása és a növényi primer produkció (Millennium Ecosystem Assessment 2005., Kelemen és mtsai. 2010). A szabályozó szolgáltatások közé tartozik a beporzás is, melyet a mezőgazdálkodás intenzifikálása és a városiasodás üteme egyre inkább veszélyezteti (Brussaard és mtsai. 2010), pedig a termesztett haszonnövényeink 75%-a az állatok által végzett beporzásra támaszkodik (Klein és mtsai. 2006). A beporzóktól függ hosszú távon az ökoszisztémák működése és a biológiai sokféleség fennmaradása (Ollerton 2022). Az ökoszisztéma szolgáltatások közül jelen dolgozatban a beporzók témakörét vizsgáltam, ezen belül a városi környezetben kialakított, beporzó rovarokat segítő beavatkozások hatását.

1.2. Célkitűzések

Szakdolgozatom célja felmérni Budapest XII. kerületének vetett méhlegelőinek beporzó közösségeit, összevetve azokat kontroll területekkel, azaz konvencionálisan fenntartott parkrészekkel, útszegélyekkel, annak érdekében, hogy a méhlegelők potenciális pozitív hatásáról képet kapjunk. A vizsgált lokális változók: a zöld növény borítása, vegetáció magassága, a virág mennyiség, virágzó növények fajszáma, virág diverzitás, beporzó mennyiség, beporzó fajsza és diverzitás.

2. Szakirodalmi áttekintés

2.1. Beporzás

A virágos növények esetében akkor beszélhetünk megporzásról, amikor a virágokban található porzók által termelt pollen a bibére érkezik. Erre a növények háromféle úton evolválódtak. Az egyik út a szél általi megporzás, egy jóval ritkább a víz általi megporzás, végül az állatok általi megporzás, mely a leggyakoribb módja a növények reprodukciójának. A virágos növények és a megporzásukat végző állatok között az esetek egy részében mutualista (mindkét félnek előnyös kölcsönhatás) kapcsolat áll fenn, mivel a növény a megporzásért cserébe táplálékkal szolgál az állatnak. Bár egyes növények a megtévesztés stratégiáját alkalmazzák, magukhoz csalva a beporzóikat ellenszolgáltatás, jutalom nélkül (Ollerton 2022). A virágok által biztosított nektár és virágpor szolgál táplálékkul a különböző beporzó rovarcsoportoknak (Goulson 2003). A méhek számára pl. a nektár az elsődleges energiaforrás, a fehérjéket, lipideket, vitaminokat és az ásványi anyagokat a virágpor biztosítja ivadékaik fejlődéséhez (Nicolson 2011). A kifejlett lepkék a cukorban gazdag nektárral táplálkoznak (He, Jiang és mtsai. 2021), de virágporral való táplálkozást is megfigyeltek már néhány faj esetében (Gilbert 1972). A kifejlett zengőlegyek táplálékválasztása kiterjed a nektárra és a virágporra egyaránt (Rossi és mtsai. 2006).

A „Cox-Knox posztulátum” alapján terepi körülmények között a következő négy akció teljesülésével mondható ki egy adott fajról, hogy beporzó. Az első kitétel a pollen növényről való átkerülése a vektorra (a beporzást végző állat), második kitétel a pollen vektor által történő szállítása. Ezt követően a harmadik kitétel alapján a pollennek a virág bibéjére kell jutnia, majd a negyedik kitétel szerint a folyamatnak a petesejtek megtermékenyítésével is kell járnia (Cox and Knox 1988).

Becslések szerint 350 000, nagyrészt szárazföldi gerinces és gerinctelen állatfaj tekinthető beporzónak (Ollerton 2017). A legfontosabb beporzók a bogarak (*Coleoptera*), a legyek (*Diptera*), a lepkék (*Lepidoptera*) valamint a hártyásszárnyúak (*Hymenoptera*) rendjébe tartoznak (Wardhaugh 2015). A hártyásszárnyúak közül, mint beporzó faj, a legtöbb embernek a háziméh (*Apis mellifera* Linnaeus, 1758) jut eszébe, az pedig már kevésbé van a köztudatban,

hogy Magyarországon több mint 700 vadméh faj honos, amelyek úgyszintén részt vesznek a beporzás folyamatában (Kovács-Hostyánszki 2019, Józán 2011). A kétszárnyúak rendjéből a zengőlegyek (*Syrphidae*) ökoszisztéma szolgáltatásban betöltött szerepe kettős, ugyanis lárváik a biológiai védekezésben, míg imágó alakban a beporzásban vesznek részt (Földesi 2011). A lepkék rendjén belül az éjjeli lepkék (*Heterocera*) és a nappali lepkék (*Rhopalocera*) is említésre méltó állatcsoportok. Az ő szerepük is kettős az ökoszisztémákban, viszont ebben az esetben lárvaalakjaik lehetnek kártevők is, míg imágó alakban beporzóként viselkednek (Ostiguy 2011).

A virágos növények és beporzók közötti mutualizmus már a kréta időszak óta fennáll, aminek köszönhetően a növények nagyobb reprodukciós sikereket érhetnek el (Kearns és mtsai. 1998). A virágos növények legalább 67%-a függ a rovarok beporzásától. A beporzókra ható negatív tényezők így a növényeken keresztül akár képesek több fajra kiható események sorozatát indukálni (Kearns és mtsai. 1998). Az IPBES (a biológiai sokféleséggel és az ökoszisztéma-szolgáltatásokkal foglalkozó kormányközi tudománypolitikai platform) 2016-ban kiadott értékelő jelentése a beporzókról, a beporzásról és az élelmiszer-előállításról, a vadon élő virágos növények 90%-áról tesz említést, amelyek állatok beporzását igénylik. Emellett élelmiszer-növényeink több mint háromnegyede valamilyen formában állatok általi beporzást igényel. Míg egyfelől a beporzás és a beporzó fajok védelme a biodiverzitás és a természetes ökoszisztémák megfelelő működése miatt elengedhetetlen, a gazdasági szempontok is nyomtatékot adnak a döntéshozóknak, hogy érdemben foglalkozzanak a témával.

2.2. Beporzókat fenyegető veszélyek

A beporzók egyed- és fajsza-m-csökkenésének oka leginkább antropogén eredetű tevékenységekre vezethető vissza. Öt fontosabb tényező emelhető ki, ami a beporzófajokat és magát a beporzást befolyásolja (Potts, 2016). Az első a földhasználat és annak változása, intenzitása. A megfelelő élőhelytípusok aránya és azok sokfélesége kulcsfontosságú a biodiverzitás megőrzéséhez (Steffan-Dewenter, 2002), a mezőgazdasági tevékenység intenzifikációja pedig az élőhelyek eltűnéséhez és leromlásához vezet. A mezőgazdaság mellett a városiasodás okozta élőhelyvesztés szintén nagy szerepet játszik a negatív hatású földhasználati gyakorlatok között (Liu és mtsai. 2016). Az élőhelyek degradációjának következtében elvesznek a beporzó rovarok számára fontos táplálék források és a potenciális

fészkelőhelyek (Potts, 2010). A természetes élőhelyek fragmentálódása (feldarabolódása) az élőhelyeket és ökoszisztémákat elszigetelt foltokká alakítja (Mullu, 2016), ami például sok kisebb testű vadméh-fajnak megnehezíti a táplálékkeresését (Delnevo, 2020).

A második tényező a növényvédőszer és a genetikailag módosított organizmusok használata. A növényvédőszer beporzókra gyakorolt hatása lehet letális és szubletális, a hatásuk mértéke függ a kitettség időtartamától, szintjétől és módjától (Sponsler és mtsai. 2019). A neonikotinoidok bevezetésük óta a legszélesebb körben alkalmazott rovarölő szerekké váltak, a globális rovarölőszer-piac 25%-át uralják (Blake, Copping, 2017). A méhek esetében a neonikotinoidoknak való kitettség történhet belégzés, érintkezés és lenyelés útján egyaránt. A talajban fészkelő beporzók esetében érintkezésük a szennyezett talajjal lehet a kitettség forrása, de érheti a beporzókat direkt kontaktus, illetve szermaradványokat tartalmazó táplálék elfogyasztása útján is (van der Sluijs és mtsai. 2013). Szubletális hatásuk idegrendszeri károsodást, kognitív képességeik romlását, táplálkozási tevékenységeik rendellenességét okozhatja (Lu, Hung és mtsai. 2020). Az Európai Unió 2018-ban betiltotta a neonikotinoidok használatát az Unión belül (Jactel és mtsai. 2019), aminek köszönhetően a beporzók helyzete javulhat. A genetikailag módosított élőlények (GMO-k) használata a beporzó rovarok tekintetében még ismeretlen, de potenciális kockázatokat jelent a beporzó közösségek diverzitására és abundanciájára (IPBES, 2016).

A harmadik tényező a beporzó rovarokat támadó kórokozók, betegségek. A háziméhek kolóniáiban legtöbb esetben az ázsiai méhatka (*Varroa destructor*), számos vírus vektora okoz jelentős gondokat (Vanbergen, 2013). Az egyik legelterjedtebb *Varroa* által terjesztett RNS vírus a deformált szárny vírus, ami a háziméheken kívül már vadon élő beporzókat is érinthet (Singh és mtsai. 2010). Ennek megfelelően a háziméhek nagy sűrűségben való tartása olykor elősegíti egy-egy kórokozó, betegség terjedését akár a vadon élő beporzók között is (Singh és mtsai. 2010), ami a közeljövőben igen jelentős problémákhoz vezethet.

Negyedik tényező az éghajlatváltozás. A növény-beporzó közötti mutualista kapcsolatot is érinti, fenológiai eltérést okozva közöttük. A hőmérséklet változásával a növények esetében az első virágzás, beporzóik esetében pedig az első kelés időpontja eltérő ütemben következhet be (Sparks és mtsai. 2000). A fenológiai értelemben vett tavasz egyes lepkefajoknál háromszor gyorsabban következett be az utóbbi időben, mint a hozzájuk köthető tápövényeiknél (Settele és mtsai. 2016). Az így létrejövő aszinkronitás egyrészt a beporzó rovarok táplálékszerzését nehezíti, másrészt a beporzók látogatásának csökkenésével a tőlük függő növények

reprodukcióját is ellehetetleníti. Bizonyos esetekben a generalista beporzó fajok a gazdanövények váltásával képesek lehetnek lépést tartani a fenológiai változásokkal, de akár az is előfordulhat, hogy szinkronban változnak (Settele és mtsai. 2016). A hosszú távú hőmérsékletingadozás negatív hatással van a repülő rovarokra, mivel a hőmérséklet hirtelen emelkedése meghaladhatja a rovarok helyileg kialakult tűrőképességét (Welti és mtsai. 2021).

Az ötödik tényező az inváziós vagy özönfajok térnyerése. Azokat a növényeket vagy állatokat tartjuk özönfajoknak, amelyek véletlen behurcolással vagy szándékos betelepítéssel a természetes előfordulási területükön kívül megtelepednek, ezzel veszélyeztetve az őshonos életközösségeket (Malatinszky 2020). Magyarországon a jelentős problémát okozó özönnövények közé sorolhatók például a mirigyes bálványfa (*Alianthus altissima*), az ártéri japánkeserűfű (*Fallopia japonica*) és az aranyvessző fajok (*Solidago spp.*) (Botta-Dukát 2008). Veszélyük a beporzófajokra nézve megjelenthet inváziós rovar-porozta növények, idegenhonos, a hazai beporzókkal konkuráló fajok, a hazai beporzókat támadó predátor szervezetek, illetve nem őshonos kártevők formájában (Vanbergen és mtsai. 2017, Kovács-Hostyánszki és mtsai. 2022).

A biológiai sokféleség globális csökkenését régóta tanulmányozzák, de a rovarok, egyedsűrűségük és diverzitásuk ellenére, továbbra is alulreprezentáltak maradtak a tanulmányokban (Simmons és mtsai. 2019). Számos kutatás szól vadméhek és lepkék gyakoriságának lokális csökkenéséről, de globális viszonylatban a csökkenésük mértéke sok esetben nem ismert (van der Sluijs 2020). A sydney-i Egyetem módszeres vizsgálata során arra a megállapításra jutott, hogy a jelenleg ismert rovarfajok több, mint 40%-át a kihalás veszélye fenyegeti (Sánchez-Bayo, Wyckhuys 2019). Magyarországról kevés adat áll rendelkezésre a rovarállomány csökkenését illetően. A hazai nappali nagylepkefajok diverzitása és egyedszáma jelentősen csökkent az elmúlt évtizedekben egy Sellye környékén készült kutatás szerint (Uherkovich 2022). A Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület (MME) mintegy 25 éve folyó Mindennapi Madaraink Monitoringja programjában a rovarevő madárfajok számának jelentős csökkenését tapasztalták, ami a hazai rovarállomány esetleges csökkenésére utalhat (Fidrich 2022). Az 1950-es és 1960-as évek óta a hazánkban ma is megtalálható poszméh fajok több mint felének csökken az állománya (Sárospataki és mtsai. 2004). A beporzókat számos veszély fenyegeti, a védelmükhöz viszont még nem elegendő a rendelkezésünkre álló információ. A legnagyobb probléma az élőhelyek ember általi átalakítása, a városok terjeszkedése, beleértve például a városokban rejlő zöldítő lehetőségek kiaknázatlanságát is.

2.3. Urbanizáció és a beporzók

Napjainkban, a világ népességének 55%-a városokban él. Az ENSZ által kiadott 2018-as vizsgálat a világ urbanizációs kilátásairól rámutatott arra a jövőképre, miszerint 2050-re a világ népességének 68%-a fog városokban élni (United Nations 2018). Magyarországon a lakosság 71%-a él városokban, ami közelít a 73%-os európai átlaghoz (Kovács 2017). Városi zöldterületek létrehozása napjainkra nélkülözhetetlenné vált, ezek ökológiai, esztétikai és rekreációs értékei vitathatatlanok (Cemil & Gyker 2012). A városokban található zöldterületek javítják a városlakók életminőségét, beleértve a fizikai- és mentális egészségüket (Wolch és mtsai. 2014, Callaghan és mtsai. 2020).

