

CERTIFIKOVANÁ METODIKA



BIOLOGICKÉ INVAZE

**V ENVIRONMENTÁLNÍ VÝUCE
PRO DRUHÝ STUPEŇ ZÁKLADNÍCH ŠKOL
A NIŽŠÍ STUPEŇ VÍCELETÝCH GYMNÁZIÍ**



Patoková a kol. 2024

Vzdělávací program pod záštitou Ministerstva životního prostředí ČR

Metodika vznikla v rámci řešení projektu

DivLand – Centrum pro krajinu a biodiverzitu (SS02030018).



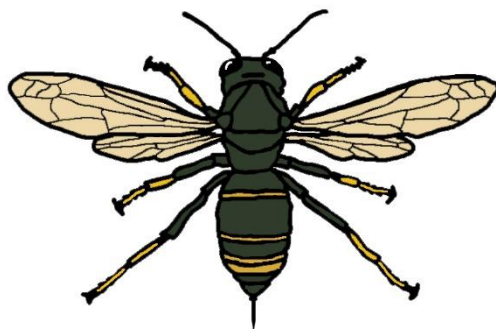
**T A
Č R**

Tento projekt je spolufinancován se státní podporou Technologické agentury ČR a Ministerstva životního prostředí v rámci **Programu Prostředí pro život**.

www.tacr.cz

www.mzp.cz

Dále podpořeno projektem „Zapojení mládeže do ochrany kriticky ohrožených druhů ryb v rámci opatření pro zadržení vody“ (č. 230200002) z programu Environmentální vzdělávání, výchova a osvěta financovaného z Národního plánu obnovy (NPŽP-NPO 6.1.J).



**Vydala Česká zemědělská univerzita v Praze ve svém
nakladatelství**

ISBN (tištěná verze): 978-80-213-3431-1

ISBN (elektronická verze): 978-80-213-3432-8

Biologické invaze v environmentální výuce pro druhý stupeň základních škol a nižší stupeň víceletých gymnázií

Certifikovaná metodika

Mgr. Barbora Patoková¹

doc. Ing. Jiří Patoka, Ph.D., DiS.^{1,2}

doc. Ing. Kateřina Berchová Bímová, Ph.D.³

Ing. Tomáš Görner, Ph.D.⁴

doc. PhDr. Kateřina Jančaříková, Ph.D.^{5,6}

prof. Ing. Lukáš Kalous, Ph.D.²

doc. Mgr. Oldřich Kopecký, Ph.D.⁵

Mgr. Vladimír Kořen⁷

Ing. Karel Novák, Ph.D.⁸

Ing. Jan Pergl, Ph.D.⁹

Mgr. Lenka Saska¹⁰

RNDr. Jiří Skuhrovec, Ph.D.⁹

RNDr. Marek Šmejkal, Ph.D.¹⁰

Ing. Barbora Vodáková, Ph.D.²

prof. RNDr. Petr Pyšek, CSc.⁹

¹ Katedra preprimárního a primárního vzdělávání, Pedagogická fakulta, Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem

² Katedra zoologie a rybářství, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Česká zemědělská univerzita v Praze

³ Katedra aplikované ekologie, Fakulta životního prostředí, Česká zemědělská univerzita v Praze

⁴ Oddělení speciálních agend druhové ochrany, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha

⁵ Katedra biologie a ekologie, Fakulta přírodovědně-humanitní a pedagogická, Technická univerzita v Liberci

⁶ Centrum podpory přírodovědného vzdělávání & katedra biologie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem

⁷ Ústav pro životní prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova

⁸ Střední odborná škola a Střední odborné učiliště, Kladno

⁹ Oddělení ekologie invazí, Botanický ústav Akademie věd České republiky

¹⁰ Gymnázium prof. Jana Patočky, Praha 1

⁹ Tým Funkce biodiverzity bezobratlých a rostlin v agroekosystémech, Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha - Ruzyně

¹⁰ Oddělení ekologie ryb a zooplanktonu, Hydrobiologický ústav, Biologické centrum Akademie věd České republiky

✉ bpatokova@gmail.com; patoka@af.czu.cz

Vydavatel: Česká zemědělská univerzita v Praze

Adresa vydavatele: ČZU v Praze, Kamýcká 129, 165 00 Praha – Suchbátka

Tiskárna: H. R. G. spol. s r. o., Svitavská 1203, 570 01 Litomyšl

Druhý díl série, vydání první

Rok vydání: 2024

Počet stran: 292

Náklad: 1000 ks



Doporučená citace:

Patoková B. et al. (2024) Biologické invaze v environmentální výuce pro druhý stupeň základních škol a nižší stupeň víceletých gymnázií. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, ISBN: 978-80-213-3431-1

Metodika byla schválena Ministerstvem životního prostředí ČR
pod číslem jednacím: **MZP/2024/630/2497**

Ministerstvo životního prostředí

Podpořeno Vzdělávacím institutem Středočeského kraje



Autoři fotografií jsou uvedeni za popiskem zkratkou v hranaté závorce:

Surya Genta Akmal [SGA], Kateřina Berchová Bímová [KB], Martin Bláha [MB], Tomáš Görner [TG], Kateřina Jančaříková [KJ], Lukáš Kalous [LK], Jiří Patoka [JP], Barbora Patoková [BP], Jan Pergl [JPe], Lenka Saska [LS], Marek Šemro [MŠe], Marek Šmejkal [MŠ], Martin Vojík [MV]

Ilustrace: Jiří Patoka, Barbora Perglová

Jazyková korektura: Barbora Patoková

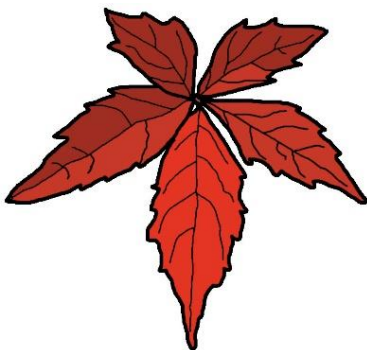
Odborně lektorovali: RNDr. Jindřich Novák, Ph.D. (Česká inspekce životního prostředí), PhDr. Roman Kroufek, Ph.D. (Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem)

Poděkování: Za ideovou i finanční podporu děkujeme paní poslankyni Mgr. Nině Novákové a výrobci akvarijních krmiv Dajana Pet s. r. o.



Upozornění pro čtenáře a uživatele této publikace

Metodiku i v ní obsažené materiály, jako jsou fotografie, pracovní listy, plakáty a další, je možné použít jen k výukovým účelům nekomerčního charakteru. Dostupné materiály a aktuální edici naleznete ke stažení na webových stránkách Agentury ochrany přírody a krajiny (AOPK ČR): **invaznidruhy.nature.cz**, případně si o ně můžete napsat na výše uvedené kontaktní emailové adresy.



S biologickými invazemi jsou zpravidla spojeny negativní dopady na životní prostředí. Fotografie na následující straně ovšem ukazují složitost mezidruhových vztahů spojených se zavlečením nepůvodních druhů rostlin a živočichů, kdy může původní druh mít v některých případech z nepůvodního dokonce prospěch (obr. 1 a 2), nebo může jeden invazní druh lovit jiný, který je ovšem též invazní. Na problematiku je proto třeba nahlížet komplexně a bez nepodloženého a emocemi řízeného zápalu. Proto je náplní této metodiky představení tématu biologických invazí v souvislostech podložených aktuálními vědeckými poznatky.



Obr. 1: Velká samotářská včela drvodělka rodu *Xylocopa* patří mezi hmyz vyhledávající na nektar bohaté květy v ČR nepůvodních a potenciálně invazních komulí rodu *Buddleja*, což zvyšuje atraktivitu těchto keřů pro zahrádkáře a v této souvislosti i pravděpodobnost zavlečení komulí do volné přírody. [JP]



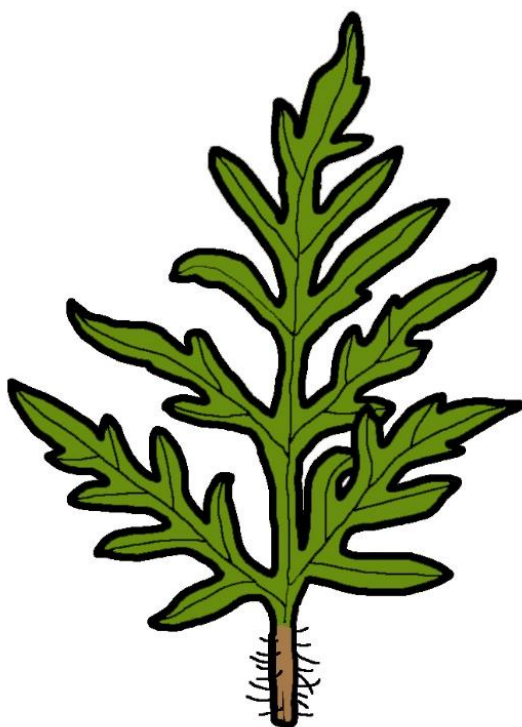
Obr. 2: Kvetoucí invazní tokozelka nadmutá (*Pontederia crassipes*) zcela pokrývající hladinu tůň uprostřed vysočiny na ostrově Nová Guinea. Tokoželka pochází z Jižní Ameriky, byla však zavlečena jako okrasná plovoucí rostlina do tropických oblastí po celém světě. Ač je invazní, její kořeny využívají mnozí bezobratlí živočichové jako úkryt. [JP]

OBSAH

1.	ÚVOD	13
1.1	Biologické invaze a jejich důsledky.....	13
1.2	Minulost a současnost výzkumu biologických invazí.....	20
1.3	Invazní proces: kritéria hodnocení a definice.....	21
1.4	Způsoby zavlékání	33
1.5	Teorie a hypotézy vysvětlující invaznost a invazibilitu	40
1.6	Vlastnosti invazních druhů a jejich interakce s ostatními faktory ..	45
1.7	Vztahy mezi organizmy	56
2.	FORMÁLNÍ ČÁST	58
2.1	Environmentální výchova – celosvětové téma	58
2.1.1	Environmentální výchova v ČR	63
2.1.2	Výuka zaměřená na biologické invaze	65
2.2	Co je to příroda?	70
2.2.1	Postoje k přírodě a interpretace pojmu příroda.....	71
2.2.2	Environmentální etika	81
2.2.3	Rozdílné vnímání přírody	83
2.3	Výuka zaměřená na biologické invaze v ČR.....	86
2.3.1	Didaktické zásady ve výuce	91
2.3.2	Prospěšná role zoologických a botanických zahrad, chovatelských zařízení a ekocenter v environmentální výchově.....	93
2.4	Komunikace, argumentace a vysvětlování	100
2.5	Občanská věda	104

2.6	Legislativa zaměřená na biologické invaze	110
2.7	Management invazních druhů	113
2.7.1	Předcházení invazím.....	113
2.7.2	Mechanické metody eradikace u rostlin	119
2.7.3	Mechanické metody eradikace u živočichů.....	121
2.7.4	Chemické metody eradikace u rostlin	122
2.7.5	Chemické metody eradikace u živočichů.....	125
2.7.6	Kombinace mechanických a chemických metod	126
2.7.7	Biokontrola.....	127
2.7.8	Odchyt do pastí	129
2.7.9	Sběr a lov.....	132
2.8	Komentované příklady biologických invazí	133
2.8.1	Invazní živočichové.....	133
2.8.2	Invazní rostliny	158
3.	PRAKTICKÁ ČÁST	187
3.1	Propojení metodiky s rámcovým vzdělávacím programem	187
3.2	Hry a aktivity	191
3.2.1	Za rozmanitostí slunéček východních.....	192
3.2.2	Monitoring sršně asijské	194
3.2.3	Kdo je kdo?.....	196
3.2.4	Staň se žurnalistou	200
3.2.5	Vesmírní vetřelci	201
3.2.6	Líbí – nelíbí	214
3.2.7	Žbluňk!	217
3.3	Pracovní listy a úkoly.....	231

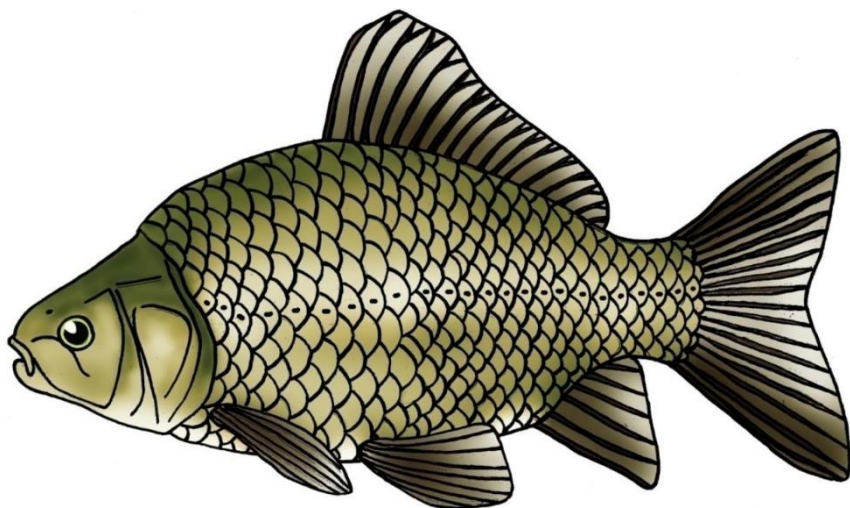
3.4	Plakáty a letáky	243
3.5	Komiks	252
4	SLOVNÍK POJMŮ	258
	POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY.....	264
	POUŽITÁ LITERATURA.....	265



Cíl metodiky

Hlavním cílem této metodiky je ucelené představení tématu biologických invazí, které jsou v dnešním globalizovaném světě celosvětovou hrozbou pro biodiverzitu. Cílovou skupinou jsou pedagogové pro druhý stupeň základních škol a nižší stupeň víceletých gymnázií.

Metodika by měla sloužit jako teoretický základ především pro rozšíření vzdělávací oblasti Člověk a příroda a pro realizaci environmentální výchovy, případně budoucích souvisejících průřezových témat. Informace v ní obsažené poskytnou pedagogům dostatečný teoretický rámec a návodné scénáře, jak problém biologických invazí a souvisejících rizik žákům vyložit a jak s nimi látku náležitě procvičit. Metodika tematicky navazuje na první díl série, který je určený pro první stupeň základních škol.



