

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra ekologie



Vliv světelných spekter na selekci funkčních vlastností nočních  
motýlů

Diplomová práce

Jana Hovorková

Vedoucí práce: Mgr. Tomáš Kadlec, Ph.D.

2023

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jana Hovorková

Ochrana přírody

Název práce

Vliv světelných spekter na selekci funkčních vlastností nočních motýlů.

Název anglicky

The effect of light spectra on selection of functional traits of moths

---

Cíle práce

Cílem práce je z dat nasbíraných během experimentu v přírodních podmínkách i) stanovit vliv (preferenci) konkrétních vlnových spekter vyzařovaného světla na druhovou diverzitu a abundanci velkých nočních motýlů v odchylených vzorcích ze světelných lapačů a ii) stanovit rozdíly v zastoupení různých skupin nočních motýlů s různými funkčními znaky ve vzorcích odchylených na světelné zdroje s různými vlnovými délkami.

V diplomové práci budou zpracovány části dat nasbíraných Ing. Michalem Piknerem, který v letech 2013-2014 odchytil hmyz na 3 různých lokalitách biotopech hmyz pomocí světelných lapačů o různých vlnových délkách.

Metodika

Ze získaných dat nasbíraných na jedné lokalitě na jižní Moravě (dubový les) a dvou lokalitách v centrálním Maďarsku (mokřadní biotop, suché rozvolněné trávníky) v letech 2013-2014 bude pomocí statistických analýz analyzována preference nočních motýlů pro jednotlivé části světelného spektra (v celkovém rozmezí 390 – 660 nm).

Analýzy budou zaměřené na:

i) vliv části světelného spektra na abundanci a diverzitu druhů nočních motýlů v odchylených vzorcích. Do analýz budou vstupovat glmm modely, kde závislou proměnnou budou vystupovat počty jedinců/druhů, které budou vysvětlovány konkrétní částí světelného spektra světelného lapače (pevný efekt) a fenologickou částí konkrétních odběrů vzorků (měsíce; náhodný efekt).

ii) vliv části světelného spektra na zastoupení vybraných funkčních vlastností u jedinců nočních motýlů v nasbíraných vzorcích. Před vlastní analýzou bude pro každý ze zjištěných druhů dohledány z dostupné literatury konkrétní sledované vlastnosti. Zastoupení funkčních vlastností ve vzorcích z lapačů s různým spektrem bude analyzováno pomocí modelů přímé lineární mnohorozměrné analýzy (RDA).

**Doporučený rozsah práce**

cca 40-50 stran

**Klíčová slova**

funkční vlastnosti; elektromagnetické spektrum; viditelné světlo; Lepidoptera; ekologie hmyzu; ALAN; světelné znečištění; přenosné světelné lapače

---

**Doporučené zdroje informací**

- Barghini A, de Medeiros BAS, 2012: UV radiation as an attractor for insects. *Leukos* 9: 47-56.
- Betzholtz P, Franzen M, 2011: Mobility is related to species traits in noctuid moths. *Ecological Entomology* 36: 369-376.
- Brehm G, Niermann J, Nino LMJ, Enseling D, Jüstel T, Axmacher JCH, Warrant E, Fiedler K, 2021: Moths are strongly attracted to ultraviolet and blue radiation. *Insect Conservation and Diversity* 14.
- Hodjat SH, 2022: Insect trait selection by environment. *Archive ouverte HAL – 03669734*.
- Keinath S, Hölker F, Müller J, Rödel M, 2021: Impact of light pollution on moth morphology – a 137-year study in Germany. *Basic and Applied Ecology* 56: 1-10.
- Owens ACS, Lewis SM, 2018: The impact of artificial light at night on nocturnal insects: A review and synthesis. *Ecology and Evolution* 8: 11 337-11 358.
- Pan H, Liang G, Lu Y, 2021: Response of different insect groups to various wavelengths of light under field conditions. *Insects* 12.
- 

**Předběžný termín obhajoby**

2022/23 LS – FŽP

**Vedoucí práce**

Mgr. Tomáš Kadlec, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra ekologie

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2023

prof. Mgr. Bohumil Mandák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23. 2. 2023

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 24. 02. 2023

---

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně, pod vedením pana Mgr. Tomáše Kadlece, Ph.D., a že jsem uvedla jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala. Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Praze dne 23.03.2023

.....

## Poděkování

Chtěla bych tímto poděkovat svému školiteli, panu Mgr. Tomáši Kadlecovi, Ph.D., za čas, který věnoval diskuzím vedoucím k úpravám a vylepšování této práce a za instrukce a rady k úpravě dat a statistickému vyhodnocení. Mé díky patří rovněž panu Ing. Pavlu Jakubcovi, Ph.D. za vyřešení nesnází, které se vyskytly při průběhu zpracování mnohorozměrných analýz. V neposlední řadě bych ráda poděkovala panu Ing. Michalu Piknerovi, autoru sesbíraných dat, bez kterých by tato práce nemohla vzniknout, za poskytnutí potřebných informací týkajících se metodiky sběru a lokalit v rámci ČR i zahraničí.

V Praze dne 23.03.2023

.....

## Abstrakt

Výzkumem reakcí hmyzu na různé vlnové délky světla se již zabývala řada dřívějších prací. Z praktického hlediska je potřebné vědět, jaké vlnové délky jsou pro hmyz atraktivní, a které naopak hmyz přitahují nejméně. Málomocný výzkum se však zaměřuje na selekci funkčních vlastností druhů vlnovými délkami světla.

Tato diplomová práce zkoumá vliv šesti typů světelných spekter po úsecích 50 nm v celkovém rozsahu 360-660 nm na počet odchycených druhů a jedinců nočních motýlů, a dále se zabývá preferencí druhů nočních motýlů s různými biologickými a ekologickými funkčními vlastnostmi k jednotlivým úsekům vlnových délek.

Data byla získána v letech 2013-2014 na území České republiky a Maďarska v lesním, mokřadním a stepním biotopu. Ke sběru byly použity automatizované přenosné světelné lapače s LED diodami. Na každém biotopu bylo opakováno šest návštěv.

Počet odchycených druhů i jedinců byl průkazně ovlivněn vlnovou délkou světla v lapači. Nejvyšší počty byly odchyceny na UV (360-410 nm), fialovomodrém (410-460 nm) a zeleném (510-560 nm) spektru. Ultrafialové záření mělo také nejvýraznější vliv na selekci funkčních vlastností v odchycených vzorcích. Na nejkratší vlnovou délku byly v rámci všech biotopů odchyceny nejčastěji velké druhy, se střední schopností disperze, monovoltinní, se středně dlouhým životem dospělce a druhy, jejichž housenky se živí listím.

Naprostou většinu odchycených jedinců tvořily středně velké a velké druhy, zatímco malé druhy byly zastoupeny minimálně.

Bez závislosti na biotopu byla tedy potvrzena nejsilnější reakce nočních motýlů na krátké vlnové délky a selekce druhů s určitými funkčními vlastnostmi UV zářením. Velcí noční motýli, pravděpodobně vzhledem k výraznější schopnosti disperze, jsou evidentně více zranitelní při používání umělých zdrojů osvětlení. Předjetí konfliktu mezi nočními motýly a antropogenními zdroji světla podle výsledků lze užíváním světla s dlouhovlnným zářením, emitujícím převážně červené nebo žluté světlo.

## Klíčová slova:

funkční vlastnosti, elektromagnetické spektrum, viditelné světlo, Lepidoptera, ekologie hmyzu, ALAN, světelné znečištění, přenosné světelné lapače

## Abstract

Several earlier studies have already dealt with a research of insect reactions to different wavelengths of light. It is necessary to know, from a practical point of view, which wavelengths are most attractive to insects and which attract them the least. However, not many studies have focused on the selection of functional traits of species by wavelengths of light.

This thesis examines the impact of six types of light spectra divided into 50 nm sections in the total range of 360-660 nm on the number of captured species and individuals of moths. The thesis also deals with preference of different species of moths with various biological and ecological functional traits to particular sections of wavelength.

The data were obtained in years 2013-2014 on the territory of the Czech republic and Hungary in forest, wetland and steppe biotopes. Automated portable light traps with LED diodes were used for collecting. Six visits were repeated at each habitat.

The number of species and individuals caught was significantly influenced by the wavelength of light in a light trap. The highest numbers of moths were captured in UV (360-410 nm), violet-blue (410-460 nm) and green (510-560 nm) spectra. Ultraviolet light also had the most significant effect on the selection of functional traits. Species with traits comprising large body, medium dispersal ability, monovoltinism, medium adult lifespan and species whose caterpillars feed on leaves were most frequently caught at the shortest wavelength within all habitats.

The majority of captured individuals were medium sized and large species, while small species were represented the least.

The strongest reaction of moths on short wavelengths was confirmed, as well as the selection of species with certain functional traits by UV light, regardless of the habitat. Large moths, probably due to greater dispersal ability, are more vulnerable to the use of artificial light sources. The strong attraction of moths to anthropogenic light sources can be avoided by using lights with long-wave radiation, emitting mostly red or yellow light, according to the results.

## Keywords:

functional traits, electromagnetic spectrum, visible light, Lepidoptera, insect ecology, ALAN, light pollution, portable light traps

## Obsah diplomové práce

1. Úvod.....	9
2. Cíle práce .....	10
3. Literární řešerše .....	11
3.1 Vizuální vnímání u hmyzu .....	11
3.2 Fototaxe .....	15
3.3 Význam světla v životě hmyzu .....	15
3.4 Rozdíly ve vnímání světelných spekter mezi různými skupinami hmyzu ...	17
3.5 Reakce na světlo v závislosti na pohlaví.....	18
3.6 Funkční vlastnosti ( <i>traits</i> ) hmyzích společenstev a jejich vztah k umělému osvětlení.....	20
4. Praktická část.....	23
4.1 Metodika.....	23
4.1.1 Charakteristika studijního území.....	23
4.1.2 Sběr dat .....	23
4.1.3 Příprava vstupních dat pro statistickou analýzu.....	24
4.1.4 Funkční vlastnosti .....	24
4.2 Statistická analýza dat .....	25
4.2.1 Vliv světelných spekter na diverzitu a abundanci odchycených nočních motýlů	25
4.2.2 Vztah zastoupení funkčních vlastností nočních motýlů k světelnému spektru	26
4.3 Výsledky práce.....	26
4.3.1 Základní explorační analýzy.....	26
4.3.2 Výsledky lineárních analýz .....	29
4.3.3 Výsledky mnohorozměrných analýz.....	30
5. Diskuze.....	34
6. Závěr a přínos práce .....	37
7. Přehled literatury a použitých zdrojů .....	39
7.1 Použité internetové zdroje .....	49
8. Seznam obrázků.....	50
9. Seznam tabulek.....	50
10. Přílohy .....	51



## 1. Úvod

Dnešní doba, někdy nazývaná jako antropocén (Zalasiewicz et al., 2011), se potýká s globálními změnami, které má na svědomí lidská činnost. V důsledku nárůstu lidské populace a tedy vyšším nárokům na zdroje, urbanizace, změnám v hospodaření a mnoha dalších faktorů dochází k narušování ekosystémů, fragmentaci biotopů nebo k urychlenému vymírání druhů (Zalasiewicz et al., 2011).

Od druhé poloviny minulého století je zaznamenáván výrazný pokles v početnosti hmyzu (Dirzo et al., 2014; Goulson, 2019a; Sánchez-Bayo et Wyckhuys, 2019). Příčin je patrně vícero, některé byly studovány, jiné jsou pouze spekulativní, a celou věc navíc mnohdy znesnadňuje souběžné působení více různých negativních vlivů najednou. Mezi nejčastější příčiny se řadí degradace nebo ztráta habitatů, změna klimatu, užívání pesticidů, znečištění (eutrofizace, chemické, hlukové, světelné), působení nepůvodních druhů, intenzivní zemědělské a lesnické hospodaření a s tím spojená změna struktury krajiny (Beketov et al., 2013; Owens et Lewis, 2018; Sánchez-Bayo et Wyckhuys, 2019).

Odhad rychlosti, s jakou abundance hmyzu ročně klesá, se pohybuje v rozmezí 1-2 %, což znamená úbytek o 10 % i více za deset let (Wagner et al., 2021). Několik studií se shoduje v poklesu početnosti hmyzu o 45 % během posledních 40 let (Dirzo et al., 2014; Goulson, 2019b). Jedná se o závažný problém, jelikož hmyz plní řadu důležitých ekologických a ekosystémových funkcí a je silně provázán s nižšími i s vyššími trofickými úrovněmi (Hrabák, 1985; Altermatt et Ebert, 2016; Boom et al., 2020). Naprostá většina rostlinných druhů je hmyzosprašná (Ollerton et al., 2011) a hmyz také někdy přispívá k šíření rostlinných semen (např. myrmekochorie). Ve vodních i suchozemských ekosystémech je na hmyz potravně vázána řada druhů, a slouží také jako hostitelé pro parazitoidy, jež mohou být i nám užiteční při přirozené regulaci škůdců. Z hlediska člověka je hmyz významný zejména pro produkci potravin a biologický boj proti škůdcům, ale také například pro produkci hedvábí a jako zdroj inspirace v architektuře, inženýrství nebo umění (Duffus et al., 2021).

Vzhledem k tomu, že se v ekosystémech jedná často o klíčové druhy, je vhodné zavést minimálně u ekologicky a ochranně cenných taxonů dlouhodobý pravidelný monitoring. Ke studiu společenstev hmyzu je možné volit mezi různými přístupy, mezi které patří přímé pozorování jedinců nebo hledání jejich pobytových znaků, značení a zpětné odchyty jedinců, nebo různé metody sběru (Montgomery et al., 2021). Mezi ty patří smýkání, sklepávání, prosívání materiálu a pak také metody, při kterých je hmyz váben na pachové, barevné nebo světelné podněty.

Pozitivní fototaxe však zároveň činí hmyz zranitelným v oblastech se světelným znečištěním. Jedná se o jeden z negativních faktorů, který má, alespoň u některých skupin hmyzu, významný podíl na úbytku početnosti (Owens et al., 2019). Z toho důvodu je nutné zkoumat atraktanci jednotlivých spekter světla pro konkrétní skupiny.

Mezi nejhojnější zástupce v noci aktivního hmyzu patří noční motýli. Jen v ČR jich je přes 3 400 druhů (Laštůvka et Liška, 2011). Tato diverzita pokrývá druhy s různými ekologickými nároky na prostředí. V případě, že chceme poukazovat na dopad světelného znečištění na úrovni společenstev, je vhodné na společenstvo nahlížet nejen přes druhové složení a míru diverzity, ale také přes jeho celkovou funkčnost v ekosystému, vyjádřenou skrze zastoupení různých funkčních vlastností. Tuto problematiku také řeší předložená diplomová práce.

## 2. Cíle práce

Cílem práce je z dat nasbíraných v přírodních podmínkách I) stanovit vliv (preferenci) konkrétních vlnových spekter vyzařovaného světla na druhovou diverzitu a abundanci velkých nočních motýlů v odchycených vzorcích ze světelných lapačů a II) stanovit rozdíly v zastoupení různých skupin nočních motýlů s různými funkčními znaky ve vzorcích odchycených na světelné zdroje s různými vlnovými délkami.

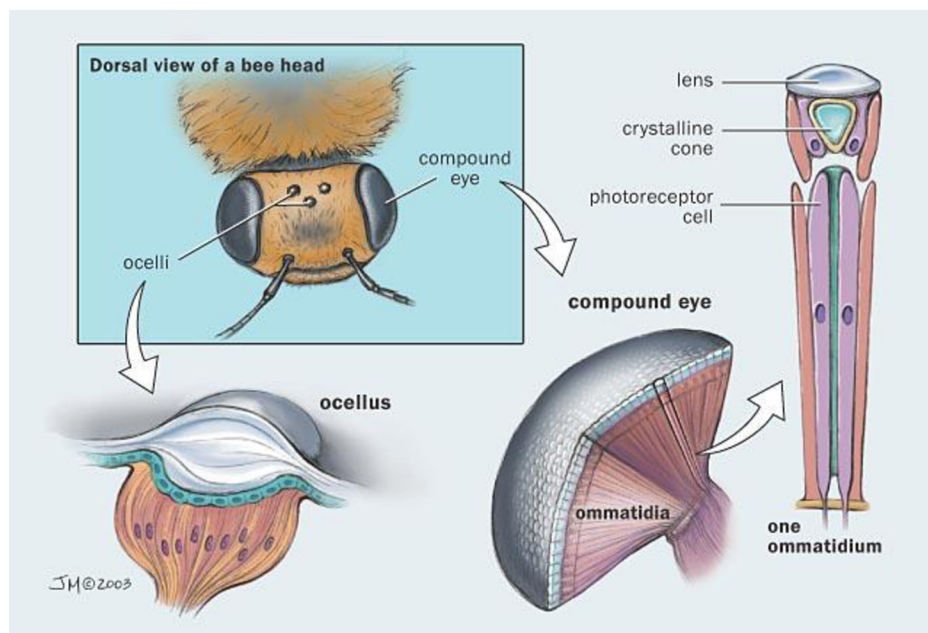
V diplomové práci se budu zabývat zpracováním části dat nasbíraných panem Ing. Michalem Piknerem, který v letech 2013-2014 odchytával hmyz na třech různých biotopech pomocí světelných lapačů o různých vlnových délkách.

### 3. Literární rešerše

#### 3.1 Vizuální vnímání u hmyzu

Světlo a vizuální vjemy je schopná detekovat naprostá většina dospělců z takřka všech známých skupin hmyzu (Pan et al., 2021; van der Kooij et al., 2021). Výjimkou jsou především specializované formy adaptované na podmínky tmavého prostředí, jako je půdní profil, jeskyně a jiné tmavé prostory (Culver et Pipan in Footitt et Adler, 2018). K rozlišení toho, zda se organismus nachází ve světle nebo ve tmě, je potřebný fotoreceptor detekující světlo. Nemusí jít o oko se složitou stavbou, světlo jsou schopny vnímat i podstatně jednodušší organismy než hmyz, například vodní organismy jako *Euglena* (krásnoočko) nebo *Chlamydomonas* (pláštěňka). Aby byl organismus schopen zjistit, z jakého směru světlo přichází, musí mít také schopnost pohybu (Williams, 2015). K vnímání světla stačí druhům bez vyvinutých očí pouze proteiny nebo neurony citlivé na světlo, uložené například jen v pokožce. Opsiny (světlo absorbující proteiny) jsou přítomny i u druhů bez očí, jako jsou ježovky (např. *Strongylocentrotus purpuratus*) a nezmaři (*Hydra* spp.) (Jabr, 2012 [online]). Různé extraokulární (mimooční) fotoreceptory nalezneme u různých bezobratlých živočichů, ale také u obratlovců. Souvisí například s cirkadiálními rytmy nebo s cyklem spánku a aktivity (Cronin et Johnsen, 2016).

Většina dospělců hmyzu má dva typy fotoreceptivních orgánů: složené oči, tvořené velkým množstvím ommatidií, a jednoduché oči zvané ocelli (Shimoda et Honda, 2013). Druhým typem jednoduchých očí jsou stemmata, které se nachází u larev holometabolního hmyzu (s proměnou dokonalou) (Stehr in Resh et Cardé, 2009).



Obr. 1: Ocelli a složené oči (Mahannah, 2003)

Všechny oční útvary (ocelli, stemmata, ommatidia) se skládají ze dvou částí, a to z části dioptrické a receptorické. Dioptrická část oka je průhledná a slouží k přijímání a propouštění světelných paprsků a k jejich kondenzaci. Dioptrická část oka obsahuje rohovku, rohovkovou čočku, corneagenní buňky, krystalinní těleso a buňky a irisovou vrstvu, naplněnou pigmentem. Receptorická část sestává ze

zrakových buněk, rhabdomu, retinuly, retiny, tapeta a bazální blány (Obenberger, 1952; Meyer-Rochow et Yamahama, 2019).

Rohovka (cornea) je svrchní průhledná část tvořená corneagenními buňkami. Chrání oko a propouští do něj světelné paprsky. Krystalinní těleso slouží jako světlolomný aparát a zesiluje účinek rohovky. Jedná se taktéž o průhlednou část oka. Irisová vrstva obsahuje pigmentové buňky a zachytává paprsky světla, které se nedostanou do receptorické části (Obenberger, 1952).

Retina je souborem retinul, což jsou buňky, které tvoří společný rhabdom. Optické tyčinky neboli rhabdomy vznikají ze dvou a více optických buněk, které se nachází hřebenitými strukturami u sebe. Hřebínky vytvářející rhabdom se pak nazývají rhabdomery (Obenberger, 1952; van der Kooi et al., 2021).

Tapetum je odrazová vrstva oka, která odráží světlo na retinu. Bazální blána oka se nachází vespod očí hmyzu. Je jemně perforovaná, neboť jí procházejí nervová vlákna a větvičky tracheí (Obenberger, 1952; Meyer-Rochow et Yamahama, 2019).

Jednoduchá očka, ocelli (viz obr. 2), se od složených očí liší přítomností sítnice podobné té lidské a jedné společné čočky (Kovařík et al., 2000). U některých skupin, například motýlů, se stavba ocelli podobá ommatidiím, zatímco u blanokřídlých (Hymenoptera) a síťokřídlých (Neuroptera) je jejich stavba komplexnější (Land in Resh et Cardé, 2009).

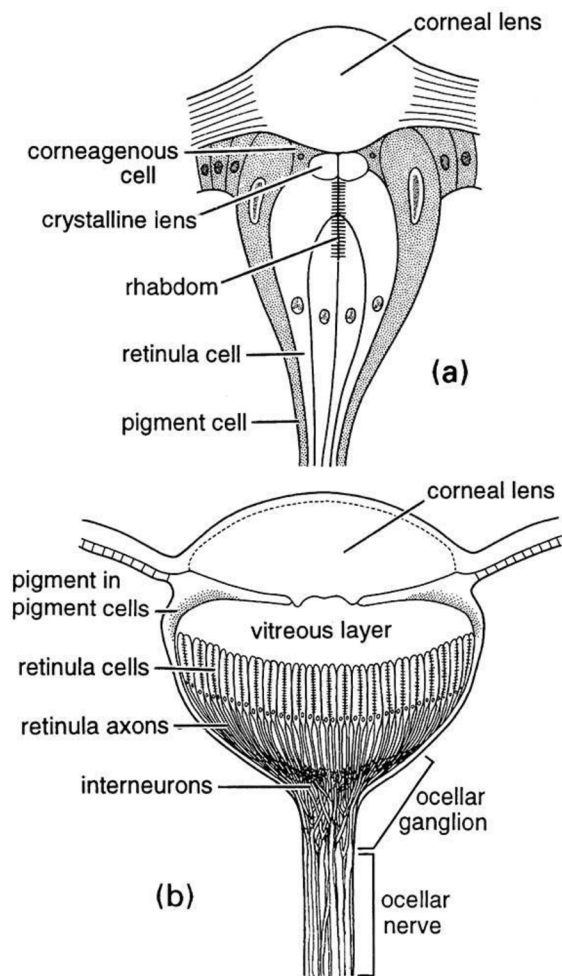
Typy očí se také liší podle svého umístění: čelní oči jsou vždy jednoduché (viz obr. 1), postranní oči jsou většinou složené (Kovařík et al., 2000).

Ocelli se dělí do dvou skupin. Jednou z nich jsou pravé ocelli, které jsou dorzální a tvoří doplněk složených očí. Nachází se u dospělců a nymf hmyzu s proměnou nedokonalou (Obenberger, 1952). Druhým typem jsou stemmata, která jsou laterální (Obenberger, 1952; van der Kooi et al., 2021).

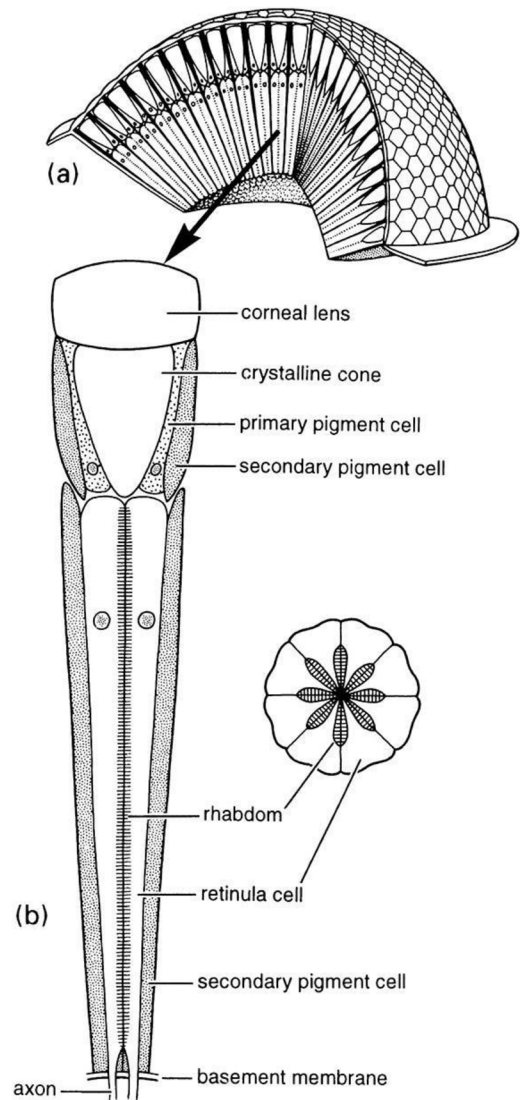
Stemmata sestávají z 1-6 oček uspořádaných do kruhu; všechna tato očka mají jednu společnou rohovku. Mohou být rozlišeny tři typy stemmat, a to typ jednoduchý, přechodný a složitý. Jednoduchý typ nemá plášťové buňky, rohovka je epidermálního původu a retina je pouze primitivní. Přechodný typ má jednoduché plášťové buňky, rohovka je rovněž epidermální a retina je tvořena protáhlými vizuálními buňkami. Složitý typ má již silněji vyvinuté plášťové buňky a ty potom tvoří rohovku. Retina se u složitěho typu nachází sedm a jsou uspořádány kolem centrální osy (Obenberger, 1952).

Ommatidia (viz obr. 3) jsou drobná očka v rámci složeného oka, samostatně vnímající obraz. Hmyz není schopen zaostřit na jednotlivé předměty ani měnit zaměření jednotlivých ommatidií, které směřují každé jinam. Většina druhů má kolem 5000 ommatidií (Vlčková, 2012 [online]). Zemní druh mravence *Ponera punctatissima* má ovšem například pouze jediné ommatidium, v tomto extrémním případě tak již ani nelze hovořit o složeném oku. Motýli mají 12 000-17 000 ommatidií (Obenberger, 1952).

Na povrchu se nachází rohovka, pod kterou je corneagenní vrstva tvořená dvěma buňkami. Pod tou je krystalický kuželík (krystalinní conus) ze čtyř buněk. Krystalický kuželík a corneagenní vrstvu obklopuje primární irisová vrstva. Pod krystalickým kuželíkem se nachází retinula tvořená sedmi buňkami, kolem které je sekundární irisová vrstva. Vespod ommatidia je perforovaná bazální blána (Obenberger, 1952; Meyer-Rochow et Yamahama, 2019).



Obr. 2: Detailní struktura ocelli, (a) jednoduché oko (stemma) housenky (*Lepidoptera*); (b) jednoduché oko sarančete (*Orthoptera*), převzato z: <http://www.entomologa.ru/outline/71.htm>



Obr. 3: Detailní struktura složeného oka, (a) složené oko; (b) ommatidium, převzato z: <http://www.entomologa.ru/outline/72.htm>

Rohovku hmyz svléká společně s pokožkou. Krystalické kuželíky jsou tvořeny průhlednými buňkami. Podle úpravy kuželíků (conů) se rozlišují čtyři typy ommatidií: euconní ommatidia, kde vzniká pravý krystalický kuželík jako vnitrobuněčný produkt čtyř Semperových buněk. Dalším typem jsou aconní ommatidia, u kterých Semperovy buňky nevytváří kuželíky. Pseudoconní ommatidia rovněž nemají vyvinutý krystalický kuželík, ale před Semperovými buňkami se nachází otvor vyplněný průhlednou světlolomnou tekutinou. Posledním typem jsou exoconní ommatidia, u kterých vzniká krystalický kuželík z kutikuly (Obenberger, 1952).

Centrální osu u retinuly ommatidia tvoří společný rhabdom. Sekundární irisová vrstva slouží k pohlcování světelných paprsků a zároveň odděluje jednotlivá ommatidia (Obenberger, 1952; Meyer-Rochow et Yamahama, 2019).

Podle způsobu uložení pigmentu se ommatidia dělí do dvou skupin. První z nich jsou apoziční ommatidia, u kterých jsou retinuly úplně obklopeny pigmentovou vrstvou. Na dno ommatidií dopadají pouze kolmé paprsky a vzniká složený, mozaikovitý obrázek. Tento typ se nachází u denních druhů hmyzu (Obenberger, 1952; Døving et Miller, 1969).

Druhým typem jsou superpoziční ommatidia, která jsou typická tím, že rhabdomery jsou oddělené od krystalických kuželíků. Pigment se nachází v irisové oblasti a bazální části retiny, ale distální část je bez pigmentu. Paprsky světla mohou do ommatidií vnikat i ze strany, což hmyzu umožní většinu světla zachytit. Na rozdíl od apozičních ommatidií vzniká přímý, plynulý obraz. Tento typ se vyskytuje u soumráčných a nočních druhů hmyzu. Naspod ommatidií se nachází odrazná vrstva tapetum, která je tvořena trachejemi (Obenberger, 1952; Døving et Miller, 1969).

