

Egyetemi doktori (PhD) értekezés tézisei

**HABITAT USE AND POPULATION STRUCTURE OF
PROTECTED BUTTERFLIES**

**VÉDETT NAPPALI LEPKÉK
ÉLŐHELYHASZNÁLATA ÉS
POPULÁCIÓSZERKEZETE**

ÖRVÖSSY NOÉMI

Témavezető: DR. VARGA ZOLTÁN



DEBRECENI EGYETEM
Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola
Debrecen, 2014

1. Introduction

In this study, I discuss three important aspects of butterfly conservation: the significance of ecological studies on butterfly conservation, the importance of habitat use and availability of resources at all life stages of butterflies, and the consequences of spatial structure of populations. Instead of analysing all of these aspects in relation to one species, I examined three different butterfly species: *Maculinea (Phengaris) teleius* (Bergsträsser, 1779), *Coenonympha oedippus* (Fabricius, 1787) and *Zerynthia polyxena* ([Denis & Schiffermüller], 1775). All three are protected species, although they are threatened to different degrees. The studies aimed to reveal the points where conservation management has an impact upon the long-term survival of the species, and, primarily, to reveal the habitat use and requirements of the species in all cases. Knowing the requirements of a species can help to form a suitable management strategy to protect the habitat and survival of the species. As European landscapes are human-dominated, butterfly habitats are related to human management, and any changes to traditional management, whether enhancing or reducing, can lead to the deterioration of habitats. Accordingly, many threatened butterfly species need planned conservation management to ensure their survival.

The current biodiversity crisis appears more critical among butterfly species than among other species. The diversity of butterfly species has decreased in large volume in Europe; some surveys show an even larger decrease than in bird or plant species. Butterfly populations disappear more rapidly than bird or plant populations due to their short life span and lack of dormant propagules (THOMAS *et al.* 2004). Populations of “specialist” species have declined more than those of “generalist” species (WARREN *et al.* 2001), putting them at even greater risk of extinction.

Grassland butterfly species are considered to be indicator species for other grassland insects due to their sensitivity to environmental changes, short life cycle and different requirements at each life stage. Some of these species are chosen as umbrella species, meaning that conserving their habitat necessarily protects other species as well. The first step in forming a conservation plan for a species is to locate its

populations, then to survey their population structure, size and dynamics. Next, focus moves to the habitat requirements and habitat use of the species, in order to form a possible management plan for each habitat, and finally to measure the effects of habitat management. Among the cases studied, initial knowledge of the three species differed, from the well-known *Maculinea teleius* to the less studied *Coenonympha oedippus* and the under-studied *Zerynthia polyxena*.

It is often the case that there is no available basic information for local nature conservation management. Accordingly, the aim of this study was to supplement the existent knowledge on habitat use and population biology in these three species for later conservation management. In the case of *M. teleius*, numerous publications deal with the ecology and conservation of the species, and some even on the possible effects of management. One recent large-scale study on habitat requirements, conducted in Germany (DIERKS & FISCHER 2008), and another on metapopulation dynamics in Poland (NOWICZKI *et al.* 2014), review the relevant publications on the topic. The species is well studied in Hungary: concerns such as local population structure (KÖRÖSI *et al.* 2012), effects of management on population (KÖRÖSI *et al.* 2014), host ant species (TARTALLY 2008) and genetics (PECSENYE *et al.* 2007) are surveyed.

C. oedippus is a less studied butterfly, although several European research groups have studied the distribution, population size and reproduction biology of the species. Most of these recent studies were included in a special issue of the *Oedippus Journal* (DOLEK *et al.* 2010). In Hungary, there was sparse information about the species before our study. The location of one permanent population was known (BÁLINT *et al.* 2006), but the population structure, dispersal, habitat use and habitat requirements of the species were unknown. The population of the threatened species was considered to be at a high risk of local extinction. Our study found several subpopulations around the known location, which released the threat of short-term extinction of the species.

Z. polyxena is less studied due to its different geographical distribution, as the species ranges across Southern and Eastern Europe,

and not in the traditionally well-studied regions. There is currently only one publication on its population structure (ČELIK 2012) in addition to our study on egg distribution (BATÁRY *et al.* 2008). The species is not in immediate danger, but has a protected status and may require management action to preserve its current populations.

The main reasons for butterfly diversity decline in Europe are habitat loss, habitat fragmentation and changes in land management (MAES & VAN DYCK 2001; WARREN *et al.* 2001; SKÓRKA *et al.* 2007).

As European landscapes have long been dominated by humans, many species rich habitat types rely on low-intensity agricultural use typical of earlier agronomic eras, which now require conservation-oriented habitat management to maintain them. Agricultural landscapes, especially wet meadows, are affected by either intensification (THOMAS 1995) or abandonment, both of which can diminish formerly suitable butterfly habitats (STRIJKER 2005). Habitat degradation and fragmentation of wet meadows have caused the decline of several butterflies, including *C. oedippus* and *M. teleius* (VAN SWAAY & WARREN 1999; NOWICKI *et al.* 2007; SKÓRKA *et al.* 2007; VAN SWAAY *et al.* 2010).

2. Aims and Questions

Study I: Microhabitat preferences of *M. teleius* in a mosaic landscape

It was hypothesised that presence and density of *M. teleius* butterflies are different in the four available microhabitats in the study area. We investigated how the presence and density of the butterfly are related to the amounts of host plants, host ants and some other environmental factors.

Study II: Structure and size of a threatened population of *C. oedippus* in Hungary

This study aimed to estimate some essential parameters of population dynamics (e.g. population size, sex ratio, survival rate, average lifespan) in a single population of *C. oedippus* in a three-year period using a mark-release-recapture method.

Study III: Potential metapopulation structure and the effects of habitat quality on population size of the endangered False Ringlet butterfly

The aims of this study were to gain information about the population structure. It was assumed that there are clusters of habitat patches based on phenology, asynchrony of subpopulations or movement pattern of the species. We aimed to determine whether and how habitat quality affects population size and density.

Study IV. Habitat requirements of the southern festoon (*Z. polyxena*) imagos, egg laying and larval distribution

This study aimed to reveal the resource requirements of *Z. polyxena* at all life stages in a human-dominated landscape. It was hypothesised that the distribution of adults, eggs and larvae among foodplant patches are related to the quality of the patches.

3. Materials and Method

3.1. Study species

3.1.1. *Maculinea teleius*

Our study species, the Scarce Large Blue, *Phengaris (Maculinea) teleius* (Bergsträsser, 1779), is an endangered butterfly throughout Europe due to abandonment of traditional agriculture and habitat loss (VAN SWAAY & WARREN 1999). *M. teleius* breeds in wet meadows and oviposits in the flowerheads of its foodplant, *Sanguisorba officinalis*. The species is obligatory myrmecophilous: the main host ant species in the study area is *Myrmica scabrinodis* (TARTALLY & CSÖSZ 2004).

3.1.2. *Coenonympha oedippus*

The False Ringlet is distributed across the whole Palearctic steppe zone. It is one of the most endangered butterflies in Europe. Habitats of the species are highly fragmented and isolated (KUDRNA 2002). In Hungary a remaining habitat complex at Ócsa is also threatened by deterioration and isolation, due to drainage and abandonment. The species lives in wet Molinietum meadows, as *Molinia* and *Carex* species are the main foodplants of the polyphagous larva (BRÄU *et al.* 2010). The species is considered to have weak flight abilities based on earlier studies of within-habitat movements (ČELIK *et al.* 2009).

3.1.3. *Zerynthia polyxena*

Z. polyxena is a protected butterfly with good flying abilities. Populations in Hungary are not in immediate danger. Its larval

foodplant is Birthwood (*Aristolochia clematitis*). The female lays its eggs on the host plant, and the hatching larva feeds on the leaves and concentrates the toxins of the plant in its body. The foodplant and the butterfly are distributed in disturbed habitats, in riverside floodplains, artificial tree plantations and abandoned orchards (BÁLINT *et al.* 2006). The main threatening factor for the butterfly is the disappearance of its foodplant due to too intensive management or lack of disturbance.