Doprovodné ilustrace použité v metodice:



mýval
severní

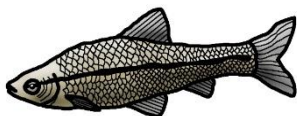


slunéčko
východní

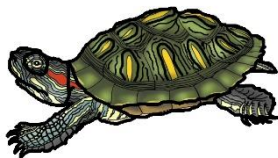
psík
mývalovitý



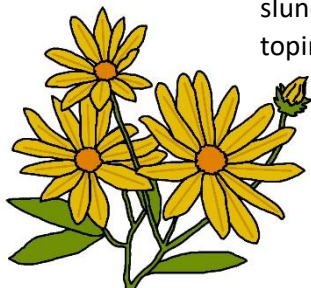
střevlička východní



želva nádherná



slunečnice
topinambur



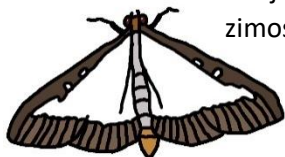
loubinec pětिलistý



ambrózie
peřenolistá



zavíječ
zimostrázový



šišky borovice
vejmutovky

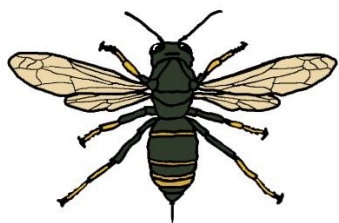


králík
divoký



husice nilská





sršeň asijská



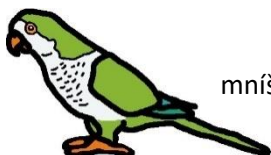
plzák
španělský



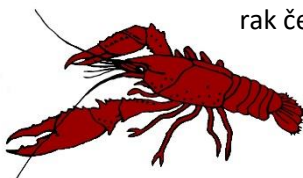
mandelinka
bramborová



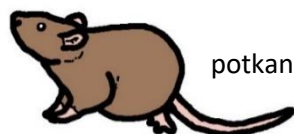
norek
americký



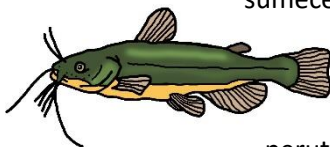
mníšek šedý



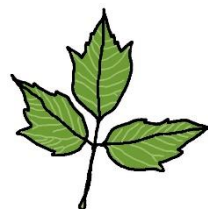
rak červený



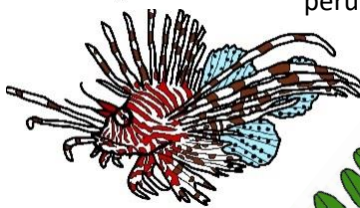
potkan obecný



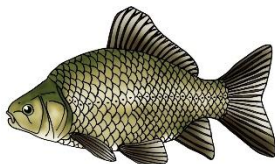
sumeček černý



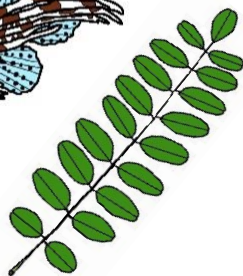
javor
jasanolistý



perutýn ohnivý



karas
stříbřitý



trnovník akát

křídlatka
japonská



pajasan žláznatý

1. ÚVOD

1.1 Biologické invaze a jejich důsledky

Biologické invaze, tedy záměrné i neúmyslné zavlékání, vedoucí k uchycení a šíření nepůvodních rostlin, živočichů a mikroorganismů, spojené s rozsáhlými environmentálními i socioekonomickými škodami, patří mezi intenzivně diskutovaná témata současné ekologie (Pergl et al. 2016; Vilà & Hulme 2017; Haubrock et al. 2022). Jak už tomu v dynamicky se rozvíjejících vědeckých oborech s dopadem na lidskou společnost bývá, ne vždy jsou však předkládána správná fakta a argumenty; snadno se pak vyvozují mylné závěry, na jejichž základě se nabízejí jednoduchá řešení, která často mohou situaci ještě zhoršit. V první řadě je třeba si uvědomit, že zdaleka ne každý nepůvodní druh je invazní; naopak, do této fáze dospěje jen malá část z nich, odhady se zpravidla pohybují někde mezi 10 až 20 % z celkového počtu zavlečených. U některých nepůvodních druhů může společenský či komerční zájem převážet nad ochranou přírody, i když jde často o velice kontroverzní záležitost. U takových druhů je třeba zvážit, kde a za jakých podmínek je možné je pěstovat či chovat a kde naopak upřednostnit zájmy ochrany přírody – příkladem jsou druhy využívané včelaři, jako třeba trnovník akát či klejicha hedvábná (obr. 3).



Obr. 3: Klejicha hedvábná (*Asclepias syriaca*) je rostlina, která se ráda šíří větrem, lehounké chmýří umožňuje semínku cestovat daleko. [JPe]

Nemá tedy smysl slepě zakazovat a legislativně omezovat využívání všech nepůvodních druhů, jak bývá invazním biologům i ochranářům někdy neprávem podsouváno. Mnoho druhů je však prokazatelně vysoce rizikových a jejich přítomnost na novém území znamená negativní důsledky pro přírodu i pro člověka samotného; v takovém případě musí potenciální ekonomický přínos ustoupit a nastupují opatření, která mají zabránit šíření.

Pokud se takové nebezpečné druhy v daném území ještě nevyskytují, je nejlepší cestou prevence, tedy zabránit jejich zavlečení či se o to alespoň pokusit. V ideálním případě můžeme pomocí vhodně zvolených opatření snížit riziko biologických invazí, aniž bychom zbytečně omezovali produkční a zájmové chovy, pěstování a další způsoby využití cenných a zároveň prokazatelně málo nebezpečných druhů. Pro nalezení společných postojů je třeba rozvíjet komunikaci s veřejností i dalšími zainteresovanými stranami (s výzkumníky, učiteli, chovateli, zemědělci, zahradníky, obchodníky, ochranáři aj.). Jedině tak může dojít k názorové shodě a mohou vzniknout společné návrhy řešení. Takto pojatý management představuje zásadní krok k udržitelnému využívání přírodních zdrojů a ochraně biodiverzity tím, že do často ideologizovaného pojetí řešení vnese aspekt odborného posouzení.



Biologické invaze patří mezi nejvíce rezonující současné problémy životního prostředí, zejména ochrany původních druhů a jejich stanovišť (Lodge et al. 1993). A kolik je vlastně na světě nepůvodních druhů? Globální odhady počtů se sice různí podle toho, jaký zdroj citujeme, zevrubnou představu si nicméně udělat lze. Nedávno vydaná zpráva Mezivládního panelu pro biodiverzitu a ekosystémové služby (IPBES) věnovaná biologickým invazím uvádí, že ve světě je evidováno 37 000 naturalizovaných nepůvodních druhů (tedy takových, které tvoří trvalou součást místních rostlinných a živočišných společenství), z nichž asi 3500 je považováno za invazní a je u nich dokumentován negativní dopad (impakt) na polopřirozené a přirozené ekosystémy – do tohoto počtu dosud spadá přes 1000 druhů rostlin, téměř 2000 bezobratlých, 461 obratlovců a 141 mikroorganismů (IPBES 2023). Naturalizovaných (zdomácnělých) rostlin registrujeme přes 18 000 a pokud použijeme ekologické kritérium invaznosti (viz níže), dospějeme jen pro rostliny k číslu 2500 až 3000 invazních druhů (Pyšek et al. 2017; obr. 4).



Obr. 4: *Klejicha hedvábná* (*Asclepias syriaca*) je vysoká, nenáročná a silně vonící bylina původem ze Severní Ameriky. [JPe]

Není tedy divu, že takové počty se musejí někde projevit... Invaze mají v první řadě negativní dopad na biodiverzitu. Nejnovější studie ukazují, že se invazní druhy podílely, samy o sobě nebo v kombinaci s jinými faktory, na 60 % z celkového počtu doložených globálních extinkcí (vymření) rostlin a živočichů; druhů, které mají taková vymírání na svědomí, je evidováno přes 200. Naprostá většina těchto případů, přes 90 %, byla zaznamenána na ostrovech, které jsou obecně kvůli své evoluční izolovanosti a s ní související zranitelnosti místní bioty k invazím obzvláště náchylné (IPBES 2023). Nejkriklavější příklady druhů, které mají na svědomí největší počty extinkcí, představují savci – potkani a krysy (*Rattus norvegicus*, *R. rattus*, *R. exulans*; obr. 5), zdivočelé kočky (*Felis catus*) či liška (*Vulpes vulpes*).



Obr. 5: Uhynulý divoký potkan nalezený na pražském Slovanském ostrově.

[BP]

Původce podobných katastrof však najdeme i mezi jinými skupinami obratlovců, například hady (např. bojga hnědá, *Boiga irregularis* na tichomořském ostrově Guam) nebo rybami (např. robalo nilský, *Lates niloticus*, jehož invazi ve Viktoriině jezeře odneslo mnoho druhů endemických cichlid), ale i mezi bezobratlými (např. severoamerický rak červený, *Procambarus clarkii*, šířící se v Evropě, Africe, Jižní Americe i Asii; obr. 6). Příklady invazních druhů a negativních dopadů spojených s jejich šířením jsou uvedeny v kapitole 2.8.



Obr. 6: Mladí raci červení (*Procambarus clarkii*) v transportní krabičce. [JP]

Pravděpodobně největší hrozbou, která ohrožuje téměř 400 druhů obojživelníků po celém světě, jsou mikroskopické houby *Batrachochytrium dendrobatidis* a *B. salamandrivorans* způsobující onemocnění zvané chytridiomykóza. Poprvé bylo toto onemocnění zjištěno v roce 1933 u afrických drápatek rodu *Xenopus* (Soto-Azat et al.

2009; obr. 7). Dnes má na svědomí vyhynutí třetiny všech druhů žab v různých částech světa, hlavně v Americe a Austrálii (Pyšková 2018). A tak bychom mohli pokračovat...



Obr. 7: *Drápatka vodní (Xenopus laevis)* je oblíbeným akvariijním obojživelníkem. [JP]

Změny ve složení flóry a fauny invadovaných oblastí (mezi nejzasazenější v tomto ohledu patří západní pobřeží Severní Ameriky, jižní Afrika, Austrálie, Nový Zéland, některé oblasti východní Asie, Havajské ostrovy a další; Dawson et al. 2019) vedly k fenoménu tzv. biotické homogenizace, což znamená, že oblasti ležící v různých částech světa jsou si z hlediska složení flóry a fauny podobné, protože nejrozšířenější invazní druhy se vyskytují téměř všude (staly se z nich **kosmopolitní druhy**; obr. 8); postupně se tak vytrácí biologická

unikátnost jednotlivých oblastí (Yang et al. 2021). Ačkoliv některé invazní druhy mohou mít i pozitivní vliv na původní biotu – např. pěvec kruhoočko je i mimo svůj původní areál rozšíření dobrým přenašečem pylu, čímž alespoň částečně kompenzuje ztráty na původních opylovačích (Pattimore & Wilcove 2012; obr. 9), negativní dopady zpravidla výrazně převažují.



Obr. 8: Vrabec domácí (*Passer domesticus*) doprovází člověka a jeho zemědělskou činnost již po více než jedenáct tisíc let. V důsledku úspěšného zavlečení na všechny kontinenty (vyjma Antarktidy) se stal kosmopolitním druhem a nejpočetnějším volně žijícím ptákem planety. [JP]



Obr. 9: Převážně hmyzožraví pěvci kruhoočka rodu *Zosterops* byli zavlečeni na různé ostrovy v Tichém oceánu včetně Havaje a Nového Zélandu. [JP]

Invazní druhy ovlivňují i fungování celých ekosystémů, mění hydrologický režim, přísun živin, intenzitu a načasování disturbancí, strukturu habitatů, narušují trofické vazby a vztahy mezi rostlinami a opylovači (Pyšek et al. 2020). V neposlední řadě invaze působí i značné ekonomické škody. Ty jsou v současnosti odhadované celosvětově na 423 miliard dolarů za rok – sem spadají ztráty v zemědělství a lesnictví, znehodnocení potravin, vznik a přenos nemocí a dopad na kvalitu života lidí. Tyto dopady tvoří přes 90 % odhadovaných nákladů a jen 8 % jsou přímé náklady na samotný management (IPBES 2023).

Z uvedených skutečností tedy jasně vyplývá, že se biologické invaze týkají každého člověka. Přesto, a to považujeme za alarmující, není tomuto tématu ve vzdělávacím systému věnována dostatečná pozornost.

1.2 Minulost a současnost výzkumu biologických invazí

Invazní biologie je disciplínou relativně mladou, která od svého vzniku v polovině 20. století prošla bouřlivým rozvojem. Zásluhy za založení oboru se přisuzují anglickému zoologovi Charlesi Sutherlandovi Eltonovi (obr. 10), který v roce 1958 vydal v londýnském nakladatelství Methuen přelomovou knihu s názvem *The Ecology of Invasions by Animals and Plants*. Řada vůdčích osobností oboru tuto knihu dodnes považuje za historický milník. První zmínky o zavlékání organismů mimo místa jejich původního výskytu však



Obr. 10: Charles S. Elton. [JP]

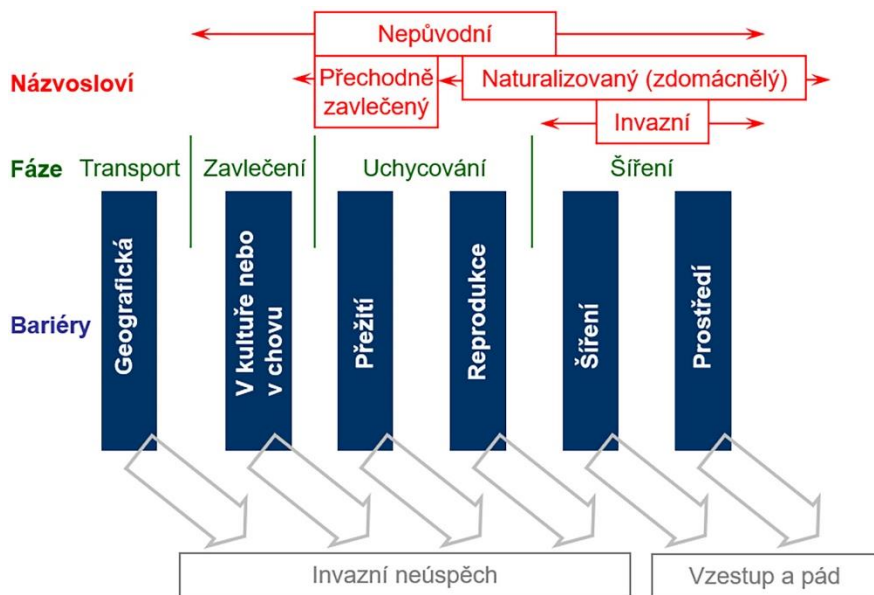
nalezneme již o století dříve, v dílech slovutných přírodovědců 19. století, včetně Charlese Darwina (na základě jeho úvah byla dokonce formulována jedna z důležitých a dodnes často testovaných hypotéz).

Jak šel čas, výzkum invazí se měnil a není bez zajímavosti si to připomenout. V době Darwinově se jednalo o klasické popisné zachycování pozorovaných skutečností a jejich interpretaci, pro něž se nabízí obecný termín přírodopis (ještě dříve označovaný též jako „přírodoskum“; Staněk 1843), se silným nádechem toho, čemu dnes říkáme biogeografie. Moderní ekologie nastoupila ve chvíli, kdy se do věci vložil Charles Elton; ten si jako první uvědomil hrozbu, kterou invaze již v té době představovaly, a upozornil na ni, což vzbudilo zájem ochrany přírody. Další zásadní změny přišly s postupnou globalizací vědy a vzrůstajícím vědomím, že biologické invaze, jejich dopady a management vyžadují zapojení a spolupráci celé řady disciplín, včetně ekonomiky, sociologie, politiky a dalších humanitně zaměřených oborů. Nejnovější důležitý počín představuje již zmíněná, v září 2023 vydaná, zpráva Mezivládního panelu pro biodiverzitu a ekosystémové služby (IPBES) věnovaná biologickým invazím, která shrnuje dosavadní poznatky a podílelo se na ní téměř tři sta expertů z celého světa (IPBES 2023).

