



ökoszisztéma-
szolgáltatások

a természet ajándékai



MAGYARORSZÁG
KORMÁNYA

Európai Unió
Európai Regionális
Fejlesztési Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

SZÉCHENYI 2020

A pollináció, mint ökoszisztéma-szolgáltatás értékelése



sokszínű zöld
a természetem

KEHOP-4.3.0-VEKOP-15-2016-00001



ökoszisztéma-
szolgáltatások

a természet ajándékai

KEHOP-4.3.0-VEKOP-15-2016-00001

A közösségi jelentőségű természeti értékek hosszú távú megőrzését és fejlesztését, valamint az EU biológiai sokféleség stratégia 2020 célkitűzéseinek hazai szintű megvalósítását megalapozó stratégiai vizsgálatok.

Nemzeti ökoszisztéma-szolgáltatások térképezése és -értékelése projekttelelem
(NÖSZTÉP)

II/2M Ökoszisztéma-szolgáltatások térképezésére és értékelésére vonatkozó integrált modell kialakítása 2.1-2.3

**A POLLINÁCIÓ, MINT ÖKOSZISZTÉMA-SZOLGÁLTATÁS
ÉRTÉKELÉSE
– AZ ÖKOSZISZTÉMA-ÁLLAPOTTÓL A TÉNYLEGESEN IGÉNYBE
VETT ÖKOSZISZTÉMA-SZOLGÁLTATÁS ÉRTÉKELÉSÉIG
A POLLINÁCIÓ SZAKÉRTŐI MUNKACSOPORT TANULMÁNYA**

Szerkesztette: Kovács-Hostyánszki Anikó



sokszínű zöld
a természetem

Kedvezményezett: Agrárminisztérium

Budapest, 2021.



A dokumentumot készítette:

Kovács-Hostyánszki Anikó, Belényesi Márta, Geng Imola, Kemencei Zita, Kisné Fodor Lívია, Lehoczki Róbert, Medveczky Péter, Naszádos Anna, Pataki Róbert, Petrik Ottó, Sárospataki Miklós, Szalai Márk, Szekeres Ádám, Tanács Eszter, Zajác Edit

Konzorciumvezető: Agrárminisztérium

A projektben résztvevő partnerintézmények:

Lechner Tudásközpont (LTK)
Talajtani és Agrokémiai Intézet (TAKI)
Ökológiai Kutatóintézet (ÖK)
Agrárgazdasági Kutatóintézet (AKI)

Kapcsolat:

Levelezési cím: 1052 Budapest, Apáczai Csere János utca 9.

E-mail: okoszisztemaszolgalatasok@termeszetem.hu

Információk a projektről:

<https://termeszetem.hu/hu>

Hivatkozás:

A publikáció megosztható és sokszorosítható. Felhasználása esetén használandó hivatkozás a következő:

Kovács-Hostyánszki A., Belényesi M., Geng I., Kemencei Z., Kisné Fodor L., Lehoczki R., Medveczky P., Naszádos A., Pataki R., Petrik O., Sárospataki M., Szalai M., Szekeres Á., Tanács E., Zajác E. (2021): A pollináció, mint ökoszisztéma-szolgáltatás értékelése – az ökoszisztéma-állapottól a ténylegesen igénybe vett ökoszisztéma-szolgáltatás értékeléséig. *A közösségi jelentőségű természeti értékek hosszú távú megőrzését és fejlesztését, valamint az EU biológiai sokféleség stratégia 2020 célkitűzéseinek hazai szintű megvalósítását megalapozó stratégiai vizsgálatok projekt Ökoszisztéma-szolgáltatások projekteleme keretében készült tanulmány.* Agrárminisztérium, Budapest pp. 67

Szöveggközi hivatkozás: Kovács-Hostyánszki et al. (2021)

DOI szám: [10.34811/osz.pollinacio.tanulmany](https://doi.org/10.34811/osz.pollinacio.tanulmany)

A KEHOP-4.3.0-VEKOP-15-2016-00001 „A közösségi jelentőségű természeti értékek hosszú távú megőrzését és fejlesztését, valamint az EU biológiai sokféleség stratégia 2020 célkitűzéseinek hazai szintű megvalósítását megalapozó stratégiai vizsgálatok” című projekt az Európai Regionális Fejlesztési Alap (ERFA), valamint a Környezeti és Energiahatékonysági Operatív Program és a Versenyképes Közép-Magyarország Operatív Program támogatásával valósult meg.

Tartalom

1. A Pollináció szakértői munkacsoport (SZMCS) bemutatása.....	3
2. Rövid áttekintés az SZMCS munkájáról az 1-3. ütemben	3
3. Az állatok általi beporzás (pollináció), mint értékelt ökoszisztéma-szolgáltatás (ÖSz). 4	4
4. Az állati beporzás értékelése a NÖSZTÉP-ben	6
4.1. Célterületek	6
4.2. Alapfelvetések az értékelésben	7
5. A vadméhek általi beporzás értékelése.....	8
5.1. Az értékelés lépéseinek, szintjeinek rövid összefoglalása	8
5.2. Az értékelés 1-2. szintjének elméleti, irodalmi megalapozása – a vadméhek általi beporzási potenciál és az ezt meghatározó ökoszisztéma állapot jellemzők	9
5.3. A NÖSZTÉP vadméhek általi beporzásra vonatkozó értékelésének 1. szintje – az ökoszisztéma állapot (ÖÁ) szintjén alkalmazott indikátorok	9
5.3.1. Az Ökoszisztéma-alaptérkép ökoszisztéma típusainak jellemzése a virágforrást (FA) és fészkelőhelyet (NS) nyújtó képességük szerint.....	10
5.3.2. Az élőhelyek természetességének figyelembe vétele.....	23
5.3.3. Inváziós idegenhonos növényfajok jelenléte.....	23
5.3.4. A táji kontextus figyelembe vétele.....	23
5.4. A NÖSZTÉP vadméhek általi beporzásra vonatkozó értékelésének 2. szintje – a vadméhek általi relatív beporzási potenciál számítása	24
5.5. A NÖSZTÉP vadméhek általi beporzásra vonatkozó értékelésének 3. szintje – a rovarbeporzásra való igény és ennek átfedése a vadméhek nyújtotta relatív beporzási potenciállal	29
5.5.1. A rovarbeporzásra való igény	29
5.5.2. A rovarbeporzásra való relatív igény és a relatív beporzási potenciál viszonya.....	38
5.6. Az értékelés során felmerült nehézségek, tudáshiányok, konfliktusterületek, javaslatok	45
Irodalom.....	46
MELLÉKLETEK.....	51
1. melléklet: Az értékelés 1-2. szintjének elméleti, irodalmi megalapozása	51
2. melléklet: Az Ökoszisztéma-alaptérkép kategóriarendszere (2019.06.30.).....	57



3. melléklet: Az erdők részletesebb jellemzéséhez a virágos, nektár- és/vagy virágpordó fajok az Erdészeti Szakigazgatási Információs Rendszerből (ESZIR).....	61
4. melléklet: 4. szintű további részletes bontás szerinti értékelés egyes erdőkategóriáknál.	63
5. melléklet: A JRC (2018) eredménytérképe a beporzási potenciál és igény összevetésére	65
6. melléklet: A mézelő méhek általi beporzás értékelésének lehetséges módszertana.....	66

1. A Pollináció szakértői munkacsoport (SZMCS) bemutatása

Vezető: dr. Kovács-Hostyánszki Anikó

Az Ökológiai Kutatóközpont, Ökológiai és Botanikai Intézet (ÖK ÖBI) tudományos főmunkatársa, az Ökoszisztéma-szolgáltatások projektelem (NÖSZTÉP) MAES munkacsoport (Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services) tagja, koordinátora. Fő kutatási területei az agrárökológia, beporzásökológia, vadméhek ökológiája.

Tagok:

➤ dr. Zajácz Edit

A Haszonállat-génmegőrzési Központ, Méhészeti és Méhbiológiai Intézet vezetője, méhészeti igazgatóhelyettes, tudományos főmunkatárs. Jelenlegi kutatási területe a Pannon méh génmegőrzése, akácméhek jellemző profiljának meghatározása, és egyes méhlegelő növények méhészeti értékének vizsgálata (nektár- és pollenprodukción, nektár cukorösszetétel).

➤ dr. Sárospataki Miklós (SZIE MKK)

Egyetemi docens a SZIE MKK Állattani és Állatökológiai Tanszékén. Ökológus, főbb kapcsolódó kutatási területei a vadméhek (poszméhek és más fajok) faunisztikája és ökológiája, növényvédőszer hatása, szántóföldi szegélyek, illetve egyéb féltermészetes élőhelyek hatása a vadméhekre.

➤ dr. Szalai Márk (SZIE MKK)

Egyetemi adjunktus a SZIE MKK Növényvédelmi Intézetben. Kutatási területe az ökoszisztéma-szolgáltatások (ÖSz) számszerűsítése, azon belül elsősorban a biológiai kártevő szabályozás és a megporzás vizsgálata. Valamint az agrártájban található féltermészetes élőhelyek hozzájárulása ezekhez az ökoszisztéma-szolgáltatásokhoz.

A Pollináció SZMCS munkájának további résztvevői a NÖSZTÉP Térképezési Munkacsoport részéről dr. Tanács Eszter, a Lechner Tudásközpont (LTK) részéről dr. Belényesi Márta, dr. Lehoczki Róbert, Pataki Róbert és dr. Petrik Ottó, valamint a BFKH MePAR Fejlesztési Koordinációs és Üzemeltetési Osztályról Szekeres Ádám, Naszádos Anna és Medveczky Péter.

Az Agrárminisztérium Természetmegőrzési Főosztályának részéről az első évben Geng Imola (botanikus, apiterápiái ismeretekkel rendelkező fitoterapeuta), majd 2019-től dr. Kemencei Zita és Kisné dr. Fodor Livia vettek részt megfigyelőként az SZMCS munkájában.

2. Rövid áttekintés az SZMCS munkájáról az 1-3. ütemben

2017. december 14-én az alakuló SZMCS ülésen a szakértők teljes létszámban megjelentek, megismerték a KEHOP 4.3.0 projekt és ezen belül a NÖSZTÉP projektelem háttérét, céljait, résztvevőit, főbb feladatait, az előkészítő évben végzett munka eredményeit. Ezt követően külön csoportmegbeszélés keretében az SZMCS vezető két, a nemzetközi irodalom áttekintése során talált értékelési módszertant ismertetett a csoporttal a beporzás értékének becslésére: luxemburgi példa a mézelő méhek általi beporzás (Becerra-Jurado *et al.* 2015) és egy európai léptékű értékelési módszertan a vad beporzók általi beporzás értékelésére (Zulian *et al.* 2013a). A tagok alkalmasnak érezték ezen két megközelítés adaptálását a hazai értékelésbe. Az ezt követő hónapokban az SZMCS vezető

feltárta a projektben alkalmazott alapállapot indikátorok és további indikátorok alkalmazásának lehetőségeit, egyeztetett a térképezést végző kollégákkal, konzorciumi partnerekkel, a NÖSZTÉP szakértőivel és az SZMCS szakértőkkel a formálódó tervekről és lehetőségekről a beporzás hazai értékelését illetően. 2018. augusztus elején az SZMCS egy személyes találkozó keretében (jelen voltak: KHA, SM, SZM, ZE) tekintette át a beporzáshoz kapcsolódó ökoszisztéma állapot (ÖÁ) értékelés részleteit, és elvégezték az ökoszisztéma típusok pontozását vadméhek számára táplálékforrást (virágpor és nektár) nyújtó és a nyújtott fészkelési lehetőségei alapján. Ezzel és az értékelés négy szintjére (5.1. fejezet) tett javaslatokkal készült el az 1. ütem tanulmánya.

2018 őszétől az értékelés 2. ütemében az SZMCS és a LTK munkatársai közti egyeztetéseken a beporzás értékelésében az 1. szint pontosítása, és a 2. szinten alkalmazandó módszertan közösen került kidolgozásra. Az 1. szinten elvégzett pontozást külső szakértők is validálták.

2019 tavaszától a BFKH MePAR osztály és az LTK munkatársainak segítségével a Pollináció SZMCS pontosította a 2. szint eredménytérképét, kidolgozta a 3. szint módszertanát és elkészítette a 2-3. szint térképeit.

3. Az állatok általi beporzás (pollináció), mint értékelt ökoszisztéma-szolgáltatás (ÖSz)

A zárwatermő virágos növények 87%-a – köztük a legfontosabb természetű növényfajok háromnegyede is – termés- és/vagy magképzése során kisebb vagy nagyobb mértékben profitál az állati beporzásból (Klein *et al.* 2007, Ollerton *et al.* 2011). Az állati beporzású növények a természetes, művelt és lakott területek ökoszisztémáinak flóráját, és az ezek által nyújtott további ellátó, szabályozó és fenntartó, valamint kulturális szolgáltatásokat nagymértékben megalapozzák, meghatározzák.

A beporzó állatok és a növényi beporzás fontosságát, az élelmiszertermelésben és az élővilág sokféleségének megőrzésében játszott alapvető szerepét az Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES) kormányközi testület is felismerte, első tematikus tanulmányát ennek a témának szentelve (IPBES 2016). A tudományos és szürke irodalmat, valamint a hagyományos és helyi tudást (ILK) áttekintő, szintetizáló tanulmány szerint Európában a beporzásban kulcsszerepet játszó vadméh és lepke fajok 9%-a veszélyeztetett és több mint 30%-uk csökkenő tendenciát mutat (egyes, főként nyugat-európai országokban ez az érték akár 50% is lehet). Az IUCN *European Red bee list* szerint az EU 27 tagállamában az előforduló méhfajok 9,1%-a kihalással veszélyeztetett (Nieto *et al.* 2014). Az európai szinten veszélyeztetett fajok 30%-a pedig endemikus faj Európában, így ezek megőrzésében különösen nagy a felelősség. A gerinces beporzók (pl. nektárgyűjtő madár- és denevérfajok) 16,5%-a globális kihalással veszélyeztetett (IPBES 2016).

A nyugati háziméh vagy más néven mézelő méh (*Apis mellifera*) családok megszokott 10-30%-os csökkenésénél jóval nagyobb pusztulási arányt is észleltek a 2000-es évek telein, főként nyugat-európai országokban és Észak-Amerikában (Oldroyd 2007, IPBES 2016). Bár a méhészek a megmaradó családok szétosztásával, új családok nevelésével részben tudják kompenzálni az elpusztult családokat, és így azok száma globálisan 40%-kal nőtt a 20. század második felében, a veszteségek több helyen mégis jelentősek. Ugyanebben az időszakban a rovarbeporzást igénylő, természetű növények mennyisége 300%-kal növekedett, azaz a beporzásra való igény sokkal gyorsabb ütemben változott, és sokkal nagyobbra nőtt, mint ahogy azt a mézelő méhek száma követni tudná

(Aizen és Harder 2009). Ez a mézelő méhek száma esetében tapasztalt kereslet-kínálatbeli növekvő különbség, és többször tapasztalt tömeges pusztulásuk is rámutatott már arra, hogy termesztett és vadnövényeink megporzása nem bízható csupán egyetlen rovarfajra. A stabil beporzáshoz, valamint a morfológiájukban és fenológiájukban oly sokféle virág megporzásához a beporzók széleskörű diverzitására van szükség (Garibaldi *et al.* 2013).

A beporzó fajok sokféleségének és számának csökkenését, illetve a fajok veszélyeztetettségét okozza például a tájhasználat változása, a művelt területek, szántóföldek arányának és területének növekedése, ezzel párhuzamosan a beporzók számára fontos fészkelő és táplálkozó helyet jelentő természetközeli élőhelyek, sövények, fasorok, táblaszegélyek eltűnése (Kennedy *et al.* 2013, Kovács-Hostyánszki *et al.* 2017). Pedig ezek a virágokban gazdag élőhelyek a beporzó rovarok nagyobb számú és változatosabb faji összetételű jelenlétét biztosíthatják a mezőgazdasági ökoszisztémákban, ezáltal a termesztett növények beporzását is hatékonyabbá teszik a szomszédos, művelt táblákon, kertekben (Calvarheiro *et al.* 2011, Blaauw és Isaacs 2014). A szántóföldek, gyümölcsösök, kertek művelése is kritikus lehet a beporzó rovarok szempontjából, kiváltképp az intenzív gazdálkodás, így a nagy mennyiségű, nem megfelelő, vagy nem megfelelő időzítéssel használt rovarölő és gyomirtó permetszerek használata, a korai tarlóhántás, a másodvetés és a szántóföldi spontán gyomvegetáció hiánya (Pinke *et al.* 2009, Brittain és Potts 2011, Godfray *et al.* 2015, Arany *et al.* 2017). A gyomirtó vegyszerek hatása közvetett a beporzókra, azokat a táplálékot jelentő virágos gyomnövényeket távolítják el a területről, amelyek az év nagy részében egyedüli virágpor és nektárforrást jelenthetnek (Richards 2001). A repce és napraforgó táblák ugyan millió virágot kínálnak, de egyrészt nem minden beporzó rovar számára megfelelőek, mivel a különböző testalkatú beporzók különböző formájú virágokról tudnak táplálkozni. Másrészt csupán néhány hétig virágoznak, és rendszerint intenzíven művelt kultúrák lévén, nem igen nyújtanak más virágforrást a beporzóknak (Blitzer *et al.* 2012, Riedinger *et al.* 2015). Hasonlóan az inváziós növényfajok térhódítása is gondot jelenthet, melyek gyorsan, nagy területeket borítanak el, számos hazai növényfajt kiszorítanak természetes előfordulási területeikről, miközben a saját virágaikat vonzóvá teszik bizonyos beporzók számára (van Hengstum *et al.* 2014). Bár a méhészek egyes inváziós, idegenhonos növényfajokat, mint mézelő vagy jó virágporforrást nyújtó növényeket nagyon kedvelnek (pl. selyemkóró, kanadai és magas aranyvessző), az előzőlött területek rendszerint sokkal kevesebb beporzó rovarnak adhatnak otthont (Moroń *et al.* 2009, Fenesi *et al.* 2015). Gyepek esetében az intenzív, gyakori kaszálás vagy a nagy állatállományt kis területre szorító intenzív legeltetés sok virágos növény visszaszorulását, eltűnését vonhatja maga után (Wesche *et al.* 2012, Vanbergen *et al.* 2014). Lakott területeken, parkokban, kertekben a gyepek rendszeres nyírása hasonlóan virágszegény, homogén vegetáció kialakulásához vezet.

A beporzás az ökoszisztéma-szolgáltatások egységes osztályozási rendszerében (CICES) a szabályozó és fenntartó ökoszisztéma-szolgáltatások közé tartozik, több más ide sorolt ökoszisztéma-szolgáltatással együtt a biológiai, fizikai és kémiai állapot fenntartásáért felelős az ökoszisztémákban (MAES 2013). Értékelésének fontos szerepe lehet a mezőgazdasági ökoszisztémák megítélése és művelésük szabályozása szempontjából. A mezőgazdaság az EU28 országaiban az egyik fő földhasználati forma, közös területük mintegy 47%-át borítják művelt területek. A Közös Agrárpolitika 2014-2020 közötti ciklusában a közvetlen kifizetések 30%-a zöldítési feladatokra fordítandó, melyek az állandó gyepek megőrzését, a terménydiverzifikációt és az ökológiai fókuszterületek kialakítását/megtartását támogatják (MAES 2014). A szabályozó és fenntartó szolgáltatások, így a beporzás értékelése és térképezése segíthet az agrárterületek

többoldalú megítélésében. Túl a mezőgazdasági termelésen, segítheti azon területek azonosítását, ahol ezen ökoszisztéma-szolgáltatások erősítésére van szükség, alátámaszthatja és erősítheti a zöldítési program törekvéseit, és összességében jobb forráskihasználást és térbeli kezelési tervezést tesz lehetővé (MAES 2014).

4. Az állati beporzás értékelése a NÖSZTÉP-ben

A NÖSZTÉP ökoszisztéma-szolgáltatás prioritizáló folyamatában az állati beporzás a gyep és mezőgazdasági ökoszisztémákban kiválasztott, kiemelt fontosságú szolgáltatás (Kovács-Hostyánszki *et al.*, 2018). Magyarország értékelése az ökoszisztéma-szolgáltatások körében a hazai viszonyok mentén is indokolt, tekintettel az ország mezőgazdasági termelésének súlyára, azon belül is a rovarmegporzású természetű növények magas területarányára és a hazai edényes flóra gazdagságára (Simon 2000, NAK 2016).

4.1. Célterületek

A NÖSZTÉP értékelésében a beporzást két irányból, a mézelő méhek és a vadméhek általi beporzás értékelésével terveztük megközelíteni.

A mérsékelt égövön a méhek (Hymenoptera: Apiformes) a legfontosabb beporzói a legtöbb növényfajnak (Michener 2007). Bár ha beporzásról van szó, az emberek többsége elsősorban a mézelő méhre gondol, ám mellette számos más, ún. vadméh faj játszik kiemelkedő szerepet, sőt egyes esetekben a mézelő méhnél is fontosabb és hatékonyabb beporzók lehetnek (Garibaldi *et al.* 2013). Magyarországon több mint 700 vadméh faj él (Józan 2011), melyek fontos szerepet töltenek be a természetű és vadon élő növények beporzásában. Jelenlétük és így beporzó tevékenységük az ökoszisztémáktól, azok állapotától, elsődlegesen a számukra nyújtott táplálék- és fészkelőhely forrásoktól függ, így az általuk nyújtott beporzási potenciál az élőhelyek állapotával és megőrzésével közvetlenül összefügg (Kremen és Chaplin-Kramer 2007), a természetközeli élőhelyfoltoktól távolodva pedig rendszerint csökken (Ricketts *et al.* 2008). A vadméhek sorsát, jelentős természetvédelmi és gazdasági vonatkozásukat felismerve, az utóbbi években növekvő köz- és médiafigyelem kíséri, így vizsgálatuk a NÖSZTÉP projektben jelentős kommunikációs szereppel is bírhat.

A beporzás tekintetében Magyarországon fontos szerepet és értéket képvisel a méhészeti ágazat. 2018 őszén 22500 méhészetet és több mint 1,2 millió méhcsaládot tartottak számon (OMME 2019). Négyzetkilométerenként átlagosan 13 méhcsalád található az országban, és a méhsűrűség növekvő tendenciát mutat (OMME 2019). A mézelő méhek kiemelten látogatnak egyes kultúrnövényeket, melyek jelentős vetésterületet foglalnak el (2015-ben 600.000 hektár napraforgó, 200.000 hektár repce; NAK 2016) és fontos szerepet játszanak a gyümölcsstermesztésben. Geldmann és González-Varo (2018) a mézelő méhet mesterséges körülmények között való szaporítása és tartása szempontjából mint mezőgazdasági eszközt jellemezte. Mivel ennek alapján az ember által hozzáadott beporzási kapacitásnak tekinthető, megkérdőjelezték a mézelő méh általi beporzás ökoszisztéma-szolgáltatásként való értelmezését. Azonban a mézelő méh nem mesterséges képződmény, hanem egy természetes faj, amely beporzást végez. Valamint a tartásánál ugyan nagy befolyása van az embernek, de fennmaradása függ a természetes élőhelyektől, mert ezek adnak táplálékforrást. A mézelő méhek is jelentősen profitálnak, sőt függnek a vadvirág forrásoktól, melyek a főbb kultúrnövények virágzása közti időszakokban jelentős táplálékkal látják el őket, hasonlóan a tavaszi indulás és az őszi

táplálkozás, a télre való tartalékgyűjtés idején (Arany *et al.* 2017). Mindezek alapján a mézelő méhek nyújtotta beporzást is ŐSz-nek tekintjük a NÖSZTÉP értékelésében, és a vadvirágforrások és mézelő méhek közti kapcsolat értékelése fontos következtetésekkel szolgálhat a NÖSZTÉP munkájában. Azonban térben megfelelően részletes és a vándorméhészetet is figyelembe vevő méhcsaládszám adatok hiányában a mézelő méhekre vonatkozó számszerű értékelést nem volt módunk elvégezni a NÖSZTÉP-ben (lásd 6. melléklet).

4.2. Alapfelvetések az értékelésben

Mivel az egyes ökoszisztéma típusokban előforduló vadméhek jellemző számáról, sokféleségéről közvetlenül csak ritkán vannak konkrét adatok, főleg nem országos léptékben, így minderre az élőhelyek minőségéből kell indirekt módon következtetnünk, becslést végeznünk. A beporzó rovarok előfordulásának és beporzást nyújtó képességének egyik alapvető előfeltétele a szükséges táplálékforrás, vagyis a virágos növények elérhetősége, valamint a vad beporzók esetén a megfelelő fészkelőhelyek megléte (Winfrey *et al.* 2007). Virágforrások tekintetében a természetközeli élőhelyek, ezen belül sok esetben a nyíltabb élőhelyek, mint egyes gyeptípusok, egy agrártájban a parlagok, a szegély élőhelyek, a mezsgyék nyújthatnak nagyobb mennyiségű és diverzebb kínálatot (Bommarco *et al.* 2012, Kovács-Hostyánszki *et al.* 2017). Ezek egy leegyszerűsített modell szerint a vad beporzók elsődleges forrásélőhelyei lehetnek, melyekről a természet kultúrnövények területeire szállva, testméretüknek megfelelő hatótávolságban beporzási szolgáltatást nyújtanak (Zulian *et al.* 2013a). Emellett természetesen a szántókon lévő gyomtársulás (a kezelés mértékétől függően) kisebb mértékben, de szintén szolgálhat táplálékforrással a beporzók számára a természet kultúrnövényeken túl (Kovács-Hostyánszki *et al.* 2011a, b). Azonban jellemzőbb módon a szántók általában intenzívebben műveltek, és aratás után a tarlóhántás is korábbi annál, minthogy jelentősebb vadvirág-forrásokkal számolhatnánk ezen területeken. A természetközeli élőhelyekhez képest így átlagos relatív vadvirágforrást nyújtó képességük alacsony (Kovács-Hostyánszki *et al.* 2011a, Arany *et al.* 2017). A gyümölcsösök, művelésüktől függően maguk is funkcionálhatnak virágokban és fészkelőhelyekben gazdag forrásélőhelyként (Földesi *et al.* 2016), de ennek figyelembe vétele csak megfelelő kezelési, használati adatok ismeretében lehetséges. Az adott élőhelyfolt növényzetén túl fontos az élőhelyek táji szintű diverzitása is egy adott terület körül, melyben a nyíltabb és zártabb élőhelyek, különböző növénytársulások mozaikja különböző beporzó fajoknak különböző lehetőségeket kínál és az adott helyen jelen lévő beporzó közösségeket nagyban meghatározhatja (Steffan-Dewenter és Westphal 2008, Kennedy *et al.* 2013).