3.2. Study Sites

3.2.1. Study I:

The *M. teleius* population was studied at Kunpeszér, on the Hungarian Great Plain. The area is a mosaic of marshy meadows with extensive grazing of cattle. The most humid and deepest depressions are characterised by willow bushes and reeds and are not suitable habitats for this butterfly. Around the depressions, four types of microhabitat are available: *Typha*, *Lythrum*, *Stachys* and *Molinia* microhabitat.

3.2.2. Study II and Study III:

C. oedippus was studied in a habitat complex near Ócsa. In Study II, we focused on a small (0.65 ha) habitat patch for population size estimation. In Study III, we enlarged the study area and covered all occupied patches of the habitat complex. The species' presence was recorded in 16 patches with 12 patches of higher densities. These 12 study patches were isolated from each other by 0.01–3.2 km. The examined patches were all wet meadows, dominated by *Molinia coerulea* and other *Poaceae* and *Carex* species with few nectar sources. The traditional management of the area was extensive mowing for haymaking; now most of the patches are abandoned without any or with very limited mowing.

3.2.3. Study IV:

One of the biggest *Z. polyxena* populations in Hungary lives in the habitat near Csévharaszt. Black locust and poplar tree plantations cover the area, alternating with open clearings and artificial hummocks in a complex pattern. Hummocks were partly shaded and disturbed, and

were ideal habitats for the butterfly's foodplant (*Aristolochia clematitis*).

3.3. Sampling methods and data analysis

3.3.1. Study I

Altogether 40 (50 × 5 m) transects were laid out around eight marshland depressions, from the edge of the depression perpendicularly outwards to the meadows. Transects were divided into ten quadrates (400 quadrates in total). The number of *M. teleius* individuals was recorded in each quadrate. Numbers of foodplant flowerheads were counted, soil humidity and vegetation height were measured, and microhabitat type and grazing intensity (absent, light or strong) were classified in every quadrate. Pitfall traps were used to detect the presence of host ant species.

Logistic regression analysis was used to determine the relationship between presence of butterflies and explanatory variables (soil humidity, grazing category, microhabitat type and vegetation height). Correlation between the quadrates was built into the models, to avoid edge effects. In the case of the most populous patch a linear regression analysis was carried out among the number of butterflies per quadrate and the explanatory variables. The relationship between the number of *M. teleius* and *Myrmica scabrinodis* was analysed using a Mann-Whitney test.

3.3.2. Study II

For population size estimation of *C. oedippus*, a mark-release-recapture method was used in one habitat patch between 2005 and 2007. Capture locations were recorded based on a 5×5 m grid. The apparent survival probability and capture probability were estimated for both sexes with the Cormack-Jolly-Seber method using Mark 5.1. Mean lifespan was calculated from survival probability. The daily and total population size was estimated. The 2007 survey was also used in the analysis of Study III.

3.3.3. Study III

We carried out a mark-release-recapture survey in 12 habitat patches of *C. oedippus* in 2007. We measured the quality of each habitat patch: height of vegetation, height of grass litter, number of flowers/nectar sources, groundwater level. The area covered by tussocks and percentage of bush cover were estimated for each habitat patch.

The mark-release-recapture dataset was analysed in two steps, and separately for each of the 12 habitat patches. First, we fitted a Cormack-Jolly-Seber (CJS) model with time- and sex-dependent parameters (survival rate and recapture probability). Secondly, we fitted a Jolly-Seber (JS) model with a set up for survival rate and encounter probability as in the most parsimonious CJS model. Daily population size was a derived parameter of the JS model. The Virtual Migration 2 programme was used to estimate dispersion and population parameters. The relationship between butterfly quantity and habitat quality parameters was analysed with a general additive model with lognormal error distribution, without any smoothing effect. Predictor variables were standardised: height of vegetation, height of grass litter, number of flowers/nectar sources, area covered by tussocks, percentage of bush cover, area and groundwater level.

3.3.4. Study IV

The number of *Z. polyxena* adults was counted twice a day at each transect, altogether 16 times. The number of eggs and larvae was counted twice in each quadrat, in the middle and at the end of the flight period. Number and height of foodplants, height of other plants and percentage of bare ground were measured at the same time. Light intensity was measured on each transect.

Due to the overdispersion and heteroscedasticity in our dataset, and correlations among explanatory variables, we used conditional inference trees to analyse our data. We carried out six regression tree analyses. Number of adults, eggs and larvae as response variables were analysed separately. In three of the tree analyses, the only explanatory variable was the vegetation category, while in the other three trees, we used undergrowth parameters as explanatory variables: height of

foodplants, number of foodplants, height of other undergrowth plants, percentage of bare ground and light intensity.

4. Results and Discussion

4.1. Study I: Microhabitat preferences of *M. teleius*

- Presence of *M. teleius* was related significantly to the microhabitat type, but not to foodplant or grazing based on logistic regression model. *M. teleius* butterflies prefer *Stachys* and *Lythrum* microhabitats and avoid *Molinia* and *Typha* microhabitats, which probably act as a matrix for the butterflies. In the preferred microhabitats, vegetation height was 10–44 cm. Therefore, this butterfly species seems to have similar vegetation height requirements in this region as in other parts of Europe (THOMAS & ELMES 2001).
- Abundance of *M. teleius* was positively related to the number of foodplant flowerheads, but grazing had no significant effect. Similarly to our results, a German study shows that *M. teleius* abundance is positively related to foodplant density, vegetation height and host ant availability (DIERKS & FISCHER 2009). In contrast to our result, NOWICKI *et al.* (2007) found that at a metapopulation level, foodplant density does not limit the abundance of *M. teleius*.
- The present study did not indicate that local grazing intensity had a direct effect on butterfly occurrence or abundance. Therefore, like others (GRIEBELER & SEITZ 2002), we also think that grazing had indirect effects, results in a particular vegetation height and cover of grassland favourable for the butterfly and especially its host ants.
- Numbers of *M. teleius* were significantly higher in quadrates where host ants (*Myrmica scabrinodis*) were present compared to quadrates lacking the host ant. This study is too limited to decide whether this butterfly is directly or indirectly affected by the presence of host ants. However, we draw attention to the fact that lower host ant density may increase the risk of local extinction (THOMAS 1994).

4.2. Study II: Structure and size of a population of *C. oedippus*

- No major fluctuations in population size were observed during the three-year study period, a promising sign regarding survival, even though a long-term trend cannot be estimated in this time scale. The estimated total population size was 137 in 2005, 273 in 2006 and 212 in 2007. The butterfly showed the characteristic of protandry, a widely recognised phenomenon among butterflies that was also observed in a Slovenian population of the species (ČELIK 2004).
- The apparent survival rate (0.78–0.89) of the species is in the higher region among butterflies. Butterfly species with high daily survival rates are prone to be sedentary, with limited dispersal ability, and vulnerable (SCHTICKZELLE *et al.* 2005). During 2005–2006, the survival rate of the females was higher than that of the males, which accords with the results of ČELIK (2004).
- Both males' and females' movement was restricted to short distances within the habitat patch, again according with ČELIK'S results (2004). Males moved more frequently and flew longer distances (approx. 10–15 m/occasion) than females (0.2–4m). Short flights implied sedentary living habits and a closed population; surprisingly, this presumption was partly disproved in Study III.
- We mapped the potential habitats in the area: 16 locations were found. Some of them were solely individual, though some were promising for a persisting local population.

4.3. Study III: *C. oedippus* population size, metapopulation structure and habitat preference

- The estimated total number of individuals in the studied population system was slightly over 3,000, which was calculated for ten habitat patches, where the total estimated number of individuals varied between 24 and 1055. In all patches, protandry was observed. The 12 examined populations form a

metapopulation that is larger both in area and population size than earlier estimations (BÁLINT & MÁTÉ 2004), but it is divided into small subpopulations.