1.3 Invazní proces: kritéria hodnocení a definice

Přestože se na přelomu století začala prosazovat snaha hledat zákonitosti invazí platné pro širší okruh organismů a prostředí, obecný integrující rámec dlouho chyběl. Zatímco botanici definovali svoje kategorie pomocí překonávaných bariér (Richardson et al. 2000), zoologové kladli důraz na populace v různých fázích invaze. Až později byl navržen jednotný obecný rámec (obr. 11), který invazi popisuje jako proces, při němž druh musí překonat socioekonomické, geografické

a ekologické bariéry, aby se dostal do dalšího stadia invaze, definovaného na základě populačně ekologických kritérií (Blackburn et al. 2011).



Obr. 11: Zobecnění invazního procesu aplikovatelné na všechny organizmy ve všech typech prostředí. Invazní proces si lze představit jako sérii stadií oddělených bariérami, které druh musí překonat, aby se dostal do stadia následujícího. Při každém přechodu dochází k určitým ztrátám, proto jen část z celkového počtu zavlečených druhů úspěšně zdomácní, nebo dokonce invaduje. V některých případech může druh po období vrcholného stadia invaze ustoupit a dále přežívat v podobě méně početných naturalizovaných populací (tzv. vzestup a pád, „boom and bust“). Převzato z Pyšek (2018), upraveno podle Blackburn et al. (2011).

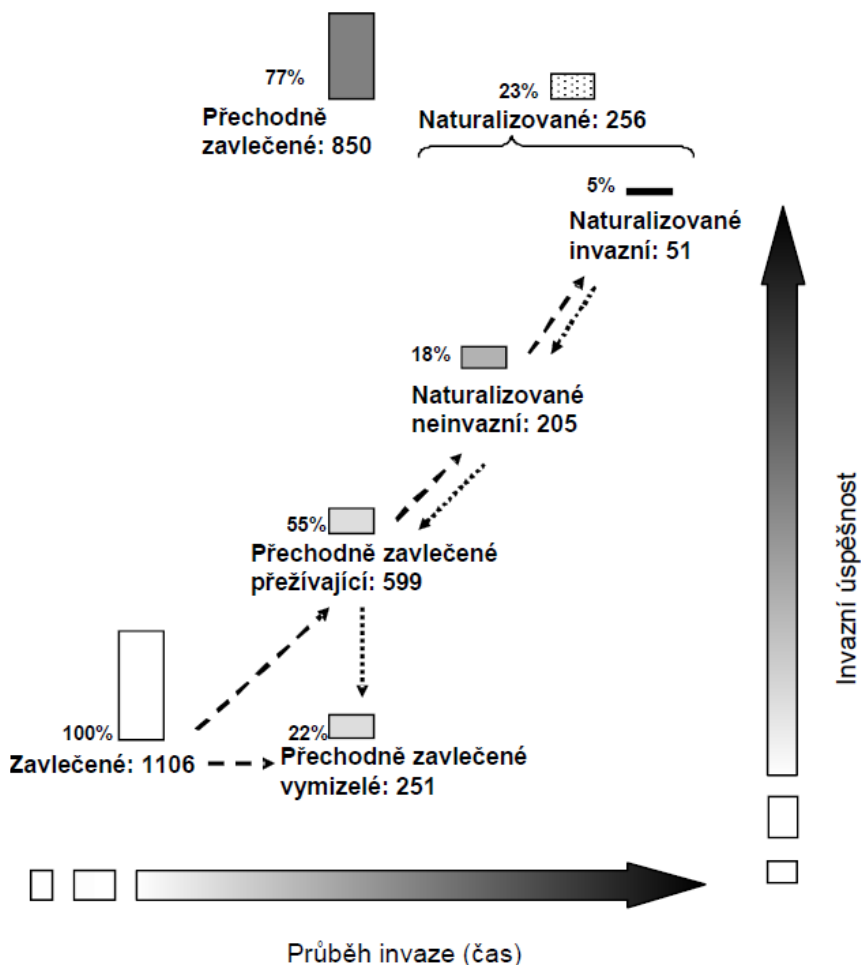


Důležité je si uvědomit, že pro zjednodušení hovoříme většinou o druzích, ve skutečnosti jsou to ale populace, co invaduje – v rámci jednoho druhu a v různých podmínkách prostředí mohou mít různý status, časté jsou případy, kdy populace určitého druhu jsou někde invazní, v jiném území ale nikoli.

Ztráty při přechodech mezi stadii invazního procesu lze ilustrovat na příkladu nepůvodních druhů květeny České republiky. Z přechodně zavlečených druhů, které se u nás vyskytují kvůli průběžnému zplaňování (obr. 12) či opakovanému zavlékání a netvoří stabilně se rozmnožující populace, zhruba 30 % vymizelo. V pokročilejších stadiích, kdy už jsou nepůvodní druhy naturalizované, zhruba 80 % setrvává v tomto stadiu a pouze pětina jich přechází do stadia invaze (Pyšek et al. 2012; obr. 13 a 14).



Obr. 12: *Mnoho oblíbených okrasných rostlin, jako kohoutek věncový (Lychnis coronaria), je schopno zplaňovat v přírodě. [JPe]*

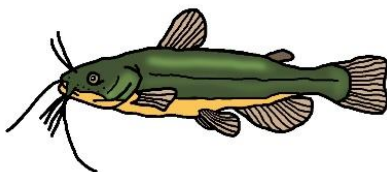


Obr. 13: Ztráty při přechodech mezi stadii invaze ilustrované na příkladu 1106 nepůvodních druhů (neofytů) v květeně ČR. Tento počet představuje 100 %. Pro každé stadium je uveden počet druhů, které jej dosáhly. Výška sloupce odpovídá podílu z celkového počátečního počtu (v %). Přechodně zavlečené druhy jsou rozděleny na ty, které v území přežívají (71 %) a ty, které vymizely (29 %). Naturalizované druhy jsou rozděleny na neinvazní, jež setrvávají v tomto stadiu (80 %) a ty, které se staly invazními (20 %). Tečkované šipky znázorňují neúspěšné přechody do dalších stadií. Podle Pyška (2018).



Obr. 14: Na území ČR jsou naturalizované různé polní plevely, jako je hojně se vyskytující vlčí mák (*Papaver rhoeas*). [JP]

Od výše popsaného průběhu invazního procesu se odvíjí terminologie. Ta je tradičně v invazní biologii jablkem sváru; dlouhou dobu se používalo neúnosně velké množství různých termínů. V rostlinných invazích přinesla určitý konsensus až práce, která zavedla zmíněný systém bariér (Richardson et al. 2000); ta byla akceptována velkou částí rostlinných ekologů studujících invaze po celém světě. Existuje však rozdíl mezi terminologií používanou v odborné ekologické literatuře a tou, kterou používá legislativa, například v Úmluvě o biologické rozmanitosti (CBD) a v dokumentech vydaných Mezinárodní unií pro ochranu přírody a přírodních zdrojů (IUCN), Radou Evropy a Evropskou komisí. Níže uvedená česká terminologie vychází z konvencí používaných v odborné mezinárodní ekologické literatuře (Pyšek et al. 2008).



- **Původní druh** na daném území vznikl v průběhu evoluce.
- **Nepůvodní druh** se na nové území dostal v důsledku činnosti člověka z oblasti, ve které je původní, nebo přirozenou cestou z území, ve kterém je nepůvodní.
- **Přechodně zavlečený druh** je ten, jehož přežívání v území závisí na opakovaném přísunu tzv. propagulí (část organismu sloužící k jeho šíření a reprodukci) či dalších jedinců v důsledku lidské činnosti; pokud se rozmnožuje mimo hospodářské a zájmové chovy či pěstování, pak pouze přechodně (obr. 15).
- **Naturalizovaný druh** je zavlečený druh, který se na novém území pravidelně rozmnožuje po dlouhou dobu a nezávisle na činnosti člověka. V české literatuře se někdy setkáváme i se synonymním termínem „zdomácnělý“ (obr. 16 a 17).
- **Invační druhy** tvoří podskupinu naturalizovaných druhů, která se na novém území rychle šíří na značné vzdálenosti od mateřských populací, zpravidla obsazují rozsáhlé území a často v kolonizovaných společenstvech převládají (obr. 18). Tato definice vychází z ekologického hlediska, je založena na schopnosti šíření – podle ní druh může být považován za invační, aniž by vykazoval významný negativní impakt (což je termín, který se používá pro důsledky invazí a jejich dopad na invadovaná společenstva a ekosystémy). Podle prakticky zaměřené výše zmíněné definice IUCN jsou naproti tomu za invační považovány pouze druhy, jejichž invaze má negativní dopad na společenstva rostlin a živočichů, a to pouze na přirozených a polopřirozených stanovištích. Z ekologického hlediska však nehraje typ stanoviště roli, druh může být invační, i když se vyskytuje pouze na člověkem vytvořených stanovištích. Někdy se setkáváme s termínem „invazivní“, z praktických důvodů a kvůli odlišení od homonymního termínu používaného v medicínských oborech je však vhodnější používání již ustálené formy „invační“ (Černá 2018).

Z celkového počtu 595 nepůvodních druhů živočichů udávaných pro území ČR se za invazní považuje 113 (Šefrová & Laštůvka 2005); u rostlin je to 75 z 1576 nepůvodních druhů (Pyšek et al. 2022). Tato čísla samozřejmě nejsou konečná, zachycují status quo v době publikace a v průběhu času se mění; počty naturalizovaných druhů obecně přibývají a v globálním měřítku platí, že téměř 40 % všech invazních druhů během posledních padesáti let v nových oblastech zdomácnělo (Seebens et al. 2017).



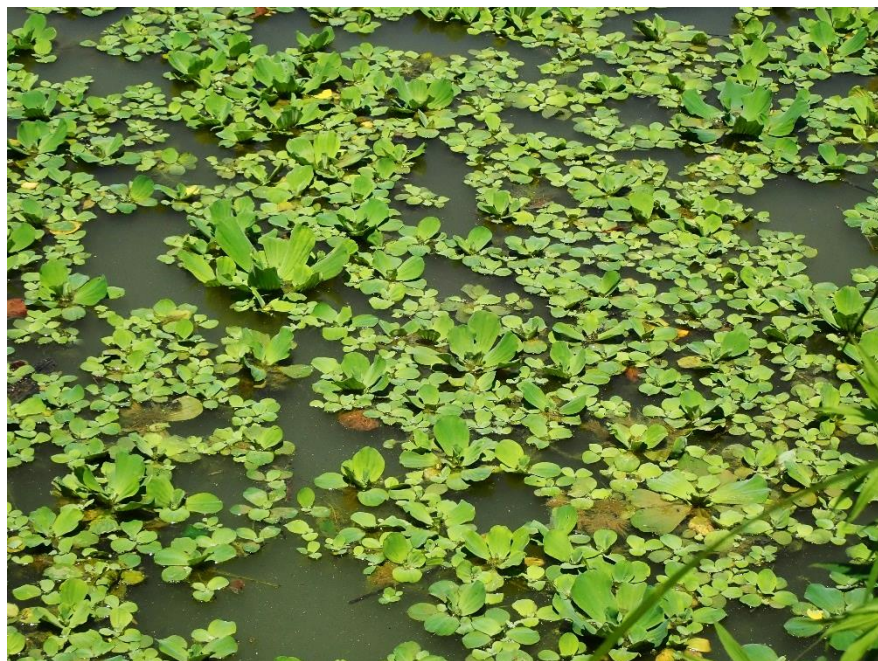
Obr. 15: *Tropický rak červenoklepetý* (*Cherax quadricarinatus*) je teplomilným druhem a jako takový na většině území Evropy nedokáže úspěšně přezimovat. Nálezy jedinců uniklých či vypuštěných ze zájmových chovů proto nenaplňují definici biologické invaze a druh je v mírném klimatickém pásmu považován jen za přechodně zavlečený. [JP]



Obr. 16 a 17: Vlčí mák, správně mák vlčí (*Papaver rhoeas*; *nahoře*) a hrdlička zahradní (*Streptopelia decaocto*; *dole*) patří mezi druhy na území ČR nepůvodní. Pravidelně se zde rozmnožují, za invazní však považovány nejsou.

[KJ a JP]





Obr. 18: Plovoucí babelka řezanovitá (*Pistia stratiotes*) se za příhodných podmínek rychle rozrůstá a na lokalitě dominuje (tůň Topla u obce Čatež ve Slovinsku). [JP]

Je také třeba mít na paměti, že každý organismus (tedy i invazní) je někde původní. Ojediněle nalézáme i příklady druhů, které jsou ve svém přirozeném areálu výskytu ohrožené, jinde se ale projevují invazně – jedná se o tzv. ochranářský paradox (neboli paradox v ochraně přírody). Největší sladkovodní kostnatá ryba arapaima velká (*Arapaima gigas*) a trnuchy rodu *Potamotrygon* jsou v jejich domovině v Brazílii ohrožené vyhubením, avšak jsou invazní v Indonésii (Marková et al. 2020; Jerikho et al. 2023; obr. 19). Podobným případem je vačnatec kusu liščí (*Trichosurus vulpecula*), v domovské Austrálii chráněný, na Novém Zélandu však patří k nejhorším invazním druhům. Jeden z nejrozšířenějších primátů světa, makak jávský (*Macaca fascicularis*), je

na mnoha místech mimo svůj původní areál výskytu invazní, poté, co unikl ze zařízení, ve kterých byl držen pro biomedicínské účely. Zároveň se však ve své domovině musí potýkat se ztrátou biotopů, intenzivním vybíjením a nadměrným využíváním pro komerční účely (Gamalo et al. 2020). V akvaristice využívání novoguinejští raci rodu *Cherax* čelí ve své domovině intenzivnímu tlaku ze strany lovců, zároveň byli ale objeveni v termálních vodách v Maďarsku, do kterých je patrně vypustil nezodpovědný chovatel (Weiperth et al. 2020; obr. 20).



Obr. 19: Jihoameričtí sladkovodní živorodí rejnoci trnuchy rodu *Potamotrygon* jsou chováni pro akvarijní účely mimo jiné i na Jávě a vytvořili rozmnožující se populaci na východě tohoto tropického ostrova v řece Brantas. [JP]



Obr. 20: V akvaristice populární rak *Cherax wagenknechtae* je endemickým druhem vyskytujícím se na Nové Guineji, zároveň byl však introdukován do Maďarska. [BP]

Kromě termínů popisujících, nakolik úspěšná či neúspěšná byla invaze určitého druhu, se v invazní biologii a ekologii běžně používají i další pojmy, odrážející to, jak výsledek invaze ovlivňuje čas, vlastnosti prostředí, způsob zavlékání a jeho intenzitu.

