

# Proč hmyz létá ke světlu: od instinktu k omylu

Přitahován jako můra k plameni. Toto známé rčení patří k nejstarším lidským pozorováním chování hmyzu. Už ve starověku, a jistě i v pravěku, si lidé všimli, že se noční hmyz shromažďuje kolem ohně, později kolem olejových lamp a dnes kolem pouličního osvětlení, neonových reklam nebo reflektorů osvětlujících budovy. Zdánlivě jednoduchý jev – hmyz letí za světlem – však skrývá překvapivě složitý biologický mechanismus. Moderní výzkum totiž ukazuje, že hmyz ve skutečnosti světlo „nehledá“, ale reaguje na něj jako na zásadní orientační signál. A právě tato reakce, která byla po miliony let evolučně výhodná, se v prostředí ovlivněném člověkem mění v nebezpečný omyl.

Na první pohled se může zdát, že jde o projev chyby nebo nedokonalosti. Pravda je ale téměř opačná. Hmyz reaguje velmi přesně, jen reaguje na svět, který už není takový, jaký byl po většinu jeho evoluční historie. Evoluce ladila jeho smyslové systémy na prostředí, kde dominantním světelným zdrojem byla obloha a nebeská tělesa. V okamžiku, kdy člověk zaplnil noční krajinu tisíci bodových světél, vznikla situace, kterou evoluce nikdy „neotestovala“. Jinými slovy, problém není v hmyzu, ale v tom, že jsme mu změnila pravidla hry během krátké doby.

Fototaxe, tedy směřovaný pohyb organismu v reakci na světlo, patří mezi základ-

ní projevy chování napříč živou přírodou. Najdeme ji u bakterií, řas, hmyzu i dalších živočichů. U hmyzu má mimořádný význam, protože je úzce propojena s jeho aktivním pohybem a orientací v prostoru. Pomáhá mu najít potravu, lokalizovat hostitelskou rostlinu, vyhledat partnera nebo uniknout predátorovi. Dlouhou dobu byla fototaxe považována za jednoduchý reflex – světlo jako podnět, pohyb jako odpověď. Současné poznatky však ukazují, že jde o komplexní proces, který závisí na celé řadě faktorů, včetně vnitřního stavu jedince (fitness).

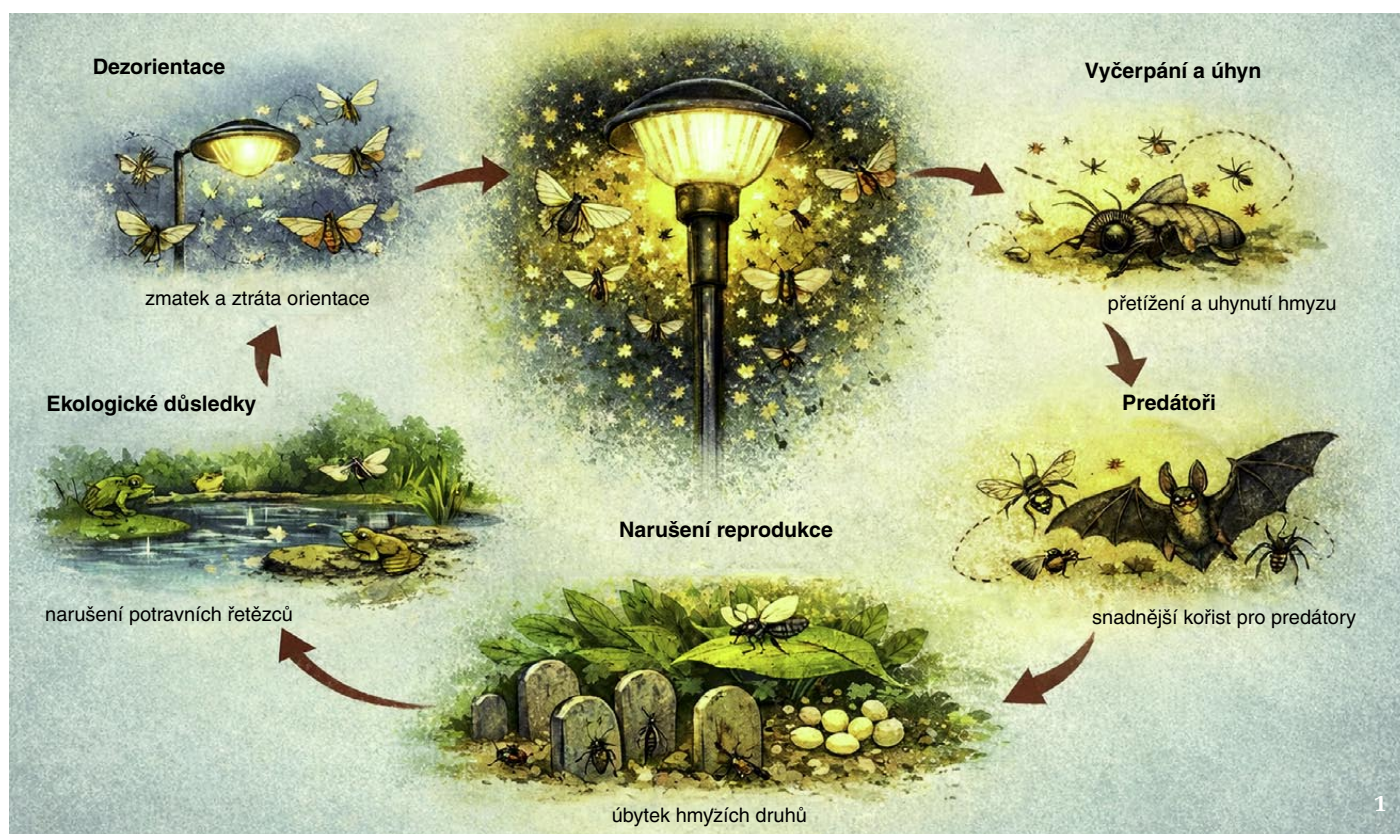
Hmyz totiž nereaguje na světlo vždy stejně. Jeho odpověď závisí na intenzitě

