

byli aktivní než brouci pohybuující se v lese. Zde jsme ale zaznamenali zajímavý fenomén; brouci strávili až dva dny na místě bez zjevného pohybu, schování v hrabance nebo zahrabání v zemi, a poté opět pokračovali v dřívější aktivitě. Stejný typ chování byl zaznamenán i u jiných druhů velkých střevlíků, např. s. Ullrichova (*C. ullrichii*) z lesů Litovelského Pomoraví (Růžičková a Veselý 2018) nebo s. uherického (*C. hungaricus*) z maďarské pusty (Bérces a Růžičková 2019). Proč to dělají, nám zatím není úplně jasné, ale snažíme se na to v jednom z našich dalších projektů přijít.

Pokud bychom následovali tradiční interpretaci úlovků ze zemních pastí, mohli bychom říci, že oba druhy střevlíků preferují narušená lesní stanoviště a nezáleží na tom, jestli jde o osluněnou paseku, nebo částečnou sečí prosvětlený les. Vezmeme-li však v potaz individuální pohyb, situace začne být komplikovanější a podporuje spíše hypotézu o větších úlovcích a aktivnějších jedincích na neatraktivních (případně až nevyhovujících) ploškách. Logicky pak vyvstává otázka, za jakým účelem lezou střevlíci do ploch s lesnickým zásahem, když se na nich dlouho nezdrží?

V zapojeném nenarušeném lese mohou mít velcí střevlíci vhodné klimatické podmínky k larválnímu vývoji, ale problém

najít dostatek potravy kvůli kompetici s jinými druhy lesních střevlíků. Z dalších hojných a relativně velkých druhů vázaných na les na studované lokalitě můžeme uvést střevlíka Ullrichova, s. hajního (*C. nemoralis*) nebo *Abax parallelepipedus* (dříve též čtvercoštítník černý). Plochy se zásahem se tak mohou stát potenciálními zdroji potravy, které brouci hojně a aktivně navštěvují, aby zvýšili své šance na nalezení kořisti, a pokud nespadnou do zemní pasti, tak se po nějaké době vrací zpět do lesa. Zejména střevlík Scheidlerův bývá považován za oportunistu s často až masovým úlovkem na čerstvě narušených stanovištích, což může být zapříčiněno jeho nižší konkurenceschopností v prostředí nenarušeného lesa. V případě střevlíka kožitého jsme navíc díky pravidelnému telemetrickému sledování mohli zhodnotit nejenom převažující směr pohybu, ale i tvar trajektorie, který napoví typ chování. U holoseče a přípravné seče se krátké vzdálenosti uražené za stejnou časovou jednotku v různých směrech, značící hledání potravy, střídaly s pohybem dlouhým a směrově orientovaným do lesa (migrace). V zapojeném lese ubylo dlouhých přesunů, ale přibýlo neaktivního chování. Jak už bylo řečeno, zemní pasti opravdu ukazují jenom střípek ze života velkých střevlíků a jejich úlovky nemusejí

nutně odrážet preferenci stanoviště. Nabízí se jistá paralela s lidskou společností. Podobně jako brouci hojně, avšak dočasně, navštěvují narušené plochy, pravděpodobně kvůli potravě, tak lidé navštěvují obchody. V obou případech jde o místa, kde je v jednu chvíli velký počet jedinců, kteří zde ale nežijí.

Závěrem je nutno podotknout, že naše zjištění jsou založena na relativně malém vzorku jedinců a druhů, a nedají se proto zobecňovat. Ačkoli je radiotelemetrie progresivní metoda bohatě využívaná pro sledování celé řady velkých i malých druhů živočichů, není nejlevnější a omezila nás v počtu sledovaných brouků. Přesto věříme, že data o pohybu získaná jen od několika málo jedinců mohou přinést zajímavá zjištění. Naším cílem bylo ukázat, že pokud jsou zemní pasti použité čistě pro výzkum stanovištních preferencí druhu, mohou přinést zkrácené výsledky. Anebo ještě lépe, podnítky ostatní ke zpracování podobné studie s jinými druhy nebo v jiném prostředí.

*Výzkum byl finančně podpořen maďarským fondem National Research, Development and Innovation Fund (K\_18 128441).*

Použitou literaturu uvádíme na webové stránce Živý.