- **Čas od zavlečení** udává, jak dlouhá doba uplynula od zavlečení druhu na určité území. U mnoha druhů skutečné datum, kdy k zavlečení došlo, neznáme, a proto je odvozujeme od nejstaršího záznamu.
- **Neobiota** je termín, který také souvisí s časem od zavlečení, označuje rostliny a živočichy introdukované po roce ~1500 (odvozuje se od objevení Ameriky, kdy se pro přesun organismů mezi kontinenty otevřely nové možnosti). Organismy, které se dostaly na nové území dříve (v Evropě se jedná o období od počátků neolitického zemědělství po konec středověku), se označují jako **archeobiota**; pro rostliny analogicky rozlišujeme archeofyty a neofyty (obr. 21).

- **Invadovanost** je vlastnost společenstva, stanoviště, biotopu nebo území, která vyjadřuje, do jaké míry je systém invadován; měří se počtem, pokryvností či jinou charakteristikou nepůvodních druhů nebo jejich relativním zastoupením vzhledem k druhům původním.
- **Invazibilita** je náchylnost společenstva, stanoviště, biotopu nebo území k invazi. Rozdíly v invadovanosti totiž mohou být způsobeny čistě rozdíly v počtu nepůvodních druhů, které se do systému dostanou; abychom podchytili, nakolik je náchylný nebo odolný vůči invazím, musíme zohlednit procesy imigrace a extinkce. Mírou invazibility je, s jakou úspěšností ve společenstvu, biotopu či území nepůvodní druhy přežívají – čím lépe se jim to daří, tím větší náchylnost k invazi, a tedy vyšší invazibilita.
- **Přísun propagulí** udává množství rozmnožovacích částic nepůvodních druhů, které se do systému dostávají, a intenzitu, s jakou se to děje. Přesnější vyjádření tohoto parametru je typické zejména pro ptačí invaze, kde je často známa frekvence introdukcí a počet jedinců připadajících na jednu introdukci. Se zvyšujícím se přísunem propagulí určitého druhu roste pravděpodobnost, že invaze bude úspěšná.



Obr. 21: Ruiny zvěřince ve starověkém římském městě Carnuntum v Dolním Rakousku. V těchto zvěřincích se často objevovaly nepůvodní a exotické druhy zvířat. [JP]

1.4 Způsoby zavlékání

Klíčovým konceptem v invazní biologii je **způsob zavlečení**. Způsoby zavlékání (introdukce) invazních organismů je vhodné klasifikovat na základě toho, zda druh sám je dováženou komoditou či s importem komodity jeho zavlečení souvisí, nebo zda se na nové území dostane neúmyslnou činností člověka. Bylo navrženo schéma rozlišující šest základních způsobů, jež umožňuje zahrnout do uceleného systému nepůvodní rostliny i živočichy v suchozemském, sladkovodním i mořském prostředí (Hulme et al. 2008). Jedná se o únik z rostlinných kultur a chovů živočichů (botanické zahrady, zahradnictví, zemědělství, zoo, akvária, akvakultura...; obr. 22 a 23) či z lidské péče (privátní zahrádky, zájmové chovy, akvarijní a terarijní druhy apod.), transport s jinou komoditou (se zbožím či jiným organismem), cestování na způsob „černého pasažéra“ (šíření semen s dopravou, živočichů v lodních nádržích se zátěžovou vodou apod.; obr. 24) a záměrné vysetí či vysazení rostlin či vypuštění živočichů (obr. 25 a 26). Poslední kategorií je samovolné šíření v návaznosti na měnící se parametry prostředí, jako je klima či změny v charakteru krajiny. Důležitou podmínkou pro to, aby takový druh mohl být považován za nepůvodní, je jeho další šíření z území, na které byl předtím zavlečen. Ne vždy je jednoduché zaujmout jednoznačné stanovisko – před lety mediálně probírané objevení šakala obecného (*Canis aureus*) ve středních Čechách je spíše opačným případem, kdy druh samovolně rozšiřuje svůj přirozený areál kvůli měnícím se podmínkám prostředí (Pyšková et al. 2016). Řada evropských zemí jej však i tak považuje za druh invazní.

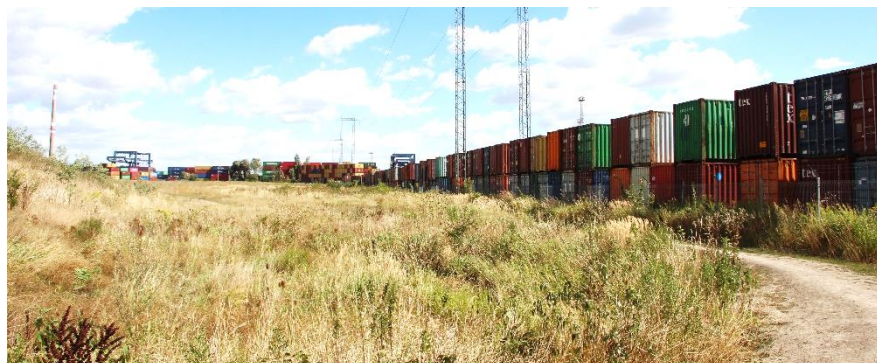




Obr. 22: Na tržišti ve městě Wamena na Nové Guineji prodávané sladkovodní ryby jsou na tomto ostrově nepůvodní – jedná se o kapry (*Cyprinus carpio*), tlamouny rodu *Oreochromis*, sumce keříčkovce rodu *Clarias* a hadohlavce rodu *Channa*. [JP]



Obr. 23: Hlemýžďík kropenatý (*Cornu aspersum*) je nejen v ČR chován na maso a pro využití slizu v kosmetice. Z těchto chovů pak často uniká i do přírody. [JP]



Obr. 24: Překladiště kontejnerů je jedním z míst, kde lze očekávat výskyt nových nepůvodních organismů. [JPe]



Obr. 25: Z východní Asie pocházející a v Evropě potenciálně invazní pavlovnie plstnatá (*Paulownia tomentosa*) je často záměrně vysazována jako okrasná dřevina. Tobolky obsahují velké množství malých a snadno šířitelných semenek. [JPe]



Obr. 26: Zrnožravý holoubek vlnkovaný (*Geopelia striata*), jehož domovem je jihovýchodní Asie, je jedním z druhů uniklých ze zájmových chovů (např. na Seychelách, Madagaskaru či na Havajských ostrovech). Do Evropy byl poprvé dovezen roku 1851 do zoologické zahrady v Amsterdamu v Nizozemsku. [JP]

Možnost rychlého přesunu lidí, zboží či zavazadel, např. lodní nebo leteckou dopravou mezi kontinenty (což je jeden z průvodních jevů globalizace) má bezesporu svoje pro člověka příjemné stránky, ale přírodě přináší řadu negativních důsledků. Kupříkladu vybudováním kanálů pro lodní dopravu došlo k propojení do té doby oddělených oblastí, což umožnilo bezprecedentní migraci a šíření invazních druhů; ještě 150 let po otevření Suezského kanálu se ve Středozemním moři objevují nové nepůvodní druhy přicházející touto cestou z Rudého moře a Indického oceánu. Člověk stále častěji záměrně či mimoděk přepravuje

přes přírodní bariéry (oceány, pouště, pohoří aj.) značné množství biologického materiálu – semena kulturních a okrasných rostlin či plevelů, která se přichytí na oděv a obuv nebo kontaminují převážené komodity, hospodářská i doma chovaná zvířata, ale také mikroorganismy, drobný hmyz, roztoče a další bezobratlé i menší obratlovce, kteří často nepozorováni cestují přichyceni k hostitelskému organismu, se zbožím či v zavazadlech (Padilla & Williams 2004; Hulme 2009; Patoka et al. 2016, 2020; obr. 27 a 28). Přírodní bariéru může tvořit i velká řeka. Kupříkladu Kongo, což je nejvodnatější řeka Afriky, má tak velký spád, silný proud a hloubku (až 230 m, jedná se o nejhlubší řeku světa), a je na ní tolik peřejí a kataraktů (stupňovitých vodopádů), že se na horním a dolním toku, u levého i pravého břehu vyvinuly odlišné rybí druhy (Harrison et al. 2016).



Obr. 27: Larva vodního brouka vodomila, která byla živá objevena společně s mnoha dalšími bezobratlými živočichy v běžné zásilce akvarijních rostlin dovezených ze Singapuru do České republiky. [MB]



Obr. 28: *Sladkovodní krab* *Parathelphusa convexa* byl z *Jávy* neúmyslně zavléčen na *Sumatru*, kde se šíří a škodí a hrabavým chováním poškozuje *rýžová pole*. [SGA]

Klíčovým faktorem při transportu organismů je nárůst mezinárodního obchodu – každý rok dochází k navýšování objemu přepraveného zboží. Zvyšuje se i intenzita cestování (pracovního i turistiky) a hlavně se zkracuje samotná doba cesty či transportu; právě to umožňuje dalším a dalším převáženým organismům cestu přežít. Historicky tomu přitom tak nebylo – unikátní studie využívající záznamy o převozu 23 druhů pěvců z Anglie na Nový Zéland ve druhé polovině 19. století například odhalila, že na 37 analyzovaných lodích přežila v průměru necelá třetina transportovaných ptáků (Pipek et al. 2020). U tropických ryb dovážených ve stejné době pro akvarijní účely byla zase klíčovou schopnost některých druhů nadechnout se nad hladinou, protože přepravní nádoby nebyly vybaveny žádnou provzdušňovací technikou – cestu z jihovýchodní Asie okolo Afriky do Evropy tak přežívaly především vzdušný kyslík dýchající labyrintky (rájovci,

bojovnice, čichavci), zatímco ostatní ryby cestou hynuly na udušení (Novák et al. 2020). V roce 1918 tvořily vzdušný kyslík dýchající ryby 98 % všech akvarijních druhů, v současné době však technický rozvoj a rychlost transportu umožňují přežití i mnoha dalším, jako jsou třeba cichlidy (obr. 29). I tak ale ryby schopné přijímat kyslík nejen z vody, ale i ze vzduchu, představují 71 % druhového spektra. Je tedy očividné, že tato schopnost je pro akvarijní ryby i nadále velmi benefiční.



Obr. 29: *Amazonský vrubozubec paví (Astronotus ocellatus)* je populární akvarijní cichlidou a jako takový byl zavlečen do Indie, Číny, Indonésie, Austrálie a na Floridu. [JP]

Co se týče chovů, ať už produkčních či zájmových, jejich regulace, zabezpečení a kontrola se v praxi provádí především u velkých podniků. Oproti tomu malochovy stojí spíše na okraji zájmu a jejich kontrola je obtížná až nemožná. V některých zemích je stále možné se setkat

s legálním prodejem invazních druhů, v Evropské unii včetně ČR je trh ovšem částečně regulován. Avšak transport s jinou komoditou či černí pasažéry se kontrolují jen velice obtížně a jejich zachycení je často spíše dílem náhody. Vše v tomto ohledu znesnadňuje i volný transport zboží po EU. Například turisté někdy neúmyslně přivezou ve svých zavazadlech nečekané pasažéry (štíry, pavouky, hady apod., obr. 30) a je popsáno, že prostřednictvím turistiky se nepůvodní druhy rostlin dostávají i na velmi odlehlá místa, jako je Antarktida (Lee & Chown 2009).



Obr. 30: Upozornění v indonéském vlaku, aby cestující nevstupovali do soupravy s nezkontrolovanými zavazadly, ve kterých by se mohl ukrývat had.

[JP]

1.5 Teorie a hypotézy vysvětlující invaznost a invazibilitu

Invazní biologie v posledních desetiletích hledá obecná vysvětlení platná pro rostliny i živočichy. Procesy vedoucí k naturalizaci a invazi fungují v závislosti na biogeografickém kontextu a jsou výslednicí interakcí populačně-biologických, makroekologických a antropogenních faktorů. Hypotéz navržených k vysvětlení, proč jsou některé druhy invazní a některá společenstva náchylná k invazi, jsou doslova desítky; řada z nich je nicméně nadbytečných a představuje jen modifikace několika základních konceptů (Enders et al. 2020). Některé se zaměřují na druhovou úroveň, jiné se soustředí na invazibilitu společenstev,

a další se pak snaží oba tyto pohledy integrovat. V následujícím textu uvádíme výčet konceptů, jež se ukázaly jako slibné, a alespoň některé z nich byly proto často podrobovány více či méně rigoróznímu testování.

- **Darwinova naturalizační hypotéza** říká, že invaze nepůvodních druhů bude úspěšnější v oblastech, ve kterých je málo domácích druhů, které jsou jim příbuzné, a obtížnější tam, kde je takových druhů hodně. Od ní je odvozena **hypotéza omezující podobnosti**, která je ekologicky formulovanou modifikací této fylogenetické hypotézy – nepůvodní druhy budou tím úspěšnější, čím více se svými vlastnostmi liší od domácích druhů v invadovaném společenstvu. Na stejném principu je založena **teorie volné niky**, která předpokládá, že se nepůvodní druhy lépe prosadí ve společenstvech s větší nabídkou neobsazených nik.
- **Stanovištní filtrování** předpokládá, že zavlečené druhy, které jsou lépe preadaptovány na podmínky v novém území, budou úspěšnější; tento koncept je vlastně opakem Darwinovy naturalizační hypotézy, neboť čím lépe je nový druh přizpůsoben tamním podmínkám, tím bude podobnější druhům domácím.
- **Vzestup a pád** je konceptem, ve kterém se nepůvodní druh na počátku invaze rychle rozšíří a převládne v obsazených společenstvech, načež později může ustoupit nebo dokonce vymizet. Příčiny tohoto jevu nejsou vždy úplně dobře známy, může jít o kompetici s domácími druhy poté, co se na přítomnost invazního druhu adaptovaly, což se může týkat i škůdců a nepřátel. V našich podmínkách se jako častý příklad uvádí vodní mor kanadský (*Elodea canadensis*), jehož populace v posledních desetiletích minulého století začaly ustupovat. Dalším příkladem je sumeček americký (*Ameiurus nebulosus*), který se v některých

úsecích Labe namnožil natolik, že se na něj jako na kořist zaměřil dravý sumec velký (*Silurus glanis*) a jeho počty zdatně snížil.

- **Hypotéza úniku před nepřáteli** patří do okruhu hypotéz založených na představě, že příčinou úspěšné invaze je absence škůdců, patogenů, predátorů či herbivorů, kteří omezují populaci invazního druhu v jeho domácím areálu, zatímco v novém území chybějí. Patří sem **hypotéza evoluce zvýšené kompetiční schopnosti**, která postuluje, že poté, co se nepůvodní rostlina zbavila přirozených nepřátel, může investovat více zdrojů do růstu a reprodukce namísto do obrany před nepřáteli, a tím se zvyšují její šance v kompetici s domácími druhy; hypotéza předpokládá, že tyto změny jsou geneticky podmíněny.
- **Pravidlo desetiny** říká, že do následného stadia invazního procesu se dostane zhruba desetina druhů; správnější je používat matematicky odvozený interval 5 až 20 %, kterému skutečně řada datových souborů odpovídá. Přechody, pro které bylo pravidlo definováno, jsou tři – od introdukce do kultury či lidské péče po zplanění či únik, ze stadia přechodného zavlečení po naturalizaci (etablování), a dále mezi naturalizací a stavem, kdy druh začne mít negativní environmentální a ekonomický impakt (začne škodit).
- **Hypotéza biotické odolnosti** předpokládá, že ekosystém nebo společenstvo s vysokou biodiverzitou je vůči invazi odolnější. S touto hypotézou přišel jako první Charles Elton a platí pro malé prostorové měřítko na úrovni společenstev, kde se populace dostávají do kompetičních interakcí. Na makroekologické škále naopak platí, že čím bohatější je systém či území na původní druhy, tím více bude mít i druhů nepůvodních, protože diverzita obou skupin je určována vnějšími faktory prostředí, nikoli vzájemnými interakcemi.

