



DEBRECENI EGYETEM

Mezőgazdasági, Élelmiszertudományi és Környezetgazdálkodási kar

Természetvédelmi, Állattani és Vadgazdálkodási Tanszék

Tanszékvezető: Dr. habil Juhász Lajos



Az eltérő élőhelyhasználat mintázata és lehetséges okai két együttesen előforduló sötétaljú hangyaboglárka (*Maculinea nausithous*) és vérfű hangyaboglárka (*Maculinea teleius*) populációban

Causes and patterns of different habitat use by sympatric populations of *Maculinea nausithous* and *Maculinea teleius*

Szerző:

Patalenszki Adrienn

természetvédelmi mérnök jelölt

Belső konzulens:

Dr. habil Juhász Lajos, egyetemi docens

Külső konzulensek:

Dr. Kőrösi Ádám, MTA–ELTE–MTM Ökológiai Kutatócsoport

Dr. Ambrus András, Fertő-Hanság Nemzeti Park Igazgatóság

Debrecen

2014

TARTALOMJEGYZÉK

1. BEVEZETÉS	3
2. TÉMAFELVETÉS	5
2.1. CÉLKITŰZÉSEK	6
3. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS	7
3.1. A HAZAI FAJOK JELLEMZÉSE	7
3.1.1. A SÖTÉTALJÚ HANGYABOGLÁRKA (<i>MACULINEA NAUSITHOUS</i>) [BERGSTRÄSSER, 1779] RÉSZLETES BEMUTATÁSA	7
3.1.2. A VÉR FŰ HANGYABOGLÁRKA (<i>MACULINEA TELEIUS</i>) [BERGSTRÄSSER, 1779] RÉSZLETES BEMUTATÁSA	10
3.2. A KÉT FAJ ÉLŐHELYHASZNÁLATA ÉS TÉRBELI ELOSZLÁSA	13
3.3. A LEPKÉK ÉS A HANGYÁK KAPCSOLATA	15
4. ANYAG ÉS MÓDSZER	17
4.1. MINTAVÉTELI TERÜLET	17
4.2. LEPKÉK MINTAVÉTELEZÉSE	19
4.3. ADATFELDOLGOZÁS	21
4.4. HANGYÁK VIZSGÁLATA	21
5. EREDMÉNYEK ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE	24
5.1. ALKALMAZOTT MODELLEK	24
5.2. POPULÁCIÓDINAMIKAI PARAMÉTEREK BECSLÉSE	24
5.2.1. A TÚLÉLÉSI RÁTA ÉS A VISSZAFOGÁSI VALÓSZÍNŰSÉG	24
5.2.2. EGYEDSZÁMBECSLÉS	27
5.3. HANGYAJAJOK MEGOSZLÁSA	29
5.3.1. A KASZÁLÁS HATÁSA	31
6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK	33
6.1. TERMÉSZETVÉDELMI KEZELÉS	33
ÖSSZEFOGLALÁS	35
KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS	37
SZAKIRODALMI JEGYZÉK	38
MELLÉKLETEK	43
NYILATKOZAT	46

1. BEVEZETÉS

A nappali lepkék esztétikai értékük, impozáns megjelenésük és könnyű megfigyelhetőségük miatt már évszázadok óta a természet szépsége iránt fogékony emberek érdeklődésének középpontjában állnak. Az utóbbi évtizedekben az egyre intenzívebben jelentkező antropogén hatások következtében természetes életterük beszűkülése, állományaik csökkenése- és fragmentációja figyelhető meg (PULLIN 1995; THOMAS et al. 2004; NILSSON et al. 2008; DOVER et al. 2011). Ezek a folyamatok nemcsak a lepkék, hanem számos növény- és állatfaj számának drasztikus csökkenését is eredményezhetik. Az élőlények fennmaradásának biztosításához elengedhetetlen élőhelyük tudatos védelme, a kedvezőtlen hatások csökkentése, s ezek kizárólag a fajok ökológiai igényeinek és az egyedek viselkedésének alapos megismerésével lehetségesek.

Az utóbbi évtizedek során a hangyaboglárka fajok (*Maculinea* spp.) a nappali lepkék egyik legintenzívebben kutatott csoportjává váltak, különleges életmódjuk, egyedülálló fejlődésmenetük, illetve a Nyugat-Európában (pl: Anglia, Hollandia) tapasztalt kipusztulásuk következtében.

Először a múlt század elején Nagy-Britanniában figyeltek fel a nagypettyes hangyaboglárka (*Maculinea arion*) számos élőhelyéről való eltűnésre (THOMAS, 1980; THOMAS et al., 2009). A kipusztulás okaira azonban az ökológiai kutatások már csak akkor világítottak rá, amikor az utolsó populáció is olyan kisméretűre zsugorodott, hogy elkerülhetetlenné vált a faj szigetországi kipusztulása (THOMAS, 1980). Az egyik legimpozánsabb boglárkafaj Nagy-Britanniából való eltűnése felhívta a figyelmet a veszélyeztetett lepkefajok kutatásának, illetve ökológiai igényeik megismerésének fontosságára.



1. ábra: A Nagy-Britanniából eltűnt nagypettyes hangyaboglárka (*Maculinea arion*)

Forrás: www.biolib.cz

Több biológiai tudományágban (konzervációbiológia, populációökológia, populációgenetika) is az érdeklődés középpontjába kerültek (SETTELE et al., 2005). Ez nagyrészt annak is köszönhető volt, hogy a kutatások rávilágítottak arra, hogy ezek a fajok rendkívül jó indikátorfajoknak tekinthetők, mivel speciális életmenetükből adódóan igen érzékenyen reagálnak az élőhelyüket érintő kedvezőtlen változásokra (SKÓRKA et al., 2007; SPITZER et al., 2009). Emellett arra is fény derült, hogy a hangyaboglárkák által benépesített élőhelyeken a biodiverzitás igen magas fokú, ennek következtében „ernyő-fajokként” is funkcionálnak, mivel élőhelyeik védelmével számos más élőlény számára biztosítható a fennmaradás (VAN SWAAY et al., 2012).

Mindezek miatt egyre nagyobb figyelmet érdemeltek ki a természetvédelemben is, így a legtöbb európai országban védetté váltak és a Magyarországon élő összes hangyaboglárka faj bekerült a Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszerbe. Ezen kívül a NATURA 2000 Élőhelyvédelmi Irányelv, illetve a Berni-egyezmény II. függelékének hatálya alá tartoznak. A természetvédelem számára „zászlóshajó” fajokká váltak, a Vörös Könyvbe pedig potenciálisan veszélyeztetett fajokként kerültek be (IUCN 1990; MUNGUIRA - MARTIN 1997; VAN SWAAY et al., 2010).

Manapság a *Maculinea* fajokat magába foglaló monofiletikus egység elnevezésére a *Phengaris* [DOHERTY, 1891] génusz név a helytálló. Ennek ellenére jelen munkámban a *Maculinea* [VAN EECKE, 1915] génusz nevet használom, mivel ez szélesebb körben elterjedt, illetve a nemzetközi ökológiai és evolúcióbiológiai irodalomban is a *Maculinea* nevet használják gyakrabban.

2. TÉMAFELVETÉS

Napjainkra az eredményes kutatásoknak köszönhetően nagy előrelépések történtek a hangyaboglárka lepkék és hangyagazdái közötti biológiai kölcsönhatások, valamint élőhelyhasználatuk közötti kapcsolat megértésében, de ennek ellenére még mindig számos érdekes téma maradt ezeknek a lepkefajoknak az ökológiájára és evolúciójára vonatkozóan. Például a génuszon belüli fajképződés ökológiai háttere különösen érdekes és feltáratlan.

A fajkeletkezésnek megkülönböztetjük egy olyan esetét, amelyeknek kezdeti szakaszában nem következik be a populációk földrajzi léptékű térbeli elkülönülése. Ezt szimpatrikus speciációnak nevezzük. Ebben az esetben az izoláció valamilyen más mechanizmus alapján (pl. élőhely, tápnövény, gazdaállat szerint) történik. Kezdetben egy véletlenszerűen párosodó egyedekből álló populáció egyedei közötti különbségek különböző habitatok és partnerek választására ösztönzik az egyes egyedeket, majd a habitat-specializáció és a nem-véletlenszerű párosodás következtében az egyedek genetikailag differenciálódnak. A folyamat eredményeképpen kialakult két, együttesen előforduló faj populációinak egyedei között reproduktív izoláció lép fel, amely a populációk között folyó géncsere akadályát jelenti (BERECZKI-VARGA, 2012).

A környezet bizonyos tényezői az idők folyamán kisebb-nagyobb változásokat idéztek elő, ami az élőlények alkalmazkodásával (fajok fejlődésével) járt, így napjainkra nagy változatosság alakult ki az élővilágban. Az eltérések megnyilvánulhatnak belső (élettani, genetikai) és külső (alak, mintázat, szín) tulajdonságokban egyaránt, és természetesen a környezetben betöltött szerepüket tekintve is. Minden egyes faj, alfaj, forma egyedülálló szerepet tölt be az ökoszisztémában, és rendelkezik olyan specifikus tulajdonságokkal, amik hozzásegítik a környezeti adottságok, források minél teljesebb körű kihasználásához.

Az általam vizsgált két hangyaboglárka faj esetében a szimpatrikus fajkeletkezés a mikrohabitat-specializáció, illetve a gazda hangyák szerinti elkülönülés alapján történhetett.

A sötétaljú- (*Maculinea nausithous*) és a vérfű hangyaboglárka (*Maculinea teleius*) morfológiailag és genetikailag is különböző, taxonómiaiilag világosan elkülöníthető fajok. Érdekes módon élőhelyigényük és tápnövényük nagyon hasonló, de nemrégiben BATÁRY et al. (2009) és KÖRÖSI et al. (2012) kimutatták, hogy az együttesen előforduló populációkban, a két faj mikrohabitat igényét tekintve is vannak különbségek. A *Maculinea nausithous* elsősorban az erdős szegélyeket részesíti előnyben, míg a *Maculinea teleius* főleg a rétek belső, kevésbé árnyékolt részeit preferálja, vagy nem mutat preferenciát egyik mikrohabitat felé sem.

Az eltérő élőhelyhasználattal kapcsolatos kutatásainkra vonatkozó feltételezések magyarázata abban rejlett, hogy a két faj legfontosabb forrása, a hangyagazda fajok térbeli előfordulása eltérő. A sötétaljú hangyaboglárka (*M. nausithous*) hangyagazdája, a *Myrmica rubra* a szakirodalom szerint jobban kedveli a nedvesebb és hűvösebb mikrohabitatokat, mint más *Myrmica* fajok, és gyakran alkot szuperkolóniákat a rétek szegélyeiben (CSŐSZ, 1999). Ezenfelül néhány nyugat-európai tanulmány kimutatta, hogy a *Myrmica rubra* nagyobb egyedszámban fordul elő a vegetációk szegélyében (DAUBER-WOLTERS, 2004; VAN LANGEVELDE-WYNHOFF, 2009; WYNHOFF et al., 2011).

Ezek alapján azt feltételeztük, hogy a sötétaljú hangyaboglárka (*Maculinea nausithous*) nőstények számára adaptív stratégia lehet az erdős szegélyek mentén keresni a tojásrakó helyeket, hiszen a tápnövény és a gazda hangya közötti átfedés mértéke valószínűleg itt a legmagasabb. Azonban annak a konkrét vizsgálatára, hogy a *Maculinea nausithous* és a *Myrmica rubra* térbeli eloszlása valóban egybeesik-e, még nem került sor (KÖRÖSI et al., 2012).

A vérfű-hangyaboglárka (*Maculinea teleius*) számára – mivel több *Myrmica* faj is szolgálhat gazdaként – a rétek belső részein a legnagyobb az esély arra, hogy a tápnövényt elhagyó hernyókat a megfelelő hangyagazdák adoptálják, mivel a *Myrmica* közösség fajszáma itt magasabb, mint a szegélyekben.

2.1. CÉLKITŰZÉSEK

Kutatásunk során először azt próbáltuk felderíteni, hogy a *Maculinea nausithous* hangyagazdája (*Myrmica rubra*) ténylegesen nagyobb egyedszámban és/vagy gyakorisággal fordul-e elő a *Maculinea nausithous* által preferált mikroélőhelyeken, mint azokon a részekén, ahol csupán a *Maculinea teleius* vagy egyik faj sem fordul elő.

Ezen kívül azt is vizsgáltuk, hogy a mintavételi területen végzett élőhelykezelési tevékenység milyen hatással van a lepkefajokra, illetve hangyagazdáikra.

Munkánk további célkitűzése az volt, hogy a többszörös jelölés-visszafogás módszer segítségével megbecsüljük a hidegségi *Maculinea* populációk demográfiáját leíró változókat: a látszólagos túlélési rátát az egyes mintavételi események között, a populációnagyságot, valamint információt szerezzünk a lepkeállomány térbeli eloszlásáról.