Mindezek alapján a szintén a projektben készült Ökoszisztéma-alaptérkép (Agrárminisztérium 2019) kategóriáit¹ (2. melléklet) aszerint jellemezhetjük, hogy azok milyen mértékben szolgálhatnak forrás-élőhelyként a beporzó rovarok számára. Ez a vad beporzók esetében egyértelmű relevanciával bír, táplálkozásuk és fészkelésük is az

¹ Az Ökoszisztéma Alaptérkép kialakításához a MePAR felszínborítás rétegét vettük alapul, kiegészítéséhez pedig további különböző tematikus fókusszal rendelkező adatbázisokat használtak fel (pl.: Copernicus nagyfelbontású felszínborítás rétegek (HRL), 2015-ös referencia évre vonatkozó Vizek és vízenyös területek (Water and Wetness, WAW), rétege; Erdészeti Információs Rendszer (ESZIR) adatai). Nagy hangsúlyt fektettek távérzékelési módszerekkel gyűjtött adatok saját feldolgozására az egyébként adathiányos tematikák előállításán (pl.: különböző gyeptípusok). Az így előálló adatokat egységes geometriával (20 méteres raster) és vetülettel (ETRS1989 LAEA) egy elméleti adatkockába rendezték, majd abból célirányos, cella alapú lekérdezésekkel (Python alapokon) állították elő az egyes eredmény kategóriákat és így az alaptérképet (GeoTiff formátumban). Az Ökoszisztéma-alaptérkép elérhető online: <http://alapterkep.termeszetem.hu/>

ökoszisztémák alkalmasságától függ, míg a mézelő méhek előfordulását nagyban befolyásolja a méhcsaládok jelenléte, kitelepítési helye és száma, valamint a méhcsaládok erőssége. Azonban a mézelő méhek is igénylik a vadvirág forrásokat, melyek a domináns, főhordást adó méhlegelő növények virágzási időszakán kívül fontos virágpor- és nektárforrások lehetnek (Arany *et al.* 2017). Ezért az egyes élőhelytípusok virágforrásbeli ellátottságának értékelése a mézelő méh szempontjából is releváns, az ökoszisztémák fontos szereppel bírhatnak ezen tenyésztett rovarfaj számára is annak táplálásán keresztül, segítve beporzást nyújtó képességének biztosítását.

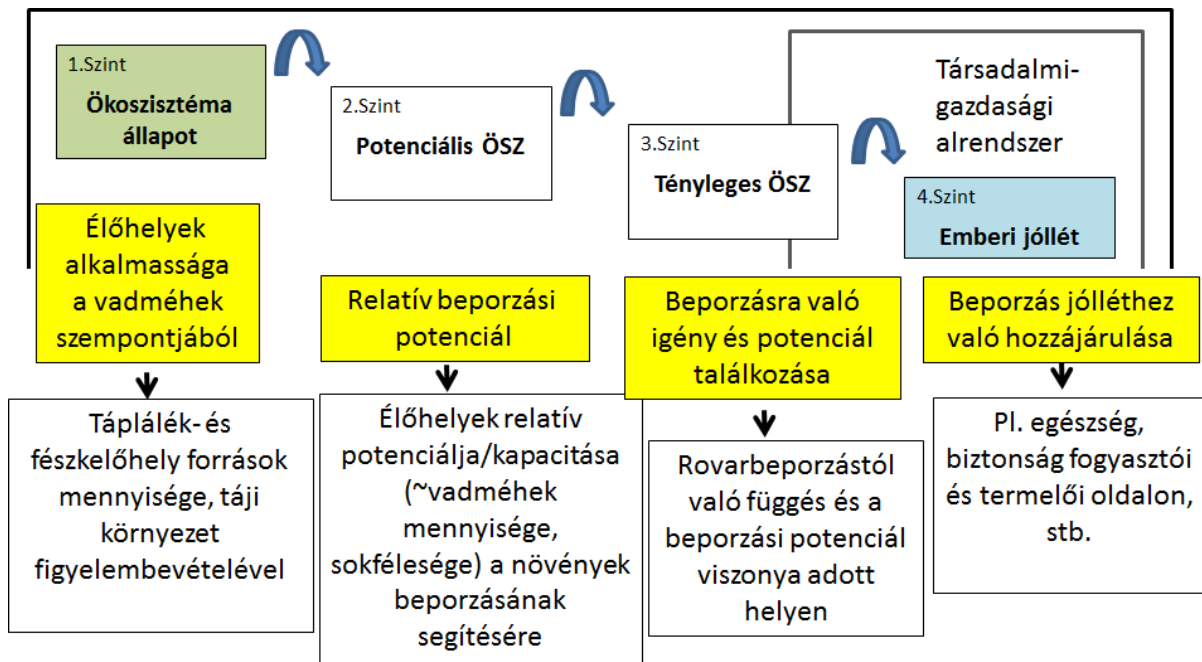
5. A vadméhek általi beporzás értékelése

5.1. Az értékelés lépéseinek, szintjeinek rövid összefoglalása

Az ökoszisztéma-szolgáltatások értékelésének alapjául az ún. kaszkád keretrendszer alkalmaztuk (lásd még: Arany *et al.* 2018), ami a természeti és a társadalmi gazdasági rendszer bonyolult kapcsolatrendszerét próbálja meg leegyszerűsítve leírni, segítséget nyújtva az értékeléshez és térképezéshez is (Haines-Young és Potschin 2010). Előnye, hogy egy rendszerben foglalja össze az ökoszisztéma-szolgáltatások biztosításával kapcsolatos legfontosabb tényezőket. A kaszkád-modell kiindulópontja az ökoszisztémák állapota, s végpontja a társadalom tagjainak jólléte. A kaszkádmodellt követve a beporzás értékelése 4 szinten történt (Haines-Young és Potschin 2010). A táj adott pontján az ott lévő ökoszisztémák virágforrás és fészkelőhely-nyújtó képessége, ezek tájbéli diverzitása a vadméhek mozgáskörzetén belül, az élőhelyek természetessége és mezőgazdasági ökoszisztémák esetén azok művelési intenzitása együttesen határozhatják meg a jelenlévő vadméhek mennyiségét (abundanciáját), diverzitását, és ezáltal az általuk biztosított beporzási potenciált (Svensson *et al.* 2000). A vadméhek nyújtotta beporzási potenciál értékelése megfelelő terepi adatok hiányában szakértői becslésen, az így megadott relatív skálákon alapulhat, figyelembe véve az élőhelytípusra jellemző virágforrás-kínálatot, a fészkelési alkalmasságot, és a táji környezetet. Az így elvégzett értékelés relatív skálán megmutatja, hogy adott helyen mekkora vadméh egyedszámmal és változatossággal számolhatunk egy másik élőhelytípushoz képest, azaz, mekkora a relatív beporzási potenciál.

A beporzás mind a mezőgazdasági termelés, mind a biodiverzitás fenntartása érdekében fontos. Az egyes ökoszisztéma típusok relatív beporzási igénye a rájuk jellemző virágos növénygazdagság becsült mennyiségével jellemezhető egy relatív skálán, a többi ökoszisztéma típushoz viszonyítva. Táplálékkeresésük közben a beporzók a természetett kultúrnövényeket is felkeresik, így mozgáskörzetükön belül növelhetik a természetett rovarbeporzást igénylő növénykultúrák (pl. gyümölcsösök, zöldségfélék, magvakat biztosító növények, fűszer- és olajnövények) beporzási sikerét (Calvarheiro *et al.* 2011). Az egyes természetett növénykultúrák esetében a rovarbeporzási igény, azaz a termés rovarbeporzásból fakadó százaléka irodalmi adatok alapján megadható.

A relatív vadméh beporzási potenciál és relatív rovarbeporzási igény összevetése direkt módon nem lehetséges, mivel e két relatív skála egymáshoz való viszonyáról sincsen számszerű adat. Így valójában a szakértői tudásra alapozva tudunk egyfajta becslést adni arról, hogy az ország egyes pontjain a 2016-ban adott helyen természetett kultúrnövények és a természetközeli élőhelykategóriák relatív beporzási igénye miként viszonyul az ezen helyekre becsült relatív beporzási potenciálhoz. A beporzás jólléthez való hozzájárulása pedig messze túlmutat a pénzben kifejezett, vagy csak a kultúrnövények beporzásából származó anyagi hasznon (1. ábra).



1. ábra: A kaszkádmódel mentén alkalmazott indikátorok a vadméhek általi beporzás értékelésére

5.2. Az értékelés 1-2. szintjének elméleti, irodalmi megalapozása – a vadméhek általi beporzási potenciál és az ezt meghatározó ökoszisztéma állapot jellemzők

A vadméhek általi beporzás értékelésére az 1990-es évek végétől kezdtek el modelleket kidolgozni, melyek egyre letisztultabb és átfogóbb módon közelítették azt meg (1. melléklet). A NÖSZTÉP értékelése során ezen modellek áttekintése alapján a legújabb európai uniós modell mintájára dolgoztuk ki a hazai léptékben alkalmazható koncepciót, Zulian et al. (2013) és Vallecillo et al. 2018 munkáira támaszkodva (1. melléklet).

5.3. A NÖSZTÉP vadméhek általi beporzásra vonatkozó értékelésének 1. szintje – az ökoszisztéma állapot (ÖÁ) szintjén alkalmazott indikátorok

A vadméhek általi beporzást befolyásoló ökoszisztéma állapot értékelésnél a következők szerint jártunk el:

1. Az Ökoszisztéma-alaptérkép 3. (erdők esetében 4.) szintű ökoszisztéma típusainak virágforrás (foraging availability, FA) és fészkelési alkalmasság (nesting suitability, NS) szerinti pontozása (mindkét szempontra 0-1 között) Zulian et al. (2013) alapján történt, a hazai viszonyokhoz adaptálva, szakértői vélemények alapján.
2. Erdőknél az FA értékek számításakor az erdőrészekre jellemző virágos fajok arányát is figyelembe vettük az alaptérkéken felül.
3. Szegélyeket differenciáltan vettük figyelembe a pontozás során az erdőszegélyknél, szántóknál és vizes élőhelyknél, víztesteknél.

5.3.1. Az Ökoszisztéma-alaptérkép ökoszisztéma típusainak jellemzése a virágforrást (FA) és fészkelőhelyet (NS) nyújtó képességük szerint

A beporzó rovarok előfordulásának és beporzást nyújtó képességének egyik alapvető előfeltétele a szükséges táplálékforrás, vagyis a virágos növények elérhetősége, valamint a vad beporzók esetén a megfelelő fészkelőhelyek megléte (Winfree *et al.* 2007). A NÖSZTÉP-ben megvalósuló értékelés első lépéseként az 1. kaszkádszinten, azaz az ökoszisztéma-szolgáltatást meghatározó ökoszisztéma állapot szintjén az Ökoszisztéma-alaptérkép (2. melléklet) kategóriáit jellemezzük az elérhető virágforrások mennyisége (FA), és a vadméhek számára fészkelésre való alkalmasságuk (NS) szempontjából. Ez tehát az élőhelyek típusából, jellegéből, alapvető vegetációs közösségből fakadó értékeket jelent, melyet további tényezők még módosíthatnak (az emberi tevékenységből fakadó degradációs tényező csökkenthet, természetességet jelző tényező növelhet). Ez természetesen csupán durva, megközelítő becslésre ad lehetőséget.

Az egyes élőhelykategóriák virágforrást és fészkelőhelyet nyújtó képessége szerinti pontozásában Zulian és mts. (2013) munkájából és az általuk használt pontrendszerből indultunk ki. Ebben két indikátor, így a virágforrások elérhetősége (FA) és a fészkelésre való alkalmasság (NS) alapján értékelték az egyes ökoszisztéma típusokat a Corine Land Cover (CLC) élőhelykategóriái szerint. Első körben irodalmi forrásokra alapozták az adott értékeket, majd egy workshop keretében szakértők bevonásával határozták meg a végső értékeket egy 0-1 közti skálán, kontinentális léptékű viszonyokra alapozva. Ez alapján egy pl. 0,5-ös érték szerint az adott ökoszisztéma típus által fedett terület 50%-a kínál alkalmas táplálkozó/fészkelő helyet a vadméhek számára.

A NÖSZTÉP értékelésében, ahol az Ökoszisztéma-alaptérkép ökoszisztéma típusai és a CLC felszínborítási kategóriái egymásnak megfeleltethetők, ezen pontszámokat a Pollináció SZMCS tagjainak segítségével áttekintettük, és ahol szükségesnek ítéltük, a hazai körülményekre vonatkozóan, módosítottuk. A CLC-ben nem szereplő élőhelykategóriákat szintén pontoztuk. Az SZMCS által adott pontszámokat két botanikus szakértő, és egy vadméh szakértő is egymástól függetlenül validálta a további pontosítások érdekében.

Mesterséges felszínek

A lakott területek, városi ökoszisztémák jelentős vadméh populációknak adhatnak otthont (Matteson *et al.* 2008, Baldock *et al.* 2015). Az agrárkémikáliáknak való kisebb kitettség, a fészkelési szempontból sokszor előnyösebb, melegebb környezet, a változatos és egész évben elérhető virágforrások jelenléte egyaránt kedvezhet a nagy faji diverzitás kialakulásának. A NÖSZTÉP Ökoszisztéma-alaptérkép kategóriái jól átfedtek a Zulian és mts. (2013) által alkalmazott CLC kategóriákkal, de az értékeken több ponton finomítottunk (1. táblázat).

Épületek: az alacsony épületeknek (<10 m) a magas épületeknél kicsit magasabb fészkelési alkalmasság (NS) értéket adtunk, gondolván itt elsősorban a családi házakra, parasztházakra falusi környezetben, melyeknél maga az épület a szerkezetéből, anyagából adódóan több fészkelési lehetőséget kínálhat.

Utak: Az utaknál elsősorban azok szegélye kínálhat virágforrásokat és fészkelési lehetőséget, míg földutaknál maga az útfelszín is alkalmas fészkelési hely lehet földben fészkelő vadméhek számára. A szilárd burkolatú utak (121) eltérő szélességű, rendű utakat jelölhetnek külterületen (autópálya, főút, másodrendű út, stb.). Ezen utak a 20*20 méteres bontás mellett eltérő pixelszélességgel jelenhetnek meg, melyek valamiképp

érezkelthetik ezek eltérő súlyát is a tájban. (Az Ökoszisztéma-alaptérképen egy pixel akkor minősül útnak, ha az a pixel területének több mint felére kiterjed). Ennek megfelelően az út szegélyét, és az ott található forrásokat úgy tudjuk figyelembe venni, hogy az utakra adott FA és NS pontszámok minden útpixelben megjelennek, de kis értékük az adott szélesség (pixelszám) mellett összegzően ad egy közös értéket. Azaz bár a szilárd burkolatú úttest közepe nyilvánvalóan nem nyújt se virágforrást, se fészkelési lehetőséget, a pixelekhez rendelt FA és NS értéke lefedi, érzékelteti a szegélyükön lévő forrásokat, valamint egy alacsonyabb rendű út rendszerint keskenyebb, egy autópálya szélesebb szegélyét. A vasutak mentét intenzíven vegyszerezett és gyakran vágott növényzet jellemzi, melynek inváziós idegenhonos növényfajai inkább szélbeporzásúak. Földutak esetében még átgondoltuk a szomszédsági viszonyok szerinti értékelést, de itt tudni kell, hogy a földutak adatbázis gyakorlatilag a MePAR felszínborítás földút kategóriáit tartalmazza csak, ami nem egyezik meg azzal a képpel, ami az ember fejében a földutakról él. Sokkal kevesebb lett a térképi adatban, mint ami a valóságban van. Így a földutak cizelláltabb figyelembe vételére nincs reprezentatív lehetőség.

Zöldfelületek: A mesterséges környezetben fekvő zöldfelületek kétféleképpen értelmezhetők. Amennyiben itt sportpályákra gondolunk, úgy ezen sűrűfüves, folyamatosan nyírott gyepszőnyeggel rendelkező területek igen kevés virágot nyújtanak, fészkelésre is kevésbé alkalmasak. Ha viszont kiskertes övezetet, konyhakertet értünk alattuk, akkor az FA és NS értékek is magasabbak lehetnek. Ezért felmerült egyes zöldfelületek elkülönítése az igazán értékes települési gyümölcsösök, konyhakertek és parkok területére való fókuszálás céljából, így a sportpályák kivétele a városi zöldből. Azonban ezek területi reprezentáltságát is figyelembe véve kiderült, hogy a települési környezetben zöldfelületként megjelenő területek túlnyomó részét a méhek szempontjából jobb minőségű élőhelyek alkotják. Így a további differenciálás az Ökoszisztéma-alaptérkép ezen kategóriáin belül nem szükséges, az értékelés pontosságát nem befolyásolja.

1. Táblázat: Az Ökoszisztéma-alaptérkép és a Corine Land Cover (CLC) kategóriáinak összekapcsolása, valamint Zulian *et al.* (2013) által alkalmazott, és a NÖSZTÉP Pollináció SZMCS által becsült virágforrás (foraging availability, FA) és fészkelési hely (nesting suitability, NS) lehetőségek szerinti pontozása **mesterséges felszíneken**. Az FA és NS értékeket 0-1 között adtuk meg, ahol az egyre nagyobb értékek egyre jobb táplálkozási és fészkelési lehetőségeket jeleznek.

ÖKOSZISZTÉMA-ALAPTÉRKÉP						CORINE LAND COVER		ZULIAN		NÖSZTÉP	
Szint1 név	Szint1 kód	Szint2 név	Szint2 kód	Szint3 név	Szint3 kód	CLC kód	CLC felszínborítás i kategóriák elnevezése	FA	NS	FA	NS
Mesterséges felszínek (Urban)	1	Épületek	11	Alacsony épület	1110	111	Continuous urban fabric	0,05	0,1	0,05	0,15
				Magas épület	1120	111	Continuous urban fabric	0,05	0,1	0,05	0,1
		Utak és vasutak	12	Szilárd burkolatú utak	1210	122	Road and rail networks and associated land	0,25	0,3	0,1	0,15
				Földutak	1220	122	Road and rail networks and associated land	0,25	0,3	0,25	0,4
				Vasutak	1230	122	Road and rail networks and associated land	0,25	0,3	0,1	0,2
		Egyéb burkolt vagy burkolatlan mesterséges felületek	13	Egyéb burkolt vagy burkolatlan mesterséges felületek	1310	112	Discontinuous urban fabric	0,3	0,3	0,1	0,15
		Zöldfelületek mesterséges környezetben	14	Zöldfelületek mesterséges környezetben fákkal	1410	141	Green urban areas	0,25	0,3	0,2	0,3
				Zöldfelületek mesterséges környezetben fák nélkül	1420	142	Sport and leisure facilities	0,05	0,3	0,25	0,3

Agrárterületek

Az agrárterületek esetében a szántók, szőlők, gyümölcsösök, energiaültetvények és komplex területek külön kerülnek megjelenítésre az Ökoszisztéma-alaptérképen. Az energiaültetvények kivételével Zulian és mts. (2013) szolgált az Ökoszisztéma-alaptérkép kategóriáival megfeleltethető értékekkel (2. táblázat).

Szántóföldek esetében a virágforrás érték a szántók belső területének gyomnövény vegetációjára alapozva került meghatározásra, míg a gyomosabb szegélyzónát, táblaszéli külön értékeltük. Ezért a Zulian-féle pontértékeknél, melyek a Corine-on alapulnak, az pedig magába foglalja a táblaszéli is, alacsonyabb értékeket adtunk. Irodalmi források alapján a szántóföldek szegélyén (azaz a táblaszéliől számított 0-10/20 méteren belül) a vad növények fajszáma és borítása 30-50%-kal is magasabb lehet a táblák belső területeihez képest (Wilson és Aebischer 1995, Romero *et al.* 2008, Fried *et al.* 2009), sőt, akár kétszeres értéket is elérhet (Kovács-Hostyánszki *et al.* 2011). Ezért a szántók szegélyén 20 méteres pufferben a szántók más élőhelytípussal érintkező széli zónájára kétszeres virágforrás (0,1) értékeket adtunk. Fészkelési szempontból a szántók széle szintén alkalmasabb terület lehet azok belsejéhez viszonyítva (Sardinas *et al.* 2016), így a fészkelési alkalmasság (NS) a szántók 20 méteres szegélyzónájában szintén kétszeres értéket vehet fel a szántókra adott értékhez képest (0,2). Felmerült, hogy a virágos kultúrnövények területi százaléka függvényében plusz virágforrás értéket adunk a területeknek, azonban a tömegesen virágzó kultúrnövények is csak nagyon rövid ideig nyújtanak virágforrást, sokszor csak jobbra generalista fajoknak. Így a kultúrnövényekkel nem számoltunk a szántók virágforrást nyújtó kapacitásának éves szintű értékelésében.

A szőlők és gyümölcsösök talaja, jelentős részükben Magyarországon sor- és sorközművelt, így ezekhez Zulian *et al.* (2013) munkájához képest némileg alacsonyabb értéket rendeltünk. Ezen kategóriákban, valamint az energiaültetvényeknél további bontásokat (részben a gyümölcsök dominánsan rovarbeporzású volta, részben az energiaültetvények viszonylag kis területaránya miatt) nem tettünk.

Zulian *et al.* (2013) magasabb pontértékekkel illette az úgynevezett Magas Természeti Értékű Területeket (High Nature Value Area (HNV), Magyarországon MTÉT; korábban Érzékeny Természeti Területek, ÉTT), mint amilyenek például a féltermészetes gyepek, agrár-erdészetek, tradicionális gyümölcsösök, amelyek az agrár-ökoszisztémák élővilágának legfajgazdagabb pontjai. Ezen HNV_F+ és HNV_N+ plusz pontértékek (2. és 3. táblázat) az FA és NS értékekhez adandók abban az esetben, ha a terület Magas Természeti Értékű Területen (HNV) helyezkedik el. Magyarországon az agrár-környezetvédelmi programok (AKG) rendszerében szintén jelen vannak a Magas Természeti Értékű Területek, ahol a féltermészetes területek nagyobb arányának és diverzitásának köszönhető magasabb biodiverzitást az ott megvalósuló kevésbé intenzív termeléssel (alacsonyabb és korlátozott körű vegyszer- és műtrágya használat, szabályozott kaszálási rend, stb.) kívánják megőrizni (Ángyán *et al.* 2003). Ennek köszönhetően nagyobb vadnövény borítottsággal, és ezzel összhangban nagyobb vadméh faji diverzitással és számmal bírhatnak. Az MTÉT mellett elérhetőek a horizontális AKG programok az ország teljes területén. Az AKG célprogramok hatékonyságának vizsgálatára 2015-ben jelent meg egy jelentés, amely a 2013-2014. évi időszakban végzett mintavételt AKG alá eső szántókon és gyepeken (Podmaniczky *et al.* 2015). Szántók esetében a növényzeti indikátorok közül azonban csak az özönnövényvel való fertőzöttséget mérték, a területek növényzetének természetességére, diverzitására nincsenek információk. Továbbá a célprogramok, a célprogram alá eső területek területi elhelyezkedése évről évre

változhat, valamint az AKG alá nem eső szántóföldek művelésére, kezelési intenzitására vonatkozóan sincsenek országosan bevonható adatok, így végül az AKG szántókat nem illetjük magasabb pontértékkel.

2. Táblázat: Az Ökoszisztéma-alaptérkép és a Corine Land Cover (CLC) kategóriáinak összekapcsolása, valamint Zulian *et al.* (2013) által alkalmazott, és a NÖSZTÉP Pollináció SZMCS által becsült virágforrás (foraging availability, FA) és fészkelési hely (nesting suitability, NS) lehetőségek szerinti pontozás **agrárterületeken**. Az FA és NS értékeket 0-1 között adtuk meg, ahol az egyre nagyobb értékek egyre jobb táplálkozási és fészkelési lehetőségeket jeleznek.

ÖKOSZISZTÉMA-ALAPTÉRKÉP						CORINE LAND COVER		ZULIAN				NÖSZTÉP	
Szin t1 név	Szint 1 kód	Szint 2 név	Szint 2 kód	Szint3 név	Szint 3 kód	CLC kód	CLC felszínborítási kategóriák elnevezése	FA	HNV _F+	NS	HNV _N+	FA	NS
Agrárterületek (Croplands)	2	Szántó- földek	21	Szántóföldek	2100	211	<i>Non-irrigated arable land*</i>	0,2	0	0,2	0	0,05	0,1
		Állan- dó kultú- rák	22	Szőlők	2210	221	<i>Vineyards</i>	0,6	0,2	0,4	0,1	0,3	0,3
				Gyümölcsösök, bogyósok	2220	222	<i>Fruit trees and berry plantations</i>	0,9	0	0,4	0,1	0,4	0,3
				Energiaültet- vények	2230								0,05
		Kom- plex terül- etek	23	Komplex művelési szerkezet épületekkel	2310	242	<i>Complex cultivation patterns</i>	0,4	0,2	0,4	0,1	0,4	0,4
				Komplex művelési szerkezet épületek nélkül	2320	242	<i>Complex cultivation patterns</i>	0,4	0,2	0,4	0,1	0,4	0,4

Gyepterületek és egyéb lágyszárú növényzet

Sok esetben a gyepek, mint nyílt, világos, természetközeli élőhelyek szolgáltatják a vadméhek számára a legtöbb virágforrást és alkalmas fészkelőhelyet. A NÖSZTÉP gyepek kategóriái a CLC kategóriáihoz képest jóval részletesebbek, így a megfeleltetés itt már nem volt jól megoldható, néhány kategória mutatott csak valamilyen szintű átfedést és hozzávetőleges, de óvatosan kezelendő iránymutatást (3. táblázat). Felmerült a gyepek kategóriák karakter növényfajok általi jellemzése az Általános Nemzeti Élőhely-osztályozási Rendszer (ÁNÉR) adatok alapján. Az ÁNÉR tartalmaz minden kategóriára részletesebb leírást a karakter növényfajokról is, amikből a virágforrást nyújtó fajokra koncentrálna adhatnánk egy durva becslést az egyes gyeptípusokra a virágforrások

jellemző diverzitására, mennyiségére vonatkozóan. Azonban az Ökoszisztéma-alaptérkép gyepkategóriái az ÁNÉR kategóriák összevonásával születtek, így az ÁNÉR által adott részletes jellemzés sajnos nem alkalmazható. Az értékek meghatározása így itt is szakértői becslésen alapul.

