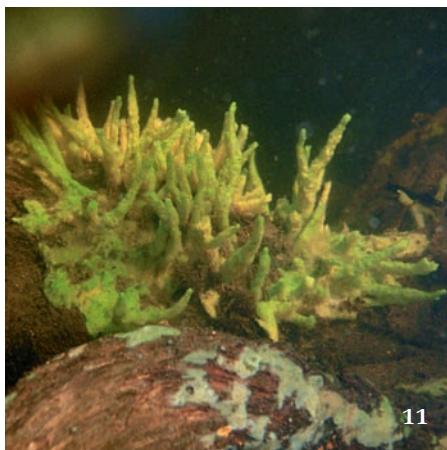


(*E. muelleri*), h. lomivé (*Eunapius fragilis*) a h. celokrajné (*Trochospongilla horrida*; např. Eggers a Eiseler 2007). V literatuře bývá také uváděn výskyt v koloniích mechovců druhů mechovka hadovitá (*Cristatella mucedo*) a m. tečkovaná (*Hyalinella punctata*; Hölzel a Weißmair 2002).

Ohrožení

Zařazení ve starším Červeném seznamu ohrožených druhů bezobratlých ČR (Farkač a kol. 2005) – vodnářka *S. terminalis* v kategorii ohrožený, *S. dali* dokonce jako kriticky ohrožená – vychází pravděpodobně spíše z malé prozkoumanosti této skupiny i hostitelských organismů. V recentním červeném seznamu není řád síťokřídlí kvůli nedostatku dat vůbec zařazen (Hejda a kol. 2017). Druhy *S. terminalis* a *S. nigra* jsou podle našich zkušeností běžné a *S. dali* byl nalezen na našem území pouze dvakrát – u Potštejna (Zelený 1962) a vývoj probíhal pravděpodobně v Divoké Orlici a u řeky Úhlavy (Dvořák 2017). Ohroženost této čeledi souvisí jako u většiny původních vodních organismů s antropogenními vlivy. Hlavní riziko



11 Larvy vodnářkovitých jsou často nalézány v koloniích houbovců nebo mechovců. Na fotografii zástupce první skupiny – houba rybníční (*Spongilla lacustris*), vyskytující se ve stojatých i tekoucích vodách. Zelená barva je způsobena symbiotickými řasami. Snímky J. Špačka, pokud není uvedeno jinak

v tomto případě spočívá v nadměrné eutrofizaci stojatých vod, která způsobuje úbytek houbovců a mechovců a dále souvisí se zvýšeným podílem chemických látek (pesticidů, léčiv a dalších) ve vodách obecně. Bylo by proto do budoucna vhodné, kdyby se i další entomologové a hydrobiologové zaměřili při rozebírání vzorků na tuto pozoruhodnou skupinu vodních larev a mohli jsme se dozvědět více o jejich rozšíření a ekologii, která je u evropských druhů stále nedostatečně prozkoumána. Zároveň musíme doufat, že nedojde ke zhoršení ekologického stavu našich vod a dalšímu úbytku potenciálních hostitelů i samotných vodnářkovitých.

Tato studie byla částečně podpořena Akademií věd České republiky v rámci programu Strategie AV21 Záchrana a obnova krajiny a Grantovou agenturou ČR (18-15927S).

Seznam použité a doporučené literatury uvádíme na webové stránce Živy.

Jana Růžicková, Zoltán Elek

Úskalí výzkumu střevlíků

2. Jak zaznamenat pohyb v terénu?

V předchozím dílu o metodických strastech výzkumu střevlíkovitých brouků (Carabidae) jsme se zaměřili na interpretaci úlovků ze zemních pastí v souvislosti s preferencí stanoviště a pohybem jedinců (Živa 2021, 4: 182–184). Druhá část našeho pojednání se bude týkat detailního záznamu dráhy pohybu střevlíků přímo v terénu. Na rozdíl od zemních pastí či přímého následování brouka výzkumníkem je při radiotelemetrii brouk vybaven vysílačkou a v pravidelných intervalech, např. každé čtyři hodiny, vyhledáván. Díky specifickému signálu vysílačky je výzkumník s přijímačem a anténou schopen určit polohu střevlíka s velkou přesností včetně toho, jestli je brouk zrovna zahrabán v půdě, hrabance, nebo se pohybuje. Údaj o poloze a času je pak zaznamenán. Ačkoli pohyb představuje záležitost kontinuální (pokud sledovaný jedinec právě neodpočívá), dráha pohybu bývá kvůli intervalům mezi vyhledáváním nejčastěji zapsána jako série kroků (lokalit či bodů) definovaných vzdáleností a směrem. Např. během prvního měření urazil sledovaný střevlík 5 m na severovýchod, ve druhém 1,5 m na západ, ve třetím 16,3 m na jihovýchod. Výsledkem pozorování je klikatá dráha o jisté celkové délce a určitém tvaru, přičemž mezi jednotlivými kroky (měřeními) vždy uběhl stejný čas.