Fotoreceptory uvnitř očí hmyzu obsahují odlišné zrakové pigmenty zvané r-opsiny (Poiani et al., 2014 ex. Daly et al., 1998). V receptorech jsou dlouhé, spojené zrakové tyčinky obklopené tracheálním tapetem (Kelber et al., 2003).

U zástupců motýlů (Lepidoptera) bylo prokázáno, že vlivem světla dochází k postupné adaptaci zrakového orgánu vlivem změny světelných podmínek, například pomocí přeskupení pigmentů v očích (Day 1941; Post et Goldsmith, 1965). U denních motýlů (Rhopalocera) nebo některých dvoukřídлых (Diptera) dochází ve světle k seskupení pigmentových granulí kolem rhabdomu, zatímco ve tmě se od něj oddalují. U jiných skupin, například u čeledi Tipulidae, funguje mechanismus skotopického vidění tak, že ve tmě dojde ke stažení pigmentových buněk v irisové vrstvě, a světlo tak může přecházet z jednoho ommatidia do druhého (Land in Resh et Cardé, 2009). Tímto mechanismem jsou pak schopni využívat k orientaci i záření o velmi slabé intenzitě.

R-opsiny, vizuální pigmenty členovců, se dělí do pěti skupin: dvě z nich jsou citlivé na dlouhovlnné záření, dvě na středněvlnné a poslední na krátkovlnné. Původní korýši (Pancrustacea) pravděpodobně měli pouze jednu skupinu r-opsinů citlivou na dlouhovlnné záření (cca 496-533 nm ~ zelená část spektra) a všechny r-opsiny u okřídleného hmyzu (Pterygota) vznikly z jejich duplikací a ze skupiny pigmentů citlivých na krátkovlnné záření (Porter et al., 2006; van der Kooi et al., 2021). Před vznikem podkmene Hexapoda došlo k duplikaci pigmentů citlivých na dlouhovlnné záření. Z r-opsinů citlivých na krátkovlnné záření došlo v rámci podtřídy Pterygota ke vzniku dvou skupin, citlivých na UV a modrou barvu. Tím vznikl trichromatický systém vidění, který má většina dnešních druhů hmyzu (Briscoe et Chittka, 2001; van der Kooi et al., 2021).

Hmyz s bichromatickým typem oka má dva typy rodopsinů, ty jsou potom nejcitlivější na UV a zelenou část spektra (Hamdorf et al., 1971; Poiani et al., 2014 ex. Daly et al., 1998). U trichromatických druhů je navíc rodopsin citlivý na modrou část spektra (Poiani et al., 2014). Tetrachromatické druhy, například některé z řádu Lepidoptera a Coleoptera (např. rod *Pygopleurus*; van der Kooi et al., 2021), jsou citlivé i na červenou část spektra (Poiani et al., 2014). Kromě řádu Lepidoptera není většina druhů hmyzu schopna rozlišit vlnové délky v oranžové až červené části spektra (mezi 550-650 nm; Poiani et al., 2014 ex. Weiss et al., 1941; resp. do dnešní doby nebyly v jejich zrakových orgánech objeveny fotoreceptory citlivé na takto dlouhá spektra). Nejvíce však hmyz reaguje na UV záření (Barghini et de Medeiros, 2012).

U jistého druhu otakárka (*Papilio xuthus*) bylo v retině nalezeno šest typů spektrálních fotoreceptorů. Pět je citlivých na UV ( $\lambda_{\max} = 360$  nm), fialovou ( $\lambda_{\max} = 400$  nm), modrou ( $\lambda_{\max} = 460$  nm), zelenou ( $\lambda_{\max} = 520$  nm) a červenou ( $\lambda_{\max} = 600$  nm) část spektra, šestý typ je citlivý na většinu viditelného spektra. Zároveň se ukázalo, že jednotlivá ommatidia obsahují odlišné spektrální receptory. V blízkosti rhabdomu jsou pigmenty, které jsou u některých ommatidií žluté, u jiných červené, a podle toho také filtrují světlo dopadající na oko (Arikawa, 2003). Nestejnorodost u

ommatidií byla popsána rovněž u dvoukřídlých (Hardie et al., 1981; Chou et al., 1996) nebo blanokřídlých (Arikawa, 2003 ex. Ribí, 1978).

Citlivost na světlo souvisí také s velikostí očí. Bylo například prokázáno, že velké druhy nočních motýlů jsou světlem silněji přitahovány než menší druhy (van Langevelde et al., 2017). Také u mravenců byla zjištěna vyšší citlivost na světlo u druhů aktivujících v noci, které mají větší ocelli i ommatidia (Moser et al., 2004).

Zdokonalení zraku lze dosáhnout zvýšením počtu světločivných buněk nebo ommatidií na plochu (Kovařík et al., 2000).

### 3.2 Fototaxe

Hmyz může na světelné podněty reagovat několika možnými způsoby. Může jít o adaptaci na světlo, kdy si hmyz po několika minutách na světlo zvykne a začne projevovat typické denní chování (Shimoda et Honda, 2013). K tomuto jevu může dojít, pokud je jedinec adaptovaný na tmu vystaven světlu nebo při výrazné změně teploty (Day, 1941). V závislosti na fotoperiodicitě (délce dne, jež se v průběhu roku mění), některé druhy zahajují před nepříznivým obdobím roku diapauzu. S délkou dne souvisí také cirkadiánní rytmy, tedy určité vzorce chování rozložené v rámci dne a noci (Shimoda et Honda, 2013). Umělé osvětlení, zvláště krátké vlnové délky, ovlivňuje tvorbu hormonů. Příkladem je melatonin, hormon produkovaný za tmy, který reguluje cirkadiánní rytmy (Owens et al., 2019).

Jednou z nejběžnějších reakcí hmyzu na světelný zdroj je fototaxe (Jander, 1963), tj. cílený pohyb vyvolaný světelným zářením. Může se jednat o pozitivní fototaxi, kdy je hmyz světlem přitahován nebo o negativní fototaxi, kdy je naopak světlem odpuzován.

Pozitivní fototaxe se vyskytuje u většiny řádů hmyzu, nejčastěji na světlo reagují zástupci řádů Homoptera, Lepidoptera, Coleoptera, Diptera, Hymenoptera a Hemiptera, naopak nejméně řady Ephemeroptera, Neuroptera, Blattodea, Orthoptera a Psocoptera (Poiani et al., 2014; Wakefield et al., 2016; Deichmann et al., 2021). Záleží také na období sběru, protože zastoupení jednotlivých řádů se v průběhu roku může měnit (Poiani et al., 2014). Naopak negativní fototaxi můžeme najít například u švábů (Blattodea) nebo škvorů (Dermaptera) (Owens et Lewis, 2018).

Část hmyzu, například podrod *Culicoides* (pakomárec), je ke světelným zdrojům přitahována teplem (tedy zářením o velmi dlouhých vlnových délkách), typickým pro endotermní živočichy. Tento hmyz se při vyhledávání hostitele řídí termoreceptory uloženými v tykadlech (Wang et al., 2009). Takto je schopen vnímat také teplo vyzařované světelnými zdroji.

### 3.3 Význam světla v životě hmyzu

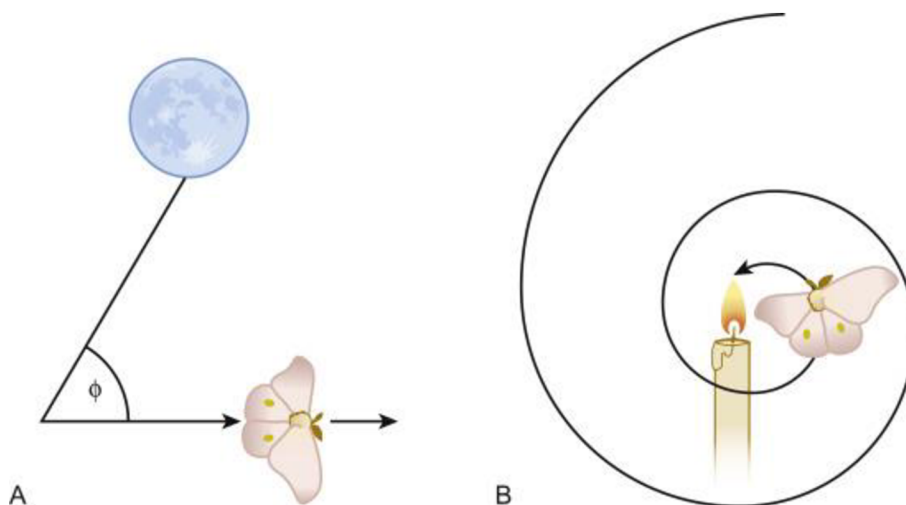
I pro hmyz s jednodušším zrakovým ústrojím poskytuje světlo důležité informace o okolním prostředí a hraje důležitou roli při jeho orientaci.

U hmyzu je známá orientace v prostoru podle astrálních těles, jako je Slunce nebo Měsíc. Tento typ orientace byl prokázán u řady blanokřídlých (Hymenoptera) a brouků (Coleoptera) (Jander, 1963). Sothibandhu et Baker (1979) zjistili u druhu můry *Noctua pronuba* silnou závislost na měsíčním svitu pro orientaci při letu, kdy po zakrytí dopadajícího světla byli jedinci silně dezorientovaní a vychýlení ze směru původní trasy letu. Zároveň se v přirozených podmínkách dokáže tento druh orientovat i za bezměsíčných nocí, což si autoři vysvětlují orientací podle hvězd nebo jiných astrálních těles. Na rozdíl od této můry se zástupce z řádu brouků, např. chrobák *Scarabaeus zambesianus* dokáže orientovat i v případě, kdy je mu zamezen

výhled na Měsíc, protože se neřídí primárně měsíčním světlem, ale polarizovaným světlem na obloze (Dacke et al., 2003).

Lze rozlišit čtyři skupiny v noci aktivujícího hmyzu podle času jejich letové aktivity: druhy aktivující za soumraku, ale již ne za noci (např. zástupci řádů Ephemeroptera, Coleoptera, Diptera a čeledi Hepialidae (řád Lepidoptera) a Corixidae (řád Hemiptera)). Druhou skupinou jsou druhy létající až chvíli po soumraku, některé aktivní i po celou noc (zástupci řádu Trichoptera a někteří z řádu Ephemeroptera, čeleď Chironomidae (řád Diptera)). Třetí skupinou je hmyz, který létá po celou dobu od západu do východu slunce (zástupci řádu Ephemeroptera a nadčeleď Tipuloidea (řád Diptera)). Poslední skupinou je hmyz aktivující pouze v noci (zástupci řádu Lepidoptera, podčeleď Ophioninae (řád Hymenoptera)) (Nowinszky et al., 2007 ex. Tshernishev, 1961). Většina druhů ze skupiny Makrolepidoptera spadá do poslední skupiny, aktivující pouze v noci (Nowinszky et al., 2007). Některé druhy nočních motýlů, například zástupci přástevníků (Arctiidae), aktivují ale až koncem noci, v době svítání (Kadlec T., pers. comm.).

Podle původní Buddenbrookovy teorie (1937) si hmyz zaměňuje umělé osvětlení se svitem Měsíce. Vzhledem k vzdálenosti Měsíce od Země dopadá jeho světlo na letící hmyz stále pod stejným úhlem ( $0-90^\circ$  s úhlem azimutu Měsíce, úhel se postupně mění v průběhu noci, letící hmyz to ovšem nevychýlí ze směru letu; Nowinszky, 2003 ex. Baker et Sadovy, 1978; Sothibandhu et Baker, 1979). Díky fixaci tohoto úhlu během letu se letící jedinec pohybuje stále přímým letem (viz obr. 4). Umělé zdroje však vyzařují světlo radiálně a nachází se v mnohem bližší vzdálenosti než astrální tělesa. Během letu dochází tedy často ke změně úhlu ve spojitosti s emitovaným světlem. Hmyz se proto – v důsledku korekce této změny – pokouší se světlem udržet stále stejný úhel, a proto se spirálovitým letem přibližuje ke zdroji světla (Nowinszky, 2003). Podle Mazochin-Pornsjakova (1965) se hmyz orientuje podle silnějšího zdroje světla, kterým mohou často být umělé zdroje. Ty mají často mnohonásobně vyšší intenzitu světla než Měsíc a hmyz se pokouší podle těchto výrazně atraktivnějších zdrojů světla orientovat stejně jako podle přirozených zdrojů světla na noční obloze. Od stejného autora je také domněnka, že hmyz nejvíce reaguje na krátkovlnné záření z toho důvodu, že primárními zdroji UV záření jsou Slunce a obloha, a hmyz si tudíž toto krátkovlnné záření spojuje s otevřeným prostorem, ve kterém se šíří nejlépe (Nowinszky, 2003).



Obr. 4: Přímý a spirálovitý let v závislosti na zdroji světla (Breed et Moore, 2016)



V průběhu 24-hodinového cyklu dne a noci dochází také ke změnám v spektrálním složení širícího se přirozeného světla v prostředí. Během svítání a západu slunce převládají u světla krátké vlnové délky (modrá barva), v poledne převládají dlouhé vlnové délky (červená barva) (Hut et al., 2000). Před západem slunce je množství UV záření nízké, po západu slunce naopak silně stoupá. Později během noci dochází opět k poklesu, kdy je množství krátkovlnného UV záření dokonce nižší než ve dne (Warrant et Johnsen, 2013; Brehm et al., 2021 ex. Warrant et al., 2020). Sluneční svit se soustředí kolem 580 nm, zatímco měsíční svit za úplňku kolem 400 nm. U světla Měsíce převládá modré a červené světlo (Breitler et al., 2020). K nejvýraznějším změnám ve světelných podmínkách ale dochází zejména během stmívání. K těmto změnám je uzpůsobené chování řady soumravných druhů. Během stmívání se v prostředí prosazuje záření zejména v oblasti krátkých vln, což může postupně způsobit aktivitu těchto druhů. Příkladem může být čeled' hrotnokřídleců (Hepialidae), jež jsou těmto podmínkám dokonce morfologicky uzpůsobeni. Jejich křídla nesou velké světlé skvrny a pásy, které jsou viditelné – a tudíž sehrávají největší vnitrodruhovou komunikaci – právě v čase stmívání, kdy odráží v tom čase všudypřítomné krátké vlny světelného záření (Andersson et al., 1998).

Aktivita jednotlivých skupin nočních motýlů během různých fází noci se může lišit, patrně z důvodu rozdílných světelných podmínek. Rozdíly jsou v některých případech patrné dokonce již u jednotlivých druhů v rámci stejného rodu. Jako příklad může posloužit studie od autorů Wallner et al. (1995), kteří zjistili nejvyšší aktivitu druhu *Lymantria dispar* v čase 23:00 až 1:00, u druhu *Lymantria mathura* mezi 1:00 až 3:00 a v případě druhu *Lymantria monacha* mezi 3:00 až 5:00. Autoři se domnívají, že jde o strategii, jak se vyhnout mezidruhovému křížení. Feromony druhů *L. dispar* a *L. monacha* jsou do jisté míry atraktivní i pro druhý taxon, a k odlišnému rozložení aktivity tak může docházet kvůli vábení partnerů v jiné fázi noci.

Jedním z možných vysvětlení rozložení aktivity během noci je riziko vystavení se predaci. Ve studii od autorů Kirkeby et al. (2016) byla potvrzena vyšší aktivita menších druhů hmyzu před 22:00, zatímco větší druhy, mezi nimi i velcí noční motýli, aktivovali nejvíce až po 22:00. Tato studie ovšem vznikla v severním Švédsku v průběhu letního období. V severní Skandinávii mohou přirození predátoři hmyzu – hmyzožraví ptáci aktivovat v létě až do 23:00, netopýři se objevují až od 22:00 (Speakman et al., 2000). V běžném evropském prostředí nejvíce druhů netopýřů aktivuje během prvních tří hodin po západu slunce a s postupem noci jejich aktivita soustavně klesá (Perks et Goodenough, 2020).

Vnímání světla může silně ovlivnit i charakter okolního prostředí. Stromový porost například během vegetační doby mění světelné spektrum po průchodu listovím. Podle hustoty porostu může být výsledné pronikající spektrum záření převážně žluté až zelené (zapojený porost), modré (rozvolněný porost), červené (úzká mezera v jinak hustém porostu) nebo složené bílé (široká mezera s přímým slunečním svitem). V závislosti na denním čase se mění na fialové, a to při východu nebo západu slunce. Tyto efekty se mohou výrazně lišit v závislosti na aktuálním stavu počasí, zejména míry oblačnosti (Endler, 1993).

### 3.4 Rozdíly ve vnímání světelných spekter mezi různými skupinami hmyzu

Při studiu nočního hmyzu jsou často využívány světelné lapače. Největší využití má tento typ pastí u řádů Lepidoptera a Coleoptera, které jsou typické silnou pozitivní fototaxí (Pan et al., 2021). Protože se však preference vlnové délky světla

mohou u různých taxonů lišit (Briscoe et Chittka, 2001; Somers-Yeates et al., 2013; van Grunsven et al., 2014; Merckx et Slade, 2014), je třeba vybírat při experimentech vhodný typ světla v závislosti na zkoumané skupině. Uvnitř konkrétní taxonomické skupiny ale jednotlivé druhy reagují na světlo s podobným složením vlnových délek (Briscoe et Chittka, 2001). Světelné lapače mohou být provedeny v různých modifikacích a při sběru být použity různé světelné zdroje (Jonason et al., 2014). Zpravidla se pro lákání hmyzu užívá světelný zdroj emitující záření v oblasti UV (van Langevelde et al., 2011; Shimoda et Honda, 2013), na které většina druhů z řady taxonomických skupin silně reaguje. Čočka v hmyzím oku filtruje světlo o vlnové délce kratší než 350 nm, a hmyz tudíž tuto část UV záření nevnímá (Ilić et al. 2016).

Většina nočních motýlů (Lepidoptera) je přitahována světly o vlnové délce v rozsahu cca 375-418 nm (Pan et al., 2021). Obecně světlo s kratší vlnovou délkou, především UV záření (300-400 nm), přitahuje více jedinců motýlů než dlouhovlnné záření (Frank, 1988; van Langevelde et al., 2011 ex. Nowinszky, 2003; Ilić et al. 2016; van Langevelde et al., 2017; Brehm et al., 2021). Určité rozdíly mohou být i mezi konkrétními čeleděmi nočních motýlů. Například jedinci z čeledi Noctuidae preferují kratší vlnovou délku, zatímco u čeledi Geometridae nebyly žádné určité preference prokázány (Somers-Yeates et al., 2013).

Na krátké vlnové délky (380-403 nm) reagují také běžní zástupci dalších řádů, jako Coleoptera, Diptera, Ephemeroptera, Homoptera, Hymenoptera a Trichoptera (de Medeiros et al., 2016; Zemel et Houghton, 2017).

Včely (Apidae) preferují UV a modrou část světelného spektra (Menzel et Greggers, 1985). V případě řádu Ephemeroptera bylo zjištěno, že dospělci jsou citliví zejména na UV záření, zatímco jejich vodní larvy jsou citlivé také na zelené světlo (Egri et al., 2022).

Dravé druhy z řádů Neuroptera a Coleoptera reagují na světla o větší vlnové délce, konkrétně 538 nm (Coleoptera) a 572 nm (Neuroptera) (Pan et al., 2021). Ostatní zástupci řádu Coleoptera nejsilněji reagují na světlo o vlnové délce 395 nm, zástupci řádu Hemiptera na 440 nm (Pan et al., 2021). Podčeleď Triatominae (zákeřnice) je přitahována modrým světlem a slabě zářícím bílým světlem (Pacheco-Tucuch et al., 2012). Z dalších provedených experimentů (de Medeiros et al., 2016) rovněž vychází najevo, že některé druhy z řádu Coleoptera reagují na světlo o krátké vlnové délce, zatímco jiné na světlo o větší vlnové délce.

Také u řádu Diptera se setkáme s rozdílnými preferencemi vlnové délky v závislosti na dané skupině. Komáři (Culicidae) a pakomáři (Chironomidae) jsou přitahováni UV, modrou a zelenou částí spektra (Longcore et al., 2015 ex. Chadee, 2000; Burkett et Butler, 2005). Mouchy domácí (*Musca domestica*) jsou přitahovány zelenou a červenou částí spektra, ale také UV zářením (Green, 1984).

Někteří zástupci dvoukřídlého hmyzu mohou být také lákáni ke světlu z wolframové žárovky, které postrádá UV část spektra (Wakefield et al., 2016). Tento jev je vysvětlován tím, že tento typ světla kromě viditelného záření emituje také infračervené záření (760–1400 nm), a jedinci jsou tak přilákáni spíše vyslaným teplem. V práci není zmíněna možná reakce na červenou a zelenou část spektra, tento typ žárovky však emituje hlavně infračervené záření, zatímco menší vlnové délky (mezi nimi např. i zelená část spektra) jsou potlačeny.

### 3.5 Reakce na světlo v závislosti na pohlaví

V mnoha provedených studiích bylo prokázáno, že na světlo častěji přilétávají samci nočních motýlů než samice (Altermatt et al., 2009; Truxa et Fiedler, 2012; Brehm et al., 2021). Tento rozdíl je patrně způsoben vyšší letovou aktivitou samců

(Garris et Snyder, 2010; van Langevelde et al., 2017). Samice volí k nalezení partnera jinou taktiku, je méně aktivní, čímž zároveň šetří energii na tvorbu, zrání a kladení vajíček, a vysílá do okolí pohlavní feromony, za pomoci kterých ji aktivně létající samci dokáží vypátrat. S vyšší aktivitou samců zároveň narůstá pravděpodobnost, že samec natrefí na světelný zdroj (Altermatt et al., 2009). V některých případech samice ani nemají možnost letu, neboť jsou brachypterní až zcela apterní (některé píďalky rodů *Agriopis*, *Alsophila*, *Erannis*). Tyto samice mají ve srovnání s aktivně létajícími samci také redukované zrakové orgány, navíc bez výraznější citlivosti ke konkrétním spektrům záření (Kadlec et al., 2016).

Další možná vysvětlení rozdílů ve vnímání světla mezi pohlavími jsou například odlišnosti ve vnímání světla (Altermatt et al., 2009; Garris et Snyder, 2010). U některých druhů nočních motýlů mají samci větší, a tím pádem i citlivější oči (Altermatt et al., 2009). Zároveň bylo prokázáno, že u samic a samců se může lišit i anatomická stavba oka, kdy kupříkladu u samic píďalky *Operophtera brumata* je délka ommatidií kratší než u samců (Meyer-Rochow et Lau, 2008).

U samic může být také preference vlnových délek záření ovlivněna i tím, zda je samice již oplozena, nebo dosud ne. Zatímco oplozené samice zavíječe *Plodia interpunctella* reagují silněji na modré záření (400-475 nm), neoplozené jsou ve větší míře přitahovány i zeleným zářením (475-600 nm) (Cowan et Gries, 2009). Příčina tohoto faktu není zatím známa.

Případné rozdíly v početnosti ke světlu přilákaných samců a samic mohou být ale také způsobené nestejným zastoupením jednotlivých pohlaví v konkrétním období nebo se může v závislosti na pohlaví lišit průměrná délka života jedinců (Garris et Snyder, 2010). Může docházet k časovému posunu při líhnutí samic, kdy na počátku letové periody bude převažovat samčí pohlaví a samice budou v nejvyšší míře zastoupeny až tehdy, kdy samci vzhledem k pokročilejšímu věku budou již na ústupu. V takovém případě hovoříme o protandrii.

Naproti tomu Garris et Snyder (2010), kteří při sběru nočních motýlů předpokládali možný vliv nevyváženého poměru pohlaví jedinců však uvádějí, že počty samců se při odchycích na světelné zdroje u mnoha druhů v čase výrazně neměnily. U můry druhu *Thioptera nigrofimbria* ale naopak výsledky průkazně potvrdily nárůst počtu chycených samic v čase.

Samci a samice mohou také aktivovat v odlišný čas během noci. Samice bourovce borového *Dendrolimus pini* jsou aktivní cca do 22-23:00, avšak samci létají až dlouho do noci (Nowinszky et al., 2007 ex. Ambrus et Csóka, 1989).

U řádu třásnokřídlých (Thysanoptera) byla zjištěna rozdílnost v preferované barvě mezi pohlavími. Zatímco samice druhu *Frankliniella schultzei* reagují intenzivněji na červenou barvu (delší vlnové délky), samci jsou více přitahováni žlutou barvou (cca 570-590 nm). Tento rozdíl je dán odlišnými nároky na potravu a odlišným chováním spojeným s reprodukcí mezi pohlavími. Zatímco samci se soustředí ve spodní části květní koruny ibišku čínského (*Hibiscus rosasinensis*) nebo ibiškovce dřevnatého (*Malvaviscus arboreus*), samice se nachází ve vyšší úrovni. Květy obou rostlinných druhů odrážejí nejvíce světla v oblasti 600-700 nm, a jeví se proto jako červené (Yaku et al., 2007). Byly zjištěny rovněž rozdíly v době největší aktivity v rámci dne, kdy samci začali aktivovat dříve než samice (Yaku et al., 2007).

Mandelinka bramborová (*Leptinotarsa decemlineata*) z řádu brouků prokazuje také jisté rozdíly v preferenci barev v rámci pohlaví. Při možnosti výběru ze dvou různých barev nebyl u samiček zjištěn rozdíl mezi složeným bílým (420-775 nm) a červeným (660 nm) světlem, ale samci preferovali bílé světlo. Stejně tak nebyla u samic zjištěna preference mezi složeným bílým a UV (351 nm) světlem,

zatímco samci dávali přednost bílému složenému světlu. Samice průkazně upřednostňovaly UV světlo před červeným (660 nm), u samců nebyla žádná preference prokázána. Při výběru mezi modrým (472 nm) a červeným světlem dávaly samice jednoznačně přednost modrému, u samců nebyl zjištěn žádný trend. Obě pohlaví však nejsilněji reagovala na monochromatické žluté (585 nm) nebo zelené (570 nm) světlo (Otálora-Luna et Dickens, 2010). Preference těchto barev je typická pro herbivorní druhy hmyzu. Mladé listy obsahující více dusíku odráží více žlutého světla, kdežto starší listy odráží zelené světlo (Prokopy et Owens, 1983).

### 3.6 Funkční vlastnosti (*traits*) hmyzích společenstev a jejich vztah k umělému osvětlení

Funkční vlastnosti jsou určité charakteristiky druhu, které odráží jeho adaptaci na dané prostředí. Podle definice jde o jakékoli morfologické, fyziologické nebo fenologické vlastnosti měřitelné na úrovni jednotlivce (Violle et al., 2007). Rozlišují se funkční vlastnosti biologické a ekologické.

Biologické funkční vlastnosti jsou fyziologické a behaviorální charakteristiky druhu, jedná se například o listovou plochu, velikost plodů nebo životní formu rostlin, u živočichů velikost těla, délku života nebo fekunditu. Ekologické funkční vlastnosti souvisí s preferencemi habitatu a podmínkami prostředí, patří mezi ně biogeografické rozšíření nebo tolerance teploty a pH (Devin et Beisel, 2006; Violle et al., 2007; Menezes et al., 2010). Co se týče například typu přijímané potravy, autoři se různí v tom, zda se jedná o biologickou (Devin et Beisel, 2006) či ekologickou (Coulthard et al., 2019) funkční vlastnost.

Mezi funkční vlastnosti nočních motýlů můžeme řadit například velikost těla, rozpětí křídel, potravní spektrum, preferované habitaty nebo délku letové periody.

Na rozdíl od seznamu druhů nám funkční vlastnosti více přibližují vztah mezi společenstvy hmyzu a okolním prostředím. Jinými slovy, lépe popisují funkčnost celých společenstev v rámci prostředí. V případě řádů vázaných na vodu (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) bylo v rámci studie provedené v Brazílii druhové složení korelováno se substrátem, hydromorfologií a využitím krajiny, kdežto rozdíly ve funkčních vlastnostech souvisely s využitím krajiny, silou vodního proudu a kvalitou vody (de Castro et al., 2017). Pro pochopení procesů ve vodním prostředí je důležité trofické zařazení druhů, tedy zda se jedná o drtiče, filtrátory, sběrače, spásače, škrabače nebo dravce (Ferreira et al., 2017).

Funkční vlastnosti druhů se zároveň mohou využít jako nástroj pro biomonitoring. Na rozdíl od běžného taxonomického přístupu (abundance a počet druhů) se při zaměření na *traity* mohou lépe odhalit stresové faktory působící v daném prostředí. S intenzivnějším působením člověka v krajině se mění také funkční vlastnosti zastoupené ve společenstvu. V tom pak budou přítomny druhy, které akceptují podmínky habitatu, ale zároveň z něj budou eliminovány druhy s nejméně vhodnými biologickými funkčními vlastnostmi pro toto prostředí (Menezes et al., 2010).

Bylo zjištěno, že míra pohyblivosti (mobilita) druhů souvisí s jejich funkčními vlastnostmi. Pohyblivější jsou potravní generalisté (polyfágní a oligofágní druhy) a druhy s pozdější letovou periodou od srpna do září. Vyšší pohyblivost v pozdně letních měsících je zřejmě dána vyšší teplotou (Betzholtz et Franzen, 2011).

Také hojně rozšířené druhy vykazují vyšší letovou aktivitu (Betzholtz et Franzen, 2011), autoři však nezjistili vliv velikosti těla na mobilitu, což je v rozporu s obecnou představou korelace mezi velikostí a pohyblivostí. Výsledky ohledně velikosti těla a mobility by mohly naznačovat, že větší druhy nočních motýlů přilétají

na světlo častěji (van Langevelde et al., 2017) kvůli větším a citlivějším očím (větší absolutní velikost oka), a nikoliv kvůli vyšší zdatnosti při letu vlivem většího těla a křídel.