- **Teorie kolísající dostupnosti zdrojů** předpokládá, že stanoviště, na kterém jsou k dispozici volné zdroje, je náchylnější k invazi a nepůvodní druhy do společenstev, jež taková stanoviště hostí, pronikají snáze. Množství volných zdrojů přitom kolísá v čase, v závislosti na intenzitě a dynamice jejich přísunu (například narušením prostředí neboli disturbancemi) a spotřeby.
- **Invazní kolaps** se vztahuje k situaci, kdy přítomnost nepůvodního druhu v ekosystému usnadňuje invazi dalších druhů a zvyšuje pravděpodobnost jejich uchycení a následného impaktu (obr. 31). Příkladem může být třeba invaze makaronéské dřeviny voskovníku makaronéského (*Morella faya*) na lávových příkrovech Havajských ostrovů, která fixací vzdušného dusíku umožnila kolonizaci nehostinného substrátu dalšími druhy, nebo rozšiřování plodů nepůvodní rostliny introdukovanými ptáky.
- **Nové zbraně** jsou konceptem popisujícím, že druh disponující vlastností, která v invadovaném společenstvu chybí, se ocitá ve výhodě, pokud díky této vlastnosti potlačuje původní druhy. Příkladem mohou být invaze jednoletých eurasijských trav (například sverep střešní, *Bromus tectorum*) v severoamerických prériích s trsnatými trávami a bylinami, které nebyly adaptovány na přítomnost spásání skotem, rovněž introdukovaným. Hypotéza nových zbraní se tak v tomto případě kombinuje s invazním kolapsem – zde k němu skutečně došlo, neboť statisíce kilometrů čtverečních prérií byly přeměněny na porosty jednoletých trav; jedná se o jednu z nejničivějších rostlinných invazí vůbec. Z živočišné říše lze jako příklad uvést invazní šíření neúmyslně zavlečené ropuchy jihoasijské (*Duttaphrynus melanostictus*) v Austrálii a na některých indonéských ostrovech (např. na Bali, Lomboku, Sulawesi a západní části Nové Guiney; obr. 32). Absence

odolnosti vůči toxinům ropuchy u původních hadích a varanovitých predátorů zapříčinila mortalitu a vážný pokles jejich početnosti v důsledku konzumace těchto žab. Předpokládá se, že podobně bude zasažen již tak ohrožený vačnatec kunovec novoguinejský (neboli šlakol, *Dasyurus albopunctatus*).



Obr. 31: Lokalita se dvěma známými invazními druhy - bolševníkem velkolepým (*Heracleum mantegazzianum*) a lupinou mnoholistou (*Lupinus polyphyllus*) ve Slavkovském lese. [JPe]



Obr. 32: Ropucha jihoasijská (*Duttaphrynus melanostictus*) patří v Austrálii mezi deset nejhorších invazních druhů. [JP]

1.6 Vlastnosti invazních druhů a jejich interakce s ostatními faktory

Hledání biologických a ekologických vlastností invazních druhů je odjakživa oblíbeným tématem – není divu. Pokud bychom totiž takové vlastnosti našli, můžeme s jistotou predikovat, které druhy se mohou po introdukci stát invazními a podle toho třeba povolit či nepovolit jejich import. Řada vlastností je často zmiňována v literatuře – u rostlin se jedná o výšku, rychlý prostorový růst spojený s vegetativním klonálním rozrůstáním, velkou plodnost, vyšší účinnost a rychlost fotosyntézy, rezistenci vůči herbivorii, účinné šíření, delší dobu kvetení, oportunistické klíčení v širokém rozmezí podmínek či lepší přežívání semenáčků (Pyšek & Richardson 2007). U živočichů se jedná například o krátkou generační periodu, vysokou plodnost, rychlý růst, malou vnitrodruhovou agresivitu, schopnost rychle se šířit a překonávat překážky, odolnost a adaptabilitu na široké spektrum podmínek, nesespecializované potravní nároky (obr. 33). Žádný druh ovšem nemá všechny vyjmenované vlastnosti a koneckonců je ani nepotřebuje. Ekologové proto již dávno opustili představu, že najdou jednu univerzálně platnou vlastnost, je však zjevné, že kupříkladu mohutný vzrůst a rychlý růst jsou pro úspěch většiny rostlinných invazí velmi důležité (obr. 34).

Obr. 33: *Sladkovodní plž ampulárka rodu Pomacea patří mezi nejúspěšnější invazní druhy na světě. Pochází z Jižní Ameriky a šíří se v mnoha tropických a subtropických oblastech po celém světě. Zároveň je i hospodářským škůdcem, jelikož požírá mladé semenáčky rýže. [JP]*



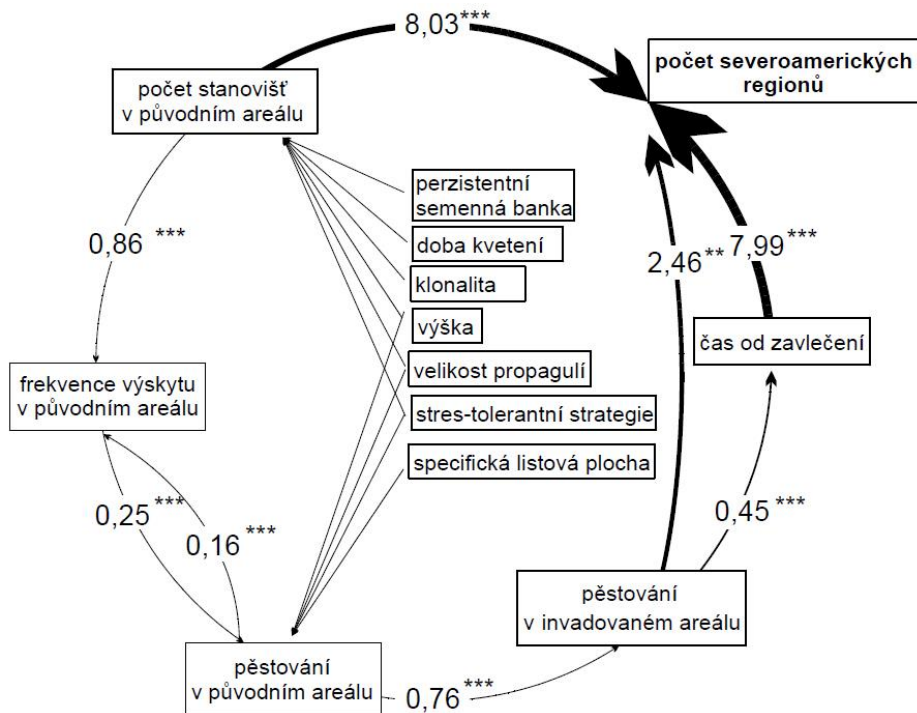


Obr. 34: *Invazní slunečnice topinambur (Helianthus tuberosus) dorůstá výšky dvou až tří metrů a tvoří četné boční výhony se stovkami velkých listů.* [MV]

K lepšímu pochopení invaznosti rostlinných druhů však v poslední době přispívá také podrobné studium vlastností, které byly donedávna opomíjeny, zčásti proto, že nebyla k dispozici vhodná data – mezi nimi figuruje třeba schopnost vytvářet semennou banku (Gioria et al. 2021) či velikost genomu, tedy obsah DNA v buněčném jádře (Pyšek et al. 2018).

Složitost interakcí druhových vlastností s ostatními faktory dokumentuje osud střeoevropských druhů zavlečených do Severní Ameriky (obr. 35). Pravděpodobnost jejich naturalizace a následného šíření se ukázala vyšší u druhů zavlečených dříve (roli tedy hraje doba, která uplynula od prvotního zavlečení) a těch, které se v oblasti původního rozšíření vyskytují v širším rozmezí stanovištních typů (tedy širě ekologické niky). K úspěšné naturalizaci vedle toho přispívá i několik

biologických vlastností (např. schopnost rostlin tvořit přetrvávající půdní semennou banku, kvést po dlouhé období v roce a rychle růst), byť nepřímý, prostřednictvím toho, že ovlivňují zmíněnou habitatovou niku a spolurozhodují o tom, zda je druh v domácím areálu pěstován (zde se nám do hry dostává přísun propagulí). Vliv biologických vlastností na pravděpodobnost naturalizace byl však řádově nižší než efekt výše zmíněných klíčových faktorů (Pyšek et al. 2015).



Obr. 35: Analýza cest popisující pravděpodobnost naturalizace střeoevropských rostlinných druhů v Severní Americe. Šířka a směr šipek odpovídají síle vlivu jednotlivých faktorů, počet hvězdiček udává statistickou průkaznost (** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$). Šipky u označení vlastností rostlin vyjadřují jejich vliv na počet stanovišť, ve kterých se druh vyskytuje v původním areálu, a na pravděpodobnost pěstování.

Převzato z Pyška et al. (2015).

Jednou ze základních představ invazní ekologie je, že úspěšným invazním druhům se v místě zavlečení daří lépe než v místě původního výskytu – zbaví se nepřátel, jsou schopny využít lépe zdroje a mnohdy mají vlastnosti, které jsou v invadovaném společenstvu nové. Rozsáhlá analýza publikovaných dat o demografickém chování 53 druhů rostlin a živočichů považovaných v různých částech světa za silně invazní ukázala, že pokud hodnotíme všechny druhy dohromady, tento předpoklad se potvrdí (invazní druhy jsou s vysokou statistickou pravděpodobností plodnější, větší a hojnější v invadovaném areálu než v oblasti původního rozšíření). Teprve pohled na variabilitu v datovém souboru však odhalil, že zhruba polovina z 26 rostlinných a 27 živočišných druhů vykazuje víceméně stejné hodnoty demografických parametrů v obou areálech (Parker et al. 2013). To lze považovat za robustní důkaz, že invaznost některých biologických druhů jde na vrub ekologických a genetických změn, ke kterým po invazi v novém prostředí dochází, zatímco jiným druhům k úspěšné invazi stačí, že se chovají stejně jako v domácím areálu (obr. 36).



Obr. 36: *Invazní vodní plž ampulárka rodu Pomacea lepí hrozny vajíček nad vodní hladinu kdekoliv v tropech, kam byl zavlečen, stejně jako ve své domovině v Jižní Americe. Tato strategie se ukázala jako velice úspěšná.* [JP]

Nepůvodní druhy ale musejí při invazi nového území překonávat řadu překážek. Domácí druhy jsou totiž v konkurenčním boji se zavlečeným druhem s podobnou ekologickou nikou ve výhodě (viz teorie Pán hory). Jedinci původního druhu snáze naleznou partnera k rozmnožování nebo prospěšné symbionty (např. mykorhizní houby, které rostliny potřebují k optimálnímu růstu), umí lépe vyhledávat dostupné zdroje, jsou adaptovány na jejich sezónní variabilitu.

Kupříkladu semeno nepůvodního nového druhu rostliny často vůbec nevyklíčí, protože původní druhy vylučují do půdy inhibující chemické látky, nebo je klíčení špatně načasované a semenáček odumře, protože jej populace původního druhu zastíní, nebo jej zahubí pozdní mrazy. Popsaný obranný mechanismus rostliny uplatňují obecně, nejen vůči invazním druhům. Invazní druhy jsou ale tyto nevýhody schopny kompenzovat. Mnohé se lépe adaptují na měnící se podmínky prostředí, často mají hodně potomků, kteří rychle rostou a nevyžadují rodičovskou péči – i přes vysokou mortalitu se zpravidla jedná o účinnou strategii. Rostliny se často vyskytují na narušených stanovištích podél řek a komunikací, v blízkosti měst, na skládkách a rumištích či opuštěných polích, tedy na místech, pro která je typický přebytek živin, jež do systému přibývají nepravidelně prostřednictvím disturbancí (obr. 37).



Obr. 37: Jihoafrický starček úzkolistý (*Senecio inaequidens*) byl náhodně zavlečen do Evropy a rychle se šíří podél komunikací. [JPe]

Nepůvodní živočichové musejí kromě jiných překážek čelit i místním predátorům – např. z Asie do Severní Ameriky zavlečené kaprovité ryby tolstolobiky bílé a pestré (*Hypophthalmichthys molitrix* a *H. nobilis*) se naučila lovit původní vydra severoamerická (*Lontra canadensis*; Feltrop et al. 2016; obr. 38).



Obr. 38: Vydra severoamerická (*Lontra canadensis*) se naučila lovit invazní kaprovité ryby tolstolobiky. [JP]

Některé druhy živočichů se množí partenogeneticky, kdy samice kladou neoplozená vajíčka a nemusejí spoléhat na nalezení partnera, případně gynogeneticky, kdy se samice invazního druhu může rozmnožovat se samcem druhu původního (spermie samce pouze aktivují vajíčko, ale předají mu jen minimum genetické informace, takže potomkem je opět samice druhu nepůvodního); u rostlin je analogií vegetativní rozmnožování prostřednictvím úlomků oddenků, hlíz, šlahounů či jiných orgánů (Bímová et al. 2003; obr. 39).



Obr. 39: *Křídlatka sachalinská* (*Reynoutria sachalinensis*) je schopná regenerovat i z malého úlomku lodyhy. Její blízcí příbuzní, *křídlatka japonská* a *česká*, to umí ještě lépe. [JPe]

Invazní druhy se snadno a rychle šíří, některé z nich přenášejí nepůvodní patogeny, vůči kterým jsou samy odolné (např. račí mor způsobující hnileček račí přenášený rezistentními severoamerickými druhy raků; Svoboda et al. 2017; obr. 40 a 41). Mnohé svým působením významně mění prostředí, které pak méně vyhovuje původním druhům.

Jako příklady lze uvést kypření půdy žížalami zavlečenými do Severní Ameriky (Craven et al. 2021), hrabání ve dně, kterým zavlečení kapři v jezeře Naivasha v Keni zvyšují zákal vody a znesnadňují tak lov původním predátorům orientujícím se dominantně zrakem (Mutethya & Yongo 2021), nebo zvýšení frekvence požárů, způsobených snadno vzplanutelnými a dobře regenerujícími invazními travinami, do té míry, že se původní keře nestihnou zotavovat (Brooks et al. 2004). Řada invazních druhů je synantropních, tolerují přítomnost člověka, mohou se křížit s původními druhy a v případě živočichů se snadněji a rychleji učí a překonávají různé překážky a bariéry. V některých případech lze nalézt prvky invazního chování i u zdivočelých (feralizovaných) hospodářských a domácích zvířat; příkladem je volně žijící holub domácí, tedy domestikovaná forma holuba skalního, který svým trusem poškozuje budovy a pomníky (obr. 41). Podobně škodí i několik druhů papoušků, které osídlily různé městské ekosystémy (obr. 43-45).