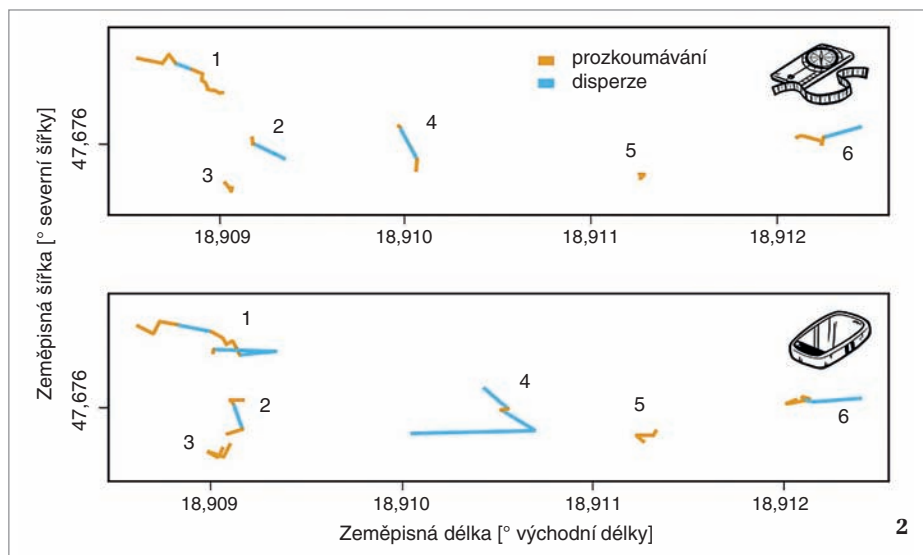
Celá procedura hledání brouka s vysílačkou není náročná a pro zaznamenání jeho přesné pozice v terénu se často využívá GPS přijímač (např. Negro a kol. 2008). Jen pro ujasnění, vysílačka přilepená na broukovi nefunguje na GPS bázi, ale pouze vydává vysokofrekvenční pulzy. Neříká tedy nic o zeměpisné šířce či délce, ty je potřeba získat zvlášť z kapesního GPS

přijímače při nalezení střevlíka. Tady však nastává kámen úrazu. Přesnost měření současných komerčně dostupných GPS přijímačů je okolo 3 m, zatímco broukem překonaná vzdálenost může být mnohem kratší. Nejkratší měřitelná délka kroku je okolo 50 cm, protože se brouci obvykle nedohlédávají na centimetr přesně, aby celý výzkum neskončil pod nohama hle-



1 Samice střevlíka kožitého (*Carabus coriaceus*) s přilepenou vysílačkou o hmotnosti 0,29 g. Foto Z. Elek
2 Rozdíl ve tvarech stejných trajektorií zaznamenaných kompasem a měřicím pásmem (nahore) nebo GPS přijímačem (dole) 6 radiotelemetricky sledovaných střevlíků kožitých. Jejich poloha byla zjišťována každé čtyři hodiny. Barvy jednotlivých segmentů odpovídají typu chování – oranžová značí prozkoumávání (hledání potravy nebo partnera) a modrá cílený přesun, šíření (disperzi). Orig. J. Růžicková

dačů. Kvůli chybě GPS přijímačů pak ale hrozí, že zaznamenaná trajektorie bude jiná než skutečná, ať už jde o celkovou délku, nebo průběh. Chyba přístroje deklarovaná výrobcem může být navíc umocněna nedostatečnou kvalitou signálu mezi satelity a přijímačem, počasím, složitým terénem i hustotou vegetace, zvlášť pokud jedince sledujeme např. v lese. U velkých