S plochou oka se zvyšuje také počet ommatidií. U druhů hmyzu aktivujících v noci se můžeme setkat s větší (v případě včel (*Apoidea*)), nebo naopak s menší absolutní velikostí oka (mravenci rodu *Camponotus*) (Menzi, 1986; Jander et Jander, 2002). Lepší vnímání pomocí zraku bylo prokázáno u větších forem nebo druhů mravenců (Zollikofer et al., 1995) a včel (Jander et Jander, 2002).

V jedné ze studií (Keinath et al., 2021) byla zkoumána hypotéza předpokládající, že vlivem umělého osvětlení by mohlo docházet ke zmenšování jedinců a jejich očí v čase. Selektivně zvýhodnění by byli jedinci, kteří by na umělá světla reagovali méně. Výsledky však ukázaly, že jedinci osenice *Agrotis exclamationis* se naopak v čase zvětšovali, ale u samic docházelo skutečně ke zmenšování relativní velikosti očí v čase. U samců se tento trend neprokázal. Ani u jednoho pohlaví se neměnila délka křídel. Samice na rozdíl od samců jsou méně závislé na zraku, ve větší míře ho uplatňují až při hledání hostitelských druhů rostlin. Samci využívají zrak při hledání samic a kvůli větší aktivitě jsou více vystaveni predaci, proto na ně mohou působit odlišné selekční tlaky. Redukce očí by u samců měla větší negativní vliv na fitness než u samic (Keinath et al., 2021).

Zvětšování těla je ovšem vysvětlováno fragmentací stanovišť, a není tudíž důsledkem pouze působení umělého světla. Velikost je zde spojena s větší mobilitou, nutnou pro nalezení zdrojů v silně pozmeněném prostředí (Merckx et al., 2018).

Prostředí, ve kterém se druh nachází, ovlivňuje evoluci funkčních vlastností přes přírodní selekci, kdy jedinci s vhodnými vlastnostmi budou mít nejvyšší fitness a zanechají nejvíce potomků s dědičnými výhodnými vlastnostmi. Tím, že v populaci převažují výhodné *traits*, dochází zároveň k adaptaci druhů na dané prostředí. Se změnou prostředí se stávající funkční vlastnosti mohou stát nevýhodnými, a nově se uplatní takové, které budou výhodné v aktuální situaci. Při přírodní selekci nedochází ke vzniku nových funkčních vlastností, pouze se mění jejich zastoupení v populaci jako reakce na současné podmínky prostředí (Gregory, 2009).

Ke změně struktury funkčních vlastností u hmyzu dochází v důsledku působení stresových faktorů a nedostatku potravy. Nové funkční vlastnosti mohou vznikat za účelem snížení vnitrodruhové kompetice. Výsledkem je tzv. sympatrická speciace, kdy z jedné původní populace vzniká více nových druhů (Hodjat, 2022).

Různé populace stejného druhu se mohou vzájemně lišit díky lokálním adaptacím nebo fenotypové plasticitě. Dále může během evoluce druhu dojít k preadaptaci, kdy určitá struktura nebo orgán začne sloužit i k jinému než k původnímu účelu.

Autoři se rozcházejí v názorech, zda odlišné funkční vlastnosti vznikají pouze jako lokální adaptace či výsledek fenotypové plasticity, nebo jde skutečně o vznik nových druhových vlastností (Long et al., 2013; Andersson et al., 2015).

Kromě přirozených změn v prostředí daných dynamickým vývojem přírody jsou funkční vlastnosti ovlivněny také působením člověka. Umělé zdroje světla mohou mít například zhoubné účinky na fyziologické a biologické funkční vlastnosti bezobratlých živočichů (Murata et al., 2017). Nepříznivě působí UV spektrum, ale zjištěn byl také vliv modrého světla, projevující se u kukel některých druhů (*Tribolium confusum* (Coleoptera), *Drosophila melanogaster* a *Culex pipiens molestus* (Diptera)) zvýšenou úmrtností. Modré světlo způsobuje u těchto druhů hmyzu oxidační stres, protože stimuluje tvorbu reaktivního kyslíku (Hori et al., 2014). U druhu *Orius sauteri* (Hemiptera) způsobuje modré a červené světlo

prodloužení larválního vývoje a snížení fekundity. Autoři si tento jev vysvětlují tím, že je ploštica adaptována na žlutou až zelenou část spektra, která by se nacházela v jejich přirozeném prostředí (Wang et al., 2013). Vlivy umělého světla jsou druhově specifické, u některých druhů se nepříznivé účinky nemusí dostavit vůbec (např. *Thrips palmi* (Thysanoptera)) (Murata et al., 2017).

Umělé osvětlení může dále škodlivě působit na bioluminiscentní druhy, jako jsou například světlušky (Lampyridae), které se vzájemně světelně dorozumívají (lákají partnery či kořist) pomocí oxidace luciferinu. U dospělců mohou umělá světla snížit reprodukční úspěch kvůli zkreslení signálů vysílaných opačným pohlavím (Owens et Lewis, 2018). U larev došlo po vystavení permanentnímu světlu k rychlejšímu růstu v počátečních fázích vývoje, a k menšímu rozptylu v prostoru během pozdějších fází vývoje. Larvy budou delší dobu osvětlení vnímat jako letní dny, což může způsobit posunutí délky vývoje a načasování diapauzy (Owens et Lewis, 2021).

Umělé světlo může mít také vliv pouze na jedno z pohlaví. Samci můry druhu *Mamestra brassicae* dosahují jako housenky i kukly menšího vzrůstu a kuklí se dříve při vystavení bílému nebo zelenému světlu. Tím může dojít ke snížení fitness a zvýšení úmrtnosti (van Geffen et al., 2014).

## 4. Praktická část

### 4.1 Metodika

#### 4.1.1 Charakteristika studijního území

Data byla sbírána na lokalitách na Jižní Moravě a v Maďarsku (okolí jezera Balaton). Pro sběr dat byly zvoleny tři odlišné biotopy, jež hostí bohatá a specifická společenstva nočních motýlů a liší se i strukturálními charakteristikami vegetace. Prvním z biotopů je lesní porost světlé stejnověké doubravy na jižní Moravě na Hodonínsku v okolí Dubňan (48°53'44"N/17°05'24"E; 193 m n.m.). Druhým biotopem jsou podmáčené mokřady s bohatými porosty vysokých rákosů, orobinců a ostřic v Maďarsku v oblasti Közép-Dunántúl u obce Veszprém (47°10'05"N/18°09'24"E, 106 m n.m.). Třetím biotopem jsou suché rozvolněné krátkostébelné až keřnaté trávníky v Maďarsku ve stejné oblasti, u obce Csór (47°13'49"N/18°15'18"E, 265 m n.m.).

Konkrétní oblasti byly vybrány tak, aby byla zachycena co největší diverzita sledovaných skupin nočních motýlů, a zároveň aby každý sběr probíhal v rámci jednoho uniformního rozlehlejšího biotopu. Území Maďarska bylo vybráno z důvodu výskytu rozsáhlých zachovalých mokřadních a stepních oblastí bez rušivého vlivu fragmentace a mozaiky biotopů, jež by mohly značně zkreslovat výsledky a dále kvůli vysoké diverzitě specializovaných druhů, které jsou v České republice již na ústupu nebo zcela vymřely (Macek et al. 2007, Farkač et al. 2005).

V Maďarsku žije 3 550 druhů motýlů (Lepidoptera), z toho 157 denních motýlů a 3 393 nočních motýlů (Pastoralis et al., 2016). V České republice je 3 429 druhů motýlů, z toho 161 druhů denních motýlů a 3 268 nočních motýlů (Laštůvka et Liška, 2011).

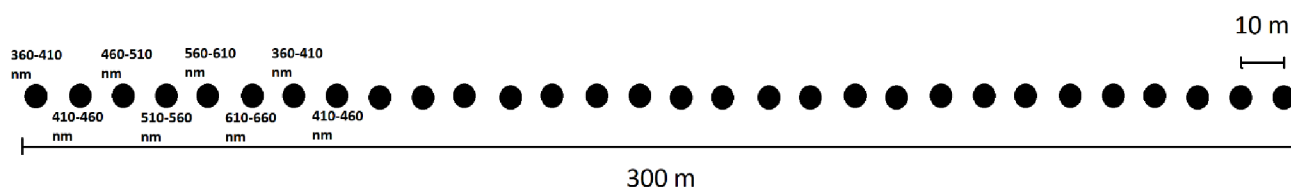
#### 4.1.2 Sběr dat

Odchyt nočních motýlů probíhal na každém z biotopů v průběhu září až října v roce 2013 a v průběhu března až srpna v roce 2014. V rámci každého biotopu proběhlo 6 návštěv (jedna roku 2013 a zbylých pět roku 2014), kdy byl každý odběr vzorků prováděn zhruba v měsíčních intervalech po dvě následující noci za podmínek vhodných pro aktivitu hmyzu (noci bez výskytu déle trvajících srážek, mimo období fáze úplňku Měsíce a s teplotami alespoň v hodnotách dlouhodobých průměrných teplot pro dané období).

Pro odchyt nočních motýlů byly při každé návštěvě použity přenosné plně automatizované světelné lapače. Tyto lapače se skládaly ze sběrné nádoby uzavřené trychtýřem, na kterém byla upevněna tři plexisklová křídla svírající 120° úhel. Mezi křídly bylo umístěno vlastní světlo, které obsahovalo tři lišty s nainstalovými LED, pokrývající nadefinovaný vektor vlnových délek elektromagnetického záření. Ke sběru bylo použito šesti typů světla, v rozmezí vlnových délek 360-660 nm. V každém světelném lapači bylo kombinováno více LED diod, pokrývajících konkrétní vlnové spektrum o celkové délce emitovaného světla 50 nm. Jednotlivá světla tedy emitovala záření v spektrálním rozsahu 360-410 nm, 410-460 nm, 460-510 nm, 510-560 nm, 560-610 nm a 610-660 nm. Kalibrací vyzařovaného světla z jednotlivých LED byla zajištěna stejná hodnota (50 mW) sumárního zářivého toku pro každou vlnovou délku, čímž se vyloučila výkonová nadřazenost jedné vlnové délky nad ostatními. Od každého typu světla bylo použito vždy pět opakování (pět světelných

lapačů X šest typů světél = 30 světelných lapačů exponovaných na lokalitách během každé návštěvy). Světla byla napájena 7,2Ah/12V gelovým oloveným akumulátorem.

Během každé noci byly lapače umístěny vedle sebe na lineárním transektu o celkové délce 300 m tak, aby docházelo k postupnému překryvu emitovaných světelných kuželů se zvyšující se vzdáleností od lapačů (rozstup jednotlivých lapačů byl 10 m). Tím byla zabezpečena postupná selekce jednotlivých spekter ze strany přilétávajícího hmyzu. Pozice transektu byla vždy volena tak, aby nejbližší okraj jiného typu biotopu nebyl blíže než 50 m, čímž se eliminuje přilákání hmyzu ze sousedních biotopů (Beck et al., 2002).



Obr. 5: Schéma rozvržení lapačů

Veškerý materiál z terénních odběrů byl ihned po ukončení lákání na světlo vhodně uchován v papírových sáčcích v mrazicích zařízeních až do doby jeho dalšího zpracování. Ze vzorků byli velcí noční motýli (nadčeledi Hepialoidea, Cossoidea, Drepanoidea, Lasiocampoidea, Bombycoidea, Geometroidea a Noctuoidea; dále jen „noční motýli“) určeni do druhové úrovně.

#### 4.1.3 Příprava vstupních dat pro statistickou analýzu

Primární data obsahují informace o počtu chycených jedinců z celkem čtyř set druhů nočních motýlů v konkrétním biotopu (les, mokřad, step), při určité návštěvě (1-6), při opakování (1-5), na určité světelné spektrum (360-410, 410-460, 460-510, 510-560, 560-610, 610-660 nm) a konkrétní den sběru.

Před vlastní statistickou analýzou byla nejdříve připravena vstupní data (součty jednotlivých pseudoreplikovaných pozorování). Nejdříve jsem sečetla abundanci nočních motýlů pro každé dvě noci následující po sobě v konkrétním měsíci na tomtéž biotopu. Jelikož svícení probíhalo každý měsíc dva dny po sobě, došlo k redukci záznamů o polovinu, při zachování informace o preferenci spektra a nejvyšší aktivitě druhů v rámci roku. Dále jsem sečetla abundance z pěti opakování světelných lapačů pro totožné vlnové délky v rámci jednoho sběru (nyní obsahujícího data ze dvou sečtených nocí). Získaná informace tedy vypovídá o počtech jedinců, diverzitě a druhovém složení v jednotlivých spektrech v jednotlivé měsíce na třech různých biotopech.

#### 4.1.4 Funkční vlastnosti

Pro každý z odchycených druhů byly z dostupné literatury pojednávající o diverzitě motýlů střední Evropy zjišťovány konkrétní funkční vlastnosti (Macek et al., 2007, 2008, 2016).

Jednotlivými funkčními vlastnostmi použitými v analýzách jsou velikost (vyjádřená jako průměrná biomasa na jedince), počet generací během roku, disperzní schopnost, habitatová specializace, vazba na vegetační vrstvu, průměrná délka života dospělce, průměrná délka vývoje housenky, potrava housenek a přezimující stadium.

Druhy byly dle biomasy děleny do tří skupin, a to na druhy malé (0 - 2,3 mg), středně velké (2,3 - 10,7 mg) a velké (10,7 - 990,6 mg). Hodnota v miligramech byla vypočítána za použití experimentálně stanoveného vztahu mezi hmotností m a



délkou těla  $BL$ :  $m = a \cdot BL^b$ , kde  $a$  je konstanta o hodnotě 0.0095,  $b$  je konstanta o hodnotě 2.969 a  $BL$  je délka těla v milimetrech (Hódar, 1996).

Podle počtu generací byly druhy děleny na jednogenerační a vícegenerační. Pro disperzní schopnosti byly rozlišovány tři kategorie: druhy s vysokou, střední nebo nízkou disperzí. Při stanovení disperzních schopností se vycházelo z předpokladu o vzájemném vztahu velikosti křídel a mobility jedinců (Kuussaari et al., 2014). Pokud nebylo v literatuře řečeno jinak, byly druhy rozřazeny podle rozpětí křídel – druhy s rozpětím  $< 25$  mm jako málo disperzní, s 26-40 mm jako druhy se střední disperzí a s rozpětím  $> 40$  mm jako vysoce disperzní (viz příloha 1).

Podle habitatové specializace byly druhy rozděleny na druhy otevřených biotopů, polootevřených biotopů, lesů, nebo jako biotopoví generalisté (bez výrazné preference habitatu s určitou strukturou vegetace). V závislosti na vazbu larev i dospělců na určité vegetační patro byly druhy řazeny jako vázané na bylinné patro, keřové patro nebo stromové patro, popřípadě do skupiny *jiné*, pokud se housenky a imaga v tomto ohledu navzájem lišily.

Délka života dospělců byla stanovena jako krátká, pokud dospělec žije méně než 2 měsíce, jako středně dlouhá při délce života 2-4 měsíce a jako dlouhá při více jak 4 měsících. Obdobně byl vývoj housenek označen jako krátký při délce vývoje pod 2 měsíce, středně dlouhý při 2-6 měsících a dlouhý při vývoji nad 6 měsíců.

Podle potravní specializace housenek byly druhy děleny na ty, které se živí čerstvými listy rostlin, jinými vegetativními částmi rostlin (stonky a kořeny), generativními částmi rostlin (květy, květní pupeny, semena, plody), stélkami lišejníků a mechů, opadem z bylin, opadem ze stromů a druhy žijící dravě (buď kanibalismus nebo predace jiných housenek, případně jiných členovců). Jeden druh mohl v tomto případě spadat i pod více kategorií.

V poslední řadě byly druhy rozřazeny podle toho, zda přezimují jako vajíčka, larvy, kukly nebo dospělci (viz příloha 2).

## 4.2 Statistická analýza dat

### 4.2.1 Vliv světelných spekter na diverzitu a abundanci odchytených nočních motýlů

Pro zjištění vlivu světelného spektra na chycený počet druhů a jedinců byly vytvořeny dva zobecněné smíšené lineární modely (glmer). Pro model s druhy bylo použito Poissonovo rozdělení s počtem druhů jako závislou proměnnou, konkrétním spektrálním rozhraním (spektrum; kategorie 360-410, 410-460, 460-510, 510-560, 560-610, 610-660 nm) jako vysvětlující proměnnou s pevným efektem a pořadím návštěvy (1.-6. návštěva, měsíce odběru) jako vysvětlující proměnnou s náhodným efektem (předpokládá se rozdílné rozložení diverzity nočních motýlů v různých částech fenologické sezony).

V druhém modelu s negativně binomickým rozdělením je zkoumán vztah počtu jedinců v závislosti na spektru. Závislou proměnnou je počet jedinců, vysvětlující proměnná s pevným efektem je konkrétní spektrální rozhraní (kategorie tytéž jako v předchozím modelu) a vysvětlující proměnná s náhodným efektem je pořadí návštěvy.

Pro zjištění průkaznosti rozdílů v počtu druhů a jedinců mezi jednotlivými kategoriemi spektra jsem v obou případech provedla mnohonásobné porovnání za použití post hoc Tukeyho testu. Analýzy diverzity a abundancí, s následnými post hoc testy byly provedeny v programu RStudio, verze 4.1.1 (RStudio Team, 2021) za použití balíčků lme4 (v1.1-27.1; Bates et al., 2015), lmerTest (v3.1-3; Kuznetsova et al., 2017) a multcomp (v1.4-18; Hothorn et al., 2008).

#### 4.2.2 Vztah zastoupení funkčních vlastností nočních motýlů k světelnému spektru

Nejdříve byla zkoumána obecná vazba studovaných funkčních *traitů* ke třem zkoumaným biotopům (les, mokřad, step), v tomto případě se pracovalo se sloučenými daty ze všech biotopů. Použita byla mnohorozměrná ordinační analýza. Pro stanovení délky gradientů byla provedena nepřímá unimodální DCA analýza (*detrended correspondence analysis*), do které vstupovala data o početnosti funkčních vlastností v rámci všech biotopů. Podle délky prvního gradientu (2.31) byla v dalším kroku zvolena lineární přímá analýza RDA (*redundancy analysis*). V modelu vystupovala jako závislá proměnná matice se zastoupením jednotlivých funkčních vlastností ve světelných lapačích a jako vysvětlující proměnná biotop. Průkaznost modelu byla testována pomocí Monte Carlo permutačního testu s 999 permutacemi.

Dále byla mnohorozměrná ordinační analýza provedena také pro stanovení vazby funkčních vlastností společenstev nočních motýlů ke konkrétní části světelného spektra. Byly vytvořeny celkem tři modely, každý zvlášť pro jeden biotop. Ve všech modelech vystupovalo pořadí návštěvy jako kovariáta. Všechny modely byly počítány pomocí balíčku *vegan* (v2.5-7; Oksanen et al., 2020) v programu RStudio, verze 4.1.1 (RStudio Team, 2021).

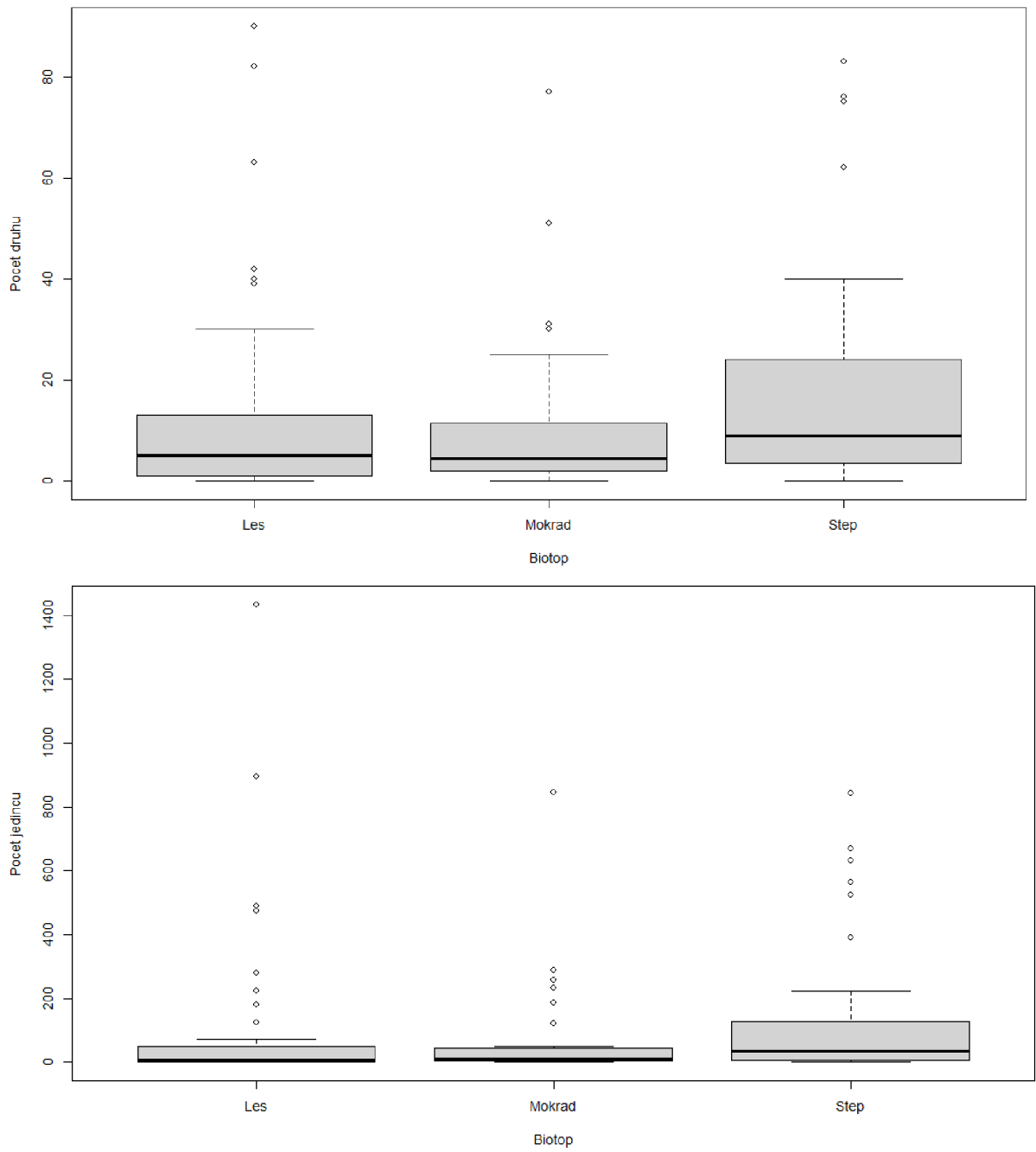
Nejprve byla pro stanovení délky gradientů provedena nepřímá unimodální DCA analýza. Do této analýzy vstupovala data o početnosti jednotlivých funkčních vlastností v daném biotopu. Podle délky prvního gradientu (1.77, resp. 1.91 a 2.17) bylo rozhodnuto, že pro modelování následných přímých modelů bude provedena lineární přímá analýza RDA. V každém modelu věnujícímu se konkrétnímu biotopu vystupovala jako závislá proměnná matice s početností (zastoupením) jednotlivých funkčních vlastností ve světelných lapačích, jako vysvětlující proměnná spektrum (faktor o šesti kategoriích 360-410, 410-460, 460-510, 510-560, 560-610, 610-660) a jako kovariáta pořadí návštěvy. Statistická průkaznost každého modelu byla testována pomocí Monte Carlo permutačního testu s 999 permutacemi.

### 4.3 Výsledky práce

#### 4.3.1 Základní explorační analýzy

Celkem dataset obsahuje data o výskytu 400 druhů (11 860 jedinců). Z toho 221 druhů (4 618 jedinců) bylo odchyceno v lesním biotopu, 254 (4 855 jedinců) na stepi a 166 (2 387 jedinců) v mokřadu.

Z exploračních analýz vyplývá, že více jedinců i druhů bylo odchyceno na stepním biotopu (viz obr. 6) a že noční motýly nejvíce přitahuje spektrum o vlnové délce 360-410 nm (viz tab. 1, obr. 7 a 8), bez ohledu na biotop nebo fenologii. Nejčastěji se do světelných lapačů chytaly velké druhy, se střední schopností disperze, se středně dlouhou dobou vývoje larev i života dospělců.

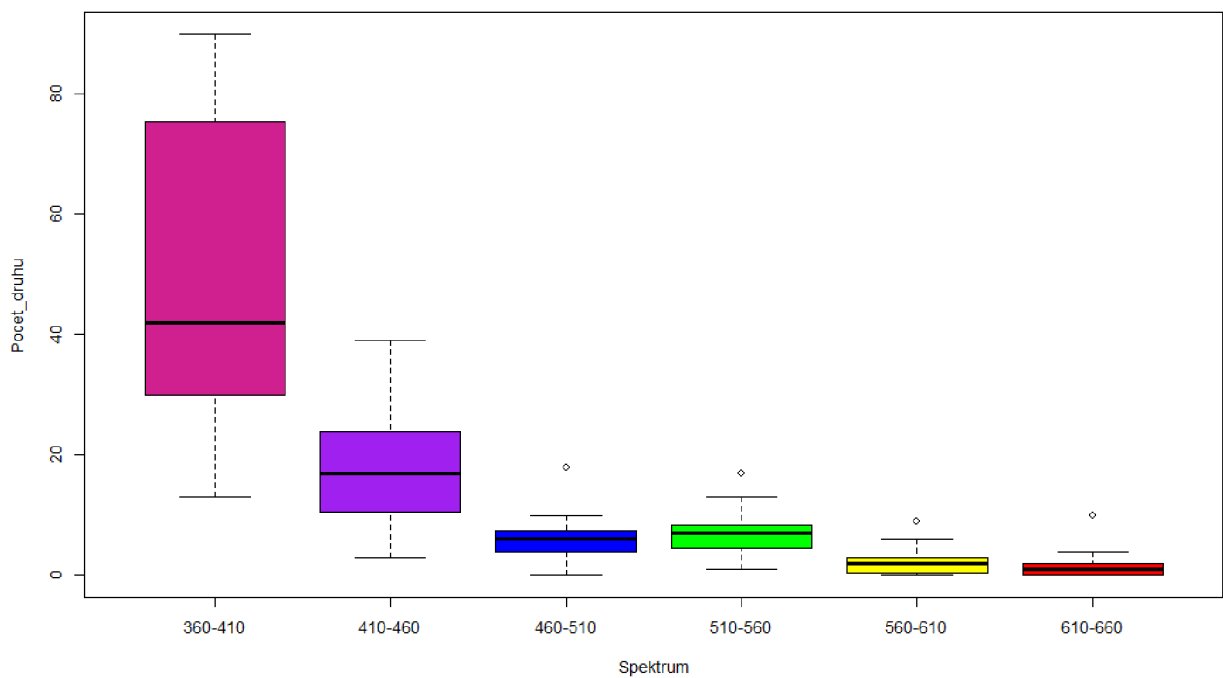


Obr. 6: Počet druhů (nahore) a jedinců (dole) nočních motýlů odchycených na jednotlivých biotopech

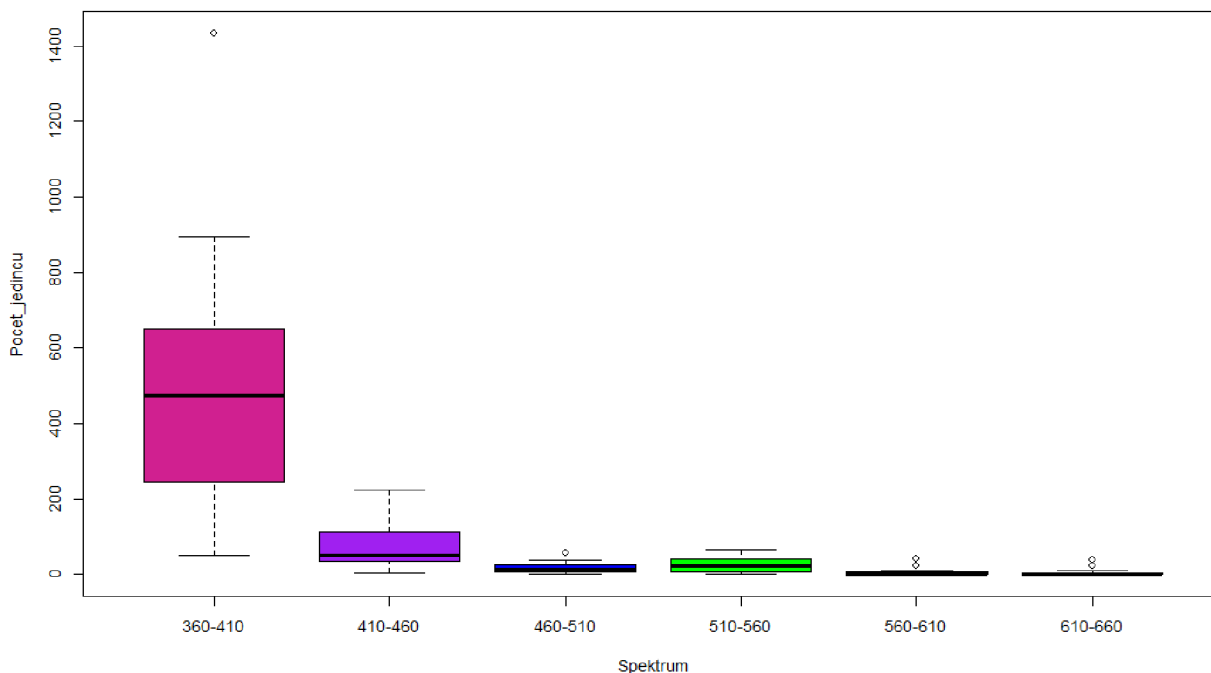
Celkový počet chycených druhů a jedinců na konkrétní vlnové délky jsou uvedeny v následující tabulce:

Tab. 1: Počet jedinců a druhů nočních motýlů odchycených na konkrétní úseky světelného spektra

Světelné spektrum (nm)	Počet jedinců	Počet druhů
360-410	9 397	383
410-460	1 452	219
460-510	319	94
510-560	483	98
560-610	113	36
610-660	96	24



Obr. 7: Počet druhů chycených na jednotlivá spektra (bez rozlišení dle biotopů)



Obr. 8: Počet jedinců chycených na jednotlivá spektra (bez rozlišení dle biotopů)

#### 4.3.2 Výsledky lineárních analýz

Počet odchycených druhů byl signifikantně ovlivněn světelným spektrem použitým v lapači. Podle Tukeyho testu byly významné rozdíly ( $p < 0.001$ ) ve většině srovnávaných kategorií spekter, zejména ale mezi spektrem 360-410 nm a všemi zbylými a rovněž mezi 410-460 nm a všemi zbylými (viz tab. 2).