A jellemzően agrárművelés alá eső gyepterület kategóriáknál Zulian et al (2013) alapján felmerül az agrár-környezetgazdálkodási célprogramok által kezelt gyepok magasabb pontszámmal való illetésének lehetősége. Itt is az elérhető AKG monitoring jelentés eredményeit alapul véve (Podmaniczky *et al.* 2015), a következő főbb megállapításokat tették a botanikai indikátorok alapján:

- az AKG részprogramokban részt vevő gyepok növényzete összességében természetesebb állapotú, mint az AKG célprogramokban részt nem vevő (kontroll) gyepoké;

- a különféle gyepgazdálkodási célprogramokban részt vevő parcellák botanikai indikátorokkal kifejezett természetessége egyik célprogram esetén sem kisebb, egyes esetekben pedig szignifikánsan nagyobb, mint a kontroll parcelláké. Kedvező irányú szignifikáns eltérés az alábbi esetekben figyelhető meg:

a) extenzív gyepgazdálkodás célprogram

b) gyepgazdálkodás túzok élőhely-fejlesztési előírásokkal célprogram

c) gyepgazdálkodás élőhely-fejlesztési előírásokkal célprogram

- Összességében megállapítható, hogy a gyep művelési ágú parcellák esetén az AKG célprogramokban való részvétel segítette a parcellák növényzetének természetközeli állapotban való megőrzését, a biodiverzitás fenntartását.

- Az AKG programban részt vevő gyepokban a növényzet fajösszetételének, diverzitásának és szerkezetének természetessége viszont csak a 80000 m²-nél kisebb parcellák esetén tért el szignifikánsan a kontroll gyepes parcellák értékeitől.

A monitoring vizsgálat a 2013-2014. évi állapotokra vonatkozik, a célprogramok és az AKG előírások viszont változnak az egyes ciklusokban, és a támogatás alá eső gyepok lokalizációja is. A hatások pedig részben célprogram, részben területméret függőnek tűntek. Így a NÖSZTÉP értékelésében biztosabbnak tűnik, ha a gyepok esetében nem illetjük azokat plusz ponttal az AKG területek esetében sem. Ezt indokolja továbbá, hogy a gyepok kezelési, művelési módjáról amúgy sincs lehetőségünk országos léptékű adatok bevonására a nem AKG gyepok esetében sem, holott a vadméhek szempontjából ez is meghatározó lehet.

Az Ökoszisztéma-alaptérképen (3400) gyep kategóriába esnek továbbá a táblaszegélyek, szegélyek, ahol ezek külön pixelként is megjelennek kiterjedésükből adódóan.

3. Táblázat: Az Ökoszisztéma-alaptérkép és a Corine Land Cover (CLC) kategóriáinak összekapcsolása, valamint Zulian *et al.* (2013) által alkalmazott, és a NÖSZTÉP Pollináció SZMCS által becsült virágforrás (foraging availability, FA) és fészkelési hely (nesting suitability, NS) lehetőségek szerinti pontozás **gyepeken**. Az FA és NS értékeket 0-1 között adtuk meg, ahol az egyre nagyobb értékek egyre jobb táplálkozási és fészkelési lehetőségeket jeleznek.

ÖKOSZISZTÉMA-ALAPTÉRKÉP						CORINE LAND COVER		ZULIAN				NÖSZTÉP		
Szint1 név	Szint1 kód	Szint2 név	Szint2 kód	Szint3 név	Szint3 kód	CLC kód	CLC felszínborítási kategóriák elnevezése	FA	HNV_F+	NS	HNV_N+	FA	NS	
Gyepterületek és egyéb lágyszárú növényzet (Grassland and other herbaceous vegetation)	3	Homoki gyepek	31	Nyílt homokpuszta gyepek	3110	333 321	Sparsely vegetated areas	0,35	0	0,7	0	0,35	0,6	
				Zárt gyepek homokon	3120	333 321	Sparsely vegetated areas	0,35	0	0,7	0	0,7	0,7	
		Szikes és szikesedésre hajlamos gyepek	32	Szikes és szikesedésre hajlamos gyepek	3200	422	Salines	0	0	0	0	0,4	0,7	
		Sziklakibúvásokkal tarkított mészkedvelő gyepek	33	Sziklakibúvásokkal tarkított mészkedvelő gyepek	3310	323							0,5	0,45
				Sziklakibúvásokkal tarkított egyéb gyepek	3320								0,5	0,45
		Zárt gyepek kötött talajon vagy domb és hegyvidéken	34	Zárt gyepek kötött talajon vagy domb és hegyvidéken	3400		Natural grasslands	1	0	0,8	0	0,9	0,6	
		Máshová nem besorolható lágyszárú növényzet	35	Máshová nem besorolható lágyszárú növényzet	3500							0,4	0,5	

Erdők és faültetvények

Az erdők és faültetvények fontos forrásélőhelyek lehetnek a méhek számára. Lágyszárú virágos növényeik elsősorban a tavaszi aszpektusban, a lombkorona záródása előtt nyílnak, de ezeken kívül cserjefajok és fafajok is adhatnak virágforrást a tavaszi-nyári időszak során. Zulian és mts. (2013) CLC pontozása az erdők esetében nagyon durva megközelítés az Ökoszisztéma-alaptérképhez képest, így csak közelítő iránymutatásként használható:

- Tűszintű erdő (312): FA=0,3, NS=0,8
- Lombos erdő (311): FA=0,9, NS=0,8
- Elegyes erdő (313): FA=0,6, NS=0,8

A NÖSZTÉP értékelésben az erdőtípusokat azok záródása, jellege szerint a lágyszárú aljnövényzetre vonatkoztatva pontoztuk a virágforrás tekintetében (4. táblázat). Néhány, a pontozás során felmerült megjegyzés egyes kategóriák esetében:

- bükkösök: ismerve a hazai állapotokat rengeteg a nudum (aljnövényzet nélküli) bükkös (FA=0,2). A kevés számú montán bükkösünk esetében lehet esetleg a FA=0,3, de ezek valószínűleg eltűnnek a klímaváltozás következtében.
- Gyertyános tölgyesek és cseres tölgyesek: a gyertyánosok csak tavasszal biztosítanak nagyobb mennyiségű virágot, a cseresek viszont egész évben. Cseresekre esetleg szilikáton 0,3, mészkövön 0,45 is lehet az FA, amit itt most egységesen 0,4 értékben állapítottunk meg. A klímaváltozás vélhetően jelentős fapusztlással fog járni, ami növeli majd a virággazdagságot.
- Molyhos tölgyesek: már elkezdődött a klímaváltozás miatti pusztulásuk – főleg szilikáton – emiatt egyre nagyobb gyepfoltok tarkítják. Az utóbbi néhány évtizedben jelentős részüket kivonták a művelésből, gazdaságtalanság miatt.
- Hegy- és dombvidéki pionír erdők: itt a természetes pionírokra vonatkoztatjuk a virágforrás értéket, nem a spontán inváziós állományokra. Mivel dinamikus élőhelyről van szó, van cserjésekben gazdag 0,6-os és nudum 0,1-es állapota is. Szintén befolyásoló tényező, hogy mely vegetációs zónában található, vagyis milyen erdő alakulhat belőle. Az erdőssztyepp-zóna a legmagasabb, a cseres tölgyes zóna közepes, a gyertyános alacsony, a bükkös a legalacsonyabb. Ezen részletes jellemzők differenciált figyelembe vételére viszont itt nem volt lehetőség.
- Egyéb őshonos dominanciájú erdők: az erdőssztyepp, valamint a szikla- és szurdokerdők tartozhatnak ide kizárásos alapon. Mind virággazdagok.
- Egyéb elegyes lomberdők: az Északi-középhegységben általános, hogy a korábban ültetett fenyő egyedek elpusztulnak, így csökken a lombkorona záródása, több a virág.
- Nemesnyár- és fűz dominálta ültetvények: időnként elég fajgazdag gyepszintje alakul ki. A rövid vágásforduló miatt gyakran nyílt a lombkoronaszint (és nincs tele sarjakkal), valamint nagy magaskórós, inváziós fajokkal fertőzött, kevésbé diverz állományok alakulhatnak ki bennük.
- Tűszintűek dominálta ültetvények: a fajnál nagyobb különbséget jelenthet a lombkorona nyíltsága, vagy zártsága.

Emellett az erdők részletesebb jellemzéséhez a virágforrások szempontjából a virágos, nektáradó fafajok elegyarányát vesszük figyelembe, külön tematikus réteggként előállítva (3. melléklet). Az Erdészeti Szakigazgatási Információs Rendszerben (ESZIR) az 5%-nál

nagyobb elegyarányban jelenlévő fajok aránya szerepel erdőrészetek szerint. Ezekből a virágos fafajok kumulatív arányát kiszámítva az adott erdőrészletben az FA értékhez plusz pontként vehetjük figyelembe a fafajok által szolgáltatott virágforrásokat a következők szerint:

10-30% közti virágos fafaj arány: +0,05 FA

30-60% közti virágos fafaj arány: +0,1 FA

>60% közti virágos fafaj arány: +0,2 FA

Erdőrészetek esetében az intervallum skála alkalmazását a plusz pontértékek meghatározásában indokolja a fafaj elegyarányra vonatkozó adatok bizonyos fokú pontatlansága is.

A szántóföldi vetett, tömegesen virágot adó kultúrnövényekhez hasonlóan viszont egy-egy virágos fafaj szintén gyors levirágzású lehet, így pusztán magasabb virágforrás érték adása akár egy virágos fafaj alapján szintén nem adna reprezentatív eredményt. Ezért plusz virágforrás pontértéket a virágos elegyfajok diverzitása alapján abban az esetben adunk egy-egy erdőrészletnek a lágyszárú szint alapján meghatározott értékekhez, ha ezek fajszáma minimum 3. Az összesen kb. 650 ezer erdőrészletből 59635 erdőrészletben volt 3 vagy annál több virágos fafaj.

Továbbá felmerült az alap (lágyszárú szintre adott) virágforrás értékek kombinálása a lombkorona záródással, mint erdőrészlet jellemzővel, és így az állományok korának esetleges figyelembe vétele. Itt szakértői egyeztetés során végül arra jutottunk, hogy természetes módon viszonylag kis területen és ott is rövid ideig alakulhat ki a normál állapottól eltérő záródás, míg kezelt erdőket szándékosan a nagyobb, általában végállapothoz közeli záródáson tartanak. A zártabb típusú erdőknél a tavaszi geofiton aszpektus a lágyszárú virágok szempontjából a meghatározó, amikor a lombkorona még hiányzik, azaz ez a záródástól független. A záródás inkább a nyári időszakban okozhat különbséget az erdők talaján lévő lágyszárúaknak jutó fény mennyiségben, ekkor viszont amúgy is kevesebb faj, sokkal kevesebb virággal jellemző az ilyen típusú erdőkben. A geofiton aszpektust az alapkőzet is befolyásolhatja, egyazon erdőtípus tavaszi geofiton virágmennyisége nagyon eltérő lehet pl. mészkövön vagy vulkáni kőzeten. Így ezzel lehet érdemes tovább gondolni még a pontozást, finomítani régiókra az értékeket. Ilyen geofiton alaptérkép viszont nem elérhető, korábbi vegetációs felmérések alapján lehet valamennyire becsülhető. Azonban az SZMCS meglátása szerint egy amúgy is durva becslést nagyon túlbonyolítani, és az eddigieknél most tovább szofisztikálni valószínűleg nem érdemes, talán nem is korrekt. Továbbá méhek szempontjából az erdők belső részeit rendszerint nem is tekintjük igazán a legfontosabb élőhelyeknek, főleg nem a nyáron zárt, virágokban szegény erdőket. Ezen a több tavaszi geofiton se változtat valószínűleg. A beporzásban nyújtott szerepüket tekintve sem nagyon érik már el a szántókat azon méhek, melyek az erdő belső zónájában fészkelnek (ha egyáltalán). A JRC is csak az erdők szegélyzónájával számol épp ezen okoknál fogva a beporzási potenciál becslésekor. A NÖSZTÉP-ben a finomabb felbontás, részletesebb szempontrendszer lehetővé teszi a becslést az erdők teljes területére, elkülönítve a szegély- és belső területeket, és figyelembe véve a virágos elegyfajokat, de ennél további finomítást ebben most az alapkőzet vagy záródás alapján az SZMCS nem tartott indokoltnak.

4. Táblázat: AZ Ökoszisztéma-alaptérkép és a Corine Land Cover (CLC) kategóriáinak összekapcsolása, valamint Zulian *et al.* (2013b) ESTIMAP modellhez alkalmazott és a NÖSZTÉP Pollináció SZMCS által becsült virágforrás (foraging availability, FA) és fészkelési hely (nesting suitability, NS) lehetőségek szerinti pontozás **erdőkben**. Az FA és NS értékeket 0-1 között adtuk meg, ahol az egyre nagyobb értékek egyre jobb táplálkozási és fészkelési lehetőségeket jeleznek.

ÖKOSZISZTÉMA-ALAPTÉRKÉP						NÖSZTÉP		
Szint 1 név	Szint 1 kód	Szint2 név	Szint 2 kód	Szint3 név	Szint 3 kód	FA	NS	
Erdők és egyéb fás szárú növényzet (Forest and woodland)	4	Többlétvízhatás tól független erdők	41	Bükkösök	4101	0,2	0,3	
				Gyertyános kocsánytalan tölgyesek	4102	0,3	0,3	
				Cseresek	4103	0,4	0,3	
				Molyhos tölgyesek	4104	0,6	0,3	
				Ny-Dunántúl erdei fenyvesei	4105	0,1	0,3	
				Ny-Dunántúl erdeifenyő-elegyes lomberdei	4106	0,2	0,3	
				Hazai nyárasok	4107	0,2	0,3	
				Hegy- és dombvidéki pionír erdők	4108	0,2	0,3	
				Gyertyános kocsányos tölgyesek	4109	0,35	0,3	
				Elegyetlen és kőriselegyes kocsányos tölgyesek	4110	0,4	0,3	
				Egyéb, többlétvízhatástól független őshonos dominanciájú erdők*	4111	0,3	0,3	
				Egyéb elegyes lomberdők	4112	0,3	0,3	
		Természszerűbb galériaerdők	42		Puhafás ártéri erdők	4201	0,3	0,3
					Keményfás ártéri erdők	4202	0,35	0,3
		Egyéb vízhatás alatt álló erdők	43		Elegyetlen és kőriselegyes kocsányos tölgyesek TVHA	4301	0,3	0,3
					Égeresek	4302	0,2	0,3
					Többlétvízhatás alatti gyertyános kocsányos tölgyesek	4303	0,25	0,3
					Ártéren kívüli füzesek	4304	0,4	0,3

ÖKOSZISZTÉMA-ALAPTÉRKÉP						NÖSZTÉP	
Szint 1 név	Szint 1 kód	Szint2 név	Szint 2 kód	Szint3 név	Szint 3 kód	FA	NS
Erdők és egyéb fás szárú növényzet (Forest and woodland)	4	Egyéb vízhatás alatt álló erdők	43	Ártéren kívüli, többletvízhatás alatti nyárasok	4305	0,3	0,3
				Nyíresek	4306	0,2	0,3
				Többletvízhatással érintett cseresek	4307	0,3	0,3
				Egyéb, többletvízhatással érintett őshonos dominanciájú erdők*	4308	0,3	0,3
				Egyéb, többletvízhatással érintett elegyes lomberdők	4309	0,3	0,3
		Idegenhonos faültetvények	44	Tűszintűek dominálta ültetvények*	4401	0,1	0,15
				Akác dominálta ültetvények*	4402	0,15	0,2
				Nemesnyár- és fűz dominálta ültetvények*	4403	0,2	0,2
				Egyéb idegenhonos lombos fajok dominálta erdők*	4404	0,15	0,2
		Erdőként nyilvántartott faállomány nélküli, vagy felújítás alatt álló területek	45	Pusztavágás	4501	0,4	0,4
				Folyamatban lévő felújítás	4502	0,35	0,4
		Máshová nem besorolható fás szárú növényzet	46	Máshová nem besorolható fás szárú növényzet	4600	0,3	0,6

Egyes erdőkategóriáknál 4. szintű további részletes bontás történt. Amennyiben a 3. szinten ezekre nem adható egy egységesen helytálló közös FA és NS érték, úgy adott esetben ezen a szinten is végezhető a pontozás (4. melléklet).

Zulian *et al.* (2013) külön pontozta az erdők szegélyzónáját, és a belső területeket, melyek a beporzók szempontjából igen eltérően használt fészkelő- és táplálkozó helyek lehetnek (FA 0,1, NS 0,2 értékkel magasabb a szegélyben, mint a belső területeken). A lombkorona erdőtípustól függő mértékű záródásának köszönhetően az erdők belseje jellemzően árnyékosabb, míg szegélyükben a több fénynek köszönhetően az év folyamán a virágos lágyszárúak és cserjék is nagyobb térhez jutnak. Ezért indokolt lehet az erdők 20 méteres szegélyzónáját magasabb FA és NS értékekkel illetni. A JRC (2018) ezzel

szemben minden erdőfoltra 100 m szegéllyel számolt, mivel erre volt mód a 100 méteres felbontás mellett, valamint a vadméhek mozgása szempontjából ezt tartották relevánsnak. Az erdő belsejére FA és NS esetében is ezen új modellben 0 értéket adtak. Azaz a JRC (2018) értelmezése szerint az erdő 100 méteres szegélyzónája forrásélőhely, ahonnan a vadméhek még eljutnak az erdő menti/közeli, beporzást igénylő földekre. A belső zónával viszont nem foglalkoznak, hiszen onnan már úgyis messze esik a szomszédos szántó/gyümölcsös is. Az SZMCS döntése alapján ebben a Zulian *et al.* (2013) által javasolt 20 méteres szegélyzóna szélességet követjük, ami a különböző erdőtípusokat tekintve a valóságos szegélyhatás durva átlagának tekinthető. Az Ökoszisztéma-alaptérkép 20*20 méteres felbontása mellett kivitelezhető, az erdőszegélyt pedig jobban reprezentálja. Követve a Zulian *et al.* (2013) szerinti pontozást, a szegélyzónának az adott erdőtípushoz rendelt FA értéknél 0,1, NS értéknél 0,2 értékkel adunk magasabbat. Pontozzuk továbbá (bár a Zulian-féle pontokhoz képest alacsonyabb értéket reálisnak tartva) az erdők belső területét is az eredeti elgondolások szerint, hiszen a NÖSZTÉP fontosnak tartja nem csupán a gazdasági termelés szempontjából való élőhelyi értékelést azok vadméh eltartó képessége és a vad virágos növények beporzási igénye miatt.

Vizes élőhelyek és felszíni vizek

A vizes élőhelyeknél az Ökoszisztéma-alaptérkép öt kategóriájából kettőhöz volt kvázi megfeleltethető CLC kategória. A felszíni vizekre Zulian és mts. (2013) CLC szerinti pontozása egyértelmű (5. táblázat), itt állóvizeknél az FA érték a virágzó hínárok miatt nem 0.

5. Táblázat: Az Ökoszisztéma-alaptérkép (2.0) és a Corine Land Cover (CLC) kategóriáinak összekapcsolása, valamint Zulian *et al.* (2013b) ESTIMAP modellhez alkalmazott és a NÖSZTÉP Pollináció SZMCS által becsült virágforrás (foraging availability, FA) és fészkelési hely (nesting suitability, NS) lehetőségek szerinti pontozás **vizes élőhelyeken és felszíni vizeken**. Az FA és NS értékeket 0-1 között adtuk meg, ahol az egyre nagyobb értékek egyre jobb táplálkozási és fészkelési lehetőségeket jeleznek.

ÖKOSZISZTÉMA-ALAPTÉRKÉP						CORINE LAND COVER		ZULIAN		NÖSZTÉP	
Szint 1 név	Szint1 kód	Szint2 név	Szint2 kód	Szint3 név	Szint 3 kód	CLC kód	CLC felszínborítási kategóriák elnevezése	FA	NS	FA	NS
Vizes élőhelyek (Wetlands)	5	Lágy szárú dominanciájú vizes élőhelyek	51	Vízben álló mocsári/lápi növényzet	5110	411	Inland marshes	0,75	0,3	0,2	0,3
				Időszakos vízhatás alatt álló gyepek valamint láp- és mocsárrétek	5120	322	Moors and heathland	1	0,9	0,9	0,7
		Fás szárú dominanciájú vizes élőhelyek	52	Láp- és mocsárrétek	5200					0,3	0,35
Felszíni vizek (Rivers and lakes)	6	Állóvizek	61	Állóvizek	6100	512	Water bodies	0	0	0,01	0
		Vízfolyások	62	Vízfolyások	6200	511	Water courses	0	0	0	0

Lineáris tájelemek

A pollináció szempontjából a vonalas elemek (fasorok, csatornapartok, stb.) ökológiai folyosóként a beporzók terjedésében, mozgásában fontos szerepet játszanak, és maguk is fontos táplálékforrásoknak adhatnak helyet (Hopwood 2008, Hendriksen és Langer 2013).

Az útszegélyek nem túl gyakori, de rendszeres kaszálása segíthet megőrizni egy fajgazdag növényközösséget (Hendriksen és Langer 2013).

Zulian et al. (2013) a különböző út kategóriákat 0,1-0,8 közti FA és NS értékekkel illetve, 25 méter széles pufferrel számolva minden esetben.

A lineáris tájelemek, szegélyek figyelembe vétele kapcsán a Pollináció SZMCS és az LTK a következő kategóriák, módszerek mellett döntött:

- utak a mesterséges felszínek kategóriában leírtak szerint;
- erdőszegély: 20 méteres puffer az erdőrészetek külső (más élőhelytípussal érintkező) széli zónájára. Ebben emelt FA és NS értékek Zulian et al. (2013) alapján (az adott erdőtípushoz rendelt FA értéknél 0,1, NS értéknél 0,2 értékkel adunk magasabbat). Az erdőrészetek belső, erdővel érintkező szegélyét nem értékeljük magasabb pontszámmal.
- Szántók szegélye: 20 méteres puffer a szántók más élőhelytípussal érintkező széli zónájára. Ebben emelt, kétszeres FA (=0,1) és NS (=0,2) értékek.
- Víztestek, tópartok szegélyzónáját szintén 20 méteres pufferrel jelöljük, abban emelt FA és NS értékeket adva a vízben álló mocsári/lápi növényzethez hasonló értékekkel.

5.3.2. Az élőhelyek természetességének figyelembe vétele

Az eredeti elgondolások szerint az egyes élőhelyfoltok jellemzése adott lokalitásban (max. 20*20 m-es felbontás) természetességük szerint segítheti a vadméh populációk diverzitásának, abundanciájának jobb becslését. Ez egyben a NÖSZTÉP-ben az egyik általános állapot indikátor is. Az egyes ökoszisztéma típusokra különböző természetességi mutatók kerülnek kidolgozásra, ezek a beporzók szempontjából viszont nem feltétlenül relevánsak vagy összekapcsolhatók. Agrárterületek és gyepek esetében az említett AKG támogatások fennállása esetén a fent leírt indoklások mentén végül nem adunk emelt pontszámot. Erdők, vizes élőhelyek és települési környezet esetében a 2018 novemberében tartott Szakértői Műhelymunkán megbeszéltek alapján plusz természetességi mutató nem kerül bevonásra.

5.3.3. Inváziós idegenhonos növényfajok jelenléte

Az inváziós idegenhonos növényfajok hatása beporzók szempontjából kettős, hiszen részben kiszorít más növényfajokat, csökkentve a vegetáció diverzitását, virágforrások mennyiségét. Másrészt egyes inváziós növényfajok maguk is fontos táplálékforrások lehetnek egyes, adott időben jelen lévő beporzóknak. Érdekes lehet ennek figyelembe vétele a projekt szempontjából is, mint a természetességet, így az általánosan jellemző növénydiverzitást csökkentő tényezőt a vadméhek, és egyes inváziós növényfajok esetében mint extra táplálékforrást a mézelő méhek esetében (van Hengstum *et al.* 2014, Fenesi *et al.* 2015). Viszont az inváziós fajokkal való fertőzöttség esetén a szükséges részletességű országos szintű adatok hiánya miatt ennek figyelembe vételére a NÖSZTÉP értékelésében nem lesz sajnos lehetőség.

5.3.4. A táji kontextus figyelembe vétele

Az adott élőhelyfolt növényzetén túl fontos az élőhelyek táji szintű diverzitása is egy adott terület körül, melyben a nyíltabb és zártabb élőhelyek, különböző növényzeti társulások mozaikja az adott helyen jelen lévő beporzó közösségeket nagyban meghatározhatja

(Steffan-Dewenter és Westphal 2008, Kennedy *et al.* 2013). Az SZMCS egyeztetései során felmerült adott hely adott sugarú (200 m) körzetében a féltermészetes élőhelyek denzitásának, élőhelydiverzitásának, vetéskultúrák diverzitásának stb. számításának lehetősége. Végül a táji kontextus figyelembe vételére a 2. kaszkádszint értékelésénél kerül sor a beporzási potenciál számítás részeként.

5.4. A NÖSZTÉP vadméhek általi beporzásra vonatkozó értékelésének 2. szintje – a vadméhek általi relatív beporzási potenciál számítása

A NÖSZTÉP értékelésében a vadméhek általi relatív beporzási potenciál meghatározásakor az ESTIMAP modellre alapozva (Zulian *et al.* 2013), részben annak koncepcióját adaptálva dolgoztunk, figyelembe véve már a JRC 2018-as új modelljeit és módszereit. Ettől azonban több ponton eltérünk a hazai értékeléshez alkalmazott finomabb felbontású térlepték (1 km² helyett 20*20 méteres felbontás), és az ezáltal szükségképpen eltérő lehetőségek és eltérő megközelítések igénye miatt a kontinentális léptékű modellekhez képest (1. melléklet).