zvířat, jako u jelenů nebo vlků, kteří jsou vybaveni GPS obojkem (viz např. Živa 2013, 5: 234–237), se případná poziční chyba měření neřeší, protože se vzdálenost mezi jednotlivými záznamy pohybuje řádově ve stovkách metrů až kilometrů a případná odchylka 3 m nehraje velkou roli. U lezoucích brouků je však situace odlišná. Kvůli funkčnosti baterie vysílačky, která se počítá ve dnech, maximálně dvou týdnech, je dobré zjišťovat polohu brouka co nejčastěji, ideálně několikrát denně. Kdyby se měření prováděla jednou za den, pravděpodobně by uražená vzdálenost byla větší než chyba GPS přijímače, ale množství dat nebude dostatečné pro odpovídající analýzy, a to ani nepočítáme cenu pořízení telemetrického vybavení.

Pokud existuje podezření, že GPS přijímač může zkreslit záznam dráhy pohybu, je k dispozici nějaká vhodnější alternativa? Při dobré znalosti terénu se jednotlivé kroky dají zakreslit do velmi podrobné mapy. Anebo je možné použít GPS pouze na zakotvení počátečního bodu trajektorie (místa, kde byl sledovaný jedinec vypuštěn) do systému souřadnic o zeměpisné šířce a délce a každý následující krok definovat uraženou vzdáleností pomocí svinovacího metru či měřicího pásma a azimutem pomocí kompasu (azimut je úhel, který svírá směr pohybu s magnetickým severem). Díky tomu, že tento metodický přístup operuje na relativně krátkých vzdálenostech do 20 m, což je maximální vzdálenost, kterou je střevlík schopen urazit za několik hodin (většinou to bývá mnohem méně), není potřeba běhat v terénu s pásmem sem a tam. Možná se celý problém zdá na první pohled jako malicherný detail. Jaký je rozdíl v tom, že se brouk dostal o metr dále, či blíže? V minulém příspěvku jsme zmiňovali kvalitu různých plošek a pohyb střevlíků mezi nimi. Velikost ploch se může diametrálně lišit od rozlohou velkých (zapojený les plný listového opadu bez přímé vegetace) po malé (zetlelý kmen, hromada větvi, skála). V případě malých plošek může chyba měření s rozdílem několika metrů v záznamu odkazovat na odlišný typ využívaného mikrostanoviště. Podobně ve studiích zacílených na schopnost šíření (disperze) může chyba vést k přecenění, nebo podcenění vzdálenosti, kterou jsou jedinci zkoumaného druhu schopni

překonat. A rovněž typ chování odvozený od tvaru dráhy (viz dále v textu) může být kvůli chybě GPS zkreslený.

GPS dělá všechno delší

Jak moc se od sebe liší trajektorie zaznamenané GPS přijímačem a zároveň pásmem s kompasem? Jde o přehlednější detail a použití GPS přijímače můžeme vřele doporučit i pro nové broučí radiotelemetrické studie, anebo se raději uchýlit k pracnějšímu „analogovému“ měření vzdálenosti a azimutů? To jsme se rozhodli zjistit (Růžicková a Elek 2021). V našich dvou experimentech jsme použili jak uměle vygenerované trasy simulující pohyb brouků, tak živé jedince střevlíka kožitého (*Carabus coriaceus*), největšího ze středoevropských střevlíků. V počítači modelovanou trajektorii si lze představit jako soubor předem určených kroků (bodů) o daném směru a vzdálenosti. Zatímco směr mohl být libovolný na všechny světové strany, maximální vzdálenost byla stanovena na 20 m. Takto předem určené kroky jsme zrekonstruovali do trajektorie přímo v terénu pomocí pásma a kompasu. Každou pozici jsme také zaznamenali GPS přijímačem. Jako experimentální plochu jsme si záměrně vybrali rozlehlou rovinu travnaté proluky univerzitního kampusu, abychom odfiltrovali různé environmentální faktory ovlivňující kvalitu a přenos GPS signálu. Ze stejného důvodu jsme experiment prováděli pouze za slunečného počasí s minimální oblačností. U druhého pokusu, radiotelemetrického sledování střevlíka kožitého, jsme 6 jedincům přilepili na krovky vysílačky a vypustili je v listnatém lese (obr. 1). Ekologické detaily jsou popsány v prvním dílu příspěvku, pro účely metodického pokusu nejsou tolik důležité. Polohu brouků jsme zaznamenávali oběma způsoby, a to každé čtyři hodiny. Rozhodující byla chyba měření GPS přijímače, kterou jsme stanovili jako rozdíl mezi vzdálenostmi (v metrech) a směry (v úhlech) naměřenými GPS přijímačem a kompasem s pásmem. Ze série GPS souřadnic lze jednoduše odvodit vzdálenost a azimut mezi jednotlivými body trajektorie.