Tab. 2: Tukeyho test pro glmer model zkoumající vztah spektra a počtu odchycených druhů

	Estimate	Std. Error	z value	Pr ( $> z $ )
410-460 - 360-410 == 0	-1.00691	0.06240	-16.135	<1e-04
460-510 - 360-410 == 0	-2.11126	0.09822	-21.494	<1e-04
510-560 - 360-410 == 0	-1.93759	0.09097	-21.299	<1e-04
560-610 - 360-410 == 0	-3.20128	0.16321	-19.614	<1e-04
610-660 - 360-410 == 0	-3.49756	0.18832	-18.572	<1e-04
460-510 - 410-460 == 0	-1.10435	0.10704	-10.317	<1e-04
510-560 - 410-460 == 0	-0.93068	0.10043	-9.267	<1e-04
560-610 - 410-460 == 0	-2.19437	0.16867	-13.010	<1e-04
610-660 - 410-460 == 0	-2.49065	0.19307	-12.900	<1e-04
510-560 - 460-510 == 0	0.17367	0.12586	1.380	0.708
560-610 - 460-510 == 0	-1.09003	0.18494	-5.894	<1e-04
610-660 - 460-510 == 0	-1.38630	0.20744	-6.683	<1e-04
560-610 - 510-560 == 0	-1.26369	0.18119	-6.974	<1e-04
610-660 - 510-560 == 0	-1.55997	0.20410	-7.643	<1e-04
610-660 - 560-610 == 0	-0.29628	0.24499	-1.209	0.809

Průkazně vyšel také počet odchycených jedinců v závislosti na spektru. Tukeyho test ukázal silně signifikantní rozdíly ( $p < 0.001$ ) v počtu chycených jedinců mezi spektrem 360-410 nm a všemi zbylými a dále mezi spektry 410-460 nm a 460-510, 560-610 a 610-660 nm (viz tab. 3).

Tab. 3: Tukeyho test pro glmer model zkoumající vztah spektra a počtu jedinců

	Estimate	Std. Error	z value	Pr (> z )
410-460 - 360-410 == 0	-1.9017	0.3158	-6.023	< 0.001
460-510 - 360-410 == 0	-3.4357	0.3210	-10.704	< 0.001
510-560 - 360-410 == 0	-3.0290	0.3210	-9.436	< 0.001
560-610 - 360-410 == 0	-4.5642	0.3386	-13.481	< 0.001
610-660 - 360-410 == 0	-4.7308	0.3416	-13.847	< 0.001
460-510 - 410-460 == 0	-1.5340	0.3200	-4.793	< 0.001
510-560 - 410-460 == 0	-1.1273	0.3192	-3.532	0.00549
560-610 - 410-460 == 0	-2.6624	0.3342	-7.966	< 0.001
610-660 - 410-460 == 0	-2.8291	0.3372	-8.390	< 0.001
510-560 - 460-510 == 0	0.4067	0.3221	1.263	0.80516
560-610 - 460-510 == 0	-1.1285	0.3363	-3.356	0.01031
610-660 - 460-510 == 0	-1.2951	0.3394	-3.816	0.00194
560-610 - 510-560 == 0	-1.5351	0.3343	-4.592	< 0.001
610-660 - 510-560 == 0	-1.7018	0.3377	-5.040	< 0.001
610-660 - 560-610 == 0	-0.1666	0.3438	-0.485	0.99670

#### 4.3.3 Výsledky mnohorozměrných analýz

U RDA modelů zkoumajících vliv světelného spektra na zastoupení funkčních vlastností nočních motýlů v jednotlivých biotopech vyšlo spektrum jako signifikantní. U modelu, který zkoumal vliv biotopu na funkční vlastnosti, vyšel ovšem podle Monte Carlo permutačního testu biotop jako neprůkazný. U tří modelů, ve kterých se pracovalo s biotopy odděleně, vyšla signifikantní pouze první osa, u modelu se sloučenými daty nevyšla průkazně ani jedna z os (viz tab. 4).

Tab. 4: Statistické údaje pro modely zkoumající závislost traitů na světelném spektru v jednotlivých biotopech (les, mokřad, step) a pro model zkoumající závislost traitů na biotopu (souhrn)

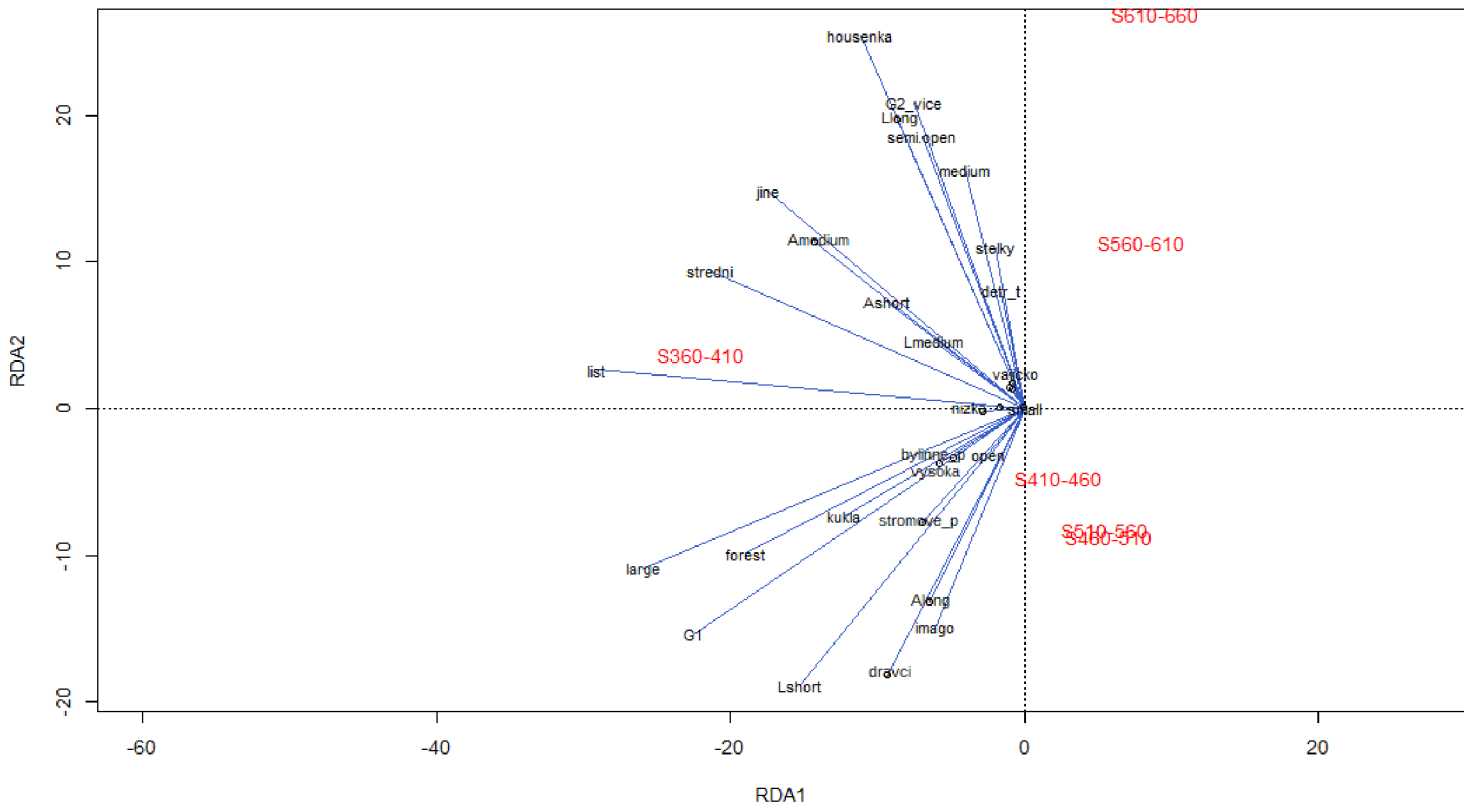
	F	Pr (>F)	% vysv. var.	RDA 1 F	RDA 1 Pr (>F)	RDA 2 F	RDA 2 Pr (>F)
les	4.1367	0.006	41.44	20.6327	0.002	0.0464	1.000
mokřad	6.6449	0.001	54.12	33.1858	0.001	0.0270	1.000
step	12.07	0.001	68.70	60.0757	0.001	0.2370	1.000
souhrn	1.3572	0.234	2.69	2.0013	0.300	0.7131	0.474

Bez ohledu na biotop je společné, že na nejkratší vlnovou délku 360-410 nm byly přiváběny nejčastěji druhy velké, jednogenerační a druhy jejichž housenky se živí listy (viz obr. 9, 10, 11). Nejkratší spektrum podle výsledků selektuje druhy s podobnými vlastnostmi.

V lesním habitatu ukazuje první osa RDA1 výrazný rozdíl mezi spektrem 360-410 nm a zbylými spektry. Spektrem 360-410 nm byly přilákány druhy živící se listím, se střední mírou disperze, velké druhy, jednogenerační, přezimující ve stadiu kukly, druhy vázané na lesní prostředí, se středně dlouhým životem dospělce a druhy, u nichž larvy a dospělci žijí v odlišných výškových patrech.

Druhá (ale neprůkazná) osa RDA2 zachycuje rozdíly mezi většími vlnovými délkami. Délkou 410-560 nm byly častěji přilákány druhy živící se dravě, s dlouhým životem dospělce, přezimující jako imago a druhy s vazbou na otevřené biotopy.

Na největší vlnové délky 560-660 nm létaly častěji druhy vícegenerační, středně velké, s vazbou na polootevřené biotopy (viz obr. 9).

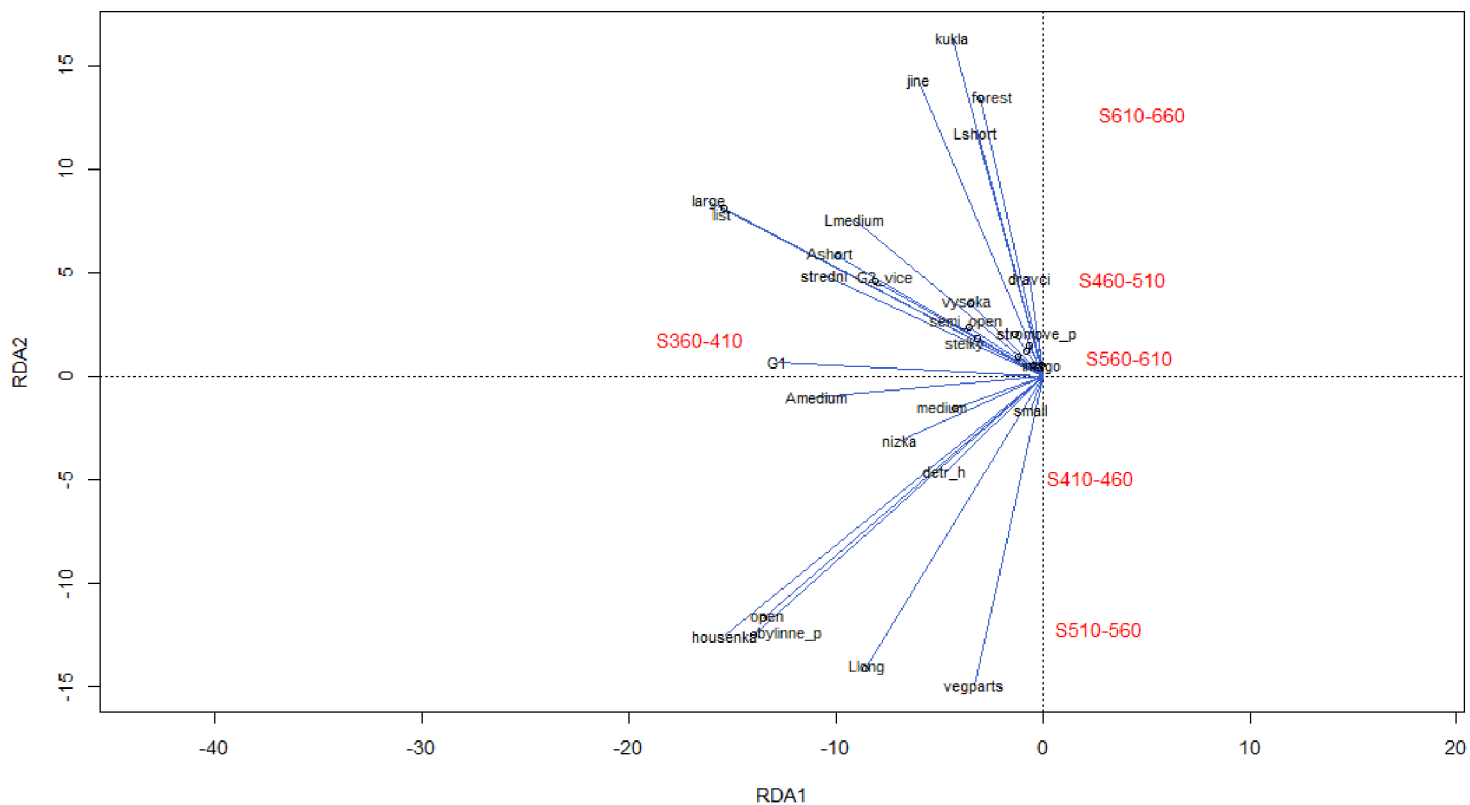


Obr. 9: RDA diagram znázorňující zastoupení funkčních vlastností v závislosti na světelném spektru v lese

V mokřadním biotopu ukazuje první osa vztah mezi nejkratším světelným spektrem a všemi zbylými. Na nejmenším spektru 360-410 nm byly nejčastěji druhy velké, živící se listy, vázané na bylinné patro a otevřené biotopy, druhy jednogenerační, se střední schopností disperze, se středně dlouhým až dlouhým životem dospělého.

Druhá (nepřukázná) osa opět ukazuje vztah mezi zbylými spektry. Na spektrum o vlnové délce 410-460 nm byly přilákány malé druhy, na spektrum 460-510 nm druhy, jejichž housenky jsou dravé. Na vlnovou délku 510-560 nm byly chyceny druhy, které se jako larvy živí vegetativními částmi rostlin (viz obr. 10).

Zároveň by druhá osa RDA2 mohla zachycovat přechod z lesního přes polootevřené do otevřeného stanoviště. V tom případě by druhy vázané na les nejčastěji přezimovaly ve stadiu kukly, housenka a dospělec by byli vázáni na odlišné výškové patro a larvální vývoj by byl krátký. V otevřených stanovištích by se housenky živily vegetativními částmi rostlin, larvální vývoj by trval dlouho, druhy by přezimovaly ve stadiu housenky a dospělci i larvy by byli vázáni na bylinné patro.



Obr. 10: RDA diagram znázorňující zastoupení funkčních vlastností v závislosti na světelném spektru v mokřadu

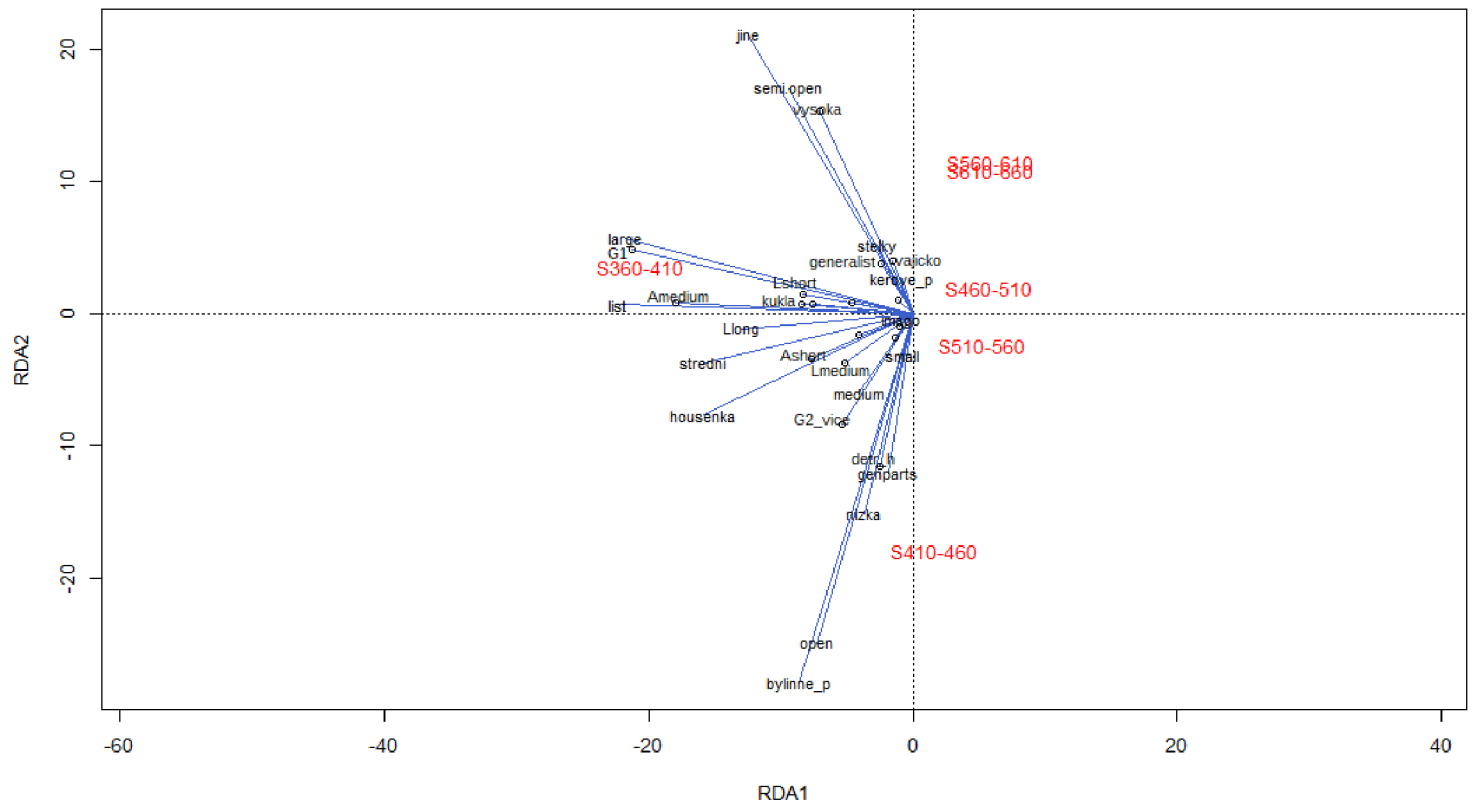
Na stepi zachycuje první osa rozdíl mezi nejkratší vlnovou délkou 360-410 nm a ostatními spektry. Nejmenší vlnovou délkou 360-410 nm byly přiváběny druhy velké, jednogeneační, živící se listím, druhy se středně dlouhým životem dospělce, střední schopností disperze a druhy přezimující jako housenka.

Druhá (neprůkazná) osa zachycuje rozdíly mezi zbývajících vlnovými délkami. Vlnovou délkou 410-460 nm byly přitaženy druhy s nízkou disperzí a živící se detritem z rostlin a generativními částmi rostlin. Na 460-510 nm byly druhy vázané na keřové patro, druhy živící se stélkami a habitatoví generalisté.

Na světelné spektrum 510-560 nm často létaly malé druhy. Na nejdelších vlnových délkách 560-660 nm byly druhy s vysokou disperzí a vázané na polootevřené biotopy (viz obr. 11).

Vzhledem k tomu, že model ze sloučených dat zkoumající vazbu funkčních vlastností na určitý biotop nevyšel statisticky průkazně, nebyl potvrzen vliv biotopu na selekci funkčních vlastností.





Obr. 11: RDA diagram znázorňující zastoupení funkčních vlastností v závislosti na světelném spektru na stepi

## 5. Diskuze

Abundance i diverzita nočních motýlů byly prokazatelně nejvyšší ve vzorcích odchycených na úseku v oblasti nejkratších vlnových délek, 360-410 nm, odpovídající UV záření. Toto zjištění koresponduje a shoduje se s výsledky jiných studií (Barghini et de Medeiros, 2012; Ilić et al. 2016; van Langevelde et al., 2017; Brehm et al., 2021). S rostoucí vlnovou délkou emitovaného světla došlo k postupnému poklesu odchycených druhů i jedinců. Toto zjištění je v souladu s řadou dalších průzkumů (Nowinszky, 2003; Barghini et de Medeiros, 2012; van Langevelde et al., 2017). K mírnému vzestupu v počtu odchycených jedinců i druhů v rámci všech biotopů dochází u zeleného spektra (510-560 nm; s výjimkou lesa, kde byl počet druhů odchycených na zelené spektrum stejný jako u vlnové délky 460-510 nm), což zřejmě souvisí s původním typem r-opsinů citlivých na středněvlnné záření, který je přítomen u bichromatických, trichromatických i tetrachromatických druhů (Hamdorf et al., 1971; Porter et al., 2006; Poiani et al., 2014; van der Kooi et al., 2021).

Nárůst početnosti jedinců chycených na zelené světlo dokládají také jiné studie týkající se nočních motýlů (Kim et Lee, 2014; Komatsu et al., 2020). Po UV (360-410 nm) a fialovomodrém (410-460 nm) spektru tak bylo zelené spektrum třetí nejúspěšnější částí spektra. Dalším vysvětlením by teoreticky mohla být atraktivita zeleného spektra pro herbivorní hmyz (Prokopy et Owens, 1983). Samice druhů s housenkami živícími se listím budou vyhledávat rostliny, na které by mohly naklást vajíčka, a samci mohou pátrat po samičkách ukrývajících se ve vegetaci.

Na základě RDA analýz lze říci, že krátké vlnové délky v oblasti UV záření přitahovaly zejména druhy s velkými dospělci, bez ohledu na biotop. Tato preference krátkých vlnových délek je patrně způsobena jejich větší absolutní velikostí očí, což bylo prokázáno i v jiné studii (van Langevelde et al., 2017). S tímto *traitem* souvisí i další vlastnosti druhů – velké druhy jsou většinou jednogeneční, živí se listy a mají střední schopnost disperze (Macek et al., 2007, 2008, 2016), proto i tyto funkční vlastnosti jsou ve vysoké míře zastoupeny u nejmenší (nejatraktivnější) vlnové délky.

Vliv zbylých vlnových délek na selekci funkčních vlastností nevyšel průkazně, ovšem podle diagramů i vstupních dat se zdá, že druhy s dravými housenkami byly v lese i na mokřadu častěji odchytávány na spektru 460-510 nm, tedy na modrém světelném spektru. U černopásky bavlníkové (*Helicoverpa armigera*), druhu, jenž se v larválním stadiu živí na listech i dravě, je známa citlivost fotoreceptorů k vlnovým délkám, které se nachází právě v tomto rozhraní (van der Kooi et al., 2021). Na stepi a v lese byly druhy přezimující jako dospělec nejvíce na spektru 360-410 nm a 410-460 nm, obecně jde tedy o UV až modré spektrum. Nejvíce jedinců přezimujících ve formě dospělce bylo odchyceno v lese, méně na stepi a v mokřadu šlo o zanedbatelné množství. Obecně zde nejspíš bude souvislost s vhodnými úkryty, které tvoří většinou úkryty na stromech, pod kůrou nebo v listovém opadu (Fulton, 2020 [online]), a které v mokřadním otevřeném biotopu nejsou příliš časté. V mokřadu proto tato strategie nebude převládat.

Na stepi byly druhy polootevřených biotopů ve vyšší míře než ve zbylých biotopech přivábny světlem o vlnové délce 560-660 nm odpovídajícím barvám žlutá, oranžová a červená, v mokřadu i v lese byl však tento *trait* vázán na spektrum 360-410 nm (UV). Máme-li posoudit, zda má biotop vliv na filtraci světla, musíme vzájemně porovnat zapojené (les) a otevřené biotopy (mokřad, step). Chloroplasty rostlin absorbují červené (630-680 nm) a modré (450-520 nm) spektrum, proto v zapojeném lesním porostu zůstane ze slunečního světla především žluté a zelené spektrum (Endler, 1993; Kitchen et Goulding in Follett et Hatfield, 2001). V lese, ale

i na zbylých biotopech noční motýli preferovali nejvíce UV (360-410 nm), fialovomodré (410-460 nm) a zelené (510-560 nm) spektrum (viz obr. 7 a 8). Kromě prokázaného vlivu krátkých vlnových délek (Pan et al., 2021) reagují noční motýli také na zelenou barvu, která je typická pro lesní prostředí po odfiltrování červeného a modrého spektra listy (Kitchen et Goulding in Follett et Hatfield, 2001). Vysvětlení, proč na stepi byli zástupci druhů polootevřených biotopů častěji odchyceni na vyšší vlnové délky, může tedy spočívat v jejich adaptaci na prostředí, kdy v biotopu, který je z velké části prosvětlený, ale zároveň se na něm vyskytují roztroušeně dřeviny, budou zastoupeny jednak vlnové délky v oblasti žlutého spektra (po průchodu listy), jednak v oblasti červeného spektra (otevřený prostor bez filtrace světla listy).

Malé druhy byly v mokřadu i na stepi často přivábeny na spektrum 410-460 nm (fialová až modrá barva). Malých druhů bylo v porovnání se středně velkými a velkými odchyceno nejméně. V lese nebyly odchyceny žádné malé druhy, v mokřadu šlo o necelá 3 % a na stepi o 3,5 %. Malé druhy nočních motýlů a funkční vlastnosti pro ně typické tak budou ve výsledcích silně podhodnoceny. Zároveň se tím potvrzuje, že větší druhy na světlo reagují silněji, ať už z důvodu vyšší mobility (Merckx et al., 2018) nebo větších očí (Altermatt et al., 2009).

Druhy přezimující ve stadiu kukly byly v rámci všech biotopů nejvíce na spektru 360-410 nm.

Přestože se zastoupení jednotlivých funkčních vlastností mezi biotopy nelišilo, u některých vlastností můžeme předpokládat silnou provázanost s daným prostředím. Druhy otevřených biotopů byly například ve velké míře zastoupeny v mokřadu i na stepi, ale v lese tvořily minoritní složku (Pravia et al., 2020). Na stepi a mokřadu byly častěji druhy, které jsou jako housenky i dospělci vázáni na bylinné patro (Heidrich et al., 2021).

Dále se v jednotlivých biotopech objevily funkční vlastnosti, které s prostředím mohou, ale také nemusí zcela souviset. V lese se například častěji objevili jedinci druhů s dravými housenkami a na mokřadu jedinci živící se v larválním stadiu vegetativními částmi rostlin. Zvýšený výskyt jedinců s dravými housenkami v lesním prostředí byl dán nejspíše četnými odchvytými druhy *Eupsilia transversa* (zimovnice dravá) a *Orthosia cruda* (jarnice menší). V mokřadním biotopu se vyskytují druhy s housenkami žijícími častěji než ve zbylých dvou biotopech endofyticky (uvnitř stonku, oddenku, stébla), např. v rákosu (*Phragmites* spp.) či orobinci (*Typha* spp.) (Macek et al., 2007, 2008, 2016). V lese byli často odchyceni dospělci druhů s krátkým larválním vývojem, ale v mokřadu byli spíše jedinci s dlouhým larválním vývojem. Na všech biotopech byly nejčastěji odchyceni zástupci druhů přezimujících ve stadiu larvy, v mokřadu byly vedle toho často také jedinci přezimující jako kukla a v lese přezimující jako imago. Většina druhů nočních motýlů přezimuje jako housenky nebo kukly (Macek et al., 2007, 2008, 2016), zvýšený počet jedinců přezimujících jako dospělec v lesním biotopu je dán patrně častějšími odchvytými druhy *Eupsilia transversa* a *Conistra erythrocephala* (zimovnice rudohlavá).

I přes tyto případné malé rozdíly je zajímavé, že bez ohledu na biotop byla dominantní část spektra, filtrující zastoupení jednotlivých funkčních vlastností, v oblasti UV záření. Tento trend (gradient UV záření a ostatní) byl v podstatě nejmarkantnější ve všech typech biotopů a výrazně překrýval případné preference funkčních vlastností mezi ostatními částmi spektra. Navíc ve všech zkoumaných biotopech byly k této části záření přilákáni motýli s podobnými vlastnostmi – větší druhy mající vztah k vyšší disperzi. Toto zjištění může mít dopad také na další trofické úrovně, kde mohou tvořit významnou složku potravní nabídky pro jejich

přirozené predátory (Mänd et al., 2007; Rimmel et Tammaru, 2009). Pro tyto velké druhy tak může mít umělé osvětlení díky jejich vyšší disperzní schopnosti významnější negativní vliv z důvodu zalétávání ke zdrojům světla z větších vzdáleností.