3. SZAKIRODALMI ÁTTEKINTÉS

3.1. A VIZSGÁLT FAJOK JELLEMZÉSE

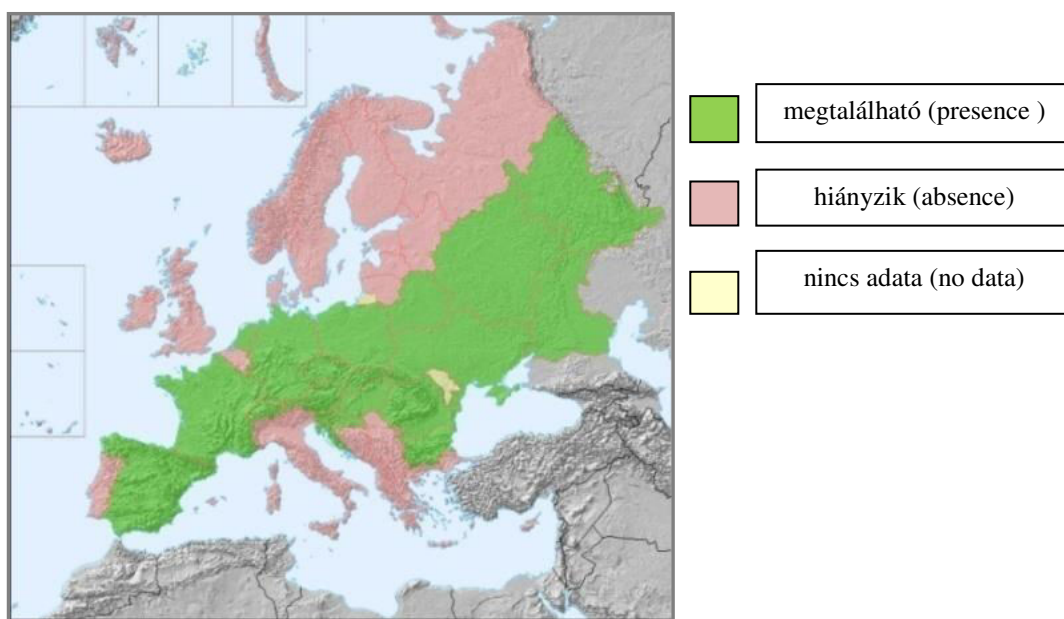
3.1.1. A SÖTÉTALJÚ HANGYABOGLÁRKA (*MACULINEA NAUSITHOUS*) [BERGSTRÄSSER, 1779] RÉSZLETES BEMUTATÁSA

Morfológia:

Az imágók mérete 28-33 mm. A szárny színezetében jól megfigyelhető ivari dimorfizmus van. Szárnyainak fonákja sötét csokoládébarna, szürke árnyalat nélkül, és csak a szemfoltosor díszíti, a szegélyfoltosor teljesen hiányzik. A hím szárnyainak felszíne kék, elülső szárnyáról a fekete foltosor hiányzik vagy alig látható, a fekete szegély mindkét szárnyon igen széles. A nőtény majdnem teljesen barnásfekete, csak a tőtéren van némi kék behintés, ennek mérete és intenzitása azonban változhat (GOZMÁNY, 1968).

Elterjedési terület:

Eurosibériai faj, a zonális erdőssztyepp nedves edafikus társulásaihoz kapcsolódóan Nyugat-Európától Nyugat-Szibériáig egy hosszabb sávban fordul elő. Franciaországtól az Urálig és a Kaukázusig, valamint Pomerániától Olaszországig terjedő faj. A hazai populációi megegyeznek a törzsalakkal. Európai élőhelyeinek többsége az utóbbi évtizedek alatt erősen összeszűkült vagy megszűnt (WYNHOFF, 1998).

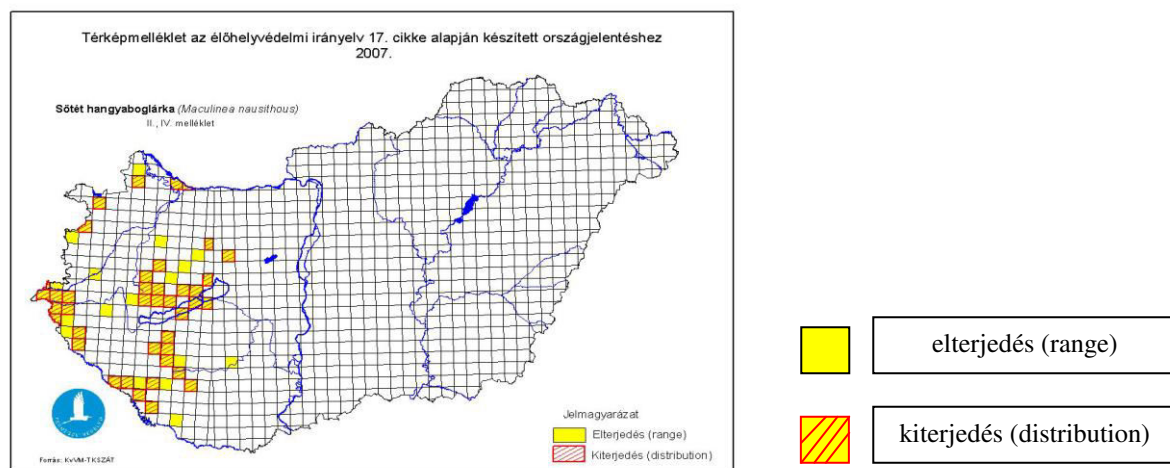


2. ábra: A sötét hangyaboglárka elterjedése Európában

Forrás: www.faunaeur.org

Élőhely:

Magyarországon populációi csak a dunántúli láp - és mocsárréteken (Fertő-térség, Őrség, Belső-Somogy) fordulnak elő, többnyire a következő fajjal együtt, de általában alacsonyabb egyedszámban.



3. ábra: A sötétaljú hangyaboglárka elterjedése Magyarországon

Forrás: www.termeszetvedelem.hu

Biológiája:

Az imágók július közepétől augusztus közepéig repülnek, rajzáscsúcsuk augusztus elejére esik. A lepkék nagyobb egyedszámú megjelenése zömében a vérfű hangyaboglárka (*M. teleius*) rajzásának kezdetéhez képest 1-2 héttel később várható. A sötétaljú hangyaboglárka (*M. nausithous*) kizárólagos hangyagazdája Magyarországon a *Myrmica rubra* (TARTALLY-VARGA, 2008). Hernyói monofágok, csak az őszi vérfű (*Sanguisorba officinalis*) magkezdeményeit fogyasztják (THOMAS, 1984). Az imágók is előszeretettel használják a vérfű már teljesen kinyílt, kiszínesedett virágait, melyen többnyire összecusokott szárnyakkal láthatjuk őket ücsörögni (AMBRUS, 2012).

Veszélyeztető tényezők:

Egyedszámának csökkenését okozhatja a menedékterületek fennhagyása nélküli kaszálás, cserjeirtás, szegélyterületek megnyitása, a kiszáradás és a nem megfelelő időpontban végzett kaszálás (AMBRUS, 2012).

Természetvédelmi helyzete:

Védett, egyedeinek pénzben kifejezett természetvédelmi értéke 50 000 Ft. NATURA 2000-es faj, az Élőhelyvédelmi irányelv II. és IV. függelékében található (közösségi jelentőségű állatfaj). A Berni-egyezmény II. függelékének hatálya alá tartozik. A Vörös Könyvben potenciálisan veszélyeztetett fajként szerepel. A Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer optimális programjába ajánlott.



4. ábra: sötétaljú hangyaboglárkák (*Maculinea nausithous*) a hidegségi lápréten

szárnyfelszín		szárnyfonák	tápnövény	élőhely
hím	nőstény			
				

5. ábra: A sötétaljú hangyaboglárka (*Maculinea nausithous*) összefoglaló táblázata

A képek forrása:

Dr. Ambrus András

saját archívum

www.macrolepidoptera.hu

www.naturephoto-walter.blogspot.hu

www.web-service.evastierparadies.de

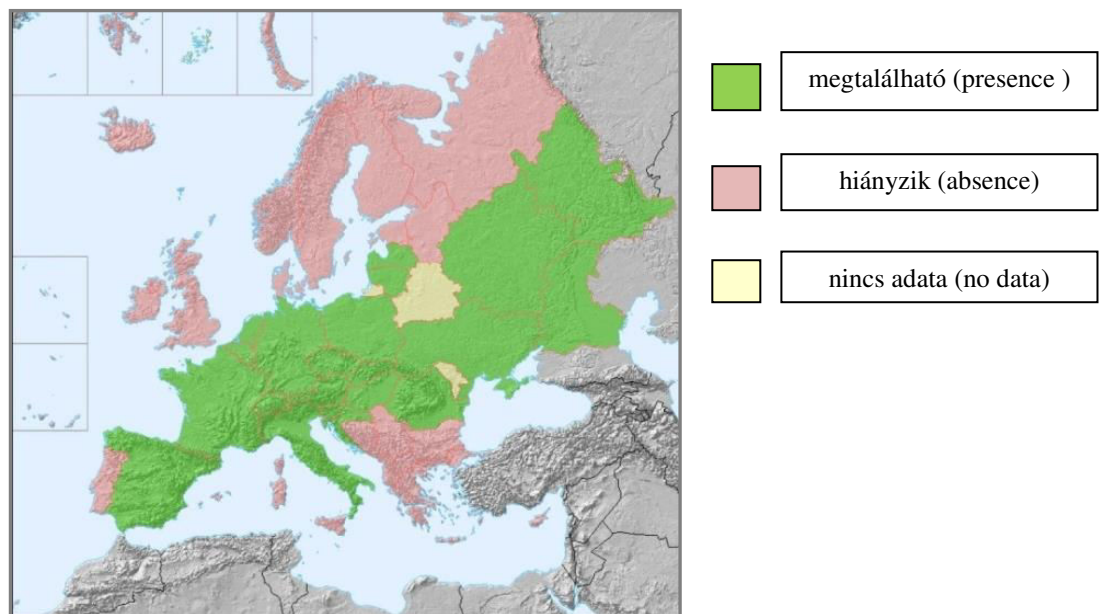
3.1.2. A VÉR FŰ HANGYABOGLÁRKA (*MACULINEA TELEIUS*) [BERGSTRÄSSER, 1779] RÉSZLETES BEMUTATÁSA

Morfológia:

Az imágók szárnyfesztségük 23-34 mm. Elülső szárnyának fonákján a szemfoltosor majdnem egyenes és meredek lefutású, illetve csak igen finoman ívelt. A hím szárnyának felszíne kék, a szegélyek fekete behintése széles, az erek is feketék, s még a középtér kék színébe is sok fekete pikkely elegyedik. A nőstény szárnya barnásfekete, kék behintése csupán a sejtben és a ráncban látható, ám gyakran teljesen hiányzik. A szemfoltosor fekete, élénk és határozott lefutású, a szegélyfoltosort főként a belső ívfoltok és a külső árnyékuk jelzi. A nőstény felszíni kék behintésének mérete és intenzitása, illetve a fonák színárnyalatai is változhatnak (GOZMÁNY, 1968).

Elterjedési terület:

Eurosibériai elterjedésű faj, areája a *Maculinea nausithous*-hoz hasonló. Európában az utóbbi évtizedekben igen erősen megritkult, korábbi élőhelyeinek sokasága megszűnt, megmaradt populációinak többsége is erősen veszélyeztetett (WYNHOFF, 1998).

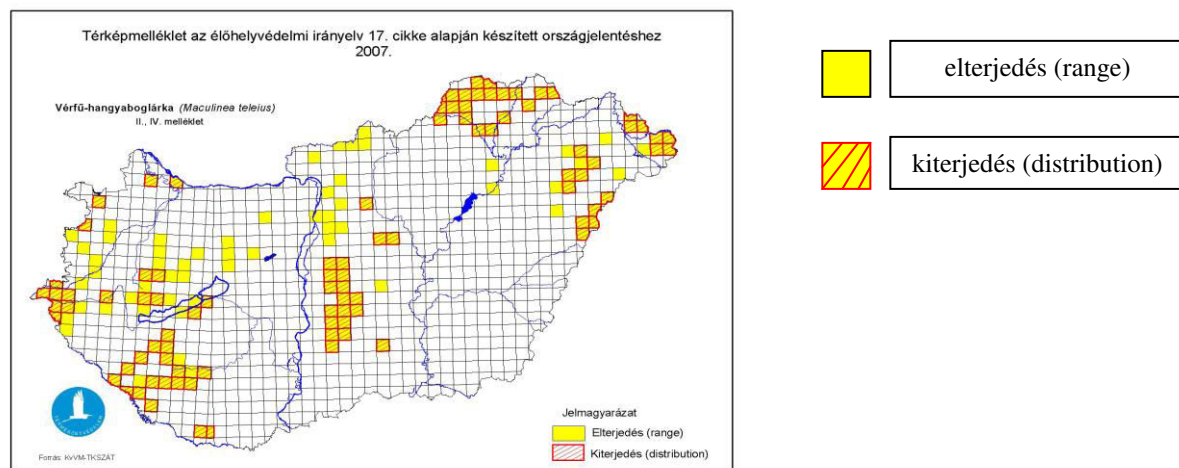


6. ábra: A vér fű hangyaboglárka elterjedése Európában

Forrás: www.faunaeur.org

Élőhely:

Vérfüves láp-és turjánréteken, sík-és dombvidéken, hegyi patak völgyekben egyaránt megtalálható. Magyarországon még szórványosan elterjedt, de nagy egyedszámú populációi már csak helyenként fordulnak elő (pl. Őrség).



7. ábra: A vérfü hangyaboglárka elterjedése Magyarországon

Forrás: www.termeszetvedelem.hu

Veszélyeztető tényezők:

A későn végzett kaszálás (június 10. után) vagy a túl korán (szeptember vége előtt) végzett tisztító kaszálás a vérfü virágfejeket éppen abban a periódusban érinti, amikor a *Maculinea* hernyók bennük fejlődnek, így hatalmas pusztulást idézhet elő. A nedves talajon nehéz gépekkel történő mozgás talajtömörödést, taposási károkat és a hangyafészkek sérülését okozhatja. Komoly veszélyt jelenthet a meliorációs árkok létesítése és fenntartása a kiszáradás és az elgyomosodás miatt. Emellett a becserjésedés és az elnádásodás is élőhelyük beszűküléséhez vezethet (AMBRUS, 2012).

Biológiája:

Az imágók megjelenése július elejére tehető, de a rajzás elhúzódik és folyamatosan tapasztalható friss kelés még augusztus végén is. A nőstények számára a fiatal, még friss, ki nem nyílt vérfüvirágzatok alkalmasak a peterakásra. Kizárólagos tápnövénye az őszi vérfü (*Sanguisorba officinalis*). Hangyagazdáját tekintve, nem annyira gazdaspecifikus, mint az előző faj. Hernyói legtöbbször a *Myrmica scabrinodis* fészkeiben fejlődnek, de számos más *Myrmica* faj is szolgálhat gazdaként (*M. gallienii*, *M. rubra*, *M. salina*, *M. speciosoides*) (TARTALLY – VARGA, 2008).