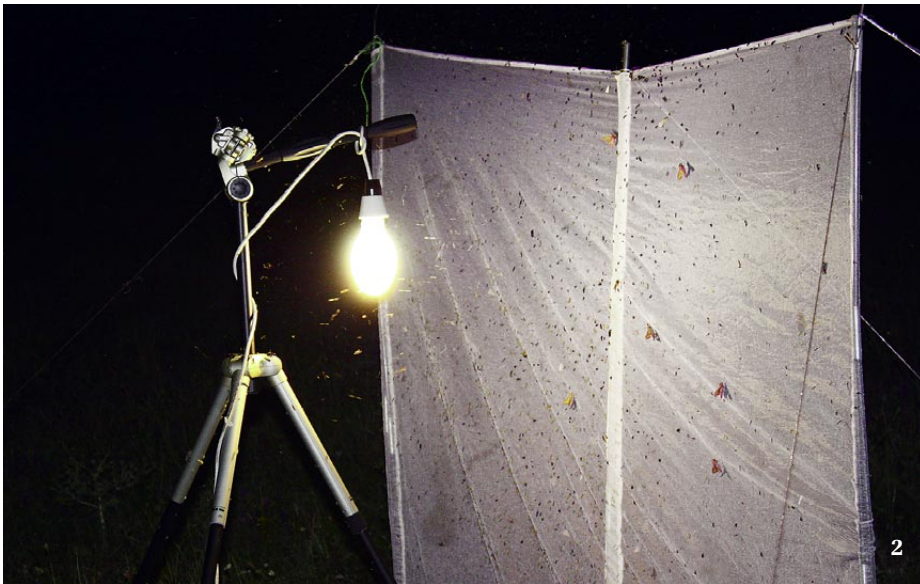
světla, jeho spektrálním složení, směru, ale i na tom, zda je jedinec nasycený, připravený k rozmnožování nebo např. oslabený. Jinak reaguje během dne a jinak v noci. Některé druhy jsou ke světlu silně přitahovány, jiné se mu naopak aktivně vyhýbají. Fototaxe tak není rigidní „program“, ale flexibilní systém rozhodování, ve kterém se propojují smyslové vstupy s aktuálními potřebami organismu.