Jakub Horák, Patrik Rada, Petr Bogusch, Michal Andreas

## Motýli a počasí – kdy vyrazit do terénu?

Denní motýli jsou jednou z nejstudovanějších skupin živočichů. Jsou krásní, nebývá těžké je určit do druhové úrovně a jejich oblíbeným stanovištěm jsou třeba louky. Najdeme mezi nimi i druhy, které citlivě reagují na změny podmínek stanoviště a jsou využívány jako indikátory změn prostředí. Každý, kdo se jim kdy věnoval, ví, že počet dospělých motýlů, který v danou chvíli na louce najdeme, záleží i na aktuálním počasí. V r. 2019 jsme se tedy rozhodli věnovat problematice motýlů a počasí. Na rozdíl od klimatu, které je studováno velmi často, je počasí ve vztahu k organismům trochu opomíjeno. Snad jen pro upřesnění si uvedme, že jde o okamžitý stav atmosféry. Zjednodušeně řečeno – klima je průměr počasí za dlouhou dobu. Zatímco tedy při studiu počasí (meteorologii) se měří okamžitá teplota, při studiu podnebí (klimatologii) se bere v potaz např. průměrná roční teplota.

Zaměřili jsme se na kulturní louky východního a středního Polabí. Každá ze 130 luk byla navštívena pouze jednou. Začali jsme 6. května a skončili 15. září, časové rozpětí návštěv se pohybovalo od 7 do 19 hodin (obr. 2 a 3). Zjišťovali jsme teplotu, relativní vlhkost vzduchu, rychlost větru, oblačnost a dohlednost. Kromě poslední charakteristiky byla všechna data měřena odpovídajícím přístrojem, ale také subjek-

tivně odhadována (podrobněji dále v textu). Hodnotili jsme zároveň přítomnost denních motýlů (ve smyslu atlasu J. Macaka a kol. 2015). Každé louce jsme věnovali 15 minut, bez ohledu na její velikost. Využili jsme tedy vyrovnané stratifikovaný způsob sledování ve formě pozorování za jednotku času. Méně než 5 minut zabralo změření a odhad počasí, na hledání motýlů jsme tak měli něco přes 10 minut.



### Druhy a rekordy

Celkově jsme pozorovali 38 druhů motýlů v množství těsně přes 2 500 jedinců. Rok 2019 byl na polabských loukách ve znamení okáče pohánkového (*Coenonympha pamphilus*), u něhož jsme zaznamenali téměř 1 000 jedinců a který se vyskytoval na více než 70 % luk. Za zmínku stojí i babočka bodláková (*Vanessa cardui*), která je tažná a přicestovala sem z jižnějších částí Evropy. Především v první polovině sezony zde byla velmi hojná, celkově šlo o třetího nejpočetnějšího motýla.

Mezi zajímavosti patřila více než sedminásobně vyšší početnost běláška řepového (*Pieris rapae*) oproti b. řepkovému (*P. napi*). Bělásek řepový se stal i druhým nejpočetnějším motýlem na loukách, b. řepkový byl dokonce méně hojný než bělásek zelný (*P. brassicae*).





1 Vřetenuška obecná (*Zygaena filipendulae*) se na kulturních loukách v Polabí při studiu vlivu počasí na aktivitu denních motýlů vyskytovala spíše sporadicky. Foto P. Rada

2 Kulturní louka mezi Ostřetínem a Holicemi navštívená 27. května 2019 v 9 hodin. Při teplotě 23 °C, vlhkosti 66 %, větru 1,56 m/s, osvětlení o intenzitě 51 000 lx a výborné dohlednosti jsme zde našli celkem pět druhů motýlů. Šlo o běžné druhy – okáče pohánkového (*Coenonympha pamphilus*), běláška zelného (*Pieris brassicae*), b. řepkového (*P. napi*), modráška jehlicového (*Polyommatus icarus*) a babočku bodlákovou (*Vanessa cardui*).

3 Polabské louky mohou vypadat i jako tato – nachází se vedle nákupní zóny u rychlostní silnice v Pardubicích směrem na Hradec Králové. Dne 19. srpna zde byly aktivní druhy okáč pohánkový, běláška zelná a řepkový a modrášek jehlicový. Jak je na fotografii vidět, bylo těsně před deštěm a vlhkost se blížila 70 %. Snímky J. Horáka, není-li uvedeno jinak



Od kulturních luk v oblasti s intenzivní zemědělskou i jinou lidskou činností jsme žádné faunistické vzácnosti neočekávali, přesto jsme pozorovali několik vzácnějších druhů (obr. 1). Šlo o soumračníka slézového (*Carcharodus alceae*) a modráška bahenního (*Phengaris nausithous*), kteří jsou vedeni na aktuálním červeném seznamu bezobratlých České republiky jako téměř ohrožení (NT). Z druhů, které nás mile překvapily, bychom ještě zmínili modráška štírovníkového (*Cupido argades*), soumračníka máčkového (*Erynnis tages*), ohniváčka celíkového (*Lycaena virgaureae*) nebo třeba ostruháčka březového (*Thecla betulae*).