Zelené světlo, které, jak bylo dokázáno, má kromě krátkých vlnových délek také výrazný vliv na vábení nočních motýlů (viz tab. 2 a 3), může ovšem na druhy působit i negativně. Experimentálně bylo prokázáno, že pod vlivem zeleného a složeného bílého světla samice kladou více vajíček na totožnou hostitelskou rostlinu, čímž dochází ke zvýšené vnitrodruhové konkurenci a predaci (Boom et al., 2020). Kromě toho mají umělé zdroje záření (včetně zeleného světla) celou řadu dalších negativních projevů, které působí jak na dospělce (van Langevelde et al., 2011; Macgregor et al., 2014; van Langevelde et al., 2017), tak na housenky nočních motýlů (van Geffen et al., 2014). Ovlivněny mohou být celé populace vyskytující se v urbanizovaném prostředí nebo poblíž něj.

Modré světlo, typické pro den, má silný vliv na cirkadiální rytmy, ovlivňuje tvorbu hormonů (kortizol a melatonin) a jeho používání ve večerních nebo nočních hodinách je nevhodné nejen pro lidskou populaci (Dal et al., 2019), ale také pro noční hmyz, který je jím silně přitahován.

Umělé osvětlení narušuje vnitrodruhové i mezidruhové interakce. V současné době dochází k přechodu na světelné zdroje s nízkou energetickou náročností (LED). Těchto zdrojů je řada typů, a přestože většinou emitují užší rozsah vlnových délek než dříve běžně používané světelné zdroje, nedá se jednoznačně odhadnout jejich vliv na zmíněné interakce. Kolem světelných zdrojů se shromažďují dravci, na které noční motýli reagují podstatně méně než v přirozených podmínkách (Acharya et Fenton, 1999), umělá světla mohou narušit nebo zkreslit vnímání barev květů či druhově specifické kresby na křídlech jiných jedinců (Briolat et al., 2021).

Na nočních motýlech jsou závislé rostliny jakožto na opylovačích, tvoří důležitou součást potravy letounů, dravého hmyzu (např. pavouci, mravenci, vosy) či hmyzožravých ptáků a jsou hostiteli pro parazitoidní druhy jiného hmyzu (lumci, kutílky, kuklice) (Hrabák, 1985). Jejich úbytek tudíž může ovlivnit nižší i vyšší trofické úrovně a způsobit tak kaskádový efekt (Altermatt et Ebert, 2016; Boom et al., 2020).

## 6. Závěr a přínos práce

Úbytek hmyzu se stal aktuálně řešeným tématem a mezi jeho příčiny se často řadí antropogenní činnosti (Sánchez-Bayo et Wyckhuys, 2019). Jedním z problémů ovlivňujícím krepuskulární a noční živočichy je užívání umělých zdrojů osvětlení a s tím související světelné znečištění (van Geffen et al., 2014; van Langevelde et al., 2017).

Možným řešením, jak se vyvarovat konfliktu mezi hmyzem a umělými zdroji světla, je používání typů světel s delší vlnovou délkou (van Geffen et al., 2014; Boom et al., 2020), kvůli prokázané zvýšené aktivitě v úseku 510-560 nm nejlépe od 560 nm vlnové délky a více. Další možností je typ světel s pohybovým čidlem, které se rozsvěcí při zaznamenání většího pohyblivého objektu (Straka et al., 2021).

Světla s pohybovými čidly fungují buď na základě detekce infračerveného světla, které organismy emitují, jiné typy vyzařují mikrovlnné záření a reagují na změny v odražených frekvencích, popřípadě jde o kombinaci obou principů (Gudino, 2018 [online]). Aktivovat zařízení může v některých případech i hmyz, ale stává se tak pouze v případech, kdy je velmi blízko senzoru.

Další možností zmírnění vlivu na noční hmyz je biodynamické osvětlení, které mění barvu a intenzitu světla podle denní doby. V průběhu dne je světlo nastavené do oblasti modrého spektra a s nastávajícím večerem se mění přes žluté až po oranžové světlo (Dal et al., 2019). Tato spektrální kompozice odpovídá přirozenému slunečnímu svitu, který na začátku dne odpovídá krátkým vlnovým délkám a k večeru přechází do dlouhých vlnových délek (Hut et al., 2000).

Kromě hmyzu bychom měli myslet také na vliv umělého osvětlení na jiné soumravné nebo noční živočichy. Ptáci jsou tetrachromatičtí, a kromě modré, zelené a červené barvy vnímají také UV záření (Withgott, 2000). Migrující ptáci se mohou rovněž řídit podle magnetického pole. Takzvaný magnetický kompas není narušen modrým nebo zeleným světlem, ale červené světlo brání migrujícím hejnům v orientaci (Poot et al., 2008).

Kaloni (Pteropodidae), krepuskulární podčeleď letounů, mají opsiny umožňující vnímat UV záření a červenou barvu. Zbylí letouni, kteří aktivují v noci, se častěji než zrakem řídí echolokací, ale i oni vnímají UV spektrum a středněvlnné až dlouhovlnné záření (Wang et al., 2004). Aktivita letounů je narušena složeným bílým a zeleným světlem, zatímco červené světlo nemá významný vliv (Spoelstra et al., 2017).

Použití světla o dlouhé vlnové délce (červené) se podle výsledků těchto různých studií ukazuje jako vhodné řešení, protože většina nočního hmyzu, ptactva nebo letounů na něj nereaguje. Výjimku tvoří zpěvní ptáci migrující v noci, pro které by bylo třeba v době migrace zavést na migračních trasách jiné než červené záření, které narušuje jejich magnetický kompas. V době tahu by proto bylo možné používat například žlutá světla, která rovněž ani na jednu ze skupin nočních živočichů nemají v porovnání s UV, modrým a zeleným světlem přílišný vliv.

Vhodnými typy svítidel do veřejného prostranství je například biodynamické osvětlení od výrobce Lumbio nebo GHM ECLATEC, k osvětlení obytných staveb jsou vhodná světla od výrobců Artemide a SPECTRASOL. Tyto typy světel jsou vhodné jak pro člověka, tak pro environmentální prostředí díky respektování přirozených světelných cyklů.

Tato práce se zabývá zkoumáním vlivu jednotlivých úseků vlnových délek, a určitým otázkám by bylo vhodné věnovat v budoucnu více pozornosti. Sběr dat probíhal na území dvou různých států, České republiky a Maďarska, a ve výsledcích může proto dojít k určitému zkreslení. Počet odchycených druhů a jedinců bude

kromě odlišného biotopu záviset i na dalších faktorech, jako je míra světelného znečištění, fragmentace krajiny a průchodnost nebo velikost zrna a heterogenita krajiny, která se může ve státech vzájemně lišit. Bylo by proto vhodné získat data z mokřadní a stepní oblasti v rámci České republiky a lesního porostu v Maďarsku, a získané trendy porovnat.

Bylo prokázáno, že minimální počet nočních motýlů přilétá na dlouhovlnné červené spektrum, ale není jisté, zda je odpuzuje nebo ho pouze nevnímají. Při kombinaci nejkratší a nejdelší vlnové délky v rámci jednoho světelného lapače by teoreticky mohla být tato otázka objasněna. Pokud by hmyz červené spektrum nevnímal, výsledný počet chycených jedinců by byl podobný jako při užití krátkovlnného spektra, ale pokud by byl červeným světlem odpuzován, výsledný počet by byl pravděpodobně nižší.

## 7. Přehled literatury a použitých zdrojů

ACHARYA L., FENTON M. B., 1999: Bat attacks and moth defensive behaviour around street lights. *Canadian Journal of Zoology* 77: 27-33

ALTERMATT F., BAUMEYER A., EBERT D., 2009: Experimental evidence for male biased flight-to-light behavior in two moth species. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 130: 259-265

ALTERMATT F., EBERT D., 2016: Reduced flight-to-light behaviour of moth populations exposed to long-term urban light pollution. *Biology Letters* 12

ANDERSSON D. I., JERLSTRÖM-HULTQVIST J., NÄSVALL J., 2015: Evolution of New Functions De Novo and from Preexisting Genes. *Cold Spring Harbor perspectives in biology* 7: 1-18

ANDERSSON S., RYDELL J., SVENSSON M. G. E., 1998: Light, predation and the lekking behaviour of the ghost swift *Hepialus humuli* (L.) (Lepidoptera: Hepialidae). *Proceedings of the Royal Society B - Biological Sciences* 265: 1345-1351

ARIKAWA K., 2003: Spectral organization of the eye of a butterfly, *Papilio*. *Journal of Comparative Physiology A* 189: 791-800

BARGHINI A., de MEDEIROS B. A. S., 2012: UV radiation as an attractor for insects. *Leukos* 9: 47-56

BATES D., MAECHLER M., BOLKER B., WALKER S., 2015. Package 'lme4': Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software* 67: 1-48

BECK J., SCHULZE Ch. H., LINSENMAIR E., FIEDLER K., 2002: From forest to farmland: diversity of geometrid moths along two habitat gradients on Borneo. *Journal of Tropical Ecology* 18: 33-51

BEKETOV M. A., KEFFORD B. J., SCHÄFER R. B., LIESS M., 2013: Pesticides reduce regional biodiversity of stream invertebrates. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110: 11 039-11 043

BETZHOLTZ P., FRANZEN M., 2011: Mobility is related to species traits in noctuid moths. *Ecological Entomology* 36: 369-376

BOOM M. P., SPOELSTRA K., BIERE A., KNOP E., VISSER M. E., 2020: Pollination and fruit infestation under artificial light at night: light colour matters. *Scientific Reports* 10

BREHM G., NIERMANN J., NINO L. M. J., ENSELING D., JÜSTEL T., AXMACHER J. CH., WARRANT E., FIEDLER K., 2021: Moths are strongly attracted to ultraviolet and blue radiation. *Insect Conservation and Diversity* 14

BREITLER J., DJERRAB D., LERAN S., TONIUTTI L., GUITTIN C., SEVERAC D., PRATLONG M., DEREPPER A., ETIENNE H., BERTRAND B., 2020: Full moonlight-induced circadian clock entrainment in *Coffea arabica*. BMC Plant Biology 20

BRIOLAT E. S., GASTON K. J., BENNIE J., ROSENFELD E. J., TROSCIANKO J., 2021: Artificial nighttime lighting impacts visual ecology links between flowers, pollinators and predators. Nature Communications 12

BRISCOE A. D., CHITTKA L., 2001: The evolution of color vision in insects. Annual Review of Entomology 46: 471-510

BURKETT D. A., BUTLER J. F., 2005: Laboratory evaluation of colored light as an attractant for female *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, *Anopheles quadrimaculatus*, and *Culex nigripalpus*. Florida Entomologist 88

COULTHARD E., NORREY J., SHORTALL Ch., HARRIS W. E., 2019: Ecological traits predict population changes in moths. Biological Conservation 233: 213-219

COWAN T., GRIES G., 2009: Ultraviolet and violet light: attractive orientation cues for the Indian meal moth, *Plodia interpunctella*. Entomologia Experimentalis et Applicata 131: 148-158

CRONIN T. W., JOHNSEN S., 2016: Extraocular, Non-Visual, and Simple Photoreceptors. Integrative and Comparative Biology 56: 758-763

CULVER D. C., PIPAN T., 2018: Insects in Caves. In: FOOTTIT R. G., ADLER P. H. (eds.): Insect Biodiversity. John Wiley & Sons, UK: 123-152

DACKE M., BYRNE M. J., SCHOLTZ C. H., WARRANT E. J., 2003: Lunar orientation in a beetle. Proceedings of the Royal Society B Biological Sciences 271: 361-365

DAL E. van L., SNAPHAAN L., BONGERS I., 2019: Biodynamic lighting effects on the sleep pattern of people with dementia. Building and Environment 150: 245-253

DAY M. F., 1941: Pigment migration in the eyes of the moth, *Ephestia kuehniella zeller*. Biological Bulletin 80: 275-291

de CASTRO D. M. P., DOLÉDEC S., CALLISTO M., 2017: Landscape variables influence taxonomic and trait composition of insect assemblages in Neotropical savanna streams. Freshwater Biology 62: 1-15

DEICHMANN J. L., GATTY Ch. A. NAVARRO J. M. A., ALONSO A., LINARES-PALOMINO R., LONGCORE T., 2021: Reducing the blue spectrum of artificial light at night minimises insect attraction in a tropical lowland forest. Insect Conservation and Diversity 14: 247-259



- de MEDEIROS B. A. S., BARGHINI A., VANIN S. A., 2016: Streetlights attract a broad array of beetle species. *Revista Brasileira de Entomologia* 61
- DEVIN S., BEISEL J., 2006: Biological and ecological characteristics of invasive species: a gammarid study. *Biological Invasions* 9: 13-24
- DIRZO R., YOUNG H. S., GALETTI M., CEBALLOS G., ISAAC N. J. B., COLLEN B., 2014: Defaunation in the Anthropocene. *Science* 345: 401-406
- DØVING K. B., MILLER W. H., 1969: Function of insect compound eyes containing crystalline tracts. *Journal of General Physiology* 54: 250-267
- DUFFUS N. E., CHRISTIE C. R., MORIMOTO J., 2021: Insect Cultural Services: How Insects Have Changed Our Lives and How Can We Do Better for Them. *Insects* 12: 377-389
- EGRI Á., MÉSZÁROS Á., KRISKA G., 2022: Spectral sensitivity transition in the compound eyes of a twilight-swarmer mayfly and its visual ecological implications. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 289
- ENDLER J. A., 1993: The color of light in forests and its implications. *Ecological Monographs* 63: 1-27
- FARKAČ J., KRÁL D., ŠKORPÍK M. (eds.), 2005: Červený seznam ohrožených druhů České republiky – Bezobratlí. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 760 s.
- FERREIRA W. R., HEPP L. U., LIGEIRO R., MACEDO D. R., HUGHES R. M., KAUFMANN P. R., CALLISTO M., 2017: Partitioning taxonomic diversity of aquatic insect assemblages and functional feeding groups in Neotropical savanna headwater streams. *Ecological Indicators* 72: 365-373
- FRANK K. D., 1988: Impact of outdoor lighting on moths: an assessment. *Journal of the Lepidopterists' Society* 42: 63-93
- GARRIS H. W., SNYDER J. A., 2010: Sex-specific attraction of moth species to ultraviolet light traps. *Southeastern Naturalist* 9: 427-434
- GOULSON D., 2019a: The insect apocalypse, and why it matters. *Current Biology* 29: 967-971
- GOULSON D., 2019b: Insect declines and why they matter. Somerset Wildlife Trust, Somerset, United Kingdom. 46 s.
- GREEN C. H., 1984: A comparison of phototactic responses to red and green light in *Glossina morsitans morsitans* and *Musca domestica*. *Physiological Entomology* 16: 165-172
- GREGORY T. R., 2009: Understanding Natural Selection: Essential Concepts and Common Misconceptions. *Evolution: Education and Outreach* 2: 156-175

- HAMDORF K., SCHWEMER J., GOGALA M., 1971: Insect visual pigment sensitive to ultraviolet light. *Nature* 231: 458-459
- HARDIE R. C., FRANCESCHINI N., RIBI W., KIRSCHFELD K., 1981: Distribution and properties of sex-specific photoreceptors in the fly *Musca domestica*. *Journal of Comparative Physiology A* 145: 139-152
- HEIDRICH L., PINKERT S., BRANDL R., BÄSSLER C., HACKER H., ROTH N., BUSSE A., MÜLLER J., FRIESS N., 2021: Noctuid and geometrid moth assemblages show divergent elevational gradients in body size and color lightness. *Ecography* 44: 1169-1179
- HÓDAR J. A., 1996: The use of regression equations for estimation of arthropod biomass in ecological studies. *Acta Oecologica* 17: 421-433
- HODJAT S. H., 2022: Insect trait selection by environment. *Archive ouverte HAL* - 03669734
- HORI M., SHIBUYA K., SATO M., SAITO Y., 2014: Lethal effects of short-wavelength visible light on insects. *Scientific Reports* 4: 7383-7388
- HOTHORN T., BRETZ F., WESTFALL P., 2008. Package 'multcomp': Simultaneous Inference in General Parametric Models. *Biometrical Journal* 50: 346-363
- HRABÁK R., 1985: Kapesní atlas našich motýlů. Státní zemědělské nakladatelství, Praha. 352 s.
- HUT R. A., SCHEPER A., DAAN S., 2000: Can the circadian system of a diurnal and a nocturnal rodent entrain to ultraviolet light? *Journal of Comparative Physiology A* 186: 707-715
- CHOU W., HALL K. J., WILSON D. B., WIDEMAN CH. L., TOWNSON S. M., CHADWELL L. V., BRITT S. G., 1996: Identification of a novel *Drosophila* opsin reveals specific patterning of the R7 and R8 photoreceptor cells. *Neuron* 17: 1101-1115
- ILIĆ M., PIRIH P., BELUŠIČ G., 2016: Four photoreceptor classes in the open rhabdom eye of the red palm weevil, *Rynchophorus ferrugineus* Olivier. *Journal of Comparative Physiology A* 202: 203-213
- JANDER R., 1963: Insect orientation. *Annual Review of Entomology* 8: 95-114
- JANDER U., JANDER R., 2002: Allometry and resolution of bee eyes (Apoidea). *Arthropod Structure and Development* 30: 179-193
- JONASON D., FRANZÉN M., RANIUS T., 2014: Surveying moths using light traps: Effects of weather and time of year. *PLoS ONE* 9

- KADLEC T., PIKNER M., PIKNEROVÁ G., 2016: Sex-biased response in activity to light sources with different spectral composition in geometrid moths with flightless females (Lepidoptera: Geometridae). *Bulletin of Entomological Research* 106: 581-590
- KEINATH S., HÖLKER F., MÜLLER J., RÖDEL M., 2021: Impact of light pollution on moth morphology – a 137-year study in Germany. *Basic and Applied Ecology* 56: 1-10
- KELBER A., BALKENIUS A., WARRANT E. J., 2003: Colour vision in diurnal and nocturnal Hawkmoths. *Integrative and Comparative Biology* 43: 571-579
- KIM M., LEE H., 2014: Phototactic Behavior 5: Attractive Effects of the Angoumois Grain Moth, *Sitotroga cerealella*, to Light-emitting Diodes. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry* 57: 259-262
- KIRKEBY C., WELLENREUTHER M., BRYDEGAARD M., 2016: Observations of movement dynamics of flying insects using high resolution lidar. *Scientific Reports* 6: 1-11
- KITCHEN N. R., GOULDING K. W. T., 2001: On-Farm Technologies and Practices to Improve Nitrogen Use Efficiency. In: FOLLETT R. F., HATFIELD J. L. (eds.): *Nitrogen in the Environment: Sources, Problems and Management*. Elsevier Academic Press, USA: 483-519
- KOMATSU M., KURIHARA K., SAITO S., DOMAE M., MASUYA N., SHIMURA Y., KAJIYAMA S., KANDA Y., SUGIZAKI K., EBINA K., IKEDA O., MORIWAKI Y., ATSUMI N., ABE K., MARUYAMA T., WATANABE S., NISHINO H., 2020: Management of flying insects on expressways through an academicindustrial collaboration: evaluation of the effect of light wavelengths and meteorological factors on insect attraction. *Zoological Letters* 6
- KOVAŘÍK F. (ed.), BEČVÁŘ S., BUCHAR J., BURDA A., ČUŘÍK P., DIVOKÝ M., HANEL L., HROMÁDKA J., JAKOUBEK V., KABÁTEK P., KOCINA R., MACHYTKA M., PECINA P., VAĐURA K., VILÍMOVÁ J., 2000: *Hmyz chov – morfologie*. Madagaskar, Jihlava. 295 s. ISBN 80-86068-24-2
- KUUSAAARI M., SAARINEN M., KORPELA E., PÖYRY J., HYVÖNEN T., 2014: Higher mobility of butterflies than moths connected to habitat suitability and body size in a release experiment. *Ecology and Evolution* 4: 3800-3811
- KUZNETSOVA A., BROCKHOFF P. B., CHRISTENSEN R. H. B., 2017. Package 'lmerTest': Tests in Linear Mixed Effects Models. *Journal of Statistical Software* 82: 1-26
- LAND M. F., 2009: Eyes and vision. In: RESH V. H., CARDÉ R. T. (eds.): *Encyclopedia of Insects*. Elsevier Academic Press, USA: 345-355

- LAŠTŮVKA Z., LIŠKA J., 2011: Komentovaný seznam motýlů České republiky. – Annotated checklist of moths and butterflies of the Czech Republic (Insecta: Lepidoptera). Biocont Laboratory, Brno, 148 s.
- LONG M., VanKUREN N. W., CHEN S., VIBRANOVSKI M. D., 2013: New Gene Evolution: Little Did We Know. *The Annual Review of Genetics* 47: 325-351
- LONGCORE T., ALDERN H. L., EGGERS J. F., FLORES S., FRANCO L., HIRSHFIELD-YAMANISHI E., PETRINEC L. N., YAN W. A., BARROSO A. M., 2015: Tuning the white light spectrum of light emitting diode lamps to reduce attraction of nocturnal arthropods. *Philosophical Transactions of the Royal Society B Biological Sciences* 370
- MACEK J., DVOŘÁK J., TRAXLER L., ČERVENKA V., 2007: Motýli a housenky střední Evropy: Noční motýli I. Praha, Academia, 376 s., ISBN 978-80-200-1521-1
- MACEK J., DVOŘÁK J., TRAXLER L., ČERVENKA V., 2008: Motýli a housenky střední Evropy: Noční motýli II. Praha, Academia, 492 s., ISBN 978-80-200-1667-6
- MACEK J., PROCHÁZKA J., TRAXLER L., 2016: Motýli a housenky střední Evropy: Noční motýli III. Praha, Academia, 424 s., ISBN 978-80-200-2009-3
- MACGREGOR C. J., POCOCK M. J. O., FOX R., EVANS D. M., 2014: Pollination by nocturnal Lepidoptera, and the effects of light pollution: A review. *Ecological Entomology* 40: 187-198
- MÄND T., TAMMARU T., MAPPES J., 2007: Size dependent predation risk in cryptic and conspicuous insects. *Evolutionary Ecology* 21: 485-498
- MENEZES S., BAIRD D. J., SOARES A. M. V. M., 2010: Beyond taxonomy: a review of macroinvertebrate trait-based community descriptors as tools for freshwater biomonitoring. *Journal of Applied Ecology* 47: 711-719
- MENZEL R., GREGGERS U., 1985: Natural phototaxis and its relationship to colour vision in honeybees. *Journal of Comparative Physiology A* 157: 311-321
- MENZI U., 1986: Visual adaptation in nocturnal and diurnal ants. *Journal of Comparative Physiology A*. 160: 11-21
- MERCKX T., KAISER A., van DYCK H., 2018: Increased body size along urbanization gradients at both community and intraspecific level in macro-moths. *Global Change Biology* 24
- MERCKX T., SLADE E. M., 2014: Macro-moth families differ in their attraction to light: implications for light-trap monitoring programmes. *Insect Conservation and Diversity* 7: 453-461
- MEYER-ROCHOW V. B., LAU T. F. S., 2008: Sexual dimorphism in the compound eye of the moth *Operophtera brumata* (Lepidoptera: Geometridae). *Invertebrate Biology* 127: 201-216

- MEYER-ROCHOW V. B., YAMAHAMA Y., 2019: Consequences of extreme miniaturization: The ultrastructure of the compound eyes of a 0.65 mm long “three-eyed” gall midge (Diptera; Cecidomyiidae). *Entomologie heute* 31: 57-72
- MONTGOMERY G. A., BELITZ M. W., GURALNICK R. P., TINGLEY M. W., 2021: Standards and Best Practices for Monitoring and Benchmarking Insects. *Frontiers in Ecology and Evolution* 8
- MOSER J. C., REEVE J. D., BENTO J. M. S., LUCIA T. M. C. D., CAMERON R. S., HECK N. M., 2004: Eye size and behaviour of day- and night-flying leafcutting ant alates. *The Zoological Society of London* 264: 69-75
- MURATA M., HARIYAMA T., YAMAHAMA Y., TOYAMA M., OHTA I., 2017: Effects of the range of light wavelengths on the phototactic behaviour and biological traits in the melon thrips, *Thrips palmi* Karny (Thysanoptera Thripidae). *Ethology Ecology and Evolution* 30: 1-13
- NOWINSZKY L., 2003. The orientation of insects by light - major theories. In: *The Handbook of Light Trapping*. Savaria University Press, Szombathely, Mad'arsko, pp. 15-18.
- NOWINSZKY L., MÉSZÁROS Z., PUSKÁS J., 2007: The hourly distribution of moth species caught by a light trap. *Applied Ecology and Environmental Research* 5: 103-107
- OBENBERGER J., 1952: *Entomologie I. Přírodovědecké vydavatelství, Praha*. 869 s.
- OKSANEN J., BLANCHET F. G., FRIENDLY M., KINDT R., LEGENDRE P., McGLINN D., MINCHIN P. R., O'HARA R. B., SIMPSON G. L., SOLYMOS P., STEVENS M. H. H., SZOECS E., WAGNER H., 2020. Package ‘vegan’: Community Ecology Package. R package version 2.5-7. Retrieved from <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>
- OLLERTON J., WINFREE R., TARRANT S., 2011: How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos* 120: 321-326
- OTÁLORA-LUNA F., DICKENS J. C., 2010: Spectral preference and temporal modulation of photic orientation by Colorado potato beetle on a servosphere. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 138: 93-103
- OWENS A. C. S., COCHARD P., DURRANT J., FARNWORTH B., PERKIN E. K., SEYMOURE B., 2019: Light pollution is a driver of insect declines. *Biological Conservation* 241
- OWENS A. C. S., LEWIS S. M., 2018: The impact of artificial light at night on nocturnal insects: A review and synthesis. *Ecology and Evolution* 8: 11 337-11 358

- OWENS A. C. S., LEWIS S. M., 2021: Effects of artificial light on growth, development, and dispersal of two North American fireflies (Coleoptera: Lampyridae). *Journal of Insect Physiology* 130: 104-200
- PACHECO-TUCUCH F. S., RAMIREZ-SIERRA M. J., GOURBIÈRE S., DUMONTEIL E., 2012: Public street lights increase house infestation by the Chagas disease vector *Triatoma dimidiata*. *PLoS ONE* 7
- PAN H., LIANG G., LU Y., 2021: Response of different insect groups to various wavelengths of light under field conditions. *Insects* 12
- PASTORÁLIS G., BUSCHMANN F., RONKAY L., 2016: Magyarország lepkéinek névjegyzéke - Checklist of the Hungarian Lepidoptera. *e-Acta Naturalia Pannonica* 12: 1-258
- PERKS S. J., GOODENOUGH A. E., 2020: Abiotic and spatiotemporal factors affect activity of European bat species and have implications for detectability for acoustic surveys. *Wildlife Biology* 2: 1-8
- POIANI S., DIETRICH C., BARROSO A., COSTA-LEONARDO A. M., 2014: Effects of residential energy-saving lamps on the attraction of nocturnal insects. *Lighting Research and Technology* 0: 1-11
- POOT H., ENS B. J., de VRIES H., DONNERS M. A. H., WERNAND M. R., MARQUENIE J. M., 2008: Green light for nocturnally migrating birds. *Ecology and Society* 13: 47-60
- PORTER M. L., CRONIN T. W., McCLELLAN D. A., CRANDALL K. A., 2006: Molecular Characterization of Crustacean Visual Pigments and the Evolution of Pancrustacean Opsins. *Molecular Biology and Evolution* 24: 253-268
- POST CH. T., GOLDSMITH T. H., 1965: Pigment migration and light-adaptation in the eye of the moth, *Galleria mellonella*. *Biological Bulletin* 128: 473-487
- PRAVIA A., ANDERSEN R., ARTZ R. R. E., BOYD K., COWIE N. R., LITTLEWOOD N. A., 2020: Moth responses to forest-to-bog restoration. *Mires and Peat* 26
- PROKOPY R. J., OWENS E. D., 1983: Visual Detection of Plants by Herbivorous Insects. *Annual Review of Entomology* 28: 337-364
- RStudio Team, 2021. RStudio: Integrated Development Environment for R. RStudio, PBC, Boston, MA
- REMMEL T., TAMMARU T., 2009: Size-dependent predation risk in tree-feeding insects with different colouration strategies: a field experiment. *Journal of Animal Ecology* 78: 973-980
- SÁNCHEZ-BAYO F., WYCKHUYS K. A. G., 2019: Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation* 232: 8-27