- Two groups of patches separated by distances and habitat characteristics differed in size and peak of flight period. Spatial asynchrony in demography of local populations can also be detected frequently in metapopulation dynamics (SUTCLIFFE *et al.* 1997). This asynchrony is probably not large enough to save a subpopulation from environmental perturbations, but has the potential to strengthen the metapopulation.
- Dispersal among habitat patches is possible. Females moved only among the closest habitats (max. 0.5 km); males were able to move among all the examined habitat patches (max. observed distance 5.8 km), in contrast to our initial understanding of closed populations. Female dispersal is very low, hence, probability of recolonization is low, and a fast turnover rate is unlikely (HANSKI & GLIPIN 1997). Gender differences in dispersal were also observed in an Italian population (BONELLI *et al.* 2010).
- Lower groundwater level, large area covered by tussocks and high grass litter all contributed to higher density or population size of the butterfly. In contrast to our expectations, high groundwater level may have a detrimental effect on larval survival. Maintaining tall vegetation and high grass litter may be important for larval survival (BRÄU *et al.* 2010).
- The groundwater level should be high enough to maintain the Molinietum vegetation for the species, but sufficiently low to allow larval survival and the presence of bushes for adult preferences. Structured vegetation with tussocks and large amounts of grass litter should be maintained by traditional management, including infrequent mowing.

4.4. Study IV: *Z. polyxena* habitat preference

- We demonstrated that distributions at different life stages of the model species *Z. polyxena* have slightly different habitat

requirements that can be explained by different environmental conditions in distinct vegetation types.

- *Z. polyxena* adults avoided poplar patches; their abundance in the other three vegetation types was higher. This pattern largely coincided with the cover of bare ground and none with the other environmental variables. Light intensity may play a crucial role in affecting butterfly distribution, and we suggest that butterflies avoided poplar stands because light intensity was below a certain threshold. Our result that bare ground and shaded microhabitat type had a negative effect on adult abundance confirms the conclusion of ČELIK (2012) that the area of host plants in sunny locations is strongly related with male and weakly with female adult numbers. Size or amount of foodplant had no effect on imago abundance, similar to ČELIK's finding.
- Distribution of eggs showed a somewhat different pattern from adult butterflies, as their presence and number was low in open and poplar patches. Hummocks and black locust patches were the best oviposition sites, an observation that was confirmed by a latter study (BATÁRY *et al.* 2008). Eggs were more abundant in hummock and black locust patches where food plants were bigger and food plant numbers were higher. Butterflies used the food plant patches in open areas, but did not lay many eggs there.
- Larvae showed a different distribution from eggs and butterflies, since they were significantly most abundant only in hummock patches. Plots with higher foodplants hosted the highest numbers of larvae, fewer larvae were in plots with medium sized foodplants, and the lowest numbers of larvae were in plots with short foodplants. Food plant biomass may be an important factor in larval survival and development.

5. Summary of new scientific results

- Presence of *M. teleius* was related significantly to the microhabitat type, but not to foodplant or grazing. *M. teleius* butterflies prefer *Stachys* and *Lythrum* microhabitats and avoid

Molinia and *Typha* microhabitats. In the preferred microhabitats, vegetation height was 10–44 cm.

- Abundance of *M. teleius* was positively related to the number of foodplant flowerheads, but grazing had no significant effect.
- Abundance of *M. teleius* were significantly higher in quadrates where host ants (*Myrmica scabrinodis*) were present compared to quadrates lacking the host ant.

- There were no major fluctuations in population size of *C. oedippus* during the three-year study period. The estimated total population size was 137, 273 and 212. The butterfly showed the characteristic of protandry.
- The apparent survival rate (0.78–0.89) of the species is in the higher region among butterflies, female values were higher.
- Both males' and females' within patch movements were restricted to short distances. Males moved more frequently and flew longer distances (10–15m) than females (0.2–4m).
- We mapped the potential habitats: 16 locations were found.

- The estimated total number of individuals in the studied population system was slightly over 3,000, which was calculated for ten habitat patches, where the total estimated number of individuals varied between 24 and 1055. The examined small subpopulations form a metapopulation that is larger both in area and population size than earlier estimations.
- Dispersal among habitat patches is possible. Females moved only among the closest habitats (max. 0.5 km); males were able to move among all the examined habitat patches (max. 5.8 km), in contrast to our initial understanding of closed populations. Distance-dependence of dispersal is stronger in the case of females. Female dispersal is very low, hence, probability of recolonization is low, and a fast turnover rate is unlikely.
- Lower groundwater level, large area covered by tussocks and high grass litter all contributed to higher density or population size of the butterfly. In contrast to our expectations, high

groundwater level may have a detrimental effect on larval survival. Maintaining tall vegetation and high grass litter may be important for larval survival.

- The groundwater level should be high enough to maintain the Molinietum vegetation for the species, but sufficiently low to allow larval survival and the presence of bushes for adult preferences.
- We demonstrated that the distributions of *Z. polyxena*'s imago, egg and larva stages are different.
- Adults avoided poplar patches; their abundance in the other three vegetation types was higher. This pattern largely coincided with the cover of bare ground. Size or amount of foodplant had no effect on imago abundance.
- Eggs were more abundant in hummock and black locust patches where food plants were bigger and food plant numbers were higher. Butterflies used the food plant patches in open areas, but did not lay many eggs there.
- Larvae showed a different distribution from eggs and butterflies, since they were significantly most abundant only in hummock patches. Plots with higher foodplants hosted the highest numbers of larvae. Food plant biomass may be an important factor in larval survival and development.

6. References

- BÁLINT, Z., GUBÁNYI, A. & PITTER, G. (2006) *Magyarország védett pillangóalakú lepkéinek katalógusa a Magyar Természettudományi Múzeum gyűjteménye alapján* [A catalogue of protected papilioformid butterflies of Hungary based on the collection of the Hungarian Natural History Museum]. Magyar Természettudományi Múzeum, Budapest, 136 pp.
- BÁLINT, Z. & MÁTÉ, A. (2004) Ezüstsávós szénalepke (*Coenonympha oedippus*) fajmegőrzési terv. [False ringlet (*Coenonympha oedippus*) species conservation actionplan.] KvVM Természetvédelmi Hivatala, Budapest
- BATÁRY, P., ÖRVÖSSY, N., KÖRÖSI, Á. & PEREGOVITS, L. (2008) Egg distribution of the southern festoon (*Zerynthia polyxena*). *Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* **54**(4):401–410.
- BONELLI, S., CANTERINO, S. & BALLETO, E. (2010) Ecology of *Coenonympha oedippus* (Fabricius, 1787) (Lepidoptera: Nymphalidae) in Italy. *Oedippus* **26**:25–30.
- BRÄU, M., DOLEK, M. & STETTNER, C. (2010) Habitat requirements, larval development and food preferences of the German population of the False Ringlet *Coenonympha oedippus* (FABRICIUS, 1787) (Lepidoptera: Nymphalidae) – research on the ecological needs to develop management tools. *Oedippus* **26**:41–51.
- ČELIK, T. (2004) Population dynamics of endangered species *Coenonympha oedippus* Fabricius, 1787 (Lepidoptera:Satyridae) on the Ljubljansko Baarje (Slovenia). *Acta Entomologica Slovenica* **12**:99–114.
- ČELIK, T. (2012) Adult demography, spatial distribution and movements of *Zerynthia polyxena* (Lepidoptera: Papilionidae) in a dense network of permanent habitats. *European Journal of Entomology*. **109**: 217–227.
- ČELIK, T., VREŠ, B. & SELIŠKAR A. (2009) Determinants of within-patch microdistribution and movements of endangered butterfly *Coenonympha oedippus* (Fabricius, 1787) (Nymphalidae: Satyrinae). *Hacquetia* **8**:115–128.
- COOK, L.M., BROWER, L.P., CROZE, H.J. (1967) The accuracy of a population estimation from multiple recapture data. *Journal of Animal Ecology* **6**: 57-60.
- DIERKS, A. & FISCHER, K. (2009) Habitat requirements and niche selection of *Maculinea nausithous* and *M. teleius* (Lepidoptera: Lycaenidae) within