A NÖSZTÉP-ben alkalmazott módszertan:

1. A virágforrás (FA) és fészkelési alkalmasság (NS) együtt határozza meg egy területen a vadméhek abundanciáját és sokféleségét. Ezért a virágforrás (FA) és fészkelési alkalmasság (NS) értékek átlagát vettük minden ökoszisztéma típus esetében (ami tehát egyfajta becslést ad az adott pontban feltételezett **vadméh abundanciára és diverzitásra**), minden 20*20 m pixelben, a JRC újabb módszertana és az SZMCS javaslata, korábbi tapasztalatai alapján.
2. A mintául szolgáló modellben számoltak a méhek aktivitási indexével is. A JRC-nál a hivatkozott beporzási modelleken dolgozó kollégákkal (Grazia Zulian, Chiara Polce) is egyeztetve eltekintünk az aktivitási index használatától, azaz a napsugárzás és hőmérséklet térbeli különbségeinek figyelembe vételétől a NÖSZTÉP értékelés során. Az ESTIMAP kontinentális léptékű értékelésében erre nagyobb szükség lehetett az igen eltérő éghajlatú területek miatt. A hazai, országos értékelésben viszont ennél homogénebb viszonyokkal számolhatunk, így a fő hangsúlyt a forrásokon nyugvó beporzási potenciálra, és annak kihasználtsági lehetőségére (beporzásra való igényre) helyezzük.
3. Minden 20*20 méteres pixel körül 200 méter sugarú körben (ami a szoliter vadméhek átlagos terjedési távolságának megfeleltethető, Zulian *et al.* (2013) 200 méteres mozgóablakos módszerét követve) összegezzük a körön belül lévő cellák becsült vadméh abundancia értékeit, melyek tehát együtt meghatározzák az adott helyen lévő vadméh abundanciát, diverzitást az ott lévő vadméhek terjedési távolságának tükrében. Ezen távolságon belül minden pixelt egyforma súllyal vesszük figyelembe. Ezzel a táji környezet hatását is figyelembe vesszük az adott helyen jellemző vadméh beporzási potenciál szempontjából.
4. Minden pixel értékét visszaosztjuk a térkép összes pixeljét tekintve adott legmagasabb értékekkel, ezzel minden pixel értékét 0-1 közé visszaskálázva. Ezen számítási módszertannal megkapjuk a **relatív beporzási potenciált** az Ökoszisztéma-alaptérkép minden 20*20 méteres pixelére, ami az értékelésünk 2. kaszkádszintjét, azaz a vadméhek által nyújtott relatív beporzási potenciált jelenti.

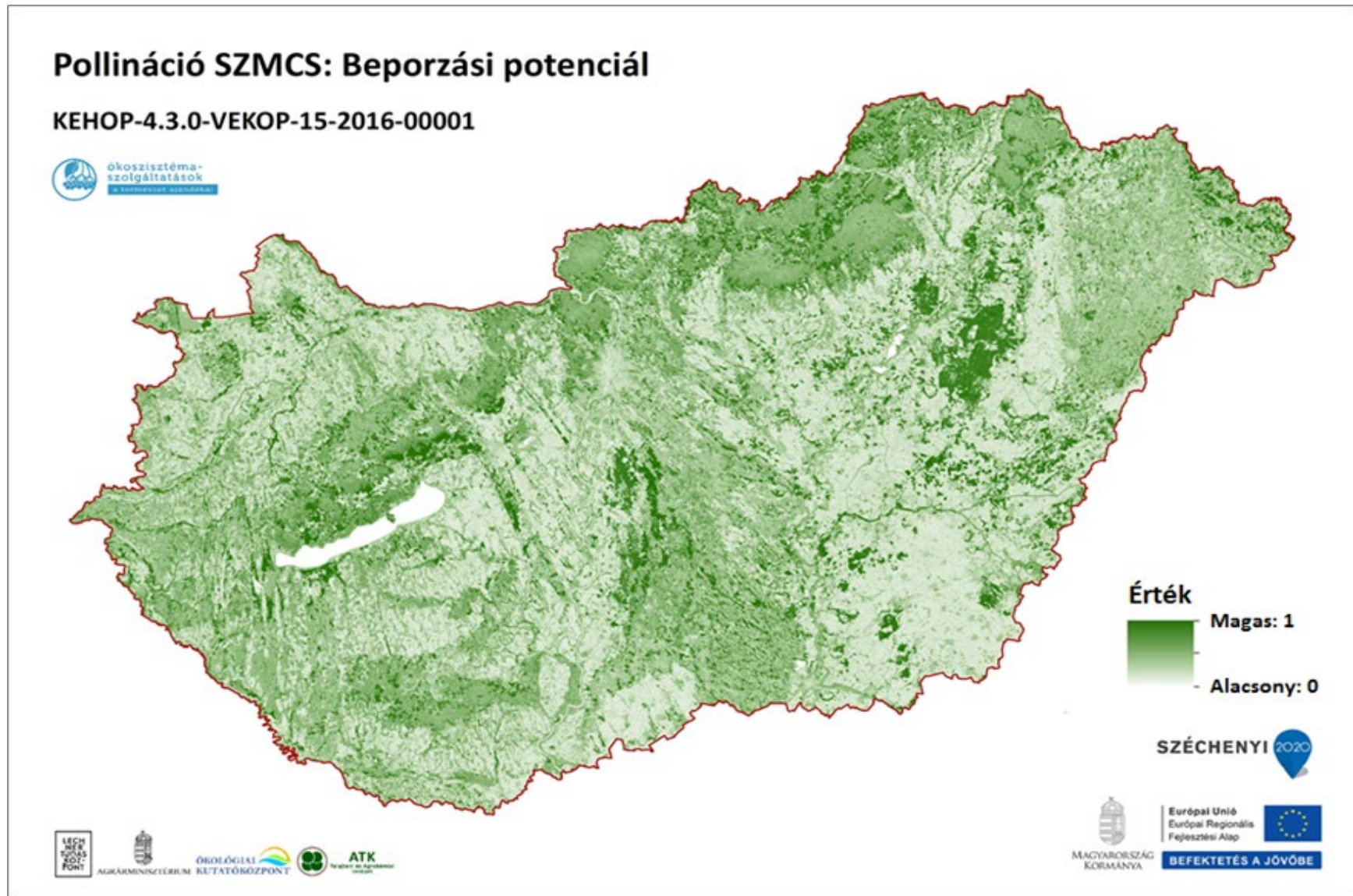
5. Polce et al. (2018) poszméhekre készített, EU léptékű modellje a magyarországi ilyen finom léptékű értékelésünkhöz leskálázva nem ad megfelelő kiegészítést. Ehelyett felmerült ezen modell (közelítő jelleggel) egyfajta referenciaként való használata az értékelésünk mellé. Azonban ezen poszméhelterjedési adatok térképi megjelenítését követően ez sem tűnt megvalósíthatónak a nagyon eltérő felbontások miatt.

6. A JRC (2018) modellhez hasonlóan a relatív beporzási potenciál kategóriákba sorolható, amelyek határértékeinek meghúzása az országban lévő összes 20*20 méteres pixel beporzási értékeinek eloszlása alapján, azok kvartilisei szerint kerültek kijelölésre:

- o nincs ($=0$)
- o minimális ($0 < x < \text{alsó kvartilis}$): 0 - 0,157
- o alacsony ($\text{alsó kvartilis} \leq x < \text{medián}$): 0,157 - 0,274
- o közepes ($\text{medián} \leq x < \text{felső kvartilis}$): 0,274 - 0,399
- o magas ($\text{felső kvartilis} \leq x \leq 1$): 0,399 - 0,999

7. A nagyobb álló víztestek (pl. Balaton, Tisza-tó, Velencei-tó, stb.) és a magas épületek a potenciál térképeken végül a „nincs potenciál” kategóriába kerültek.

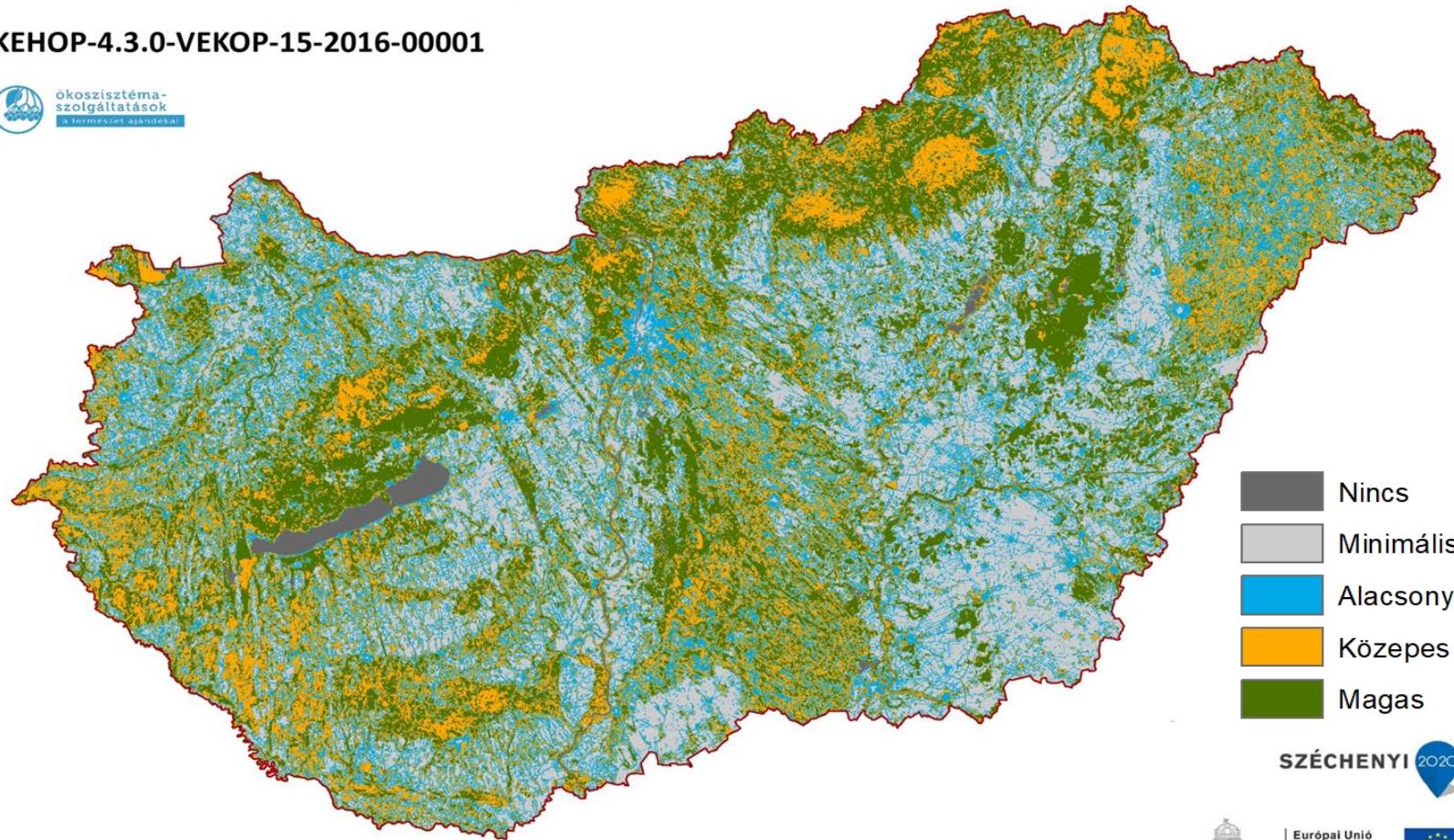
A számítások alapján kapott eredménytérképek a 2. és 3. ábrákon láthatók.



2. ábra: A vadméhek által biztosított relatív beporzási potenciál a területek virágforrás és fészkelőhely nyújtó kapacitása szerinti becslések alapján, 0-1 skálán. Az egyre sötétebb zöld szín egyre magasabb relatív beporzási potenciált jelöl az adott területen.

Pollináció SZMCS: Beporzási potenciál

KEHOP-4.3.0-VEKOP-15-2016-00001



SZÉCHENYI 2020



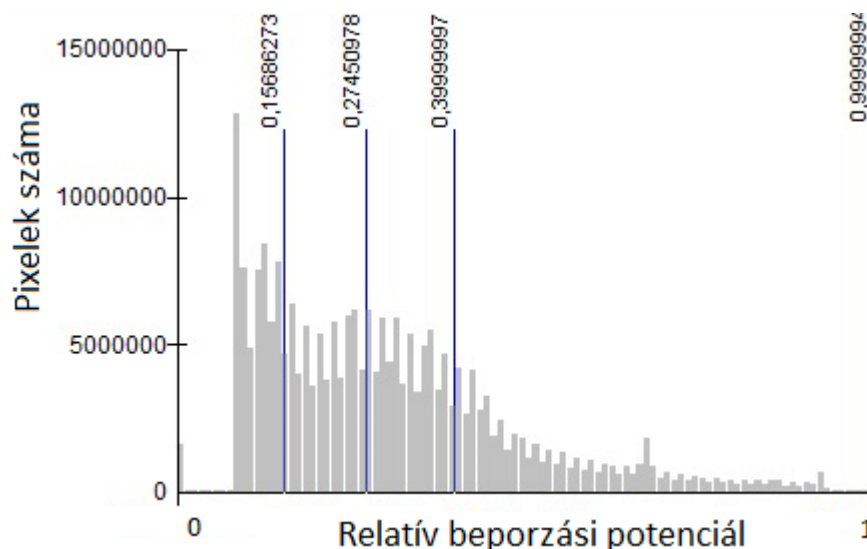
3. ábra: A vadméhek által biztosított relatív beporzási potenciál a területek virágforrás és fészkelőhely nyújtó kapacitása szerinti becslések alapján, a következő kategóriák szerint: nincs (0), minimális (0-0,157), alacsony (0,157-0,274), közepes (0,274-0,399), magas (0,399-0,999).

A relatív beporzási potenciál értékelése:

Szakértői becslésünk alapján az egyes élőhelyek és az adott térképi cella 200 m sugarú körében lévő élőhelyek adta virágforrás és fészkelési alkalmasság értékek alapján számított relatív beporzási potenciál az alapvetően mezőgazdasági művelés alatt álló területek tájképileg is intenzívebb, nagyparcellás régióiban, ahol alapvetően hiányoznak, vagy nagyon kis területet borítanak csak természetközeli élőhelyek, kevés a mezsgye, fasor, árokpart, minimális értékű volt ($< 0,157$; 4. ábra). Ezen területeken a szegélyek biztosíthatnak kicsit magasabb beporzási potenciált, de összességében ezek is csak alacsony értékeket hoznak, melynek hatása a nagy mezőgazdasági táblákban már kevésbé érződik. Jellemzően minimális relatív beporzási területeket találtunk becsléseink alapján például Jász-Nagykun-Szolnok, Csongrád és Békés megyékben, vagy Bács-Kiskun megye délnyugati részén. Minimális relatív beporzási potenciált találtunk a nagyobb városok belvárosi részében, így pl. Budapest vagy Debrecen belső zónájában.

Azon mezőgazdasági területek, melyek már tájképileg kicsit tagoltabbak, kisebbek a parcellák és/vagy több a mezsgye, fa- és bokorsor, árokpart, bár még mindig alacsony ($0,157-0,274$), de azért már némiképp magasabb relatív beporzási potenciállal rendelkezhetnek. Hasonlóan jellemzően alacsony relatív beporzási potenciált vesznek fel a kisebb települések, és nagyobb városok külterületei.

Közepes ($0,274-0,399$) relatív beporzási potenciált becsültünk például a középhegységek erdővel sűrűn borított, azon belül is főleg a magasabb, bükkös zóna részein, a Nyírség, Hajdúság, Kiskunság faültetvényekkel (pl. akác) dominált régióiban, és a természetközeli élőhelyekkel tarkítottabb mezőgazdasági ökoszisztémákban. $0,4$ feletti (magas) relatív beporzási potenciál az elsősorban nyílt, természetközeli élőhelyekkel nagyobb arányban borított részekben volt jellemző, így például az alföldi gyeptársulások területén. De magas relatív beporzási potenciált becsültünk a középhegységi régiók erdővel nem, vagy kevésbé sűrűn, vagy elegyesebb, fényben gazdagabb erdővel borított részein is.



4. ábra: A relatív beporzási potenciál értékek eloszlása és a beporzási potenciál kategóriák kijelöléséhez használt kvartilis határok (nincs (0), minimális (0-0,157), alacsony (0,157-0,274), közepes (0,274-0,399), magas (0,399-0,999))

5.5. A NÖSZTÉP vadméhek általi beporzásra vonatkozó értékelésének 3. szintje – a rovarbeporzásra való igény és ennek átfedése a vadméhek nyújtotta relatív beporzási potenciállal

5.5.1. A rovarbeporzásra való igény

A termesztett növények rovarbeporzási igényének számítása:

A 3. szinten a JRC 2018-as protokolljához hasonló módon (Vallecillo *et al.* 2018) értékeltük, hogy a különböző mértékben rovarbeporzást igénylő kultúrnövények és ökoszisztéma típusok mennyire részesülhetnek azon relatív beporzási potenciálból, amit a 2. szinten meghatároztunk. Egyes növények termésmennyiségét ugyanis csupán pár százalékkal növeli a rovarbeporzás, de anélkül is megfelelő mennyiségű termést hoznak rendszerint önbeporzás útján, míg mások rovarbeporzás nélkül nem vagy alig teremnek (Klein *et al.* 2007). A beporzásra való igényt művelt területeken a gazdálkodó határozza meg a beporzást igénylő kultúrnövények vetésével, nem művelt területeken pedig az ott lévő virágos növények mennyisége. A rovarbeporzásra való relatív igény és a relatív beporzási potenciál viszonyából bizonyos szinten következtethetünk az adott helyen hasznosuló beporzási szolgáltatásra, vagy annak hiányára.

Ehhez első lépésként a Magyar Államkincstár (MÁK) 2016. évi engedélykérelmi adatai alapján két vektoros térképet készített a BFKH MePAR csoport a termesztett növények rovarbeporzási igényére. Elsőként a termesztett növénykultúrák beporzási igényét vette figyelembe, majd differenciálta ezen térképet a termesztett növények felhasználási módja, a gyakorlatban való hasznosulás szerint.

1. térkép: rovarok általi beporzási igény minden termesztett növényre, függetlenül a hasznosítás módjától, a következő kategóriák szerint (a százalékos értékek a termés/magmennyiség rovarbeporzástól függő arányát fejezik ki az adott növény esetében):

- Nincs (szél-/ önbeporzású)
- Alacsony ($0 < x < 10\%$)
- Közepes ($10 < x < 40\%$)
- Magas ($40 < x < 90\%$)
- Esszenciális ($\geq 90\%$)

Ehhez bemeneti adatként szolgált a MÁK 2016. évi listájában szereplő növénykultúrák jellemzése irodalmi forrásokra támaszkodva (McGregor 1976, Klein *et al.* 2007) a fenti rovarbeporzási igény kategóriák szerint. Azon növénykultúrákat, melyekre ilyen adatot nem találtunk (összesen hat, kis területen termesztett növény), a nem térképezett kategóriába soroltuk. Azon hasznosítási kódok esetében, melyek energianövények, erdők, gyepek, faiskolák, valamint egyéb, általános művelési kategóriák, a beporzási igényt nem értelmeztük, a térképen sem jelenítettük meg (ezek is a nem térképezett kategóriába kerültek).

A MÁK engedélykérelmi adatok az igényelhető területek 90%-át (5,5 millió hektárból 4,95 ha) fedték le. Azon hiányzó területekre, melyek az Ökoszisztéma-alaptérképen szántóföldként, szőlőként vagy gyümölcsösként szerepeltek, de nem volt rájuk adatkérelmi adat, egy átlagértéket adtunk a meglévő információk alapján. Így szántókra KÖZEPES, gyümölcsökre NAGY beporzási igényt határozzunk meg (a második térképre is ez a szabály vonatkozott) (5. ábra).

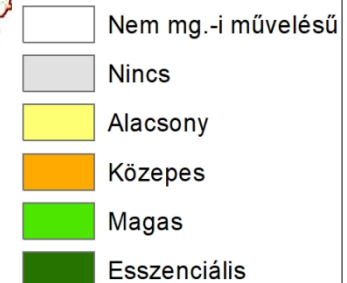
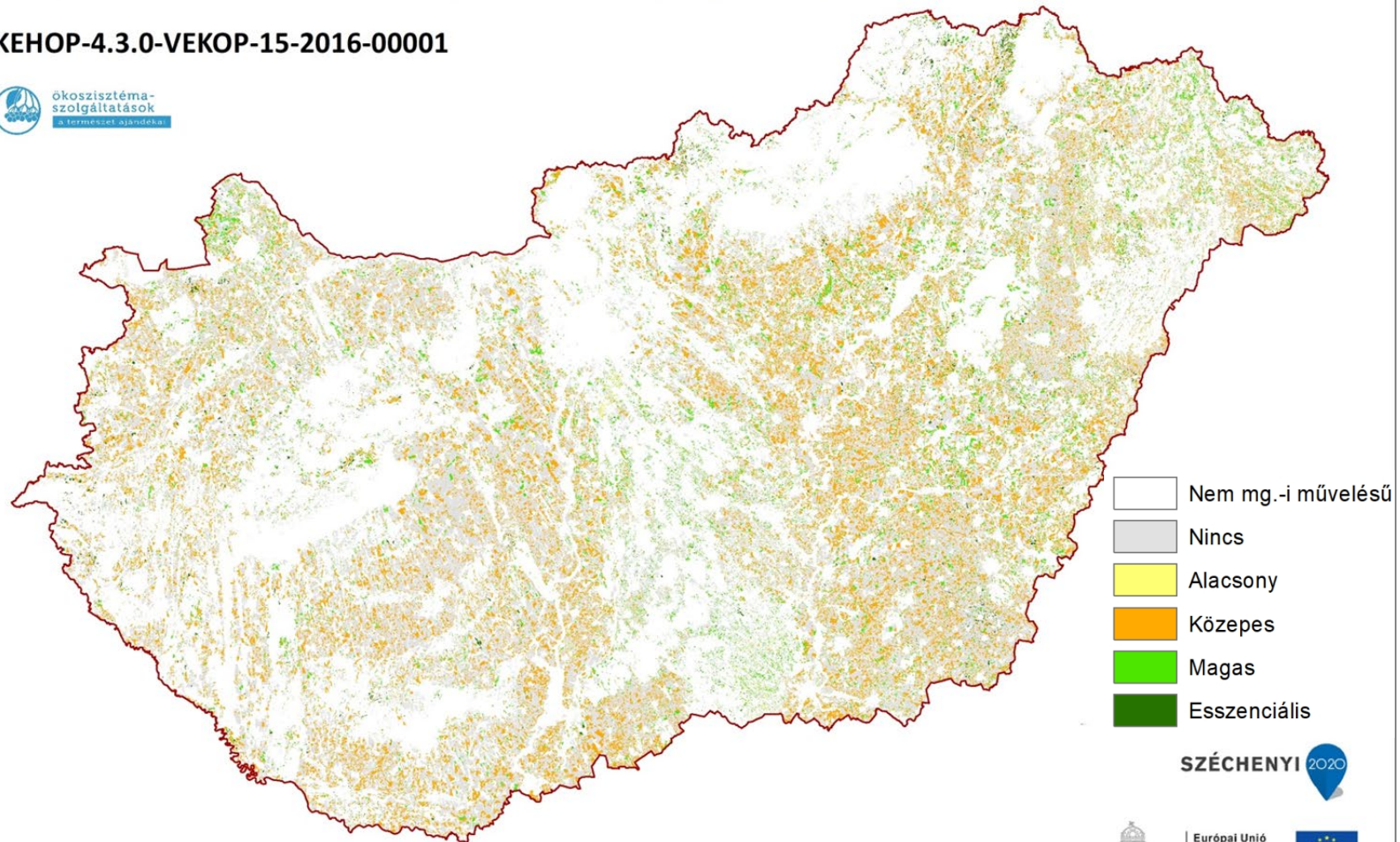
2. térkép: részletes rovarbeporzási igény csak azon termesztett növényekre, melyeknek a termését/magját (a beporzás közvetlen termékét) hasznosítjuk, míg egy külön, egységes színnel jelöltünk minden olyan termesztett növényt, mely rovarbeporzásból ugyan profitál valamekkora mértékben, de a zöld növényi részeit hasznosítjuk. Ez esetben a megjelenített kategóriák:

- Terméséért/magjáért termesztett növények:
 - Nincs (szél-/ önbeporzású)
 - Alacsony ($0 < x < 10\%$)
 - Közepes ($10 < x < 40\%$)
 - Magas ($40 < x < 90\%$)
 - Esszenciális ($\geq 90\%$) rovarbeporzási igény
- Rovarbeporzású, de zöld növényként hasznosított növény

Ehhez bemeneti adatként szintén a MÁK 2016. évi engedélykérelmi adatokban szereplő növénykultúrákat csoportosítottuk a fenti módon. Néhány növény hasznosítása kettős volt, azaz mind a magját, mind a zöld növényi részeket használják. Ilyen pl. a lucerna (pl. maglucerna vs. zöldtakarmány lucerna), és néhány más, kisebb területű kultúrnövény. Mivel a MÁK nyilvántartásában sem szerepelt pontosabb adat arra, hogy adott helyen ezen kultúrák milyen felhasználásra kerülnek, így a felhasználás szempontjából a dominánsabb kategóriába (növényi részek felhasználása) soroltuk be ezen növényeket (6. ábra).