Természetvédelmi helyzete: Szintén védett faj, egyedeinek pénzben kifejezett természetvédelmi értéke 50 000 Ft. Az Élőhelyvédelmi irányelv II., IV. és a Berni-egyezmény II. függelékének hatálya alá tartozik. A Vörös Könyvben potenciálisan veszélyeztetett fajként szerepel. NATURA 2000-es faj, a Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó Rendszer optimális programjába ajánlott.



8. ábra: vérfű hangyaboglárkák (*Maculinea teleius*) a hidegségi lápréten

szárnyfelszín		szárnyfonák	tápnövény	élőhely
hím	nőstény			
				

9. ábra: A vérfű hangyaboglárka (*Maculinea teleius*) összefoglaló táblázata

A képek forrása:

saját archívum

www.macrolepidoptera.hu

www.forum.index.hu

www.carpathianbasinspecies.eu

www.flora.dempstercountry.org

3.2. A KÉT FAJ ÉLŐHELYHASZNÁLATA ÉS TÉRBELI ELOSZLÁSA

A hangyaboglárka-habitatokat érintő kedvezőtlen hatások élőhely-fragmentumok kialakulását eredményezik. Az élőhelyek feldarabolódásának egyik következménye lehet a szegély-élőhelyek arányának növekedése. A szegélyekben a populációk megváltozott biotikus és környezeti hatásoknak vannak kitéve, melyeket részben a szomszédos élőhelyek, illetve társulások idéznek elő (TSCHARNTKE et al., 2002). Ez a szegélyhatásnak nevezett jelenség különböző szinteken (egyedi, populációs, közösségi) befolyásolhatja az állatokat (SAUNDERS et al., 1991).



10-11. ábra: Egy rosszul időzített kaszálás következtében kialakuló szegély- élőhely Csörögön és Sződön

BATÁRY et al. (2009) kutatásaikban kimutatták, hogy a szegély típusának ellentétes hatása volt a *Maculina nausithous* és a *M. teleius* eloszlására nézve. A szegélyhatás csak a *M. nausithous* esetében volt szignifikáns, ugyanis ez a faj a szegély transzekteken belül jóval gyakoribb volt, mint a belső transzekteken. A *Maculinea teleius* denzitása pedig az út melletti transzekteken volt magasabb, ellenben az erdős szegélyekkel.

A metapopulációs modellekben az egyik alapfeltevés szerint a fragmentált élőhelyeken előforduló fajoknál, az élőhelyfoltokon belül a mozgásmintázat véletlenszerű (random), ugyanakkor erre napjainkig kevés a bizonyíték. Bizonyos vizsgálatok azt sugallják, hogy a véletlenszerűtől eltérő mozgásmintázatok is előfordulhatnak, s ezek kialakulása szoros összefüggésben van a lepkék egyes viselkedésformáival (KÖRÖSI et al.; KÖRÖSI et al., 2008). Ez a kérdés azért is kulcsfontosságú, mert a hasonló ökológiai igényvel rendelkező *Maculinea* fajok esetében több faj populációja él együtt, így a rendelkezésre álló forrásokon osztozniuk kell. Ennek következtében pedig niche-szegregáció jöhet létre.

KÖRÖSI et al. (2012) azt vizsgálták, hogy a *Maculinea teleius* és *Maculinea nausithous* niche-elkülönülése felfedezhető-e a helyi populációk szintjén. Ezért egy adott élőhely-fragmentumon belül megfigyelték az imágók élőhelyhasználatát és mozgásmintázatát. A lepkék eloszlása és a különböző környezeti változók közti kapcsolatok elemzésével sikerült fajspecifikus térbeli mintázatot leírniuk. A *Maculinea nausithous* elsősorban az erdős szegélyeket részesítette előnyben, míg a *Maculinea teleius* nem mutatott ilyen preferenciát, az élőhelyfolton belül nagyjából egyenletes volt az eloszlása. Továbbá, arra is rámutattak, hogy az erdős szegélyek magas aránya akadályozta a *Maculinea teleius* mozgását, míg a *M. nausithous* mozgására nem volt kimutatható hatással, ami kiemelte az erdős szegélyek szerepét a két faj térbeli elkülönülésében.

12. ábra: *Maculinea nausithous* által preferált élőhelyek
Ebergőcön



14. ábra: *Maculinea teleius* által preferált élőhelyek
Ebergőcön



13. ábra: *Maculinea nausithous* által preferált élőhelyek
Himódon



15. ábra: *Maculinea teleius* által preferált élőhelyek
Gyórón



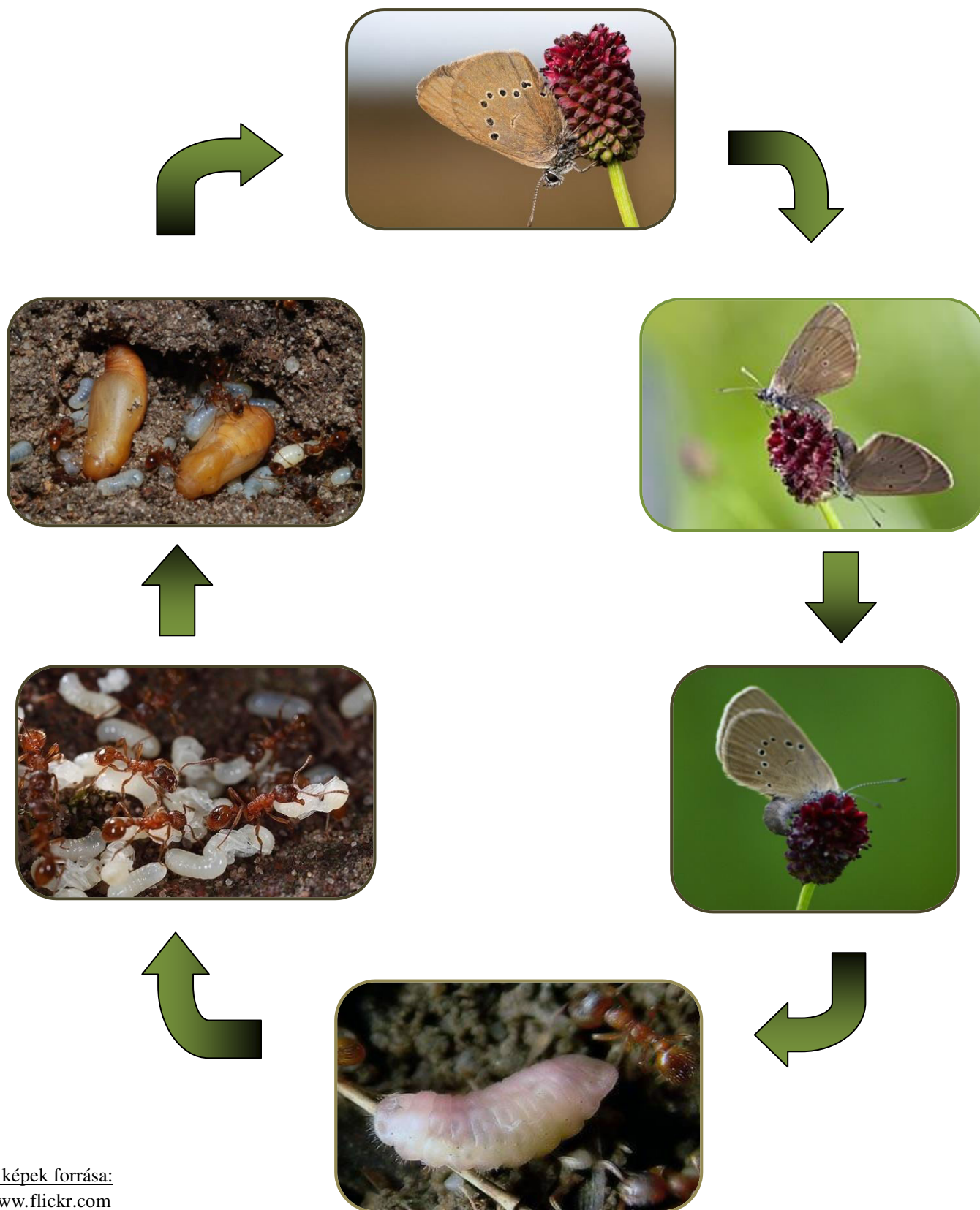
3.3. A LEPKÉK ÉS A HANGYÁK KAPCSOLATA

A hangyaboglárka fajok (*Maculinea* spp.) hernyói nem a szokványosnak nevezhető növényi eredetű táplálékot fogyasztják, hanem életük egy szakaszában ettől jelentősen eltérő táplálkozást folytatnak. Úgynevezett obligát szociális parazitái bizonyos hangyafajoknak, ami azt jelenti, hogy ezek fészekparazitáiként különleges „étrendre” térnek át: vagy a hangya lárvákat fogyasztják (ragadozó életmód: *Maculinea arion*, *M. teleius* és *M. nausithous*) vagy pedig a dolgozók etetik őket ('kakukk' életmód: *Maculinea alcon*). A kapcsolat a lepke részéről azért obligát jellegű, mert a megfelelő *Myrmica* hangyafajok jelenléte nélkül a hernyók nem tudnak kifejlődni.

Az első három lárvastádium során alig néhány mm-re nőnek a hernyók, hiszen ilyenkor még a tápnövény virágzatában vagy magtokjában vannak, majd a negyedik stádium elérésekor a földre ereszkednek, hogy ott a potenciális hangyagazdák dolgozói megtalálják és adoptálják őket. Az adoptáció során a dolgozók a fészekbe cipelik a hernyókat. A hernyók a hangyalárvákra jellemző feromonok, illetve ultrahang kibocsátásával utánozzák a gazdafaj lárváit, így a hangyák saját ivadékaiknak tekintik őket (AKINO et al., 1999). Az adoptációt követően a hernyók kb. 10 hónapig a hangyafészekben fejlődnek, itt érik el testtömeg gyarapodásuk 99%-át, itt telelnek, itt történik a bábozódás a következő évben és innen kelnek ki az imágók (THOMAS et al., 1989, 1998; WARDLAW et al., 2000). Egyes fajoknál a növekedési rátában polimorfizmus tapasztalható, vagyis a hernyók egy része egy, más részük viszont két évig fejlődik (SCHÖNROGGE et al., 2000). A kikelő imágók a fészkeket elhagyva felpumpálják szárnyuk erezetét és megkezdik átlagosan 4-5 napig tartó életüket.

A lepkeállomány népessége és a populáció dinamikája jórészt az adott év időjárási feltételeitől és a *Myrmica* hangyakolóniák kondíciójától függ. Megfigyelhető, hogy egymást követő években más és más élőhelyfoltokban lehet tapasztalni az erősebb lepkeállomány-kikelést, a túlságosan igénybevett területek a következő évre/évekre kimerülnek és kevesebb lepkét képesek kinevelni. Így a hangyakolóniák és fészekparazitáik közt egyfajta dinamikus egyensúlyi állapot alakul ki, melyben az erősebb és gyengébb lepkénépességű foltok időszakonként váltják egymást, míg az össznépesség többé-kevésbé állandó szinten mozog (AMBRUS, 2012).

16. ábra: A sötétaljú hangyaboglárka (*Maculinea nausithous*) fejlődésmenete



A képek forrása:

www.flickr.com

www.academic.reed.edu

www.flickrhivemind.net

www.antyscience.wordpress.com

www.lepidoptera.eu

4. ANYAG ÉS MÓDSZER

4.1. MINTAVÉTELI TERÜLET

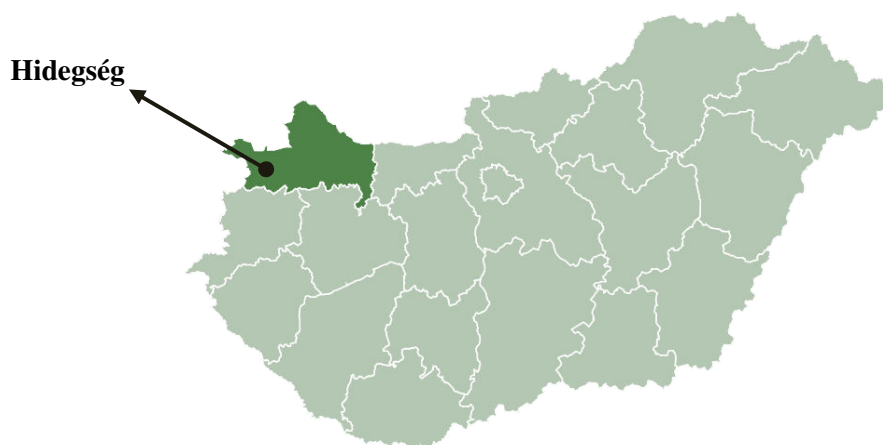
A két vizsgált faj Nyugat-Magyarország legtöbb helyén együtt fordul elő. Mintavételezéseinket a Nyugat-Dunántúli régióban, Győr-Moson-Sopron megye nyugati részén elhelyezkedő Hidegség község határánál lévő lápréten ($47^{\circ} 37.472'$, $16^{\circ} 44.877'$) végeztük.

A Fertő-Hanság Nemzeti Park Igazgatóság fennhatósága alatt álló terület természetföldrajzi szempontból a nyugat-magyarországi peremvidék részeként nyilvántartott Ikva-medencéhez tartozik. A medencének topográfiai tagolódását, a Fertő és a Hanság földtörténeti elkülönülését, illetve a völgyek kialakulását a felső pleisztocénból lehet kimutatni. Itt a negyedkorban a Pannóniai - beltő végső maradványaként igen kiterjedt, lefolyástalan területek alakultak ki.

Az Ikva-sík a Vas–Soproni-síkság egyik kistája, nyugatról a Soproni-hegység, északról a Kisalföldhöz tartozó Fertő-medence határolja, északkeleten röviden érintkezik a Hansággal és a Kapuvári-síkkal, délről pedig a Répce-sík vidéke övezi.