- a large sympatric metapopulation. *Biodiversity and Conservation* **18**(13): 3663–3676.
- DOLEK, M., STETTMER, C., BRÄU, M., SETTELE, J. (2010) *Oedippus* in *Oedippus*. 01
- GRIEBELER E.M. & SEITZ A. 2002: An individual based model for the conservation of the endangered Large Blue Butterfly, *Maculinea arion* (Lepidoptera: Lycaenidae). *Ecological Modelling*. **156**: 43–60.
- HANSKI, I., GLIPIN, M. E. (1997) *Metapopulation biology. Ecology, genetics and evolution*. Academic Press, San Diego
- KÖRÖSI, 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**(2): 118–126
- KÖRÖSI, Á., SZENTIRMAI, I., BATÁRY, P., KÖVÉR, S., ÖRVÖSSY, N. & PEREGOVITS, L. (2014) Effects of timing and frequency of mowing on the threatened scarce large blue butterfly – A fine-scale experiment. *Agriculture Ecosystems & Environment* **196**:24–33.
- KUDRNA, O. (2002) The distribution atlas of European butterflies. *Oedippus* **20**:1–343.
- MAES, D. & VAN DYCK, H. (2001) Butterfly diversity loss of Flanders (North Belgium): Europe’s worst case scenario? *Biological Conservation* **99**: 263-276.
- NOWICKI, P., PEPKOWSKA, A., KUDLEK, J., SKÓRKA, P., WITEK, M., SETTELE, J. & WOYCIECHOWSKI, M. (2007) From metapopulation theory to conservation recommendations: Lessons from spatial occurrence and abundance patterns of *Maculinea* butterflies. *Biological Conservation* **140**: 119–129.
- PECSENYE, K., BEREZKI, J., TIHANYI, B., 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**(1):11–21.
- SCHTICKZELLE, N., CHOUTT, J., GOFFART, P., FICHEFET, V. & BAGUETTE, M. (2005) Metapopulation dynamics and conservation of the marsh fritillary butterfly: Population viability analysis and management options for a critically endangered species in Western Europe. *Biological Conservation* **126**: 569–581.
- SETTELE, J., KUDRNA, O., HARPKE, A., KÜHN, I., VAN SWAAY, I. *et al.* (2008) *Climatic Risk Atlas of European Butterflies*. Pensoft, Sofia, Bulgaria

- SKÓRKA, P., SETTELE, J. & WOYCIECHOWSKI, M. (2007) Effects of management cessation on grassland butterflies in southern Poland. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 121: (4) 319-324.
- STRIJKER, D. (2005) Marginal lands in Europe—causes of decline. *Basic and Applied Ecology* 6: (2) 99-106.
- SUTCLIFFE, O. L., THOMAS, C. D., YATES, T. J. & GREATOREX-DAVIES, J. N. (1997) Correlated extinctions, colonizations and population fluctuations in a highly connected ringlet butterfly metapopulation. *Oecologia* 109:235–241
- TARTALLY, A. (2008) Host ant use of *Maculinea teleius* in the Carpathian Basin (Lepidoptera: Lycaenidae) *Acta zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 54:257–268.
- TARTALLY, A. & CSÖSZ, S. (2004) Data on the ant hosts of the *Maculinea* butterflies (Lepidoptera: Lycaenidae) of Hungary. *Termvéd. Közl.* 11: 309–317. (in Hungarian, with English summary).
- THOMAS, J.A. (1994) The ecology and conservation of *Maculinea arion* and other European species of large blue. In: Pullin A. (ed): *Ecology and conservation of butterflies*. Chapman & Hall, London, pp. 180–196.
- THOMAS, J.A. (1995) The conservation of declining butterfly populations in Britain and Europe: priorities, problems and successes. *Biological Journal of the Linnean Society* 56:55–72.
- THOMAS, J.A. & ELMES, G.W. (2001) Food-plant niche selection rather than the presence of ant nests explains oviposition patterns in the myrmecophilous butterfly genus *Maculinea*. *Proc. R. Soc. Lond. B.* 268: 471–477.
- THOMAS, J.A., TELFER, M.G., ROY, D.B., PRESTON, C.D., GREENWOOD, J.J.D., ASHER, J., FOX, R., CLARKE, R.T., LAWTON, J.H. (2004) Comparative losses of British butterflies, birds, and plants and the global extinction crisis. *Science* 303, 1879–1881.
- VAN SWAAY C.A.M. & WARREN M.S. 1999: *Red Data Book of European Butterflies (Rhopalocera)*. Nature and Environment Series No. 99. Council of Europe, Strasbourg, 260 pp.
- VAN SWAAY, C. A. M., CUTTELOD, A., COLLINS, S., MAES, D., LÓPEZ, MUNGUIRA, M., ŠAŠIĆ, M., SETTELE, J., VEROVNIK, R., VERSTRAEL, T., WARREN, M., WIEMERS, M. & WYNHOFF, I. (2010) European red list of butterflies. Luxembourg: Publications Office of the European Union
- WARREN, M. S., HILL, J. K., THOMAS, J. A. et al. (2001) Rapid responses of British butterflies to opposing forces of climate and habitat change. *Nature* 414:65–69.

1. Bevezetés

Jelen dolgozatban az ökológiai kutatások természetvédelmi jelentőségét járom körül, védett nappali lepkék példáján. A lepkék élőhelyhasználata, a szükséges források elérhetősége valamennyi életfázis számára és a populációk térbeli szerveződésének következményei mind jelentősek a természetvédelmi elmélet és gyakorlat szempontjából. Ahelyett, hogy ezeket a szempontokat mind egy faj segítségével vizsgáltam volna, három különböző védett nappali lepke szolgált modell fajként a különböző aspektusok vizsgálatakor. A *Maculinea (Phengaris) teleius*, a *Coenonympha oedippus* és *Zerynthia polyxena* védett fajok, habár veszélyeztetettségük mértéke különböző. A vizsgálatok célja volt kideríteni, hogy mely ponton alkalmazhatóak természetvédelmi beavatkozások a fajok hosszútávú túlélésének biztosításához. A legfőbb cél az élőhelyhasználat és a forrásigények feltárása volt valamennyi faj esetén, aminek ismerete szükséges a megfelelő természetvédelmi kezelési tervek kidolgozásához. A nappali lepke élőhelyek Európában erős emberi hatás alatt állnak, a hagyományos kezelés megváltoztatása a terület leromlásához vezet, akár felhagyják a gazdálkodást, akár intenzívebb lesz. Emiatt sok veszélyeztetett lepkefaj élőhelyének megőrzéséhez szükséges tervezett természetvédelmi beavatkozás.

A jelenlegi biodiverzitás krízis erősebben jelentkezik a nappali lepke fajok esetén, mint más csoportoknál (THOMAS *et al.* 2004). A nappali lepkék diverzitása nagymértékben csökken Európában, néhány vizsgálat szerint nagyobb mértékben, mint madarak és növények esetén (THOMAS *et al.* 2004). A specialista fajok populációnak hanyatlása még nagyobb mértékű, mint a generalista fajoké, így kihalásuknak még nagyobb a veszélye (WARREN *et al.* 2001).

A füves élőhelyek nappali lepkéi közül sok fajt tartanak indikátorfajnak az ott élő többi izeltlábú faj tekintetében. A fajok közül néhányat ernyőfajként is kijelöltek, mivel védelmük szükségszerűen elősegíti más fajok védelmét is. A természetvédelmi kezelések kialakítása előtt az első lépések magukba foglalják a faj populációinak lokalizációját, a populációk struktúrájának, méretének és dinamikájának feltárását. Ezek után lehet a fajok élőhelyhasználatára és

forrásszükségletére fókuszálni. A végső cél ezeknek a terveknek a megvalósítása és hatásainak ellenőrzése. A rendelkezésre álló információ mennyisége különböző a fajok esetén: a *M. teleius* számos kutatás alanya, a *C. oedippus* sokkal kevésbé ismert, míg a *Z. polyxena* kifejezetten ritkán vizsgált.

