

## Netopýři – malí velcí migranti

Migrace fascinují lidstvo přinejmenším od doby Aristotela, jsou totiž základním rysem životní historie podstatné části zvířat. Jde o nepřehlédnutelné chování, které pravidelně provádí široká škála živočišných druhů od hmyzu až po savce, přičemž jeho hlavním důvodem jsou sezonní výkyvy v dostupnosti potravy. Ty nutí miliardy zvířat přesouvat se z oblastí s nedostatečnými zdroji do příznivějších míst, často vzdálených tisíce kilometrů, a následně se vracet zpět. Mezi obratlovci je migrace běžná u ryb a ptáků, méně častá pak u terestrických obojživelníků, plazů a savců, z mořských savců lze zmínit velké kytovce. Mezi létajícími obratlovci je mnohem častější u ptáků než u netopýřů, zároveň ptáci migrují v průměru na mnohem delší vzdálenosti.

Netopýři, správně letouni (Chiroptera), jak již jejich odborný název napovídá, jsou jedinou skupinou savců schopnou aktivního letu. Aktivní let je přitom energeticky velmi náročný, a to zejména pro malé druhy. Spotřeba kyslíku nutného na pokrytí energetických nákladů letu sice klesá s rostoucí velikostí těla, i tak je ale u netopýřů významně vyšší než u stejně velkých nelétavých savců a podobá se spotřebě u ptáků. Netopýři a ptáci nicméně využívají během migrací odlišné fyziologické adaptace, které optimalizují využívání energetických zdrojů. Obě skupiny sice před zahájením migrace významně zvětšují

své tukové zásoby (zvyšují hmotnost těla až o 50 %), ale na rozdíl od ptáků, kteří během migrace využívají zejména energii z mastných kyselin nahromaděných v tukové tkáni, netopýři musejí doplňovat energii lovem hmyzu, případně u některých amerických druhů sběrem pylu. Potřebují totiž tukové zásoby nejen k vlastní migraci, ale i k následnému úspěšnému přezimování, i když díky migraci přečkávají zimu v klimaticky mírnějších oblastech. K šetření energie mohou během denního odpočinku, na rozdíl od ptáků, navíc využít strnulost (torpor), kdy spolu s tělesnou teplotou výrazně sníží spotřebu energie. Mohou

dokonce posunout loveckou aktivitu do světelné části dne, čímž zvýší šanci na úlovek, neboť v období migrace bývají noci chladné, ale během podzimního dne je ve vzdušném sloupci stále hmyzu dostatek. Vysoká denní aktivita v období vrcholné migrace byla vůbec poprvé potvrzena u netopýra rezavého (*Nyctalus noctula*) teprve nedávno na území České republiky (Lučan a Bartonička 2024). Migrující druhy ptáků mají zase lepší aerodynamické parametry než netopýři.

Až donedávna byla migrace u netopýřů studována převážně v oblastech mírného pásu Evropy a Severní Ameriky. Migrační



1



2





Tab. 1 Přehled dálkových migrantů letounů (Chiroptera) mírného pásu

| Neartická oblast                                       | Paleartická oblast                               |
|--|--|
| tadarida guánová ( <i>Tadarida brasiliensis</i> )      | netopýr stromový ( <i>Nyctalus leisleri</i> )    |
| glosofága lesní ( <i>Leptonycteris yerbabuena</i> )    | netopýr rezavý ( <i>N. noctula</i> )             |
| glosofága velká ( <i>L. nivalis</i> )                  | netopýr obrovský ( <i>N. lasiopterus</i> )       |
| glosofága mexická ( <i>Choeronycteris mexicana</i> )   | netopýr parkový ( <i>Pipistrellus nathusii</i> ) |
| netopýr šedý ( <i>Lasiurus cinereus</i> )              | netopýr hvízdavý ( <i>P. pipistrellus</i> )      |
| netopýr rudohnědý ( <i>L. borealis</i> )               | netopýr nejmenší ( <i>P. pygmaeus</i> )          |
| netopýr červený ( <i>L. frantzii</i> )                 | netopýr pestrý ( <i>Vespertilio murinus</i> )    |
| netopýr stříbřitý ( <i>Lasionycteris noctivagans</i> ) |  |
| netopýr hnědošedý ( <i>Myotis grisescens</i> )         |  |
| netopýr hnědavý ( <i>M. lucifugus</i> )                |  |
| netopýr společenský ( <i>M. sodalis</i> )              |  |

1 Zimující vrápenec malý (*Rhinolophus hipposideros*). Je typicky sedentárním druhem, který může mít rozdílné úkryty dokonce v jedné budově.