Több szempontból is fontos megértenünk, milyen hatással van a beporzók populációira az urbanizáció. Egyrészt a városban előforduló beporzó fajoknak is lehet természetvédelmi, mezőgazdasági értéke, akár helyi, vagy országos szinten. Nem csak a beporzást végző fajok, hanem a tőlük reprodukciósan függő növények között is előfordulhatnak ritka, védett virágos növények. Másrészt fontos lehet az ökoszisztéma-szolgáltatások értéke miatt, melyet maguk a beporzók nyújtanak. A városi élelmiszer-termelés jelentősége a fejlett világban még kevésbé feltárt, azonban egyes tanulmányok azt mutatják, hogy a városi mezőgazdálkodás egyes formái segíthetnek az élelmiszerbiztonság fenntartásában (Bates et al. 2011), ehhez pedig beporzókra is szükség van, még a sűrűn lakott városokban, valamint azok környékén is.

A városi zöldterületek alatt két nagyobb kategóriát értünk. Az egyik, amit a helyi hatóságok tartanak fenn és közhasználatban állnak (pl. parkok, játszóterek), a másik kategóriába a magántulajdonú kertek és egyéb zöldfelületek tartoznak. A városi környezetben található vízzáró (beépített) felületek aránya az urbanizáció indikátora, mely magyarázza az urbanizáció környezeti hatásait is (Arnold és Gibbons 1996). Az urbanizáció, a beépítettség mértéke a városokban megtalálható beporzó közösségeket is befolyásolja.

Azok a kutatások, melyek az urbanizáció beporzókra kifejtett hatását vizsgálják, ellentmondásos eredményeket mutatnak. Egyes kutatások a városi területeket potenciális beporzómenedékként írják le, másrészt felmerül annak veszélye, hogy a városok terjeszkedése a jövőben fajvesztéssel jár (Wenzel és mtsai. 2020). Egy másik kutatás arra a veszélyre világít rá, hogy városi környezetben nagyobb előnyökhöz juthatnak az idegenhonos méhek az őshonos fajok rovására (Fitch és mtsai. 2019). A városokhoz közeli vidéki területeken hiányzó, ám városi környezetben fellelhető őshonos méhfajok sokfélesége viszont rámutat az urbánus

környezet ökológiai jelentőségére, a biodiverzitás és az ökoszisztéma szolgáltatások megőrzésének lehetőségére (Hall és mtsai. 2017). A városokban fellelhető méhek között előfordulnak magányos, illetve euszociális (államalkotó) fajok is, valamint virágpór-specialista fajok, melyek általában a jobb minőségű élőhelyekre jellemzőek (Hall és mtsai. 2017). A beporzó közösségek összetétele azonban változhat is az urbanizáció hatására, a specialista fajoktól a generalista fajok felé tolva el a közösségek összetételét (Baldock és mtsai. 2015). Az urbanizációra eltérő módon reagálnak az őshonos és az idegenhonos fajok, mégpedig az idegenhonos fajok javára (Liang és mtsai. 2023).

Egy 2022-es áttekintő tanulmány (Prendergast és mtsai. 2022) 51 városi és agrártájban élő méhközösségeket feltáró kutatást összegzett. Kimutatták, hogy városi környezetben a nagyobb kiterjedésű, nyílt, természetes talaj általában a méhek számának növekedésével járt együtt (Prendergast és mtsai. 2022). Városi területeken gyakran magasabb volt a méhek abundanciája, mint a természetközeli tájakon, viszont fajgazdagság szempontjából alulmaradtak ezek a területek (Prendergast és mtsai. 2022). Ezek alapján arra következtetnek, hogy bizonyos fajok előnyben vannak a városi területeken, míg más fajok kevésbé képesek alkalmazkodni a természetes területekről városi területekre váltás során. Végző soron bebizonyosodott, hogy van potenciál a városi területekben, és lehetséges megteremteni azokat a feltételeket, amelyek az őshonos beporzó rovarokat támogatják urbanizált környezetben (Prendergast és mtsai. 2022). Egy hasonló tanulmányban, amelyben virágos városi területek beporzási szolgáltatását vetették össze hasonló paraméterekkel rendelkező virágos vidéki területekkel, szintén arra a következtetésre jutottak, hogy a városi területeken inkább a *Hymenoptera*, a vidéki területeken a *Diptera* és *Lepidoptera* rendbe tartozó fajok dominálnak (Theodorou és mtsai. 2020). A hártáásszárnyúak, és kifejezetten a méhek azért lehetnek sikeresebbek városi környezetben a kétszárnyúak és a lepkék rendjénél, mert a méhek jól fejlett tanulási képessége és memóriája megkönnyíti számukra a dinamikus városokban való tájékozódást, másrészt a méhek érzékenyebbek a mezőgazdasági területek vegyszerekkel történő kezelésére (Theodorou és mtsai. 2020).

Nem minden városi terület felel meg a különböző beporzó csoportok számára. Például a nagyobb testméretű beporzó fajok nagyobb eséllyel maradhatnak fent olyan városi környezetekben, ahol a beépítettség aránya nagyobb, mint a kisebb testméretűek, ugyanis a nagyobb testméretű fajok akár távolabbra is képesek repülni a virágforrásokért, ami egy erősen feldarabolt táji környezetben előnyt jelenthet (Greenleaf és mtsai. 2007, Baldock 2020). Egy Lengyelországban végzett kutatás három különböző típusba sorolta a városi zöldterületeket

(városi füves területek, parkok, lakótelepi zöld infrastruktúra elemek), és ezeken vizsgálta a lepkék, vadméhek és zengőlegyek fajgazdagságát és abundanciáját (Dylewski et al. 2019). Arra a következtetésre jutottak, hogy a biodiverzitás szempontjából nem egyformán értékesek a városi zöldterületek. A lepkék fajgazdagsága és abundanciája különbséget mutatott az élőhelytípusok között, míg a vadméhek és zengőlegyek esetében nem tapasztaltak eltérést a különböző területek között (Dylewski et al. 2019).

Az urbanizált környezetnek is megvannak a maga veszélyei a beporzóközösségekre nézve. A hőmérséklet kulcsfontosságú tényező, mivel ektoterm élőlényekről van szó, amikor (rovar)beporzókról beszélünk. Melegebb hőmérsékleten mind fajokban, mind egyedszámban gazdagabb beporzó közösségekre számíthatunk, de egyben homogenizálja is a méhközösségeket a melegebb hőmérséklethez kevésbé alkalmazkodni képes fajok szelekciója által (Geppert és mtsai. 2022). Az itt felsorolt tényezők mellett természetesen akad még jó pár olyan tényező, amelynek városi környezetben a beporzókra gyakorolt hatásáról még igen keveset tudunk.

Ma már nem szokatlan jelenség, hogy városi környezetben tartanak háziméheket, a városi méhészet 2007 óta egyre nagyobb népszerűségnek örvend (Lorenz & Stark 2015). Az viszont sajnos egy téves megközelítés, hogy a méhkaptárak számának és ezzel a méhcsaládok számának növekedésével javul a beporzók helyzete. A háziméhek konkurálnak a táplálékforrásokért a vadon élő beporzókkal (Torné-Noguera és mtsai. 2016). Egy Párizsban készült tanulmány kimutatta, hogy a mézelőméh-családok sűrűsége negatív hatással van a poszméhek, magányos méhek és egyéb beporzó rovarok viráglátogatására (Ropars és mtsai. 2019). Emellett a korábban említett, háziméhek által terjedő vírusok is fenyegetést jelentenek a vadon élő beporzókra (Singh és mtsai. 2010).

2.4. Beporzó-barát városi környezet kialakítási lehetőségei

Városi környezetben sokféleképpen elősegíthetjük a természet barátabb élőhelyek létrejöttét, támogatva ezzel a biológiai sokféleséget és a beporzók fennmaradásának lehetőségét. Mindenekelőtt érdemes feltérképezni a már jelen lévő élőhelyeket, és azokat, amelyek potenciálisan átalakíthatóak beporzó-barát élőhelyfoltokká. Városi környezetben ilyenek lehetnek a peremterületek, közösségi kertek, ösvények és kerékpárutak szegélyei, de akár

parkolók környéke is (Frischie és mtsai. 2021). Ezt követően három kulcsfontosságú szempontnak kell megfelelnie egy élőhelynek, hogy az kielégítse a különböző beporzó fajok igényeit (Frischie és mtsai. 2021). Egyrészt megfelelő élelemforrásra van szükség, bőséges nektárt és pollent biztosító virágok által, illetve a lepkék esetében lárvakori tápnövényekre is (Frischie és mtsai. 2021). Jó, ha a terület rendelkezik búvóhellyel, fészkelőhellyel, és védve van a növényvédő szerektől (peszticidektől) (Baldock és mtsai. 2020). Egy megfelelőnek tűnő élőhelyfolt még önmagában kevés, fontos az élőhelyek közötti kapcsolódás biztosítása folytonos és állandó vegetációt biztosító ökológiai folyosók révén, vagy ha ez nem kivitelezhető, akkor „lépegető kövek” segítségével, amelyek a beporzó fajok számára még áthidalható távolságban helyezkednek el egymástól (Frischie és mtsai. 2021). A növények kiválasztásánál az egyik legfontosabb szempont az őshonos, termőhelyi adottságokhoz alkalmazkodni képes fajok előnyben részesítése (Baldock és mtsai. 2020). Összetételük alapján minél változatosabb színskálán, különféle formájú virágok választása, amelyek az egész szezonban képesek táplálékkal szolgálni a rovaroknak (Frischie és mtsai. 2021).

A már meglévő városi zöldterületeken a fenntartási (pl. kaszálási) gyakorlatok megválasztása, vagy annak megváltoztatása is nagyban hozzájárulhat a beporzó fajok védelméhez. A kaszálás gyakoriságának csökkentésével és a megfelelő kaszálási időpont kiválasztásával biztosítható a megfelelő menedék és táplálékforrás, mivel így a vadvirágok hosszabb ideig állnak a beporzók rendelkezésére. A kora-tavaszi időszakban célszerű kihagyni a kaszálást, hogy biztosítva legyen a szezon elején a megfelelő mennyiségű élelem a beporzók számára (Wilk és mtsai 2019).

A vadméhek fészkelési stratégiái igen változatosak (Potts és mtsai. 2005), csoportosíthatóak aszerint, hogy saját fészket ásnak, vagy egy már meglévő üreget foglalnak el (Dar és mtsai. 2020). Városi környezetben is megtalálhatóak, vagy relatív könnyen elérhetővé tehetőek azok az anyagok és feltételek (csupasz talaj, elhalt növényi szarak), amelyek alkalmasak fészkelésre, illetve a mesterséges méhhotelek is megfelelő ösztönzőnek bizonyulnak a vadméhek számára (Banaszak-Cibicka és mtsai. 2011, Fortel és mtsai. 2016). A városi zöldterületeket potenciálisan kedvező élőhelyekké lehet átalakítani a lepkefajok számára, viszont kiemelten fontos ehhez az őshonos növények választása. Ezek virágai egyrészt nektárforrást nyújtanak a kifejlett lepkék számára, másrészt lárvák számára pedig tápnövényként szolgálnak (Persson és mtsai. 2019).

Ma már bizonyított tény, hogy az urbanizáció (a beépítettség növekedése) negatív hatást gyakorol a biológiai sokféleségre az élőhelyek eltűnésével és/vagy azok fragmentálódásával (Elmqvist et al. 2016), továbbá az emberi mentál-egészségre is lehetnek negatív hatásai a zöldterületek csökkenésének (Turan & Beşirli 2008). Ez kihívást jelent a városok számára, és gyors reakciókat követel mind a városvezetés, mind a városok polgárai részéről. Világszerte számos sikeres, beporzókat támogató projekt valósult meg városi környezetben. Így többek között a kanadai Surrey városában a parkok virággyásaival és extenzív gyepkezelésével bővítették a beporzók életterét ([http1](#)). Hollandiában, Utrecht városban hoztak létre először zöldtetős buszmegállót, amelyeket olyan szárazságtűrő növényekkel vetettek be, amik élelemmel szolgálhatnak a beporzók és más rovarok számára. Utrechtben 316 ilyen buszmegálló található, példájukat követve az Egyesült Királyságban is tervezik a bevezetésüket ([http2](#), [http3](#)). Szintén az Egyesült Királyságban, a birminghami könyvtár harmadik és hetedik emeleti teraszán kerteket hoztak létre gyümölcsökkel, zöldségekkel és fűszernövényekkel ([http4](#)). A szlovák Somorja önkormányzata évek óta tesz a város biodiverzitásának növelése érdekében, több helyszínen is tartanak fenn méhlegelőket. Bár a méhlegelők fogadtatása megosztott, a városvezetés kiáll a városi élővilág védelméért ([http5](#)). Magyarországon is terjedőben vannak a városi méhlegelők, és a beporzókat támogató projektek. Szegeden a Mondolo Egyesület, Beporzó Hadművelet néven több városi méhlegelő létrehozását tette lehetővé. Egy kutatási program keretében a Szegedi Tudományegyetemmel monitorozzák a beporzók előfordulását, illetve a méhlegelők talajra gyakorolt hatását ([http6](#)). Székesfehérváron 100 hektárnyi területen évi kétszeri kaszálással ökológiai szempontokat figyelembe véve tartanak fenn területeket. A méhlegelők nagyságát 2,5 hektárra bővítették belterületen ([http7](#)). Mindenképpen pozitív tény, hogy a nyugat-európai régiók mellett már Kelet-Európában is nő a városi méhlegelőkre vonatkozó kezdeményezések száma. Ugyanakkor ezen kezdeményezésekhez kapcsolódó kutatások még csak az elmúlt években kezdődtek el, így a hosszútávú monitorozás eredményeire még várni kell.

