

Hruška Michal

Mohou brouci se soumráchnou a noční aktivitou při letu využívat echolokaci jako např. netopýři?

Ano, podle výsledků našeho pozorování, **chrousti obecní** (*Melolontha melolontha*) mohou **v průběhu letu využívat pro vlastní orientaci v prostoru odrazů zvukových vln** (a samozřejmě všech dalších možností unikátního souboru svých tělních struktur, smyslových orgánů a receptorů). Hlavní zjištěné - a podle našeho názoru zatím neznámé nebo velmi málo známé - skutečnosti a hypotézy uvádíme v následujícím převážně obrazovém materiálu.



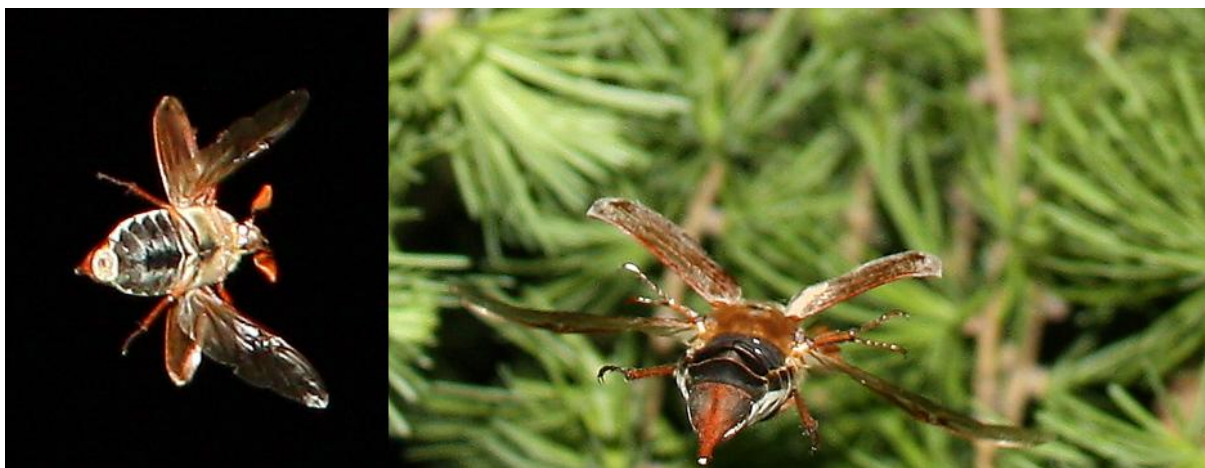
Obr. č. 1: Letící chroust obecný (*Melolontha melolontha*) má k zavalité neohrabanosti velmi daleko. Také v jeho těle – stejně jako v každém živočichovi – není v žádném případě aktivní pouze jeden určitý receptor nebo smyslový orgán – vždy pracují tisíce receptorových buněk společně. Informace o průběhu a podmínkách pohybu přijímá, vyhodnocuje a koriguje nervový systém. (©foto: M. Hruška, 2010).



Obr. č. 2: Mladí ptáci se obvykle učí létat. Chroust za soumraku opustí podzemí – a letí. Přestože první zvednutí krovek, roztažení „sklopených“ blanitých křídel a současně vyhledání vhodného místa pro start není vůbec jednoduché – brouk vhodné místo najde s pomocí stovek mechanoreceptorů - chloupků na povrchu těla, které již nejsou v kontaktu s překážkami (©foto: M. Hruška, 2010).



Obr. č. 3: Při letu má chroust končetiny vysunuté mírně dopředu, široce vějířovitě roztažená tykadla, krovky zvednuté šikmo vzhůru a spodní stranou přivrácené šikmo vpřed k místu možného přistání. Noční průlet mezi větvemi stromů pro něho není složitý (©foto: M. Hruška, 2010).



Obr. č. 4: Složené oči chroustů, umístěné na nepříliš pohyblivé hlavě, mají při letu v zorném poli „až příliš překážek“. Velká a vějířovitě rozevřená tykadla jsou při letu vyklopena vřed a nahoru, krovky jsou zvednuté, vířící blanitá křídla a přední končetiny rovněž do zorného pole zasahují. Krovky a tykadla chroustů poté mnohem více připomínají radarové antény špionážního letadla Avax. (©foto: M. Hruška, 2010).



Obr. č. 5: Letící chrousti drží krovky šikmo vzhůru, často přetočené vnitřní plochou mírně vpřed – ať již jsou jejich blanitá křídla dole nebo nahoře (©foto: M. Hruška, 2010).