Zásadní roli zde hraje zrak. Hmyzí oči jsou v mnoha ohledech odlišné od lidských. Složené oči umožňují široké zorné pole a vysokou citlivost na pohyb, ale také vnímání širšího spektra světla. Mnoho druhů hmyzu registruje ultrafialové záření, které je pro člověka neviditelné. Právě tato složka je mimořádně důležitá, protože odpovídá signálům přirozeného prostředí. Květy rostlin např. často odrážejí UV světlo způsobem, který je pro hmyz velmi kontrastní. Co vidíme jako jednoduše žlutý květ, může být pro hmyz výrazně strukturovaný navigační terč (podrobněji v Živě 2012, 1: 25–28; 2013, 2: 79–81; 2016, 2–4).

Abychom pochopili, proč hmyz končí u lamp, je třeba se zaměřit na jeden klíčový mechanismus – hřbetní světelnou reakci, známou jako Dorsal Light Response (DLR). Evolučně starý reflex umožňuje hmyzu udržovat stabilní orientaci během letu na velmi jednoduchém principu udržování nejjasnější části zorného pole nad sebou. V přirozeném prostředí tuto roli plní obloha, která je téměř vždy nejjasnější částí vizuální scény.

Díky tomu může hmyz snadno rozlišit, kde je „nahore“ a „dole“, pro létající organismus zásadní informace. Pokud by tuto orientaci ztratil, jeho let by se stal nestabilním. Hřbetní světelná reakce tedy funguje jako jakýsi vnitřní gyroskop, využívající světlo místo gravitace jako referenční signál. Je to jednoduché, energeticky nenáročné a evolučně velmi efektivní řešení.





1 Zjednodušené vyobrazení vztahů vlivu umělého světla na hmyz.

Orig. T. Jor, vytvořeno pomocí nástroje ChatGPT (OpenAI, 2026)

2 Lákání hmyzu na umělé světlo – klasická metoda nočního odchytu.

Foto P. Šípek

3 Moderní lapač na pasivní odchyť v přírodní rezervaci Prokopské údolí.

Hmyz je lákán světlem a omračován chloroformovými parami. Foto T. Jor

4 Martináč hrušňový (*Saturnium pyri*), rozpětím křídel největší motýl Evropy

5 Ukázka zástupců různých řádů hmyzu přilákaných umělým světlem na plátno. Dominuje lišaj topolový (*Laothoe populi*, vlevo) a s růžovým nádechem lišaj kyprejový (*Deilephila porcellus*, vpravo).

Jakmile se však v prostředí objeví umělý zdroj světla, situace se dramaticky změní. Lamy, reflektory nebo osvětlené plochy mohou být jasnější než obloha a navíc se nacházejí v neobvyklých pozicích – často v úrovni očí hmyzu, nebo dokonce pod ním. Hmyz na ně reaguje stejně jako na přirozený signál a snaží se k nim natočit hřbet. Jenže tím naruší svou orientaci.

Výsledkem je známé kroužení kolem světla ve spirálách, náhlé změny směru, pády nebo chaoticky působící pohyb. Ve skutečnosti však nejde o chaos. Let má určitou strukturu a opakuje se ve specifických

vzorcích. Nedávná práce publikovaná v časopise *Nature Communications* (Fabian a kol. 2024) využívající vysokorychlostní kamery a trojrozměrné sledování ukazuje, že hmyz se snaží neustále korigovat svou polohu vůči světlu. Jenže pokud je zdroj blízko, vede to k opakovaným chybám v orientaci.

Zdánlivě bezcílné bloudění je ve skutečnosti systematická, ale nesprávně kalibrovaná navigace. Hmyz „ví“, co dělá, jen dostává špatná data. Je to trochu podobné, jako kdyby pilot letadla dostával chybné údaje o horizontu. Neletěl by náhodně, ale jeho korekce by vedly k nestabilnímu letu.

Dřívější vysvětlení tohoto jevu byla často intuitivní, a proto nepřesná. Jednou z nejrozšířenějších představ bylo, že hmyz si lampy zaměňuje za Měsíc a snaží se podle nich navigovat. Tato hypotéza vychází z principu menotaxe, tedy udržování konstantního úhlu vůči vzdálenému světelnému zdroji. Pokud je zdrojem Měsíc, který je extrémně daleko, funguje tento mechanismus spolehlivě a hmyz může letět přímým směrem.