3. A vizsgálatok módszerei

3.1. A vizsgálat háttere

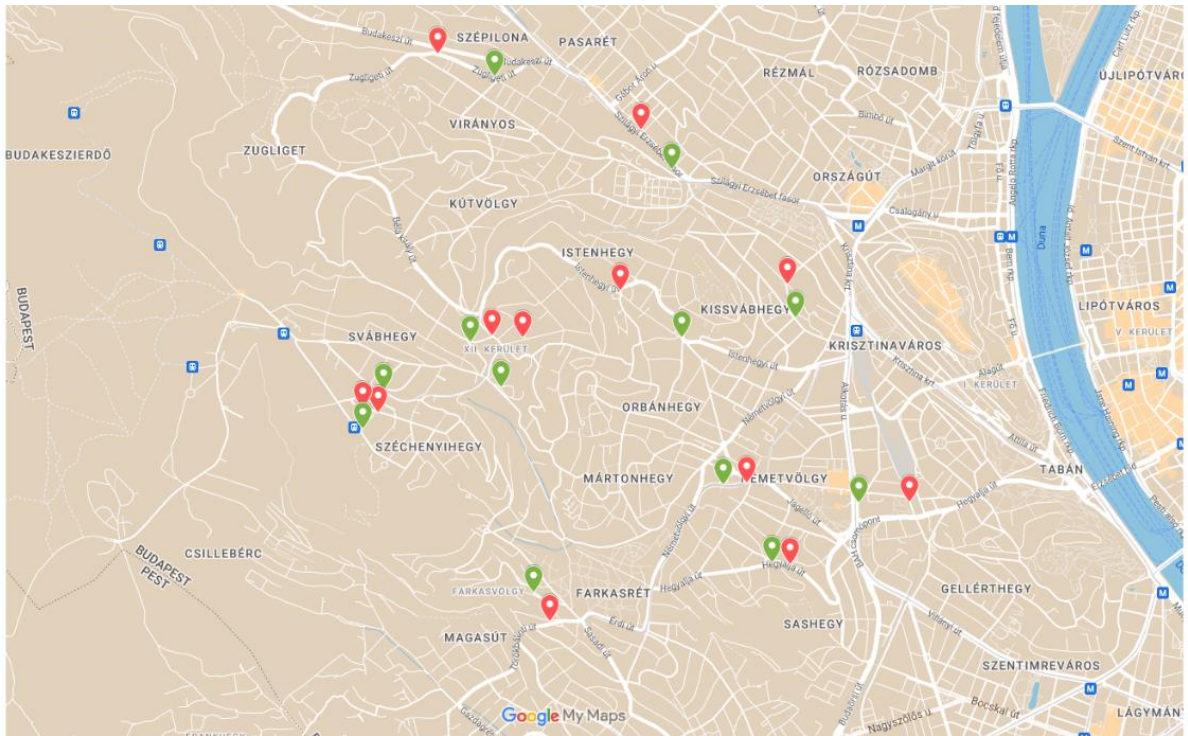
Budapest, XII. kerület Hegyvidéki Önkormányzatának Zöld irodája „Méhbarát Kerület” című programja keretében a beporzókat és a városi méhészkedést támogató intézkedésekkel segíti a városi biodiverzitás növelését (Hegyvidéki Önkormányzat 2020). A Magyar Kutatási Hálózathoz tartozó Ökológiai Kutatóközpont, Lendület Ökoszisztéma-szolgáltatás Kutatócsoportja 2022-ben kezdte el a budapesti méhlegelők hosszú-távú mintavételezését, monitoringját. Szakdolgozati munkám során ehhez a terepi mintavételi lehetőséghez csatlakoztam.

3.2. Mintavételi területek

A vizsgálatba bevont területek mind Budapesten, a XII. kerületben találhatóak (1. ábra). Összesen 12 db vetett virágos folt került kialakításra. A kezelt területeken kétféle virágmagkeverék lett elvetve a tavaszi időszakban. Hat területen Sipos József növényorvos által összeállított, 44 őshonos és idegenhonos növényből álló keverék lett elvetve, melyben megtalálható a közönséges cickafark (*Achillea millefolium*), harangvirág (*Campanula persicifolia*), festő csülleng (*Isatis tinctoria*), facélia (*Phacelia tanacetifolia*), mezei katáng (*Cichorium intybus*), tarka koronafürt (*Coronilla varia*), parlagi pipitér (*Anthemis arvensis*). A fennmaradó hat területen egy holland beszállítótól származó Aurora elnevezésű magkeverék került elvetésre, ebben a magkeverékben a teljesség igénye nélkül fellelhető a kaliforniai kakukkmák (*Eschscholzia californica*), piros len (*Linum grandifolium*), buglyos fátyolvirág (*Gypsophila paniculata*), pipacs (*Papaver rhoeas*), kék búzavirág (*Centaurea cyanus*), orvosi körömvirág (*Calendula officinalis*), kerti pillangóvirág (*Cosmos bipinnatus*). A felhasznált magkeverékek fajlistáit lásd: Süle és mtsai. (2023a) függelékben. A területeket rendszeresen locsolták és gyomlálták, illetve szalaggal elkerítésre kerültek és információs táblával jelölték a rendeltetésüket a járókelők tájékoztatása érdekében (1. kép).

A mintavétel során minden vetett méhlegelőhöz egy, típusban, kitettségben hasonló paraméterű kontroll területet választottunk ki. Kontroll területeknek hagyományos módon kaszált parkokat,

és útszegélyeket választottunk. A területpárok egymáshoz viszonylag közel helyezkednek el a könnyebb elérhetőség és a hasonló környezeti feltételek érdekében.



1. ábra: Budapest XII. kerületében található méhlegelők (zölddel) és kontroll területek (pirossal),
háttér ©Google Map



1. kép: vetett méhlegelő júliusban (saját fotó)



2. kép: mintavételezési kör (saját fotó)

3.3. Mintavétel

A mintavételezés 2022-ben öt alkalommal valósult meg, április 20., 21., 25-én; május 16. 18, 19-én; június 13-án és 14-én; július 12-én és 13-án; augusztus 30., 31 és szeptember 1-jén. A mintavételezési napok száma nagyban függött az időjárási körülményekről és a csapat létszámától, átlagosan 2-3 nap között mozogva. A felvételezést minimum 20-30°C-os hőmérsékleten (áprilisban minimum 13°C teljes napsütés esetén), maximum 15 km/h szél erősség mellett lehetett megkezdeni. Maga a mintavételi protokoll úgy lett kialakítva, hogy a későbbiekben akár citizen science (lakossági adatgyűjtő) projektként is működhessen, vagyis a felvételezés könnyen betanulható, nem igényel komolyabb fajismeretet a felvételezőtől. A mintavétel szezontól függően reggel 8-9 óra magasságában kezdődött, délután 5-6 óra körül tartott. Eszközök tekintetében szükség volt a terepi felvételezési lapra (2. ábra), mérőszalagra, stopperre, és egy ~160 centiméter átmérőjű (2m^2) kört formázó csőre, amely a mintavételezési egységet alkotta (2. kép). A területeket kódnevekkel láttuk el, amiben a terület kezelésére vonatkozó rövidítések utaltak a kezelés jellegére – vetett virágfoltok (treatment) és kontroll területek (control). A területpárokat egymás után felvételeztük, ugyanazon a napon, hogy az időjárási tényezők hasonlóak legyenek, figyelembe véve a virágok és a beporzók napi ritmusát. Egy területen 5 pontot felvételeztünk. Minden esetben fotó készült a mintavételi körről, utána az adatokat rögzítettünk. Adott területen a mintavételi egység helyének kiválasztása véletlenszerűen történt (kerülve az árnyékos foltokat). Tehát nem voltak előre meghatározott mintavételi pontok megadva a területek kis kiterjedéséből fakadóan. A terület környezetére vonatkozó adatok között szerepelt a hőmérséklet, a szél, a felhőzet százalékos borítása és a közelben tartózkodó emberek száma 50 méteres sugarú körben. Feljegyzésre került a területen végzett látható beavatkozás típusa és annak becsült ideje (pl. kaszálás 1 hete). Ezt követően az egyes mintavételi pontok adatai következtek. A mintavételi körben található vegetáció magassága, esetleges emberi hatások feljegyzése (pl. szemét, kutyaürülék jelenléte a körben), a taposás százalékos becslése, valamint a zöld- és száraz növényzet borításának százalékos becslése. A következő lépésben a felvételezési pontban található virágkínálatot jegyeztük fel, a virág morfofaját és színét, valamint az egy morfofajhoz tartozó virágok darabszámát megadva. Mindezek után stopperrel mérve megkezdődött a nettó 5 perces beporzó mintavétel, aminek a kezdeti időpontját jegyeztük fel. Az 5 perc alatt a mintavételi egységbe berepült beporzókat rögzítettük, guild szinten feljegyezve (poszméh, szoliter méh, házi méh, zengőlégy, nappali lepke, éjjeli lepke) és rovar morfofaj szinten pontosítva, (vagyis a szabad szemmel könnyen

megfigyelhető bélyegek, mint az állat mérete, színe, jellegzetessége). Feljegyzésre került a beporzók viselkedése is az alábbi négy kategóriára szűkítve: napozik, pihen, repül, virágot látogat, illetve természetesen az egyedszámokat is rögzítettük. A mintavételezések végeztével az adatokat excel táblázatban rögzítettem.

[illegible]

2. ábra: terepi felvételezési lap

3.4. Adatelemzés

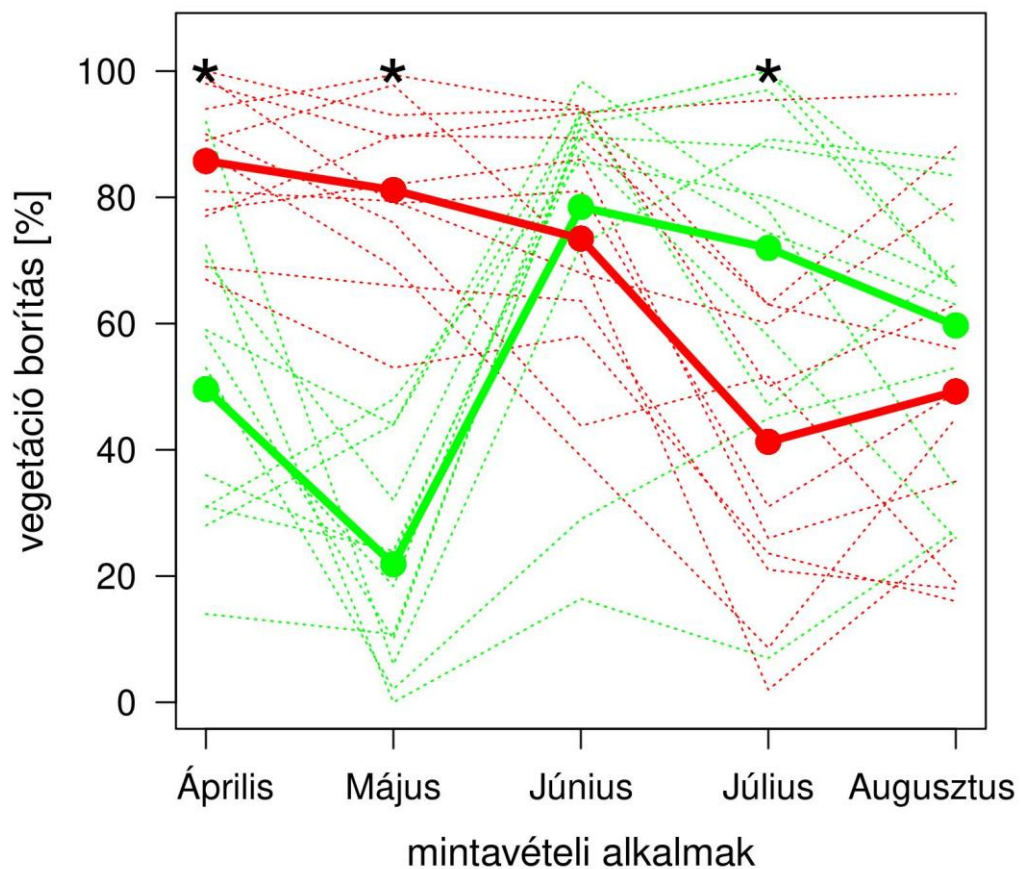
A statisztikai adatelemzést külső konzulensem, Szigeti Viktor végezte el, a teljes kutatásról megjelent cikk az Urban Ecosystems 2023 augusztusi számában (Süle és mtsai. 2023a) elérhető. Az elemzésekhez az eredeti adatok kerültek felhasználásra. A kezelt és a kontroll területek közötti eltéréseket elemeztük a zöld borítottságban, vegetáció magasságában és virágzó növények és a beporzók egyedsűrűségében és morfofajszámában. Ezen túl a virágok és beporzók Shannon-diverzitás értékeinek változását is elemeztük az öt mintavételi alkalom során. A tesztekhez általánosított lineáris kevert modelleket (GLMMs) alkalmaztunk: normális eloszlást a vegetáció magasságának tízes alapú logaritmusan (minden értékhez hozzáadva egyet a transzformáció előtt a nullák miatt), Béta-eloszlást a vegetáció zöld borításán, zéró-inflált Poisson-eloszlást egyedsűrűségben és a morfofajszám gazdagságban, és zéró-inflált normális eloszlást a Shannon-diverzitáson, mint a legjobban illeszkedő eloszlást használtunk (Zuur és mtsai. 2009). Hozzáadtunk egy kis értéket (0.000001) az összes nullához, és levontunk egy kis értéket (0.000001) a vegetáció zöld borításának minden egyes értékéből annak érdekében, hogy arányokat lehessen elemezni, mivel a Béta-eloszlás nem fogad el 0 és 1 értéket. A modellek válaszváltozói a vegetáció magassága és zöld borítottsága voltak; a virágok és a beporzók összes száma, morfológiai csoportok gazdagsága és Shannon-diverzitása. A magyarázó változók a mintavételi alkalmak (pl. április, május, június, július és augusztus faktorként), a kezelés (tehát a méhlegelő-kontrollok közti különbség), és ezek interakciója voltak. A területek kódjai a területpárok kódjaiba beágyazott (nested) random faktorokként kerültek bevonásra, annak érdekében, hogy a lehetséges térbeli autokorrelációt a mintavételi struktúrát (azaz azt, hogy a kontroll-kezelt területpárok térben és mintavételi időben közelebb voltak egymáshoz), valamint a pszeudoreplikációt (azaz öt ismétlés egy mintavételi alkalom során) a területen belül kezelni tudjuk az elemzéseinkben.