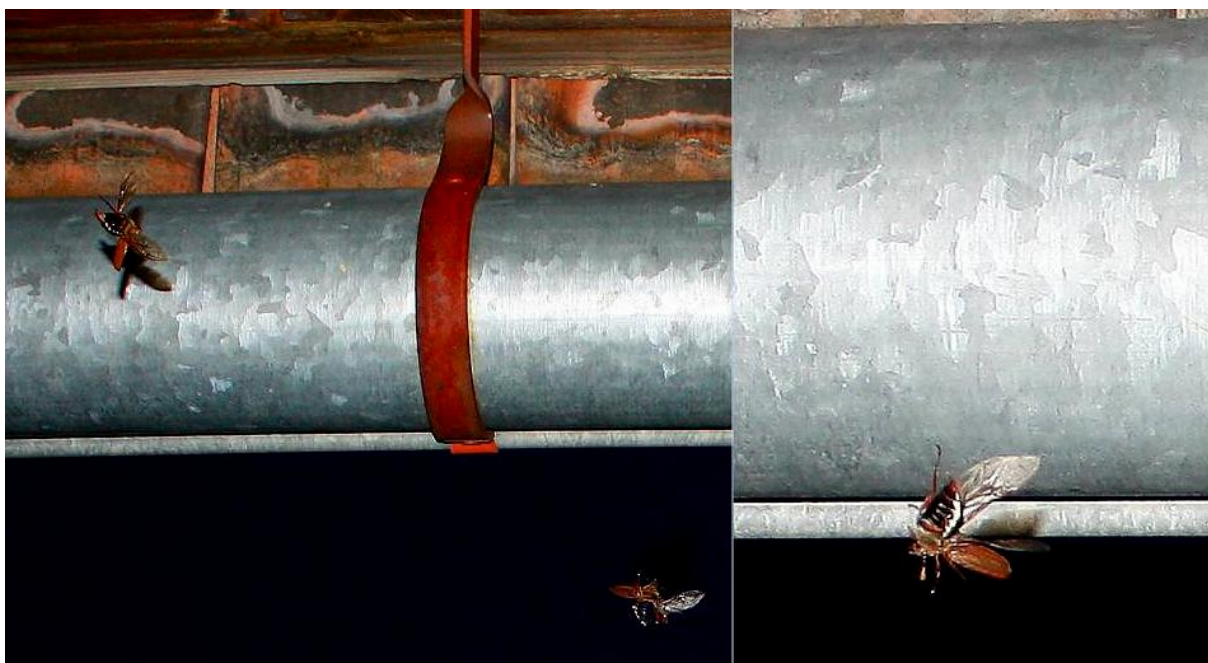
I v téměř naprosté tmě létající chrousti se elegantně vyhýbají všem předmětům (překážkám) - s výjimkou předmětů zcela určitých tvarů a materiálů (viz následující tabulka č. 1).

Předmět	odhadnutý počet srážek chroust – předmět za 30 minut sledování
kovový okap (délka 20 m)	min. 800
fasáda zateplené budovy (6 m ²)	min. 200
jiné předměty v okolí	0 (nebo téměř nula)

Tab. č. 1: Počet přímých srážek letících chroustů s pozorovanými předměty v průběhu pozorování – 30. dubna 2010 (19:40 až 20:10 hod.). Není výjimkou, že konkrétní chroust narazí do okapu opakovaně, např. i pětkrát bezprostředně za sebou.



Obr. č. 6: Chrousti narážejí do okapů – vlevo chroust těsně před opakovaným nárazem.



Obr. č. 7: Vpravo chroust po nárazu do okapu. Při pozorování bylo zjištěno, že téměř není rozhodující, zda jde o nenatřený pozinkovaný plechový okap, plechový okap s hnědým nátěrem nebo hnědý okap plastový. Pro chrousty je spodní zaoblená část okapů „neviditelným bombardérem B-2 Spirit“. Chroust pravděpodobně okap vidí, ale pro bezproblémový let mu pouze tato informace nepostačuje (©foto: M. Hruška, 2010).



Obr. č. 8: V okolí kořenů blanitých křídel a krovek letícího chrousta jsou nápadné a rezavými chlupy mechanoreceptorů pokryté plošky. Jejich význam vzrůstá za letu a při roztažení křídel, protože do té doby jsou ukryty pod krovkami. Činnost souboru receptorů, ovlivňujících průběh letu, může být oklamána zaoblenými hladkými plochami nebo materiály pohlcujícími zvuk. Vpravo srážka chrousta se zateplenou stěnou budovy (©foto: M. Hruška, 2010).