Jakmile se však stejný princip aplikuje na blízký zdroj, např. lampu, dochází k zásadní geometrické změně. Aby hmyz udržel konstantní úhel vůči blízkému světlu, musí neustále měnit směr letu. Výsledkem je spirálovitá nebo kruhová trajektorie. Tato hypotéza sice vysvětluje některé aspekty chování, ale ne všechny. Moderní

experimenty ukazují, že hmyz se nechová vždy tak, jak by odpovídalo čisté menotaxi.

Velmi zajímavé poznatky přinesly nedávné studie využívající detailní sledování letu v kontrolovaných podmínkách (např. Owens a Lewis 2018, Fabian a kol. 2024). Ukázalo se, že hmyz reaguje na světlo především změnou orientace těla, nikoli snahou letět k němu. Pokud se světlo objeví nad ním, let zůstává relativně stabilní. Pokud se však zdroj nachází v úrovni očí, nebo pod nimi, dochází k okamžitému narušení stability. Hmyz se snaží upravit svou polohu, ale výsledkem je kroužení nebo pád (obr. 9).

Vedle směru a intenzity světla hraje důležitou roli jeho polarizace. Polarizované světlo vzniká např. rozptylem slunečního záření v atmosféře a vytváří na obloze charakteristický vzorec, který odpovídá poloze Slunce. Hmyz je schopen tento vzorec vnímat a využívat jako orientační signál. Některé druhy dokážou podle polarizace určit směr i tehdy, když je Slunce zakryto mraky.

Tento „neviditelný kompas“ hraje roli i při vyhledávání vodních ploch. Hladina vody odráží světlo tak, že vytváří silně polarizovaný signál. Vodní hmyz, např. jepice, ho využívá k nalezení místa vhodného pro rozmnožování. Problém nastává, když podobný signál vytvářejí umělé povrchy. Asfaltové silnice, plastové fólie nebo lesklé střechy mohou odrážet světlo způsobem,



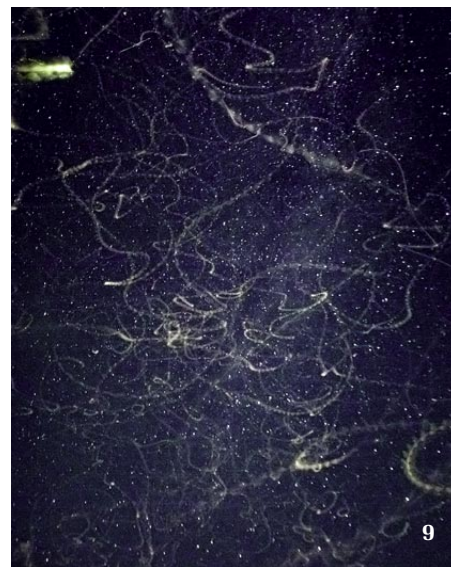
který napodobuje vodní hladinu. Hmyz je pak přitahován na místa nevhodná pro život. Klade zde vajíčka, která následně vysychají, nebo zůstává uvězněná v prostředí, kde nemá šanci přežít. Z pohledu hmyzu jde o ideální vodní plochu, jen s jedním zásadním rozdílem – žádná voda tam není.

Tento jev představuje typický příklad ekologické pasti. Organismus se rozhoduje na základě signálů, které byly v minulosti spolehlivé, ale v novém prostředí vedou k chybnému chování. Evoluce nestihla reagovat na rychlé změny prostředí a výsledkem je maladaptivní reakce.

Rozšíření umělého osvětlení v posledních desetiletích tento problém výrazně zesílilo. Fenomén označovaný jako umělé světlo v noci představuje jeden z nejvýznamnějších zásahů člověka do nočního prostředí. Noční obloha je dnes v mnoha oblastech natolik zesvětlená, že hvězdy i Mléčná dráha mizí. Pro člověka jde o ztrátu estetickou, pro hmyz o ztrátu orientačních bodů. Důsledky těchto změn jsou rozsáhlé. Umělé světlo narušuje biologické rytmy organismů, ovlivňuje jejich aktivitu, rozmnožování i migraci. U hmyzu se tyto efekty projevují velmi výrazně. Jedinci přilákaní ke světlu ztrácejí čas i energii, které by jinak věnovali hledání potravy nebo partnera. Stávají se snadnou kořistí predátorů, kteří se u světelných zdrojů soustřeďují. Netopýři, ptáci i pavouci využívají světla jako návnady na hmyz. Pro ně představuje světelný zdroj něco jako nepřetržitě otevřený bufet. Pro hmyz spíše lapač, z něhož není snadné uniknout. Odhaduje se, že významná část hmyzu přilákaného ke světlu nepřežije noc, a to kvůli predaci, ale i kvůli smrti vyčerpáním.