A táj legnagyobb része kavicstakarós hordalékkúp-síkság, amely kelet felé fokozatosan lealacsonyodik. Változatos talajtakaróját a Soproni-hegyvidék lábainál és a Fertő-melléki dombsoron lerakódott löszön agyagbemosódásos barna erdőtalajok, míg a többletvízhatás alatt álló ártereken réti - és öntéstalajok, a völgyaljakon pedig lejtőhordalék talajok alkotják (DÖVÉNYI, 2010).

Vízrajzi szempontból a legjelentősebb vízfolyás az Ikva-patak. A terület vízutánpótlását a dombról lefolyó felszíni vizek, valamint a beszivárgott és a felszínre bukkanó vizek biztosítják.



17. ábra: Hidegség elhelyezkedése Magyarországon
Forrás: www.wikipedia.org

A kistáj potenciális vegetációjában cseres-kocsánytalan tölgyesek dominálnak, nyugati részén gyertyános-kocsánytalan tölgyesek, Fertődnél pedig gyertyános-kocsányos-tölgyesek is előfordulnak. A Fertőre néző dombokon régen mészkedvelő erdők vagy lösztölgyesek, az Ikva völgyében pedig ligeterdők is lehettek, de ezek napjainkra gyakorlatilag teljesen eltűntek. Déli részén Ebergőc mellett egy lápteknő, Muzsajnál kötött talajú cseres-kocsányos tölgyesek színesítik a képet.

Az Ikva-sík nagy részét ma szántók foglalják el, Balf körül jelentős a szőlőművelés. Természetszerű gyep a tájban alig van, a jelentősebbnek mondható Fertőboz feletti letörések gyepjeit az akác térhódítása fenyegeti (CSAPODY, 1975).



18. ábra: A mintavételi terület légifelvételen
Forrás: FHNPI

4.2. LEPKÉK MINTAVÉTELEZÉSE

Munkánk során a területen egy részletes jelölés-visszafogásos vizsgálatot (angolul Mark-Release-Recapture: **MRR** vagy Capture-Recapture: **CRC**) végeztünk a lepkéken. Ennek során a mintavételi területet körbejárva igyekeztünk minden egyedet lepkeshálóval megfogni. A lepkéket vékonyhegyű alkoholos filctoll használatával egyedi azonosítóval láttuk el a hátsó szárnyak fonákán, majd elengedtük őket.

A jelöléssel szemben van néhány igen fontos követelmény, amelyek teljesülése nélkül semmiféle jelölés-visszafogás adatsor nem elemezhető. Az egyik ilyen alapkövetelmény, hogy a jelölésnek nem szabad elvesznie, a megjelölt állatoknak tökéletesen el kell keveredniük a populáció többi tagjával, valamint túlélésük és visszafogási valószínűségük sem különbözhet a jelöletlen egyedekétől. Ezen kívül fontos szempont még, hogy a jelölés nem akadályozhatja az állat mozgását, nem növelheti a predációs valószínűséget és nem tartalmazhat mérgező vegyületeket sem (KÖRÖSI, 2006).

A mintavételi időszak alatt (3 év) 2012-ben 8 napon (2012. július 22-től augusztus 1-ig), 2013-ban 30 napon (2013. július 22-től augusztus 31-ig), 2014-ben pedig 15 napon (2014. július 17-től augusztus 18-ig) végeztünk mintavételezést. A lepkéket hálóval fogtuk meg, az adatokat jegyzőkönyvben rögzítettük, amibe minden egyes fogásnál feljegyeztük a dátumot, az időpontot, a példányok ivarát és becsült életkorát, továbbá GPS készülék segítségével meghatároztuk a befogások pontos pozícióját (3. melléklet).



Fotó: Dr. Ambrus András

19-20. ábra: A jelölés folyamata

A jelöléshez illetve a visszafogáshoz leggyakrabban szükség van az állatok elfogására, de voltak olyan esetek, amikor bizonyos pozícióban az egyedek újbóli megfogása nélkül is le tudtuk olvasni a lepkék egyedi azonosítóját.



21. ábra: 496-os számú egyed

A jelölés-visszafogást eredetileg populációk egyedszámának a becslésére találták ki és már évszázadokkal ezelőtt alkalmazták (P. Laplace, J. Graunt), de napjainkra széles körben elterjedt módszerré vált a terepi ökológiai kutatásokban. Ennek oka, hogy segítségével olyan adatok gyűjthetők az állatpopulációkról, melyekből a populáció legkülönbébb tulajdonságaira tudunk következtetni. Ezek a következtetések mindig valamilyen populáció-dinamikai vagy populáció-szerkezeti paraméter becslését jelentik. A módszer lényege az, hogy a populációból véletlenszerűen választottunk ki egyedeket, ezeket megjelöltük, majd visszaengedtük a populációba. Ezt követően a vizsgálat folyamán további véletlenszerű mintákat vettünk a populációból és a mintában a jelölt egyedek arányából megbecsültük az egyedszámot, illetve nyomon követtük a jelölt egyedek eloszlását (KÖRÖSI, 2006).

A vizsgálatok révén kapott információk elengedhetetlenek a fajok aktív védelméhez, felhasználásuk a fajmegőrzési programok kidolgozása során döntő jelentőségű, ugyanakkor jó kiindulópontja egy hosszú távú monitoring vizsgálatnak is (THOMAS, 1995; SETTELE et al., 1996; MAES et al., 2004; NOWICKI et al., 2005).

4.3. ADATFELDOLGOZÁS

Az adatsorokat a terepi jegyzőkönyvből átmásolva egy Excel-táblázatban összesítettem, ahol minden egyes fogási-visszafogási eseményt külön sorban tüntettem el. Az adattáblában rögzítettem az egyedek azonosítóját, a dátumot, a fajnév első kezdőbetűjét (N vagy T), az ivart (H vagy N), a becsült életkort (0-3) és az esetleges megjegyzéseket. Ezekből az adatsorokból input fájlok készültek a MARK 7.1. program számára.

Az adatfeldolgozás során alkalmazott statisztikai módszereket annak megfelelően választottuk ki, hogy milyen paraméterekre voltunk kíváncsiak (KÖRÖSI, 2006).

4.4. HANGYÁK VIZSGÁLATA

A hangyák mintavételezését 6 napon keresztül végeztük, júliusban és augusztusban 3-3 napos megosztásban. A csalizás idején - mivel nagyon meleg volt - igyekeztünk a *Myrmica* fajok aktivitásának csúcsán, a kora reggeli és kora délelőtti órákban kihelyezni a csalikat.

Összesen 24 kvadrátot jelöltünk ki úgy, hogy a lepkék 2002-2009. évi térbeli eloszlását ábrázoló térképek alapján, megközelítőleg fele-fele arányban helyezkedjenek el a *Maculinea nausithous* által preferált és kevésbé kedvelt részeken (2. sz. melléklet). Emellett még a szegélyektől való távolságot is megpróbáltuk figyelembe venni, ezt minden alkalommal lemértük és a jegyzőkönyben rögzítettük. A 6×6 méteres hangyaplotok határainak megjelölésére számokkal ellátott fémpálcákat használtunk.

Kvadrátonként kilenc darab 8 cm átmérőjű, csalival ellátott műanyag lapot helyeztünk a talajra 3x3-as elrendezésben. Csalianyagának méz és apróra tört olajos hal keverékét használtuk, és minden plotban egymástól 3 m távolságra helyeztük el őket.

Ezt követően 20–30 percen át figyeltük az ott megjelenő hangyákat, majd a későbbi, laboratóriumban történő meghatározás céljából néhány példányt begyűjtöttünk, és alkoholban eltároltunk. A csalin megjelenő hangyafajok elkülönítésére két csoportot hoztunk létre *Myrmica* és *Egyéb* elnevezéssel.

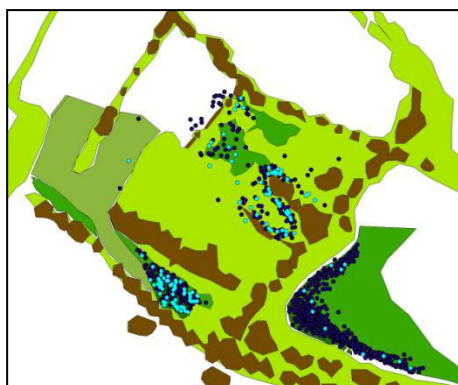
A hangyakolóniákat alkotó fajok kvantitatív becslésére egy 1 és 20 közötti értékeken alapuló rendszert dolgoztunk ki. Az egyedszámok jellemzésére 1-5, 5-10, 10-20 és 20< csoportosítást alkalmaztunk.

A hangyák mintavételezését követően minden alkalommal elvégeztük a plotok területén lévő vérfű virágfejek számlálását, illetve GPS készülék segítségével meghatároztuk a kvadrátok pontos koordinátáit is (38. ábra).

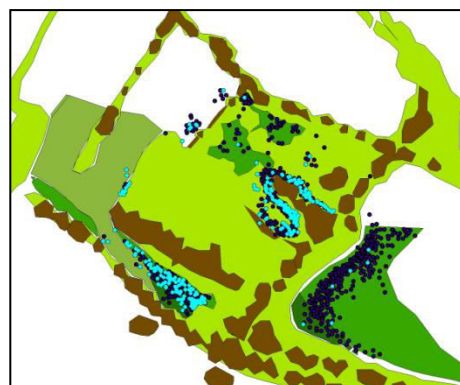
2002



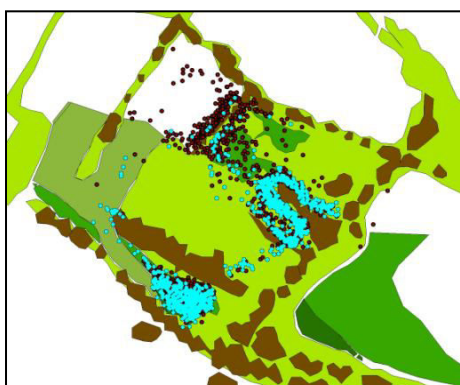
2003



2004



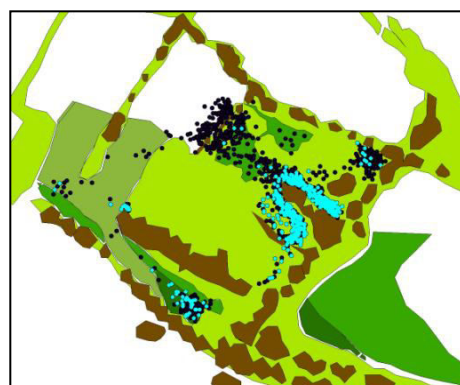
2005



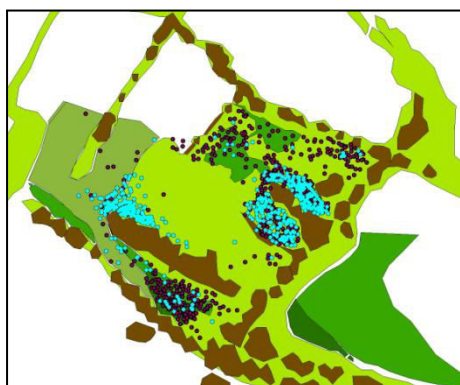
2006



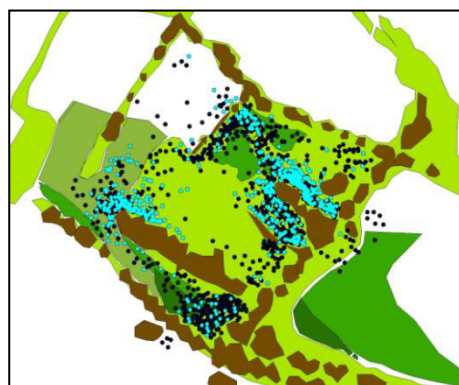
2007



2008



2009

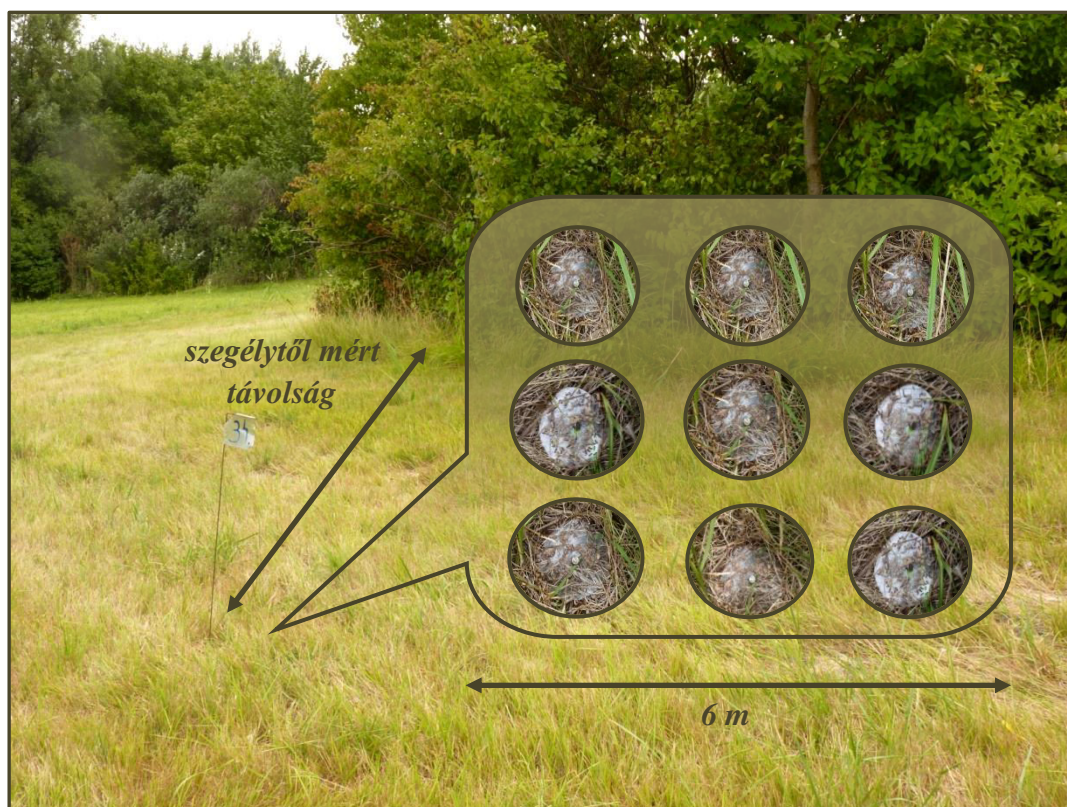


A lepék 2002-2009. évi térbeli eloszlását ábrázoló térképek

Forrás: FHNPI

- **Maculinea teleius**
- **Maculinea nausithous**

22. ábra: A hangyaplotok 3x3-as elrendezése



23-24. ábra: *Maculinea nausithous* által nem preferált részen elhelyezett kvadrát



23. ábra

25-26. ábra: *Maculinea nausithous* által preferált részen elhelyezett kvadrát



25. ábra



24. ábra



26. ábra

5. EREDMÉNYEK ÉS AZOK ÉRTÉKELÉSE

5.1. ALKALMAZOTT MODELLEK

A jelölés-visszafogásos vizsgálatok során alkalmazott adatelemzési módszereknek két fő csoportját különböztetjük meg. A zárt modelleket olyan esetekben alkalmazhatjuk, amikor a vizsgálati periódus az állatpopulációban zajló demográfiai és mozgási folyamatokhoz képest igen rövid, és a vizsgálat alatt a populáció mérete nem változik.