Kutatásaink célja az volt, hogy kiegészítsék a meglévő ismereteket ennek a három fajnak az élőhely használatáról és populációbiológiájáról egy esetleges későbbi természetvédelmi kezelés kialakításához. A *M. teleius* ökológiájával, védelmével és a természetvédelmi kezelések hatásaival számtalan publikáció foglalkozik. Az újabb nagyléptékű vizsgálatok a faj élőhelyigényeiről (DIERKS & FISCHER 2008) és metapopulációs dinamikájáról (NOWICZKI 2014) tartalmazzák a legújabb idevágó kutatási eredményeket. A faj magyarországi állományait is alaposan tanulmányozta több kutatócsoport; a helyi populációk szerkezetét (KÖRÖSI *et al.* 2012), a természetvédelmi kezelések hatásait (KÖRÖSI *et al.* 2014), a hangyagazda fajokat (TARTALLY 2008) és a genetikai szerkezetet is (PECSENYE *et al.* 2007).

Az ezüstsávós szénalepke (*C. oedippus*) egy kevésbé vizsgált faj, habár néhány kutatócsoport már tanulmányozta a faj elterjedését, a populációk méretét és a faj szaporodásbiológiáját; a legtöbb új vizsgálat eredménye az *Oedippus* folyóirat (DOLEK *et al.* 2010) különkiadásában szerepelt. A faj magyarországi populációiról kevés ismeret állt rendelkezésünkre. Egy állandó populáció elhelyezkedése volt korábban leírva (BÁLINT 2006), de a populáció szerkezete, a diszperziós képességek és az élőhelyhasználat nem volt ismert. Az egyetlen ismert populáció élőhelye is veszélyeztetettnek minősült az egész terület kiszáradása miatt, így annak eltűnése erősen valószínűsíthető volt. Szerencsére mialatt vizsgálataink folytak két jelentős fordulat is történt: Vizsgálataink során több alpopulációt és élőhelyet is találtunk az ismert élőhely közelében, amely csökkentette a populáció véletlenszerű kihalásának esélyét. Ugyanekkor a Fertő-Hanság Nemzeti Park területén is találtak egy nagyobb állományt (AMBRUS *pers. comm.*).

A farkasalma lepke egy kevésbé tanulmányozott faj, Dél- és Kelet-Európában őshonos. Egy tanulmány jelent meg a faj populáció struktúrájáról (ČELIK 2000) és egy a peték eloszlásáról (BATÁRY *et al.*

2008). A faj jelenleg nem erősen veszélyeztetett, de védett státusza természetvédelmi kezeléseket indokoltá tehet.

A nappali lepke diverzitás csökkenésének fő okai az élőhelyvesztés, fragmentáció és a gazdálkodás megváltozása (THOMAS 1991; MAES & VAN DYCK 2001; WARREN *et al.* 2001; SKÓRKA *et al.* 2007).

Az európai tájak régóta emberi művelés alatt állnak, ezért sok fajgazdag élőhelytípus erősen függ a hagyományos kis intenzitású mezőgazdasági műveléstől, ennek fenntartása azonban több területen már csak természetvédelmi kezelés formájában lehetséges. Az agrár élőhelyek közül a nedves réteket mind az intenzifikáció (THOMAS 1995) mind a felhagyás veszélyezteti (STRIJKER 2005). A nedves rét jellegű élőhelyek leromlása és fragmentációja számos nappali lepke fajt érint, köztük az ezüstsávós szénalepkét (*C. oedippus*) és a vérfű boglárkát (*M. teleius*) (VAN SWAAY & WARREN 1999; NOWICKI *et al.* 2007; SKÓRKA *et al.* 2007; VAN SWAAY *et al.* 2010).

2. Célok és kérdések

Tanulmány I.: A *Maculinea teleius* élőhelypreferenciái mozaikos élőhelyen

Feltételeztük, hogy a *M. teleius* jelenléte és denzitása különbözik a vizsgálati területen elérhető négyféle élőhelyen. Vizsgáltuk milyen kapcsolat van a faj jelenléte és populáció denzitása valamint a tápnövény mennyisége, a hangyagazda jelenléte és néhány egyéb környezeti tényező között

Tanulmány II. Egy veszélyeztetett magyarországi *C. oedippus* populáció szerkezete és mérete

A vizsgálat célja néhány populációdinamikai paraméter becslése (populáció méret, nemek aránya, túlélési ráta, élettartam) volt egy ezüstsávós szénalepke populációban három éves vizsgálati időszakban jelölés–visszafogás módszer segítségével.

Tanulmány III. Az élőhelyminőség hatása a populációk méretére és egy lehetséges *C. oedippus* metapopuláció szerkezete.

Célunk volt a populáció struktúra feltárása: élőhely foltok csoportjainak elkülönítése a rajzás fenológiája, a szubpopulációk

aszinkronitása és a mozgás mintázat alapján. Az élőhely minőségének hatása a populációk méretére és denzitására is vizsgálat tárgya volt.

Tanulmány IV. A farkasalmalepke élőhelyigénye, imágók, peték és lárvák eloszlása.

Ebben a tanulmányban a farkasalmalepke élőhelyszükségeit vizsgáltuk valamennyi életfázisban. Feltételeztük, hogy a lepkék, peték és lárvák eloszlása a különböző tápnövény foltokban kapcsolatban áll a folt minőségével.

3. Anyag és módszer

3.1. A vizsgált fajok

3.1.1. *Maculinea teleius*

A vérfű boglárka (*Phengaris (Maculinea) teleius*, Bergsträsser, 1779) egész Európában veszélyeztetett, főként a hagyományos gazdálkodás felhagyása és élőhelyeinek leromlása miatt (VAN SWAAY & WARREN 1999). A *M. teleius* nedves réteken él, petéit az őszi vérfű (*Sanguisorba officinalis*) virágfejébe helyezi. A faj obligát myrmecophil: a legjelentősebb hangya gazdafaj a *Myrmica scabrinodis* a területen (TARTALLY & CSÖSZ, 2004).

3.1.2. *Coenonympha oedippus*

Az ezüstsávós szénalepke, *Coenonympha oedippus* (Fabricius, 1787), a palearktikus régió sztyeppe övében elterjedt. Egyike a legveszélyeztetettebb nappali lepke fajoknak, állományai erősen fragmentáltak és izoláltak (KUDRNA 2002). Magyarországon az Ócsa mellett élő populációt vizsgáltuk, amit kiszáradás és felhagyás veszélyeztet. A faj élőhelyére a Molinietum társulás jellemző, a polifág lárva fő táplálékát a *Molinia* és *Carex* fajok adják (BRÄU *et al.* 2010). A faj repülési képességét korábbi, élőhelyfoltokon belüli mozgásmintázat vizsgálat alapján gyöngének tartották (ČELIK *et al.* 2009).

3.1.3. *Zerynthia polyxena*

A farkasalmalepke, *Zerynthia polyxena* ([Denis & Schiffermüller], 1775), egy védett faj jó repülési képességgel. A magyarországi populációkat nem veszélyezteti azonnali kihalás. Lárvális tápnövénye a

farkasalma (*Aristolochia clematidis*). A nőstények a tápnövényre rakják petéiket, a kikelő lárvák a leveleken táplálkoznak és szervezetükben felhalmozzák a növény méréganyagait. A tápnövény és a lepke is bolygatott élőhelyeken él: folyómenti árterületeken, faültetvényeken és felhagyott gyümölcsösökben (BÁLINT *et al.* 2006). A fő veszélyeztető tényező a lepke számára a tápnövény eltűnése a zavarás hiánya, vagy a túl intenzív művelés következtében.

3.2. Vizsgálati területek

3.2.1. I. tanulmány:

A *M. teleius* populációt Kunpeszérhez közeli élőhelyén vizsgáltuk. A területet különböző nedves rétek mozaikja alkotja, kezelésként extenzív szarvasmarha legeltetés történik. A legmélyebb területeken bokorfüzes állomány és nádas van, melyek nem alkalmas élőhelyek a faj számára. A turjánok mélyedései körül négyféle élőhely típust különböztettünk meg: *Typha*, *Lythrum*, *Stachys* és *Molinia* élőhelyet.