### Vliv počasí na počet aktivních druhů

A jak to bylo s působením jednotlivých faktorů vyjadřujících počasí na přítomnost dospělých motýlů?

● Teplota. Vrchol druhové početnosti jsme zaznamenali při 25 °C, přičemž šlo o teplotu vegetace. Měření probíhalo v úrovni země za aktuálního osvětlení. Důležitou informací je, že při teplotách nižších mělo

druhové bohatství výrazně klesající tendenci, zatímco při teplotách nad 25 °C se s druhovou početností již nic významného nedělo (obr. 4). Z toho vyplývá, že při teplotách 25 °C a vyšších bývají přítomné druhy aktivní.

● Vlhkost vzduchu. Vrchol počtu druhů jsme zaznamenali při 57% relativní vzdušné vlhkosti. Zde byl trend spíše opačný než u teploty. Tedy při nižší vlhkosti se s druhovou početností nic zásadního nedělo. Zhruba od 60% relativní vlhkosti však došlo k nápadnému snížení druhového bohatství, resp. zaznamenání aktivních druhů (obr. 5).

● Rychlost větru. Na rozdíl od teploty a vlhkosti vzduchu jsme zjistili u rychlosti větru poměrně výrazný vrchol. Největší druhové bohatství jsme zaznamenali při větru o rychlosti mezi 2–2,5 m/s. Hodnoty nižší i vyšší se na aktivitě přítomných druhů motýlů projevily negativně (obr. 6).

● Oblačnost. Abychom byli přesní, v našem případě šlo spíše o osvětlení; čím vyšší hodnoty jsme pozorovali, tím jasnější byla obloha. Jako optimální se pro druhovou početnost jevila intenzita osvětlení v intervalu 50 000 až 60 000 luxů (lx). V zásadě se zdá, že nad tímto rozmezím se s druhovým bohatstvím motýlů nic zásadního neděje. Hodnoty pod 40 000 lx se však již na počtu druhů projevují negativně (obr. 7).

● Dohlednost. U tohoto parametru jsme použili kategoriální dělení. Vzhledem k tomu, že v mlze jsme motýly nepozorovali, připadaly v úvahu pouze dvě kategorie. První byla výborná dohlednost a druhá kouřmo (dohlednost 1–10 km). Kouřmo mělo na druhové bohatství pozitivní vliv (obr. 8).