Jelen munkámban - mivel a mintavételi alkalmak között változott a populáció egyedszáma- az adatelemzés során nyílt modelleket alkalmaztunk. Ezek a modellek megkövetelik, hogy a visszafogás-történeteket minden egyedre nyilvántartsuk. A legismertebb ilyen modell a Jolly–Seber modell (JS), valamint ennek egy változata, a Cormack–Jolly–Seber modell (CJS). Segítségükkel becsülhető a túlélési ráta, a visszafogási valószínűség, az egyedszám és a populációba bekerülő egyedek száma.

A Jolly–Seber modell alkalmazhatóságához számos feltételnek kell teljesülni: egyrészt minden egyed megfogási-, és túlélési valószínűségének azonosnak kell lennie, másrészt fontos, hogy a populációból történő elvándorlás folyamatos és egyenletes legyen, a jelölések nem veszhetnek el, a mintavétel pedig viszonylag rövid ideig tartson (KÖRÖSI, 2006).

5.2. POPULÁCIÓDINAMIKAI PARAMÉTEREK BECSLÉSE

5.2.1. A TÚLÉLÉSI RÁTA ÉS A VISSZAFOGÁSI VALÓSZÍNŰSÉG

A látszólagos túlélési ráta (ϕ) megmutatja, hogy adott mintavételi alkalomkor a populációban tartózkodó egyed mekkora valószínűséggel lesz a következő mintavételkor is a populációban. A p értéke azt adja meg, hogy adott mintavételi alkalomkor a populációban lévő jelölt egyed mekkora valószínűséggel kerül bele a mintába (KÖRÖSI et al., 2004).

A látszólagos túlélési rátát (ϕ) CJS modellel becsültük. A MARK programban alapmodellként a $\Phi(g \cdot t)p(g \cdot t)$ modellt használtuk, ebben az esetben a túlélési ráta és a visszafogási valószínűség is időfüggő (t), és ivarokra nézve eltérő (g). Az alapmodell illeszkedését az adatokhoz a GOF („goodness of fit”) tesztekkel vizsgáltuk, amelynek eredményei alapján jelenthettük ki, hogy az alapmodellek megfelelően illeszkedtek az adatokhoz.

A paraméterek időtől és ivartól való függésének kombinálásával különböző modelleket alkottunk, s ezek között AIC értéken alapuló modell-szelekciót hajtottunk végre. Ezek alapján a 2012-es *M. nausithous* adatsornál a $\Phi(.)p(.)$ modell lett a legátogatottabb, vagyis a túlélési ráta és a visszafogási valószínűség időben állandó, és a két ivarra nézve azonos értékű volt.

A 2012-ben jelölt *M. teleiusok* esetében a $\Phi(t)p(.)$ modell értékeit fogadtuk el, tehát a túlélési ráta megegyező a hímek és a nőstények esetében, viszont időben változó, vagyis más-más értéket vesz fel az egyes mintavételi alkalmak között (27. ábra). A visszafogási valószínűség értéke megegyezik a két nemnél és időben állandó.

A 2013-as *M. nausithous* adatsoron végzett modellszelekció alapján a $\Phi(g)p(g)$ modell bizonyult a legjobbnak, melyben a túlélési ráta és a visszafogási valószínűség is időben konstans, de különböző a két ivarnál. A nőstények túlélése magasabb volt, mint a hímeké, a visszafogási valószínűség viszont a hímeknél volt magasabb.

2013-ban a *M. teleius* egyedeknél a $\Phi(g)p(t)$ modell lett a legjobb, ami azt jelenti, hogy a túlélési ráta a vizsgált időszak alatt időben állandó volt, de a két ivar esetében különböző. A visszafogási valószínűség pedig időben volt változó, de a hímek és nőstények esetében megegyezett.

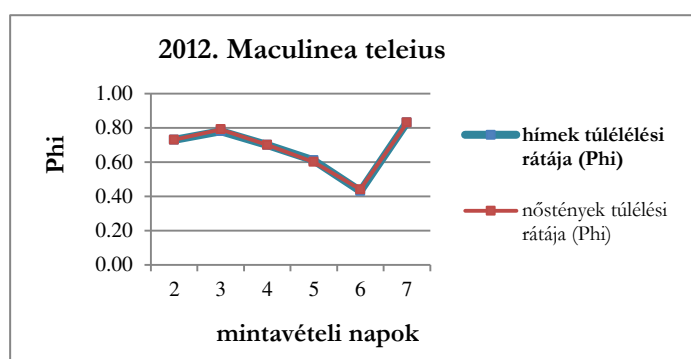
A 2014-es *M. nausithous* adatsoron végzett modellszelekció alapján a $\Phi(.)p(.)$ modell becsléseit fogadtuk el. Bár az AIC érték alapján nem ez volt a legjobb, hanem a $\Phi(g)p(g)$ modell, ám ez utóbbi nem tudta megbecsülni a hímek visszafogási valószínűségét. Továbbá a Likelihood-ratio teszt eredménye a két modell között nem volt szignifikáns, tehát az ivarfüggés elhagyása nem rontotta a modell illeszkedését.

A *M. teleius* esetében 2014-ben a $\Phi(g)p(.)$ modell becsléseit vettük alapul, vagyis a *M. teleius* példányok túlélési rátája és visszafogási valószínűsége konstans volt, de a túlélési ráta - a visszafogási valószínűséggel ellentétben - különbözött a két nemnél.

Azoknál az adatsoroknál, ahol a túlélési ráta különbözött a nemek között, mindig a nőstények túlélése volt magasabb. Kiemelendő azonban, hogy ez csak ún. *látszólagos túlélési ráta*, hiszen a halálozás és a kivándorlás nem választható el egymástól, vagyis ha egy egyed nincs a populációban, akkor nem eldönthető, hogy elpusztult-e vagy elvándorolt.

A *M. nausithous* esetében a három év eredményét összevetve nem látható túl nagy eltérés a túlélési rátában. A *M. teleius* esetében 2014-ben valamivel nagyobb volt a különbség a két nem között, mint 2013-ban.

A 2012-es adatsor alapján a két ivar túlélése megegyezett, ám itt időbeli mintázatot találtunk a túlélésben: a nyolc mintavételi alkalomra értelemszerűen hét értéket becsült a modell túlélési rátára. Ezek közül az első érték becslése nem sikerült, az ötödik és a hatodik érték viszont jóval alacsonyabb volt a többinél (27. ábra). Ennek pontos oka nem ismert, de valószínűleg valamilyen kedvezőtlen időjárási esemény (pl. vihar, esőzés) állhat a háttérben.



*₁ 27. ábra: A túlélési ráta becsült értékei 2012-ben a *M. teleius* esetében

Év	Faj	Modell	Becsült (ϕ)		95% CI* alsó és felső határa		Becsült (p)		95% CI alsó és felső határa		N gross *		95% CI alsó és felső határa	
			hím	nőstény	hím	nőstény	hím	nőstény	hím	nőstény	hím	nőstény	hím	nőstény
2012	<i>Maculinea nausithous</i>	Phi(.)p(.)	0.53		0.32-0.72		0.45	0.58	0.16-0.79	0.21-0.88	147	82	57-238	41-122
	<i>Maculinea teleius</i>	Phi(t)p(.)	* ₁				0.35		0.28-0.43		514	276	399-629	192-360
2013	<i>Maculinea nausithous</i>	Phi(g)p(g)	0.50	0.62	0.38-0.61	0.50-0.73	0.44	0.28	0.26-0.64	0.17-0.43	270	221	210-331	161-281
	<i>Maculinea teleius</i>	Phi(g)p(t)	0.64	0.70	0.58-0.68	0.63-0.77	* ₂				1160	1023	1016-1303	887-1158
2014	<i>Maculinea nausithous</i>	Phi(.)p(.)	0.59		0.35-0.79		0.28		0.06-0.72		56	128	37-86	47-347
	<i>Maculinea teleius</i>	Phi(g)p(.)	0.62	0.74	0.52-0.71	0.67-0.80	0.29		0.21-0.38		364	409	255-472	310-508

28. ábra: A 2012-2014. évi modell-szelekció során legjobbnak talált Cormack-Jolly-Seber modellek és becsléseik

*CI= Konfidencia Intervallum

*N gross= bruttó populációméret (a populációban tartózkodó egyedek száma a teljes mintavételi időtartam alatt)

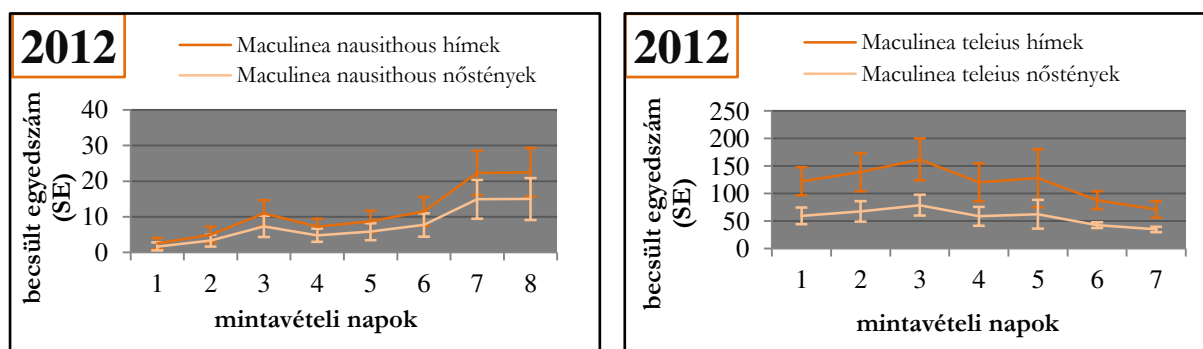
*_{1,2}: időfüggő modellek

5.2.2. EGYEDSZÁMBECSLÉS

A populációk egyedszámának becslése a Jolly-Seber modellel történt, a becslést külön-külön a hímekre és a nőstényekre is elvégeztük, majd a becsült paramétereket vonaldiagramok segítségével, és a hibásávok megjelenítésével ábrákon szemléltettük. A becsült egyedszámok egy ún. *szuperpopuláció* egyedszámát jelentik, vagyis azon egyedek összességét, akik a mintavétel időtartama alatt legalább egy mintavétel alkalmával a populációban voltak.

2012-ben a vizsgálati időszak 07.22 - 08.01-ig tartott, 8 mintavételi napon keresztül. Ez idő alatt összesen 457 példányt jelöltünk meg, a két fajból: 89 *M. nausithous* (56 hím, 33 nőstény) és 368 *M. teleius* (243 hím és 125 nőstény).

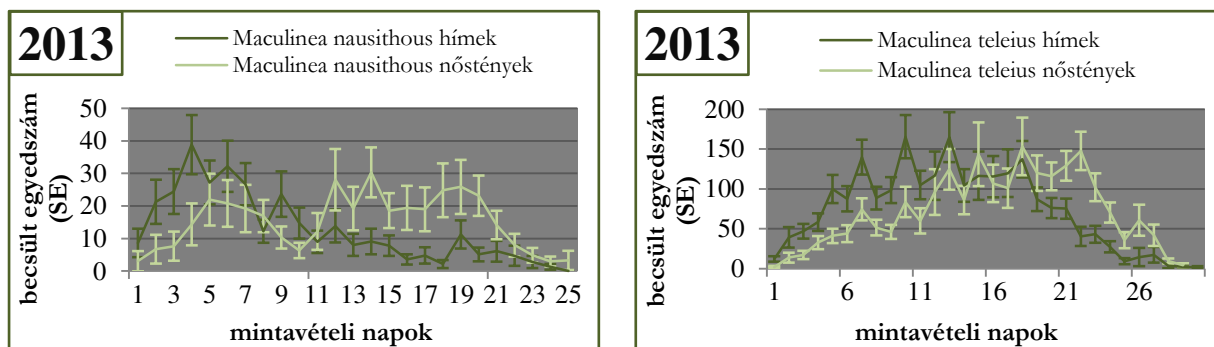
A legjobb modell szerint a vizsgálati időszak alatt a populáció becsült egyedszáma 84 [21-148] *M. nausithous* hím, 56 [21-92] *M. nausithous* nőstény, 413 [325-501] *M. teleius* hím és 250 [78-423] *M. teleius* nőstény. Ez utóbbi eltérés annak köszönhető, hogy a mintavétel a rajzási idő kezdetén történt, amikor a hímek lényegesen magasabb egyedszámban jelennek meg, mint a nőstények (30. ábra). Ez a jelenség *protandria* néven ismert az állatvilágban. A *M. teleius*-nál kapott magasabb egyedszámok azt is jól szemléltetik, hogy a másik vizsgált fajnál korábban kezdődött a rajzása, ugyanis a *M. nausithous* esetében a mintavételi időszak végén sem csökken a görbe, az egyedszám folyamatosan növekszik (29. ábra).