3.2.2. II. és III. tanulmány:

A *C. oedippus* ócsai élőhelyei közül a II. tanulmányban egy kisebb (0,65 ha) élőhely foltra összpontosítottunk, a III. tanulmányban kiterjesztettük a vizsgálatot és a faj összes lakott élőhelyfoltját bevontuk a vizsgálatba. A lepkefaj 16 élőhelyfoltban volt jelen, 12-ben nagyobb egyedszámmal. Ez a 12 élőhely folt 0,01–3,2 km távolságra helyezkedett el egymástól. Valamennyi élőhelyet a *Molinia coerulea* és egyéb *Poaceae* és *Carex* fajok uralták, kevés nektárforrás jelenlétében. A terület hagyományos hasznosítása extenzív kaszálás volt, jelenleg a legtöbb élőhely foltban nagyon korlátozott, vagy hiányzik a művelés.

3.2.3. IV. tanulmány:

Az egyik legnagyobb magyarországi farkasalmalepke (*Z. polyxena*) populáció él a Csévharaszt környéki faültetvényeken, ahol akác és nyár ültetvények váltakoznak nyílt irtásterületekkel és tuskóprizmás dombokkal. A dombok részben árnyékoltak, zavartak, így ideális élőhelyet nyújtanak a faj tápnövényének, a farkasalmának (*Aristolochia clematidis*).

3.3. Mintavételi módszerek és adat elemzés

3.3.1. I. tanulmány

Összesen 40 (50×5 m) transzektet helyeztünk el 8 turján körül, a turján szegélyétől kifelé mutatva. A transzektet 10 kvadrátra osztottuk (összesen 400 kvadrát). A *M. teleius* egyedek számát lejegyeztük valamennyi kvadrátban, 2005 augusztusában összesen 28 alkalommal. A tápnövény virágfejeinek számát, az élőhely típusát és a legelési intenzitást (erős, gyenge, nincs) feljegyeztük, mértük a talajnedvességet és a növényzet magasságát. Talajcsapdákat helyeztünk el a hangya gazdafaj jelenlétének észleléséhez.

Logisztikus regresszió elemzés segítségével határoztuk meg a lepke jelenléte és a magyarázó változók közötti kapcsolatot (talajnedvesség, legeltetés intenzitása, élőhely típus, vegetáció magassága). A kvadrátok közötti korrelációt a szegélyhatás kiküszöbölése érdekében beépítettük a modellbe. A legnépesebb élőhelyfolt esetén lineáris regresszió segítségével becsültük a kvadrátonkénti egyedszám és a magyarázó változók közötti kapcsolatot. A lepkefaj és hangya gazda faj közötti kapcsolatot (*Myrmica scabrinodis*) Mann-Whitney test segítségével elemeztük.

3.3.2. II. tanulmány

A *C. oedippus* populációméret becsléséhez jelölés-visszafogás módszert alkalmaztunk, egy élőhely foltot vizsgáltunk 2005 és 2007 között. A fogások helyszínét 5×5 m-es pontháló segítségével rögzítettük. A látszólagos túlélési valószínűséget és a fogási valószínűséget Cormack-Jolly-Seber módszerrel becsültük a Mark 5.1 programmal, külön a két nem esetén. Az átlagos élettartamot a túlélési valószínűségből származtattuk. A napi és teljes populációméretet megbecsültük. A 2007-es felmérés adatait a III-as tanulmányban is használtuk.

3.3.3. III. tanulmány

Jelölés-visszafogásos populációméret becslést végeztünk 12 *C. oedippus* élőhelyfoltban 2007-ben. Valamennyi élőhely minőségét mértük: a vegetáció magasságát, a fűavar magasságát, a nektárforrások

számát, a terület méretét, a talajvíz magasságát. A zombékkal borított terület nagyságát és a bokorral borított terület százalékos arányát pedig becsültük.

A jelölés-visszafogás adatsort két lépésben elemeztük, külön a 12 élőhelyfolt esetén. Először egy Cormack-Jolly-Seber (CJS) modellt illesztettünk az adatokra, idő- és nemfüggő paraméterekkel (túlélési ráta és visszafogási valószínűség). Másodjára Jolly-Seber (JS) modellt illesztettünk a CJS modelltől származó túlélési és belépési valószínűségeket használva. A napi egyedszámot a JS modelltől származtattuk. A “Virtual Migration 2” programot használtuk a diszperziós paraméterek becsléséhez. Az egyedek mennyisége és az élőhelyminőséget jelző paraméterek közötti kapcsolatot általános additív modellek segítségével határoztuk meg. A standardizált magyarázó változók a következők: vegetáció magassága, fűavar magassága, nektárforrások száma, zombékkal borított terület mérete, bokorral borított terület százalékos aránya, terület és talajvízszint magassága.

3.3.4. IV. tanulmány

A *Z. polyxena* egyedeket napi kétszer számoltuk minden transzekt mentén, összesen 16 alkalommal. A petéket és lárvákat kétszer mintavételeztük valamennyi kvadrátban. A tápnövények számát és magasságát, az egyéb aljnövényzet magasságát és a csupasz talajfelület százalékos borítását a pete és a lárva felmérés során jegyeztük fel. Mértük a fényintenzitást valamennyi transzekt mentén.

Az adatokban fellépő heteroscedaszticitás, a függő változók nagymértékű varianciája (overdispersion), valamint a magyarázó változók közötti korreláció miatt regressziós fák (conditional inference tree) szerkesztéséhez folyamodtunk. Hat regressziós fát szerkesztettünk. A kifejlett egyedek, peték vagy a lárvák száma volt a függő változó. Először a három függő változó és a vegetáció típus viszonyát elemeztük, majd következő három elemzés során az aljnövényzet következő paramétereit, mint független változókat vontuk be az elemzésbe: tápnövény magassága, tápnövény mennyisége, egyéb aljnövényzet magassága, csupasz talajfelület százaléka és fény intenzitás.

4. Eredmények és Diskusszió

4.1. I. tanulmány: A *M. teleius* élőhelypreferenciája

- A *M. teleius* jelenléte szignifikáns különbségeket mutatott az élőhely típusok között, de a tápnövények mennyisége és a legeltetés hatása nem volt kimutatható a logisztikus modell alapján. A *M. teleius* előnyben részesítette a *Stachys* és *Lythrum* élőhelytípust, és elkerülte a *Molinia* és *Typha* típust, amelyek valószínűleg mátrixként tekinthetők a faj szempontjából. Az előnyben részesített élőhelyeken a vegetáció 10–44 cm, így vizsgálati területünkön is hasonló, mint Európa más régióiban (THOMAS & ELMES 2001).
- A *Maculinea teleius* egyedszáma pozitív kapcsolatban állt a tápnövény virágfejeinek számával, de a legeltetésnek nem volt szignifikáns hatása. Eredményeinkhez hasonlóan egy német tanulmány is arra jutott, hogy a virágfejek száma, a növényzeti magasság és a hangyagazda elérhetősége pozitív kapcsolatban áll a lepke egyedszámmal (DIERKS and FISCHER 2009). Eredményeinkkel ellentétben viszont metapopulációs szinten a tápnövény denzitása nem befolyásolta a *M. teleius* egyedszámát (NOWICKI *et al.* 2007).
- Eredményeink nem mutatják a legeltetés közvetlen hatását a faj jelenlétére vagy tömegességére. Ezért másokhoz hasonlóan (THOMAS 1990; GRIEBELER & SEITZ 2002), mi is azt a következtetést vontuk le, hogy a legeltetésnek közvetett hatása van, a megfelelő növényzeti magasság kialakításán keresztül biztosítja a faj és a hangyagazda számára kedvező élőhelyek fennmaradását.
- A *M. teleius* egyedszám szignifikánsan magasabb volt azokban a kvadrátokban, ahol a hangya gazdafaj (*Myrmica scabrinodis*) jelen volt. Tanulmányunk alapján nem megállapítható, hogy a lepke jelenlétét közvetlen vagy közvetett módon befolyásolja-e a hangyagazda jelenléte. Ugyanakkor fel kell hívni a figyelmet, hogy az alacsony hangyagazda denzitás növelheti a helyi populáció kihalásának esélyét (THOMAS 1994).