Pollináció SZMCS: Rovarbeporzási igény mg-i területeken

KEHOP-4.3.0-VEKOP-15-2016-00001



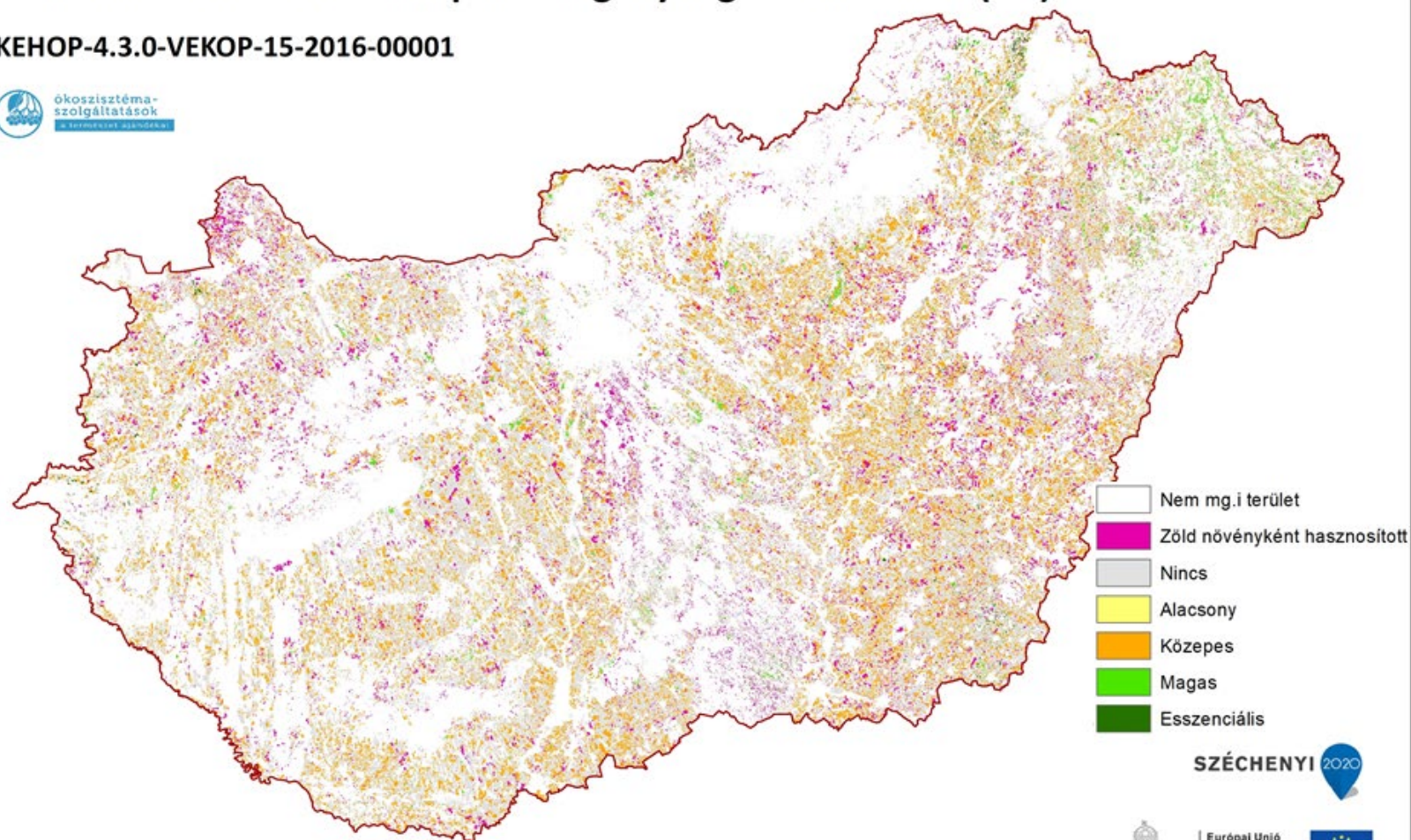
SZÉCHENYI 2020



5. ábra: Relatív rovarbeporzási igény természetett kultúrákra a növények hasznosítási módjától függetlenül, a következő kategóriák szerint: nincs (szél-/önbeporzású), alacsony ($0 < x < 10\%$), közepes ($10 < x < 40\%$), magas ($40 < x < 90\%$), esszenciális ($\geq 90\%$). A százalékos értékek a termés/magmennyiség rovarbeporzástól függő arányát fejezik ki az adott növény esetében. A nem mezőgazdasági művelés alatt álló területek a térképen fehér színnel szerepelnek.

Pollináció SZMCS: Rovarbeporzási igény mg-i területeken (v.2)

KEHOP-4.3.0-VEKOP-15-2016-00001



SZÉCHENYI 2020



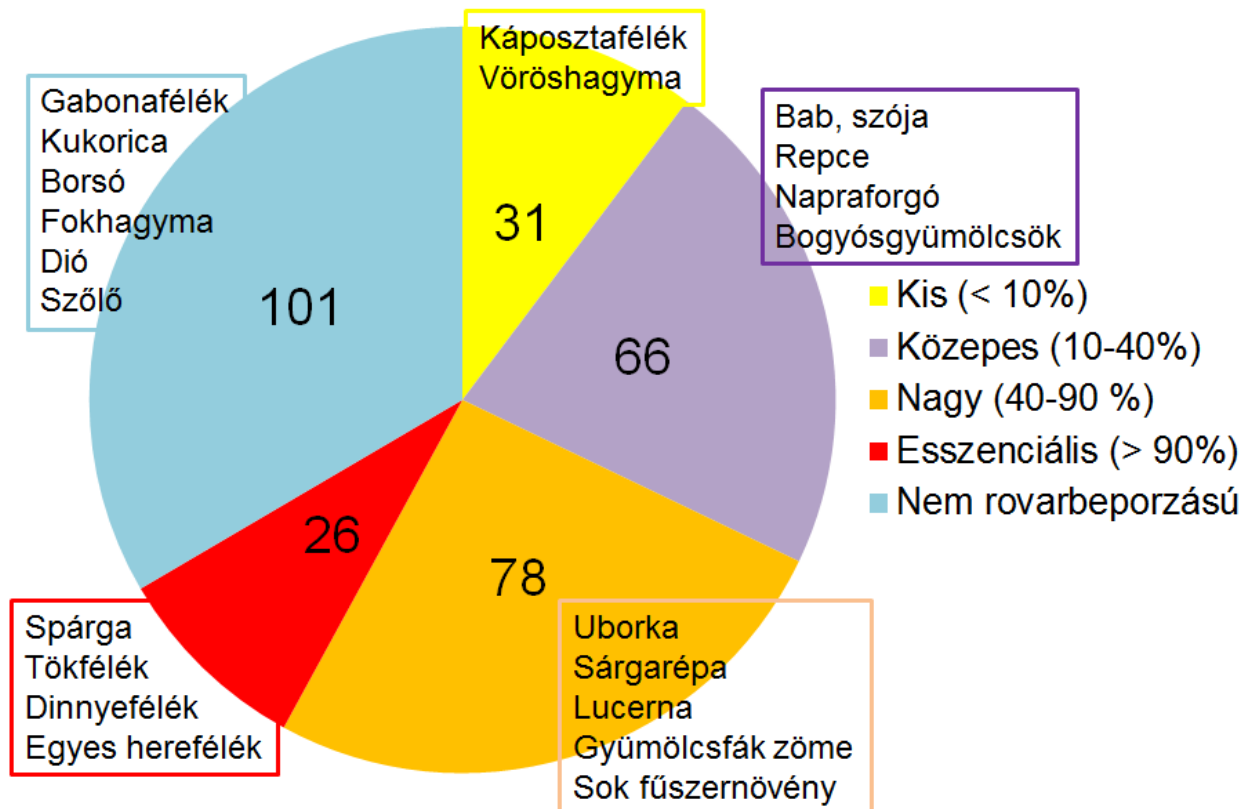
6. ábra: Relatív rovarbeporzási igény termesztett kultúrákra a növények hasznosítási módját figyelembe véve. Terméséért/magjáért termesztett növényekre: nincs (szél-/önbeporzású), alacsony ($0 < x < 10\%$), közepes ($10 < x < 40\%$), magas ($40 < x < 90\%$), esszenciális ($\geq 90\%$) rovarbeporzási igény. A százalékos értékek a termés/magmennyiség rovarbeporzástól függő arányát fejezik ki az adott növény esetében. A rovarbeporzásból profitáló, de zöld növényi részeiért termesztett növények külön kategóriában (rovarbeporzás a termeléshez nem szükséges), lila színnel vannak feltüntetve. A nem mezőgazdasági művelésű területek fehér színnel szerepelnek.

A termesztett növények rovarbeporzási igényének értékelése:

A termesztett növények beporzási igényét tekintve a MÁK engedélykérelmi adatok alapján 2016-ban 308 szántóföldi illetve gyümölcsös kultúrnövényt találtunk (ebből 302-re találtunk megfelelő rovarbeporzási igény adatot az irodalomban; 7. ábra). Ezek harmada szél- vagy önbeporzású, melyek termési sikerén nem változtat a rovarok általi viráglátogatás. Ide tartoznak például a gabonafélék (a hajdina kivételével), a kukorica, dió, szőlő. A Magyarországon termesztett növények kétharmada kisebb vagy nagyobb mértékben, de profitál a rovarok általi viráglátogatásból. Azaz rovarbeporzás esetén magasabb terméshozamot hoznak, mint anélkül. A növények egy kisebb köre, 31 kultúrnövény esetében ez a termésnövekmény kicsi, maximum 10% körüli volt (pl. káposztafélék, vöröshagyma), azaz szél/önbeporzás útján is jól boldogulnak, és a rovarbeporzás csak kevéssel növeli hozamukat. A termesztett növények ötöde közepes rovarbeporzási igényűnek bizonyult. Ezek is viszonylag még jól teremhetnek csupán szél/önbeporzás útján, viszont rovarok közreműködésével terméshozamuk akár 40%-kal is emelkedhet (pl. repce, napraforgó, babfélék). Még nagyobb volt a nagy rovarbeporzási igényű termesztett növények száma (78), melyek jellemzően már igen kis hányadát termelik a lehetséges terméshozamnak, ha nincs biztosítva a megfelelő rovarbeporzás. Gyümölcsfáink zöme ilyen (pl. alma, barack, cseresznye, mandula), akárcsak termesztett zöldségféléink egy része (pl. uborka, sárgarépa) és a lucerna is. A hazai termesztett növények 8-9%-a pedig esszenciális rovarbeporzási igényű volt. Ezek azok a növényfélék, melyek nem teremnek anélkül, hogy virágaik megfelelő rovarlátogatásban részesüljenek. Ide sorolható pl. a spárga, a tök- és dinnyefélék és egyes termesztett takarmánynövényeink is.

Az ország mezőgazdasági területtel borított pixeleinek százalékos arányában a szél/önbeporzó, rovarbeporzástól teljesen független termesztett növények 66,3%-ot foglaltak el 2016-ban. Az alacsony rovarbeporzási igényű területek aránya 0,6%, a közepeseké 24,2%, a magasaké 7,8%, az esszenciálisaké 1,1% volt (8. ábra). Láthatóan tehát az ország szántóinak jelentős részét 2016-ban gabonafélék és kukorica borította, ezen arányok azonban az éves vetésforgó által évről évre változhatnak.

Ha ezekből külön választjuk azon növényféléket, melyeknek zöld növényi részeit használjuk fel, így a termelési hozamuk a növény rovarbeporzási igényétől ilyen módon végül is független, az arányok a mezőgazdasági területek teljes területére vonatkoztatva a következőképpen alakultak: rovarbeporzástól függetlenek 63,65%, alacsony rovarbeporzási igényűek 0,2%, közepes 24%, magas 1,7%, esszenciális 0,65% (9. ábra). Azon növények köre, melyeknek zöld növényi részeit használjuk fel, 9,8%. Azaz ezen szempont főleg a nagy beporzási igényű növények területi arányában jelentett változást, elsősorban a lucerna és más, nagy beporzási igényű takarmánynövények zöldtakarmánnyként való felhasználásnak köszönhetően.



7. ábra: A hazai termesztett növények megoszlása rovarbeporzási igényük alapján, a MÁK engedélykérelmi adatok szerint (a cikkelyekben lévő számok az adott rovarbeporzási igény kategóriába eső növények számát, a keretben lévő növénynevek pedig ezekre példákat jelölnek.)

A termesztett növények és természetközeli élőhelyek rovarbeporzási igényének együttes számítása:

Az LTK csoport raszterizálta a MEGPAR csoport által készített térképeket, és kiegészítette a nem művelt területek beporzási igényével is. Ez a nem szántóföldi és gyümölcsös besorolású területek esetében a területeken lévő virágok becsült mennyisége alapján történt, azaz az első szinten minden ökoszisztéma típusnak adott virágforrás (FA) értékeket tekintettük mérvadónak. (Ez így a haszonnövényektől eltérően nem az egyes növények terméshozamában lévő különbségre utal a rovarbeporzás meglététől függően, hanem az adott terület virágos növényekkel való borítottságára, melyek ugyan fajtól függően szintén eltérő mértékben, de zömében rovarbeporzásúak). Így ebben az esetben adott ökoszisztéma típusok beporzási igényét ezen virágos növények össz mennyisége alapján szabtuk meg, az FA értékek szerinti kategorizálással a következők szerint:

- nincs (FA = 0)
- alacsony (FA < 0,1)
- közepes (0,1 < FA < 0,4)
- magas (0,4 < FA < 0,9)
- esszenciális (FA ≥ 0,9)

Erdők esetében a virágos fajok szerint itt is plusz pontértéket adtunk az 1. szint szerinti értékeléshez hasonlóan, erdőrészenként az ott lévő virágos fajok mennyisége alapján. Azaz a virágos fajok kumulatív arányát kiszámítva az adott erdőrészen a lágyszárú vegetáció

alapján megadott FA értékhez plusz pontként vettük figyelembe a fajok által szolgáltatott virágforrásokat a következők szerint:

- 10-30% közti virágos faj arány: +0,05 FA
- 30-60% közti virágos faj arány: +0,1 FA
- >60% közti virágos faj arány: +0,2 FA

A beporzási potenciál számításától eltérően itt nem alkalmaztuk a min. 3 virágos faj szabályt, mivel egy faj igénye is igény. Azaz plusz FA pontértéket a virágos elegendőfajok alapján minden esetben adtunk egy-egy erdőrészletnek a lágyszárú szint alapján meghatározott értékekhez, abban az esetben is, ha ezek fajszáma 1 volt.

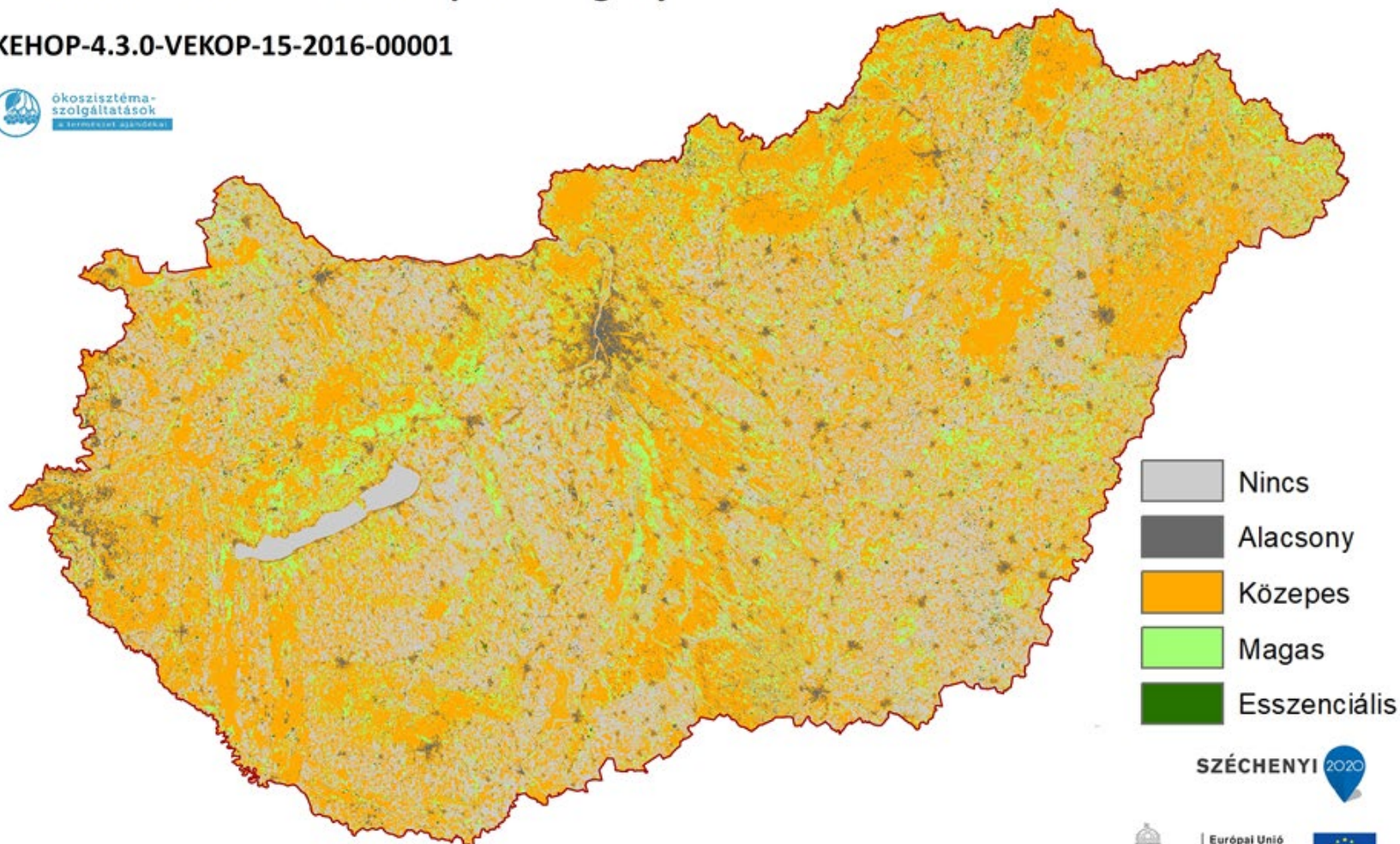
Ezek eredményeként két beporzási igény térkép készült:

1. relatív beporzási igény térkép: relatív rovarbeporzási igény minden ökoszisztéma típusra: termesztett kultúrákra a növények hasznosítási módjától függetlenül, egyéb ökoszisztéma típusokra azok FA értékei alapján (8. ábra).

2. relatív beporzási igény térkép: relatív rovarbeporzási igény térkép minden ökoszisztéma típusra: termesztett kultúrákra a növények hasznosítási módját is figyelembe véve, egyéb ökoszisztéma típusokra azok FA értékei alapján (9. ábra).

Pollináció SZMCS: Rovarbeporzási igény

KEHOP-4.3.0-VEKOP-15-2016-00001



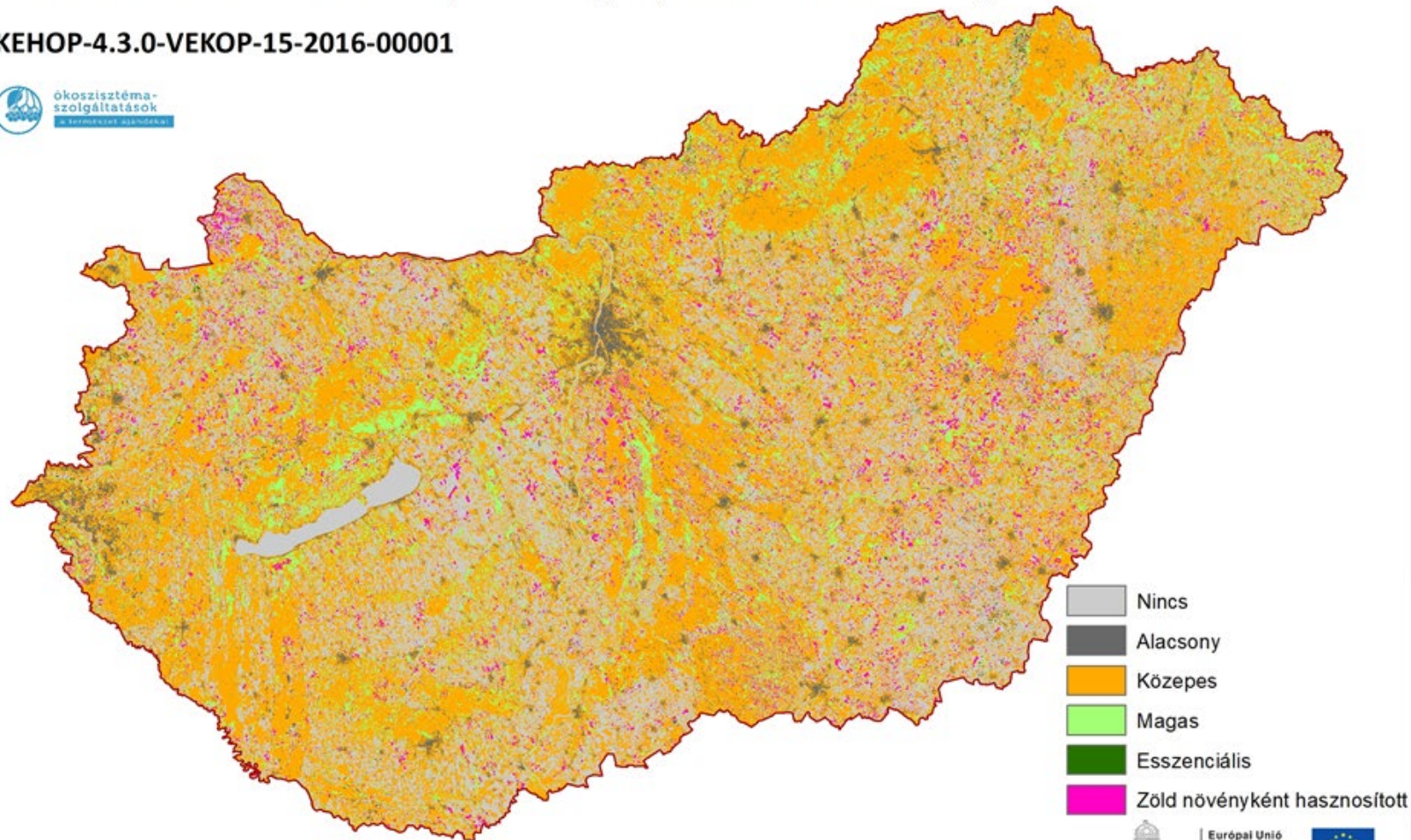
SZÉCHENYI 2020



8. ábra: Relatív rovarbeporzási igény; természetett kultúrákra a növények hasznosítási módjától függetlenül, egyéb ökoszisztéma típusokra azok FA értékei alapján, a következő kategóriák szerint: nincs (szél-/ önbeporzású), alacsony ($0 < x < 10\%$), közepes ($10 < x < 40\%$), magas ($40 < x < 90\%$), esszenciális ($\geq 90\%$) relatív rovarbeporzási igény.

Pollináció SZMCS: Rovarbeporzási igény felhasználás módja szerint

KEHOP-4.3.0-VEKOP-15-2016-00001



9. ábra: Relatív rovarbeporzási igény; termesztett kultúrákra a növények hasznosítási módját is figyelembe véve, egyéb ökoszisztéma típusokra azok FA értékei alapján, a következő kategóriák szerint: nincs (szél-/ önbeporzású), alacsony ($0 < x < 10\%$), közepes ($10 < x < 40\%$), magas ($40 < x < 90\%$), esszenciális ($\geq 90\%$) relatív rovarbeporzási igény. A rovarbeporzásból profitáló, de zöld növényi résziért termesztett növények külön kategóriában (zöld növényként hasznosított), lila színnel vannak feltüntetve.

A termesztett növények és természetközeli élőhelyek rovarbeporzási igényének együttes értékelése:

A mezőgazdasági területeken túl a természetközeli élőhelyek relatív beporzási igényét is figyelembe véve az ország területének 29,85%-át borította 2016-ban rovarbeporzást nem igénylő növényzet. Ez továbbra is javarészt a gabona- és kukoricatermelésnek tulajdonítható. Az alacsony rovarbeporzási igényű területek aránya 4,3%, a közepeseké 52,15%, a magasaké 13,2%, az esszenciálisaké 0,5% volt (8. ábra). Ha nem számoljuk a 4,2%-nyi zöld növényként hasznosított termesztett kultúrát (az ország teljes területére vonatkoztatva), akkor a rovarbeporzást nem igénylő növényzet aránya 28,7%, az alacsony beporzási igényűé 4,1%, a közepesé 52,1%, a magasé 10,6% és az esszenciálisaké 0,3% volt (9. ábra). Látható tehát, hogy becsléseink alapján az ország területének mintegy kétharmadát olyan termesztett vagy természetközeli területek borítják, melyek minimum közepes relatív beporzási igényűek, ami jelentős beporzási kapacitást igényel mind a mezőgazdasági termelés, mind a biodiverzitás fenntartása érdekében.

5.5.2. A rovarbeporzásra való relatív igény és a relatív beporzási potenciál viszonya

Az összevetés módszertana:

A relatív beporzási igény és relatív beporzási potenciál becslések összehasonlítására két kimeneti adatbázis és térkép készült, illeszkedvén a két relatív beporzási igény térképhez (8., 9. ábra). Mindkettőnél a 2. szinten becsült relatív beporzási potenciál érték kategóriákat vetettük össze a relatív beporzási igény kategóriákkal. A relatív beporzási igény térképeknél az 'esszenciális' és 'nagy' kategóriákat itt már összevontuk, azaz ezeket egyformán 'nagy' kategóriaként, azonos színnel kezeltük az összevető térképeken.