- SHIMODA M., HONDA K., 2013: Insect reactions to light and its applications to pest management. *Applied Entomology and Zoology* 48: 413-421
- SOMERS-YEATES R., HODGSON D., MCGREGOR P. K., SPALDING A., FRENCH-CONSTANT R. H., 2013: Shedding light on moths: shorter wavelengths attract noctuids more than geometrids. *Biology Letters* 9
- SOTTHIBANDHU S., BAKER R. R., 1979: Celestial orientation by the large yellow underwing moth, *Noctua pronuba* L. *Animal Behaviour* 27: 786-800
- SPEAKMAN J. R., RYDELL J., WEBB P. I., HAYES J. P., HAYS G. C., HULBERT I. A. R., McDEVITT R. M., 2000: Activity patterns of insectivorous bats and birds in northern Scandinavia (69° N), during continuous midsummer daylight. *OIKOS* 88: 75-86
- SPOELSTRA K., van GRUNSVEN R. H. A., RAMAKERS J. J. C., FERGUSON K. B., RAAP T., DONNERS M., VEENENDAAL E. M., VISSER M. E., 2017: Response of bats to light with different spectra: light-shy and agile bat presence is affected by white and green, but not red light. *Proceedings of the Royal Society B* 284
- STEHR F. W., 2009: Ocelli and stemmata. In: RESH V. H., CARDÉ R. T. (eds.): *Encyclopedia of Insects*. Elsevier Academic Press, USA: 721
- STRAKA T. M., von der LIPPE M., VOIGT Ch. C., GANDY M., KOWARIK I., BUCHHOLZ S., 2021: Light pollution impairs urban nocturnal pollinators but less so in areas with high tree cover. *Science of the Total Environment* 778
- TRUXA CH., FIEDLER K., 2012: Attraction to light – from how far do moths (Lepidoptera) return to weak artificial sources of light? *European Journal of Entomology* 109: 77-84
- van der KOOIJ C. J., STAVENGA D. G., ARIKAWA K., BELUŠIČ G., KELBER A., 2021: Evolution of insect color vision: from spectral sensitivity to visual ecology. *Annual Review of Entomology* 66: 435-461
- van GEFFEN K. G., van GRUNSVEN R. H. A., van RUIJVEN J., BERENDSE F., VEENENDAAL E. M., 2014: Artificial light at night causes diapause inhibition and sex-specific life history changes in a moth. *Ecology and Evolution* 4: 2082-2089
- van GRUNSVEN R. H. A., DONNERS M., BOEKKE K., TICHELAR I., van GEFFEN K. G., GROENENDIJK D., BERENDSE F., VEENENDAAL E. M., 2014: Spectral composition of light sources and insect phototaxis, with an evaluation of existing spectral response models. *Journal of Insect Conservation* 18
- van LANGEVELDE F., ETTEMA J. A., DONNERS M., WALLISDEVRIES M. F., GROENENDIJK D., 2011: Effect of spectral composition of artificial light on the attraction of moths. *Biological Conservation* 144: 2274-2281

van LANGEVELDE F., van GRUNSVEN R. H. A., VEENENDAAL E. M., FIJEN T. P. M., 2017: Artificial night lighting inhibits feeding in moths. *Biology Letters* 13

VIOLLE C., NAVAS M., VILE D., KAZAKOU E., FORTUNEL C., HUMMEL I., GARNIER E., 2007: Let the concept of trait be functional! *Oikos* 116: 882-892

WAGNER D. L., GRAMES E. M., FORISTER M. L., BERENBAUM M. R., STOPAK D., 2021: Insect decline in the Anthropocene: Death by a thousand cuts. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 118

WAKEFIELD A., BROYLES M., STONE E. L., JONES G., HARRIS S., 2016: Experimentally comparing the attractiveness of domestic lights to insects: Do LEDs attract fewer insects than conventional light types? *Ecology and Evolution* 6: 1-9

WALLNER W. E., HUMBLE L. M., LEVIN R. E., BARANCHIKOV Y. N., CARDÉ R. T., 1995: Response of adult Lymantriid moths to illumination devices in the Russian Far East. *Journal of Economic Entomology* 88: 337-342

WANG G., QIU Y. T., LU T., KWON H., PITTS R. J., van LOON J. J. A., TAKKEN W., ZWIEBEL L. J., 2009: *Anopheles gambiae* TRPA1 is a heat-activated channel expressed in thermosensitive sensilla of female antennae. *European Journal of Neuroscience* 30: 967-974

WANG D., OAKLEY T., MOWER J., SHIMMIN L. C., YIM S., HONEYCUTT R. L., TSAO H., LI W., 2004: Molecular Evolution of Bat Color Vision Genes. *Molecular Biology and Evolution* 21: 295-302

WANG S., TAN X. L., MICHAUD J. P., ZHANG F., GUO X., 2013: Light intensity and wavelength influence development, reproduction and locomotor activity in the predatory flower bug *Orius sauteri* (Poppius) (Hemiptera: Anthocoridae). *BioControl* 58: 667-674

WARRANT E. J., JOHNSEN S., 2013: Vision and the light environment. *Current Biology* 23: R990-R994

WILLIAMS D. L., 2015: Light and the evolution of vision. *Eye* 30: 1-6

WITHGOTT J., 2000: Taking a Bird's-Eye View... in the UV: Recent studies reveal a surprising new picture of how birds see the world. *BioScience* 50: 854-859

YAKU A., WALTER G. H., NAJAR-RODRIGUEZ A. J., 2007: Thrips see red – flower colour and the host relationships of a polyphagous anthophilic thrips. *Ecological Entomology* 32: 527-535

ZALASIEWICZ J., WILLIAMS M., HAYWOOD A., ELLIS M., 2011: The Anthropocene: a new epoch of geological time? *Philosophical Transactions of The Royal Society A* 369: 835-841

ZEMEL R. S., HOUGHTON D. C., 2017: The ability of specific-wavelength LED lights in attracting night-flying insects. *The Great Lakes Entomologist* 50: 79-85



ZOLLIKOFER CH. P. E., WEHNER R., FUKUSHI T., 1995: Optical scaling in conspecific cataglyphis ants. The Journal of Experimental Biology 198: 1637-1646

#### 7.1 Použité internetové zdroje

FULTON S., 2020: Moths in the Winter with Shelby Fulton. Backyard Ecology - Exploring Nature in Your Backyard [online]. [cit. 24.02.2023]. Dostupné z: <https://www.backyardecology.net/moths-in-the-winter-with-shelby-fulton/>

GUDINO M., 2018: How Do Motion Sensors Work? Types & Applications (online) [cit. 21.01.2023], dostupné z: <https://www.arrow.com/en/research-and-events/articles/how-motion-sensors-work>

JABR F., 2012: Blindsight: Animals That See without Eyes (online) [cit. 21.11.2022], dostupné z: <https://www.scientificamerican.com/article/seeing-without-eyes/>

VLČKOVÁ L., 2012: Jak vidí hmyz (online) [cit. 16.01.2022], dostupné z: [https://www.4oci.cz/jak-vidi-hmyz\\_4c603](https://www.4oci.cz/jak-vidi-hmyz_4c603)

## 8. Seznam obrázků

Obr. 1: Ocelli a složené oči (Mahannah, 2003) [cit. 21. 02. 2022], dostupné z: <https://www.science-art.com/image/?id=6346&pagename=Insect Eye Structure#.YhPVGujMLIU>

Obr. 2: Detailní struktura ocelli [cit. 21. 02. 2022], dostupné z: <http://www.entomologa.ru/outline/71.htm>

Obr. 3: Detailní struktura složeného oka [cit. 21. 02. 2022], dostupné z: <http://www.entomologa.ru/outline/72.htm>

Obr. 4: Přímý a spirálovitý let v závislosti na zdroji světla (Breed et Moore (eds.), 2016: Animal behavior. Academic Press. ISBN 978-0-12-801532-2)

Obr. 5: Schéma rozvržení lapačů

Obr. 6: Počet druhů a jedinců nočních motýlů odchycených na jednotlivých biotopech

Obr. 7: Počet druhů chycených na jednotlivá spektra (bez rozlišení dle biotopů)

Obr. 8: Počet jedinců chycených na jednotlivá spektra (bez rozlišení dle biotopů)

Obr. 9: RDA diagram znázorňující zastoupení funkčních vlastností v lese v závislosti na světelném spektru

Obr. 10: RDA diagram znázorňující zastoupení funkčních vlastností v mokřadu v závislosti na světelném spektru

Obr. 11: RDA diagram znázorňující zastoupení funkčních vlastností na stepi v závislosti na světelném spektru

## 9. Seznam tabulek

Tab. 1: Počet jedinců a druhů nočních motýlů odchycených na konkrétní úseky světelného spektra

Tab. 2: Tukeyho test pro glmer model zkoumající vztah spektra a počtu odchycených druhů

Tab. 3: Tukeyho test pro glmer model zkoumající vztah spektra a počtu jedinců

Tab. 4: Statistické údaje pro modely zkoumající závislost *traitů* na světelném spektru v jednotlivých biotopech a pro model zkoumající závislost *traitů* na biotopu

## 10. Přílohy

Příloha č. 1: *Traity* nočních motýlů, část 1

Příloha č. 2: *Traity* nočních motýlů, část 2

Příloha č. 1: *Traity* nočních motýlů, část 1

Čeleď	Druh	Biomasa			Počet generací		Disperzní schopnosti			Habitatová specializace				Vegetační vrstva			
		small (0-2.30 mg)	medium (2.30-10.70 mg)	large (10.70-803.61 mg)	G1	G2 a více	vysoká	střední	nizká	open	semi-open	forest	generalists	by linné patro	keřové patro	stromové patro	jiné
Noctuidae	<b>Abrostola asclepiadis</b> (Denis & Schiffermüller, 1775)			1	1			1		1							1
Noctuidae	<b>Abrostola triplasia</b> (Linnaeus, 1758)			1	1			1	1				1				
Geometridae	<b>Aethalura punctulata</b> (Denis & Schiffermüller, 1775)		1		1			1			1				1		
Noctuidae	<b>Acosmetia caliginosa</b> (Hübner, 1813)			1	1				1				1				
Noctuidae	<b>Acronicta aceris</b> (Linnaeus, 1758)			1	1	1				1						1	
Noctuidae	<b>Acronicta auricoma</b> (Denis & Schiffermüller, 1775)			1	1			1		1							1
Noctuidae	<b>Acronicta euphorbiae</b> (Denis & Schiffermüller, 1775)			1	1			1		1							1
Noctuidae	<b>Acronicta rumicis</b> (Linnaeus, 1758)			1	1			1				1					1
Noctuidae	<b>Aegle kaekeritziana</b> (Hübner, 1799)		1		1			1	1				1				
Sphingidae	<b>Argius convolvuli</b> (Linnaeus, 1758)			1	1	1			1								1
Geometridae	<b>Agriopis marginaria</b> (Fabricius, 1776)			1	1			1			1						1
Noctuidae	<b>Agrochola circellaris</b> (Hufnagel, 1766)			1	1			1		1							1
Noctuidae	<b>Agrochola helvola</b> (Linnaeus, 1758)			1	1			1		1							1
Noctuidae	<b>Agrochola laevis</b> (Hübner, 1803)			1	1			1			1						1
Noctuidae	<b>Agrochola litura</b> (Linnaeus, 1761)			1	1			1		1							1
Noctuidae	<b>Agrochola nitida</b> (Denis & Schiffermüller, 1775)			1	1			1		1							1
Noctuidae	<b>Agrotis bigramma</b> (Esper, 1790)			1	1		1			1			1				
Noctuidae	<b>Agrotis cinerea</b> (Denis & Schiffermüller, 1775)			1	1			1		1							1
Noctuidae	<b>Agrotis exclamationis</b> (Linnaeus, 1758)			1		1		1				1					1
Noctuidae	<b>Agrotis ipsilon</b> (Hufnagel, 1766)			1	1		1			1							1
Noctuidae	<b>Agrotis segetum</b> (Denis & Schiffermüller, 1775)			1		1	1					1	1				
Drepanidae	<b>Achlya flavicornis</b> (Linnaeus, 1758)			1	1			1			1			1			
Noctuidae	<b>Amphipyra livida</b> (Denis & Schiffermüller, 1775)			1	1			1		1							1
Noctuidae	<b>Amphipyra tetra</b> (Clerck, 1759)			1	1			1		1							1

Noctuidae	<b>Amphipyra tragopoginis (Clerck, 1759)</b>			1	1			1		1			1		
Noctuidae	<b>Amphipyra pyramidea (Linnaeus, 1758)</b>			1	1		1				1				1
Noctuidae	<b>Anorthoa munda (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1		1				1				1
Geometridae	<b>Alcis repandata (Linnaeus, 1758)</b>			1	1		1				1				1
Noctuidae	<b>Allophyes oxyacanthae (Linnaeus, 1758)</b>			1	1		1			1					1
Geometridae	<b>Alsophila aescularia (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>	1			1		1				1				1
Noctuidae	<b>Apamea monoglypha (Hufnagel, 1766)</b>			1	1		1			1					1
Noctuidae	<b>Apamea sordens (Hufnagel, 1766)</b>			1	1		1				1	1			
Noctuidae	<b>Apamea sublustris (Esper, 1788)</b>			1	1		1			1			1		
Geometridae	<b>Apeira syringaria (Linnaeus, 1758)</b>			1		1		1			1			1	
Geometridae	<b>Aplocera plagiata (Linnaeus, 1758)</b>			1		1		1							1
Limacodidae	<b>Apoda limacodes (Hufnagel, 1766)</b>	1			1			1			1				1
Geometridae	<b>Apocheima hispidaria (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1		1				1				1
Noctuidae	<b>Aporophyla lutulenta (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1		1			1					1
Erebidae	<b>Arctia caja (Linnaeus, 1758)</b>			1	1		1			1					1
Erebidae	<b>Arctia festiva (Hufnagel, 1766)</b>			1	1		1			1					1
Erebidae	<b>Arctia villica (Linnaeus, 1758)</b>			1	1		1			1			1		
Erebidae	<b>Arctornis l-nigrum (Müller, 1764)</b>			1		1	1				1				1
Noctuidae	<b>Arenostola phragmitidis (Hübner, 1803)</b>			1	1		1			1			1		
Noctuidae	<b>Archanara dissoluta (Treitschke, 1825)</b>			1	1		1			1			1		
Geometridae	<b>Aspitates gilvaria (Den. &amp; Schiff., 1775)</b>			1	1		1			1			1		
Noctuidae	<b>Athetis lepigone (Möschler, 1860)</b>			1		1		1	1				1		
Noctuidae	<b>Athetis pallustris (Hübner, 1808)</b>			1		1		1				1	1		
Noctuidae	<b>Auchmis detersa (Esper, 1787)</b>			1		1	1			1					1
Noctuidae	<b>Autographa gamma (Linnaeus, 1758)</b>			1		1	1					1	1		
Geometridae	<b>Ascotis selenaria (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1		1	1			1					1
Geometridae	<b>Biston betularia (Linnaeus, 1758)</b>			1	1		1				1				1
Geometridae	<b>Biston strataria (Hufnagel, 1767)</b>			1	1		1				1				1
Noctuidae	<b>Brachionycha nubeculosa (Esper, 1785)</b>			1	1		1			1					1
Geometridae	<b>Bupalus piniaria (Linnaeus, 1758)</b>			1	1		1				1				1
Noctuidae	<b>Bryophila raptricula (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>	1			1		1	1					1		
Geometridae	<b>Cabera exanthemata (Scopoli, 1763)</b>			1		1	1				1				1
Geometridae	<b>Cabera pusaria (Linnaeus, 1758)</b>			1		1	1				1				1
Noctuidae	<b>Calamia tridens (Hufnagel, 1766)</b>			1	1		1			1			1		
Erebidae	<b>Calliteara pudibunda (Linnaeus, 1758)</b>			1	1		1				1				1
Noctuidae	<b>Calocestra trifolii (Hufnagel, 1766)</b>			1		1	1			1			1		

Noctuidae	<b>Calophasia lunula (Hufnagel, 1766)</b>			1		1		1				1		
Noctuidae	<b>Calophasia opalina (Esper, 1793)</b>			1		1		1				1		
Erebidae	<b>Calyptra thalictri (Borkhausen, 1790)</b>			1		1	1			1		1		
Geometridae	<b>Campaea margaritaria (Linnaeus, 1761)</b>			1		1	1				1			1
Noctuidae	<b>Caradrina morpheus (Hufnagel, 1766)</b>			1	1			1				1		
Geometridae	<b>Cataclyme riguata (Hübner, 1813)</b>		1			1			1	1			1	
Erebidae	<b>Catocala diversa (Geyer 1828)</b>			1	1			1					1	
Erebidae	<b>Catocala elocata (Esper, 1787)</b>			1	1		1							1
Erebidae	<b>Catocala hymenaea (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1		1							1
Erebidae	<b>Catocala nymphagoga (Esper, 1787)</b>			1	1			1					1	
Erebidae	<b>Catocala promissa (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1		1							1
Geometridae	<b>Catarhoe cuculata (Hufnagel, 1767)</b>			1		1		1						1
Noctuidae	<b>Catocala elocata (Esper, 1787)</b>			1	1		1							1
Noctuidae	<b>Cleoceris scoriacea (Esper, 1789)</b>			1	1			1						1
Noctuidae	<b>Cerastis rubricosa (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1		1			1				1
Geometridae	<b>Colostyia pectinataria (Knoch, 1781)</b>		1		1				1			1		1
Geometridae	<b>Comibaena bajularia (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1			1			1			1
Geometridae	<b>Comptogramma bilineatum (Linnaeus, 1758)</b>			1		1		1						1
Noctuidae	<b>Conisania luteago (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1			1				1		
Noctuidae	<b>Conistra erythrocephala (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1		1				1			1
Noctuidae	<b>Conistra ligula (Esper, 1791)</b>			1	1		1			1				1
Noctuidae	<b>Conistra rubiginea (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1		1			1				1
Noctuidae	<b>Conistra vaccinii (Linnaeus, 1761)</b>			1	1		1			1				1
Noctuidae	<b>Cosmia affinis (Linnaeus, 1767)</b>			1	1		1			1				1
Noctuidae	<b>Cosmia trapezina (Linnaeus, 1758)</b>			1	1		1			1				1
Geometridae	<b>Cosmorhoe ocellata (Linnaeus, 1758)</b>			1		1		1			1		1	
Cossidae	<b>Cossus cossus (Linnaeus, 1758)</b>			1	1		1				1			1
Geometridae	<b>Costaconvexa polygrammata (Borkhausen, 1794)</b>		1			1	1			1			1	
Notodontidae	<b>Clostera curtula (Linnaeus, 1758)</b>			1		1		1					1	
Notodontidae	<b>Clostera pigra (Hufnagel, 1766)</b>			1		1		1		1			1	
Erebidae	<b>Colobochyla salicalis (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1		1			1				1
Noctuidae	<b>Colocasia coryli (Linnaeus, 1758)</b>			1	1		1			1				1
Geometridae	<b>Crocallis elinguarina (Linnaeus, 1758)</b>			1	1		1				1			1
Noctuidae	<b>Cryphia algae (Fabricius, 1775)</b>		1		1			1			1			1
Noctuidae	<b>Cryphia receptricula (Hübner, 1803)</b>		1		1			1		1				1
Erebidae	<b>Cybosia mesomella (Linnaeus, 1758)</b>		1		1			1			1			1

Geometridae	<b>Cyclophora albipunctata (Hufnagel, 1767)</b>		1			1			1			1			1	
Geometridae	<b>Cyclophora punctaria (Linnaeus, 1758)</b>		1			1			1			1				1
Drepanidae	<b>Cymatophorina diluta (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1				1						1	
Sphingidae	<b>Dcilephila porcellus (Linnaeus, 1758)</b>			1		1	1					1				
Noctuidae	<b>Deltote bankiana (Fabricius, 1775)</b>		1		1				1	1					1	
Noctuidae	<b>Deltote deceptor (Scopoli, 1763)</b>			1	1				1	1					1	
Noctuidae	<b>Deltote pygarga (Hufnagel, 1766)</b>			1		1					1					1
Lasiocampidae	<b>Dendrolimus pini (Linnaeus, 1758)</b>			1	1							1				1
Erebidae	<b>Diacrisia sannio (Linnaeus, 1758)</b>			1		1	1				1				1	
Noctuidae	<b>Diachrysis chrysis (Linnaeus, 1758)</b>			1		1					1				1	
Erebidae	<b>Diaphora mendica (Clerck, 1759)</b>			1		1					1				1	
Noctuidae	<b>Dicycla oo (Linnaeus, 1758)</b>			1	1							1				1
Notodontidae	<b>Dicranura ulmi (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1							1				1
Noctuidae	<b>Dichagyris forcipula (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1					1					1	
Drepanidae	<b>Drepana falcatoria (Linnaeus, 1758)</b>			1		1						1				1
Notodontidae	<b>Drymonia dodonaea (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1							1				1
Notodontidae	<b>Drymonia querna (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1		1						1				1
Notodontidae	<b>Drymonia ruficornis (Hufnagel, 1766)</b>			1	1							1				1
Noctuidae	<b>Dypterygia scabriuscula (Linnaeus, 1758)</b>			1		1						1				1
Erebidae	<b>Dysauxes ancilla (Linnaeus, 1767)</b>		1			1						1				1
Erebidae	<b>Dysgonia algira (Linnaeus, 1767)</b>			1		1				1					1	
Cossidae	<b>Dypsessa ulula (Borkhausen, 1790)</b>			1	1					1	1					1
Geometridae	<b>Dyscia conspersaria (Fabricius, 1775)</b>			1	1							1				1
Nolidae	<b>Earias clorana (Linnaeus, 1761)</b>		1			1				1					1	
Geometridae	<b>Earophila badiata (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1		1							1				1
Geometridae	<b>Ecliptopera silaceata (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1			1						1				1
Geometridae	<b>Ectropis crepuscularia (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1		1						1				1
Noctuidae	<b>Egira conspicillaris (Linnaeus, 1758)</b>			1	1							1				1
Erebidae	<b>Eilema complana (Linnaeus, 1758)</b>			1	1							1				1
Erebidae	<b>Eilema depressum (Esper, 1787)</b>		1			1						1				1
Erebidae	<b>Eilema griseola (Hübner, 1803)</b>			1	1							1				1
Erebidae	<b>Eilema lurideola (Zincken, 1817)</b>		1			1						1				1
Erebidae	<b>Eilema lutarella (Linnaeus, 1758)</b>		1			1				1	1					1
Erebidae	<b>Eilema palliatella (Scopoli, 1763)</b>			1	1							1				1
Erebidae	<b>Eilema pseudocomplana (Daniel, 1939)</b>			1	1							1				1
Erebidae	<b>Eilema pygmaeola (Doubleday, 1847)</b>		1			1				1	1					1

Erebidae	<b>Eilema sororcula (Hufnagel, 1766)</b>		1			1		1			1			1	
Noctuidae	<b>Elaphria venustula (Hübner, 1790)</b>		1		1			1		1				1	
Geometridae	<b>Ematurga atomaria (Linnaeus, 1758)</b>		1			1		1			1				1
Noctuidae	<b>Emmelia trabealis (Scopoli, 1763)</b>		1			1		1	1			1			
Geometridae	<b>Ennomos autumnaria (Werneburg, 1859)</b>			1	1		1			1					1
Geometridae	<b>Ennomos erosaria (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1		1			1				1	
Geometridae	<b>Ennomos quercinaria (Hufnagel, 1767)</b>			1	1		1			1				1	
Noctuidae	<b>Epilecta linogrisea (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1		1			1					1
Geometridae	<b>Epione repandaria (Hufnagel, 1767)</b>			1		1		1		1					1
Geometridae	<b>Epirrhoe alternata (Müller, 1764)</b>		1			1		1		1		1			
Geometridae	<b>Epirrhoe galiata (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1			1		1		1		1			
Geometridae	<b>Epirrhoe rivata (Hübner, 1813)</b>		1		1		1			1		1			
Noctuidae	<b>Episema glaucina (Esper, 1789)</b>			1	1		1		1			1			
Noctuidae	<b>Episema tersa (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1		1		1			1			
Geometridae	<b>Erannis defoliaria (Clerck, 1759)</b>			1	1		1			1				1	
Erebidae	<b>Eublemma purpurina (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1			1		1		1		1			
Geometridae	<b>Euchoeca nebulata (Scopoli, 1763)</b>		1			1		1		1					1
Geometridae	<b>Eulithis mellinata (Fabricius, 1787)</b>			1	1		1			1			1		
Erebidae	<b>Euplagia quadripunctaria (Poda, 1761)</b>			1	1		1			1					1
Noctuidae	<b>Euplexia lucipara (Linnaeus, 1758)</b>			1		1		1		1			1		
Geometridae	<b>Eupithecia centaureata (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>	1				1		1		1					1
Geometridae	<b>Eupithecia graphata (Treitschke, 1828)</b>	1				1		1	1						1
Geometridae	<b>Eupithecia insigniata (Hübner, 1790)</b>		1		1		1		1					1	
Noctuidae	<b>Eugnorisma depuncta (Linnaeus, 1761)</b>			1	1		1			1					1
Geometridae	<b>Euphyia frustata (Treitschke, 1828)</b>			1		1		1		1					1
Geometridae	<b>Euphyia unangulata (Haworth, 1809)</b>		1			1		1		1					1
Erebidae	<b>Euproctis similis (Fuessly, 1775)</b>			1		1		1		1				1	
Noctuidae	<b>Eupsilia transversa (Hufnagel, 1766)</b>			1	1		1			1					1
Lasiocampidae	<b>Euthrix potatoria (Linnaeus, 1758)</b>			1	1		1			1					1
Notodontidae	<b>Furcula bicuspis (Borkhausen, 1790)</b>			1		1		1		1				1	
Lasiocampidae	<b>Gastropacha quercifolia (Linnaeus, 1758)</b>			1		1	1			1					1
Geometridae	<b>Geometra papilionaria (Linnaeus, 1758)</b>			1	1		1			1				1	
Noctuidae	<b>Globia sparganii (Esper, 1790)</b>			1	1		1		1			1			
Notodontidae	<b>Gluphisia crenata (Esper, 1785)</b>			1		1		1		1				1	
Geometridae	<b>Gnophos furvata (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1		1			1					1
Noctuidae	<b>Gortyna flavago (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1		1		1			1			

Geometridae	<b>Grandaritis pyraliata (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1			1			1				
Drepanidae	<b>Habrosyne pyritoides (Hufnagel, 1766)</b>			1		1		1			1			1	
Noctuidae	<b>Hada plebeja (Linnaeus, 1761)</b>			1	1			1			1				1
Noctuidae	<b>Hadena compta (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1			1			1				
Noctuidae	<b>Hadena filograna (Esper, 1788)</b>			1	1			1			1				
Noctuidae	<b>Helotropha leucostigma (Hübner, 1808)</b>			1	1			1			1				
Geometridae	<b>Hemistola chrysoprasaria (Esper, 1795)</b>			1		1		1					1		
Geometridae	<b>Hemithea aestivaria (Hübner, 1789)</b>		1			1		1			1				1
Erebidae	<b>Herminia tarsicrinalis (Knoch, 1782)</b>			1		1		1			1				1
Erebidae	<b>Herminia tarsipennalis (Treitschke, 1835)</b>			1		1		1			1				
Notodontidae	<b>Harpypia milhauseri (Fabricius, 1775)</b>			1	1			1			1			1	
Noctuidae	<b>Helicoverpa armigera (Hübner, 1808)</b>			1		1	1			1			1		
Noctuidae	<b>Heliopsis maritima (Graslin, 1855)</b>			1		1	1			1			1		
Noctuidae	<b>Heliopsis viriplaca (Hufnagel, 1766)</b>			1		1		1			1			1	
Geometridae	<b>Heliomata glarearia (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1			1		1	1				1		
Noctuidae	<b>Hoplodrina ambigua (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1		1		1			1				
Noctuidae	<b>Hoplodrina blanda (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1			1			1	1			
Noctuidae	<b>Hoplodrina respersa (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1			1			1				
Geometridae	<b>Horisme corticata (Treitschke, 1835)</b>		1			1		1							1
Geometridae	<b>Horisme tersata (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1		1		1			1				1
Noctuidae	<b>Hydraccia micacea (Esper, 1789)</b>			1	1			1			1				
Geometridae	<b>Hydria cervinalis (Scopoli, 1763)</b>			1	1			1							1
Sphingidae	<b>Hyles gallii (Rottemburg, 1775)</b>			1		1	1				1			1	
Sphingidae	<b>Hyles euphorbiae (Linnaeus, 1758)</b>			1		1	1				1			1	
Noctuidae	<b>Hypena proboscidalis (Linnaeus, 1758)</b>			1		1	1				1				1
Noctuidae	<b>Hypena rostralis (Linnaeus, 1758)</b>		1			1		1			1			1	
Geometridae	<b>Hypomecis punctinalis (Scopoli, 1763)</b>			1		1	1				1				1
Geometridae	<b>Hypomecis roboraria (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1		1	1				1			1	
Erebidae	<b>Chelis maculosa (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1		1		1							1
Noctuidae	<b>Charanyca ferruginea (Esper, 1785)</b>			1	1			1			1				1
Noctuidae	<b>Charanyca trigammica (Hufnagel, 1766)</b>			1	1			1			1				
Geometridae	<b>Charissa obscurata (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1			1							1
Noctuidae	<b>Chersotis fimbriola fimbriola (Esper, 1803)</b>			1	1			1			1				
Noctuidae	<b>Chersotis margaritacea (Villers, 1789)</b>			1	1			1			1				
Noctuidae	<b>Chersotis multangula (Hübner, 1803)</b>			1	1			1			1				
Noctuidae	<b>Chersotis rectangula (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1			1			1				1
Geometridae	<b>Chiasmia clathrata (Linnaeus, 1758)</b>		1			1		1			1	1			