V létě sídlí kolonie na půdě a někteří jedinci zimují ve sklepeních.

2 Výlet letní kolonie samic tadaridy guánové (*Tadarida brasiliensis*) z úkrytu v mostě Waugh Drive v Houstonu, Texas, USA. Texaské populace této tadaridy migrují na zimoviště do jeskyní v Mexiku. Foto J. Pikula

3 Netopýr rezavý (*Nyctalus noctula*) je typickým dálkovým migrantem. Samička může porodit jedno nebo dvě mláďata, což závisí na tom, v jaké kondici ukončuje hibernaci. V případě, že nemá dostatek tukových zásob, může dojít i k resorpci jednoho z plodů (Zukalová a kol. 2022). Foto J. Červený (obr. 1 a 3)

chování je zde úzce spojeno se změnami počasí během jednotlivých ročních období a zahrnuje využívání různých typů úkrytů, resp. přelety mezi nimi. Nejtýpější jsou tak sezonní přesuny netopýrů mezi zimovištěm a úkrytem letní kolonie s možným využitím přechodného jarního úkrytu, mezi letním úkrytem a místem k páření a konečně mezi místem k páření a zimovištěm. Podzimní migrace probíhá poměrně delší dobu ve srovnání s jarní, a to od srpna až do konce října. Intenzita a načasování přeletů mohou být navíc ovlivněny řadou lokálních proměnných, především teplotou vzduchu a rychlostí větru. Tento model je však velmi proměnlivý, a to jak mezi druhy, tak i mezi různými populacemi

jednoho druhu. U některých migrujících druhů netopýrů můžeme dokonce najít populace nemigrující, nebo migruje jen část jedinců dané populace.

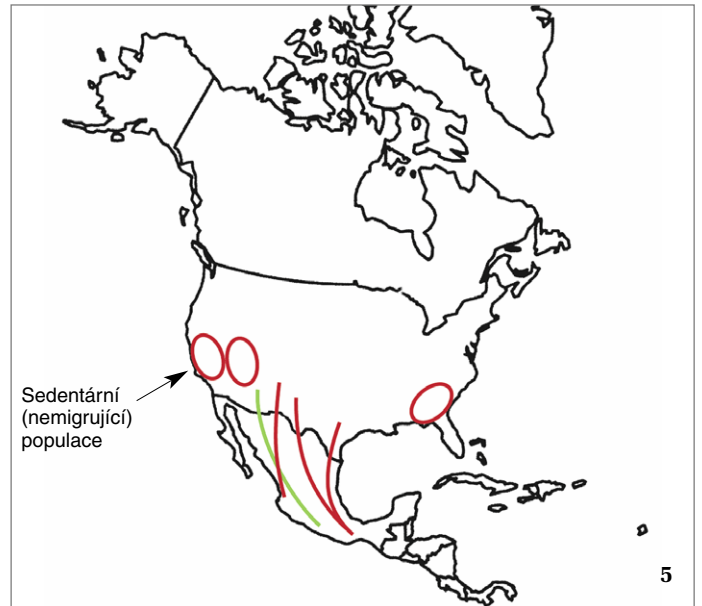
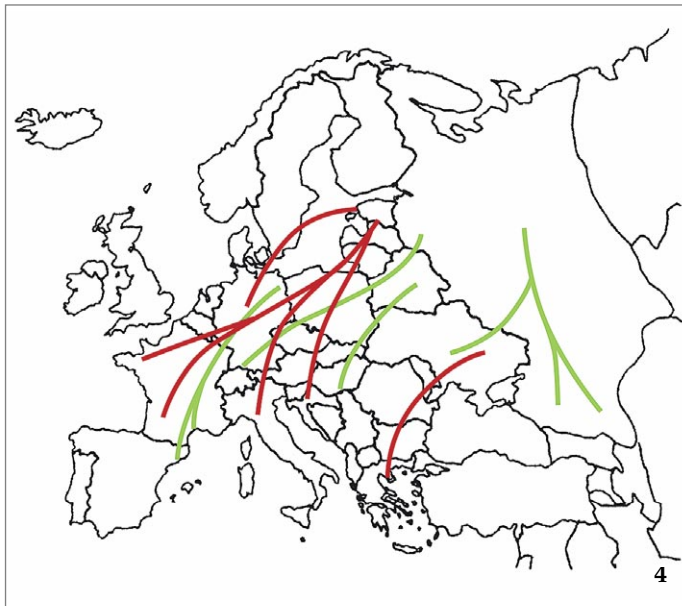
Výsledky dosavadních studií (převážně využívajících kroužkování jedinců a jejich zpětný odchyt) však dokládají, že netopýři mírného pásu vykazují tři základní vzorce migračního chování. Sedentární (nemigrující) druhy se rozmnožují a hibernují v malém okruhu do 50 km a výjimečně mohou přeletět o něco dále (do 100 km). Regionální migranti přeletují mezi letními a zimními úkryty na střední vzdálenosti několika stovek kilometrů (100 až 500 km). A dálkoví migranti pravidelně překonávají více než 1 000 km, takových je však mezi netopýry velmi málo, jen něco mezi 1 a 2 % všech známých druhů. Naopak nejpočetnější skupinou jsou sedentární druhy, které v Evropě zahrnují např. zástupce rodů *Eptesicus*, *Plecotus* nebo *Rhinolophus* (obr. 1) a v Severní Americe jejich příbuzné druhy, jako jsou netopýr hnědý (*Eptesicus fuscus*), n. Rafinesqueův (*Corynorhinus rafinesquii*) nebo n. pláštík (*Antrozous pallidus*). Evropské regionální migranty zastupují zejména větší druhy rodu *Myotis*, jako netopýr velký (*M. myotis*), dále n. černý (*Barbastella barbastellus*) nebo létavec stěhovavý (*Miniopterus schreibersii*), v Severní Americe rovněž několik druhů rodu *Myotis* či netopýr žlutavý (*Perimyotis subflavus*). Nejzajímavější skupinou jsou typičtí dálkoví migranti (tab. 1). V Evropě jde o druhy rodů *Nyctalus* a *Pipistrellus* a také o netopýra pestrého (*Vespertilio murinus*), jejichž migrace jsou vnitrokonti-