29-30. ábra: Jolly-Seber modell becslései a napi egyedszámról 2012-ben

2013-ban 30 napig tartott a mintavételi időszak (07.22 - 08.31) és összesen 1078 lepkét jelöltünk meg. A visszafogási arány 45,55%-os volt, ugyanis 491 példányt fogtunk meg újból. Az egyedszámbecslések mindkét faj esetében megközelítőleg azonos értékeket adtak a hímeknél és nőstényeknél egyaránt (180 [140-219] *M. nausithous* hím, 182 [141-224] *M. nausithous* nőstény és 893 [793-994] *M. teleius* hím, illetve 835 [685-984] *M. teleius* nőstény).

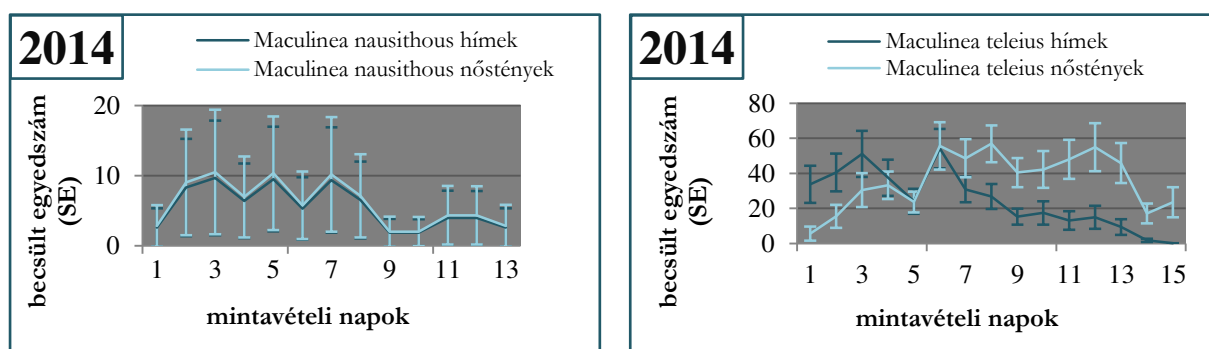
A Jolly-Seber modell napi egyedszáma vonatkozó becsült paramétereit ábrázoló görbék 2013-ban azt jelzik, hogy a mintavétel időszaka lefedte a rajzási időszakot, ugyanis - különösen a *M. teleius* rajzásgörbéjénél - jól megfigyelhető az állomány egyedszámának fokozatos emelkedése, majd csökkenése (32. ábra).



31-32. ábra: Jolly-Seber modell becslései a napi egyedszáma 2013-ban

A *M. nausithous* esetében viszont a mintavételi időszak közepénél jelentkezik egy jelentős csökkenés (31. ábra), ami valószínűsíthetőleg az időjárási viszonyokkal kapcsolatos, mivel ilyenkor több napon keresztül is nagyon meleg, 40°C feletti hőmérséklet és csapadékszegény időszak volt a jellemző.

2014-ben 07.17 és 08.18 között, 300 lepkét láttunk el azonosítóval, ebből 81 egyedet a későbbiekben is visszafogtunk, tehát a 15 napos vizsgálati időszak alatt a visszafogási arány 27%-os volt. Az előző évekhez képest meglepően alacsony egyedszámban jelent meg mindkét faj. Az egyedszámbebecslések alapján kijelenthetjük, hogy 23 [55-357] *M. nausithous* hím, 125 [55-357] *M. nausithous* nőstény, 217 [155-279] *M. teleius* hím és 245 [169-321] *M. teleius* nőstény példány alkotta az állományt. Ebben az évben a rajzási időszak viszonylag hamar véget ért, és a rajzás dinamikája is fluktuáló volt. Ennek oka feltehetően az átlagnál hűvösebb, gyakran csapadékos időjárás volt, ahogyan az a mintavételi időszak közepénél is jelentkezett. A csapadékos időszakok közötti száraz, meleg időben viszont az imágók kelése és a populációk növekedése intenzív volt (33-34. ábra).



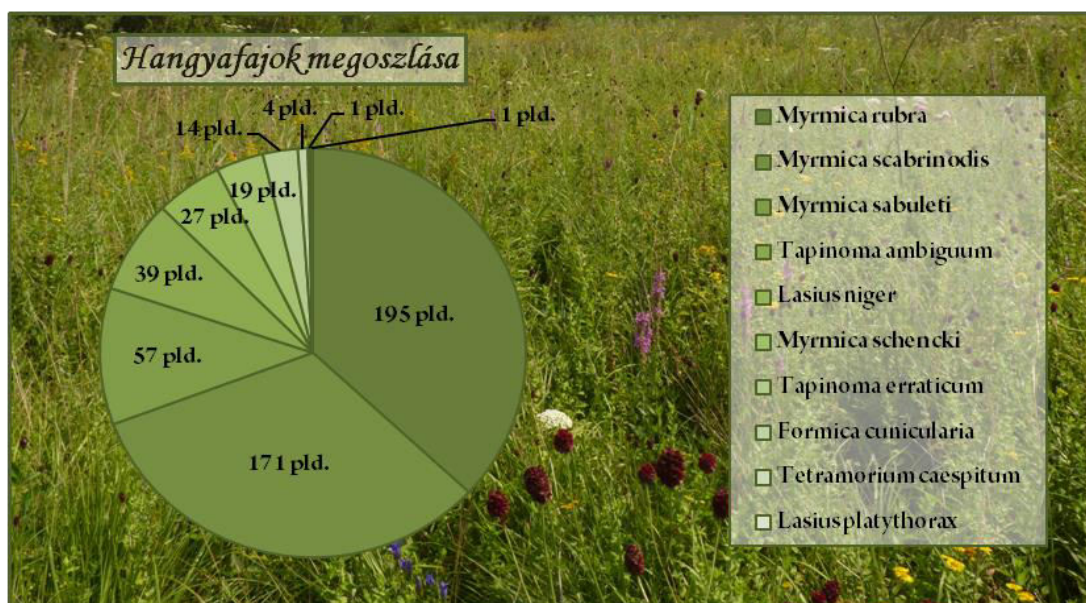
33-34. ábra: Jolly-Seber modell becslései a napi egyedszáma 2014-ben

Az egyes éveket összevetve kijelenthetjük, hogy 2012-ben és 2013-ban a populációk egyedszáma nagyon hasonló volt, 2012-ben nyilvánvalóan a rövid mintavételi időszak (8 nap) miatt kaptunk jóval alacsonyabb egyedszámokat, mint 2013-ban (30 mintavételi nap). Ezzel szemben 2014-ben mindkét fajnak jelentősen alacsonyabb volt az egyedszáma, mint a korábbi években, ami nem magyarázható a mintavételi időszak rövidségével (15 nap). Ám ekkora fluktuáció a populáció méretében egyes évek között még normálisnak mondható (NOWICKI et al., 2009).

5.4. HANGYAJAJOK MEGOSZLÁSA

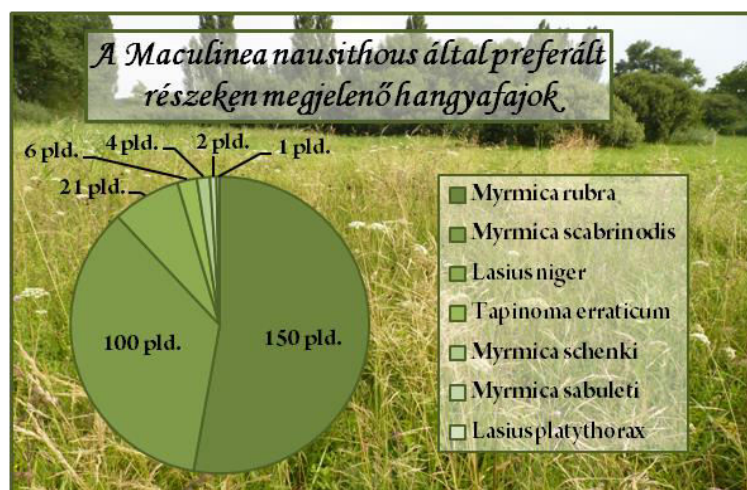
Összesen 528 egyedot sikerült meghatározni a 24 hangyaplotról. A csalikon 10 hangyafaj jelent meg, ebből a *Myrmica rubra* volt a legdominánsabb (195 pld.). A többi *Myrmica* faj közül a *M. scabrinodis*-t (171 pld.), a *M. sabuleti*-t (57 pld.) és a *M. schencki*-t (19 pld.) sikerült kimutatnunk.

Jelen voltak még *Tapinoma ambiguum* (39 pld.), *Lasius niger* (27 pld.), *Tapinoma erraticum* (14 pld.), *Formica cunicularia* (4 pld.), *Tetramorium caespitum* (1 pld.), és *Lasius platythorax* (1 pld.) példányok is (35. ábra).



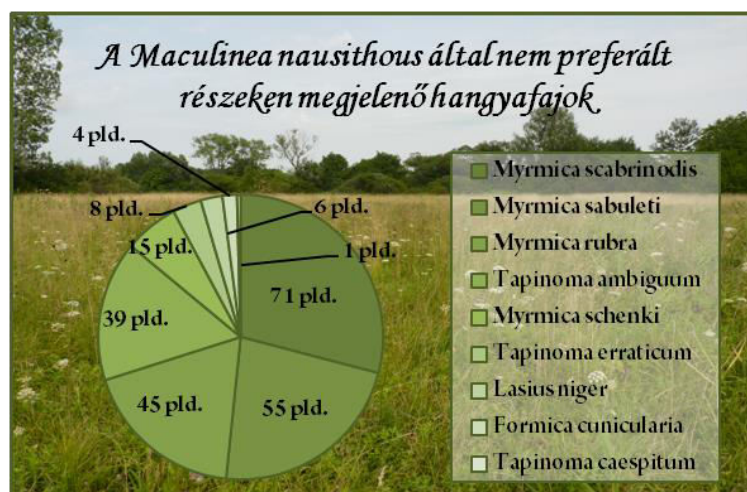
35. ábra: A hangyafajok megoszlását mutató kördiagram

Az adatok összesítéséből kiderült, hogy a *Maculinea nausithous* által előnyben részesített mikrohabitatokban összesen 7 hangyafaj fordult elő. Jól kitűnik, hogy a *Myrmica rubra* jelent meg a legmagasabb egyedszámban (150 pld.), míg *Myrmica scabrinodis*-t (100 pld.), *Lasius niger*-t (21 pld.), *Tapinoma erraticum*-ot (6 pld.), *Myrmica schenki*-t (4 pld.), *Myrmica sabuleti*-t (2 pld.) és *Lasius platythorax*-ot (1 pld.) csak alacsonyabb egyedszámban észleltünk (36. ábra).



36. ábra: A *Maculinea nausithous* által preferált részeken megjelenő hangyafajok megoszlását mutató kördiagram

Eredményeink azt is tükrözik, hogy a *Maculinea nausithous* által nem preferált helyeken nagyobb fajszámú volt a hangyaközösség, ugyanis ezeken a helyeken 9 hangyafaj tűnt fel. A *Myrmica scabrinodis* volt a leggyakoribb (71 pld.), de *Myrmica sabuleti* (55 pld.), *Myrmica rubra* (45 pld.), *Tapinoma ambiguum* (39 pld.), *M. schenki* (15 pld.), *Tapinoma erraticum* (8 pld.), *Lasius niger* (6 pld.), *Formica cunicularia* (4 pld.) és *Tapinoma caespitum* (1 pld.) példányok is előkerültek (37. ábra).



37. ábra: A *Maculinea nausithous* által nem preferált részeken megjelenő hangyafajok megoszlását mutató kördiagram

A hangyák vizsgálatára vonatkozó előzetes eredményeink a *M. nausithous* esetében arra engednek következtetni, hogy az imágók szignifikánsan nagyobb valószínűséggel és egyedszámban fordulnak elő olyan mikroélőhelyeken, ahol kizárólagos hangyagazdájuk, a *Myrmica rubra* domináns a hangyaközösségen belül, de a hangyák és lepkék térbeli előfordulása közötti összefüggések vizsgálata még további adatelemzések tárgyát fogják képezni.

5.3.1. A KASZÁLÁS HATÁSA

A hangyák mintavételezésére használt kvadrátok egy része olyan területen helyezkedett el, mely a vizsgálati évben korábban kaszálva volt, míg más részük kaszálatlan területeken volt elhelyezve. Kutatásainkból az is kiderült, hogy a lepkék abundanciáját a vérfű virágfejek száma és a kezelés (volt-e az adott évben korábban kaszálva vagy sem) is befolyásolja.

Érdekes módon mindkét lepkefaj denzitása magasabb volt a kaszálatlan területeken, az egyedszámok pedig pozitívan korreláltak a vérfű virágfejek számával, tehát a vérfű mennyisége pozitívan hatott a lepkék előfordulására.

A hangyagazdáknál viszont nem volt kimutatható összefüggés, az élőhelykezelés sem a *Myrmica rubra*, sem a *Myrmica scabrinodis* (tehát a vizsgált *Maculinea* fajok hangyagazdáinak) jelenlétére nem volt kimutatható hatással, mivel a kaszált és kaszálatlan területeken kihelyezett csalikon egyaránt magas számban jelentek meg (39. ábra).