Noctuidae	<b>Chilodes maritimus (Trauscher, 1806)</b>			1	1			1		1				1			
Noctuidae	<b>Chloantha hyperici (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1		1		1		1				1			
Geometridae	<b>Chlorissa viridata (Linnaeus, 1758)</b>		1			1		1		1							1
Geometridae	<b>Phaiogramma etruscaria (Zeller, 1849)</b>		1			1		1	1								1
Geometridae	<b>Idaea aureolaria (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1		1			1	1					1			
Geometridae	<b>Idea aversata (Linnaeus, 1758)</b>			1		1		1									1
Geometridae	<b>Idea biselata (Hufnagel, 1767)</b>		1			1		1		1							1
Geometridae	<b>Idea degeneraria (Hübner, 1799)</b>		1			1		1		1				1			
Geometridae	<b>Idea dimidiata (Hufnagel, 1767)</b>		1		1			1		1							1
Geometridae	<b>Idea emarginata (Linnaeus, 1758)</b>		1		1			1		1				1			
Geometridae	<b>Idea filicata (Hübner, 1799)</b>	1				1		1		1				1			
Geometridae	<b>Idea humiliata (Hufnagel, 1767)</b>	1			1			1		1				1			
Geometridae	<b>Idea muricata (Hufnagel, 1767)</b>		1		1			1		1							1
Geometridae	<b>Idea ochrata (Scopoli, 1763)</b>		1		1			1	1					1			
Geometridae	<b>Idea trigeminata (Haworth, 1809)</b>		1		1			1		1							1
Geometridae	<b>Idea rubraria (Staudinger 1901)</b>		1			1		1		1							1
Geometridae	<b>Idea rufaria (Hübner, 1799)</b>		1		1			1	1					1			
Geometridae	<b>Idea rusticata (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1		1			1		1							1
Geometridae	<b>Idea sericeata (Hübner, 1813)</b>		1		1			1	1					1			
Erebidae	<b>Idia calvaria (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1		1		1				1					1
Noctuidae	<b>Ipimorpha retusa (Linnaeus, 1761)</b>			1	1			1				1					1
Geometridae	<b>Isturgia arenacearia (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1		1		1	1					1			
Geometridae	<b>Jodis lactearia (Linnaeus, 1758)</b>		1			1		1				1					1
Lymantriidae	<b>Laelia coenosa (Hübner, 1808)</b>			1	1			1		1				1			
Noctuidae	<b>Lacanobia thalassina (Hufnagel, 1766)</b>			1	1			1				1					1
Noctuidae	<b>Lacanobia suasa (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1		1		1				1	1				
Noctuidae	<b>Lacanobia w-latinum (Hufnagel, 1766)</b>			1	1		1			1							1
Noctuidae	<b>Lamprosticta culta (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1			1		1						1	
Sphingidae	<b>Laothoe populi (Linnaeus, 1758)</b>			1	1		1					1					1
Lasiocampidae	<b>Lasiocampa trifolii (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1		1			1				1			
Noctuidae	<b>Lasionycta imbecilla (Fabricius, 1794)</b>			1	1			1		1				1			
Erebidae	<b>Laspeyria flexula (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1		1		1				1					1
Noctuidae	<b>Laterologia ophiogramma (Esper, 1794)</b>			1	1			1		1				1			
Noctuidae	<b>Leucania obsoleta (Hübner, 1803)</b>			1	1			1		1				1			
Geometridae	<b>Ligdia adustata (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1			1		1		1					1		
Noctuidae	<b>Lithophane furcifera (Hufnagel, 1766)</b>			1	1		1			1						1	
Noctuidae	<b>Lithophane ornitopus (Hufnagel, 1766)</b>			1	1			1				1					1

Noctuidae	<b>Lithophane semibrunnea (Haworth, 1809)</b>			1	1		1					1			1	
Erebidae	<b>Lithosia quadra (Linnaeus, 1758)</b>			1	1		1				1				1	
Geometridae	<b>Lithostege griseata (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1			1		1			1			
Geometridae	<b>Lomaspilis marginata (Linnaeus, 1758)</b>		1			1		1		1						1
Geometridae	<b>Lomographa bimaculata (Fabricius, 1775)</b>		1		1			1		1				1		
Geometridae	<b>Lomographa temerata (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1		1			1		1				1		
Noctuidae	<b>Luperina testacea (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1			1		1						1
Geometridae	<b>Lycia hirtaria (Clerck, 1759)</b>			1	1		1				1					1
Erebidae	<b>Lygephila cracca (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1		1		1		1			1			
Erebidae	<b>Lygephila pastinum (Treitschke, 1826)</b>			1	1		1		1				1			
Erebidae	<b>Lygephila viciae (Hübner, 1822)</b>			1	1		1		1				1			
Erebidae	<b>Lymantria dispar (Linnaeus, 1758)</b>			1	1		1				1					1
Erebidae	<b>Lymantria monacha (Linnaeus, 1758)</b>			1	1		1				1				1	
Geometridae	<b>Macaria alternata (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1		1		1			1					1
Geometridae	<b>Macaria artemisia (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1		1		1		1						1
Geometridae	<b>Macaria liturata (Clerck, 1759)</b>			1		1		1			1				1	
Geometridae	<b>Macaria wauaria (Linnaeus, 1758)</b>		1		1		1			1			1			
Noctuidae	<b>Macdunnoughia confusa (Stephens, 1850)</b>			1		1	1					1	1			
Erebidae	<b>Macrochilo cribrumalis (Hübner, 1793)</b>			1	1			1		1			1			
Lasiocampidae	<b>Macrothylacia rubi (Linnaeus, 1758)</b>			1	1		1			1						1
Lasiocampidae	<b>Malacosoma castrense (Linnaeus, 1758)</b>			1	1		1		1				1			
Lasiocampidae	<b>Malacosoma neustria (Linnaeus, 1758)</b>			1	1		1			1					1	
Noctuidae	<b>Mamestra brassicae (Linnaeus, 1758)</b>			1		1	1					1				1
Sphingidae	<b>Marumba quercus (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1		1				1					1
Nolidae	<b>Meganola albula (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1		1			1			1					1
Geometridae	<b>Melanthia procellata (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1		1		1		1				1		
Noctuidae	<b>Mesogona acetosellae (Den. &amp; Schiff., 1775)</b>			1	1		1			1						1
Noctuidae	<b>Mesoligia furuncula (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1		1			1	1				1			
Noctuidae	<b>Metachrostis dardouini (BOISDUVAL, 1840)</b>		1			1		1	1				1			
Erebidae	<b>Mitochrista miniata (Forster, 1771)</b>		1		1			1			1					1
Sphingidae	<b>Mimas tiliae (Linnaeus, 1758)</b>			1	1		1				1				1	
Geometridae	<b>Minoa murinata (Scopoli, 1763)</b>		1			1		1	1				1			
Noctuidae	<b>Mniotype satura (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1		1			1						1
Noctuidae	<b>Mythimna albipuncta (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1		1		1		1			1			
Noctuidae	<b>Mythimna conigera (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1		1		1				1			
Noctuidae	<b>Mythimna ferrago (Fabricius, 1787)</b>			1		1		1		1			1			

Noctuidae	<b>Mythimna flamma</b> (Curtis, 1828)			1	1			1		1			1			
Noctuidae	<b>Mythimna impura</b> (Hübner, 1808)			1		1		1		1			1			
Noctuidae	<b>Mythimna l-album</b> (Linnaeus, 1767)			1		1		1		1			1			
Noctuidae	<b>Mythimna pallens</b> (Linnaeus, 1758)			1		1	1			1						1
Noctuidae	<b>Mythimna pudorina</b> (Denis & Schiffermüller, 1775)			1	1			1		1			1			
Noctuidae	<b>Mythimna straminea</b> (Treitschke, 1825)			1	1			1		1			1			
Noctuidae	<b>Mythimna turca</b> (Linnaeus, 1761)			1	1			1		1			1			
Noctuidae	<b>Mythimna vitellina</b> (Hübner, 1808)			1		1	1			1			1			
Geometridae	<b>Narraga fasciolaria</b> (Hufnagel, 1767)		1			1		1	1				1			
Noctuidae	<b>Noctua comes</b> (Hübner, 1813)			1	1			1		1						1
Noctuidae	<b>Noctua fimbriata</b> (Schreber, 1759)			1	1			1		1						1
Noctuidae	<b>Noctua interposita</b> (Hübner, 1790)			1	1			1		1			1			
Noctuidae	<b>Noctua janthina</b> (Denis & Schiffermüller, 1775)			1	1			1		1						1
Noctuidae	<b>Noctua orbona</b> (Hufnagel, 1766)			1	1			1		1						1
Noctuidae	<b>Noctua pronuba</b> (Linnaeus, 1758)			1	1			1				1				1
Noctuidae	<b>Nonargia typhae</b> (Thunberg, 1784)			1	1			1					1			
Notodontidae	<b>Notodonta ziczac</b> (Linnaeus, 1758)			1		1	1			1				1		
Noctuidae	<b>Nyctobrya muralis</b> (Forster, 1771)			1	1			1		1			1			
Noctuidae	<b>Odice arcuina</b> (Hübner, 1790)			1		1		1		1			1			
Drepanidae	<b>Ochropacha duplaris</b> (Linnaeus, 1761)			1		1		1		1						1
Noctuidae	<b>Ochropleura plecta</b> (Linnaeus, 1761)			1		1		1				1	1			
Noctuidae	<b>Oligia latruncula</b> (Denis & Schiffermüller, 1775)		1			1		1				1				1
Noctuidae	<b>Oligia strigilis</b> (Linnaeus, 1758)			1	1			1		1			1			
Noctuidae	<b>Orthosia cerasi</b> (Fabricius, 1775)			1	1			1				1				1
Noctuidae	<b>Orthosia cruda</b> (Denis & Schiffermüller, 1775)			1	1			1				1				1
Noctuidae	<b>Orthosia gothica</b> (Linnaeus, 1758)			1	1			1				1				1
Noctuidae	<b>Orthosia incerta</b> (Hufnagel, 1766)			1	1			1				1				1
Noctuidae	<b>Orthosia gracilis</b> (Denis & Schiffermüller, 1775)			1	1			1				1				1
Noctuidae	<b>Orthosia miniosa</b> (Denis & Schiffermüller, 1775)			1	1			1				1				1
Noctuidae	<b>Oxicesta geographica</b> (Fabricius, 1787)			1		1		1	1							1
Noctuidae	<b>Panolis flammea</b> (Denis & Schiffermüller, 1775)			1	1			1				1				1
Erebidae	<b>Paracolax tristalis</b> (Fabricius, 1794)			1	1			1				1				1
Geometridae	<b>Parectropis similaria</b> (Hufnagel, 1767)			1	1			1				1				1
Geometridae	<b>Pareulype berberata</b> (Denis & Schiffermüller, 1775)			1		1		1		1				1		
Erebidae	<b>Pelosia muscerda</b> (Hufnagel, 1766)		1			1		1		1						1
Geometridae	<b>Pelurga comitata</b> (Linnaeus, 1758)			1	1			1		1			1			

Geometridae	<b>Peribatodes rhomboidaria (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1		1		1				1				1
Noctuidae	<b>Peridea anceps (Goeze, 1781)</b>			1	1		1					1				1
Geometridae	<b>Perizoma alchemillata (Linnaeus, 1758)</b>		1			1			1							1
Noctuidae	<b>Polia nebulosa (Hufnagel, 1766)</b>			1	1		1					1				1
Noctuidae	<b>Polyphaenis sericata (Esper, 1787)</b>			1	1			1				1				1
Drepanidae	<b>Polyploca ridens (Fabricius, 1787)</b>			1	1			1				1				1
Erebidae	<b>Polypogon tentacularia (Linnaeus, 1758)</b>			1	1			1				1				1
Notodontidae	<b>Phalera bucephala (Linnaeus, 1758)</b>			1		1	1					1				1
Notodontidae	<b>Phalera bucephaloides (Ochsenheimer, 1810)</b>			1	1			1							1	
Notodontidae	<b>Pheosia tremula (Clerck, 1759)</b>			1		1	1					1				1
Geometridae	<b>Phibalapteryx virgata (Hufnagel, 1767)</b>		1			1			1	1				1		
Geometridae	<b>Philereme transversata (Hufnagel, 1767)</b>			1	1			1						1		
Geometridae	<b>Philereme vetulata (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1			1						1		
Lasiocampidae	<b>Phylodesma tremulifolia (Hübner, 1810)</b>			1	1			1								1
Noctuidae	<b>Phlogophora meticulosa (Linnaeus, 1758)</b>			1	1			1				1				1
Cossidae	<b>Phragmataecia castaneae (Hübner, 1790)</b>			1	1			1						1		
Erebidae	<b>Phragmatobia fuliginosa (Linnaeus, 1758)</b>			1		1		1						1		
Geometridae	<b>Plagodis dolabraria (Linnaeus, 1767)</b>			1	1			1				1				1
Nolidae	<b>Pseudoips prasinanus (Linnaeus, 1758)</b>			1	1			1				1				1
Geometridae	<b>Pseudopanthera macularia (Linnaeus, 1758)</b>		1			1						1			1	
Notodontidae	<b>Pterostoma palpina (Clerck, 1759)</b>			1		1	1					1				1
Noctuidae	<b>Pyrrhia purpura (Hübner, 1817)</b>			1	1			1				1				1
Notodontidae	<b>Ptilodon capucina (Linnaeus, 1758)</b>			1		1	1					1				1
Notodontidae	<b>Ptilodon cucullina (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1			1				1			1	
Geometridae	<b>Rhodostrophia vibicaria (Clerck, 1759)</b>			1	1			1		1				1		
Noctuidae	<b>Rhizedra lutosa (Hübner, 1803)</b>			1	1			1						1		
Noctuidae	<b>Rhyacia simulans (Hufnagel, 1766)</b>			1	1			1								1
Erebidae	<b>Rhyparia purpurata (Linnaeus, 1758)</b>			1	1			1						1		
Noctuidae	<b>Rivula sericealis (Scopoli, 1763)</b>			1		1			1	1				1		
Drepanidae	<b>Sabra harpagula (Esper, 1786)</b>			1		1		1				1				1
Saturniidae	<b>Saturnia pavonia (Linnaeus, 1758)</b>			1	1			1				1				1
Noctuidae	<b>Sideridis lampra (Schawerda, 1913)</b>			1		1		1						1		
Noctuidae	<b>Sideridis rivularis (Fabricius, 1775)</b>			1	1			1				1				
Noctuidae	<b>Sideridis reticulatus (Goeze, 1781)</b>			1	1			1		1				1		
Noctuidae	<b>Sideridis turbida (Esper, 1790)</b>			1	1			1				1				1
Noctuidae	<b>Simyra albovenosa (Goeze, 1781)</b>			1		1		1						1		

Noctuidae	<b>Simyra nervosa (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1		1		1		1			1			
Geometridae	<b>Siona lineata (Scopoli, 1763)</b>			1	1		1			1			1			
Sphingidae	<b>Smerinthus ocellatus (Linnaeus, 1758)</b>			1		1	1			1					1	
Geometridae	<b>Scopula decorata (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1			1			1	1			1			
Geometridae	<b>Scopula flaccidaria (Zeller, 1852)</b>		1			1			1	1						1
Geometridae	<b>Scopula immorata (Linnaeus, 1758)</b>		1			1			1				1			
Geometridae	<b>Scopula marginepunctata (Goeze, 1781)</b>		1			1			1				1			
Geometridae	<b>Scopula rubiginata (Hufnagel, 1767)</b>		1			1			1	1			1			
Geometridae	<b>Scopula virgulata (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1			1			1	1			1			
Noctuidae	<b>Scotochrosta pulla (Den. &amp; Schiff., 1775)</b>			1	1					1						1
Geometridae	<b>Scotopteryx coarctaria (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1			1				1				1		
Geometridae	<b>Scotopteryx chenopodiata (Linnaeus, 1758)</b>			1	1							1	1			
Geometridae	<b>Selenia dentaria (Fabricius, 1775)</b>			1		1				1						1
Geometridae	<b>Selenia lunularia (Hübner, 1788)</b>			1		1				1						1
Geometridae	<b>Selenia tetralunaria (Hufnagel, 1767)</b>			1		1				1						1
Geometridae	<b>Selidosema plumaria (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1					1			1			
Notodontidae	<b>Spatialia argentina (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1		1						1			1	
Sphingidae	<b>Sphinx ligustri (Linnaeus, 1758)</b>			1	1					1						1
Sphingidae	<b>Sphinx pinastri (Linnaeus, 1758)</b>			1	1							1			1	
Erebidae	<b>Spilosoma luteum (Hufnagel, 1766)</b>			1	1					1						1
Erebidae	<b>Spilosoma lubricipeda (Linnaeus, 1758)</b>			1	1					1						1
Noctuidae	<b>Staurophora celsia (Linnaeus, 1758)</b>			1	1					1			1			
Noctuidae	<b>Stauropus fagi (Linnaeus, 1758)</b>			1	1							1			1	
Geometridae	<b>Synopsis sociaria (Hübner, 1799)</b>			1		1				1						1
Geometridae	<b>Thalera fimbrialis (Scopoli, 1763)</b>			1	1					1			1			
Noctuidae	<b>Thalpophila matura (Hufnagel, 1766)</b>			1	1					1						1
Geometridae	<b>Thetidia smaragdaria (Fabricius, 1787)</b>			1		1				1			1			
Noctuidae	<b>Tholera cespitis (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1					1			1			
Noctuidae	<b>Tholera decimalis (Poda, 1761)</b>			1	1					1			1			
Erebidae	<b>Thumatha senex (Hübner, 1808)</b>	1				1				1	1					1
Geometridae	<b>Timandra comae (Schmidt, 1931)</b>			1		1				1			1			
Noctuidae	<b>Tiliacea sulphurago (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1					1					1	
Noctuidae	<b>Trachea atriplicis (Linnaeus, 1758)</b>			1		1	1						1	1		
Lasiocampidae	<b>Trichiura crataegi (Linnaeus, 1758)</b>			1	1					1						1
Hepialidae	<b>Triodia sylvina (Linnaeus, 1761)</b>			1	1								1			1
Erebidae	<b>Trisateles emortualis (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1			1				1						1

Noctuidae	<b>Tyta luctuosa (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1			1			1	1				1			
Noctuidae	<b>Valeria oleagina (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1		1				1				1		
Drepanidae	<b>Watsonalla binaria (Hufnagel, 1767)</b>		1			1		1				1				1	
Erebidae	<b>Watsonarctia casta (Esper, 1785)</b>			1	1			1		1							1
Noctuidae	<b>Xanthia icteritia (Hufnagel, 1766)</b>			1	1			1				1					1
Geometridae	<b>Xanthorhoe biriviata (Borkhausen, 1794)</b>		1			1			1			1					1
Geometridae	<b>Xanthorhoe ferrugata (Clerck, 1759)</b>		1			1			1				1	1			
Geometridae	<b>Xanthorhoe fluctuata (Linnaeus, 1758)</b>		1			1			1				1				1
Geometridae	<b>Xanthorhoe quadrifasciata (Clerck, 1759)</b>			1		1			1			1					1
Geometridae	<b>Xanthorhoe spadicearia (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1			1			1			1					1
Noctuidae	<b>Xestia baja (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1				1			1					1
Noctuidae	<b>Xestia c-nigrum (Linnaeus, 1758)</b>			1		1	1						1	1			
Noctuidae	<b>Xestia triangulum (Hufnagel, 1766)</b>			1	1		1					1					1
Noctuidae	<b>Xestia xanthographa (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1				1			1			1		

Příloha č. 2: Traity nočních motýlů, část 2

Čeď	Druh	Délka života dospělce			Délka vývoje housenky			Část rostliny vývoje housenek						Přezimující stadium				
		Ashort	Amedium	Along	Lshort	Lmedium	Llong	List	VegParts	GenParts	stelky	dravci	detr_h	detr_t	Vajicko	Housenka	Kukla	Imago
Noctuidae	<b>Abrostola asclepiadis (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1			1		1									1	
Noctuidae	<b>Abrostola triplasia (Linnaeus, 1758)</b>	1				1		1									1	
Geometridae	<b>Aethalura punctulata (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>	1				1		1									1	
Noctuidae	<b>Acosmetia caliginosa (Hübner, 1813)</b>		1			1		1									1	
Noctuidae	<b>Acronicta aceris (Linnaeus, 1758)</b>		1			1		1									1	
Noctuidae	<b>Acronicta auricoma (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1		1			1									1	
Noctuidae	<b>Acronicta cuphorbiae (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1		1			1									1	
Noctuidae	<b>Acronicta rumicis (Linnaeus, 1758)</b>		1		1			1									1	
Noctuidae	<b>Aegle kaekeritziana (Hübner, 1799)</b>		1		1				1								1	
Sphingidae	<b>Argius convolvuli (Linnaeus, 1758)</b>	1				1		1									1	
Geometridae	<b>Agriopis marginaria (Fabricius, 1776)</b>		1		1			1									1	
Noctuidae	<b>Agrochola circellaris (Hufnagel, 1766)</b>		1			1		1		1							1	
Noctuidae	<b>Agrochola helvola (Linnaeus, 1758)</b>	1			1			1							1			
Noctuidae	<b>Agrochola laevis (Hübner, 1803)</b>	1				1		1							1			
Noctuidae	<b>Agrochola litura (Linnaeus, 1761)</b>		1			1		1							1			

Noctuidae	<b>Agrochola nitida (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>	1				1		1									1
Noctuidae	<b>Agrotis bigramma (Esper, 1790)</b>		1					1	1	1							1
Noctuidae	<b>Agrotis cinerea (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>	1						1	1								1
Noctuidae	<b>Agrotis exclamationis (Linnaeus, 1758)</b>		1					1	1								1
Noctuidae	<b>Agrotis ipsilon (Hufnagel, 1766)</b>		1			1			1								1
Noctuidae	<b>Agrotis segetum (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1			1			1								1
Drepanidae	<b>Achlya flavicornis (Linnaeus, 1758)</b>	1				1			1								1
Noctuidae	<b>Amphipyra livida (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1		1				1								1
Noctuidae	<b>Amphipyra tetra (Clerck, 1759)</b>		1		1				1								1
Noctuidae	<b>Amphipyra tragopoginis (Clerck, 1759)</b>		1			1			1								1
Noctuidae	<b>Amphipyra pyramidea (Linnaeus, 1758)</b>		1		1				1								1
Noctuidae	<b>Anorthoa munda (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>	1			1				1								1
Geometridae	<b>Alcis repandata (Linnaeus, 1758)</b>		1					1	1								1
Noctuidae	<b>Allophyes oxyacanthae (Linnaeus, 1758)</b>		1			1			1								1
Geometridae	<b>Alsophila aescularia (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1			1			1								1
Noctuidae	<b>Apamea monoglypha (Hufnagel, 1766)</b>		1					1	1	1							1
Noctuidae	<b>Apamea sordens (Hufnagel, 1766)</b>		1					1	1								1
Noctuidae	<b>Apamea sublustris (Esper, 1788)</b>		1					1	1								1
Geometridae	<b>Apeira syringaria (Linnaeus, 1758)</b>	1						1	1								1
Geometridae	<b>Aplocera plagiata (Linnaeus, 1758)</b>		1			1			1		1						1
Limacodidae	<b>Apoda limacodes (Hufnagel, 1766)</b>		1			1			1								1
Geometridae	<b>Apocheima hispidaria (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1			1			1								1
Noctuidae	<b>Aporophyla lutulenta (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1					1	1								1
Erebidae	<b>Arctia caja (Linnaeus, 1758)</b>	1						1	1								1
Erebidae	<b>Arctia festiva (Hufnagel, 1766)</b>		1					1	1								1
Erebidae	<b>Arctia villica (Linnaeus, 1758)</b>		1					1	1								1
Erebidae	<b>Arctornis l-nigrum (Müller, 1764)</b>		1					1	1								1
Noctuidae	<b>Arenostola phragmitidis (Hübner, 1803)</b>		1		1				1								1
Noctuidae	<b>Archanara dissoluta (Treitschke, 1825)</b>	1			1				1								1
Geometridae	<b>Aspitates gilvaria (Den. &amp; Schiff., 1775)</b>	1						1	1								1
Noctuidae	<b>Athetis lepigone (Möschler, 1860)</b>	1				1						1					1
Noctuidae	<b>Athetis pallustris (Hübner, 1808)</b>	1						1				1					1
Noctuidae	<b>Auchmis detersa (Esper, 1787)</b>		1					1	1	1							1
Noctuidae	<b>Autographa gamma (Linnaeus, 1758)</b>		1			1			1								1
Geometridae	<b>Ascotis selenaria (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>	1				1			1								1
Geometridae	<b>Biston betularia (Linnaeus, 1758)</b>		1			1			1								1

Geometridae	<b>Biston strataria (Hufnagel, 1767)</b>	1				1		1									1
Noctuidae	<b>Brachionycha nubeculosa (Esper, 1785)</b>	1			1			1									1
Geometridae	<b>Bupalus piniaria (Linnaeus, 1758)</b>		1				1	1									1
Noctuidae	<b>Bryophila raptricula (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1				1			1						1	
Geometridae	<b>Cabera exanthemata (Scopoli, 1763)</b>		1			1		1									1
Geometridae	<b>Cabera pusaria (Linnaeus, 1758)</b>			1		1		1									1
Noctuidae	<b>Calamia tridens (Hufnagel, 1766)</b>		1			1		1				1		1			
Erebidae	<b>Calliteara pudibunda (Linnaeus, 1758)</b>		1			1		1									1
Noctuidae	<b>Caloestra trifolii (Hufnagel, 1766)</b>		1		1			1									1
Noctuidae	<b>Calophasia lunula (Hufnagel, 1766)</b>		1		1			1									1
Noctuidae	<b>Calophasia opalina (Esper, 1793)</b>		1		1			1									1
Erebidae	<b>Calyptra thalictri (Borkhausen, 1790)</b>		1				1	1									1
Geometridae	<b>Campaea margaritaria (Linnaeus, 1761)</b>	1					1	1									1
Noctuidae	<b>Caradrina morpheus (Hufnagel, 1766)</b>		1				1	1									1
Geometridae	<b>Cataclyme riguata (Hübner, 1813)</b>	1			1			1									1
Erebidae	<b>Catocala diversa (Geyer 1828)</b>	1			1			1									1
Erebidae	<b>Catocala elocata (Esper, 1787)</b>		1			1		1							1		
Erebidae	<b>Catocala hymenaea (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1		1			1							1		
Erebidae	<b>Catocala nymphagoga (Esper, 1787)</b>		1		1			1							1		
Erebidae	<b>Catocala promissa (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1		1			1							1		
Geometridae	<b>Catarhoe cuculata (Hufnagel, 1767)</b>	1				1		1									1
Noctuidae	<b>Catocala elocata (Esper, 1787)</b>		1			1		1						1			
Noctuidae	<b>Cleoceris scoriacea (Esper, 1789)</b>	1				1		1									1
Noctuidae	<b>Cerastis rubricosa (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>	1			1			1									1
Geometridae	<b>Colostygia pectinataria (Knoch, 1781)</b>	1					1	1									1
Geometridae	<b>Comibaena bajularia (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>	1					1	1		1							1
Geometridae	<b>Comptogramma bilineatum (Linnaeus, 1758)</b>			1			1	1									1
Noctuidae	<b>Conisania luteago (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>	1				1		1									1
Noctuidae	<b>Conistra erythrocephala (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1			1									1
Noctuidae	<b>Conistra ligula (Esper, 1791)</b>			1	1			1									1
Noctuidae	<b>Conistra rubiginea (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>			1	1			1									1
Noctuidae	<b>Conistra vaccinii (Linnaeus, 1761)</b>			1	1			1									1
Noctuidae	<b>Cosmia affinis (Linnaeus, 1767)</b>		1		1			1							1		
Noctuidae	<b>Cosmia trapezina (Linnaeus, 1758)</b>		1		1			1		1				1			
Geometridae	<b>Cosmorhoe ocellata (Linnaeus, 1758)</b>	1			1			1									1



Cossidae	<b>Cossus cossus (Linnaeus, 1758)</b>			1			1		1						1		
Geometridae	<b>Costaconvexa polygrammata (Borkhausen, 1794)</b>	1			1			1									1
Notodontidae	<b>Clostera curtula (Linnaeus, 1758)</b>	1			1			1									1
Notodontidae	<b>Clostera pigra (Hufnagel, 1766)</b>	1				1		1									1
Erebidae	<b>Colobochyla salicalis (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>	1			1			1									1
Noctuidae	<b>Colocasia coryli (Linnaeus, 1758)</b>		1			1		1									1
Geometridae	<b>Crocallis elinguaris (Linnaeus, 1758)</b>	1					1	1								1	
Noctuidae	<b>Cryphia algae (Fabricius, 1775)</b>	1					1			1						1	
Noctuidae	<b>Cryphia receptricula (Hübner, 1803)</b>	1					1			1						1	
Erebidae	<b>Cybosia mesomella (Linnaeus, 1758)</b>		1				1	1		1		1				1	
Geometridae	<b>Cyclophora albipunctata (Hufnagel, 1767)</b>	1			1			1									1
Geometridae	<b>Cyclophora punctaria (Linnaeus, 1758)</b>		1		1			1									1
Drepanidae	<b>Cymatophorina diluta (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1		1			1							1		
Sphingidae	<b>Deilephila porcellus (Linnaeus, 1758)</b>	1				1		1		1							1
Noctuidae	<b>Deltote bankiana (Fabricius, 1775)</b>	1			1			1									1
Noctuidae	<b>Deltote deceptoris (Scopoli, 1763)</b>		1		1			1									1
Noctuidae	<b>Deltote pygarga (Hufnagel, 1766)</b>	1			1			1									1
Lasiocampidae	<b>Dendrolimus pini (Linnaeus, 1758)</b>		1				1	1								1	
Erebidae	<b>Diacrisia sannio (Linnaeus, 1758)</b>	1				1		1								1	
Noctuidae	<b>Diachrysa chrysis (Linnaeus, 1758)</b>		1			1		1								1	
Erebidae	<b>Diaphora mendica (Clerck, 1759)</b>		1			1		1									1
Noctuidae	<b>Dicycla oo (Linnaeus, 1758)</b>		1		1			1	1						1		
Notodontidae	<b>Dicranura ulmi (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1			1		1									1
Noctuidae	<b>Dichagyris forcipula (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>	1					1	1								1	
Drepanidae	<b>Drepana falcataria (Linnaeus, 1758)</b>	1			1			1									1
Notodontidae	<b>Drymonia dodonaea (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1			1		1									1
Notodontidae	<b>Drymonia querna (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>	1			1			1									1
Notodontidae	<b>Drymonia ruficornis (Hufnagel, 1766)</b>		1		1			1									1
Noctuidae	<b>Dypterygia scabriuscula (Linnaeus, 1758)</b>		1			1		1								1	
Erebidae	<b>Dysauxes ancilla (Linnaeus, 1767)</b>		1				1	1		1						1	
Erebidae	<b>Dysgonia algira (Linnaeus, 1767)</b>		1			1		1									1
Cossidae	<b>Dyspessa ulula (Borkhausen, 1790)</b>		1				1			1						1	
Geometridae	<b>Dyscia conspersaria (Fabricius, 1775)</b>	1					1	1								1	
Nolidae	<b>Earias clorana (Linnaeus, 1761)</b>	1			1			1									1