Změny mají dopad nejen na jednotlivé druhy, ale i na celé ekosystémy. Hmyz hraje klíčovou roli v potravních sítích, podílí se na opylování rostlin i na rozkladu organické hmoty. Jeho úbytek nebo změna chování tak může vést k narušení těchto funkcí. Dochází ke změnám v populacích predátorů, k narušení opylování a k posunům v druhovém složení společenstev.

Z evolučního hlediska představuje situace zajímavý experiment v reálném čase. Některé druhy mohou být schopny se novým podmínkám přizpůsobit. U městských populací určitých druhů motýlů byly zaznamenány náznaky snížené citlivosti na světlo, což může být důsledkem přirozeného výběru. Jinak řečeno, jedinci, kteří tolik „nelétají na lampy“, mají větší šanci zůstat naživu.



6 Prástevník špenátový (*Arctia villica*) odchycený na plátno. V ČR je řazen na červený seznam bezobratlých do kategorie zranitelný (VU).

7 Lišaj svlačcový (*Agrius convolvuli*) přilákaný umělým světlem

8 Na plátno nalákaní zástupci lišaje vinného (*Hyles livornica*). U nás se vyskytuje jen jako náhodný migrant bez stálé populace. Snímky A. Martinyové, pokud není uvedeno jinak

9 Spirálovitý let hmyzu přilákaného (zmateného) umělým světlem. Foto P. Šípek

Ne všechny druhy jsou však touto schopností vybaveny. Zvláště citlivé jsou druhy, které využívají světlo ke komunikaci. Typickým příkladem jsou světlušky (Coleoptera: Lampyridae), jejichž světelné signály slouží k přilákání partnera. Umělé osvětlení může tyto signály přehlušit a narušit jejich reprodukční chování. Výsledkem může být pokles populací, který je dnes v některých oblastech pozorován (viz Živa 2025, 3: 125–128).

Přestože situace není jednoduchá, existují způsoby, jak negativní dopady zmírnit. Klíčovou roli hraje způsob, jakým je světlo používáno. Směrování světelného toku k zemi, stínění svítidel a omezení krátkovlnné složky mohou výrazně snížit dopady na hmyz. Důležité je také omezovat zbytečné osvětlení a přizpůsobovat jeho intenzitu skutečným potřebám.

Znalosti o fototaxi lze využít i prakticky. V zemědělství se světelné pasti používají

ke specifickému monitorování hmyzu napadajícího plodiny, což umožňuje jejich přesnější cílenou ochranu. A jde o jednu ze zásadních metod faunistického a ekologického výzkumu. Tyto metody však zároveň ukazují, jak silně může světlo ovlivňovat chování hmyzu (blíže v kulovém článku na str. XC–XCIII tohoto čísla).

Chování hmyzu u světla je tedy mnohem více než jen zajímavá kuriozita. Jde o příklad hlubokého střetu mezi evolučně formovanými mechanismy a rychle se měnícím prostředím. Ukazuje, jak citlivé jsou přírodní systémy na změny, jež mohou z lidského pohledu působit nenápadně.

Možná si při příštím pohledu na kroužící hmyz kolem lampy vzpomeneme, že nejde o bloudění, ale o důsledek velmi sofistikovaného systému, který se ocitl v prostředí, na které nebyl připraven. A že někdy není problém v tom, že organismus reaguje špatně – ale že svět, na který reaguje, není tím, čím býval. A možná nás to přivede i k jednoduché úvaze, že tma není jen absence světla, ale důležitá součást přírody, kterou jsme si zvykli přehlížet. Zbývá ještě základní odpověď na otázku – Proč hmyz létá ke světlu? Odpověď je celkem jednoduchá. Stále nevíme, a tento fenomén zůstává určitou záhadou, ačkoli mu každým rokem rozumíme více a více. Jde o kombinaci mnoha faktorů a behaviorálních procesů. Zatím nemůžeme určit jedno vše vysvětlující řešení, a proto tento jev zůstává nadále velmi fascinující.

Použitá literatura uvedena na webu Živy.