A statisztikai elemzéseket R statisztikai környezetben végeztük el (v.4.2.1; RcoreTeam 2022), a 'glmmTMB' v1.1.5 csomagot használva (Brooks és mtsai. 2017). A statisztikai elemzések részletes eredményeit (p értékek, becslések átlagai és standard hibái) lásd: Süle és mtsai. (2023a) cikkben.

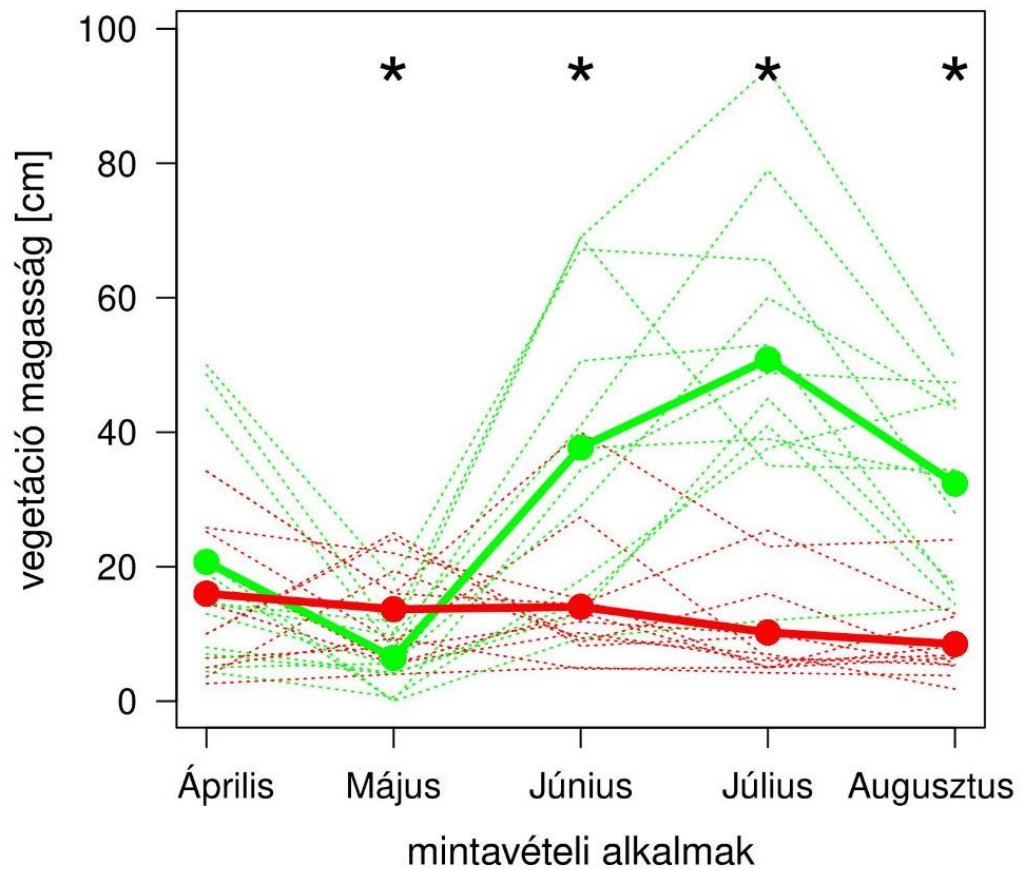
4. Eredmények és értékelésük

Összesen nettó 50 órát töltöttünk a vizsgált területek beporzóinak megfigyelésével. A mintavételek során 19703 virágot és 3197 beporzót jegyeztünk fel. A mintavételezési szezon első felében a kontroll területeken a zöld borítottság és a virággyakoriság magasabb volt áprilisban, az összes vegetáció és virágkínálathoz tartozó változó magasabb volt májusban a kezelt területekhez képest (3., 4., 5. ábra). Júnisban a vegetáció magasság, a virág gyakoriság és a beporzógyakoriság magasabb volt a kezelt területeken (4., 5., 8. ábra). A mintavételezési szezon második felében (július és augusztus), minden változó szignifikánsan magasabb volt a kezelt (méhlegelő) területeken, kivéve a zöld borítottságot és a virág tömegességet augusztusban (3., 5. ábra).

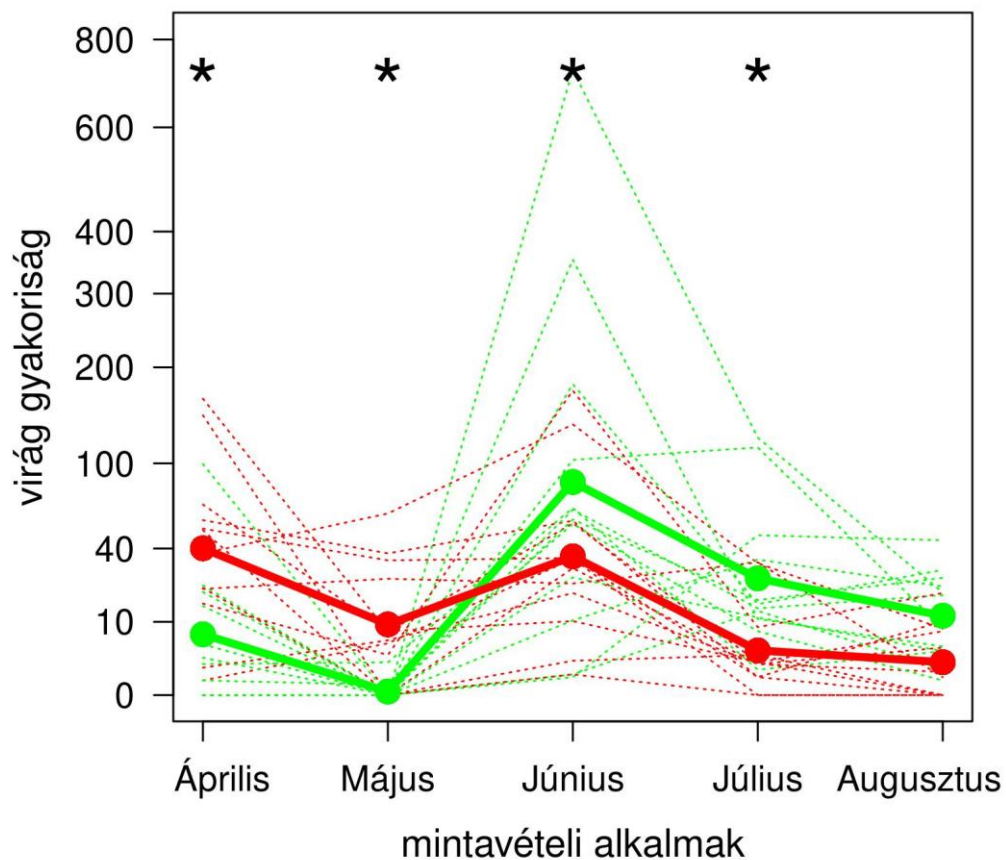
A szezonális változások tekintetében a vegetáció magassága kissé csökkent, míg a vegetáció zöld borítottsága drasztikusan csökkent a kontroll területeken a szezon második felében (3., 4. ábra). A növényzet magassága és zöld borítottsága májustól júniusig növekedett a kezelt területeken (3., 4. ábra). A vegetáció, virágforrások, és a beporzók változói hasonló mintázatot mutattak a kontroll és a kezelt területeken egyaránt (5., 8. ábra). A kontroll területeken összes virág-és beporzó változók csúcsa áprilisban és júniusban, míg a kezelt területeken a virágok és beporzók csúcsa az idény második felében volt (kivéve augusztust; 5., 8. ábra).



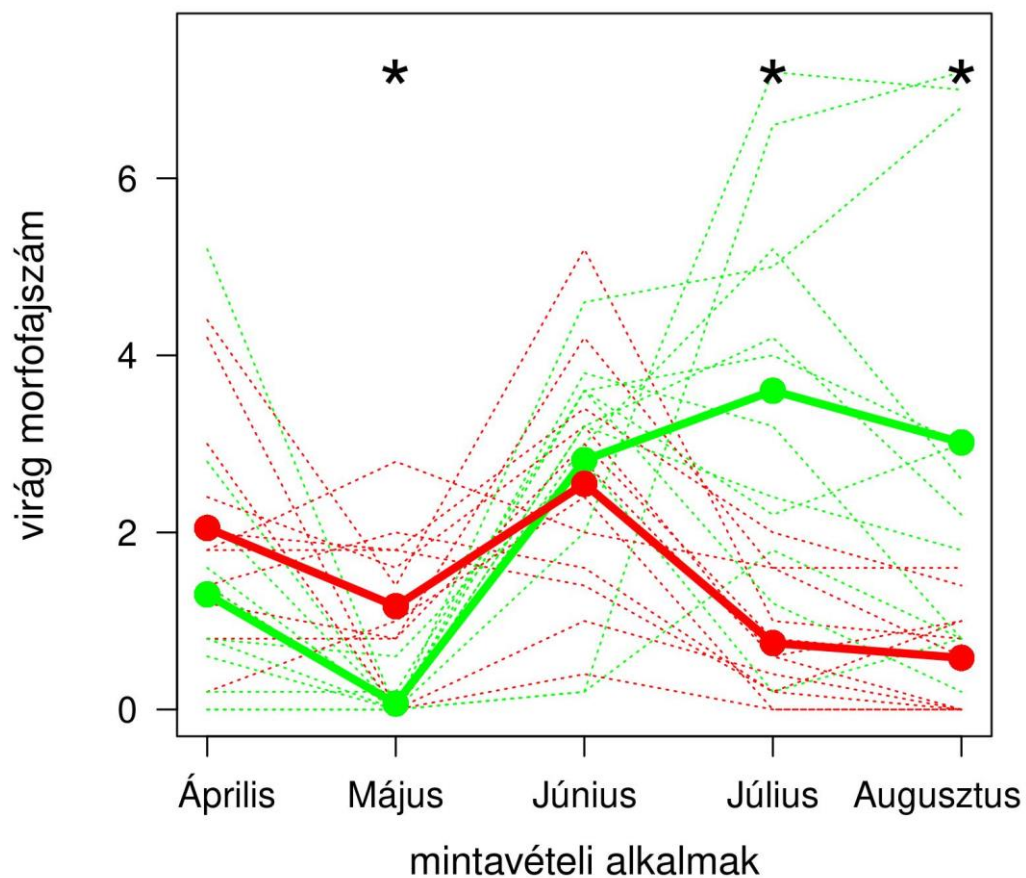
3. ábra: Szezonális változások és kontroll-méhlegelő eltérések a vegetáció zöld növény borításban. Zöld színnel a kezelt, piros színnel a kontroll területeket jelöltük. A szaggatott vonalak a területek külön-külön átlagolt értékeit mutatják. A csillagok a szignifikáns eltérést mutatják a kontroll és méhlegelő között az általánosított lineáris modellek alapján (Süle és mtsai. 2023a).



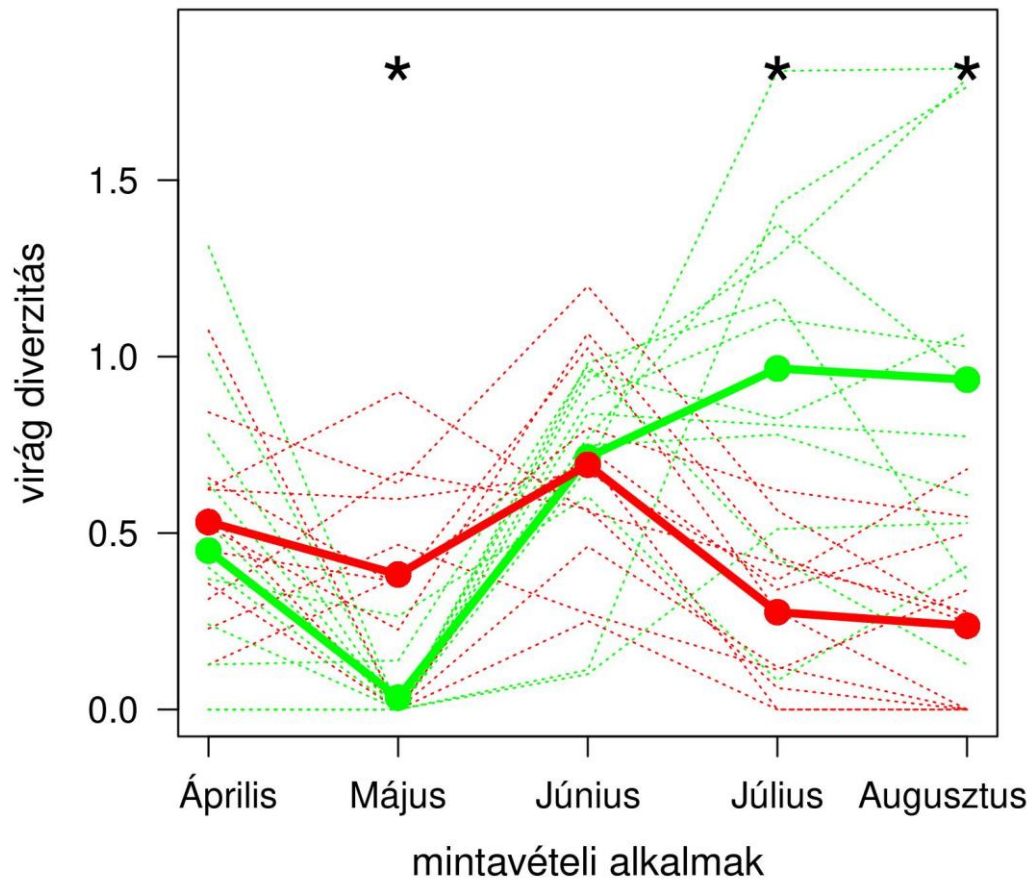
4. ábra: Szezonális változások és kontroll-méhlegelő eltérések a vegetáció magasságban. Zöld színnel a kezel, piros színnel a kontroll területeket jelöltük. A szaggatott vonalak a területek külön-külön átlagolt értékeit mutatják. A csillagok a szignifikáns eltérést mutatják a kontroll és a méhlegelő között az általánosított lineáris modellek alapján (Süle és mtsai. 2023a).