Obr. 40: V Evropě invazní severoamerický rak signální (*Pacifastacus leniusculus*) je známým přenašečem patogenu račího moru. Vyskytuje se i na území ČR, kam byl úmyslně zavlečen, aby nahradil původního raka říčního (*Astacus astacus*), jehož stavy začaly povážlivě klesat. Jaké to však bylo překvapení, když se ukázalo, že tento nový druh situaci ještě výrazně zhoršil. [JP]





Obr. 41: *Severoamerický rak floridský (Procambarus alleni)* je oblíbeným akvarijním živočichem, zároveň je to ale přenašeč račího moru. [JP]



Obr. 42: *Zdivočelý holub domácí (Columba livia f. domestica)* tvoří velká hejna a trusem poškozuje lidské stavby, což je problémem především ve větších městech, jako jsou Benátky, Brusel, Londýn nebo Toronto. [JP]



Obr. 43: *Mníšek šedý* (*Myiopsitta monachus*) je jedním z papoušků, kteří osídlili městské aglomerace (*Parc de la Ciutadella* v *Barceloně*). [JP]



Obr. 44: *Mníšky šedými* (*Myiopsitta monachus*) poškozený kmen palmy v *barcelonském parku Güell*. [JP]



Obr. 45: *Automobil znečištěný trusem papoušků alexandřů malých (Psittacula krameri) v Římě. [LK]*

Pokud jsou invazní druhy úspěšné, jejich početnost se rychle zvyšuje (obr. 46), protože mohou v poměrně krátkém čase vytlačit druhy původní na okraj jejich areálu výskytu a mimo jejich optimální životní podmínky. V důsledku toho původní druhy strádají, početnost klesá, populace jsou ohroženy a mohou se zhroutit. V nejhorším případě dojde k vyhynutí původního druhu.

Obr. 46: *Bělotrn kulatohlavý (Echinops sphaerocephalus) je oblíbenou dekorativní, avšak také nepůvodní rostlinou rychle se šířící v teplých oblastech České republiky. [JPe]*



1.7 Vztahy mezi organizmy

Pro porozumění tématu biologických invazí je třeba seznámit se s klasifikací vztahů mezi organizmy. Tyto vztahy jsou velmi rozmanité a všechny je zastřešuje jednotný pojem „symbióza“, což značí jakékoliv soužití dvou jedinců odlišných druhů. Tyto jedince pak nazýváme symbionty.

Ačkoliv laici někdy mylně používají pojem symbióza pro vztah oboustranně prospěšný, správně tento pojem zahrnuje nejen vztahy pozitivní, ale i neutrální či dokonce negativní (Petrusek 2018). Dlužno poznamenat, že nesprávné chápání symbiózy je bohužel stále ještě běžnou praxí i v českém školství.

Mezi základní symbiotické vztahy se řadí níže uvedené (znaménko „+“ označuje výhodný vztah pro dotyčného symbionta, znaménko „-“ naopak vztah nevýhodný, nulou je znázorněno to, že symbiont není nijak ovlivněn). Za středníkem je uveden příklad daného vztahu.

- a) **komenzálizmus** (+,0): jeden symbiont má ze vztahu prospěch, druhý není ovlivněn; např. sup požírající zbytky kořisti lva,
- b) **amenzálizmus** neboli **alelopatie** (-,0): pro jednoho symbionta je vztah nevýhodou, druhý není ovlivněn; např. hlemýžď zašlápnutý krávou; též se jedná o vylučování chemických látek potlačujících jiné organizmy; např. akát vylučující jedovaté látky do půdy (obr. 47), či plísní *Penicilium notatum* vylučovaná antibiotika škodlivá pro bakterie,
- c) **parazitizmus** (+,-): pro jednoho symbionta je vztah nevýhodou, druhý z něj má prospěch; parazit se definitivního hostitele nesnaží usmrtit; např. sající klíště na psovi,
- d) **neutralizmus** (0,0): teoretický vztah, kdy ani jeden ze symbiontů není ovlivněn – prakticky neutralizmus ovšem neexistuje, při bližším zkoumání se vždy najde nějaký jiný typ vztahu,

- e) **kompetice** neboli **konkurence** (-,-): oba symbionti jsou ovlivněni negativně; lev soupeřící o kořist s hyenou,
- f) **predace** (+,-): pro jednoho symbionta je vztah nevýhodou, druhý z něj má prospěch; predátor kořist zpravidla usmrtí; vlk lovící jelena,
- g) **protokooperace** (+,+): volný oboustranně prospěšný vztah; poustevníček a sasanka,
- h) **mutualizmus** (+,+): těsně svázaný oboustranně prospěšný vztah; kráva a nálevníci bachořci, kteří v jejím bachoru rozkládají celulózu.



Obr. 47: V ČR invazní trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*) vylučuje do půdy jedovaté látky potlačující růst jiných rostlin. [JPe]

2. FORMÁLNÍ ČÁST

2.1 Environmentální výchova – celosvětové téma

V dnešní době jsou životní podmínky na planetě Zemi ohroženy řadou faktorů, jako je změna klimatu, ztráta biodiverzity (na které se podílejí i invazní druhy), znečištění ovzduší, půdy a vody. Důvodem je v první řadě exponenciální růst lidské populace, návazné nešetrné využívání přírodních zdrojů a nehospodárné nakládání s nimi. Tyto problémy mají negativní vliv nejen na přírodu jako takovou, ale obvykle také na hospodářství, sociokulturní podmínky dotčených etnik a komunit, mezinárodní vztahy a v některých případech i na lidské zdraví (obr. 48).



Obr. 48: Na území ČR invazní severoamerický sumeček černý (*Ameiurus melas*) má jedové žlázy u báze tvrdých ploutevnických paprsků prsních ploutví a bodnutí je poměrně bolestivé. [JP]

Je proto důležité vychovávat děti (dle kontextu pod tento pojem zahrnujeme žáky, případně i předškoláky) tak, aby si uvědomovaly, jaký vliv mají lidé na životní prostředí, a jaký vliv má životní prostředí na ně

samotné, popřípadě na jejich rodiny, kamarády, sousedy, spoluobčany a potažmo na celé lidstvo (obr. 49). V současnosti toto pedagogické působení označujeme jako environmentální výchovu. Před několika desítkami let jsme jej nazývali ekologickou výchovou, a ještě o něco dříve výchovou k ochraně a tvorbě životního prostředí. V posledních letech se začíná používat též termín výchova k udržitelnosti nebo klimatická výchova.

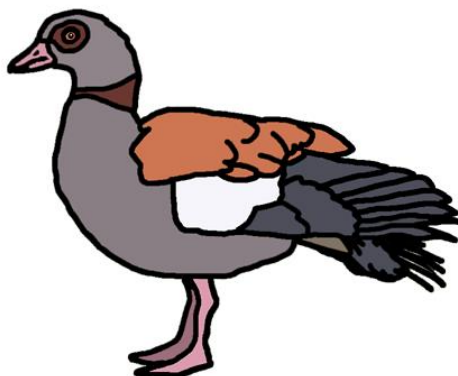


Obr. 49: *Environmentální výchova se začíná objevovat ve školních sylabech čím dál častěji i v zemích, které se ochranou životního prostředí dříve zabývaly jen v omezené míře – na fotografii jsou první dva autoři této metodiky před přednáškou na základní škole Negeri 02 Minangkabau ve městě Sungayang na Západní Sumatře. [SGA]*



Cílem – ať už tomuto pedagogickému působení říkáme jakkoli – je to, aby dospělí, kteří vyrostou z našich dětí, mohli přijímat a prosazovat informovaná a zodpovědná rozhodnutí. Vzdělání v oblasti životního prostředí pomáhá lidem rozpoznat problémy a výzvy a najít řešení pro udržení kvalitního životního prostředí i pro budoucí generace. Z tohoto důvodu je environmentální výchova v mnoha zemích zařazená jako povinná součást školních osnov a dalších vzdělávacích programů.

Environmentální vzdělávání a výchovu definujeme jako *vzdělávání o přírodě, pro přírodu a v přírodě*. Jančaříková (2010) k tomu přidává ještě *pro dítě, respektive pro člověka, a lidstvo*, protože vždy jde ještě o kvalitu života lidí a jejich zdraví fyzické i duševní. Vzdělávání a výchova proto k sobě v environmentální oblasti neoddělitelně patří. V angličtině je vystihuje jediné slovo, *education*. Environmentální vzdělávání a výchova (anglicky *environmental education*) jsou zmiňovány již ve starších konceptech (Stapp et al. 1969) a zakotveny v mezinárodních dokumentech, poprvé v deklaracích z Bělehradu (1975) a z konference OSN v Tbilisi (1977), následně v deklaracích konference OSN v Moskvě (1987) a návazně v podstatě ve všech dalších.



Tradičně byly environmentální vzdělávání a výchova chápány jako součást přírodovědného vzdělávání, jehož klíčovým cílem je porozumění povaze přírodních věd, respektive přírodních vztahů a zákonitostí či přírodě obecně. Následně byly vytyčeny dva hlavní cíle environmentálního vzdělávání a výchovy:

- a) přenos informací o životním prostředí (anglicky *environment*), které byly získány výzkumnými týmy, k posluchačům z řad odborné i laické veřejnosti a všech věkových skupin,
- b) motivace občanů k zodpovědnému chování a k prospěšným aktivitám, a to na úrovni jedinců, komunit, správních území, států i nadnárodních společenstev.

V návaznosti na doporučení britské Nuffieldovy nadace (Nuffield Foundation¹) se environmentální vzdělávání a výchova rozšířily o témata, která lidstvo aktuálně velmi tíží (změny podnebí, zásoba vody, produkce potravin, získávání a spotřeba energie aj.) a vytyčily si další cíle:

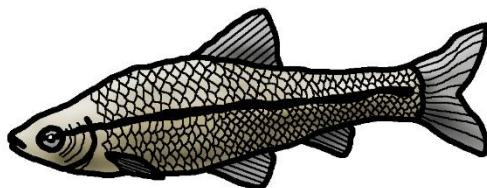
- a) zvyšovat povědomí o ochraně životního prostředí, o tom, jak minimalizovat negativní dopady na životní prostředí a zabezpečit udržitelnost využívání zdrojů pro budoucí generace;
- b) předávat etické a morální hodnoty obsahující zodpovědné chování vůči životnímu prostředí, krajině i jednotlivým organizmům;
- c) odhalovat souvislosti mezi kvalitou životního prostředí a kvalitou života a zdraví lidí, živočichů, rostlin i celých ekosystémů;

¹ nuffieldfoundation.org

- d) seznamovat veřejnost s právními předpisy, zákony, nařízeními a vyhláškami, které mají za cíl chránit životní prostředí;
- e) informovat veřejnost o světě jako globálním ekosystému, ve kterém jednání jednotlivce a skupin může ovlivnit dění na opačném konci světa, a předávat poselství, že je možné i na úrovni jednotlivce účinně přispívat ke globálnímu řešení celosvětových problémů.

Pro porozumění environmentální problematice je třeba celostní (holistický) přístup. Vystává potřeba transferu poznatků. Obzvláště nebezpečné je lpění na polopravdách a zavádějících informacích, které se často vydávají za fakta. Z tohoto důvodu bylo třeba do environmentální výchovy aplikovat ověřené a aktuální poznatky nejen z oborů přírodovědných (biologie, ekologie, taxonomie, ochrana přírody aj.), ale také dalších, jako je pedagogika, psychologie, sociologie nebo též ekonomie a právo.

Environmentální vzdělávání a výchovu je nutné realizovat citlivě a zodpovědně s ohledem na potřeby cílové skupiny, aby se předešlo nežádoucím dopadům, jakým je demotivace na jedné straně a environmentální žal na straně druhé. Je nutné zvážit pozitivní i negativní aspekty spojené s činností a chováním různých skupin obyvatel, přičemž důraz má být kladen na stabilitu prostředí, udržitelné využívání přírodních zdrojů, ochranu biodiverzity, avšak také na společenský zájem a přijatelný prospěch společnosti.



Vždy je třeba pamatovat na tři hlavní cíle, tedy:

1. rozvoj citlivosti k přírodě (environmentální senzitivity),
2. rozvoj znalostí a dovedností,
3. nalezení správné strategie řešení problémů a konfliktů.

Zjednodušeně řečeno, aby žák měl přírodu rád, chtěl ji chránit, uměl se rozhodnout, co je třeba řešit (a co ne), a věděl, jakými způsoby ochranu prosadit. Někdy se tyto cíle nazývají *Tři bratři*, tedy CIT, ROZUM a ČIN. Je třeba, aby byly realizovány zároveň. Jak víme, provázek ze tří pramenů nesnadněji se přetrhne, a tři pruty Svatoplukovy nelze zlomit.

2.1.1 Environmentální výchova v ČR

Prvopočátky environmentální výchovy v České republice je možné datovat do první poloviny 20. století, kdy se začala formovat díky skautskému hnutí (Foglar 1938; Svojsík 2022). V 60. letech 20. století již hovoříme o výchově k ochraně přírody, krátce poté o ekologické výchově a posléze o výchově environmentální. Po sametové revoluci v roce 1989 byla – po vzoru západních zemí – založena první ekocentra a střediska environmentální výchovy (Chaloupky, Paleta, Rosa, Rýchory, Sever, Tereza, Toulcův dvůr atd.), kterých je dnes na území ČR téměř sto. Většinu z nich sdružuje Pavučina², síť středisek ekologické výchovy, která byla založena v roce 1996 a jejímž cílem je podporovat a monitorovat kvalitu environmentální výchovy a propojovat a vzdělávat zaměstnance dílčích ekocenter s pedagogy. Environmentální výchova je realizována i v národních parcích a zoologických a botanických zahradách, kde se veřejnosti nabízí celá řada tematicky zaměřených programů (viz kapitola 2.3.2). Okolo přelomu milénia se environmentální výchova začala

² pavucina-sev.cz

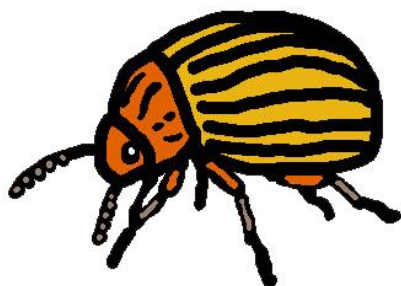
etablovat jako obor a didaktika environmentalistiky a společně s environmentálním poradenstvím (EP) se stala významným preventivním nástrojem ochrany životního prostředí a biodiverzity. Tento trend i nadále pokračuje (Kroufek et al. 2020).

Environmentální výchova je v ČR zakotvena legislativně, a to v:

- a) usnesení vlády č. 232 ze dne 1. dubna 1992, ve kterém byla schválena Strategie státní podpory ekologické výchovy v České republice na 90. léta minulého století;
- b) dohodě z roku 1998 (zákon č. 123 sb. § 13) o spolupráci v oblasti environmentální výchovy, vzdělávání a osvěty mezi Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy a Ministerstvem životního prostředí;
- c) usnesení vlády ČR č. 1048/2000 o státním programu environmentálního vzdělávání, výchovy a osvěty (EVVO) v České republice.

Řeší ji:

- a) akční plán EVVO;
- b) státní program ČR (v současnosti na léta 2016-2025);
- c) školský zákon (č. 561/2004 Sb.), který environmentální výchovu řadí jako povinnou součást kurikula.