mentální, na rozdíl od evropských ptačích dálkových migrantů, kteří odlétají na zimoviště typicky do Afriky nebo Asie. Přesto u nich byly zaznamenány rekordní přelety dlouhé přes 2 000 km (viz dále). Podobně se chovají v Severní Americe zástupci rodu *Lasiurus*, i když jejich přelety jsou kratší. Ostatní severoamerické druhy dálkových migrantů, jako jsou netopýr stříbřitý (*Lasionycteris noctivagans*) nebo subtropické druhy listonosů (glosofágy rodů *Leptonycteris* a *Choeronycteris*) a tadarida guánová (*Tadarida brasiliensis*), podnikají dokonce mezikontinentální přelety do oblastí Střední Ameriky. Tyto druhy netopýrů však oproti evropským migrantům nehibernují.

### Charakteristika dálkových migrantů

Podobně jako u ptáků vykazují netopýři dálkoví migranti řadu společných znaků, kterými se odlišují od sedentárních druhů. Mají úzká, špičatá křídla adaptovaná k rychlému a energeticky efektivnímu letu. Předpokládá se, že taková morfologie křídel se primárně vyvinula jako adaptace na lov v otevřeném prostoru bez překážek, podobně jako třeba u rorýsů obecných (*Apus apus*), a schopnost dálkové migrace je u netopýrů až sekundárním benefitem, který vznikl nezávisle v různých čeledích. Většinou jde také o druhy, které vytvářejí relativně malé kolonie využívající spíše šterbinové nebo dutinové typy úkrytů, a to i na lidských stavbách. To ovšem neplatí o severoamerických subtropických migrantech jako o tadaridě guánové, která je naopak vysoce sociální a vytváří nejpočetnější seskupení savců na světě (obr. 2, např. v texaské Bracken Cave kolem 20 milionů jedinců).