Z pozorování chování chroustů v okolí okapu podle našeho názoru vyplývá, že k broukům se – od rozhraní vzduch-okap, které není kolmé k směru šíření zvukové (vibrační) vlny – vrací zpět již nepostačující množství informací nutných pro bezproblémový let. Podobná situace nastává u některých materiálů, které pohlcují část zvukové informace. Např. polystyren sice není doporučován pro akustické izolace, přesto se jeho vlastnosti výrazně liší např. od cihlové zdi. Zatímco cihlová zeď má činitel akustické pohltivosti $\alpha = 0,02$ až $\alpha = 0,07$, polystyrenová deska o tloušťce 60 mm, použitá na zateplení zdi, může mít hodnotu $\alpha > 0,50$, což znamená, že 1 m² cihlové zdi odráží až 98 % dopadající zvukové energie, ale polystyrenové deska nebo zateplená fasáda domu (povrch které navíc není rovný) může pohltit až polovinu zvukové energie (v závislosti na frekvenci, tj. Hz). Z provedeného pozorování vyplývá, že do běžné cihlové fasády chrousti nenarážejí, ale do zateplené fasády ano – a často v plné letové rychlosti.

Při pátrání po možných zdrojích zvuku, které vydávají letící chrousti, odhalíme na vrchní straně blanitých křídel v blízkosti hrudi chitinový hrot. Pokud chroust zvedne krovky, obrátí je směrem vpřed a letí, chitinový hrot se může přesouvat přes hranu křídla a vyvolávat vibrace krovky (zvuky), které splývají se bzučením blanitých křídel. Jestliže považujeme za prokázané, že některé druhy hmyzu slyší echolokační zvuky netopýrů a mohou podobné zvuky i vydávat, je možné zformulovat hypotézu, že zvuky vydávané letícím hmyzem,

by mohly být zpětně zachycovány. Z pozorování a fotodokumentace také vyplývá, že úhel krovek a jejich pootočení směrem vpřed se při letu může měnit. Touto změnou polohy krovky by se měnila i kvalita vysílaných zvukových signálů. Dále lze předpokládat, že při letu existuje poloha krovek, kdy brouk může nadbytečné „echolokační zvuky vypnout“.

Hmyz zvuky zachycuje především tympanálními orgány (sluchem), také velmi dobře zaznamenává vibrace, např. čmeláci (*Bombus*) nebo včely (*Apis*). U letících chroustů (a také chroustů, kteří se připravují k letu) jistě stojí za povšimnutí vějířovitě roztažená tykadla před jejich očima. Při detailnějším pozorování očí chroustů lze přibližně uprostřed složeného oka chrousta vidět řadu „hrubších“ chlupů mechanoreceptorů, které polohou velmi připomínají řasy zavřených očních víček člověka.



Obr. č. 9: Složené oko chroustů je v přední části „překvapivě rozděleno“ řadou chloupků na horní a dolní „polovinu“. Na bázi tykadel jsou v řadě obdobné chloupky. Jestliže chroust roztáhne tykadla a vysune je dopředu, obě řady chlupů do sebe vzájemně zapadnou (©foto: M. Hruška, 2010).