38. ábra: A két lepkefaj eloszlása a fennhagyott és a kaszált területeken

- *Maculinea teleius*
- *Maculinea nausithous*

hangyaplot száma	vérfű virágfejek száma	szegélytől mért távolság (m)	csalik száma, amelyen volt <i>M. rubra</i>	csalik száma, amelyen volt <i>teleius</i> hangyagazda	kaszált-e az adott terület
1	59	0	7	7	nem kaszált
2	4	40	0	2	nem kaszált
3	127	0	1	7	nem kaszált
4	54	40	0	8	nem kaszált
5	0	20	1	1	kaszált
6	0	0	8	8	kaszált
7	459	0	2	3	kaszált
8	69	0	1	6	nem kaszált
9	0	0	0	0	kaszált
10	0	30	0	0	kaszált
11	4	0	0	0	nem kaszált
12	9	15	0	0	kaszált
13	53	13	2	5	nem kaszált
14	68	10	2	8	nem kaszált
15	117	11	0	6	nem kaszált
16	153	0	3	5	nem kaszált
17	86	0	0	9	nem kaszált
18	37	0	2	9	nem kaszált
19	18	1	7	7	kaszált
20	0	18	1	1	kaszált
21	6	9	2	3	kaszált
22	10	5	8	8	kaszált
23	24	6	5	6	kaszált
24	206	7	8	8	kaszált

39. ábra: A hangyák vizsgálata során figyelembe vett szempontokat összefoglaló táblázat

6. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

6.1. TERMÉSZETVÉDELMI KEZELÉS

A hangyaboglárkák élőhelyéül szolgáló láprétek és nedves kaszálórétek sok esetben esnek áldozatul az emberi tevékenységek során felmerülő kedvezőtlen hatásoknak. A kezelések elhagyása az élőhelyek megszűnéséhez, invazív gyomfajok megjelenéséhez, illetve beerdősüléshez vezethet, míg a nem megfelelő időpontban végzett kaszálás a hernyók mortalitásának növelésével a populációk jelentős mértékű károsodását eredményezheti (JOHST et al., 2006; KÖRÖSI et al., 2014).

Magyarország klimatikus viszonyai között a stabil és abundáns *Maculinea* állományok hosszútávú fennmaradását a rendszeres legeltetés és kaszálás biztosíthatja. Fontos, hogy az élőhely kellő mértékben mozaikos legyen, eltérő virágzási stádiumú tápnövényekkel, menedékterületekkel, mikrodomborzati és mikroklimatikus változatossággal (pl. árnyékoló állományfoltok) (AMBRUS, 2012).



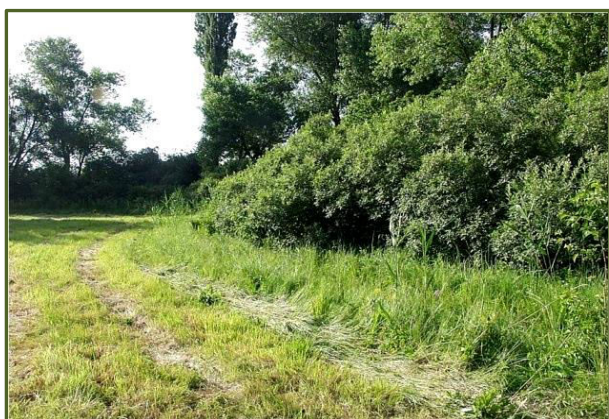
40. ábra: Mozaikos kaszálás



41. ábra: Menedékterületek meghagyása

TARTALLY (2009) véleménye szerint a nyugat-magyarországi *Maculinea nausithous* populációk sikeres védelme érdekében mozaikosan meg kell hagyni a cserjés részeket és/vagy természetes bozótos erdőszegélyeket a *Sanguisorba officinalis* termőhelyek mentén, tekintettel a *Myrmica rubra* hangyagazda ökológiai igényeire. A *Maculinea nausithous* hangyagazdája ugyanis a növényzettel sűrűn benőtt, több szintes borítottságú gyepterületeket kedveli. Ezek pedig tipikusan olyan helyeken alakulnak ki, ahol nincs rendszeres kaszálás és a későn felvirágzó vérfű nem tud nagyobb dominanciára jutni, inkább fűfélék, kékperje, gyepes sédbúza alkot társulást, olykor zsombékolva (AMBRUS, 2012).

A mozaikosság fenntartása nem csak a *Maculinea nausithous*, hanem feltehetően a többi *Maculinea* faj számára is fontos, hiszen az egyes *Myrmica* fajoknak eltérnek az ökológiai igényei (ELMES et al., 1998), amely általában különbözik a tápnövények igényeitől is. Éppen ezért a mozaikosság fenntartásával lehet elősegíteni azt, hogy a tápnövény és a hangyagazda (amelynek mozgáskörzete jellemzően maximum két méter: ELMES et al., 1998) egymás közelében éljenek (lásd még KÖRÖSI et al., 2014).



42. ábra: Szegély-élőhelyek kialakítása



43. ábra: Vérfüves részek fennhagyása

Fontos az egyes, elszigetelődött élőhelyfoltok közti átjárás biztosítása, ha az adott terület szaporodásra alkalmas és alkalmatlan foltok mozaikkomplexumából tevődik össze, ugyanis ez a lepkék térbeli eloszlását is meghatározhatja. A vérfü-hangyaboglárkák (*Maculinea teleius*) meglehetősen aktívak és sokat mozognak, de ennek ellenére élőhelyeiket mégsem hagyják el, kisebb akadályok (cserjesor, szegély, nádas foltok) könnyen útjukat állják. A sötétaljú hangyaboglárka (*Maculinea nausithous*) az előző fajjal ellentétben a nyíltabb, összefüggő, homogén vérfüves foltok helyett az árnyékosabb foltokat, erdőszegélyeket részesíti előnyben, még akkor is, ha csak néhány szál virágzó vérfü fordul elő. Rekettrefűzbokrok védelmében és árnyékában érzik biztonságban magukat. Röptük gyors, energikus és kitartó is tud lenni, alkalmanként nádasszegély és cserjesor sem állja útjukat (AMBRUS, 2012).



44. ábra: Élőhelyfoltok közötti átjárás biztosítása



45. ábra: Átjárók kitisztítása

A fotókat készítette: Dr. Ambrus András

ÖSSZEFOGLALÁS

Az utóbbi évtizedek során a hangyaboglárka fajok (*Maculinea* spp.) a nappali lepkék egyik legintenzívebben kutatott csoportjává váltak. Kiemelt jelentőségüket nemcsak a különleges, hangyákhoz kötődő életmódjuk, illetve egyedülálló fejlődésmenetük indokolja, hanem az is, hogy értékes természeti területeken fordulnak elő, és jelenlétük a biodiverzitás magas fokára utal (indikátorok). Emellett az általuk benépesített élőhelyeken, a védelmüket szolgáló kezelési eljárásokkal további fajok hosszú távú fennmaradása is biztosítható.

Kutatásunkban a vérfű hangyaboglárka (*Maculinea teleius*) és a sötétaljú hangyaboglárka (*Maculinea nausithous*) együttesen előforduló populációját vizsgáltuk 3 éven keresztül (2012-2014) egy fertő-hansági vérfüves kaszálóréten (Hidegség).

A két faj nagyon hasonló ökológiai igényekkel rendelkezik, de az együttesen előforduló populációkban -korábbi vizsgálatok eredményei szerint- mikrohabitat preferenciájukat tekintve vannak különbségek. A *M. nausithous* elsősorban az erdős-bokros szegélyeket részesíti előnyben, míg a *M. teleius* főleg a rétek belső részeit preferálja. Az eltérő mikroélőhely-választás feltételezésünk szerint annak következménye, hogy a két lepkefaj hangyagazdái különböző mikroklimatikus körülményeket kedvelnek, és az imágók olyan helyeken próbálnak tojásrakó helyeket keresni, ahol a fiatal hernyók adoptációs sikere és túlélése a legnagyobb.

Kutatásaink során ezért először azt próbáltuk felderíteni, hogy a két vizsgált *Maculinea* faj egyedeinek és gazda hangyáiknak térbeli eloszlása valóban egybeesik-e. Munkánk további célkitűzése volt, hogy megvizsgáljuk a mintavételi területen végzett élőhelykezelési tevékenység milyen hatással van a lepkefajokra, illetve hangyagazdáikra, valamint van-e különbség a két faj demográfiájában.

Az imágók fogásának pontos helyét GPS-szel határoztuk meg. 2013-ban 24 kvadrátban (12 szegély, 12 belső terület) mintavételeztük a *Myrmica* hangyákat, kvadrátonként kilenc csalétekkel.

A három év eredményét összevetve, vizsgálatainkból megállapítható, hogy a *M. nausithous* túlélési rátái nem mutatnak túl nagy eltérést, viszont a *M. teleius* esetében 2014-ben valamivel nagyobb volt a különbség a két nem között, mint 2013-ban.

A 2012-es adatsor alapján a két ivar túlélése megegyezett, ám itt időbeli mintázatot találtunk a túlélésben.

2012-ben és 2013-ban a populációk egyedszáma nagyon hasonló volt, 2012-ben nyilvánvalóan a rövid mintavételi időszak (8 nap) miatt kaptunk jóval alacsonyabb egyedszámokat, mint 2013-ban (30 mintavételi nap). Ezzel szemben 2014-ben mindkét fajnak jelentősen alacsonyabb volt az egyedszáma, mint a korábbi években, ami nem magyarázható a mintavételi időszak rövidejével (15 nap).

A hangyák vizsgálatára vonatkozó előzetes eredményeink a *M. nausithous* esetében arra engednek következtetni, hogy az imágók szignifikánsan nagyobb valószínűséggel fordulnak elő olyan mikroélőhelyeken, ahol kizárólagos hangyagazdájuk, a *Myrmica rubra* domináns a hangyaközösségen belül, de a hangyák és lepkék térbeli előfordulása közötti összefüggések vizsgálata még további adatelemzések tárgyát fogják képezni.

Ezen kívül kutatásainkból az is kiderült, hogy a lepkék abundanciáját a vérfű virágfejek száma és a kezelés (volt-e az adott évben korábban kaszálva vagy sem) is befolyásolja, viszont a hangyagazdákra nem volt kimutatható hatással.

Ennek következtében kijelenthetjük, hogy a hangyaboglárkák sikeres védelme érdekében fontos az élőhely kellő mértékű mozaikossága. Menedékterületek kialakításával, az erdőszegélyek, cserjés részek fennhagyásával olyan mikrodomborzati és mikroklimatikus változatosság hozható létre, ami megfelel a *Myrmica* hangyafajok és *Maculinea* lepkefajok ökológiai igényeinek egyaránt.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Elsősorban Dr. Kőrösi Ádámnak szeretnék hálás köszönetet mondani, hogy szakmai irányításával és a statisztikai elemzések során nyújtott segítségével lehetővé tette, hogy ez a kutatás megvalósuljon, példamutató precizitásával és hasznos tanácsaival jelentős mértékben hozzájárult szakmai fejlődésemhez.

Nagy hálával tartozom Dr. Ambrus Andrásnak a korábbi adatok és a terület biztosításáért, illetve mérhetetlen segítőkészségéért, akitől nemcsak szakmailag, hanem az élettapasztalatai átadása révén emberileg is sokat tanultam.

Külön köszönet illeti Dr. Csősz Sándort a hangyafajok identifikálásáért, valamint Dr. Juhász Lajost hasznos tanácsaiért. Köszönettel tartozom Kugler Péternek, a Fertő-Hanság Nemzeti Park természetvédelmi őrének, a logisztikai feladatok megoldásában nyújtott segítségéért, illetve Szindekovics Ágnesnek és Motajcsek Évának, akik pedig a terepi felmérésekben voltak segítségemre.

SZAKIRODALMI JEGYZÉK

- AKINO T. – KNAPP J.J. – THOMAS J.A. – ELMES G.W. (1999): Chemical mimicry and host specificity in the butterfly *Maculinea rebeli*, a social parasite of *Myrmica* ant colonies. *Proceedings of the Royal Society of London B* **266**: 1419-1426. pp.
- ALS TD.- VILA R.- KANDUL NP.- NASH DR.- YEN S-H.- HSU Y-F.- MIGNAULT AA.- BOOMSMA J.- PIERCE NE. (2004): The evolution of alternative parasitic life-histories in large blue butterflies. *Nature* **432**: 386-390. pp.
- AMBRUS A. (2012): Rovarvilág – Lepkék. Fertő-Hanság Nemzeti Park Igazgatóság, Sarród. 4-8. pp.
- BARANYI T.- KOROMPAI T. (2007): A Tiszántúl repülő ékkövei. Az Észak-Alföld nagylepkéi. Nimfea Természetvédelmi Egyesület, Túrkeve. 20. p.
- BATÁRY P.- KÖRÖSI Á.- ÖRVÖSSY N. - KÖVÉR SZ.- PEREGOVITS L. (2009): Species-specific distribution of two sympatric *Maculinea* butterflies across different meadow edges. *Journal of Insect Conservation*. **13**: 223-230. pp.
- BERECHKI J.- PECSENYE K.- PEREGOVITS L.- VARGA Z. (2005): Pattern of genetic differentiation in the *Maculinea alcon* species group (Lepidoptera, Lycaenidae) in Central Europe. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* **43**: 157-165. pp.
- BERECHKI J.- TÓTH JP.- TÓTH A.- BÁTORI E.- PECSENYE K.- VARGA Z. (2011): The genetic structure of phenologically differentiated Large Blue (*Maculinea arion*) populations (Lepidoptera: Lycaenidae) in the Carpathian Basin. *European Journal of Entomology* **108**: 519-527. pp.
- BERECHKI J.- VARGA Z. (2012): *Evolúcióbiológia*. Debreceni Egyetemi Kiadó. Debrecen. 29. p.
- CSAPODY I. (1975): A Fertő-táj flórája és vegetációja. *Prodromus florae vegetationsque regionis Peisonis*. In: AUJESZKY L. – SCHILLING F. – SOMOGYI S. (eds.): A Fertő-táj Monográfiáját előkészítő Adatgyűjtemény III. Természeti adottságok: A Fertő-táj bioszférája. Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet, Budapest. 1–420. pp.
- CSŐSZ S. (1999): A *Myrmica* genus (Hymenoptera: Formicidae) hazai és várható fajainak határozója. MSc dissertation. University of Debrecen, Hungary.
- DAUBER J. - WOLTERS V. (2004): Edge effects on ant community structure and species richness in an agricultural landscape. *Biodiversity and Conservation* **13**: 901-915. pp.
- DOVER J. W. - SPENCER S. - COLLINS S. - HADJIGEORGIOU I. - RESCIA A. (2011): Grassland butterflies and low intensity farming in Europe. *Journal of Insect Conservation* **15**: 129–137. pp.