1. térkép: a relatív beporzási potenciál és a relatív beporzási igény összevetése minden ökoszisztéma típusra, termesztett növényeknél a felhasználás módjától függetlenül (10. ábra)

- 4*4 egybevetett kategória:
 - minimális, alacsony, közepes, magas relatív beporzási potenciál
 - nincs, alacsony, közepes, magas relatív beporzási igényű termesztett növények és ugyanígy az egyéb ökoszisztéma típusok

2. térkép: a relatív beporzási potenciál és a relatív beporzási igény összevetése minden ökoszisztéma típusra, termesztett növényeknél a felhasználás módját is figyelembe véve (11. ábra)

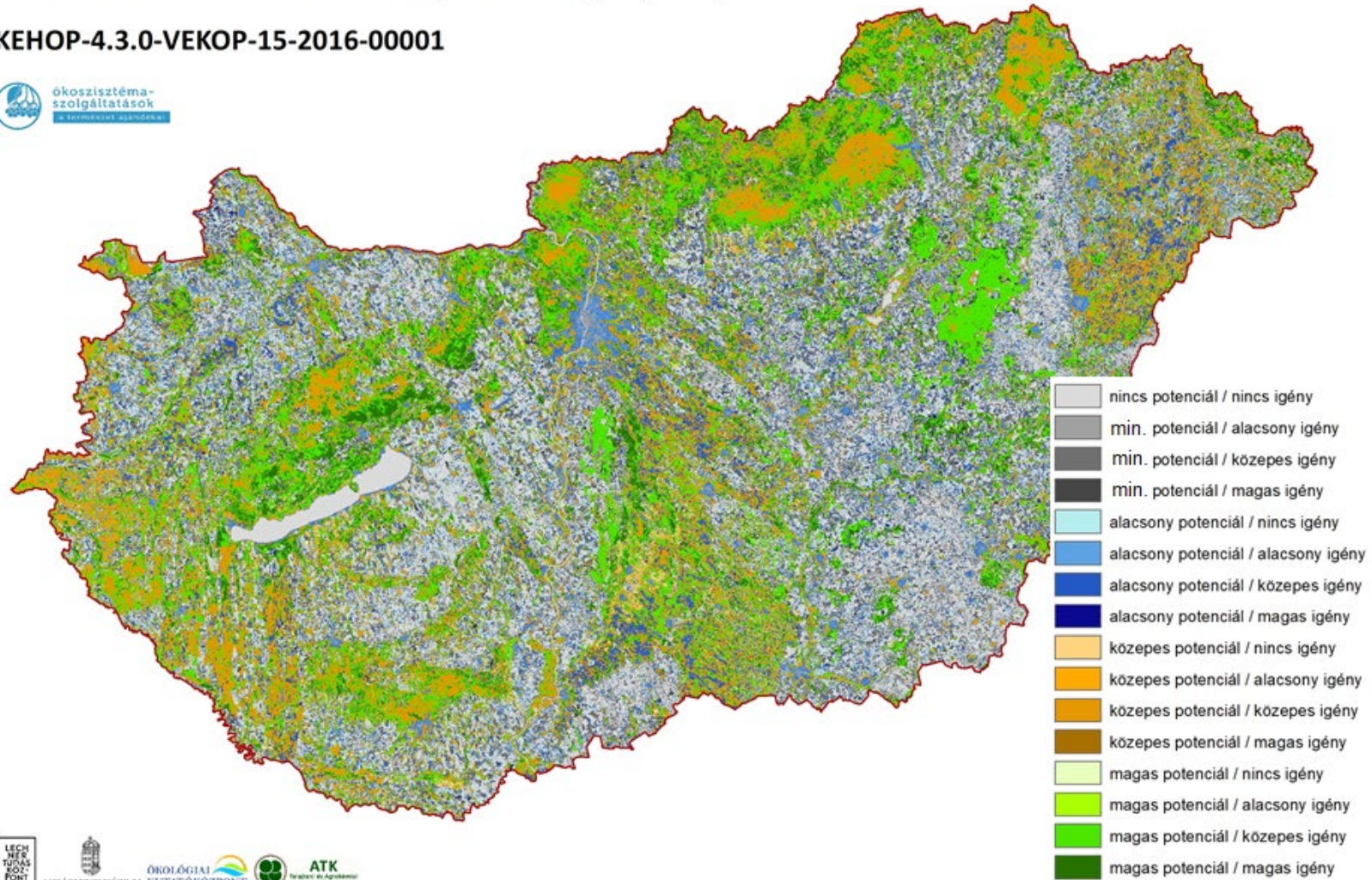
- 4*4 egybevetett kategória:
 - minimális, alacsony, közepes, magas relatív beporzási potenciál
 - nincs, alacsony, közepes, magas relatív beporzási igényű terméséért/magjáért termesztett növények és ugyanígy az egyéb ökoszisztéma típusok
 - a beporzási igény szempontjából rovarbeporzásból profitáló, de zöld növényként hasznosított növények egy külön kategória

A relatív beporzási igény és potenciál összevetése 20*20 méteres felbontásban történt minden kimeneti térkép esetében, a JRC (2018) mintája szerint (5. melléklet). A térképeken alkalmazott színek kapcsán a 4*4 kategória esetében az egyes potenciál szintekhez

párosuló különböző igény kategóriák a potenciál színének különböző tónusú árnyalatait veszik fel. A minél mélyebb a tónus egyre magasabb beporzási igényt jelöl.

Pollináció SZMCS: Rovarbeporzási igény és potenciál

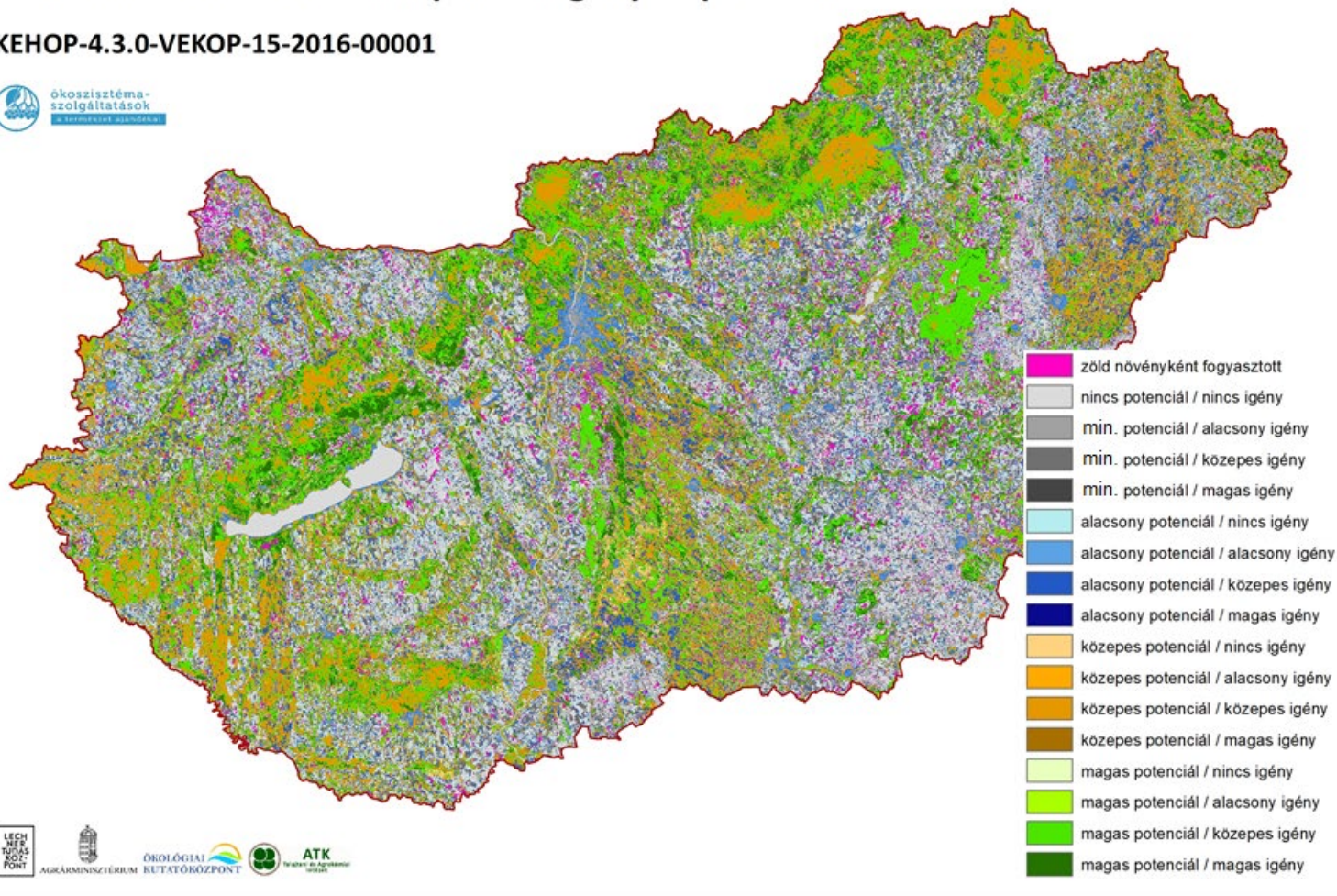
KEHOP-4.3.0-VEKOP-15-2016-00001



10. ábra: A relatív beporzási potenciál és a relatív beporzási igény összevetése minden ökoszisztéma típusra, természetű növényeknél a felhasználás módjától függetlenül. Az egyes potenciál szintekhez (nincs (0), minimális (0-0,157), alacsony (0,157-0,274), közepes (0,274-0,399), magas (0,399-0,999)) párosuló különböző relatív beporzási igény kategóriák (nincs (szél-/ önbeporzású), alacsony ($0 < x < 10\%$), közepes ($10 < x < 40\%$), magas ($40 < x < 100\%$)) a potenciál színének különböző tónusú árnyalatait veszik fel. A minél mélyebb a tónus egyre magasabb relatív beporzási igényt jelöl.

Pollináció SZMCS: Rovarbeporzási igény és potenciál

KEHOP-4.3.0-VEKOP-15-2016-00001



11. ábra: A relatív beporzási potenciál és igény összevetése minden ökoszisztéma típusra, termesztett növényeknél a felhasználás módját is figyelembe véve. Az egyes potenciál szintekhez (nincs (0), minimális (0-0,157), alacsony (0,157-0,274), közepes (0,274-0,399), magas (0,399-0,999)) párosuló különböző igény kategóriák (azon termesztett növények esetén, amelyeknek a termését/magját hasznosítjuk: nincs (szél-/ önbeporzású), alacsony ($0 < x < 10\%$), közepes ($10 < x < 40\%$), magas ($40 < x < 100\%$)) a potenciál színének különböző tónusú árnyalatait veszik fel. A minél mélyebb a tónus egyre magasabb beporzási igényt jelöl. Azon termesztett növényeket, melyek rovarbeporzásból profitálnak, de azok zöld növényi részeit hasznosítjuk (rovarbeporzástól független hasznosítás), lila szín jelöli.

Az összevetés értékelése:

Az összevetés során egyfajta becslést kaphattunk arról, hogy az ország egyes pontjain a 2016-ban adott helyen természetett kultúrnövények és a természetközeli élőhelykategóriák relatív beporzási igénye miként viszonyul az ezen helyekre becsült relatív beporzási potenciálhoz (lásd 10. és 11. ábra). Sajnos mind a potenciál, mind az igény esetében csak relatív értékekről tudunk beszélni. Megfelelő terepi adatok hiányában nem volt mód a relatív beporzási potenciált megfelelő megbízhatósággal konkrét vadméhszám vagy vadméh fajszám adatokra váltani. A beporzási kapacitást úgy lehetne abszolút skálán mérni, ha meg tudnánk mondani, hogy egy adott területen hány darab vadméh él, gyűjt, stb. Ilyen abszolút egyedszámokat illetve egyedsűrűséget repülő rovarok tekintetében nem lehet meghatározni. Az egyes élőhelytípusok megfelelő jellemzése is nagyon részletes, élőhelytípusonkénti megfelelő, standard mintavételeket igényelne, melynek mind személyi, mind munkaigénye hatalmas, és sem ennek a projektnek, sem másoknak a keretében nem kerülhetett még ilyenre sor. Így a beporzási potenciál abban ad segítséget, hogy egy 0-1 skálán adott helyen mekkora relatív vadméh egyedszámmal, változatossággal számolhatunk az ökoszisztéma típusra jellemző vegetáció és élőhelyi adottságok alapján, egy másik ökoszisztéma típushoz képest. A beporzásra való igény oldalán egyes kultúrnövényekre fellelhetők olyan számadatok, becslések, hogy annak beporzásához hektáronként hány háziméh család szükséges. De ez a vad beporzókra vetítve megint csak nem ad segítséget, főleg nem olyan részletes növényi bontásban, mint amit a MÁK adatbázisa lehetővé tett. A természetközeli élőhelyek esetében pedig szintén csak becsülni tudtuk a virágos növények mennyiségét, melyek abszolút beporzási igényében egyrészt szintén vannak különbségek a fajok között, másrészt hogy hány viráglátogató vadméh szükséges ezek megfelelő szaporodásához, az szintén nem tisztázott.

Ezzel együtt úgy gondoljuk, hogy az alacsony beporzási potenciállal bíró területeken a szolgáltatás így vagy úgy, de nagyobb mértékben sérül, főleg, ha ott magas beporzási igényű növények vannak. Tehát a kettő egymáshoz viszonyításának üzenet értéke így is van, és a pollinációs kutatások is mind azt mutatják, hogy kell a diverz, nagyobb létszámú vad beporzó közösség ahhoz, hogy ott akár a vad növények beporzása, akár a természeteké megfelelő legyen. Vagyis egy szántók dominálta mátrixban, ahol a beporzási potenciál relatív értéke alacsony, kevesebb és kevesebb féle vad beporzó lesz, és ez konkrét darabszámtól függetlenül nem fogja tudni jó eséllyel kielégíteni egy magasabb beporzási igényű növény beporzását.

Ennek egy egyszerűsített vizuális megjelenítésére készült egy összevont kategóriákat bemutató térkép (12. ábra), ahol a 10. ábra térképi kategóriáit a következők szerint vontuk össze, potenciál-igény viszonylatban:

- minimális-közepes, minimális-magas, alacsony-magas: relatív potenciál << relatív igény
- minimális-alacsony, alacsony-közepes, közepes-magas: relatív potenciál < relatív igény
- nincs-nincs, alacsony-alacsony, közepes-közepes, magas-magas: relatív potenciál ~ relatív igény
- alacsony-nincs, közepes-alacsony, magas-közepes: relatív potenciál > relatív igény
- közepes-nincs, magas-nincs, magas-alacsony: relatív potenciál >> relatív igény

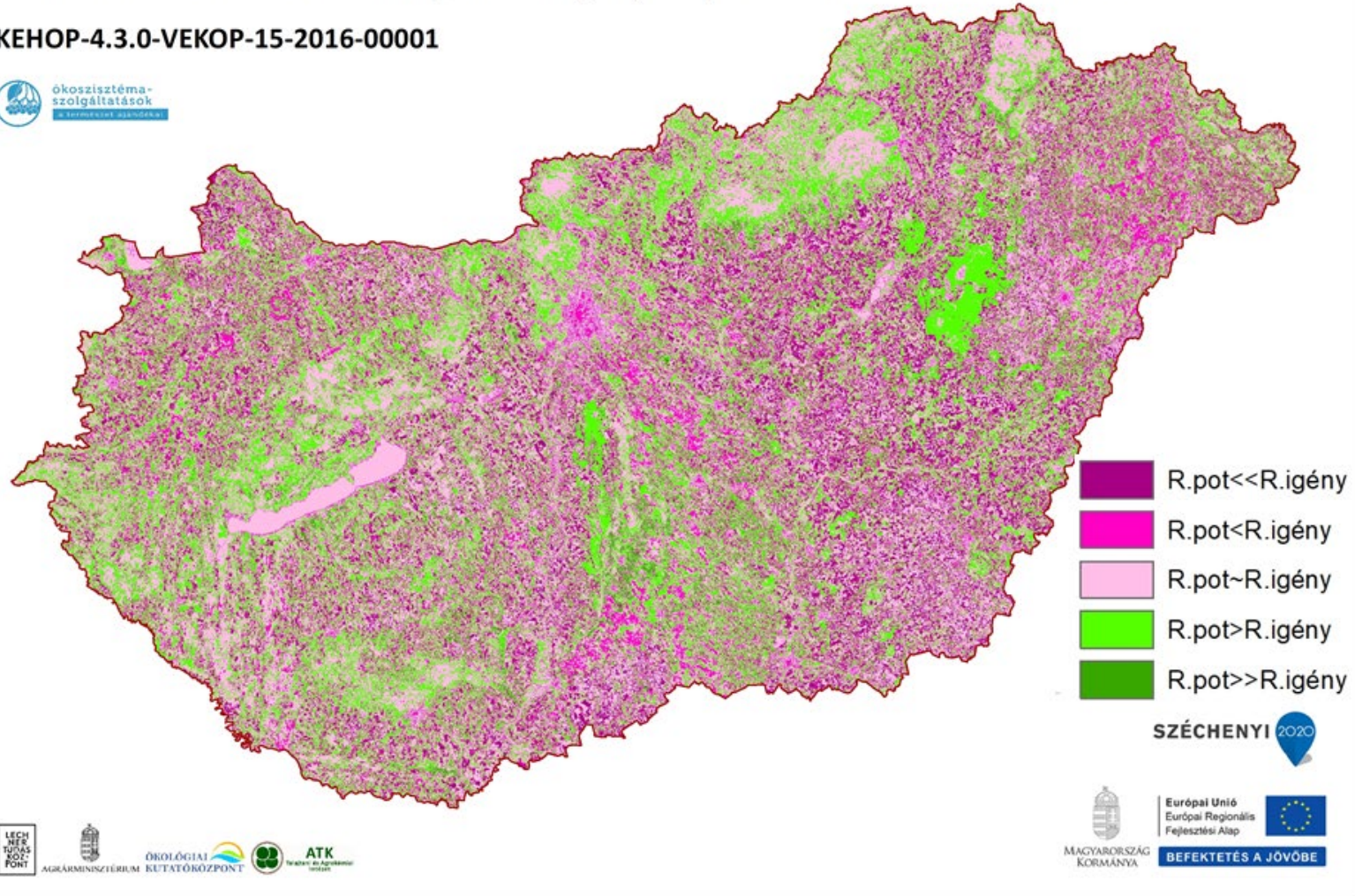
A 12. ábrán látható módon, például a középhegységi, kiskunsági, nyírségi területeken jellemzőbb módon a relatív beporzási potenciál és igény jobban szinkronban van, míg a mezőgazdasági, nagyüzemi szántó régiókban a relatív beporzási igény sok esetben meghaladja a relatív beporzási potenciált. A közelítő becslések mellett ezen területeken a beporzási potenciál növelése, azaz a vad beporzók számára alkalmas fészkelési és táplálék lehetőségek megteremtése, mennyiségének növelése mindenképp ajánlott.

Értékelésünk kapcsán természetesen azt is figyelembe kell venni, hogy ez csak a vadméhek általi beporzást volt hivatott modellezni, míg a valóságban ezt kiegészíti a mézelő méhek nyújtotta beporzás is. A hazai magas mézelő méh sűrűség mindenképp fontos és tetemes mennyiségű beporzást lát el mind a természetett, mind a vad növények esetében. Ezen beporzási szolgáltatásnak

azonban fontos előfeltétele a megfelelő méhlegelők megléte, beleértve a vad virágos növények nyújtotta virágpór és nektárforrást is. Ezért a vadméhek szempontjából alacsony potenciállal bíró területek méhlegelő fejlesztése nem csak a vad beporzók, hanem a méhészetek szempontjából is kiemelt jelentőségű.

Pollináció SZMCS: Rovarbeporzási igény és potenciál összehasonlítás

KEHOP-4.3.0-VEKOP-15-2016-00001



12. ábra: A relatív beporzási potenciál és a relatív beporzási igény összevetése minden ökoszisztéma típusra, természetű növényeknél a felhasználás módjától függetlenül, az egyes potenciál-igény párok összevonásával: relatív potenciál << relatív igény (minimális-közepes, minimális-magas, alacsony-magas); relatív potenciál < relatív igény (minimális-alacsony, alacsony-közepes, közepes-magas); relatív potenciál ~ relatív igény (nincs-nincs, alacsony-alacsony, közepes-közepes, magas-magas); relatív potenciál > relatív igény (alacsony-nincs, közepes-alacsony, magas-közepes); relatív potenciál >> relatív igény (közepes-nincs, magas-nincs, magas-alacsony)

5.6. Az értékelés során felmerült nehézségek, tudáshiányok, konfliktusterületek, javaslatok

A beporzás, mint ökoszisztéma-szolgáltatás értékelése során több ponton is adathiánnyal néztünk szembe. A vad beporzók által nyújtott beporzási potenciál értékeléséhez részletes, több élőhely kategóriára és az ország különböző pontjaira kiterjedő, tényleges terepi adatok a vadméhek számára, diverzitására vonatkozóan nem állnak rendelkezésre. Így az egyes élőhely típusok relatív "jóságát", azaz az ott lévő vadméh közösségek relatív nagyságát, sokféleségét csak becsülni tudtuk az élőhely típusokhoz rendelt virágforrás és fészkelési alkalmasság értékek alapján, szakértői becslésre alapozva. A módszertan tekintetében nemzetközi irodalmi forrásokra, a konkrét számértékek meghatározásában az egyes élőhely típusok vegetáció típusát, összetételét sok esetben jól ismerő botanikusok, valamint a vadméhek ökológiájában jártas szakértők segítségére is támaszkodtunk. Konkrét terepi adatok a vadméhekről viszont sajnos még a megfelelő validáláshoz sem bizonyultak elegendő részletességűnek. További limitációt jelentett, hogy bár a vadméhek számát, sokféleségét, közösségösszetételét jelentősen befolyásolhatja pl. művelt területek esetében azok kezelése (szántókon a vegyszerezés, műtrágyázás mértéke, vetésszerkezet, stb.; gyepek esetében a kaszálás intenzitása vagy a legeltetési nyomás), vagy például az inváziós növényfajok általi fertőzöttség, megfelelő térbeli lefedettségben és felbontásban ilyen adatok nem állnak országosan rendelkezésre. Így a beporzási potenciál és igény felmérése, térképezése tényleges terepi adatok nélkül csak becslés, modell, annak minden hibájával együtt. Ezen becslések pedig csak az élőhelyek típusán, kiterjedésén és a táji környezeten alapulnak, további módosító tényezők (pl. kezelés, növényi invázió hatása) figyelembevételének lehetősége nélkül.

A nyugati háziméh (mézelő méh) nyújtotta beporzási potenciált a méhcsaládok elhelyezkedése határozhatja meg. A területegységre vonatkoztatott méhcsaládszám adatok elérhetőségéről 2018 őszén több egyeztetés is zajlott. Az Országos Magyar Méhészet Egyesület (OMME) sajnos nem rendelkezik ilyen jellegű részletes adatokkal, csupán megyei szinten összesített adataik vannak. A Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH) munkatársait is megkerestük, és információink szerint a megyei illetékeseken keresztül talán lehet mód finomabb léptékű, lejelentett méhcsalád adatokhoz jutni az egyes települések esetében. Viszont úgy tűnik, hogy ha kaphatunk is település szintű adatot a méhészekről, az a méhészlakcímehez rendelt, és vándorméhészetek esetében ez a méhek év közbeni aktuális helyzetéről sajnos nem ad információt. Így a tényleges mézelő méh jelenlét sajnos ezen keresztül nem követhető nyomon.

A beporzási potenciál pontosabb becslése, térképezése a fent leírt adathiányok legalább részleges pótlásával lenne lehetséges. A hazai állóméhészetek és vándor méhészek esetén is az adott településen/területen adott időben előforduló méhcsaládszám adatok sokat segítenének a háziméhek általi beporzási potenciál, ill. a számukra szükséges méhlegelő megelérése/hiánya kapcsán való értékelés szempontjából.

A vadméhek esetében egy országos beporzó monitoring a vad beporzók diverzitásáról, abundanciájáról, trendjeiről nagyon sokat tudna mondani, de természetesen egy ilyen primer adatgyűjtéshez jelentős források, kapacitások szükségesek. Egy jó megoldást jelenthet a mintaterület szintű gondolkodás. Az ország több, kontrasztos pontján mintaterületek kijelölésével és azon belül a különböző élőhely típusokon azonos időben és módszerrel végzett standard mintavételek segítenének az egyes élőhely típusok beporzási potenciáljának pontosabb becslésében, akár nem csak a vadméheknél, hanem (mintavételi módszertől függően) más rovarcsoportokra kiterjedően is (pl. zengőlegyek, nappali és éjszakai lepkék). Mintaterületi szinten esetleg lehetőség nyílhat egyéb módosító tényezőkkel (pl. mezőgazdasági művelés intenzitása, növényi invázió mértéke) való számolásra is.

Irodalom

- Agrárminisztérium (2019). Ökoszisztéma alaptérkép és adatmodell kialakítása. Agrárminisztérium, Budapest DOI: 10.34811/osz.alapterkep.dokumentum
- Aizen, M.A., Harder, L.D. 2009. The global stock of domesticated honey bees is growing slower than agricultural demand for pollination. *Curr. Biol* 19, 915-918.
- Ángyán, J., Tardy, J., Vajnáné-Madarassy, A. (szerk.) 2003. Védett és érzékeny természeti területek mezőgazdálkodásának alapjai. Mezőgazda Kiadó, Budapest
- Arany, I., Czúcz, B., Csonka, I., Kovács-Hostyánszki, A., Molnár, Z. 2017. Tájváltozás, tájhasználat és az ideális méhlegelő déldunántúli méhészek szemével. *Természetvédelmi Közlemények*, 23, 127-143.
- Arany, I., Aszalós, R., Bereczki, K., Czúcz, B., Fodor, L., Kalóczkai, Á., Kiss, M., Kovács, E., Kovács-Hostyánszki, A., Marjainé, Sz. Zs., Somodi, I., Vári, Á., Zölei, A. 2018. NÖSZTÉP koncepcionális és módszertani keretdokumentum. Agrárminisztérium, Budapest
- Baldock, K.C.R., Goddard, M.A., Hicks, D.M., Kunin, W.E., Mitschunas, N., Osgathorpe, L.M., Potts, S.G., Robertson, K.M., Scott, A.V., Stone, G.N., Vaughan, I.P., Memmott, J. 2015. Where is the UK's pollinator biodiversity? The importance of urban areas for flower-visiting insects. *Proc. R. Soc. B* 282: 20142849.
- Blaauw, B., Isaacs, R. 2014a. Flower plantings increase wild bee abundance and the pollination services provided to a pollination-dependent crop. *J. Appl. Ecol.*, 51, 890-898.
- Blitzer, E., Dormann, C., Holzschuh, A., Klein, A., Rand, T., Tschardt, T. 2012. Spillover of functionally important organisms between managed and natural habitats. *Agr. Ecosyst. Environ.*, 146, 34-43.
- Becerra-Jurado, G., Philipsen, C., Kleeschulte, S. 2015. Mapping and assessing ecosystems and their services in Luxembourg – Assessment results. Luxembourg
- Bommarco, R., Kleijn, D., Potts, S.G. 2012. Ecological intensification: Harnessing ecosystem services for food security. *Trend. Ecol. Evol.* 28, 230-238.
- Brittain, C., Potts, S. 2011. The potential impacts of insecticides on the life-history traits of bees and the consequences for pollination. *Basic Appl. Ecol.*, 12, 321-331.
- Carvalho, L.G., Veldtman, R., Shenkute, A.G., Tesfay, G.B., Pirk, C.W.W., Donaldson, J.S., Nicolson, S.W. 2011. Natural and within-farmland biodiversity enhances crop productivity. *Ecol. Lett.* 14, 251-259.
- Corbet, S.A. 1993. Temperature and the pollinating activity of social bees. *Ecol. Entomol.* 18, 17-30.
- The EU Biodiversity Strategy to 2020. European Union, 2011. ISBN 978-92-79-20762-4
- Fenesi, A., Vágási, C.I., Beldean, M., Földesi, R., Kolcsár, L-P., Shapiro, J.T., Török, E., Kovács-Hostyánszki, A. 2015. *Solidago canadensis* impacts on native plant and pollinator communities in different-aged old fields. *Basic Appl. Ecol.*, 6, 335-346.
- Földesi, R., Kovács-Hostyánszki, A., Körösi, A., Somay, L., Elek, Z., Markó, V., Sárospataki, M., Bakos, R., Varga, A., Nyisztor, K., Báldi, A. 2016. Relationships between wild bees, hoverflies and pollination success in apple orchards with different landscape contexts. *Agr. Forest Entom.* 18, 68-75.