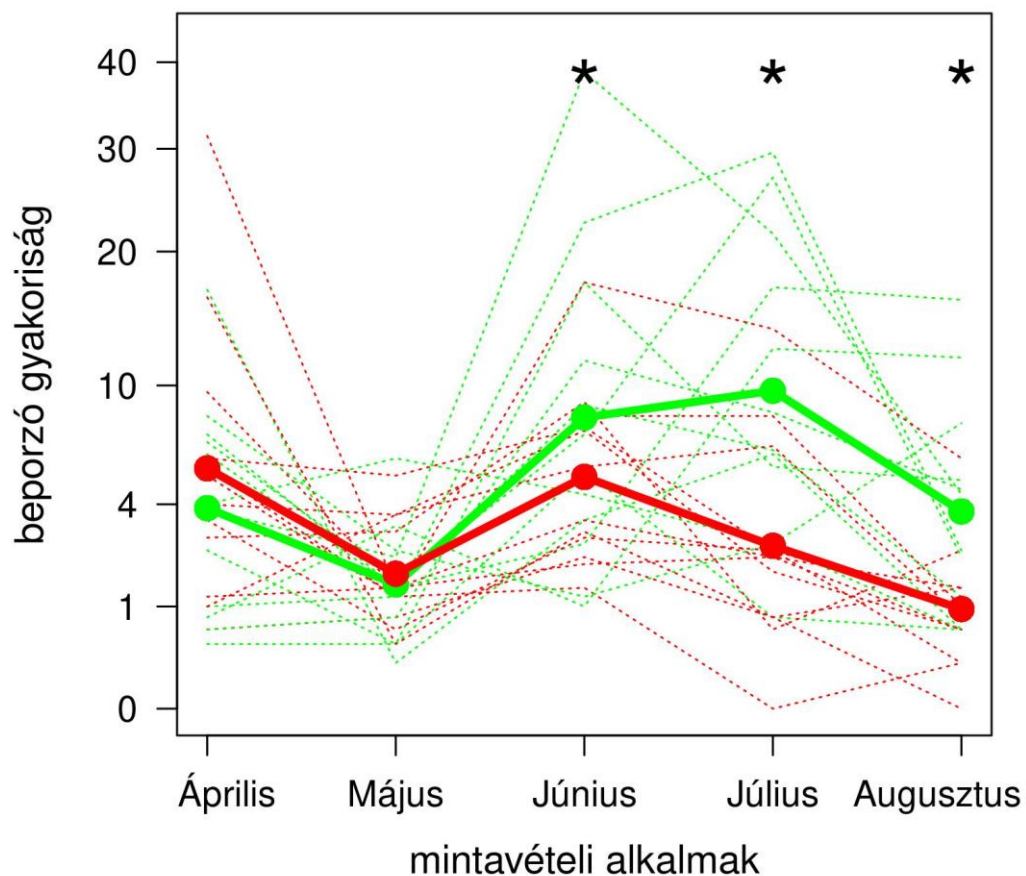
5. ábra: Szezonális változások és kontroll-méhlegelő eltérések a virág gyakoriságban. Zöld színnel a kezelt, piros színnel a kontroll területet jelöltük. A szaggatott vonalak a területek külön-külön átlagolt értékeit mutatják. A csillagok a szignifikáns eltérést mutatják a kontroll és a méhlegelő között az általánosított lineáris modellek alapján (Süle és mtsai. 2023a).



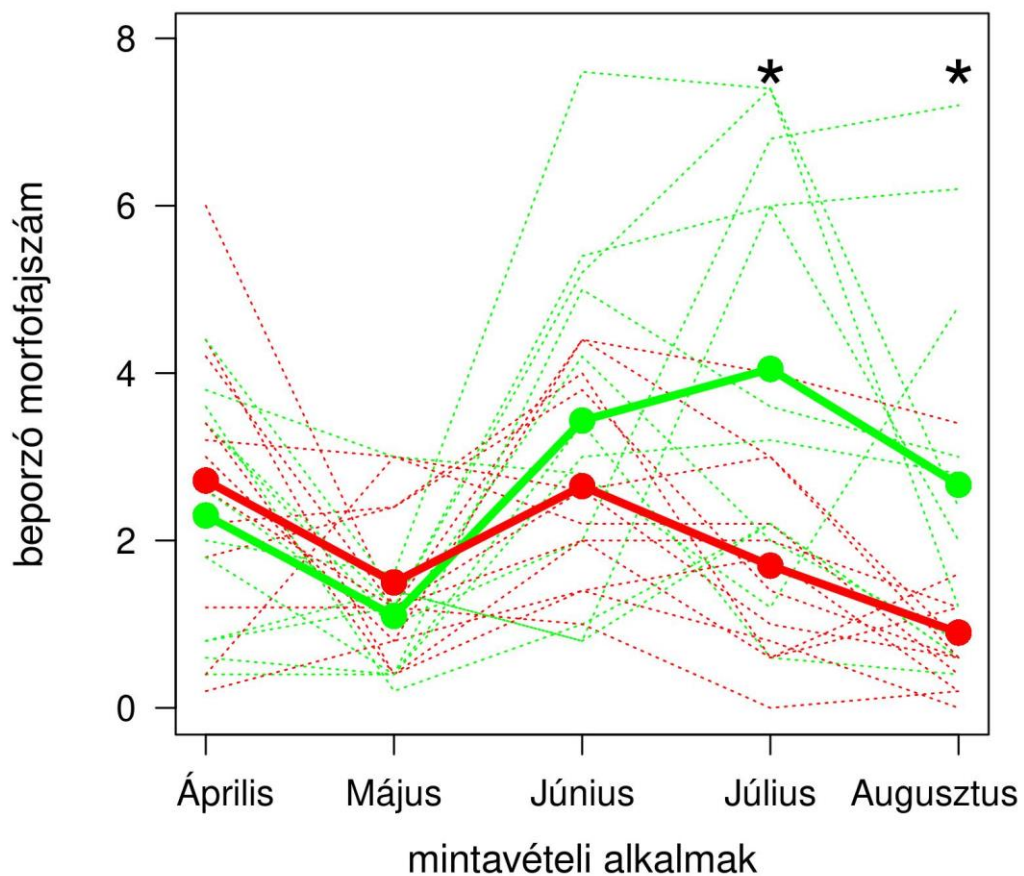
6. ábra: Szezonális változások és kontroll-méhlegelő eltérések a virág morfofajszámában. Zöld színnel a kezel, piros színnel a kontroll területeket jelöltük. A szaggatott vonalak a területek külön-külön átlagolt értékeit mutatják. A csillagok a szignifikáns eltérést mutatják a kontroll és a méhlegelő között az általánosított lineáris modellek alapján (Süle és mtsai. 2023a).



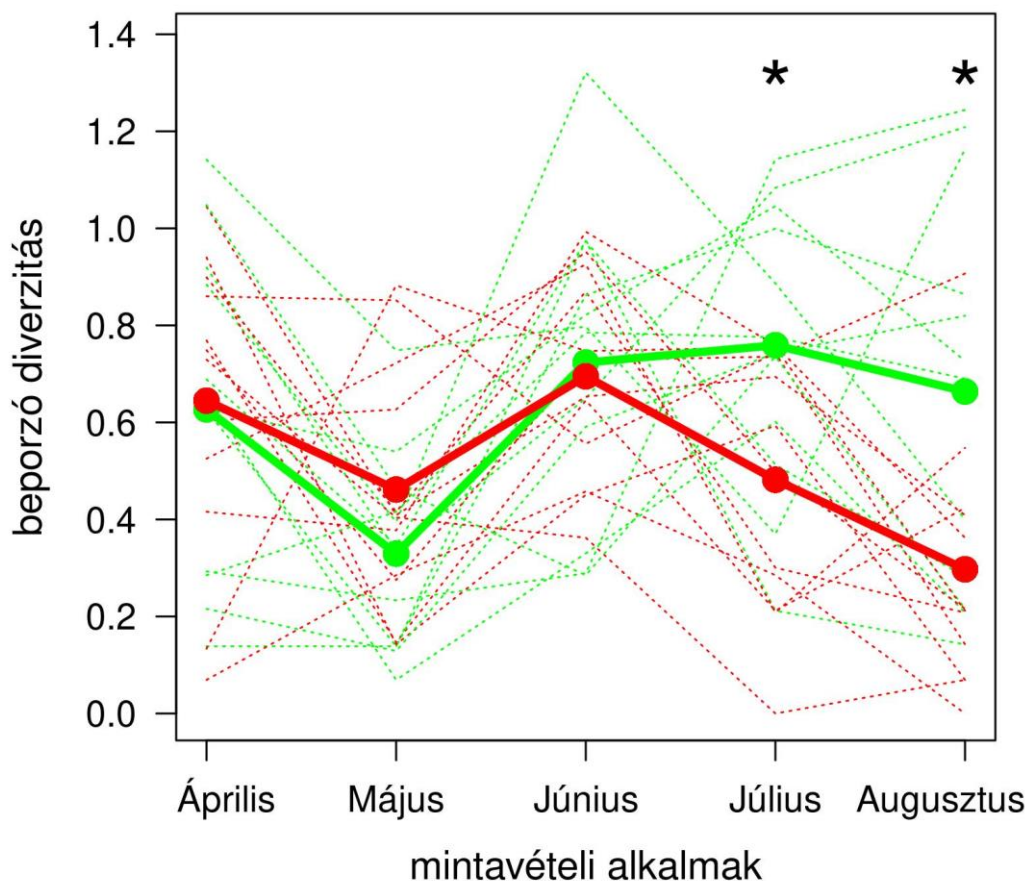
7. ábra: Szezonális változások és kontroll-méhlegelő eltérések a virág diverzitásban. Zöld színnel a kezel, piros színnel a kontroll területeket jelöltük. A szaggatott vonalak a területek külön-külön átlagolt értékeit mutatják. A csillagok a szignifikáns eltérést mutatják a kontroll és a méhlegelő között az általánosított lineáris modellek alapján (Süle és mtsai. 2023a).



8. ábra: Szezonális változások és kontroll-méhlegelő eltérések a beporzó gyakoriságban. Zöld színnel a kezel, piros színnel a kontroll területet jelöltük. A szaggatott vonalak a területek külön-külön átlagolt értékeit mutatják. A csillagok a szignifikáns eltérést mutatják a kontroll és a méhlegelő között az általánosított lineáris modellek alapján (Süle és mtsai. 2023a).



9. ábra: Szezonális változások és kontroll-méhlegelő eltérések a beporzó morfofajszámában. Zöld színnel a kezel, piros színnel a kontroll területeket jelöltük. A szaggatott vonalak a területek külön-külön átlagolt értékeit mutatják. A csillagok a szignifikáns eltérést mutatják a kontroll és a méhlegelő között az általánosított lineáris modellek alapján (Süle és mtsai. 2023a).



10. ábra: Szezonális változások és kontroll-méhlegelő eltérések a beporzó diverzitásban. Zöld színnel a kezel, piros színnel a kontroll területeket jelöltük. A szaggatott vonalak a területek külön-külön átlagolt értékeit mutatják. A csillagok a szignifikáns eltérést mutatják a kontroll és a méhlegelő között az általánosított lineáris modellek alapján (Süle és mtsai. 2023a).

A virág morfofajszám a kezelt területeken májusban volt a legalacsonyabb, ezt követően júniusban emelkedett, a csúcsot júliusban érte el, majd augusztusban enyhén csökkent. A kontroll területeken a morfofajszám szintén májusban volt a legalacsonyabb, azonban a csúcsot júniusban érte el (6. ábra). A beporzó morfofajszám a kezelt területeken a virág morfofajszámhoz hasonlóan májusban volt a legalacsonyabb, a csúcsot júliusban érte el, augusztus hónapra már szignifikánsan csökkent. A kontroll területeken áprilisban volt a legmagasabb, elért egy második csúcsot júniusban, ezután folyamatos csökkenő tendenciát mutatott (9. ábra). A virágfajszámmal hasonló trendeket mutat a virág diverzitás (7. ábra), illetve ugyanez figyelhető meg a beporzó diverzitás (10. ábra) és a beporzó fajszám között.