Geometridae	<b>Earophila badiata (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>	1				1		1		1						1		
Geometridae	<b>Ecliptopera silaceata (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>	1			1			1									1	
Geometridae	<b>Ectropis crepuscularia (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1			1		1									1	
Noctuidae	<b>Egira conspicillaris (Linnaeus, 1758)</b>		1			1		1										1
Erebidae	<b>Eilema complana (Linnaeus, 1758)</b>		1					1	1				1			1		
Erebidae	<b>Eilema depressum (Esper, 1787)</b>		1					1					1				1	
Erebidae	<b>Eilema griseola (Hübner, 1803)</b>		1					1	1				1				1	
Erebidae	<b>Eilema lurideola (Zincken, 1817)</b>		1					1					1				1	
Erebidae	<b>Eilema lutarella (Linnaeus, 1758)</b>		1					1	1				1	1			1	
Erebidae	<b>Eilema palliatella (Scopoli, 1763)</b>	1						1					1	1			1	
Erebidae	<b>Eilema pseudocomplana (Daniel, 1939)</b>	1						1					1	1			1	
Erebidae	<b>Eilema pygmaeola (Doubleday, 1847)</b>	1				1							1				1	
Erebidae	<b>Eilema sorocula (Hufnagel, 1766)</b>	1				1		1					1					1
Noctuidae	<b>Elaphria venustula (Hübner, 1790)</b>	1				1				1			1					1
Geometridae	<b>Ematurga atomaria (Linnaeus, 1758)</b>		1			1				1								1
Noctuidae	<b>Emmelia trabecalis (Scopoli, 1763)</b>	1				1				1								1
Geometridae	<b>Ennomos autumnaria (Werneburg, 1859)</b>	1				1				1								1
Geometridae	<b>Ennomos erosaria (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1			1				1								1
Geometridae	<b>Ennomos quercinaria (Hufnagel, 1767)</b>		1			1				1								1
Noctuidae	<b>Epilecta linogrisea (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1					1	1									1
Geometridae	<b>Epione repandaria (Hufnagel, 1767)</b>	1				1				1						1		
Geometridae	<b>Epirrhoe alternata (Müller, 1764)</b>	1				1				1								1
Geometridae	<b>Epirrhoe galiata (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>	1				1				1								1
Geometridae	<b>Epirrhoe rivata (Hübner, 1813)</b>		1			1				1								1
Noctuidae	<b>Episema glaucina (Esper, 1789)</b>		1					1	1									1
Noctuidae	<b>Episema tersa (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1					1	1									1
Geometridae	<b>Erannis defoliaria (Clerck, 1759)</b>		1			1				1						1		
Erebidae	<b>Eublemma purpurina (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>	1				1				1								1
Geometridae	<b>Euchoeca nebulata (Scopoli, 1763)</b>	1				1				1								1
Geometridae	<b>Eulithis mellinata (Fabricius, 1787)</b>	1				1				1						1		
Erebidae	<b>Euplagia quadripunctaria (Poda, 1761)</b>		1					1	1									1
Noctuidae	<b>Euplexia lucipara (Linnaeus, 1758)</b>		1			1				1								1
Geometridae	<b>Eupithecia centaureata (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1			1				1								1
Geometridae	<b>Eupithecia graphata (Treitschke, 1828)</b>	1				1				1								1
Geometridae	<b>Eupithecia insigniata (Hübner, 1790)</b>	1				1				1								1

Noctuidae	<b>Eugnorisma depuncta</b> (Linnaeus, 1761)		1				1	1							1		
Geometridae	<b>Euphyia frustata</b> (Treitschke, 1828)	1				1		1									1
Geometridae	<b>Euphyia unangulata</b> (Haworth, 1809)	1			1			1									1
Erebidae	<b>Euproctis similis</b> (Fuessly, 1775)		1				1	1							1		
Noctuidae	<b>Eupsilia transversa</b> (Hufnagel, 1766)			1	1			1			1						1
Lasiocampidae	<b>Euthrix potatoria</b> (Linnaeus, 1758)	1					1	1							1		
Notodontidae	<b>Furcula bicuspis</b> (Borkhausen, 1790)	1				1		1							1		
Lasiocampidae	<b>Gastropacha quercifolia</b> (Linnaeus, 1758)	1				1		1							1		
Geometridae	<b>Geometra papilionaria</b> (Linnaeus, 1758)		1				1	1							1		
Noctuidae	<b>Globia sparganii</b> (Esper, 1790)		1			1		1	1						1		
Notodontidae	<b>Gluphisia crenata</b> (Esper, 1785)		1			1		1									1
Geometridae	<b>Gnophos furvata</b> (Denis & Schiffermüller, 1775)		1				1	1							1		
Noctuidae	<b>Gortyna flavago</b> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1				1			1						1		
Geometridae	<b>Grandaritis pyrallata</b> (Denis & Schiffermüller, 1775)		1		1			1							1		
Drepanidae	<b>Habrosyne pyritoides</b> (Hufnagel, 1766)		1		1			1									1
Noctuidae	<b>Hada plebeja</b> (Linnaeus, 1761)		1			1		1	1								1
Noctuidae	<b>Hadena compta</b> (Denis & Schiffermüller, 1775)		1			1				1							1
Noctuidae	<b>Hadena filigrana</b> (Esper, 1788)		1		1					1							1
Noctuidae	<b>Helotropia leucostigma</b> (Hübner, 1808)		1			1			1						1		
Geometridae	<b>Hemistola chrysoprasaria</b> (Esper, 1795)	1					1	1							1		
Geometridae	<b>Hemithea aestivaria</b> (Hübner, 1789)		1				1	1							1		
Erebidae	<b>Herminia tarsicrinalis</b> (Knoch, 1782)	1					1	1							1		
Erebidae	<b>Herminia tarsipennalis</b> (Treitschke, 1835)	1				1					1				1		
Notodontidae	<b>Harpyia milhauseri</b> (Fabricius, 1775)			1		1		1									1
Noctuidae	<b>Helicoverpa armigera</b> (Hübner, 1808)	1			1			1			1						1
Noctuidae	<b>Heliothis maritima</b> (Graslin, 1855)	1				1				1							1
Noctuidae	<b>Heliothis viroplaca</b> (Hufnagel, 1766)	1			1					1							1
Geometridae	<b>Heliomata glarearia</b> (Denis & Schiffermüller, 1775)		1		1			1									1
Noctuidae	<b>Hoplodrina ambigua</b> (Denis & Schiffermüller, 1775)			1		1		1							1		
Noctuidae	<b>Hoplodrina blanda</b> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1					1	1							1		
Noctuidae	<b>Hoplodrina respersa</b> (Denis & Schiffermüller, 1775)		1				1	1			1				1		
Geometridae	<b>Horisme corticata</b> (Treitschke, 1835)		1		1			1									1
Geometridae	<b>Horisme tersata</b> (Denis & Schiffermüller, 1775)	1			1			1									1
Noctuidae	<b>Hydraecia micacea</b> (Esper, 1789)		1			1			1						1		
Geometridae	<b>Hydria cervinalis</b> (Scopoli, 1763)	1			1			1									1

Sphingidae	<b>Hyles gallii (Rottemburg, 1775)</b>	1			1			1									1	
Sphingidae	<b>Hyles euphorbiae (Linnaeus, 1758)</b>	1				1		1										1
Noctuidae	<b>Hypena proboscidalis (Linnaeus, 1758)</b>		1				1										1	
Noctuidae	<b>Hypena rostralis (Linnaeus, 1758)</b>			1	1				1									1
Geometridae	<b>Hypomecis punctinalis (Scopoli, 1763)</b>	1					1											1
Geometridae	<b>Hypomecis roboraria (Denis &amp; Schiffmüller, 1775)</b>		1					1	1								1	
Erebidae	<b>Chelis maculosa (Denis &amp; Schiffmüller, 1775)</b>		1				1											1
Noctuidae	<b>Charanyca ferruginea (Esper, 1785)</b>		1					1	1									1
Noctuidae	<b>Charanyca trigrammica (Hufnagel, 1766)</b>		1						1	1								1
Geometridae	<b>Charissa obscurata (Denis &amp; Schiffmüller, 1775)</b>		1						1	1			1					1
Noctuidae	<b>Chersotis fimbriola fimbriola (Esper, 1803)</b>		1				1			1								1
Noctuidae	<b>Chersotis margaritacea (Villers, 1789)</b>		1				1			1								1
Noctuidae	<b>Chersotis multangula (Hübner, 1803)</b>	1						1	1									1
Noctuidae	<b>Chersotis rectangula (Denis &amp; Schiffmüller, 1775)</b>		1						1	1								1
Geometridae	<b>Chiasmia clathrata (Linnaeus, 1758)</b>	1					1			1								1
Noctuidae	<b>Chilodes maritimus (Trauscher, 1806)</b>		1					1	1				1					1
Noctuidae	<b>Chloantha hyperici (Denis &amp; Schiffmüller, 1775)</b>	1				1			1									1
Geometridae	<b>Chlorissa viridata (Linnaeus, 1758)</b>	1				1				1								1
Geometridae	<b>Phaiogramma etruscaria (Zeller, 1849)</b>	1				1				1								1
Geometridae	<b>Idaea aureolaria (Denis &amp; Schiffmüller, 1775)</b>	1						1	1									1
Geometridae	<b>Idea aversata (Linnaeus, 1758)</b>	1					1			1								1
Geometridae	<b>Idea biselata (Hufnagel, 1767)</b>	1						1	1					1				1
Geometridae	<b>Idea degeneraria (Hübner, 1799)</b>	1					1						1	1				1
Geometridae	<b>Idea dimidiata (Hufnagel, 1767)</b>	1						1	1				1					1
Geometridae	<b>Idea emarginata (Linnaeus, 1758)</b>	1						1	1				1	1				1
Geometridae	<b>Idea filicata (Hübner, 1799)</b>		1					1					1					1
Geometridae	<b>Idea humiliata (Hufnagel, 1767)</b>		1					1					1					1
Geometridae	<b>Idea muricata (Hufnagel, 1767)</b>		1					1	1									1
Geometridae	<b>Idea ochrata (Scopoli, 1763)</b>	1						1					1					1
Geometridae	<b>Idea trigeminata (Haworth, 1809)</b>	1						1					1	1				1
Geometridae	<b>Idea rubraria (Staudinger 1901)</b>	1					1						1	1				1
Geometridae	<b>Idea rufaria (Hübner, 1799)</b>	1						1					1					1
Geometridae	<b>Idea rusticata (Denis &amp; Schiffmüller, 1775)</b>	1						1	1					1				1
Geometridae	<b>Idea sericeata (Hübner, 1813)</b>		1					1					1					1
Erebidae	<b>Idia calvaria (Denis &amp; Schiffmüller, 1775)</b>	1						1					1	1				1
Noctuidae	<b>Ipimorpha retusa (Linnaeus, 1761)</b>		1			1				1							1	

Geometridae	<b>Isturgia arenaccaria (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>	1			1			1									1
Geometridae	<b>Jodis lactearia (Linnaeus, 1758)</b>	1			1			1									1
Lymantriidae	<b>Laelia coenosa (Hübner, 1808)</b>		1				1	1								1	
Noctuidae	<b>Lacanobia thalassina (Hufnagel, 1766)</b>		1			1		1									1
Noctuidae	<b>Lacanobia suasa (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1			1		1									1
Noctuidae	<b>Lacanobia w-latinum (Hufnagel, 1766)</b>		1		1			1									1
Noctuidae	<b>Lamprosticta culta (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1			1		1									1
Sphingidae	<b>Laothoe populi (Linnaeus, 1758)</b>		1			1		1									1
Lasiocampidae	<b>Lasiocampa trifolii (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1			1		1						1			
Noctuidae	<b>Lasionycta imbecilla (Fabricius, 1794)</b>	1						1	1								1
Erebidae	<b>Laspeyria flexula (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>	1						1			1						1
Noctuidae	<b>Laterologia ophiogramma (Esper, 1794)</b>		1					1	1								1
Noctuidae	<b>Leucania obsoleta (Hübner, 1803)</b>		1					1	1								1
Geometridae	<b>Ligdia adustata (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1		1			1									1
Noctuidae	<b>Lithophane furcifera (Hufnagel, 1766)</b>			1	1			1									1
Noctuidae	<b>Lithophane ornitopus (Hufnagel, 1766)</b>			1	1			1									1
Noctuidae	<b>Lithophane semibrunnea (Haworth, 1809)</b>			1	1			1									1
Erebidae	<b>Lithosia quadra (Linnaeus, 1758)</b>	1						1	1		1	1	1				1
Geometridae	<b>Lithostege griseata (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>	1			1						1						1
Geometridae	<b>Lomaspilis marginata (Linnaeus, 1758)</b>	1				1		1									1
Geometridae	<b>Lomographa bimaculata (Fabricius, 1775)</b>		1			1		1									1
Geometridae	<b>Lomographa temerata (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1			1		1									1
Noctuidae	<b>Luperina testacea (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1					1			1						1
Geometridae	<b>Lycia hirtaria (Clerck, 1759)</b>		1			1		1									1
Erebidae	<b>Lygephila cracca (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1		1			1							1		
Erebidae	<b>Lygephila pastinum (Treitschke, 1826)</b>	1						1	1								1
Erebidae	<b>Lygephila viciae (Hübner, 1822)</b>		1			1		1									1
Erebidae	<b>Lymantria dispar (Linnaeus, 1758)</b>		1			1		1								1	
Erebidae	<b>Lymantria monacha (Linnaeus, 1758)</b>	1				1		1	1							1	
Geometridae	<b>Macaria alternata (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>	1			1			1									1
Geometridae	<b>Macaria artesiaria (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>	1			1			1							1		
Geometridae	<b>Macaria liturata (Clerck, 1759)</b>		1			1		1									1
Geometridae	<b>Macaria wauaria (Linnaeus, 1758)</b>	1				1		1							1		
Noctuidae	<b>Macdunnoughia confusa (Stephens, 1850)</b>		1			1		1									1
Erebidae	<b>Macrochilo cribrumalis (Hübner, 1793)</b>	1						1				1					1
Lasiocampidae	<b>Macrothylacia rubi (Linnaeus, 1758)</b>	1				1		1									1

Lasiocampidae	<b>Malacosoma castrense (Linnaeus, 1758)</b>		1			1		1						1			
Lasiocampidae	<b>Malacosoma neustria (Linnaeus, 1758)</b>		1			1		1						1			
Noctuidae	<b>Mamestra brassicae (Linnaeus, 1758)</b>			1		1		1									1
Sphingidae	<b>Marumba quercus (Denis &amp; Schiffmüller, 1775)</b>		1			1		1									1
Nolidae	<b>Meganola albula (Denis &amp; Schiffmüller, 1775)</b>	1						1	1								1
Geometridae	<b>Melanthia procellata (Denis &amp; Schiffmüller, 1775)</b>		1		1				1								1
Noctuidae	<b>Mesogona acetosellae (Den. &amp; Schiff., 1775)</b>	1				1		1									1
Noctuidae	<b>Mesoligia furuncula (Denis &amp; Schiffmüller, 1775)</b>		1					1		1							1
Noctuidae	<b>Metachrostis dardouini (BOISDUVAL, 1840)</b>	1			1						1						1
Erebidae	<b>Miltochrista miniata (Forster, 1771)</b>		1					1	1			1		1			1
Sphingidae	<b>Mimas tiliae (Linnaeus, 1758)</b>		1		1				1								1
Geometridae	<b>Minoa murinata (Scopoli, 1763)</b>	1				1		1									1
Noctuidae	<b>Mniotype satura (Denis &amp; Schiffmüller, 1775)</b>		1		1				1					1			
Noctuidae	<b>Mythimna albipuncta (Denis &amp; Schiffmüller, 1775)</b>		1			1		1									1
Noctuidae	<b>Mythimna conigera (Denis &amp; Schiffmüller, 1775)</b>		1					1	1								1
Noctuidae	<b>Mythimna ferrago (Fabricius, 1787)</b>		1					1	1								1
Noctuidae	<b>Mythimna flammea (Curtis, 1828)</b>		1			1			1								1
Noctuidae	<b>Mythimna impura (Hübner, 1808)</b>	1						1	1								1
Noctuidae	<b>Mythimna l-album (Linnaeus, 1767)</b>		1			1		1									1
Noctuidae	<b>Mythimna pallens (Linnaeus, 1758)</b>	1				1		1									1
Noctuidae	<b>Mythimna pudorina (Denis &amp; Schiffmüller, 1775)</b>	1						1	1				1				1
Noctuidae	<b>Mythimna straminea (Treitschke, 1825)</b>	1						1	1								1
Noctuidae	<b>Mythimna turca (Linnaeus, 1761)</b>		1					1	1								1
Noctuidae	<b>Mythimna vitellina (Hübner, 1808)</b>	1				1			1								1
Geometridae	<b>Narraga fasciolaria (Hufnagel, 1767)</b>	1			1				1								1
Noctuidae	<b>Noctua comes (Hübner, 1813)</b>		1					1	1								1
Noctuidae	<b>Noctua fimbriata (Schreber, 1759)</b>		1					1	1								1
Noctuidae	<b>Noctua interposita (Hübner, 1790)</b>	1						1	1								1
Noctuidae	<b>Noctua janthina (Denis &amp; Schiffmüller, 1775)</b>	1						1	1								1
Noctuidae	<b>Noctua orbona (Hufnagel, 1766)</b>		1					1	1								1
Noctuidae	<b>Noctua pronuba (Linnaeus, 1758)</b>		1					1	1								1
Noctuidae	<b>Nonargia typhae (Thunberg, 1784)</b>		1			1				1					1		
Notodontidae	<b>Notodonta ziczac (Linnaeus, 1758)</b>		1			1		1									1
Noctuidae	<b>Nyctobrya muralis (Forster, 1771)</b>	1						1				1					1
Noctuidae	<b>Odice arcuinna (Hübner, 1790)</b>	1						1	1								1

Drepanidae	<b>Ochropacha duplaris</b> (Linnaeus, 1761)		1			1		1									1
Noctuidae	<b>Ochroleura plecta</b> (Linnaeus, 1761)	1				1		1									1
Noctuidae	<b>Oligia latruncula</b> (Denis & Schifferrmüller, 1775)		1					1	1								1
Noctuidae	<b>Oligia strigilis</b> (Linnaeus, 1758)		1					1	1								1
Noctuidae	<b>Orthosia cerasi</b> (Fabricius, 1775)	1			1				1				1				1
Noctuidae	<b>Orthosia cruda</b> (Denis & Schifferrmüller, 1775)	1			1				1				1				1
Noctuidae	<b>Orthosia gothica</b> (Linnaeus, 1758)		1		1				1								1
Noctuidae	<b>Orthosia incerta</b> (Hufnagel, 1766)		1		1				1				1				1
Noctuidae	<b>Orthosia gracilis</b> (Denis & Schifferrmüller, 1775)		1		1				1								1
Noctuidae	<b>Orthosia miniosa</b> (Denis & Schifferrmüller, 1775)	1			1				1								1
Noctuidae	<b>Oxicesta geographica</b> (Fabricius, 1787)	1			1				1								1
Noctuidae	<b>Panolis flammea</b> (Denis & Schifferrmüller, 1775)	1				1			1								1
Erebidae	<b>Paracolax tristalis</b> (Fabricius, 1794)		1					1	1					1			1
Geometridae	<b>Parectropis similaria</b> (Hufnagel, 1767)	1				1			1								1
Geometridae	<b>Pareulype berberata</b> (Denis & Schifferrmüller, 1775)	1			1				1								1
Erebidae	<b>Pelosia muscerda</b> (Hufnagel, 1766)		1					1		1			1				1
Geometridae	<b>Pelurga comitata</b> (Linnaeus, 1758)		1		1				1								1
Geometridae	<b>Peribatodes rhomboidaria</b> (Denis & Schifferrmüller, 1775)		1					1	1								1
Noctuidae	<b>Peridea anceps</b> (Goeze, 1781)		1			1			1								1
Geometridae	<b>Perizoma alchemillata</b> (Linnaeus, 1758)			1		1				1							1
Noctuidae	<b>Polia nebulosa</b> (Hufnagel, 1766)	1						1	1								1
Noctuidae	<b>Polyphaenis sericata</b> (Esper, 1787)	1						1	1	1				1			1
Drepanidae	<b>Polyploca ridens</b> (Fabricius, 1787)		1		1				1				1				1
Erebidae	<b>Polypogon tentacularia</b> (Linnaeus, 1758)	1						1	1				1				1
Notodontidae	<b>Phalera bucephala</b> (Linnaeus, 1758)	1			1				1								1
Notodontidae	<b>Phalera bucephaloides</b> (Ochsenheimer, 1810)		1		1				1								1
Notodontidae	<b>Pheosia tremula</b> (Clerck, 1759)	1			1				1								1
Geometridae	<b>Phibalapteryx virgata</b> (Hufnagel, 1767)	1			1				1								1
Geometridae	<b>Philereme transversata</b> (Hufnagel, 1767)		1			1			1						1		
Geometridae	<b>Philereme vetulata</b> (Denis & Schifferrmüller, 1775)	1			1				1						1		
Lasiocampidae	<b>Phylloidesma tremulifolia</b> (Hübner, 1810)	1			1				1								1
Noctuidae	<b>Phlogophora meticolosa</b> (Linnaeus, 1758)		1			1			1								1
Cossidae	<b>Phragmataecia castaneae</b> (Hübner, 1790)		1					1	1	1							1
Erebidae	<b>Phragmatobia fuliginosa</b> (Linnaeus, 1758)		1			1			1								1
Geometridae	<b>Plagodis dolabraria</b> (Linnaeus, 1767)	1			1				1								1
Nolidae	<b>Pseudoips prasinanus</b> (Linnaeus, 1758)		1			1			1								1

Geometridae	<b>Pseudopanthera macularia (Linnaeus, 1758)</b>		1			1		1							1
Notodontidae	<b>Pterostoma palpina (Clerck, 1759)</b>	1			1			1							1
Noctuidae	<b>Pyrrhia purpura (Hübner, 1817)</b>	1			1					1					1
Notodontidae	<b>Ptilodon capucina (Linnaeus, 1758)</b>	1			1			1							1
Notodontidae	<b>Ptilodon cucullina (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1			1		1							1
Geometridae	<b>Rhodostrophia vibicaria (Clerck, 1759)</b>	1					1	1							1
Noctuidae	<b>Rhizedra lutosa (Hübner, 1803)</b>		1			1		1	1					1	
Noctuidae	<b>Rhyacia simulans (Hufnagel, 1766)</b>		1			1		1							1
Erebidae	<b>Rhyparia purpurata (Linnaeus, 1758)</b>	1					1	1							1
Noctuidae	<b>Rivula sericealis (Scopoli, 1763)</b>		1			1		1							1
Drepanidae	<b>Sabra harpagula (Esper, 1786)</b>	1				1		1							1
Saturniidae	<b>Saturnia pavonia (Linnaeus, 1758)</b>	1				1		1							1
Noctuidae	<b>Sideridis lampra (Schawerda, 1913)</b>		1			1		1							1
Noctuidae	<b>Sideridis rivularis (Fabricius, 1775)</b>		1			1		1		1					1
Noctuidae	<b>Sideridis reticulatus (Goeze, 1781)</b>		1			1				1					1
Noctuidae	<b>Sideridis turbida (Esper, 1790)</b>		1			1		1							1
Noctuidae	<b>Simyra albovenosa (Goeze, 1781)</b>	1				1		1							1
Noctuidae	<b>Simyra nervosa (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>	1				1		1							1
Geometridae	<b>Siona lineata (Scopoli, 1763)</b>	1					1	1							1
Sphingidae	<b>Smerinthus ocellatus (Linnaeus, 1758)</b>		1			1		1							1
Geometridae	<b>Scopula decorata (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>	1				1		1							1
Geometridae	<b>Scopula flaccidaria (Zeller, 1852)</b>	1				1		1							1
Geometridae	<b>Scopula immorata (Linnaeus, 1758)</b>		1				1	1				1			1
Geometridae	<b>Scopula marginepunctata (Goeze, 1781)</b>	1				1		1							1
Geometridae	<b>Scopula rubiginata (Hufnagel, 1767)</b>	1				1		1							1
Geometridae	<b>Scopula virgulata (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>	1				1		1							1
Noctuidae	<b>Scotochrosta pulla (Den. &amp; Schiff., 1775)</b>		1			1		1	1					1	
Geometridae	<b>Scotopteryx coarctaria (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>	1				1		1							1
Geometridae	<b>Scotopteryx chenopodiata (Linnaeus, 1758)</b>		1				1	1							1
Geometridae	<b>Selenia dentaria (Fabricius, 1775)</b>	1				1		1							1
Geometridae	<b>Selenia lunularia (Hübner, 1788)</b>	1				1		1							1
Geometridae	<b>Selenia tetralunaria (Hufnagel, 1767)</b>	1				1		1							1
Geometridae	<b>Selidosema plumaria (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1				1	1							1
Notodontidae	<b>Spatalia argentina (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>	1				1		1							1
Sphingidae	<b>Sphinx ligustri (Linnaeus, 1758)</b>		1			1		1							1
Sphingidae	<b>Sphinx pinastri (Linnaeus, 1758)</b>		1			1		1							1



Erebidae	<b>Spilosoma luteum (Hufnagel, 1766)</b>	1				1	1									1
Erebidae	<b>Spilosoma lubricipeda (Linnaeus, 1758)</b>	1				1	1									1
Noctuidae	<b>Staurophora celsia (Linnaeus, 1758)</b>		1			1	1						1			
Noctuidae	<b>Stauropus fagi (Linnaeus, 1758)</b>	1				1	1									1
Geometridae	<b>Synopsia sociaria (Hübner, 1799)</b>		1			1	1									1
Geometridae	<b>Thalera fimbrialis (Scopoli, 1763)</b>		1				1	1								1
Noctuidae	<b>Thalophila matura (Hufnagel, 1766)</b>	1					1	1								1
Geometridae	<b>Thetidia smaragdaria (Fabricius, 1787)</b>	1				1		1								1
Noctuidae	<b>Tholera cespitis (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>	1					1	1								1
Noctuidae	<b>Tholera decimalis (Poda, 1761)</b>		1			1		1	1							1
Erebidae	<b>Thumatha senex (Hübner, 1808)</b>		1				1			1						1
Geometridae	<b>Timandra comae (Schmidt, 1931)</b>		1			1		1								1
Noctuidae	<b>Tiliacea sulphurago (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>	1			1			1	1				1			
Noctuidae	<b>Trachea atriplicis (Linnaeus, 1758)</b>	1				1		1								1
Lasiocampidae	<b>Trichiura crataegi (Linnaeus, 1758)</b>		1			1		1								1
Hepialidae	<b>Triodia sylvina (Linnaeus, 1761)</b>		1				1		1							1
Erebidae	<b>Trisateles emortualis (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1		1			1								1
Noctuidae	<b>Tyta luctuosa (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>	1			1			1								1
Noctuidae	<b>Valeria oleagina (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>	1			1			1								1
Drepanidae	<b>Watsonalla binaria (Hufnagel, 1767)</b>	1			1			1								1
Erebidae	<b>Watsonarctia casta (Esper, 1785)</b>	1				1		1								1
Noctuidae	<b>Xanthia icteritia (Hufnagel, 1766)</b>		1			1		1		1				1		
Geometridae	<b>Xanthorhoe biriviata (Borkhausen, 1794)</b>	1				1		1								1
Geometridae	<b>Xanthorhoe ferrugata (Clerck, 1759)</b>		1			1		1								1
Geometridae	<b>Xanthorhoe fluctuata (Linnaeus, 1758)</b>		1			1		1								1
Geometridae	<b>Xanthorhoe quadrifasciata (Clerck, 1759)</b>		1			1		1							1	
Geometridae	<b>Xanthorhoe spadicearia (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>	1				1		1								1
Noctuidae	<b>Xestia baja (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>		1				1	1							1	
Noctuidae	<b>Xestia c-nigrum (Linnaeus, 1758)</b>		1			1		1							1	
Noctuidae	<b>Xestia triangulum (Hufnagel, 1766)</b>	1					1	1							1	
Noctuidae	<b>Xestia xanthographa (Denis &amp; Schiffermüller, 1775)</b>	1					1	1							1	