Zjistili jsme, že vzdálenost naměřená GPS přijímačem byla v průměru o 1,8 m delší než vzdálenost měřená ručně. A to šlo o pokus s umělými trajektoriemi, při

němž jsme se snažili vyhnout potenciálním výše zmíněným interferencím, které by mohly snížit kvalitu a přesnost signálu mezi přijímačem a satelity. Při experimentu v lese s živými brouky byla tato chyba ještě větší, dosahovala bezmála 4 m. Pokud se zaměříme na směr pohybu, problém nastal zejména u krátkých vzdáleností. Zde je velká citlivost na chybu a GPS přijímačem určený azimut se od azimutu měřeného kompasem lišil v průměru na travnaté ploše o 31° a v lese o 72°. V několika případech byl i téměř opačného směru. Ve výsledku byla křivolakost dráhy daná GPS přijímačem úplně jiná (obr. 2) a její celková délka mnohem větší než při ručním měření, a to s rozdílem i několika desítek metrů. Tvar trajektorie může přitom leccos napovědět o způsobu chování střevlíků. Dá se totiž rozdělit do dvou kategorií, které popsal již M. A. Baars (1979). První typ pohybu je charakteristický krátkými kroky do různých směrů, obvykle značící prozkoumávání za účelem hledání potravy či partnera. Pro druhou možnost jsou typické dlouhé kroky směřující přibližně stejným směrem, ty jsou považovány za šíření – disperzi. Jestli daná část trajektorie patří do té, či oné kategorie, bylo dříve záležitostí čistě subjektivního pohledu, v současnosti však existují i analytické přístupy, které rozdělí dráhu na segmenty podle předem určených kritérií. Z ekologického hlediska segmentovaná trajektorie prozradí, jak sledovaný jedinec využíval stanoviště, přes které se pohyboval. Ukáže např., že se dva dny zdržoval v blízkosti starého pařezu na lesním okraji a poté rychle (a rovněž) zamířil do hlubin lesa. V našich experimentech měla stejná dráha zaznamenaná GPS přijímačem větší proporcii disperzních segmentů, než když byla měřena ručně. Mohla za to především chyba ve zjištěné vzdálenosti – GPS přijímač naměřil vše delší a algoritmus vyhodnotil daný krok jako disperzní, i když měl být pouze „prozkoumávací“ (obr. 2).

Co z toho plyne? Při radiotelemetrii střevlíků, ale i jiných živočichů pohybujících se po zemi s nízkou disperzní schopností, může GPS přijímač získaná poziční data významně zkreslit oproti skutečnosti. Pokud je účel studie zaměřený jenom na typ stanoviště a převažující směr pohybu v něm, např. „sledovaný jedinec opustil louku směrem do lesa“, nemusí to být ještě takový problém. Pokud je však cílem studie využívání mikrostanovišť a drobných plošek, problém to bude. Podobně může být migrační schopnost sledovaného druhu na základě GPS dat předimenzovaná, což se pak negativně odrazí v plánování různých opatření, zvláště jde-li o ohrožený druh. Jestliže ve skutečnosti druh nemá tak dobrou schopnost šíření, nedokáže využít navrhovaná opatření a zůstává izolován na malé ploše. Použití GPS přijímače k záznamu krátkých trajektorií tedy může sice usnadnit práci v terénu, ale získaná data nebudou nejpřesnější, a proto doporučujeme ke zvěření použití kompasu a měřicího pásma.

Výzkum byl finančně podpořen z maďarského fondu National Research, Development and Innovation Fund (K_18 128441).

Použitá literatura uvedena na webu Živa.