Na školách byla zřízena funkce **koordinátora environmentální výchovy**. Tím je jmenován pedagog, který prošel specializačním studiem pro koordinátory environmentálního vzdělávání, výchovy a osvěty (EVVO) v rozsahu 250 hodin. Koordinátor má pomáhat ostatním učitelům se začleňováním environmentální výchovy do výuky a koordinovat dílčí environmentální aktivity na škole tak, aby skládaly potřebný celek. Tito koordinátoři i další pedagogové si mohou nadále prohlubovat své znalosti a praktické dovednosti v rámci odborně zaměřených kurzů.

2.1.2 Výuka zaměřená na biologické invaze

Jedním z důležitých ukazatelů, které sledují ekologové, je biodiverzita čili druhová pestrost, rozmanitost či bohatost. Biodiverzitu lze sledovat na různých úrovních: ekosystémové, druhové nebo genetické (zastoupení alel v populaci).

Téma to je složité a vědci se ne vždy ve svých hypotézách a teoriích shodují. Obecně je však přijímáno pravidlo, že čím větší biodiverzita, tím lépe. Invazní druhy významně negativně ovlivňují biodiverzitu na všech úrovních. V reakci na ohrožení biodiverzity od poloviny 20. století vznikají tzv. Červené seznamy a Červené knihy ohrožených druhů³. Tyto seznamy dokumentují ztráty světové, národní i místní biodiverzity na úrovni jednotlivých populací či celých druhů.

Všichni, i ti nejmenší, dnes vědí, že některé druhy jsou v ohrožení, hrozí jim vymření (extinkce) a je třeba je chránit. Nebo to, že jiné druhy vyhynuly (dinosauři, trilobiti, mamuti a dronte mauricijský neboli blboun nejapný přinejmenším).



³ iucnredlist.org

V historii Země bylo vymírání druhů způsobeno různými událostmi, pádem meteoritu, rozsáhlou sopečnou činností či zemětřeseními při pohybu litosférických desek s následnou změnou oceánského proudění a klimatu (a jejich kombinacemi). Hovoří se o pěti velkých vymíráních, při kterých vždy vymizela velká část tehdejších druhů.

Ve 20. století si biologové začali postupně uvědomovat, že šesté významné vymírání druhů, ke kterému právě dochází, je přímo či nepřímo způsobeno lidmi, a to jednak exponenciálním růstem lidské populace, a také vlivem globalizace, kdy je stále rychleji přesouváno více a více biologického materiálu přes původní přírodní bariéry jakými jsou kupříkladu oceány, moře, vysoká pohoří či pouště.

Mezi nejvýznamnější příčiny současného vymírání druhů patří:

- a) úbytek přirozených biotopů,
- b) biologické invaze,
- c) nadměrné využívání přírodních zdrojů,
- d) znečištění životního prostředí,
- e) šíření nemocí,
- f) klimatická změna.

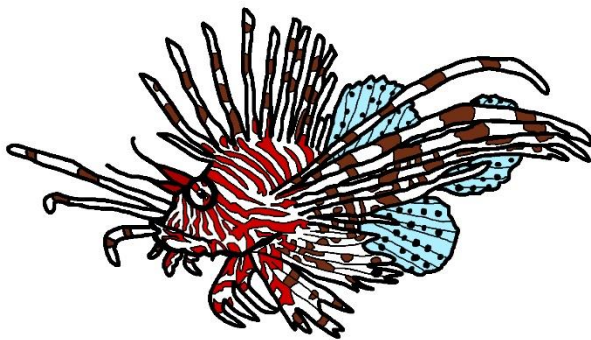
Problematiku biologických invazí okrajově zmínil v 50. letech dvacátého století Eugene Paul Odum, významný učitel ekologie, průkopník v teorii ekosystémů, a autor knihy *Základy ekologie* (Odum 1997), která se stala ikonickou učebnicí pro několik generací ekologů (Jančaříková, 2013). Jak bylo zmíněno výše, za první odbornou knihu věnovanou ekologii invazních druhů je považována *Ekologie invazních rostlin a živočichů* Charlese S. Eltona (Elton 1958), jednoho ze zakladatelů oboru ekologie, který mimo jiné upozornil na potřebu studia druhů živočichů v jejich přirozeném prostředí. Tento anglický zoolog se

věnoval studiu dynamiky živočišných populací a jako první použil termín „nika“ pro označení „funkčního zařazení organismu v ekosystému“.

Počátek invazní biologie jako samostatného podoboru udává Oxfordský slovník⁴ v roce 1989 v souvislosti s vydáním závěrečné shrnující zprávy *Programu ekologie biologických invazí* Vědeckého výboru pro problémy životního prostředí (Drake et al. 1989). V současné době se problematice biologických invazí věnuje celá řada výzkumníků z celého světa (obr. 50). Na základě alarmujících zjištění, která vědci přinesli, se po celém světě postupně zavádějí různá opatření, která mají za cíl chránit původní druhy a jejich životní prostředí před biologickými invazemi.



Obr. 50: Logo v roce 2023 založené pracovní skupiny *The Indonesian Center for Research on Bioinvasions* zabývající se výzkumem biologických invazí v Indonésii, což je země, ve které se tomuto tématu dlouhou dobu nedostávalo příliš velké pozornosti. [SGA]



⁴ oxfordbibliographies.com

Vyhubení či vymýcení invazních druhů se označuje jako **eradikace**. Regulace a minimalizace škod u těch druhů, které se nedaří úplně eradikovat, se nazývá **mitigace**. Eradikačním zásahům musí vždy předcházet intenzivní osvěta, která veřejnosti vysvětlí, jaká rizika souvisejí s výskytem daného druhu a proč je nutné potlačit jeho šíření. U mnoha druhů nejsou k dispozici dostatečně efektivní eradikační metody, a proto se s již introdukovanými druhy bojuje velice obtížně. Eradikace je navíc většinou finančně i časově náročná. Důraz proto musí být kladen především na **prevenci zavlékání**, čímž se dá invazím předejít. Výuka na základních školách může hrát v tomto procesu klíčovou roli. Pokud se vyučujícím podaří správně objasnit problematiku biologických invazí a zformovat postoje žáků, zamezí se tím jejich budoucímu nežádoucímu a rizikovému nakládání s invazními druhy.

Téma biologických invazí je jedním z nejobtížnějších témat environmentální výchovy. Narušuje totiž zaběhaná schémata, mimo jiné i pokyn „netrhej květiny“ náhle přestává platit a ochránci přírody v NP Krkonoše systematicky vytrhávají a ničí krásně kvetoucí lupinu mnoholistou (dříve zvanou vlčí bob mnoholistý, *Lupinus polyphyllus*; obr. 51) a další invazní druhy. Zařazení tématu biologických invazí do výuky klade na učitele a potažmo i na žáky vysoké nároky. Nestačí totiž pasivně přijímat zjednodušená klišé, ale je třeba aktivně využívat kritické myšlení a volit různé přístupy v závislosti na proměnlivých okolnostech.





Obr. 51: *Lupina mnoholistá* (*Lupinus polyphyllus*) má těžká semena, proto se šíří především při přesunu zeminy. Jako zástupce bobovitých je schopna fixovat atmosférický dusík, a výrazně tak mění podmínky prostředí. [JPe]

Navíc porozumění problematice, a především odhodlání přijímat nápravná opatření, je ovlivněno celou řadou sociokulturních faktorů, jako je odlišné vnímání samotné přírody, příslušnost k filozofickému proudu environmentální etiky, míra odcizení od přírody, vlastní zkušenosti apod. S tímto musí učitel počítat a pracovat tak, aby pokud možno nedošlo k v současnosti často zmiňovanému narušení tzv. emocionální nebo sociální bezpečnosti žáků. V následujících podkapitolách poskytujeme krátký úvod do této složité problematiky.



2.2 Co je to příroda?

Tato otázka se na první pohled zdá nelogická, až nepatřičná, protože *každý přece ví, co to je příroda*. A skutečně, nejen přírodovědci, ale všichni dospělí, studenti i žáci, a dokonce i naprostá většina předškolních dětí, na otázku „Víš, co je příroda?“ odpoví „Ano.“ Nicméně při bližším dotazování se ukazuje, že se představy konkrétních jedinců více či méně odlišují (Krajhanzl 2014; Jančaříková 2019, 2021).

Při výuce to lze demonstrovat jednoduchým způsobem. Žáci jsou instruováni, aby na kousek papíru napsali odpověď ano/ne na otázky: „Je příroda na Aljašce?“, „Je příroda Boubínský prales?“, „Je příroda park na Karlově náměstí?“, a „Je příroda květináč s muškáty za oknem?“ Následně jsou otázky zopakovány nahlas a žáci jsou vyzváni, aby zvedali ruce, podle toho, jak odpověděli (zároveň se rozhlíží po učebně). Nikdy se nestalo, že by na otázky všichni odpověděli stejně. Žáci si totiž při této krátké aktivitě uvědomí, že ostatní nemají stejný názor jako oni sami, a mají tendenci své odpovědi následně modifikovat (Jančaříková 2019).

Dříve byl pojem příroda v učebnicích definován jako „to, co nevytvořil a co neovlivňuje člověk“. Obvykle byl stavěn do protikladu s pojmem kultura (= „to, co člověk vytvořil a to, co ovlivňuje“). Tato definice ovšem nefunguje, jelikož víme, že na planetě Zemi dnes není žádné místo, které by lidskou činností nebylo alespoň nepřímo zasaženo. I v panenském tropickém deštném pralese byly nalezeny zplodiny z továren, v tělech tučňáků z Antarktidy bylo nalezeno DDT, ve svalovině delfínů rtuť a v tkáních těl většiny zkoumaných hlubinných ryb mikroplasty. Proto bylo třeba vztah mezi kulturou a přírodou přehodnotit (Komárek 2008). Kultura je tak nově vnímána jako něco, co z přírody vychází, ne jako její protiklad. V důsledku tohoto moderního pojetí se pro nepřírozené ekosystémy (louka, rybník) začal používat výraz „kulturní krajina“. Také pojem „kulturní dědictví“ se rozšířil z památkových objektů i na

ekosystémy, respektive krajinu jako takovou. Pro zasazení přístupu k biologickým invazím do širších souvislostí jsou v textu níže představeny nejznámější koncepty interpretace pojmu příroda.

2.2.1 Postoje k přírodě a interpretace pojmu příroda

Koncept biofilie – biofobie

Biofilie je definována jako láska či přilnavost k přírodě a ke všemu živému. Je popisována jako vrozená dispozice člověka, na jejímž základě se buduje pozitivní vztah k živé i neživé přírodě, a která vytváří potřebu být s přírodou v těsném kontaktu. Franěk (2002) se domnívá, že když není tato predispozice rozvíjena od raného věku, postupně zaniká, nebo se dokonce u některých jedinců může rozvinout její opak, tzv. biofobie. To ostatně doložil v roce 1920 behaviorista John B. Watson a jeho doktorandka Rosalie Raynerová experimentem s malým devítiměsíčním chlapcem Albertem B. (tzv. The Little Albert Experiment), jehož cílem bylo ověřit předpoklad, že je možné vyvolat strach ze zvířat (Watson & Rayner 1920). Vlastně šlo o ověření Pavlovova výzkumu reflexů u psů. Albert (pravým jménem Douglas Merritte, 1919–1925) před zahájením experimentu neprojevoval žádný strach ze zvířat, neživých předmětů, a dokonce ani z hořících novin. Vše pozoroval se zájmem a snažil se k předloženým objektům přiblížit. Vždy, když byl v průběhu experimentu v jeho blízkosti bílý potkan, byl Albert vystaven nepříjemným hlasitým zvukům vyvolaným úderem kladiva do kovové trubky, kterých se bál. Po nějaké době začal Albert reagovat panickým strachem již na pouhou přítomnost potkana a plakal.⁵



⁵ Watson byl ovšem za tento experiment často kritizován, protože překročil hranice vědecké etiky a morálky. Dnes takové experimentování není možné.

Biofobie je definována jako strach z přírody a všeho živého. Může se projevat jako prostý pocit nepohodlí v přírodě, averze k přírodě, až po naprosté opovrhování vším, co není člověkem vytvořené, upravené či kontrolované. Biofobik též může považovat přírodu za pouhý zdroj, se kterým může volně disponovat. Současná společnost různými způsoby ovlivňuje různé sociální vrstvy a věkové skupiny a vyvolává v nich strach z živých systémů (živočichů, rostlin, hub, bakterií...) i z neživé přírody a živlů. Takto působí například zavádějící reklamy (např. „*jedna, dvě, klíště jde, klíště si jde pro tebe*“ od firmy Baxter – následně někteří lidé žádají „preventivní“ avšak neúčinné a k životnímu prostředí nešetrné vystříkání zahrad přípravkem proti klíšťatům). Bulvár také referoval o nálezu pavouka zápřednice titulkem: „Šok! Žena našla jedovatou zápřednici v posteli“ a „Jedovatá zápřednice se šíří Českem. Zabíjejte je, vyzval úřad“, načež mnozí občané začali bezhlavě vybíjet všechny pavouky a sekáče v okolí. Některá média psala o „stromech zabijácích“, takže se následně vykácely mnohé aleje kolem silnic a staré doupné stromy v městských parcích (Franěk 2002; Jančaříková 2019).

V tomto konceptu je biofilie chápána veskrze pozitivně a biofobie naopak negativně. Je ovšem třeba si uvědomit, že zmíněné pojetí je nedostačující. Jistá míra strachu i štítlivosti je totiž užitečná jako ochrana před zraněním a nákazou. Mnoho kazuistik z posledních let dokládá, že se stále častěji objevují lidé, kteří přírodu milují, idealizují si ji a pro nedostatek znalostí nemají zábrany v nerozvážném chování. Jeden příklad za všechny – okolo roku 2005 bydlela na pražském Smíchově jistá

Chlapce navíc nebylo možné sledovat ve vyšším věku, protože zemřel v pouhých šesti letech na onemocnění mozku... samotný výzkum a analýza dat paradoxně trvala o rok déle. Kritici také upozorňovali na to, že chlapec nebyl zdravý a výsledky proto nejsou reprezentativní.

starší paní, která s železnou pravidelností navštěvovala chovatelské potřeby v Lidické ulici, ve kterých si vždy zakoupila krabičku krmných banánových cvrčků (*Gryllus assimilis*). Po nějaké době se jí prodáváci zeptali, pro jaké terarijní živočichy tyto cvrčky kupuje. Jaké bylo jejich překvapení, když jim zákaznice odpověděla, že žádná zvířata nechová a cvrčky si kupuje, protože je jí jich líto, a vypouští je na Karlově náměstí do parku. Naštěstí tito teplomilní cvrčci nedokážou v Praze přezimovat, to ovšem byla pouhá náhoda. Zmíněná paní se o možná rizika vůbec nezajímala a byla si jistá svým „posláním chránit živé tvory“.