- Garibaldi, L.A., Steffan-Dewenter, I., Kremen, C., Morales, J.M., Bommarco, R., Cunningham, S.A., Carvalheiro, L.G., Chacoff, N.P., Dudenhoefter, J.H., Greenleaf, S.S., Holzschuh, A., Isaacs, R., Krewenka, K., Mandelik, Y., Mayfield, M.M., Morandin, L.A., Potts, S.G., Ricketts, T.H., Szentgyoergyi, H., Viana, B.F., Westphal, C., Winfree, R. és Klein, A.M. (2011) Stability of pollination services decreases with isolation from natural areas despite honey bee visits. *Ecology Letters*, 14, 1062-1072.
- Garibaldi, L., Steffan-Dewenter, I., Winfree, R., *et al.* 2013. Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science* 339, 1608-11.
- Geldmann, J., González-Varo, J.P. 2018. Conserving honey bees does not help wildlife. *Science* 359, 392-393.
- Godfray, H., Blacquiere, T., Field, L., Hails, R., Potts, S., Raine, N. *et al.* 2015. A restatement of recent advances in the natural science evidence base concerning neonicotinoid insecticides and insect pollinators. *Proc. Roy. Soc. B: Biol. Sci.*, 282, 20151821.
- van Hengstum, T., Hooftman, D. A. P., Oostermeijer, J. G. B., és van Tienderen, P. H. 2014. Impact of plant invasions on local arthropod communities: A meta-analysis. *J. Ecol.* 102, 4-11.
- Haines-Young, R.H.; Potschin, M.P. 2010. The Links between Biodiversity, Ecosystem Services and Human Well-Being. In *Ecosystem Ecology: A New Synthesis*; Raffaelli, D.G., Frid, C.L.J., Eds.; Cambridge University Press: Cambridge, UK, p. 162.
- Henriksen, C.I., Langer, V. 2013. Road verges and winter wheat fields as resources for wild bees in agricultural landscapes. *Agr. Ecosyst. Environ.* 173, 66-71.
- Hopwood, J.L. 2008. The contribution of roadside grassland restorations to native bee conservation. *Biol. Conserv.* 141, 2632-2640.
- INVEST: <http://data.naturalcapitalproject.org/nightly-build/invest-users-guide/html/croppollination.html#>
- IPBES (2016). The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production. S.G. Potts, V. L. Imperatriz-Fonseca, and H. T. Ngo (eds). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany. 552 pages.
- IUCN red lists:
http://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/species/redlist/index_en.htm
- Józan, Z. 2011. Checklist of Hungarian Sphecidae and Apidae species (Hymenoptera, Sphecidae and Apidae). *Natura Somogyiensis* 19 177-200.
- Kennedy, C., Lonsdorf, E., Neel, M., Williams, N., Ricketts, T., Winfree, R. *et al.* 2013. A global quantitative synthesis of local and landscape effects on wild bee pollinators in agroecosystems. *Ecol. Lett.*, 16, 584-599.
- Klein, A.M., Vaissiere, B., Cane, J.H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S.A., Kremen, C. *et al.* 2007. Importance of crop pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc. Roy. Soc. B-Biol. Sci.*, 274, 303-313.
- Kovács-Hostyánszki, A., Batáry, P., Báldi, A., Harnos, A. 2011a. Interaction of local and landscape features in the conservation of Hungarian arable weed diversity. *Appl.*

- Veg. Sci. 14, 40-48.
- Kovács-Hostyánszki, A., Kőrösi, A., Orci, K.M., Batáry, P., Báldi, A. 2011b. Set-aside promotes insect and plant diversity in a Central European country. *Agr. Ecosyst. Environ.* 141, 296-301.
- Kovács-Hostyánszki, A., Espíndola, A., Vanbergen, A.J., Settele, J., Kremen, C., Dicks, L.V. 2017. Ecological intensification to mitigate impacts of conventional intensive land use on pollinators and pollination. *Ecol. Lett.*, 20, 673-689.
- Kovács-Hostyánszki, A., Arany, I., Aszalós, R., Bereczki, K., Czúcz, B., Fodor, L., Kalóczkai, Á., Kiss, M., Kovács, E., Takács, A.A., Vári, Á., Zölei, A., Zsembery, Z. Az ökoszisztéma-szolgáltatások prioritizálása és a prioritizálás eredményeinek szintézise. Agrárminisztérium, Budapest
- Kremen, C., Chaplin-Kramer, R. 2007. Insects as providers of ecosystem services: crop pollination and pest control. In: *Insect Conservation Biology: Proceedings of the Royal Entomological Societys 23rd Symposium* (eds Stewart, A.J.A., New, T.R. és Lewis, O.T.). CABI Publishing, Wallingford, pp. 349-382.
- Kremen C., Williams N.M., Aizen M.A., *et al.* 2007. Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. *Ecol. Lett.* 10, 299-314.
- Lonsdorf, E., Kremen, C., Ricketts, T., Winfree, R., Williams, N., Greenleaf, S. 2009. Modelling pollination services across agricultural landscapes. *Ann. Bot.* 103, 1589-1600.
- Matteson, K.C., Ascher, J.S., Langellotto, G.A. 2008. Bee richness and abundance in New York city urban gardens. *Annals Entomol. Soc. Am.* 101, 140-150.
- Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. An analytical framework for ecosystem assessments under Action 5 of the EU Biodiversity Strategy to 2020. 1st technical report 2013. ISBN 978-92-79-29369-6
- Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services. Indicators for ecosystem assessments under Action 5 of the EU Biodiversity Strategy to 2020. 2nd technical report. ISBN 978-92-79-36161-6, European Union, 2014
- McGregor, S.E. 1976. *Insect Pollination Of Cultivated Crop Plants*. USDA
- Michener, C.D. 2007. *The bees of the world*. The Johns Hopkins University Press. ISBN-13: 978-0-8018-8573-0
- Moroń, D., Lenda, M., Skórka, P., Szentgyörgyi, H., Settele, J., és Woyciechowski, M. 2009. Wild pollinator communities are negatively affected by invasion of alien goldenrods in grassland landscapes. *Biol. Conserv.* 142, 1322-1332.
- Nemzeti Agrárgazdasági Kamara. *A magyar mezőgazdaság számokban 2016*. ISSN 1219-3852
- Nieto, A., Roberts, S.P.M., Kemp, J., Rasmont, P., Kuhlmann, M., García Criado, M., Biesmeijer, J.C., Bogusch, P., Dathe, H.H., De la Rúa, P., De Meulemeester, T., Dehon, M., Dewulf, A., Ortiz-Sánchez, F.J., Lhomme, P., Pauly, A., Potts, S.G., Praz, C., Quaranta, M., Radchenko, V.G., Scheuchl, E., Smit, J., Straka, J., Terzo, M., Tomozii, B., Window, J. and Michez, D. 2014. *European Red List of bees*. Luxembourg: Publication Office of the European Union

- Osborne, J.L., Carreck, N.L., Williams, I.H. 2001. How far do honey bees fly to fields of *Brassica napus* (Oilseed rape)? Proc. 37th International Apicultural Congress, 28 October – 1 November 2001, Durban, South Africa
- Oldroyd, B.P. 2007. What's killing American honey bees? PLoS Biology 5:e168.
- Ollerton, J., Winfree, R., Tarrant, S. 2011. How many flowering plants are pollinated by animals? Oikos 120, 321-326.
- Olsson, O., Bolin, A., Smith, H., Lonsdorf, E. 2015. Modeling pollinating bee visitation rates in heterogeneous landscapes from foraging theory. Ecol. Model. 316, 133-143.
- OMME 2019. Magyar Méhészeti Nemzeti Program. Környezetterhelési Monitoringvizsgálat 2018–2019. ISSN 2062-9915
- Pinke G., Pál R., Botta-Dukát, Z., Chytry, M. 2009. Weed vegetation and its conservation value in three management systems of Hungarian winter cereals on base-rich soils. Weed Res. 49, 544-551.
- Podmaniczky, L., Ambrus, A., Biró, Z., Centeri, C., Horváth, A., Keller, N., Lóránt, M., Nagy, K., Nagy, Z., Rákóczi, A.M., Samu, F., Schally, G.T., Skutai, J., Szemethy, L., Szép, T., Tóth, P., Ujhegyi, N. 2015. Az AKG hatásindikátor monitorozó rendszer keretében gyűjtött indikátor adatok értékelése. Tanulmány a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal részére. 326 p.
- Polce et al. (2018) Distribution of bumblebees across Europe. One Ecosystem 3: e28143, doi: 10.3897/oneeco.3.e28143
- Richards, A. 2001. Does low biodiversity resulting from modern agricultural practice affect crop pollination and yield? Ann. Bot., 88, 165-172.
- Ricketts, T., Regetz, J., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S., Kremen, C., Bogdanski, A. et al. 2008. Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? Ecol. Lett., 11, 499-515.
- Riedinger, V., Mitesser, O., Hovestadt, T., Steffan-Dewenter, I. és Holzschuh, A. 2015. Annual dynamics of wild bee densities: attractiveness and productivity effects of oilseed rape. Ecology 96, 1351-1360.
- Simon, T. 2000. A magyarországi edényes flóra határozója - Harasztok - Virágos növények. Nemzedékek Tudása Tankönyvkiadó p. 976.
- Steffan-Dewenter, I., Westphal, C. 2008. The interplay of pollinator diversity, pollination services and landscape change. J. Appl. Ecol., 45, 737-741.
- Svensson, B.; Lagerlöf, J.; Svensson, B.G. Habitat preferences of nest-seeking bumble bees (Hymenoptera: Apidae) in an agricultural landscape. Agric. Ecosyst. Environ. 2000, 77, 247-255.
- Vallecillo, S., La Notte, A., Polce, C., Zulian, G., Alexandris, N., Ferrini S., and Maes, J. 2018. JRC technical reports. Ecosystem services accounting Part I. Outdoor recreation and crop pollination.
- Vanbergen, A., Woodcock, B., Gray, A., Grant, F., Telford, A., Lambdon, P. et al. 2014a. Grazing alters insect visitation networks and plant mating systems. Func. Ecol., 28, 178-189.

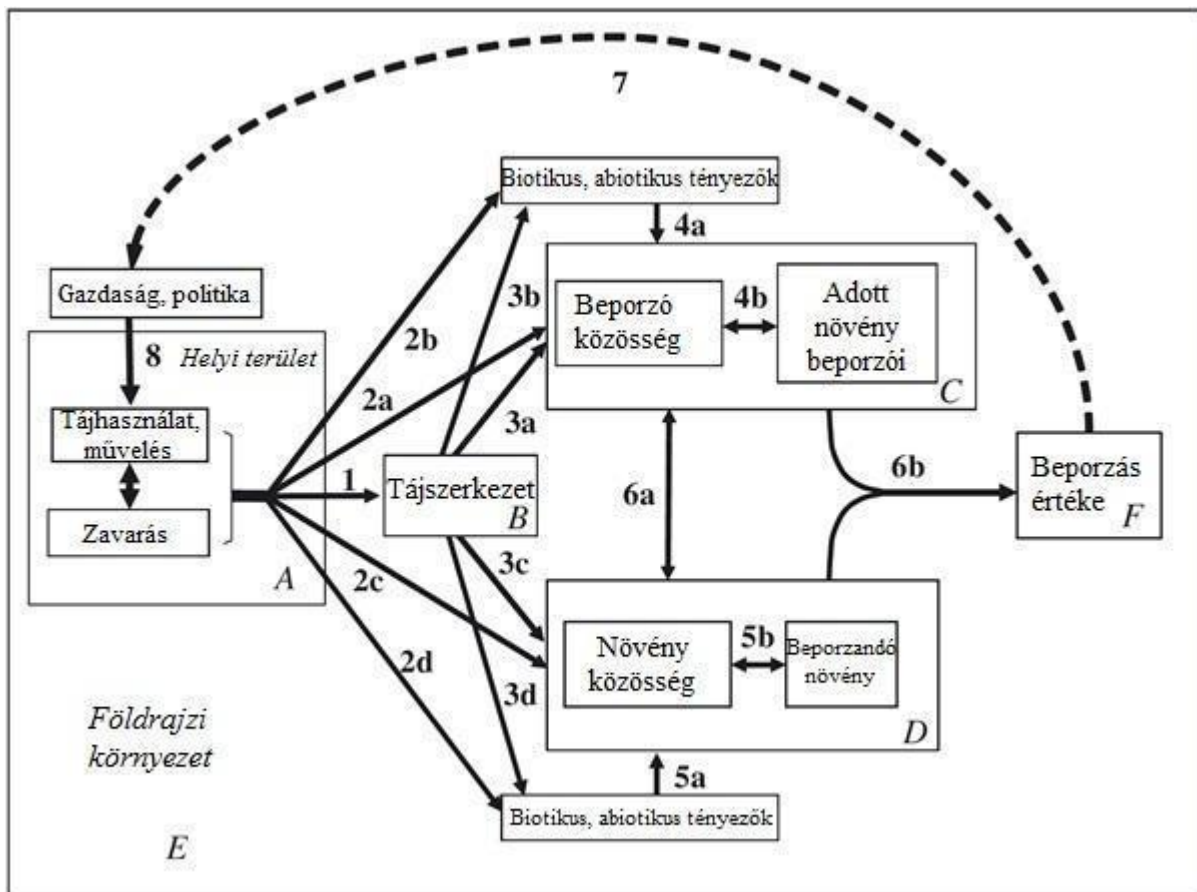
- Wesche, K., Krause, B., Culmsee, H., Leuschner, C. 2012. Fifty years of change in Central European grassland vegetation: large losses in species richness and animal-pollinated plants. *Biol. Conserv.*, 150, 76-85.
- Winfree, R., Williams, N.M., Dushoff, J., Kremen, C. 2007. Native bees provide insurance against ongoing honey bee losses. *Ecol. Lett.* 10, 1105-1113.
- Zulian, G., Maes, J., Paracchini, L. 2013a. Linking Land Cover Data and Crop Yields for Mapping and Assessment of Pollination Services in Europe. *Land*, 2, 472-492.
- Zulian, G., Paracchini, M.L., Maes, J., Liqueste, C. 2013b. JRC Technical Reports. ESTIMAP: Ecosystem services mapping at European scale. ISBN 978-92-79-35275-1

MELLÉKLETEK

1. melléklet: Az értékelés 1-2. szintjének elméleti, irodalmi megalapozása

A vadméhek általi beporzási potenciál és az ezt meghatározó ökoszisztéma állapot jellemzők

Kremen *et al.* (2007) a beporzás táji szinten való biztosításának és agrár-ökoszisztémákban a tájhasználat hatásainak megértésére egy általános keretmodellt dolgozott ki. Ebben a gazdasági, piaci és politikai indirekt hatótényezők határozzák meg egy adott terület művelését, és ebben az értelemben, sokszor zavarását. Ezek közvetlenül az adott területen és az egyes területek mozaikjaként táji szinten is hatással vannak mind a beporzó közösségekre, mind a beporzást igénylő, és egyben a beporzóknak táplálékot nyújtó növényekre számos biotikus és abiotikus hatással egyetemben. Ezen hatások együttesen alakítják tehát az aktuális beporzási szolgáltatást, ami természetesen visszahat a gazdaságra, élővilágra, politikai döntéshozatalra a természetvédelem, élelmiszerbiztonság, stb. területén (1. ábra).



1. ábra: Konceptcionális keretmodell a beporzókat és beporzást érő hatások áttekintésére (Kremen *et al.* 2007).

Ebből az általános keretrendszerből kiindulva Lonsdorf *et al.* (2009) annak egyes ökológiai elemeit, így a tájszerkezet növény- és beporzó közösségekre kifejtett hatásait és ezek kölcsönhatását kiragadva, saját modellt készített a beporzók abundanciájának és diverzitásának táji szinten való becslésére. Mivel vadméhekről közvetlenül a legtöbb esetben csak ritkán vannak konkrét előfordulási, fajszám és egyedszám adatok, így

minderre az élőhelyek minőségéből kell következtetnünk. A modell kiindulási pontja a vadméhek két alapvető szükségletén, a megfelelő fészkelőhelyek és ezek közelében a táplálékul szolgáló virágforrások meglétéén alapul. Ha ezek biztosítottak, a beporzók repülési távolságuktól függően a közelben lévő mezőgazdasági kultúrákon is elérhetőek lesznek, és elvégzik a természetett növények beporzását. Első lépésként az adott területen/régióban ismert beporzó fajokra vagy csoportokra vonatkozó fészkelési adatok, táplálékpreferenciák és repülési távolságok segítségével a modell egy indexet generál (0-1) fajonként/fajcsoportonként a fészkelőterületekre vonatkozó relatív beporzó abundanciára (forrás abundancia), melyet minden élőhelytípusra elvégezve egy beporzó forrás térkép állítható elő. Következő lépésben ennek segítségével becslést készít a forrásélőhelyekről érkező egyes fajok/csoportok abundanciájára a beporzást igénylő mezőgazdasági területeken (beporzási szolgáltatás térkép).

A beporzás értékelésére és térképezésére Lonsdorf *et al.* (2009) munkája alapján kifejlesztésre került egy InVEST modell (Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs), amely szintén a vadméhek beporzásban játszott szerepének modellezését célozza lokális, vagy legalábbis, kisebb térskálán. Az InVEST modell Lonsdorf *et al.* (2009) modelljére épül, azaz hasonlóan az élőhelykategóriákhoz egy 0-1 közti értékeket rendel a fészkelési lehetőség és virágforrások függvényében a beporzók számára való alkalmasság kifejezésére, ezzel létrehozva egy beporzó-forrás térképet. Magasabb érték magasabb relatív méh abundanciát biztosító forrást jelöl. A természetett növénykultúrákat ezen forrásélőhelyekről látogató beporzók becslésekor a közelebbi forrásélőhelyek nagyobb súllyal szerepelnek, mint a távoliak. Emellett Olsson *et al.* (2015) eredményeit követve a viráglátogatást súlyozza a virágok minőségével az adott mezőgazdasági területen annak érzékeltetésére, hogy amennyiben egy fészkelő területtől két beporzást igénylő terület egyenlő távolságra van, úgy azokon a viráglátogatás arányos a rajtuk lévő virágok minőségével. Továbbá az InVEST modell a vadméhek mellett figyelembe veszi a tenyésztett mézelő méhek beporzási tevékenységét és a terméshez való hozzájárulásukat is.

Néhány évvel ezelőtt szintén kifejlesztésre került egy a kaszkád-rendszerre épülő, térinformatikai alapú modellezési eljárás (Ecosystem Service Mapping Tool, röviden ESTIMAP). A megközelítés az InVEST-hez hasonló, de nagyobb, akár kontinentális léptékben is alkalmazható, és célja az EU politikai döntéshozatal segítése az ökoszisztéma-szolgáltatások terén nyújtott, nagy térbeli kiterjedésű információkkal (Zulian *et al.* 2013b). A nagyobb léptékű értékelés egyben durvább is, így részben másfajta adatokat és megközelítéseket kíván, mint az InVEST modell. Emellett egy újonnan hozzáadott modul a beporzók időjárási körülményektől függő aktivitását is figyelembe vette. Az ESTIMAP modell egy szakértői becslésen alapuló pontrendszert alakított ki, amellyel jellemzi a különböző élőhelytípusokat a táplálékforrás szempontjából (A), és a táplálékkeresés közbeni repülési távolsággal (B) együttesen figyelembe véve térképezi a lehetséges táplálkozási helyeket (C). Ezt kombinálva a területek fészkelési alkalmasságával (D) egy relatív beporzó abundanciát megadó indexet kapunk (E) az élőhelytérkép minden cellájára. Ezt korrigálja a modell a klimatikus hatásokból, így a hőmérsékletből és napsugárzásból adódó aktivitásbeli különbségekkel (F). A méhek ugyanis bizonyos hőmérséklet és napsugárzási szint alatt nem aktívak, ami befolyásolja a fészken kívüli abundanciájukat (Corbet 1993). Ezáltal egy pontosított relatív beporzó abundanciához juthatunk (G). Ezt és ismét a méhek táplálék keresési repülési távolságát figyelembe véve kapjuk meg a relatív beporzási potenciált (H). A végleges relatív beporzási potenciál térképet (L) azon területek kizárásával adja (I), ahol a beporzók fizikai akadályok miatt nem fordulhatnak elő, vagyis fészkelésre alkalmatlanok (pl. nyílt vízfelszínek) (2. ábra).

Az EBM modell

Területi felbontás a Zulian et al. (2013) féle modellben 1 ha (100 * 100 m).

Bemeneti adatok

- Területhasználati és felszínborítási adatok

A JRC a CORINE és a TeleAtlas® Maps térképeket használta.

- időjárás adatok

JRC: gridre számolt időjárás adatok az Agri4Cast alapján (átlagos hőmérséklet és teljes globális napsugárzás az EBM modellhez).

Az értékelés lépései:

1. A virágforrások elérhetősége (angol rövidítéseiket követve: foraging availability – FA) és a fészkelésre való alkalmasság (nesting suitability – NS) értékek szakértői alapú becslése az Ökoszisztéma-alaptérkép minden ökoszisztéma típusára (lásd az 5.3 ökoszisztéma állapot fejezetnél)

2. FA és NS átlagát vagy szorzatát vesszük (a JRC 2018 átlaggal, a JRC 2013 tanulmányban az ESTIMAP a kettő szorzatával számolt). Mindkét megoldás jó lehet, de másra érzékeny:

- a szorzás alapvetően alacsonyabb értékeket eredményez, érzékenyebb arra, ha az FA vagy NS alacsonyabb;
- az átlagolás egy általánosabban bevett módszer, ami egy általános értéket ad, és nem ad „büntető” értéket arra, ha egy terület pl. jó virágforrások, de kevésbé alkalmas fészkelőhelyek szempontjából.

A JRC értékelésében ez gyakorlatilag a 100*100 méteres cellákra adott egy-egy értéket a vadméhek számára való alkalmasság tekintetében, az FA és NS átlagát véve.

3. Aktivitási indexet számít a hőmérséklet és a napsugárzás méhek aktivitására gyakorolt hatásának mérésére.

4. Új modulként számol a természetközeli területek hatásával az agrártájban, azaz ezektől távolodva a kultúrnövényeket látogató beporzó méhek diverzitása és a viráglátogatás mértéke is exponenciálisan csökken; ezen csökkenési ráta = - 0,00046, azaz 1507 méteren belül 50 %-kal csökken mindkettő (Garibaldi et al. 2011; Ricketts et al. 2008).

Az alkalmazott modell: $Y_{ij} = \exp(\alpha_i + \beta_j D_{ij}) + \epsilon_{ij}$

ahol:

Y_{ij} = a megfigyelt beporzó/viráglátogatás adat az i-ik vizsgálatban;

D_{ij} = az ezen megfigyelési adathoz tartozó távolság a legközelebbi természetközeli élőhelytől mérve, méterben;

α_i = vizsgálat specifikus intercept (esetünkben a vadméhek számára becsült alkalmassági érték az FA és NS szorzata/átlaga alapján);

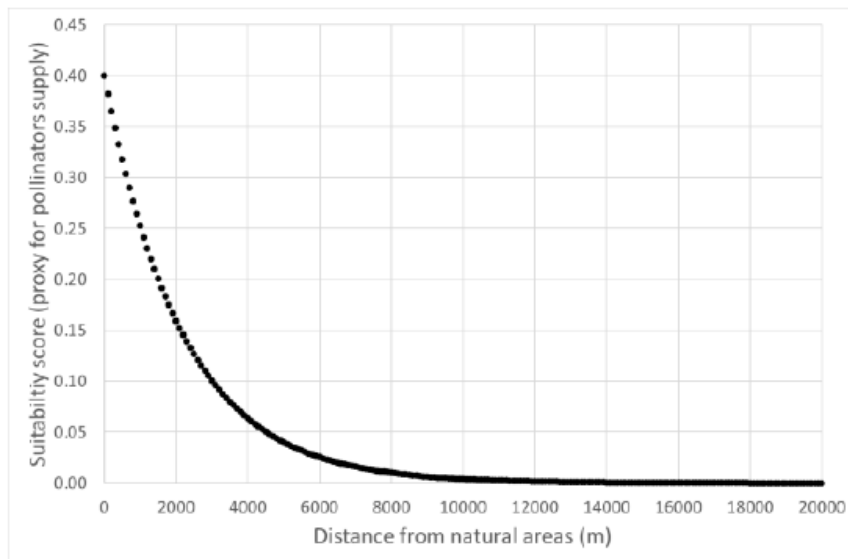
β_j = változási ráta;

ϵ_{ij} = illesztett hibaérték.

A távolsággal való csökkenés függvénye tehát a vadméhek számára való alkalmassági érték és a természetközeli élőhelyektől való távolság viszonyát írja le, Ricketts et al. (2008)

alapján, azaz pl. egy 0,4 vadméh alkalmassági értékű természetközeli, forrásélőhelytől távolodva ezen beporzó és ezzel együtt beporzási kapacitás miként csökken exponenciálisan (3. ábra).

$$Y_{ij} = \exp(\ln(0.4) - 0.00046D_{ij}) + \epsilon_{ij}$$



3. ábra: A vadméhek számára való alkalmasság érték csökkenése a forrásélőhelyektől mért távolsággal

Ezt a módszert használva a JRC értékelésében felülírta ezzel a nem természetközeli ökoszisztéma típusokra korábban adott pontszámokat, alacsonyabb értékekkel illetve azokat, amelyek távolabb estek. Az ϵ hibátágot végül nem használták, mivel nem tudták számszerűsíteni.

A JRC (2018) értékelés Garibaldi et al. (2011) nyomán a CORINE-ből a következő kategóriákat kezelte természetközeli módon: 3.1.1 Lombos erdők; 3.1.2 Tűszintű erdők; 3.1.3 Vegyes erdők; 3.2.1 Természetes gyepek; 3.2.2. Mocsarak és lápok; 3.2.3. Bozótosok; 3.2.4 Átmeneti bokor-erdő vegetáció; 3.3.1. Homok- és tengerpartok; 3.3.3. Vegetációval gyéren borított területek.