Migrace na dlouhé vzdálenosti také komplikuje rozmnožování. U většiny netopýrů mírného pásu proběhně páření na podzim před hibernací a samice uchovávají životaschopné spermie až do konce hibernace, kdy dochází k jejich uvolnění a oplodnění vajíčka. Jak však zajistit, aby se během migrace potkali na správném místě a ve správný čas reprodukčně aktivní jedinci obou pohlaví? U některých evropských druhů, např. netopýra rezavého nebo n. parkového (*Pipistrellus nathusii*), samci během podzimu obsazují a brání přechodné úkryty pro páření podél tahových tras samic a lákají je do těchto úkrytů specifickými teritoriálními hlasy (Jahelková a Horáček 2011). Někteří samci mohou dokonce zůstat celoročně v těchto jižněji lokalizovaných oblastech mimo areál výskytu mateřských kolonií samic. Mají totiž jistotu, že se tudy během podzimní migrace budou samice vracet na zimoviště, a zvýší si tak pravděpodobnost úspěchu při páření. U nehibernujících druhů severoamerických dálkových migrantů dochází k páření a oplodnění krátce před, nebo až při jarní migraci. Dálkoví migranti patří také k druhům s vyšším reprodukčním potenciálem v porovnání se sedentárními druhy. Nalezneme mezi nimi druhy schopné rodit dvojčata (netopýr rezavý, obr. 3), trojčata (netopýr pestrý) a výjimečně i čtyřčata (druhy rodu *Lasiurus*, Zukalová a kol. 2022). Vyšší porodnost může být adaptací na zvýšenou mortalitu spojenou s migrací (vyšší predační riziko, vysoká energetická náročnost, vyšší potenciál přenosu



patogenů apod.), nebo naopak může být důsledkem lepších podmínek při zimování i vývoji mláďat.

### Migrační trasy

Intenzivní kroužkování netopýřů realizované v některých evropských zemích na konci minulého století potvrdilo, že migrační trasy v Evropě směřují převážně ze severu na jih, ze severovýchodu na jihozápad a případně ze severozápadu na jihovýchod (obr. 4). Obecně netopýři obývající v létě vyšší zeměpisné šířky migrují do mírnějších oblastí na jihu kontinentu, kde mohou hibernovat za příznivějších podmínek i v nestabilních typech úkrytů. U některých druhů máme dostatek informací, abychom mohli rekonstruovat hlavní migrační trasy. Nejvíce takto studovaným druhem je netopýr parkový, jehož pobaltské populace zimují v západní a jižní Evropě (Nizozemsko, Francie, Česká republika, Švýcarsko nebo Itálie) a populace z evropské části Ruska zimují na Ukrajině a Balkánském poloostrově (Bulharsko, Řecko nebo Turecko). U tohoto druhu byl v r. 2022 zaznamenán rekordní přelet mladé samičky dlouhý 2 486 km, a to ze severozápadního Ruska (přírodní biosférické rezervace Darwin) do Francouzských Alp (Vasenkov a kol. 2022). Překonala tak předchozí hodnotu 2 224 km z r. 2017, kdy byl dospělý samec kroužkovaný v Lotyšsku odchycen v oblasti Navarra v severním Španělsku. Navíc takovou vzdálenost uletěla za 63 dní, což potvrzuje již dříve známý fakt o relativně vysoké přeletové rychlosti, která může dosáhnout až 55 km za noc. Podobné migrační charakteristiky má i netopýr rezavý, u něhož jsou navíc dobře zdokumentovány přelety z podmoskevské oblasti na Ukrajinu a Zakavkazsko. Rekordní vzdálenost 2 347 km byla zaznamenána při letu z Ukrajiny do Bulharska (Gaisler a kol. 2003).

Podobný severojižní model platí i pro severoamerické migranty, i když o jejich migračních trasách je dostupných mnohem méně informací (obr. 5). Nejlépe studovaným druhem je zmíněná tadarida guánová, u které můžeme rozlišit dvě populace – sedentární z pobřeží Tichého oceánu a jihovýchodu USA a migrující ze středozápadu USA (z Arizony, Texasu, Nového

4 a 5 Hlavní migrační trasy netopýra parkového (*Pipistrellus nathusii*, červeně) a netopýra rezavého (zeleně) v Evropě (obr. 4) a tadaridy guánové (červeně) a glosofágy lesní (*Leptonycteris yerbabuena*, zeleně) v Severní až Střední Americe (5). Orig. J. Zukal, upraveno