5. Következtetések és javaslatok

A 2022-es év szélsőséges volt az időjárási viszonyok szempontjából, mivel Magyarországon aszály uralkodott (ODWMS 2023). Ez a jelenség előrevetítheti azokat az állapotokat, melyek az éghajlatváltozás miatt várhatóan egyre gyakoribbak lesznek (Descamps és mtsai. 2021). Az aszály a kezelt és a kontroll területekre egyaránt negatív hatással lehetett, ami a vadvirágok és a beporzók diverzitásában is megnyilvánul ilyenkor a városi környezetben is (Hamblin és mtsai 2018, Phillips és mtsai. 2018). Az aszály valószínűleg csökkentette a kezelt és a kontroll területek közti különbségeket is. Annak ellenére, hogy a vetett területeket a szezon során rendszeresen öntözték, a vetés kezdeti időszakában a túlzott öntözés, illetve a szélsőséges szárazság károsíthatta a vetett fajok magjait és csíráit, viszont az ellenállóbb gyomfajoknak kedvezhetett. A gyomok visszaszorítása egyes helyszíneken nem volt tökéletes, aminek köszönhetően erősen elgyomosodtak a területek. Ezek a kezelési hibák és időjárási tényezők mind hozzájárulhattak a vetett virágok nem megfelelő növekedéséhez (Hitchmough és mtsai. 2004).

A vetett virágos foltok főleg a szezon második felében nyújtottak táplálékot a beporzóknak, amikor is a városban már nem áll rendelkezésre elegendő táplálékforrás, a mezőgazdasági tájakhoz hasonlóan (Timberlake és mtsai. 2019). Az áprilisi talajelőkészítési gyakorlatok miatt (felszántás és újravetés) ezek a csupasz talajjal rendelkező területek nem nyújthattak táplálékot, ezért volt lehetséges, hogy a virágzásig a kontroll területek voltak előnyösebbek a beporzók számára. A két magkeverék közül az Aurora elnevezésű nagyobb mennyiségben tartalmazott fészkesvirágzatú fajokat, melyek késő nyáron virágoztak, limitálva ezzel azon beporzókat, melyek ezeken a területeken táplálkozhattak (Ballantyne és mtsai. 2017). A Sipos-féle magkeverék főként őshonos, egynyári és évelő fajok keverékéből állt, melyek hosszabb ideig biztosítottak táplálékot a beporzók számára, emellett a virágtulajdonságok változatossága révén valószínűleg több beporzó fajnak, de kevesebb táplálékot kínáltak. A mintavételezési szezon során tapasztalt negatív hatások (szárazság, nem megfelelő kezelési eljárások) ellenére is a méhlegelők szignifikánsan pozitív hatást mutatnak a beporzókra nézve a kontroll területekkel szemben.

Azon virágmagkeverékek, melyek nem honos növényeket tartalmaznak, potenciális veszélyt jelenthetnek az őshonos közösségek fennmaradására a városi zöldterületeken, csak úgy, mint a közelben található természetközeli és védett területeken (Tinsley és mtsai. 2006; Kandori és mtsai. 2009; Süle és mtsai. 2023b). Ezért elengedhetetlen lenne a kizárólag őshonos fajokat

tartalmazó magkeverékek használata (Wilk és mtsai. 2019). Az évelő fajokat nagyobb arányban tartalmazó őshonos magkeverékek megkönnyíthetik a bevetett területek megtelepedését hosszú távon, illetve az éves talajbolygatás elhagyásával a fenntartási költségek is csökkenthetőek (Norton és mtsai. 2019), továbbá a talajban fészkelő méhekre, a talajban, talaj közelében, a vegetációban áttelelő beporzó fajokra és a vetett fajokat gazdanövényként használó növényevő lárvák számára is jótékony hatással lehetnek (Unterweger és mtsai. 2018; Lange-Kabitz és mtsai. 2021). A 2022-es évi beporzó monitorozás eredményeiből levont következtetéseket és javaslatokat a Hegyvidéki Önkormányzat megfogadta. A 2023-as évben már őshonos, évelő növényeket tartalmazó virágmagkeverékekkel vetette be a kerültben található méhlegelőket. Az itt használt mintavételi módszereknek bár vannak előnyei, egyik hátránya, hogy a diverzitás számítása mind a virágok, mind a beporzó fajok esetében a pontos faj-meghatározások hiánya miatt nehéz volt. Nem halálos csapdázási és befogási módszerekkel a beporzóközösségek részleteinek feltárása lehetséges lenne, továbbá az is kiderülne, mely fajok kerülnek el vagy részeitük előnyben a kezelt területeket. Az adatfelvételezés során rögzítésre került a beporzók viselkedése (napozik, repül, pihen, viráglátogat). Ezek az adatok nem kerültek elemzésre, azonban érdekes eredményei lehetnek, és ezek iránymutatói éhetnek a vetett méhlegelők fejlesztésének.

Érdekes tényező lehet továbbá a kerületi lakosok véleménye és hozzáállása a méhlegelőkhöz. Az öt felvételezési alkalom alatt két esetben szólítottak meg a helyi lakosok. Ezek a megnyilvánulások a két végletet jelenítették meg. Az első alkalommal, a szezon elején, egy frissen vetett méhlegelő felvételezése alkalmával egy közelben élő polgár szólított meg, és fejezte ki reményeit, hogy ezek a méhlegelők valóban működni fognak. A második alkalommal, a szezon második felében az 1. képen szemléltetett méhlegelő felvételezését folytattuk, amikor egy járókelő nemtetszését fejezte ki a méhlegelőben található gyomnövények miatt, és kérte számon ezt a kutatócsoport tagjain. Az említett két példánál nyilvánvalóan árnyaltabb a lakosok hozzáállása, érdekes lenne egy közvéleménykutatás keretén belül felmérni a beporzókat támogató projektek támogatottságát. A lakosságot és a döntéshozókat a beporzók fontosságáról szóló különböző kiadványokkal támogathatjuk. Példaként szolgálnak az Ökológiai Kutatóközpont által kiadott „Beporzók a kertünkben” (2018), és a „Beporzó-barát városok” (2023) című tájékoztatók.

A természetvédelemre a városokban is szükség van. Ezt jól mutatja az, hogy a számos városon belül található helyi jelentőségű természetvédelmi terület, és a városok zöldítéséért létrejövő projekt is (Turo & Gardiner 2020). A városok biodiverzitásáról egyre többet hallani, a közparkok például nem csak embereknek kedveznek, hanem számos élőlénynek nyújtanak

életteret. A városi természet megóvása és újabb élőhelyek létrehozása elősegíti az ökoszisztéma szolgáltatásokat, csökkentheti a légszennyezést, továbbá kulcsszerepet játszhat a klímaváltozás káros hatásai ellen zajló küzdelemben (Mathey és mtsai. 2011).

6. Összefoglalás

A világ népessége exponenciálisan nő, ami növekvő igényeket generál az emberi élelmiszertermelés terén. Ennek következtében a mezőgazdasági területek bővülnek, a városok terjeszkednek, a legtöbb esetben a természeti erőforrások kárára. Az emberi tevékenység drasztikus hatást gyakorol a természetes élőhelyekre, melyek elvesztése, átalakítása vagy feldarabolódása súlyosan veszélyezteti a biológiai sokféleséget és az ökoszisztéma-szolgáltatásokat. Az ökoszisztéma-szolgáltatásokon belül a szabályozó szolgáltatások között szerepel a természet és a biodiverzitás megőrzése, valamint a beporzás is. A beporzás nélkülözhetetlen folyamat az életközösségek hosszú távon való működéséhez, míg a virágos növények és a beporzó rovarok elengedhetetlen komponensei a biológiai sokféleségnek. A városi területek növekedése, illetve mezőgazdaság gyors és intenzív térhódítása veszélyeztetik leginkább a beporzókat, annak ellenére is, hogy mezőgazdasági haszonnövényeink legalább 75%-a állatok által végzett beporzásra szorul.

Szakdolgozatomban Budapest XII. kerületének beporzókat támogató beavatkozásait vizsgáltam. A dolgozatomban célja felmérni a vetett méhlegelők beporzó közösségeit, hogy a méhlegelők pozitív hatásairól képet kaphassunk. Ehhez a 12 kijelölt méhlegelőhöz 12 paramétereiben és tulajdonságaiban hasonló kontroll területtel dolgoztam. A 2022-es szezon során 5 alkalommal végeztem terepi vizsgálatokat, melyek során random mintavételezési eljárással rögzítettem a zöld növény borítást, a vegetáció magasságát, a virágok mennyiségét és a virágzó növények fajszámát és diverzitását, illetve a beporzók mennyiségét, fajszámát és diverzitását. A mintavételezés során összesen 19703 virágot és 3197 beporzót jegyeztünk fel. A helyenként nem megfelelő kezelési eljárások, és a szárazság okozta negatív hatások ellenére is a beporzókat támogató tevékenységeknek kimutathatóan pozitív hatásuk volt a beporzóközösségekre.

A mintavételezési eljárás, melynek során elegendő a beporzókat és a virágokat morfo-csoportokba sorolni, lehetővé teszi, hogy citizen-science (lakossági adatgyűjtő) projektként egy hosszútávú monitoring program jöhessen létre. Az Ökológiai Kutatóközponttal végzett kutatásunk célja volt, hogy egy jól működő monitoring rendszer megalapozásával rálássunk a városi beporzást segítő beavatkozások hibáira, hiányosságaira, és javaslatokat tehessünk fejlesztésükre. A XII. kerületi beporzó barát intézkedések 2023-ban is folytatódtak, illetőleg a

méhlegelők kialakításánál őshonos virágmag keveréket használtak, amit mindenképpen sikernek könyvelhetünk el természetvédelmi szempontból.

7. Köszönetnyilvánítás

Elsősorban köszönettel tartozom konzulensem, Dr. Sárospataki Miklósnak a témáért, a rendszeres segítségért és a bizalmáért. Köszönettel tartozom külső konzulensemnek, Szigeti Viktornak a terepi munka folyamán és a dolgozat írása során nyújtott segítségért, a szakirodalmakért és a türelméért. Köszönettel tartozom Süle Gabriellának a terepi munka során nyújtott segítségéért, és a cikk létrejöttéért. Köszönöm Kelemen Tünde Ilonának a terepi vizsgálatok folyamán nyújtott segítségéért és az adatbevitelben való segítségéért. Köszönettel tartozom a Safeguard projektnek, amiért általuk létrejöhett ez a kutatás, és hogy ennek részese lehettem. Köszönettel tartozom a XII. Kerület Hegyvidéki Önkormányzatának, amiért ilyen fontos számukra a beporzók védelme, és létrehozták a mi vizsgálatunk tárgyait.

8. Irodalomjegyzék:

- Arnold, C. L., & Gibbons, C. J. (1996): Impervious surface coverage: The emergence of a key environmental indicator. *Journal of the American Planning Association*, 62(2), 243–258. doi:10.1080/01944369608975688
- Baldock, K. C., Goddard, M. A., Hicks, D. M., Kunin, W. E., Mitschunas, N., Osgathorpe, L. M., ... Memmott, J. (2015): Where is the UK's pollinator biodiversity? the importance of urban areas for flower-visiting insects. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282(1803), 20142849. doi:10.1098/rspb.2014.2849
- Baldock, Katherine CR. (2020): Opportunities and threats for pollinator conservation in global towns and Cities. *Current Opinion in Insect Science*, 38, 63–71. doi:10.1016/j.cois.2020.01.006
- Ballantyne, G., Baldock, K. C., Rendell, L., & Willmer, P. G. (2017): Pollinator importance networks illustrate the crucial value of bees in a highly speciose plant community. *Scientific Reports*, 7(1). doi:10.1038/s41598-017-08798-x
- Balogh R. (2021): Az antropocén korszak, mint válság és az antropocén korszakról szóló történetek, mint szintézisek. *Sic Itur Ad Astra*
- Banaszak-Cibicka, W., & Żmihorski, M. (2011): Wild bees along an urban gradient: Winners and losers. *Journal of Insect Conservation*, 16(3), 331–343. doi:10.1007/s10841-011-9419-2
- Bates, A. J., Sadler, J. P., Fairbrass, A. J., Falk, S. J., Hale, J. D., & Matthews, T. J. (2011): Changing bee and hoverfly pollinator assemblages along an urban-rural gradient. *PLoS ONE*, 6(8). doi:10.1371/journal.pone.0023459
- Blake, R. J., & Copping, L. G. (2017): Are neonicotinoids killing bees? *Pest Management Science*, 73(7), 1293–1294. doi:10.1002/ps.4604
- Botta-Dukát Z. (2008): In the most important invasive plants in Hungary. *Vácrátót*; HAS Institute of Ecology and Botany, 9 p.
- Brooks, M., E., Kristensen, K., Benthem, K., J., van, Magnusson, A., Berg, C., W., Nielsen, A., ... Bolker, B., M. (2017): GLMMTMB balances speed and flexibility among packages for zero-inflated generalized linear mixed modeling. *The R Journal*, 9(2), 378. doi:10.32614/rj-2017-066
- Brussaard, L., Caron, P., Campbell, B., Lipper, L., Mainka, S., Rabbinge, R., ... Pulleman, M. (2010): Reconciling Biodiversity Conservation and Food Security: Scientific Challenges for a new Agriculture. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2(1–2), 34–42. doi:10.1016/j.cosust.2010.03.007
- Callaghan, A., McCombe, G., Harrold, A., McMeel, C., Mills, G., Moore-Cherry, N., & Cullen, W. (2020): The impact of green spaces on mental health in urban settings: A scoping review. *Journal of Mental Health*, 30(2), 179–193. doi:10.1080/09638237.2020.1755027
- Cemil, B., & Gkyer, E. (2012): Urban Green Space System Planning. *Landscape Planning*. doi:10.5772/45877
- Cox, P. A., & Knox, R. B. (1988): Pollination postulates and two-dimensional pollination in hydrophilous monocotyledons. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 75(3), 811. doi:10.2307/2399369
- Dar, S. A., Wani, S. H., Javeed, K., Ahmad, M. O., Mir, S. H., Yaqoob, M., Showkat, A., Kundoo, A. A., Hassan, R., & Farook, U. B. (2020): Nesting behaviour and nesting substrates of insect pollinators of Indian Himalayas. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 8(6), 583–591.
- Delnevo, N., van Etten, E. J., Byrne, M., Petraglia, A., Carbognani, M., & Stock, W. D. (2020): Habitat fragmentation restricts insect pollinators and pollen quality in a threatened Proteaceae species. *Biological Conservation*, 252, 108824. doi:10.1016/j.biocon.2020.108824