- DÖVÉNYI Z. (2010): Magyarország kistájainak katasztere. MTA Földrajztudományi Kutatóintézet. Budapest.
- ELMES G. W. - THOMAS J. A. - WARDLAW J. C. - HOCHBERG M.- CLARKE R. T. - SIMCOX D. J. (1998): The ecology of *Myrmica* ants in relation to the conservation of *Maculinea* butterflies. *J. Insect Conserv.* **2**: 67–78. pp.
- GOZMÁNY L. (1968): Nappali Lepkék – Diurna. XVI. kötet. – In: Fauna Hungariae. Akadémiai Kiadó, Budapest. 15. füzet
- IUCN (1990) IUCN red list of threatened animals. IUCN, Gland, Switzerland.
- JOHST K. – DRECHSLER M. – THOMAS J. A. – SETTELE J. (2006): Influence of mowing on the persistence of two large blue butterfly species. *Journal of Applied Ecology*. **43**: 333-342. pp.
- KŐRÖSI Á. (2006): A jelölés-visszafogás módszer alapelvei és alkalmazása az ökológiában. Segédanyag.
- KŐRÖSI Á. (2009): Hangyaboglárka lepkék (Lepidoptera: Lycaenidae) térbeli populációszerkezete és élőhelyhasználata. Doktori (PhD) értekezés. Debrecen.
- KŐRÖSI Á.- KASSAI F.- PEREGOVITS L. (2004): Egy védett hangyaboglárka, a *Maculinea teleius* populációdinamikai vizsgálata a Szigetközben. *Természetvédelmi Közlemények*. **11**: 337-348. pp.
- KŐRÖSI Á.- ÖRVÖSSY N.- BATÁRY P.- HARNOS A.- PEREGOVITS L. (2012): Different habitat selection by two sympatric *Maculinea* butterflies at small spatial scale. *Insect Conservation and Diversity* **5**: 118-126. pp.
- KŐRÖSI Á.- ÖRVÖSSY N.- BATÁRY P.- KÖVÉR S.- PEREGOVITS L. (2008): Restricted within-habitat movement and time-constrained egg laying of female *Maculinea rebeli* butterflies. *Oecologia* **156**: 455-464. pp.
- KŐRÖSI Á.- PEREGOVITS L.- KIS J.- SZABÓ A.- ÖRVÖSSY N.- BATÁRY P.- KÖVÉR SZ. (2007): Viselkedésökológiai vizsgálatok nappali lepkéken. In: Forró, L. (ed) A Kárpát-medence állatvilágának kialakulása. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest. 221-230. pp.
- KŐRÖSI Á.- SZENTIRMAI I.- ÖRVÖSSY N.- KÖVÉR SZ.- BATÁRY P.- PEREGOVITS L. (2009): A kaszálás hatásának vizsgálata a vérfű hangyaboglárka (*Maculinea teleius*) populációira - egy kezelési kísérlet első tapasztalatai. *Természetvédelmi Közlemények* 15, Magyar Biológiai Társaság, Budapest. 257-268 pp.
- KŐRÖSI Á.- SZENTIRMAI I.- ÖRVÖSSY N.- KÖVÉR SZ.- BATÁRY P.- PEREGOVITS L. (2014): Effects of timing and frequency of mowing on the threatened scarce large blue butterfly – A fine-scale experiment. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **196**: 24-33.

- MAES D. – VANREUSEL W. – TALLOEN W. – VAN DYCK H. (2004): Functional conservation units for the endangered Alcon Blue butterfly *Maculinea alcon* in Belgium (Lepidoptera, Lycaenidae). *Biol. Conserv.* **120**: 233-245. pp.
- MUNGUIRA M - MARTIN J. (1997): Action Plan for the Maculinea Butterflies in Europe. Strasbourg, Council of Europe Publishing.
- NILSSON S.G. - FRANZÉN M. - JONSSON E. (2008): Long-term land-use changes and extinction of specialised butterflies. *Insect Conservation and Diversity* **1**: 197–207. pp.
- NOWICKI P. – BONELLI S. – BARBERO F. – BALLETO E. (2009): Relative importance of density-dependent regulation and environmental stochasticity for butterfly population dynamics. *Oecologia* **161**: 227-239.
- NOWICKI P. – SETTELE J. – THOMAS J. A. – WOYCIECHOWSKI M. (2005): A review of population structure of Maculinea butterflies. In: SETTELE J. – KÜHN E. – THOMAS J.A (eds.): *Studies on the Ecology and Conservation of Butterflies in Europe. Vol. 2: Species Ecology along a European Gradient: Maculinea Butterflies as a Model*. Pensoft, Sofia-Moscow. 144-149 pp.
- PECH P. - FRIC Z. - KONVICKA M. - ZRZAVY J. (2004): Phylogeny of Maculinea blues (Lepidoptera: Lycaenidae) based on morphological and ecological characters: evolution of parasitic myrmecophily. *Cladistics* **20**: 362-375.
- PECSENYE K. - BERECHKI J. - TIHANYI BAL. - TÓTH A. - PEREGOVITS L. - VARGA Z. (2007): Genetic differentiation among the Maculinea species (Lepidoptera: Lycaenidae) in eastern Central Europe. *Biological Journal of the Linnean Society* **91**: 11-21. pp.
- PULLIN AS. (1995): *Ecology and Conservation of Butterflies*. Chapman and Hall, London, UK.
- RONKAY L. (1997): Nemzeti Biodiverzitás-monitorozó rendszer VII. Lepkék. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest. 24-27. pp.
- SAUNDERS D. A.- HOBBS R. J.- MARGULES C. R. (1991): Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology* **5**: 18-32. pp.
- SCHÖNROGGE K. - WARDLAW JC. - THOMAS JA. - ELMES GW. (2000): Polymorphic growth rates in myrmecophilous insects. *Proceedings of the Royal Society London B* **267**: 771-777. pp.
- SETTELE J. – MARGULES C. – POSCHLOD P. & HENLE K. (eds.) (1996): *Species survival in fragmented landscapes*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- SETTELE J. - KÜHN E. - THOMAS J.A. (2005): *Studies on the ecology and conservation of butterflies in Europe. Vol. 2: Species ecology along a European gradient: Maculinea butterflies as a model*. Pensoft, Sofia.

- SKÓRKA P. - SETTELE J. - WOYCIECHOWSKI M. (2007): Effects of management cessation on grassland butterflies in southern Poland. *Agr. Ecosys. Env.* **121**: 319–324. pp.
- SPITZER L. - BENES J. - DANDOVA J. - JASKOVA V. - KONVICKA M. (2009): The large blue butterfly, *Phengaris [Maculinea] arion*, as a conservation umbrella on a landscape scale: the case of the Czech Carpathians. *Ecol. Indicators* **9**: 1056–1063. pp.
- TARALLY A. (2009): A *Maculinea* boglárkalepkék Kárpát-medencéből ismert hangyagazdái, parazitoidjai és a hangyagazdák egyéb szociálpazsitái. *Természetvédelmi Közlemények* 15, Magyar Biológiai Társaság, Budapest. 23-34 pp.
- TARTALLY A. - VARGA Z. (2008): Host ant use of *Maculinea teleius* in the Carpathian Basin (Lepidoptera: Lycaenidae). *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* **54**: 257-268. pp.
- THOMAS J. A. - SIMCOX DJ - CLARKE RT. (2009): Successful conservation of a threatened *Maculinea* butterfly. *Science* **325**: 80-83. pp.
- THOMAS J. A. (1980): Why did the large blue become extinct in Britain? *Oryx* **15**: 243-247. pp.
- THOMAS J. A. (1984): The behaviour and habitat requirements of *Maculinea nausithous* (the Dusky Large Blue butterfly) and *Maculinea teleius* (the Scarce Large Blue) in France. *Biological Conservation* **28**: 325-347. pp.
- THOMAS J. A. (1995): The ecology and conservation of *Maculinea arion* and other European species of large blue butterfly. In: PULLIN A. S. (ed.): *Ecology and Conservation of Butterflies*. Chapman & Hall, London, Chapter **13**: 180-196 pp.
- THOMAS JA. - TELFER MG. - ROY DB. - PRESTON CD. - GREENWOOD JJD. - ASHER J. - FOX R. - CLARKE RT. - LAWTON JH. (2004): Comparative losses of British butterflies, birds and plants and the global extinction crisis. *Science* **303**: 1879-1881. pp.
- TSCHARNTKE T. – STEFFAN-DEWENTER I. – KRUESS A. – THIES C. (2002): Characteristics of insect populations on habitat fragments: a mini review. *Ecological Research* **17**: 229-239. pp.
- VAN LANGEVELDE F. - WYNHOFF I. (2009): What limits the spread of two congeneric butterfly species after their reintroduction: quality or spatial arrangement of habitat? *Animal Conservation* **12**: 540-548. pp.
- VAN SWAAY C.A.M. - COLLINS S. - DUŠEJ G. - MAES D. - MUNGUIRA M.L. - RÁKOSY L. - RYRHOLM N. - ŠAŠIĆ M. - SETTELE J. - THOMAS J.A. - VEROVNIK R. - VERSTRAEL T. - WARREN M., - WIEMERS M. - WYNHOFF I. (2012): Dos and don'ts for butterflies of the Habitats Directive of the European Union. *Nat. Conserv.* **1**: 73–153. pp.
- VAN SWAAY C.A.M. - CUTTELOD A. - COLLINS S. - MAES D. - MUNGUIRA M.L. - ŠAŠIĆ M. - VEROVNIK R. - VERSTRAEL T. - WARREN M.S. - WIEMERS M. - WYNHOFF I. (2010): European red list of butterflies. Publications Office of the European Union, Luxembourg.

- WARDLAW JC. - THOMAS JA. - ELMES GW. (2000): Do *Maculinea* rebeli caterpillars provide vestigial mutual benefits to ants when living as social parasites inside *Myrmica* ant nests? *Entomologia Experimentalis et Applicata* **95**: 97-103. pp.
- WYNHOFF I. (1998): The recent distribution of the European *Maculinea* species. *Journal of Insect Conservation* **2**: 15-27. pp.
- WYNHOFF I. - R. VAN GESTEL - C. - VAN SWAAY- F. VAN LANGEVELDE (2011): Not only the butterflies: managing ants on road verges to benefit *Phengaris* (*Maculinea*) butterflies. *Journal of Insect Conservation* **15**: 189-206. pp.

MELLÉKLETEK

1. számú melléklet: A csalikon megjelenő hangyafajok összefoglaló táblázata

Hangyaplot száma	Myrmica rubra	Myrmica scabrinodis	Myrmica sabuleti	Myrmica schencki	Lasius niger	Tapinoma erraticum	Tetramorium caespitum	Tapinoma ambiguum	Formica cunicularia	Lasius platythorax
1	39	0	0	0	4	0	0	0	0	0
2	0	5	1	4	1	6	0	0	0	0
3	3	13	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	42	0	0	0	6	1	0	0	0
5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
8	1	13	0	0	2	0	0	0	0	0
9	0	0	23	8	4	0	0	15	1	0
10	0	0	15	4	0	2	0	14	1	0
11	0	0	3	0	0	0	0	2	2	0
12	0	0	14	3	0	0	0	8	0	0
13	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
14	3	17	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0
16	5	6	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0
18	14	28	0	0	3	0	0	0	0	0
19	16	8	0	0	9	0	0	0	0	0
20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
22	28	0	0	0	2	0	0	0	0	1
23	14	2	1	0	2	0	0	0	0	0
24	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0
összesen	195	171	57	19	27	14	1	39	4	1

2. számú melléklet: A hangyaplotok elhelyezkedése

PLOT SZÁMA	<i>MACULINEA NAUSITHOUS</i> ÁLTAL PREFERÁLT RÉSZ	<i>MACULINEA NAUSITHOUS</i> ÁLTAL NEM PREFERÁLT RÉSZ
H 1	x	
H 2	x	
H 3		x
H 4		x
H 5		x
H 6		x
H 7		x
H 8		x
H 9		x
H 10		x
H 11		x
H 12		x
H 13	x	
H 14	x	
H 15	x	
H 16	x	
H 17	x	
H 18	x	
H 19	x	
H 20		x
H 21		x
H 22	x	
H 23	x	
H 24	x	

3. számú melléklet: Terepi jegyzőkönyv

Meteor: 9 ⁵⁰ — 12 ⁰⁰		3 1 ⁰⁰
2013. VII. 24.		Midday
<u>10⁰⁵ — 11⁵⁵</u>		
• 24 tel ♂	10 ⁰⁸	1
• 3 tel ♂	10 ¹²	2
56 nam ♀	10 ¹⁴	0
• 1 tel ♂	10 ¹⁵	1
57 tel ♂	10 ¹⁷	0
58 nam ♂	10 ¹⁸	0
• 2 tel ♂	10 ¹⁸	1
59 tel ♂	10 ¹⁷	0
60 tel ♂	10 ¹⁸	0
• 4 tel tel ♂	10 ²⁴	0
61 tel ♂	10 ²⁵	0
62 tel ♂	10 ²⁷	1
63 tel ♂	10 ²⁸	0
• 13 nam ♂	10 ²⁰	1
64 tel ♂	10 ³²	0
65 tel ♂	10 ³³	0
66 tel ♀	10 ³⁴	0
67 tel ♂	10 ⁴³	0
• 45 tel ♂	10 ⁴⁴	0
• 32 tel ♂	10 ⁴⁵	1

NYILATKOZAT

Alulírott ***Patalenszki Adrienn***, büntetőjogi és fegyelmi felelősségem tudatában kijelentem és aláírással igazolom, hogy az OTDK dolgozat saját munkám eredménye. A felhasznált irodalmakat korrekt módon kezeltem, az OTDK dolgozatra vonatkozó jogszabályokat betartottam.

.....
aláírás

Születési idő: 1992. 07.27.