4.2. II. tanulmány: Egy *C. oedippus* populáció szerkezete és mérete

- A populáció méretében nem volt jelentős ingadozás a megfigyelt három éves periódusban, ami ígéretes jel a populáció túlélése szempontjából, habár hosszútávú trend nem jósolható vizsgálatunk alapján. A becsült populációméret 2005-ben 137, 2006-ban 273 és 2007-ben 212 volt. A populáció protandria jeleit mutatta, ami lepkék esetén gyakori és megfigyelték már a faj más populációjánál is (ČELIK 2004).
- A faj látszólagos túlélési rátája (0.78–0.89) a magasabb régióban van a lepkefajok között. A magas napi túlélési rátával rendelkező lepke fajok valószínűsíthetően helytűlők, korlátozott diszperziós képességgel, így veszélyeztetetté is gyakran válnak (SCHTICKZELLE *et al.* 2005). A nőstények túlélési rátája 2005–2006 során magasabb volt, mint a hímeké, csakúgy mint ČELIK (2004) mintavételi területén.
- Mind a hímek, mind a nőstények élőhely folton belüli mozgása rövid távolságokra korlátozódott, hasonlóan ČELIK eredményeihez (2004). A hímek gyakrabban és hosszabb távolságokat repültek (kb. 10–15 m/alkalom) mint a nőstények (0.2–4m). A rövid elmozdulások alapján zárt populációt feltételezhetünk, később ezt a feltételezést részben megcáfoltuk a III. tanulmány eredményei alapján.
- Feltérképeztük a lehetséges élőhelyfoltokat a területen: 16 helyszínt találtunk. Néhány esetben csak egy egyedet figyeltünk meg, más területek ígéretes helyi populációt sejtettek.

4.3. III. tanulmány: Egy *C. oedippus* populáció mérete, metapopulációs szerkezete és élőhely preferenciája

- A vizsgált populáció egésze valamivel több, mint 3000 egyedből állt, amelyet 10 élőhelyfolt alapján becsültünk meg. Az egyes foltokban 24 és 1055 egyed között volt a populációméret a teljes repülési időszak alatt. Valamennyi foltban protandriát figyeltünk meg. A 12 vizsgált alpopuláció egy metapopulációt alkot, ami mind területében, mind populációméretében nagyobb, mint a korábbi

becslések (BÁLINT & MÁTÉ 2004), de fontos tény hogy kis alpopulációkra van osztva.

- Az élőhelyfoltok két csoportba különültek el jellegzetességeik, távolság és méretük alapján, valamint a rajzáscsúcs időpontja alapján. Térbeli aszinkronitás gyakran megfigyelhető a helyi populációk rajzásának alakulásában a metapopulációs szerkezetű populációk esetén (SUTCLIFFE *et al.* 1997). Ez az aszinkronitás valószínűleg nem elég nagy az alpopulációk megmentésére valamilyen helyi katasztrófa esetén, azonban hozzájárulhat a metapopuláció egészének megerősítéséhez.
- A diszperzió lehetséges az élőhelyfoltok között. A nőstények csak a legközelebbi élőhelyfoltok között mozogtak (max. 0,5 km), míg a hímek az összes vizsgált folt között képesek átrepülni (max. megfigyelt távolság 5,8 km), ez a felismerés némiképp ellentmond a korábbi ismereteinek a faj erősen zárt populációról. A diszperzió távolságfüggése erősebb nőstények, mint hímek esetén. A nőstények diszperziója nagyon kismértékű, ezért a rekolonizáció lehetősége alacsony, így a foltdinamika sem lehet gyors (HANSKI & GLIPIN 1997). Hasonló nemi különbségeket a diszperzió képességben olaszországi populációkban is megfigyeltek (BONELLI *et al.* 2010).
- Az alacsonyabb talajvíz, zombékoló vegetációs szerkezet és a nagy mennyiségű talajavár felhalmozódása mind hozzájárul a magasabb denzitáshoz és populációmérethez. Várakozásainkkal ellentétben a magas talajvízszintnek negatív hatása lehet a lárvák túlélésére. A magas vegetáció megtartásának és a talajavár felhalmozódásának fontos szerepe lehet a lárvák túlélésében (BRÄU *et al.* 2010).
- A talajvíz szintjének megfelelően magasnak szükséges lenni a Molinietum társulás fenntartásához, ugyanakkor megfelelően alacsonynak is a lárvák túlélésének elősegítéséhez és a kifejlett egyedek számára védelműl szolgáló bokrok fennmaradásához. A zombékoló, heterogén szerkezetű vegetációt és a nagy mennyiségű talajavár felhalmozódását a hagyományos kezelés, mint az évenkénti egyszeri kaszálás biztosíthatja.

4.4. IV. tanulmány: *Z. polyxena* élőhelypreferenciája

- Vizsgálatunkban bemutattuk, hogy a farkasalmalepke különböző életfázisainak eloszlása kissé eltérő mintázatot mutat. A lepke, pete és lárva állapot számára eltérő környezeti adottságok ideálisak, ezért eloszlásuk különböző az élőhelyfoltok minőségének megfelelően.
- A kifejlett *Z. polyxena* egyedek elkerülték a nyaras területeket, a másik három élőhely típusban egyformán magasabb volt egyedszámuk. Ez a mintázat nagyban átfed a csupasz talajfelület arányával és semelyik másik mért változóval nem volt kapcsolatban. A fényintenzitásnak igen fontos szerepe lehet a kifejlett egyedek eloszlásának alakulásában; véleményünk szerint a lepkék azért kerültek a nyaras vegetáció típusra, mert a fényintenzitás egy bizonyos küszöbérték alá esett. Eredményünk, miszerint a csupasz talaj aránya és az árnyékos vegetáció típus negatív hatással van a lepke egyedszámokra összeegyeztethető ČELIK (2012) eredményeivel, miszerint a tápnövényfoltok napos foltjainak mérete erősen összefügg a hím és kevésbé a nőstények egyedszámával. A tápnövények mérete és mennyisége nem befolyásolta sem esetünkben, sem ČELIK (2012) vizsgálatában a lepke egyedszámot.
- A peték eloszlása valamelyest különbözött a lepkék eloszlásmintázatától, minthogy kevés megfigyelés történt nyílt és nyaras élőhelyen. A dombok és az akácok tápnövényfoltjai voltak a legmegfelelőbb peterakó helyek, ezt egy későbbi vizsgálatunk szintén igazolta (BATÁRY *et al.* 2008). Peték a legnagyobb mennyiségben azokban a domb és akác foltokban voltak megfigyelhetőek, ahol a nagy mennyiségű magas tápnövény volt jelen. Bár a lepkék használták a nyílt területek tápnövényfoltjait csak kevés petét helyeztek el ezekben.
- A hernyók eloszlása különbözött a peték és a lepkék eloszlásától, a domb élőhelyen volt a legnagyobb hernyó egyedszám. A magasabb tápnövényekkel rendelkező kvadrátok tartalmazták a legtöbb hernyót, kevesebb hernyó volt a közepes méretű növényekkel bíró kvadrátokban és a legkevesebb hernyó az alacsonyakkal rendelkező

kvadrátokban volt megfigyelhető. A tápnövény biomasszájának nagysága fontos tényező lehet a hernyók túlélése és fejlődése szempontjából.