- 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. doi:10.1111/een.12744
- Elmqvist, Thomas; Zipperer, Wayne C.; G ernalp, Burak. (2016): Urbanization, habitat loss, biodiversity decline: solution pathways to break the cycle. In: Seta, Karen; Solecki, William D.; Griffith, Corrie A. (eds.). *Routledge Handbook of Urbanization and Global Environmental Change*. London and New York:Routledge. Chapter 10: 139-151. 13 p.
- Fidrich R. (2022): Csökkenő rovarállomány, vegyszerbarát kormányzat. *Rovaratlasz*, 56-59.
- Fitch, G., Wilson, C. J., Glaum, P., Vaidya, C., Simao, M.-C., & Jamieson, M. A. (2019): Does urbanization favour exotic bee species? implications for the conservation of Native Bees in cities. *Biology Letters*, 15(12), 20190574. doi:10.1098/rsbl.2019.0574
- Földesi R. (2011): A zengőlegyek (*Diptera: Syrphidae*) szerepe a beporzásban és a biológiai védekezésben. *Természetvédelmi Közlemények*, 17. pp. 31-41. ISSN 1216-4585
- Fortel, L., Henry, M., Guilbaud, L., Mouret, H., & Vaissière, B. E. (2016): Use of human-made nesting structures by Wild Bees in an urban environment. *Journal of Insect Conservation*, 20(2), 239–253. doi:10.1007/s10841-016-9857-y
- Frischie, S., Code, A., Shepherd, M., Black, S., Hoyle, S., Selvaggio, S., Laws, A., Dunham, R., Vaughan, M. (2021): Pollinator-friendly parks. Enhancing our community by supporting native pollinators in our parks and other public spaces. Xerces Society for invertabre conversation
- Geppert, C., Cappellari, A., Corcos, D., Caruso, V., Cerretti, P., Mei, M., & Marini, L. (2022): Temperature and not landscape composition shapes wild bee communities in an urban environment. *Insect Conservation and Diversity*, 16(1), 65–76. doi:10.1111/icad.12602
- Gilbert, L. E. (1972): Pollen feeding and reproductive biology of *heliconius* butterflies. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 69(6), 1403–1407. doi:10.1073/pnas.69.6.1403
- Goulson D. (2003): *Bumblebees: Ecology and Behaviour*. Oxford, Oxford University Press, 69
- Greenleaf, S. S., Williams, N. M., Winfree, R., & Kremen, C. (2007): Bee foraging ranges and their relationship to body size. *Oecologia*, 153(3), 589–596. doi:10.1007/s00442-007-0752-9
- Hall, D.M., Camilo, G.R., Tonietto, R.K., Ollerton, J., Ahrné, K., Arduser, M., Ascher, J.S., Baldock, K.C.R., Fowler, R., Frankie, G., Goulson, D., Gunnarsson, B., Hanley, M.E., Jackson, J.I., Langellotto, G., Lowenstein, D., Minor, E.S., Philpott, S.M., Potts, S.G., Sirohi, M.H., Spevak, E.M., Stone, G.N. and Threlfall, C.G. (2017): The city as a refuge for insect pollinators. *Conservation Biology*, 31: 24-29. <https://doi.org/10.1111/cobi.12840>
- Hamblin, A. L., Youngsteadt, E., & Frank, S. D. (2018): Wild bee abundance declines with urban warming, regardless of floral density. *Urban Ecosystems*, 21(3), 419–428. doi:10.1007/s11252-018-0731-4
- He, L., Jiang, S., Chen, Y., Wyckhuys, K. A., Ge, S., He, W., Gao, X., & Wu, K. (2021): Adult nutrition affects reproduction and flight performance of the invasive fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* in China. *Journal of Integrative Agriculture*, 20(3), 715–726. [https://doi.org/10.1016/s2095-3119\(20\)63198-7](https://doi.org/10.1016/s2095-3119(20)63198-7)
- Hegyvidéki Önkormányzat (2020): VADVIRÁGOS LEGELŐK A HEGYVIDÉKI MÉHEKNEK. <https://www.hegyvidekujzag.hu/archivum/archivum-2020-januar-28/vadviragos-legelok>.
- Hitchmough, J., de la Fleur, M., & Findlay, C. (2004): Establishing North American prairie vegetation in urban parks in Northern England. *Landscape and Urban Planning*, 66(2), 75–90. doi:10.1016/s0169-2046(03)00096-3
- IPBES (2016): A biológiai sokféleséggel és az ökoszisztéma-szolgáltatásokkal foglalkozó kormányközi tudománypolitikai platform beporzókról, beporzásról és élelmiszer-előállításról szóló értékelő jelentésének összefoglalója a politikai döntéshozók számára. S.G. Potts, V. L. Imperatriz-Fonseca, H. T. Ngo, J. C. Biesmeijer, T. D. Breeze, L. V. Dicks, L. A. Garibaldi, R. Hill, J. Settele, A. J. Vanbergen, M. A. Aizen, S. A. Cunningham, C. Eardley, B. M. Freitas, N. Gallai, P. G. Kevan, A. Kovács-Hostyánszki, P. K. Kwapong, J. Li, X. Li, D. J.

- Martins, G. Nates-Parra, J. S. Pettis, R. Rader és B. F. Viana (szerk.). A biológiai sokféleséggel és az ökoszisztéma-szolgáltatásokkal foglalkozó kormányközi tudománypolitikai platform titkársága, Bonn, Németország. 36 oldal.
- Jactel, H., Verheggen, F., Thiéry, D., Escobar-Gutiérrez, A. J., Gachet, E., & Desneux, N. (2019): Alternatives to neonicotinoids. *Environment International*, 129, 423–429. doi:10.1016/j.envint.2019.04.045
- Józan, Zsolt (2011): Checklist of Hungarian Sphecidae and Apidae species (*Hymenoptera*, *Sphecidae* and *Apidae*). *NATURA SOMOGYIENSIS* (19). pp. 177-199.
- Kandori, I., Hirao, T., Matsunaga, S., & Kurosaki, T. (2009): An invasive dandelion unilaterally reduces the reproduction of a native congener through competition for pollination. *Oecologia*, 159(3), 559–569. doi:10.1007/s00442-008-1250-4
- Kearns, C. A., Inouye, D. W., & Waser, N. M. (1998): Endangered Mutualisms: The conservation of plant-pollinator interactions. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 29(1), 83–112. doi:10.1146/annurev.ecolsys.29.1.83
- Kelemen E., Bela Gy., Pataki Gy. (2010): Természet adta javak és szolgáltatások: szakértői és állampolgári értelmezések. ESSRG Füzetek, 1. szám, SZIE KTI Környezetgazdaságtani Tanszék, Környezeti Társadalomkutatók Csoport, Gödöllő.
- Klein, A.-M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2006): Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 274(1608), 303–313. doi:10.1098/rspb.2006.3721
- Kovács E., Kelemen E., Pataki Gy. (2011): Ökoszisztéma szolgáltatások a tudományterületek és a szakpolitikák metszéspontjában – Természetvédelmi Közlemények 17, pp. 1-11
- Kovács Z. (2017): *Városok és urbanizációs kihívások Magyarországon*. MAGYAR TUDOMÁNY, 178 (3). pp. 302-310.
- Kovács-Hostyánszki, A. (2019): Beporzók, beporzás, élelmiszertermelés – az IPBES első tematikus tanulmányának fő üzenetei. Természetvédelmi Közlemények. 25. 142-156.
- Kovács-Hostyánszki, A., Szigeti, V., Miholcsa, Z., Sándor, D., Soltész, Z., Török, E., & Fenesi, A. (2022): Threats and benefits of invasive alien plant species on pollinators. *Basic and Applied Ecology*, 64, 89–102. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2022.07.003>
- Lange-Kabitz, C., Reich, M., & Zoch, A. (2021): Extensively managed or abandoned urban green spaces and their habitat potential for butterflies. *Basic and Applied Ecology*, 54, 85–97. doi:10.1016/j.baae.2021.04.012
- Liang, H., He, Y., Theodorou, P., & Yang, C. (2023): The effects of urbanization on pollinators and pollination: A meta-analysis. *Ecology Letters*, 26(9), 1629–1642. doi:10.1111/ele.14277
- Liu, Z., He, C., & Wu, J. (2016): The relationship between habitat loss and fragmentation during urbanization: An empirical evaluation from 16 world cities. *PLOS ONE*, 11(4). doi:10.1371/journal.pone.0154613
- Lorenz, S., & Stark, K. (2015): Saving the honeybees in Berlin? A case study of the Urban Beekeeping Boom. *Environmental Sociology*, 1(2), 116–126. doi:10.1080/23251042.2015.1008383
- Malatinszky Á. (2020): Bevezetés a természetvédelembe. SZIE jegyzet, Gödöllő, 26 p.
- Mathey, J., Rößler, S., Lehmann, I., & Bräuer, A. (2011): Urban Green Spaces: Potentials and constraints for urban adaptation to climate change. *Resilient Cities*, 479–485. doi:10.1007/978-94-007-0785-6_47
- Mullu, D. (2016): A review on the effect of habitat fragmentation on ecosystems. *Journal of Natural Sciences Research*. 6.
- Nicolson, S. W. (2011): Bee Food: The chemistry and nutritional value of nectar, pollen and mixtures of the two. *African Zoology*, 46(2), 197–204. doi:10.1080/15627020.2011.11407495

- Norton, B. A., Bending, G. D., Clark, R., Corstanje, R., Dunnett, N., Evans, K. L., ... Warren, P. H. (2019): Urban meadows as an alternative to short mown grassland: Effects of composition and height on Biodiversity. *Ecological Applications*, 29(6). doi:10.1002/eap.1946
- ODWMS (2023): Operational drought and water scarcity management system. <https://aszalymonitoring.vizugy.hu/index.php?lang=eng>.
- Ollerton, J. (2017): Pollinator diversity: Distribution, ecological function, and conservation. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 48(1), 353–376. doi:10.1146/annurev-ecolsys-110316-022919
- Ollerton, J. (2022): *Pollinators & Pollination: Nature and society*. London, UK: Pelagic Publishing. 1-2. p.
- Ostiguy, N. (2011): Pests and Pollinators. *Nature Education Knowledge* 3(10):3
- Phillips, B. B., Shaw, R. F., Holland, M. J., Fry, E. L., Bardgett, R. D., Bullock, J. M., & Osborne, J. L. (2018): Drought reduces floral resources for pollinators. *Global Change Biology*, 24(7), 3226–3235. doi:10.1111/gcb.14130
- Potts, S. G., Biesmeijer, J. C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., & Kunin, W. E. (2010): Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology and Evolution*, 25(6), 345–353. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007>
- Potts, S. G., Imperatriz-Fonseca, V., Ngo, H. T., Aizen, M. A., Biesmeijer, J. C., Breeze, T. D., ... Vanbergen, A. J. (2016): Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature*, 540(7632), 220–229. doi:10.1038/nature20588
- Potts, S. G., Vulliamy, B., Roberts, S., O'Toole, C., Dafni, A., Ne'eman, G., & Willmer, P. (2005): Role of nesting resources in organising diverse bee communities in a Mediterranean Landscape. *Ecological Entomology*, 30(1), 78–85. doi:10.1111/j.0307-6946.2005.00662.x
- Prendergast, K. S., Dixon, K. W., & Bateman, P. W. (2022): A global review of determinants of native bee assemblages in urbanised landscapes. *Insect Conservation and Diversity*, 15(4), 385–405. doi:10.1111/icad.12569
- Ropars, L., Dajoz, I., Fontaine, C., Muratet, A., & Geslin, B. (2019): Wild pollinator activity negatively related to honey bee colony densities in urban context. *PLOS ONE*, 14(9). doi:10.1371/journal.pone.0222316
- Rossi, J., Gamba, U., Pinna, M., Spagnolo, S., Visentin, C., & Alberto, A. (2006): Hoverflies in organic apple orchards in north-western Italy. *Bulletin of Insectology*, 59 (2): 111-114.
- Sánchez-Bayo, F., & Wyckhuys, K. A. G. (2019): Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*, 232, 8–27. doi:10.1016/j.biocon.2019.01.020
- Sárospataki M., Novák J. és Molnár V. (2004): Hazai poszméhfajok (*Bombus spp.*) veszélyeztetettsége és védelmük szükségessége – Magyar Biológiai Társaság, *Természetvédelmi Közlemények* 11:299-307
- Settele, J., Bishop, J., & Potts, S. G. (2016): Climate change impacts on pollination. *Nature Plants*, 2(7). doi:10.1038/nplants.2016.92
- Simmons, B. I., Balmford, A., Bladon, A. J., Christie, A. P., De Palma, A., Dicks, L. V., ... Finch, T. (2019): Worldwide insect declines: An important message, but interpret with caution. *Ecology and Evolution*, 9(7), 3678–3680. doi:10.1002/ece3.5153
- Singh, R., Levitt, A. L., Rajotte, E. G., Holmes, E. C., Ostiguy, N., vanEngelsdorp, D., ... Cox-Foster, D. L. (2010): RNA viruses in hymenopteran pollinators: Evidence of inter-taxa virus transmission via pollen and potential impact on Non-Apis Hymenopteran species. *PLoS ONE*, 5(12). doi:10.1371/journal.pone.0014357
- Sparks, T. H., Jeffree, E. P., & Jeffree, C. E. (2000): An examination of the relationship between flowering times and temperature at the national scale using long-term phenological records from the UK. *International Journal of Biometeorology*, 44(2), 82–87. doi:10.1007/s004840000049