Mexika, Oklahomy a Colorada) do Mexika. Odlišným příkladem je subtropický, nektarivorní druh glosofágy lesní (*Leptonycteris yerbabuena*), která žije v jihozápadní části USA. Březí samice po páření migrují na jaře až 1 000 km ze západního Mexika do Sonorské pouště v Arizoně podél tzv. nektarového koridoru kvetoucích agáve *Agave angustifolia* (obr. na 2. str. obálky). Jakmile přiletí do Sonorské pouště, vytvoří mateřské kolonie a živí se mimořádně bohatým zdrojem nektaru a pylu, který produkuje několik druhů sloupovitých kaktusů.

I přes zvýšený zájem o výzkum migrace netopýřů a využití moderních metod (např. telemetrie, biomarkerů, izotopů) máme stále omezené informace o konkrétních letových trasách. Řada studií potvrzuje, že se netopýři pravděpodobně orientují při dlouhých trasách podle velkých řek, jako jsou Odra, Rýn, Labe, Vltava, Váh, Missouri, Volha nebo Dněpr, a jejich údolní nivy pak využívají k přeletům. Tyto trasy mohou být v jednotlivých populacích dokonce fixovány sociální tradicí. Netopýři migrují také podél mořského pobřeží, přičemž jsou schopni bez problémů překonat otevřené plochy Baltského, Severního nebo Černého moře. Ve vnitrozemí mohou migrovat podél významných horských pásem, jako jsou Alpy nebo Skalisté hory. K jejich překonání využívají podobně jako ptáci vhodné průsmyky. V Západních Alpách byly přelety zaznamenány v sedlech Col de Jaman (1 512 m n. m.) a Col de Bretolet (1 923 m n. m.) mezi Švýcarskem a Francií, v průsmyku Gran San Bernardo (2 472 m n. m.) mezi Švýcarskem a Itálií nebo kolem vrcholu hory Hoher Sonnblick (3 106 m n. m.) v rakouském Solnohradsku. U nás migrují netopýři např. přes Červenohorské sedlo v Jeseníkách, kde bylo zjištěno minimálně 21 druhů netopýřů (Lučan a kol. 2019). Při přeletech mohou využívat podporu

zadního větru, podobně, jako to dělá netopýr rezavý při jarních migracích (Dechmann a kol. 2017). Kromě navigace podle významných krajinných prvků umějí netopýři využívat k orientaci na dlouhé vzdálenosti i další mechanismy, podobně jako ptáci. Je to třeba vnímání polarizace magnetického pole Země (nikoli jeho inklinace jako většina ptáků), kterou si kalibrují při západu slunce, a mohou tak upravovat směr letu podle vlastní navigační mapy (Holland a kol. 2008). Tuto klíčovou součást navigačního systému se však musejí mladí jedinci naučit a není jasné, jak se orientují při své první migraci. Jako jediní savci jsou také schopni vnímat polarizované světlo a využít jej ke kalibraci magnetického kompasu (Greif a kol. 2014). Poslední výzkumy naznačují, že migrace netopýřů neprobíhají přímým směrem, ale jedinci se spíše krajinou potulují ve směru dálkové migrace. Mohou také využívat specifická místa pro zastávky a těmto místům jsou dlouhodobě věrní (vysoká fidelita), podobně jako zimním a letním úkrytům.

Migrační chování je velmi zajímavý aspekt života netopýřů, který však doposud dostatečně neznáme. Bohužel, řada lidských činností představuje velké nebezpečí zejména pro druhy dálkových migrantů. Mohou narušit jejich přelety různými způsoby, ať už jde o rušení magnetické navigace netopýřů, nadměrné světelné znečištění, rozsáhlou urbanizaci (byť řada druhů běžně využívá i úkryty v lidských stavbách přímo ve městech), stavbu větrných elektráren podél migračních tras, nebo likvidaci biotopů využívaných k zastávkám a lovu. Ke zmírnění dopadů lidské činnosti je tedy zapotřebí nejen lepší znalost základních ekologických a evolučních principů migrace netopýřů, ale zároveň široká mezinárodní spolupráce. Areály migrujících druhů totiž zahrnují značné geografické oblasti, které obvykle překračují různé federální nebo mezinárodní hranice.

Seznam použité a doporučené literatury uvádíme na webové stránce Živý.