Az SDM modell

Polce et al. (2018) cikk függeléként online elérhető egy 43665 sorból és 51 oszlopból álló csv adattáblázat, amely a poszméhek (*Bombus* spp.) elterjedését írja le az EU 28 tagállamában.

Oszlopok:

- földrajzi koordináták (X, Y)
- becsült előfordulási valószínűség 47 különböző poszméh fajra (fajonként 1-1 oszlop)
- a poszméhek becsült fajszáma
- a poszméhek átlagos előfordulási valószínűsége az előfordulónak ítélt fajok előfordulási valószínűsége alapján (tehát azon fajok előfordulási valószínűségeit átlagolja, amik várhatóan elő is fordulnak az adott helyen)

Spatial reference system: ETRS89 Lambert Azimuthal Equal Area (epsg projection 3035 - etrs89 / etrs-laea).

Felbontás: 10 km

Bemeneti adatok:

- Fajadatok: poszméh adatok az Atlas Hymenoptera alapján 1991-2012.
- Környezeti változók (folytonos változók):
 - földhasználati és felszínborítási osztályok (Landuse and Land cover categories, LULC): mindegyikre borítási százalék a 10*10 km-es gridben
 - bio-klimatikus változók
 - topográfia
 - a természetes vagy természetközeli LULC élőhelykategóriáktól való távolság

Fájlnév: SM05_BB_Predictions.csv

Előállítás dátuma: 2018. május

Szerző: Chiara Polce

Publikáció címe: Polce et al. (2018) Distribution of bumblebees across Europe. One Ecosystem 3: e28143, doi: 10.3897/oneeco.3.e28143

Publikáció elfogadásának dátuma: 2018.09.06.

Felhasználási feltételek: felhasználható a cikk és az adatsor jellemzőinek említésével.

Egyesített EBM és SDM modell

A két modell átlagolásához a JRC értékelésében első lépésként ugyanazon térbeli felbontásra hozta mindkettőt, azaz az EBM esetében a 100m²-re vonatkozó adatokat aggregálta, az SDM esetében pedig bilineáris interpolációval hozta 1 km²-es felbontásra az adatokat. Ezt követően cellánként vették a két modellérték átlagát, mint az adott cellára jellemző „beporzási potenciált”. Ez a környezet vadméhek (ez esetben már a szoliter és poszméhek együttvéve) szempontjából vett alkalmasságának egy dimenzió nélküli indikátora, ami a különböző beporzási potenciált nyújtó területek (service providing areas - SPA) kijelölésére szolgál:

1. Magas: SPA > 0,3
2. Közepes: 0,3 > SPA > 0,2
3. Alacsony: 0,2 > SPA > 0,1
4. Nincs: SPA < 0,1

Az egyes kategóriákon belül alkalmazott küszöbértékek eredetileg a kvantiliseken alapultak, egy tizedesig kerekítve azokat. Az egyszerűség kedvéért a JRC az első megközelítésben csak azon területeket tekintette beporzási szolgáltatást nyújtó területeknek, melyek SPA értéke magas vagy közepes volt. Azaz úgy tekintette, mintha a vadméhek csak magas vagy közepes beporzási potenciállal bíró területeken fordulnának elő, csak azok nyújthatnának előfordulásukhoz megfelelő körülményeket.

2. melléklet: Az Ökoszisztéma-alaptérkép kategóriarendszere (2019.06.30.)

(A 3. szintű kategóriákig (egyres erdőtípusok esetében 4. szintű kategóriák is kialakításra kerültek, lásd. az erdők és faültetvények értékelése fejezetben)

Szint1 név	Szint 1 kód	Szint2 név	Szint 2 kód	Szint3 név	Szint 3 kód		
Mesterséges felszínek (Urban)	1	Épületek	11	Alacsony épület	1110		
				Magas épület	1120		
		Utak és vasutak	12	Szilárd burkolatú utak	1210		
				Földutak	1220		
				Vasutak	1230		
		Egyéb burkolt vagy burkolatlan mesterséges felületek	13	Egyéb burkolt vagy burkolatlan mesterséges felületek	1310		
		Zöldfelületek mesterséges környezetben	14	Zöldfelületek mesterséges környezetben fákkal	1410		
				Zöldfelületek mesterséges környezetben fák nélkül	1420		
		Agrárterületek (Croplands)	2	Szántóföldek	21	Szántóföldek	2100
				Állandó kultúrák	22	Szőlők	2210
Gyümölcsösök, bogyósok	2220						
Energiaültetvények	2230						
Komplex területek	23			Komplex művelési szerkezet épületekkel	2310		
				Komplex művelési szerkezet épületek nélkül	2320		

Szint1 név	Szint 1 kód	Szint2 név	Szint 2 kód	Szint3 név	Szint3 kód
Gyepterületek és egyéb lágyszárú növényzet (Grassland and other herbaceous vegetation)	3	Homoki gyepek	31	Nyílt homokpuszta gyepek	3110
				Zárt gyepek homokon	3120
		Szikes és szikesedésre hajlamos gyepek	32	Szikes és szikesedésre hajlamos gyepek	3200
		Sziklakibúvásokkal tarkított gyepek	33	Sziklakibúvásokkal tarkított mészkedvelő gyepek	3310
				Sziklakibúvásokkal tarkított egyéb gyepek	3320
		Zárt gyepek kötött talajon vagy domb és hegyvidéken	34	Zárt gyepek kötött talajon vagy domb és hegyvidéken	3400
Máshová nem besorolható lágyszárú növényzet	35	Máshová nem besorolható lágyszárú növényzet	3500		
Erdők és egyéb fás szárú növényzet (Forest and woodland)	4	Többletvízhatástól független erdők	41	Bükkösök	4101
				Gyertyános kocsánytalan tölgyesek	4102
				Cseresek	4103
				Molyhos tölgyesek	4104
				Ny-Dunántúl erdeifenyvesei	4105
				Ny-Dunántúl erdeifenyő-elegyes lombosok	4106
				Hazai nyárasok	4107
				Hegy- és dombvidéki pionír erdők	4108
				Gyertyános kocsányos tölgyesek	4109
				Elegyetlen és kőris-elegyes kocsányos tölgyesek	4110
				Egyéb, többletvízhatástól független őshonos dominanciájú erdők *	4111
				Egyéb elegyes lombosok	4112

Szint1 név	Szint 1 kód	Szint2 név	Szint 2 kód	Szint3 név	Szint3 kód	
Erdők és egyéb fás szárú növényzet (Forest and woodland)	4	Természetszerűbb galériaerdők	42	Puhafás ártéri erdők	4201	
				Keményfás ártéri erdők	4202	
		Egyéb vízhatás alatt álló erdők	43		Elegyetlen és kőriselegyes kocsányos tölgyesek TVHA	4301
					Égeresek	4302
					Többletvízhatás alatti gyertyános kocsányos tölgyesek	4303
					Ártéren kívüli füzesek	4304
					Ártéren kívüli, többletvízhatás alatti nyárasok	4305
					Nyíresek	4306
					Többletvízhatással érintett cseresek	4307
					Egyéb, többletvízhatással érintett őshonos dominanciájú erdők	4308
					Egyéb, többletvízhatással érintett elegyes lomberdők	4309
		Idegenhonos faültetvények	44		Tűszintűek dominálta ültetvények	4401
					Akác dominálta ültetvények	4402
					Nemesnyár- és fűz dominálta ültetvények	4403
					Egyéb idegenhonos lombos fajok dominálta ültetvények	4404
		Erdőként nyilvántartott faállomány nélküli, vagy felújítás alatt álló területek	45		Pusztavágás	4501
					Folyamatban lévő felújítás	4502
		Máshová nem besorolható fás szárú növényzet	46		Máshová nem besorolható fás szárú növényzet	4600
Vizes élőhelyek (Wetlands)	5	Lágy szárú dominanciájú vizes élőhelyek	51	Vízben álló mocsári/lápi növényzet	5110	
				Időszakos vízhatás alatt álló gyepek valamint láp- és mocsárrétek	5120	
		Fás szárú dominanciájú vizes élőhelyek	52		Láp- és mocsárerdők	5200

Szint1 név	Szint 1 kód	Szint2 név	Szint 2 kód	Szint3 név	Szint3 kód
Felszíni vizek (Rivers and lakes)	6	Állóvizek	61	Állóvizek	6100
		Vízfolyások	62	Vízfolyások	6200

3. melléklet: Az erdők részletesebb jellemzéséhez a virágos, nektár- és/vagy virágpor adó fafajok az Erdészeti Szakigazgatási Információs Rendszerből (ESZIR).

Kód	Faj rövid név	Faj név	Összevont kód	Összevont elnevezés	Összevont rövid név
511	A	Akác	511	Akác	A
656	AL	Vadalma	656	Vadalma	AL
513	APPA	Appalachia akác	511	Akác	A
665	BABE	Barkócaberkenye	665	Barkócaberkenye	BABE
801	BÉFÜ	Bédai egyenes fűz	810	Nemes fűzek	NEMFU
882	BL	Bálványfa	882	Bálványfa	BL
663	BUBE	Budaiberkenye	663	Budaiberkenye	BUBE
514	CSÁA	Császártöltési akác	511	Akác	A
802	CSFÜ	Csertai fűz	810	Nemes fűzek	NEMFU
651	CSNY	Madárcseresznye	651	Madárcseresznye	CSNY
806	DRFÜ	Drávamenti fűz	810	Nemes fűzek	NEMFU
819	EFÜ	Egyéb fűzek	819	Egyéb fűzek	EFÜ
833	EH	Ezüsthárs	833	Ezüsthárs	EH
685	EZ	Ezüstfa	685	Ezüstfa	EZ
615	EZJ	Ezüst juhar	615	Ezüst juhar	EZJ
811	FFÜ	Fehér fűz	811	Fehér fűz	FFÜ
815	GEFÜ	Gemenci klón keverék	810	Nemes fűzek	NEMFU
683	GL	Lepényfa	683	Lepényfa	GL
662	HBE	Háziberkenye	662	Háziberkenye	HBE
611	HJ	Hegyi juhar	611	Hegyi juhar	HJ
804	I1FÜ	I-1/59 fűz	810	Nemes fűzek	NEMFU
805	I4FÜ	I-4/59 fűz	810	Nemes fűzek	NEMFU
684	JA	Japán akác	684	Japán akác	JA
814	KFÜ	Kecskefűz	814	Kecskefűz	KFÜ
831	KH	KisSintű hárs	831	KisSintű hárs	KH
612	KJ	Korai juhar	612	Korai juhar	KJ
655	KM	Kései meggy	655	Kései meggy	KM

Kód	Faj rövid név	Faj név	Összevont kód	Összevont elnevezés	Összevont rövid név
657	KT	Vadkörte	657	Vadkörte	KT
664	LBE	Lisztésberkenye	664	Lisztésberkenye	LBE
661	MBE	Madárberkenye	661	Madárberkenye	MBE
613	MJ	Mezei juhar	613	Mezei juhar	MJ
810	NEMFU	Nemes fűzek	810	Nemes fűzek	NEMFU
832	NH	NagySzintű hárs	832	NagySzintű hárs	NH
517	NYGA	Nyírségi akác	511	Akác	A
526	ÓFEA	Ófehértói akác	511	Akác	A
803	PÖFÜ	Pörbölyi fűz	810	Nemes fűzek	NEMFU
527	PTVA	Pusztavacsi akác	511	Akác	A
512	RÓZA	Rózsaszín AC akác	511	Akác	A
807	SIFÜ	Sí 2/61 fűz	810	Nemes fűzek	NEMFU
652	SM	Sajmeggy	652	Sajmeggy	SM
523	SZAA	Szajki akác	511	Akác	A
812	SZFÜ	Szomorú fűz	810	Nemes fűzek	NEMFU
667	SZG	Szelídsztenye	667	Szelídsztenye	SZG
813	TFÜ	Törékeny fűz	813	Törékeny fűz	TFÜ
522	ÜLLA	Üllői akác	511	Akác	A
881	VG	Vadgesztenye	881	Vadgesztenye	VG
634	VK	Virágos kőris	634	Virágos kőris	VK
521	ZALA	Zalai akác	511	Akác	A
654	ZSM	Zselnicemeggy	654	Zselnicemeggy	ZSM

4. melléklet: 4. szintű további részletes bontás szerinti értékelés egyes erdőkategóriáknál.


















A virágforrás (foraging availability, FA) és fészkelési hely (nesting suitability, NS) értékeket 0-1 között adtuk meg, ahol az egyre nagyobb értékek egyre jobb táplálkozási és fészkelési lehetőségeket jeleznek.

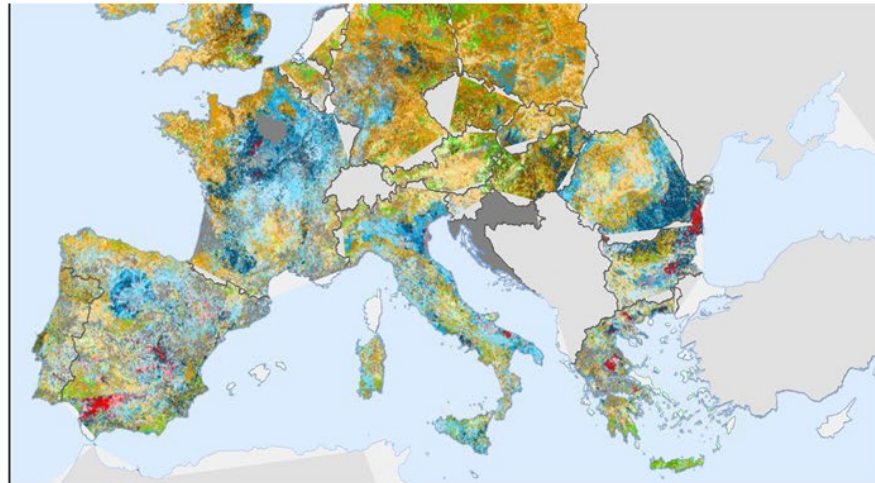
ÖKOSZISZTÉMA-ALAPTÉRKÉP				NÖSZTÉP	
Szint3 név	Szint3 kód	Szint4 név	Szint4 kód	FA	NS
Egyéb, többletvízhatástól független őshonos dominanciájú erdők	4111	Egyéb őshonos dominanciájú erdők (TVFLN)	41110	0,3	0,3
		Kocsányos tölgy dominálta erdők bükkös és gyertyános tölgyes klímában	41111	0,3	0,3
		Gyertyán dominálta erdők (TVFLN)	41112	0,25	0,3
		Kőrisek dominálta erdők (TVFLN)	41113	0,3	0,3
		Juharok dominálta erdők (TVFLN)	41114	0,3	0,3
		Mézgás éger dominálta erdők (TVFLN)	41115	0,2	0,3
		Hársak dominálta erdők (TVFLN)	41116	0,3	0,3
		Füzek dominálta erdők (TVFLN)	41117	0,3	0,3
		Borókások (TVFLN)	41118	0,3	0,3
Egyéb, többletvízhatással érintett őshonos dominanciájú erdők	4308	Egyéb, többletvízhatással érintett őshonos dominanciájú erdők	43080	0,3	0,3
		Gyertyán dominálta erdők (TVHA)	43081	0,3	0,3
		Kőrisek dominálta erdők (TVHA)	43082	0,3	0,3
		Juharok dominálta erdők (TVHA)	43083	0,3	0,3
		Hársak dominálta erdők (TVHA)	43084	0,3	0,3

ÖKOSZISZTÉMA-ALAPTÉRKÉP				NÖSZTÉP	
Tűszintűek dominálta ültetvények	4401	Erdeifenyves ültetvények	44011	0,15	0,15
		Feketefenyvesek	44012	0,15	0,15
		Lucfenyvesek	44013	0,1	0,15
		Egyéb fenyves ültetvények	44014	0,1	0,15
		Fenyők dominálta vegyes ültetvények	44015	0,2	0,15
Akác dominálta ültetvények	4402	Akácok	44021	0,15	0,2
		Akác dominálta vegyes ültetvények	44022	0,15	0,2
Nemesnyár- és fűz dominálta ültetvények	4403	Nemesnyárasok és füzesek	44031	0,2	0,2
		Nemesnyár és nemesfűz dominálta vegyes faültetvények	44032	0,2	0,2
Egyéb idegenhonos lombos fajok dominálta erdők	4404	Egyéb lombos fajokból álló faültetvények	44041	0,15	0,2
		Egyéb lombos fajok dominálta vegyes faültetvények	44042	0,15	0,2

5. melléklet: A JRC (2018) eredménytérképe a beporzási potenciál és igény összevetésére

Legend

 High potential, high demand	 Medium potential, high demand	 Low potential, high demand
 High potential, medium demand	 Medium potential, medium demand	 Low potential, medium demand
 High potential, low demand	 Medium potential, low demand	 Low potential, low demand
 High potential, no demand	 Medium potential, no demand	 Low potential, no demand
 No potential, high demand	 Non EU territories	
 No potential, medium demand	 No Data	
 No potential, low demand		



6. melléklet: A mézelő méhek általi beporzás értékelésének lehetséges módszertana.

A mézelő méhek általi beporzást a luxemburgi értékelési példára alapozva tehetjük meg, annak kiegészítéseivel (Becerra-Jurado *et al.* 2015; 5. ábra). A luxemburgi értékeléssel szemben az ökoszisztémák nyújtotta virágforrás kapacitás mézelő méhek általi felhasználását is figyelembe vesszük. Ez, és a méhcsaládok elhelyezkedése határozhatja meg a mézelő méhek általi beporzási potenciált, mely aztán a vadméhekhez hasonló módon hasznosulhat.

Az 1. szinten a luxemburgi értékelés nem vett figyelembe indikátorokat. Ettől eltérően mi az Ökoszisztéma-alaptérkép élőhelykategóriáit jellemezzük a virágforrást nyújtó képességük alapján az ökoszisztéma típus alapvető vegetációs közösségből, jellemzőiből adódóan, a vadméhekkel megegyező módon. Az Ökoszisztéma-alaptérkép ökoszisztéma típus kategóriáit aszerint jellemezhetjük, hogy azok milyen mértékben szolgálhatnak forrásélőhelyként a beporzó rovarok számára. Ez a vad beporzók esetében egyértelmű relevanciával bír, azonban a mézelő méhek is igénylik a vadvirág forrásokat, melyek a főhordást adó méhlegelő növények virágzási időszakán kívül fontos virágpor- és nektárforrások lehetnek (Arany *et al.* 2017). Ezért az egyes élőhelytípusok virágforrásbeli ellátottságának értékelése a mézelő méh szempontjából is releváns, az ökoszisztémák fontos szereppel bírhatnak ezen tenyésztett rovarfaj számára is annak táplálásán keresztül, segítve beporzást nyújtó képességének biztosítását. A fészkelési potenciál szerinti értékelés (NS értékek) azonban a mézelő méh esetében nem releváns.

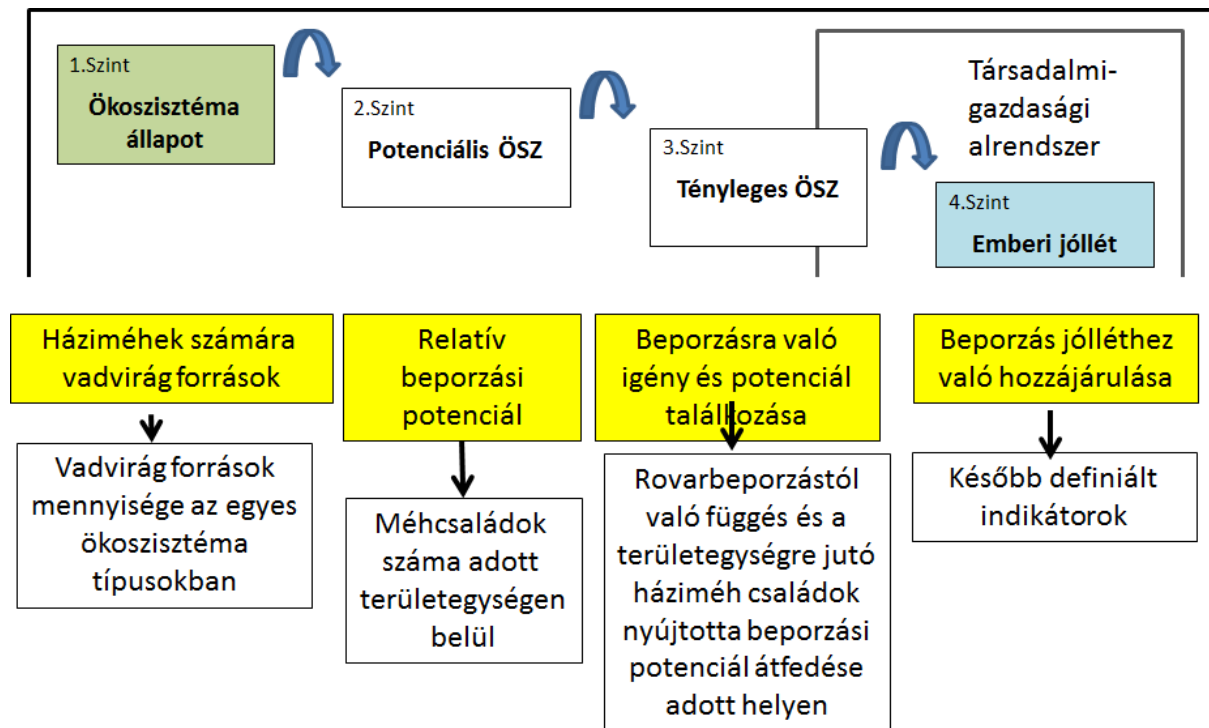
A 2. szinten az adott területegységen belüli méhcsaládok számát vehetjük alapul a 2015-ös évre vonatkozóan. Az alapmodell szerint ebből következtethetünk a mézelő méhek általi beporzási kapacitásra adott helyen, mégha ez alapvetően emberi tényező, és nem az ökoszisztémák állapota által befolyásolt tényező is. Azonban az ökoszisztémák nyújtotta virágforrás kapacitás mézelő méhek általi felhasználását, érvényesülését a 2. szinten figyelembe veendő méhcsalád adatok ismeretében értékelhetjük, azaz hogy mennyiben támaszkodnak az állóméhészek a természetes virágforrásokra. Emellett ezzel együtt lehetőség nyílna azon területek azonosítására, ahol bár sok méhcsalád fordul elő, de mégis kevés a vadvirágforrás. Itt fontos az állóméhészek és vándorméhészek kaptárainak elkülönítése, melyekhez az adatok elérhetőségét, térbeli felbontását és megbízhatóságát még az értékelés későbbi fázisában szükséges feltárni. Továbbá az 1. és 2. kaszkádszint közti direkt kapcsolatot jelenthet, ha a gazdagabb vadvirágforrások esetén a méhészetek jobb nektár és virágporellátását feltételezzük.

A 3. szinten a vadméhek általi beporzás értékeléséhez hasonló módon vehetjük figyelembe a vetett növénykultúrákat. Tekintettel a mézelő méhek nagy repülési távolságára, itt, ha a vadméhekhez hasonló pufferzónával való számolás elvét követjük, akkor a kaptártól több kilométerben megadva mérhetjük ezt a távolságot. Azonban a mézelő méhek repülési távolságát is nagyban meghatározza a táplálékforrások elhelyezkedése, mivel azok közeli megléte esetén nem repülnek kilométereket, hanem kihasználják a közeli forrást. A méhlegelő faji/növényi összetételétől függően is változhat a repülési távolság: repce esetében elrepülnek akár 1,7 km-re is élelemért (felhasználva a begyűjtött nektár nagy részét; Osborne *et al.* 2001), de ez csak a repcére jellemző, míg más méhlegelő esetében inkább a közelebbi méhlegelőket részesítik előnyben. Reálisan egy, maximum 2 km-rel lehet számolni (Osborne *et al.* 2001).

A 4. szinten a mézelő méhek jólléthez való hozzájárulása, illetve a jólléti dimenziók pontos meghatározása még további átgondolást, az ebben szakértő kollégákkal való közös munkát igényelne.

Az értékelés későbbi fázisában érdemes lehet áttekinteni a mézelő méhek és vadméhek közti esetleges virágforrásokért folytatott kompetíció problémakörét is. Ugyanis

egy adott kultúra esetében más és más lehet a jelenlevő sok mézelő méh megítélése. Lucerna vagy here (vagy egyéb, mézelő méh által nem, vagy rosszul porzott kultúra) esetén kifejezetten hátrányos, ha sok a közelben a mézelő méh, mert akkor a kompetíció miatt kevesebb lesz a poszméh, vagy egyéb, az adott kultúrát jól, vagy legalábbis jelentősen hatékonyabban porzó fajok denzitása. Továbbá, a vadméhek a vadvirág forrásokért való versengésben alul maradhatnak, így kiváltképp alacsony virágforrás ellátottság esetén a mézelő méhek nagyszámú jelenléte veszélyeztetheti fennmaradásukat. A kaszkádmódel szerint elkészülő térképek segíthetnek azon területek azonosításában, melyek ilyen szempontból kritikusak lehetnek.



4. ábra: A kaszkádmódel mentén alkalmazott indikátorok a mézelő méhek általi beporzás értékelésére

A mézelő méh családok elhelyezkedésére vonatkozó adatok elérhetőségének függvényében végezhetünk becslést a mézelő méhek biztosította relatív beporzási potenciálról és annak a beporzásra való igénnyel való átfedéséről a későbbiekben.

Az értékelés 2. szintjén szükséges, területegységre vonatkoztatott méhcsaládszám adatok elérhetőségéről 2018 őszén több egyeztetés is zajlott. Az Országos Magyar Méhészet Egyesület (OMME) sajnos nem rendelkezik ilyen jellegű részletes adatokkal, csupán megyei szinten összesített adataik vannak. A Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal (NÉBIH) munkatársait is megkereste az SZMCS-t képviselve Zajác Edit, és információink szerint a megyei illetékeseken keresztül talán lehet mód finomabb léptékű, lejelentett méhcsalád adatokhoz jutni az egyes települések esetében. Viszont úgy tűnik, hogy ha kaphatunk is település szintű adatot a méhészekről, az a méhészlakcímehez rendelt, és vándorméhészetek esetében ez a méhek év közbeni aktuális helyzetéről sajnos nem ad információt. Így a tényleges mézelő méh jelenlét sajnos ezen keresztül nem nyomon követhető.