- Sponsler, D. B., Grozinger, C. M., Hitaj, C., Rundlöf, M., Botías, C., Code, A., ... Douglas, M. R. (2019): Pesticides and pollinators: A socioecological synthesis. *Science of The Total Environment*, 662, 1012–1027. doi:10.1016/j.scitotenv.2019.01.016
- Steffan-Dewenter, I., Münzenberg, U., Bürger, C., Thies, C., & Tschamtkke, T. (2002): Scale-dependent effects of landscape context on three pollinator guilds. *Ecology*, 83(5), 1421–1432. doi:10.1890/0012-9658(2002)083[1421:sdeolc]2.0.co;2
- Süle, G., Kovács-Hostyánszki, A., Sárospataki, M., Kelemen, T. I., Halassy, G., Horváth, A., Demeter, I., Báldi, A., Szigeti, V. (2023a): First steps of pollinator-promoting interventions in Eastern European urban areas – positive outcomes, challenges, and recommendations. *Urban Ecosystems*. doi:10.1007/s11252-023-01420-1
- Süle, G., Miholcsa, Z., Molnár, C., Kovács-Hostyánszki, A., Fenesi, A., Bauer, N., & Szigeti, V. (2023b): Escape from the garden: Spreading, effects and traits of a new risky invasive ornamental plant (*Gaillardia aristata* pursh). *NeoBiota*, 83, 43–69. doi:10.3897/neobiota.83.97325
- Theodorou, P., Radzevičiūtė, R., Lentendu, G., Kahnt, B., Husemann, M., Bleidorn, C., Settele, J., Schweiger, O., Große, I., Wubet, T., Murray, T. E., & Paxton, R. J. (2020): Urban areas as hotspots for bees and pollination but not a panacea for all insects. *Nature Communications*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-020-14496-6>
- Timberlake, T. P., Vaughan, I. P., & Memmott, J. (2019): Phenology of farmland floral resources reveals seasonal gaps in nectar availability for bumblebees. *Journal of Applied Ecology*, 56(7), 1585–1596. doi:10.1111/1365-2664.13403
- Tinsley, M. J., Simmons, M. T., & Windhager, S. (2006): The establishment success of native versus non-native herbaceous seed mixes on a revegetated roadside in Central Texas. *Ecological Engineering*, 26(3), 231–240. doi:10.1016/j.ecoleng.2005.10.004
- Torné-Noguera, A., Rodrigo, A., Osorio, S., & Bosch, J. (2016): Collateral effects of beekeeping: Impacts on pollen-nectar resources and wild bee communities. *Basic and Applied Ecology*, 17(3), 199–209. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2015.11.004>
- Turan, M., & Beşirli, A. (2008). Impacts of urbanization process on mental health. *Anadolu Psikiyatri Dergisi-anatolian Journal of Psychiatry*, 9.
- Turo, K. J., & Gardiner, M. M. (2020): The Balancing Act of Urban Conservation. *Nature Communications*, 11(1). doi:10.1038/s41467-020-17539-0
- Uherkovich, Á. (2022): A biodiverzitás-változás nyomon követése nagylepkék (*Lepidoptera*) vizsgálatával Sellye környékén, 1967–2022. *NATURA SOMOGYIENSIS*, 39. pp. 95-138. ISSN 1587-1908
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019): World Urbanization Prospects: The 2018 Revision (ST/ESA/SER.A/420). New York: United Nations.
- Unterweger, P. A., Klammer, J., Unger, M., & Betz, O. (2018): Insect hibernation on urban green land: A winter-adapted mowing regime as a management tool for insect conservation. *BioRisk*, 13, 1–29. doi:10.3897/biorisk.13.22316
- van der Sluijs, J. P. (2020): Insect decline, an emerging global environmental risk. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 46, 39–42. doi:10.1016/j.cosust.2020.08.012
- van der Sluijs, J. P., Simon-Delso, N., Goulson, D., Maxim, L., Bonmatin, J.-M., & Belzunces, L. P. (2013): Neonicotinoids, bee disorders and the sustainability of pollinator services. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5(3–4), 293–305. doi:10.1016/j.cosust.2013.05.007
- Vanbergen, A. J., & Initiative, the I. (2013): Threats to an ecosystem service: Pressures on pollinators. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11(5), 251–259. doi:10.1890/120126

- Vanbergen, A. J., Espíndola, A., & Aizen, M. A. (2017): Risks to pollinators and pollination from invasive alien species. *Nature Ecology & Evolution*, 2(1), 16–25. doi:10.1038/s41559-017-0412-3
- Wardhaugh, C. W. (2015): How many species of arthropods visit flowers? *Arthropod-Plant Interactions*, 9(6), 547–565. doi:10.1007/s11829-015-9398-4
- Welti, E. a. R., Zajíček, P., Frenzel, M., Ayasse, M., Bornholdt, T., Buse, J., Claßen, A., Dziöck, F., Engelmann, R. A., Englmeier, J., Fellendorf, M., Förschler, M. I., Fricke, U., Ganuza, C., Hippke, M., Hoenselaar, G., Kaus-Thiel, A., Kerner, J., Kilian, D., . . . Haase, P. (2021): Temperature drives variation in flying insect biomass across a German malaise trap network. *Insect Conservation and Diversity*, 15(2), 168–180. <https://doi.org/10.1111/icad.12555>
- Wenzel, A., Grass, I., Belavadi, V. V., & Tschamtker, T. (2020): How urbanization is driving pollinator diversity and pollination – a systematic review. *Biological Conservation*, 241, 108321. doi:10.1016/j.biocon.2019.108321
- Wilk, B., Rebollo, V., Hanania, S. (2019): A guide for pollinator-friendly cities: How can spatial planners and landuse managers create favourable urban environments for pollinators? Guidance prepared by ICLEI Europe for the European Commission.
- Wolch, J. R., Byrne, J., & Newell, J. P. (2014): Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities ‘just green enough.’ *Landscape and Urban Planning*, 125, 234–244. doi:10.1016/j.landurbplan.2014.01.017
- Zuur, A. F., Ieno, E. N., Walker, N. J., Saveliev, A. A., & Smith, G. M. (2009): Mixed effects modelling for nested data. *Statistics for Biology and Health*, 101–142. doi:10.1007/978-0-387-87458-6_5
- http1.: <https://www.surrey.ca/renovating-building-development/land-planning-development/environmental-protection/biodiversity/pollinators>
- http2.: <https://www.utrecht.nl/city-of-utrecht/green-roofed-bus-shelters-in-utrecht/>
- http3.: <https://www.theguardian.com/environment/2022/sep/24/bus-shelter-roofs-turned-into-gardens-for-bees-butterflies-aoe>
- http4.: https://www.birmingham.gov.uk/info/50132/visiting_the_library_of_birmingham/1412/about_the_library_of_birmingham/8
- http5.: <https://samorin.sk/hu/dudva-gyom-egyik-sem-mehlegelo/>
- http6.: <https://szeged.hu/cikk/elindult-a-beporzo-hadmuvelet-2-0-a-varosi-mehlegelok-kornyezeti-hatasait-kutatjak>
- http7.: <https://www.szekesfehervar.hu/termeszetkozeli-gyepgazdalkodas-fehervaron-is-tobb-helyen-alakitanak-ki-mehlegeloket>

9. Mellékletek, függelék

Budapest, XII. kerület méhlegelői és kontroll területei	
Utca	Kezelés
Csörsz park	kontroll
Alkotás utca - Győri út	méhlegelő
Költő utca - Mátyás király út	kontroll
Mátyás király út - Hollósi u. sarok	méhlegelő
Roskovics u. - Gyógyfű u. sarok	kontroll
Roskovics utca - Ráth György utca	méhlegelő
Nógrádi u. - Istenhegyi út - Szendrő u.	kontroll
Szent Orbán tér	méhlegelő
Rege út - Golfpálya út, Rege park	kontroll
Agancs út - Karthauzi utca sarok	méhlegelő
Rege park	kontroll
Golfpálya út - Hegyhát út	méhlegelő
Szilágyi Erzsébet fasor	kontroll
Kútvölgyi út 1-2	méhlegelő
Apor Vilmos tér	kontroll
Jagelló út - Apor Vilmos tér	méhlegelő
Cédrus - Diána utca sarok	kontroll
Mártonhegyi u. 5.	méhlegelő
Zugligeti út 41.	kontroll
Zugligeti út 41.	méhlegelő
Hegyalja út - Vas Gereben u.	kontroll
Hegyalja út - Kálló esperes u.	méhlegelő
Zsigmondy Vilmos u. 7.	kontroll
Rácz Aladár út 11/b	méhlegelő

1. melléklet: Méhlegelők és kontroll területek elhelyezkedése

Fajok	Család	Eredet	Életciklus
<i>Achillea millefolium</i> L.	Asteraceae	őshonos	évelő
<i>Allium fistulosum</i> L.	Amaryllidaceae	adventív	évelő
<i>Anthemis arvensis</i> L.	Asteraceae	őshonos	egynyári
<i>Calendula officinalis</i> L.	Asteraceae	adventív	egynyári
<i>Camelina sativa</i> (L.) Crantz	Brassicaceae	adventív	egynyári
<i>Campanula</i> sp.	Campanulaceae	NA	NA
<i>Carduus crispus</i> L.	Asteraceae	őshonos	egynyári
<i>Centaurea cyanus</i> L.	Asteraceae	őshonos	egynyári
<i>Centaurea jacea</i> L.	Asteraceae	őshonos	évelő
<i>Cichorium intybus</i> L.	Asteraceae	őshonos	kétnyári
<i>Coriandrum sativum</i> L.	Apiaceae	adventív	egynyári
<i>Daucus carota</i> L.	Apiaceae	őshonos	kétnyári
<i>Echium vulgare</i> L.	Boraginaceae	őshonos	kétnyári
<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench	Polygonaceae	adventív	egynyári
<i>Helianthus annuus</i> L.	Asteraceae	adventív	egynyári
<i>Hypericum perforatum</i> L.	Hypericaceae	őshonos	évelő
<i>Isatis tinctoria</i> L.	Brassicaceae	őshonos	kétnyári
<i>Knautia</i> sp.	Caprifoliaceae	NA	NA
<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	Asteraceae	őshonos	évelő
<i>Linum perenne</i> L.	Linaceae	őshonos	évelő
<i>Lotus corniculatus</i> L.	Fabaceae	őshonos	kétnyári
<i>Malva moschata</i> L.	Malvaceae	adventív	évelő
<i>Malva sylvestris</i> L.	Malvaceae	őshonos	évelő
<i>Medicago sativa</i> L.	Fabaceae	adventív	évelő
<i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall.	Fabaceae	őshonos	kétnyári
<i>Onobrychis</i> sp.	Fabaceae	NA	NA
<i>Origanum vulgare</i> L.	Lamiaceae	őshonos	évelő
<i>Papaver rhoeas</i> L.	Papaveraceae	őshonos	egynyári
<i>Pastinaca sativa</i> L.	Apiaceae	őshonos	kétnyári
<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.	Boraginaceae	adventív	egynyári
<i>Plantago lanceolata</i> L.	Plantaginaceae	őshonos	évelő
<i>Reseda</i> sp.	Resedaceae	NA	NA
<i>Salvia pratensis</i> L.	Lamiaceae	őshonos	évelő
<i>Sanguisorba minor</i> Scop.	Rosaceae	őshonos	évelő
<i>Saponaria officinalis</i> L.	Caryophyllaceae	őshonos	évelő
<i>Silene noctiflora</i> L.	Caryophyllaceae	őshonos	egynyári
<i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke	Caryophyllaceae	őshonos	évelő
<i>Sinapis alba</i> L.	Brassicaceae	adventív	egynyári
<i>Sinapis arvensis</i> L.	Brassicaceae	őshonos	egynyári
<i>Solidago virgaurea</i> L.	Asteraceae	őshonos	évelő
<i>Tanacetum vulgare</i> L.	Asteraceae	őshonos	évelő
<i>Trifolium incarnatum</i> L.	Fabaceae	adventív	egynyári
<i>Verbascum</i> sp.	Scrophulariaceae	NA	NA
<i>Vicia angustifolia</i> L.	Fabaceae	őshonos	Egynyári

2. melléklet: Méhlegelőkön fellelhető fajok listája (Forrás: Süle és mtsai. 2023a)

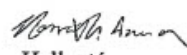
10. Nyilatkozat

NYILATKOZAT

Alulírott HORVÁTH ANNA, a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, SZENT ISTVÁN Campus, TERMÉSZETISZGÉLMÉRNÖKI szak nappali/levelező* tagozat végzős hallgatója nyilatkozom, hogy a dolgozat saját munkám, melynek elkészítése során a felhasznált irodalmat korrekt módon, a jogi és etikai szabályok betartásával kezeltem. Hozzájárulok ahhoz, hogy Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom egyoldalas összefoglalója felkerüljön az Egyetem honlapjára és hogy a digitális verzióban (pdf formátumban) leadott dolgozatom elérhető legyen a témát vezető Tanszéken/Intézetben, illetve az Egyetem központi nyilvántartásában, a jogi és etikai szabályok teljes körű betartása mellett.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2023 év 11 hó 03 nap


Hallgató

NYILATKOZAT

A dolgozat készítőjének konzulense nyilatkozom arról, hogy a Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom áttekinttem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A Záródolgozatom/Szakdolgozatom/Diplomadolgozatom záróvizsgán történő védelemre javaslok / nem javaslok*.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*

Kelt: 2023 év 11 hó 03 nap


Belső konzulens

*Kérjük a megfelelőt aláhúzni!