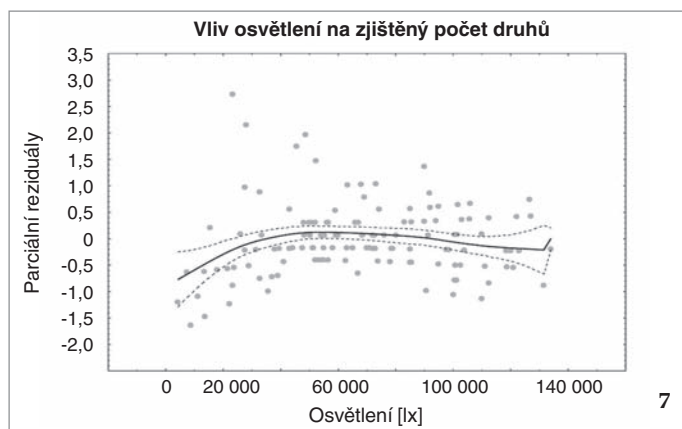
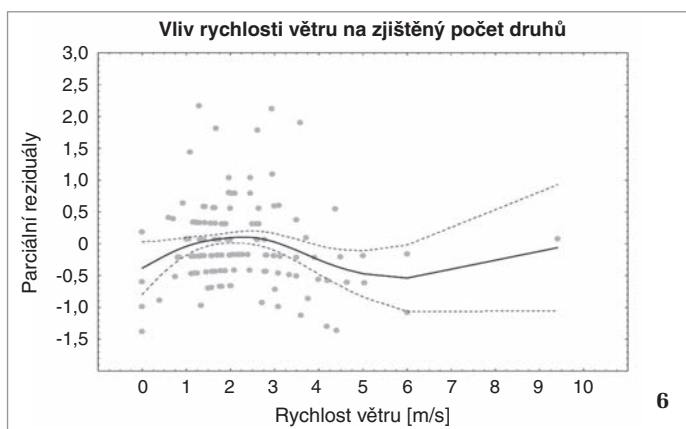
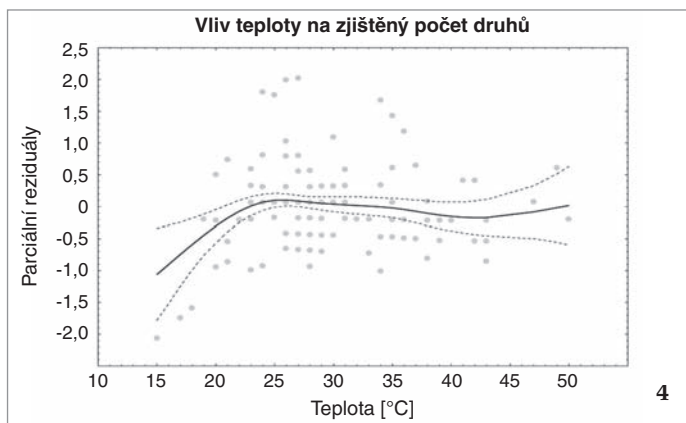
### Kdy motýly pozorovat?

První výsledek byl tedy vcelku očekávatelný, pozorovat motýly je optimální při teplotách od 25 °C výše. Druhý výsledek již tak předvídatelný nebyl. Optimální je vlhkost vzduchu nižší než 60 % – to v zásadě odpovídá citově suchu až střednímu vlhku. V tomto případě bychom očekávali i negativní vliv suchého vzduchu, který se ale neprojevil. Co se týče rychlosti větru, je ideální vypravit se na motýly při rozmezí 2–2,5 m/s. Na Beaufortově stupnici to víceméně odpovídá stupni dva – větřík. Snad jen pro ilustraci se uvádí, že jde o stav, kdy vítr cítíme ve tváři, listí šelestí, korouhev se pohybuje. Tento výsledek je spíše překvapením, protože bychom čekali pozitivnější vliv bezvětří. Z pohledu oblačnosti je pro hledání aktivních motýlů nejlepší osvětlení nad 50 000 lx. To v zásadě znamená malou oblačnost, případně skoro jasnou oblohu. Opět bychom spíše předpokládali posun hranice k vyššímu osvětlení.

A nakonec jsme si nechali asi nejméně očekávaný vliv dohlednosti. Motýly je optimální pozorovat při mírně snížené dohlednosti, zvané v meteorologii kouřmo. Na druhou stranu je třeba přiznat, že jde o nejsubjektivnější kategorii. I když ji lze měřit, je to natolik nepraktické, že jsme od měření nakonec upustili.

### Propojenost faktorů navzájem

Možná vás napadne, že splnit všechny vyjmenované podmínky není jednoduché. V tomto případě je dobré uvést, že počasí



lze sice studovat pomocí řady veličin, ale také je jejich naprostá většina poměrně úzce propojená. Proto asi nikoho nepřekvapí, že to platilo i v naší studii. Je vhodné také zdůraznit, že uváděné závislosti vyplývají z našich konkrétních měření a nemusejí být obecně platné.

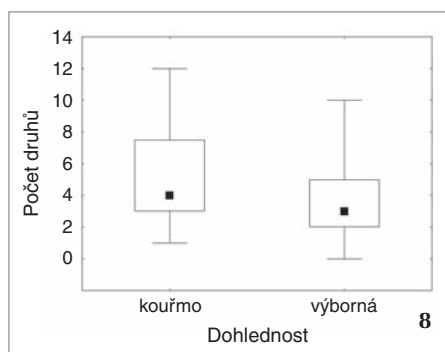
Prokázal se jasný negativní vztah teploty s vlhkostí a rychlostí větru. Tedy konkrétně s rostoucí teplotou klesala vlhkost a jen o něco méně i rychlost větru. Mezi teplotou a osvětlením byl kladný vztah, s klesající oblačností na obloze stoupala teplota. Co se týče dohlednosti a teploty, průkazný vztah jsme nezjistili. Podobně tomu bylo u vlhkosti s rychlostí větru a osvětlením. Vyšší vlhkost se vyskytovala při nižší rychlosti větru i nižší intenzitě osvětlení. U dohlednosti jsme žádný vztah nenašli. Rychlost větru a osvětlení nebyly korelovány, ale průkazně vyšší rychlost větru jsme naměřili za kouřma, což může souviset např. se změnou frontálního systému.