5. Új tudományos eredmények

- A *M. teleius* előfordulása gyakoribb volt a *Stachys* és *Lythrum* élőhelytípusban, és elkerülte a *Molinia* és *Typha* típust. A tápnövények mennyisége és a legeltetés hatása nem volt kimutatható. A kedvezőbb élőhelyeken a vegetáció 10–44 cm volt.
- A *M. teleius* egyedszáma pozitív kapcsolatban állt a tápnövény virágfejeinek számával, de a legeltetésnek nem volt szignifikáns hatása.
- A *M. teleius* egyedszám szignifikánsan magasabb volt azokban a kvadrátokban, ahol a hangya gazdafaj (*Myrmica scabrinodis*) jelen volt.
- A *C. oedippus* populáció méretében nem volt jelentős ingadozás a megfigyelt három éves periódusban. A becsült populációméret 137, 273 és 212 volt. A populáció protandria jeleit mutatta.
- A faj látszólagos túlélési rátája (0.78–0.89) a magasabb régióban van a lepkefajok között, a nőstények túlélési rátája magasabb.
- A hímek és nőstények élőhelyen belüli mozgása rövid távolságokra korlátozódott. A hímek gyakrabban és hosszabb távolságokat repültek (10–15m) mint a nőstények (0.2–4m).
- A térképezés során 16 lehetséges élőhelyfoltot találtunk.
- Az ócsai populáció rendszer egésze valamivel több, mint 3000 egyedből állt, 10 nagyobb élőhelyfoltban. Az egyes foltokban 24 és 1055 egyed között volt a teljes populációméret. A vizsgált kis alpopulációk egy metapopulációt alkotnak, ami mind területében, mind populációméretében nagyobb, mint a korábbi becslések.
- A diszperzió lehetséges az élőhelyfoltok között. A nőstények csak a legközelebbi élőhelyfoltok között mozogtak (max. 0,5 km), míg a hímek az összes vizsgált folt között képesek átrepülni (max. 5,8 km), ez ellentmond korábbi ismereteinek a faj zárt populációiról. A

nőstények diszperziója nagyon kismértékű, ezért a rekolonizáció lehetősége alacsony, így a foltdinamika sem lehet gyors.

- Az alacsonyabb talajvíz, zombékoló vegetációs szerkezet és a nagy mennyiségű talajavár felhalmozódása mind hozzájárul a magasabb denzitáshoz és populációmérethez. Várakozásainkkal ellentétben a magas talajvízszintnek negatív hatása lehet a lárvák túlélésére. A magas vegetáció megtartásának és a talajavár felhalmozódásának fontos szerepe lehet a lárvák túlélésében.
- A talajvíz szintjének megfelelően magasnak szükséges lenni a *Molinietum* társulás fenntartásához, ugyanakkor megfelelően alacsonynak is a lárvák túlélésének elősegítéséhez és a kifejlett egyedek számára védelmi szolgáló bokrok fennmaradásához.
- Vizsgálatunkban bemutattuk, hogy a farkasalmalepke lepke, pete és lárva állapot számára eltérő környezeti adottságok optimálisak, ezért eloszlásuk különböző a foltok adottságainak megfelelően.
- A kifejlett *Z. polyxena* egyedek elkerülték a nyaras területeket. Ez a mintázat nagyban átfed a csupasz talajfelület arányával. A csupasz talaj aránya és az árnyékos vegetáció típus negatív hatással van a lepke egyedszámokra. A tápnövények mérete és mennyisége nem befolyásolta a lepke egyedszámot.
- Peték a legnagyobb számban azokban a domb és akác foltokban voltak jelen, ahol nagy mennyiségű magas tápnövény volt. Bár a lepkék használták a nyílt területek tápnövényfoltjait csak kevés petét helyeztek el ezekben.
- A hernyók eloszlása különbözött a peték és a lepkék eloszlásától, a domb élőhelyen, a magasabb tápnövényekkel rendelkező kvadrátokban volt a legtöbb hernyó. A tápnövény biomasszájának nagysága fontos tényező lehet a hernyók túlélése és fejlődése szempontjából.



Register number: DEENKÉTK/429/2014.
Item number:
Subject: Ph.D. List of Publications

Candidate: Noémi Örvössy
Neptun ID: OYQDTG
Doctoral School: Pál Juhász-Nagy Doctoral School of Biology and Environmental Sciences
MTMT ID: 10047838

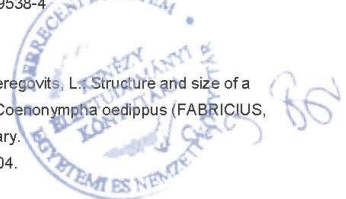
List of publications related to the dissertation

Foreign language scientific article(s) in Hungarian journal(s) (1)

1. **Örvössy, N.**, Körösi, Á., Batáry, P., Vozár, Á., Peregovits, L.: Habitat requirements of the protected Southern Festoon (*Zerynthia polyxena*); adult, egg and larval distribution in a highly degraded habitat complex.
Acta Zool. Acad. Sci. Hung. 60 (4), 371-387, 2014. ISSN: 1217-8837.
IF:0.263 (2013)

Foreign language scientific article(s) in international journal(s) (3)

2. **Örvössy, N.**, Körösi, Á., Batáry, P., Vozár, Á., Peregovits, L.: Potential metapopulation structure and the effects of habitat quality on population size of the endangered False Ringlet butterfly.
J. Insect. Conserv. 17 (3), 537-547, 2013. ISSN: 1366-638X.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10841-012-9538-4>
IF:1.789
3. **Örvössy, N.**, Vozár, Á., Körösi, Á., Batáry, P., Peregovits, L.: Structure and size of a threatened population of the False Ringlet *Coenonympha oedippus* (FABRICIUS, 1787) (Lepidoptera: Nymphalidae) in Hungary.
Oedippus. 26, 31-37, 2010. ISSN: 1436-5804.





4. Batáry, P., Örvössy, N., Körösi, Á., Vályi Nagy, M., Peregovits, L.: Microhabitat preferences of *Maculinea teleius* (Lepidoptera: Lycaenidae) in a mosaic landscape. *Eur. J. Entomol.* 104, 731-736, 2007. ISSN: 1210-5759.
DOI: <http://dx.doi.org/10.14411/eje.2007.093>
IF:0.734

List of other publications

Hungarian scientific article(s) in Hungarian journal(s) (1)

5. Körösi Á., Szentirmai I., Örvössy N., Kövér S., Batáry P., Peregovits L.: A kaszálás hatásának vizsgálata a vérfű hangyaboglárka (*Maculinea teleius*) populációira: Egy kezelési kísérlet első tapasztalatai. *Termvéd. Közl.* 15, 257-268, 2009. ISSN: 1216-4585.

Foreign language scientific article(s) in Hungarian journal(s) (1)

6. Batáry, P., Örvössy, N., Körösi, Á., Peregovits, L.: Egg distribution of the southern festoon (*Zerynthia polyxena*) (Lepidoptera, Papilionidae). *Acta Zool. Acad. Sci. Hung.* 54 (4), 401-410, 2008. ISSN: 1217-8837.
IF:0.522

Foreign language scientific article(s) in international journal(s) (4)

7. Körösi, Á., Szentirmai, I., Batáry, P., Kövér, S., Örvössy, N., Peregovits, L.: Effects of timing and frequency of mowing on the threatened scarce large blue butterfly: A fine-scale experiment. *Agric Ecosyst Environ.* 196, 24-33, 2014. ISSN: 0167-8809.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2014.06.019>
IF:3.203 (2013)



UNIVERSITY OF DEBRECEN
UNIVERSITY AND NATIONAL LIBRARY
PUBLICATIONS



8. Körösi, Á., Örvössy, N., Batáry, P., Harnos, A., Peregovits, L.: Different habitat selection by two sympatric *Maculinea* butterflies at small spatial scale.
Insect. Conserv. Divers. 5 (2), 118-126, 2012. ISSN: 1752-458X.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1752-4598.2011.00138.x>
IF:1.937
9. Batáry, P., Körösi, Á., Örvössy, N., Kövér, S., Peregovits, L.: Species-specific distribution of two sympatric *Maculinea* butterflies across different meadow edges.
J Insect Conserv. 13 (2), 223-230, 2009. ISSN: 1366-638X.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10841-008-9158-1>
IF:1.842
10. Körösi, Á., Örvössy, N., Batáry, P., Kövér, S., Peregovits, L.: Restricted within-habitat movement and time-constrained egg laying of female *Maculinea rebeli* butterflies.
Oecologia. 156 (2), 455-464, 2008. ISSN: 0029-8549.
DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00442-008-0986-1>
IF:3.008

Total IF of journals (all publications): 13,298

Total IF of journals (publications related to the dissertation): 2,786

The Candidate's publication data submitted to the iDEa Tudóstér have been validated by DEENK on the basis of Web of Science, Scopus and Journal Citation Report (Impact Factor) databases.

16 December, 2014