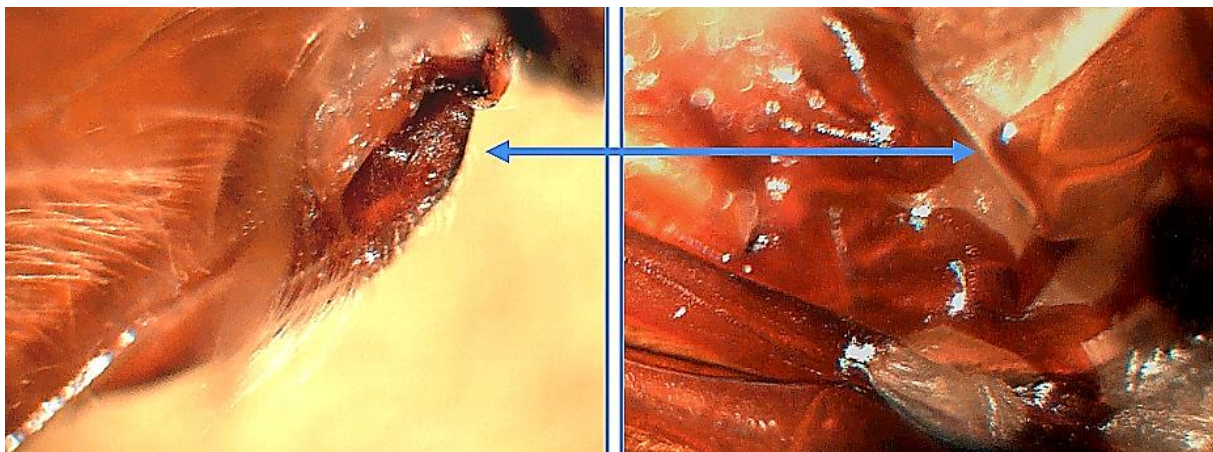
Jestliže přímo z oka chroustům vyrůstá relativně dlouhá řada chlupů, jejichž funkcí je mechanorecepce a kontrola polohy roztažených tykadel, může to být dokladem skutečnosti, že existují situace, kdy je – pro určení polohy v prostoru – přesná poloha tykadel před očima stejně důležitá nebo důležitější než zrak. Obvykle u tykadel hmyzu uvažujeme o zachycování feromonů jedinců opačného pohlaví, ale např. i vzhledem k tomu, že tykadla před letem a v průběhu letu roztahují samci i samice, stoupá při pohybu za určitých podmínek v životním prostředí i význam mechanorecepce nad fotorecepcí.

Na letících chroustech jsou dále vidět nápadné a rezavými chlupy pokryté plošky. Význam zmíněného ochlupení a souvisejících kutikulárních struktur podle našeho názoru vzrůstá až za letu při zdvižení krovek a roztažení křídel, protože do té doby jsou tato místa těla s mechanoreceptory chráněna pod krovkami. Umístění a uspořádání chlupků do obloučků kopíruje vnitřní hrany křídel (viz také obr. č. 1) a svědčí o tom, že jedince mohou informovat o poloze krovek v prostoru. Chloupky mechanoreceptorů zachycují změny v poloze

krovek za letu – včetně změn vyvolaných např. poryvy větru nebo změn v proudění vzduchu kolem zdí budov a jiných překážek.



Obr. č. 10: Na hřbetní straně blanitých křídel v blízkosti hrudi má chroust chitinový hrot, který se při letu může přesouvat přes hranu vzhůru zdvižených krovek vně a dovnitř (asi jako trsátko přes strunu kytary) – vzniká cvakavý vibrační zvuk, který splývá se bzučením blanitých křídel. Odložená krovka vlevo je obrácena nahoru rubovou stranou. (©foto: M. Hruška, 2010).



Obr. č. 11: Chitinové „trsátko“ na svrchní straně blanitých křídel (na obrázku vpravo) „hraje“ na výstupek poblíž kořenu krovek (na obrázku vlevo). Vzniká vibrační zvuk (vlnění), který se šíří na krovku i do jejího okolí. Zvuky vydávané broukem samotným mohou být zpětně zachycovány a využity k úpravě letové dráhy a k orientaci při nočním letu. (©foto: M. Hruška, 2010).

Při pozorování aktivity soumravných druhů brouků, je možné slyšet podobné zvuky, které můžeme slyšet při letu chroustů, i u jiných zástupců vrubounovitých (*Scarabeidae*), např. chroustek letní (*Amphimallon solstitiale*), ale také např. při letu roháče obecného (*Lucanus cervus*) z čeledi roháčovití (*Lucanidae*) nebo tesaříka piluny (*Prionus coriarius*) z čeledi tesaříkovití (*Cerambycidae*). Předpokládáme, že také jiné druhy brouků (hmyzu) mají obdobné schopnosti a také problémy při letu - s jakými se setkávají chrousti. Chroustek letní (*Amphimallon solstitiale*) má na bázi svých blanitých křídel také chitinový trn a do okapů naráží obdobně jako chroust.



Obr. č. 12: Orientační schopnosti hmyzu v průběhu letu (a také při startu a přistávání) jsou úžasné a stále nevyjasněné. I u hojných druhů, ke kterým patří chroust, existují mnohé neznámé skutečnosti, které čekají na objasnění. **Přesto srážky chroustů s výše popsanými předměty (viz tabulka č. 1) podle našeho názoru nově dokládají potřebnost zvukových vln a mechanoreceptorů (sluchových orgánů) pro bezproblémový let některých druhů hmyzu se soumráchnou a noční aktivitou.**