V zásadě tak lze shrnout, že se pro studium motýlů nejvíce hodí zjišťovat teplotu a dohlednost. Ideální je více než 25 °C a kouřmo. Další faktory je vhodné sledovat, pokud se nápadně vychylují z normálu. Např. není výhodné se vypravit na lokalitu při zatažené obloze a za větru, i když je teplo a slabší dohlednost.

### Schopnost subjektivního odhadu

Vzhledem k tomu, že změřit všechny veličiny není přístrojově ani časově vždy úplně snadné, rozhodli jsme se ještě porovnat naměřené hodnoty s našimi odhady.

V případě teploty jsme našli velmi silnou míru korelace mezi odhadem a měřením. Bohužel docházelo k podhodnocení teploty ze strany pozorovatele, a to zhruba o 5 °C. Korelace byla i mezi odhadem vlh-



kosti a jejím měřením. Zajímavé bylo, že čím větší vlhkost, tím jsme zaznamenali větší odchylky v našem odhadu. Jelikož jsme odhadovali na stupnici sucho – středně vlhko – vlhko – déšť, nešlo sledovat, zda docházelo k podhodnocení nebo nadhodnocení. U rychlosti větru byla silná korelace mezi odhadem pomocí Beaufortovy stupnice a změřenou hodnotou. Od větríku výše byl náš odhad méně přesný než při bezvětří či vánku. I u osvětlení se ukázala značná korelace. Zde však v rámci jednotlivých kategorií docházelo k výkyvům naší schopnosti odhadu. Např. polojasno jsme měli snahu zapisovat při mnohem vyšším reálném osvětlení. Malou oblačnost a skoro jasno jsme zase uváděli, i když realita byla horší.

### Závěry a doporučení

V tomto příspěvku jsme se pokusili shrnout naše výsledky hodnocení vztahu motýlů a počasí. Některé vztahy byly poměrně očekávané (teplota). Na druhou stranu některé byly snad i trochu překvapivé (rychlost větru) a minimálně jedna (dohlednost) má určitý potenciál, proto se jí plánujeme dále věnovat. Asi nejdůležitější je zjištění, že lze všechny veličiny

4 až 7 Vliv teploty (obr. 4), relativní vlhkosti vzduchu (5), rychlosti větru (6) a osvětlení (7) na druhové bohatství motýlů na loukách v Polabí. Použili jsme zobecněné aditivní modely, kde závislou proměnnou byl počet druhů (zde formou parciálních reziduálů, které zbavují hodnoty vlivu ostatních proměnných, ale nelze z nich přímo odečíst reálná čísla), šedé body jsou pozorované hodnoty, černá linie značí funkci spline (definovaná po intervalech tak, aby byla dostatečně jemná a na hranicích intervalů pokud možno spojitá) a čárkované je 95% interval spolehlivosti.

8 Vizualizace vlivu dohlednosti na druhové bohatství motýlů na loukách v Polabí. Černé čtverce jsou mediány, „krabice“ jsou kvartily (rozdělují statistický soubor na čtvrtiny) a odchylky ukazují minima a maxima. Orig. J. Horák

poměrně dobře subjektivně odhadnout. Občasné přesné kontrolní měření je ale zapotřebí.

Pokud chceme i na druhové nepřítliš bohatých stanovištích zaregistrovat co nejvíce druhů motýlů, měli bychom tam být za tepla (25 °C postačí), větríku, malé oblačnosti a vyhnout se vlhku. Tedy za ideálního letního počasí. Je lépe, když bude kouřmo – pokud nevidíme v dálece pohoří, bude to nejlepší. A také pozor na pocity, je lépe, když se vám bude zdát, že je až 30 °C.

Výzkum byl finančně podpořen projektem Excellence Přírodovědecké fakulty Univerzity Hradec Králové (Nr. 2208/2020) a Fakultou lesnickou a dřevařskou České zemědělské univerzity v Praze.

Použitá literatura uvedena na webu Živy.