K idealizaci přírody dochází již v dětství. Švýcaři Albert Zeyer a Stefanie Kägi (2010) požádali 408 dětí ve věku 11 až 13 let, aby nakreslily krajinu. Nad obrázky si s dětmi povídali. Zajímavým zjištěním bylo, že děti kreslí přírodní prvky barevnými pastelkami (dominuje zelená barva) a pro znázornění prvků založených na lidské činnosti využívají především barvu šedou. Z následných rozhovorů vyplynulo, že děti v tomto věku touží po přírodě a pobytu v ní a že si ji opravdu idealizují. Naopak civilizaci ztotožňují s asfaltem, mrakodrapy, dopravou, odpadními plyny a továrnami, a vnímají ji jako „šedé utrpení“ (dívky poněkud častěji než chlapci). Nelze říci, zda to je obecně dobře nebo špatně, ale je zřejmé, že v některých případech může být idealizace přírody, která se projevuje přehnanou a až afektovanou láskou a zároveň nedostatkem zábrán, dokonce nebezpečná. V zoologických zahradách se i přes mnohé zákazy a upozornění stále častěji chtějí lidé „přátelit“ se zvířaty, přelézají zábrany, ohradníky a chodí těsně k plotům, někdy i za ně, často i s malými dětmi. Následky takového neuváženého chování jsou nepříjemné. Například v zoologické zahradě na Svatém Kopečku v Olomouci na konci července 2017 zranil vlk čtyřletou dívku poté, co návštěvníci porušili bezpečnostní vzdálenost od výběhu nebezpečných zvířat a přiblížili se až přímo k němu. Vlk přes

plot nemohl kousnout, ale zubem dívce strhl kůži. Jindy byl malý chlapec v jednom z pražských obchodů s chovatelskými potřebami bolestivě pokousán, když pobízen matkou prostrčil ruku do klece s dospělými potkany, aby si je pohladil. Lidé s přehnanou láskou k přírodě též hazardují se svým zdravím, když zachraňují štěňata a koťata neznámého původu. Jeden z nejsmutnějších případů se stal v roce 2019, kdy teprve čtyřřadvacetiletá norská zdravotní sestra (kdo jiný, než zdravotní sestra by měl znát zdravotní rizika?) Birgitte Kallestadová zemřela na vzteklinu, kterou se nakazila, když ji během dovolené na Filipínách pokousalo opuštěné pouliční štěně, o které se starala. Tyto a mnohé další případy upozorňují na to, že nestačí pouze dělení na biofilii (postoj pozitivní a žádaný) a biofobii (postoj negativní a nežádoucí), ale je třeba citlivější rozlišování, v čemž nám může být oporou níže popsán koncept Anderse Hansena.

Koncept pěti interpretací přírody podle Hansena

Docent Anders Hansen z univerzity v Leicesteru v Anglii se zaměřil na to, jak se o přírodě píše či hovoří v médiích. Výsledky výzkumu představil v knize *Environment, Media and Communication* (Hansen 2010). V ní vytyčil pět hlavních interpretací přírody:

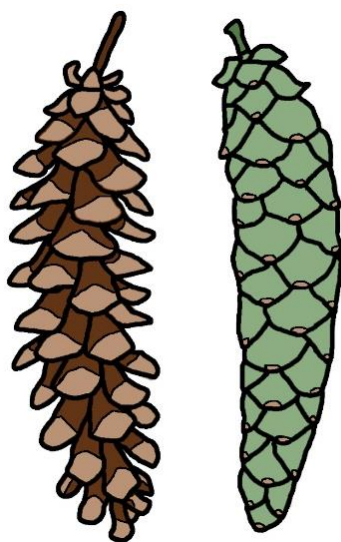
1. Příroda je dobrá, nezkažená, ideální;
2. Příroda je zranitelná, je třeba ji chránit;
3. Příroda je nebezpečná;
4. Příroda je nedokonalý prostor, který je třeba vylepšovat;
5. Příroda je výzva, je třeba s ní bojovat, překonat ji.



Ke každé výše uvedené interpretaci přírody lze snadno nalézt příklady z českých médií i z vlastní životní zkušenosti. Je možné se společně zamyslet, jak přírodu interpretuje článek o horolezcích

bojujících s nepříznivým počasím při prvovýstupu na osmitisícovku, zpráva o záchranném programu tetřeva hlušce, výše zmíněná reklama „Jedna dvě, klíště jde...“ nebo eradikační opatření proti invazním druhům.

K těmto pěti konceptům by bylo vhodné ještě doplnit koncept „Příroda si se vším poradí, příroda je vitální“, který reprezentuje postoj, že příroda nepotřebuje lidskou pomoc, vlastními autoregulačními mechanismy napraví škody, včetně těch páchaných lidmi. Tento postoj předkládá např. Arne Naess, norský filozof spojený se směrem environmentální etiky zvaným hlubinná ekologie (deep ecology). Ten napsal, že „příroda není zeleninový záhon“ a představu, že člověk může a má přírodě pomáhat, považuje za arogantní (Naess 1994). Kupříkladu ochránci přírody, kteří vnímají kůrovce jako přirozené autoregulační opatření a nesouhlasí s žádnými zásahy a už vůbec ne s kácením napadených stromů, vycházejí ať již vědomě či nevědomě právě z tohoto konceptu (Jančaříková 2013).



Význam přírody podle Kellerta

Emeritní profesor Stephen R. Kellert z Yaleovy univerzity se zabýval otázkou, jaký užitek a význam má příroda pro různé lidi a co na ní tito lidé oceňují. Na základě toho vytyčil deset hodnotových významů přírody (Kellert 2012; Krajhanzl 2014), podle nichž je hodnota přírody vnímána lidmi jako:

- estetická – příroda je krásná a inspirující, malujeme, kreslíme a fotografujeme ji;
- dominionistická (panovačná) – příroda je nebezpečná a je třeba s ní bojovat a překonávat výzvy, které nám klade, slézáme vysoké hory, sjíždíme nebezpečné peřeje, lovíme nebezpečná zvířata;
- objekt vědeckého zájmu (odborná, ekologická, vědecká) – příroda nás vyzývá k objevování a zkoumání druhů, zákonitostí a vztahů, za pomoci uznávaných metod ji studujeme, pozorujeme, měříme, experimentujeme s ní, a poznatky publikujeme;
- humanistická – příroda nás miluje a opatruje, my milujeme přírodu a všechny její součásti, píšeme oslavné básně a romány o vzájemnosti s přírodou;
- morální – příroda nás učí etickému rámci a vede nás k touze přírodu chránit, a to i za cenu odepření si některých požitků, usilovně hledáme, jak se správně chovat v přírodě a k přírodě;
- naturalistická – příroda nám poskytuje radost a prožitky „tady a teď“, rádi ležíme na pláži, v lese či na louce, posloucháme šustění listů, šumění moře, líbí se nám, jak voní houby či rozkvetlý keř, radujeme se, když spatříme jelena, motýla, kvetoucí třešeň, pozorujeme tah ptáků, kapky rosy, červánky, nasloucháme křiku rorýsů a houkání výra atd.;

- negativistická – příroda je nebezpečná, zlá, připravena nám ublížit, je lepší se jí vyhnout (patrná souvislost s výše nastíněnou biofobií), nepijeme vodu ze studánky, nekupujeme mléko a vejce od farmáře, nejsme ochotni se vyměšovat v přírodě, stříkáme se repelentem před každou, byť sebekratší, procházkou, upřednostňujeme pobyt ve vnitřním prostředí, odmítáme pohladit zvíře, preventivně hubíme veškerý hmyz a pavouky v dosahu atd.;
- duchovní – příroda nás vybízí k rozvoji duchovního života, můžeme v ní rozjímat, poznávat Boha – Stvořitele (případně jiná božstva, sílu přírody apod.) i sebe sama, učí nás úctě k životu a k přírodě samé, přírodu vnímáme jako chrám, meditujeme v ní, modlíme se, hledáme podobenství;
- symbolická – příroda poskytuje symboly a inspiraci, což se promítá do našeho myšlení, jazyka, umění a snů, vlk, lev, medvěd či orel již nejsou jen živočišným druhem, ale také symbolem vyjadřujícím sílu, svobodu, nespoutanou krásu a odvahu, rozumíme podstatě rčení a průpovědek s přírodními prvky (rychlý jako vítr, kouká jako tele na nová vrata, pilný jako včela), zdají se nám sny o přírodě;
- užitková – příroda nám poskytuje to, co potřebujeme k životu, vzduch, vodu, potravu, suroviny, příroda je pro nás primárně zdrojem surovin a peněz.

Je velmi důležité uvědomit si, že různí lidé vnímají přírodu různě a mají od ní i různá očekávání. Pro někoho může být pojem příroda mentální reprezentací „strašlivých mikrobů a klíšťat“, pro jiného „klidu, míru, pokoje a vzájemné harmonie všech tvorů“ (Krajhanzl 2014). Podobně strom je pro někoho živou entitou, pro jiného však jen

příslibem dřeva a peněz z jeho prodeje. A když odborník uvidí invazní druh, předvídá negativní důsledky jeho zavlečení (obr. 52).



Obr. 52: *Pavlovnie plstnatá* (*Paulownia tomentosa*) se šíří mimo výsadby také v Paříži. Podobný scénář čeká i Českou republiku. [JPe]

Pro některé děti je příroda všude okolo nich, plácek za domem, kde si hrají, květiny v květináči, ptáci letící nad hlavou nebo slunce, měsíc a hvězdy (obr. 53). Pro jiné to je místo někde daleko (zahrada u babičky

či někde v Tatrách, kde jednou byly). Další sem poněkud překvapivě řadí také *bazén, ve kterém mohou plavat* či *růst pšenice na tabletu* (zřejmě v nějaké edukativní aplikaci či hře; Jančaříková 2021). Někdo k přírodě vzhlíží ezotericky, jiný ji zkoumá vědeckými metodami. Někdo ji považuje za vrcholné stvořitelské dílo, někdo za dílo náhody. Někdo si ji idealizuje a snaží se s ní být v harmonii, jiný se snaží ji překonávat a zdolávat.



Obr. 53: *Kdo nikdy neházal kuličky pámelníku bílého (Symphoricarpos albus), jako by nebyl. Tento keř ale patří k obtížným invazním rostlinám a je schopen hustě zarůst lesní paseky.* [JPe]

Pedagogové si musejí uvědomit, že tyto představy o přírodě budou významně ovlivňovat postoje a reakce žáků při environmentálním vyučování, a to samozřejmě včetně výuky o problematice invazních druhů. Vzhledem k tomu, že definovat přírodu je velmi obtížné, je stejně nebo ještě více obtížné objasnit výroky „Chraň přírodu!“ či „Nedělej to, škodí to přírodě!“ Všechny výrazy, jako „láska k přírodě“, „ochrana přírody“, „respekt k přírodě“ nebo „odcizení přírodě“, je třeba chápat, vykládat a používat opatrně, s ohledem na různé mentální a kulturní interpretace přírody.

Úvahy, jak se co nejlépe chovat, logicky nevedou ke stejným výsledkům. Záleží totiž na mnoha různých faktorech. Je zřejmé, že jinak se bude chovat člověk, který přírodu považuje za nebezpečnou a vitální, jinak ten, kdo ji považuje za zranitelnou. Chování bude dále ovlivněno také sociokulturními aspekty dané komunity. Například morální člověk z židovské komunity dá přednost pojídání ryb před pojídáním hovězího, protože zastává názor, že ryby mají nižší duši než skot, a je morálnější zabít a sníst organizmy s nižší duší. Ve stejné situaci se zcela jinak chová morálně uvědomělý Tibeťan, který raději sní kousek hovězího, protože v jeho kultuře je morálnější zabít a sníst jedno velké zvíře, než mnoho malých (Norberg-Hodge 1996).

Jeden jediný správný způsob šetrného přístupu k přírodě není vzhledem k rozmanitosti ekosystémů na Zemi i k jejich proměnám v čase ani možné najít. Rozhodování, co je správné a co ne, je proto třeba vždy zasazovat do širšího kontextu. Například nádoby na jedno použití se na první pohled jeví jako nešetrné k přírodě, ovšem v oblastech, kde je málo vody, je používání tohoto nádobí (z recyklovaného materiálu) šetrnější k přírodě, než kdyby se mylo (Jančaříková et al. 2020). Nejvhodnější je tudíž předávat žákům jen obecný rámec a principy, nikoli konkrétní přístupy. Více se obecnými

rámci šetrného chování k přírodě zabývá (či měla by se zabývat) environmentální etika.

2.2.2 Environmentální etika

Environmentální (někdy též ekologická) etika je definována jako „gentlemanství k přírodě“ (Mahen 1947) nebo jako „soubor zásad a pravidel, která člověku naznačují, jak by se měl chovat ve svém obcování se vším mimolidským světem“ (Kohák 2000).

Zatímco etika mezilidských vztahů měla čas rozvíjet se po dlouhá tisíciletí, morálka vztahu k přírodě se vyvíjí s jistým zpožděním. Environmentální etika operuje se třemi hlavními proudy zobrazujícími postoje člověka či lidstva k přírodě: antropocentrizmem, biocentrizmem a ekocentrizmem.

Antropocentrismus vychází z předpokladu, že člověk je pán tvorstva, centrum všeho dění a příroda je dějištěm jeho života, zdrojem uspokojení jeho potřeb a soupeřem. Je spojován s aktivním „dobýváním přírody“; je chápán (až na výjimky) negativně. V historickém kontextu ho můžeme studovat například na dobývání Krkonoš (Lokvenc 1978). Antropocentrismus chápe přírodu jako pozadí lidských aktivit, zdroj surovin a léčiv. V ochraně přírody se antropocentrický postoj projevuje výroky jako „Musíme chránit prales, protože v něm mohou růst dosud nepoznané rostliny, které mohou být lékem na rakovinu.“

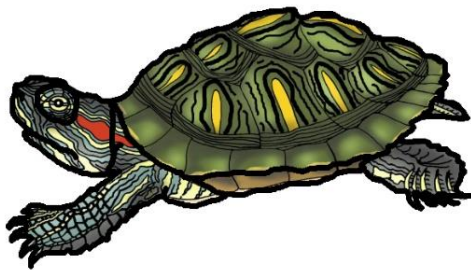
Biocentrismus přináší „soucit s každým živým tvorem“ a vychází z filozofie Alberta Schweitzera (Petrickij 1990). Většinou je přijímán pozitivně, avšak odborníky někdy též s jistým despektem, a to proto, že vede také k nesmyslnému zachraňování vážně zraněných jedinců přemnožených a v ekosystémech negativně působících druhů (kočka, holub aj.). Právě biocentrismus je v pozadí provozování útulků pro psy

a kočky a záchranných stanic, do kterých nosí veřejnost poraněná holoubata a další zvířata.

Ekocentrismus je reprezentován „snahou o zachování ekosystémové a druhové rozmanitosti“, je odborníky považován za vrchol environmentální etiky. Jeho zakladatelem je americký spisovatel, ekolog a lesník Aldo Leopold (1999), který propagoval ochranu životního prostředí pro „dobro přírody“, ne pouze pro dobro člověka (Hettinger & Throop 1999).

Uvedenou trojici přístupů lze doplnit o **theocentrismus**, který reprezentuje přesvědčení, že centrem všeho dění je Bůh. Člověk má (Bohem přisouzenou) roli správce (pastýře) stvoření (Heller 1995), a jako takový by se měl chovat co nejohleduplněji, nejlaskavěji a nejzodpovědněji.

Kohák (2000) ovšem toto dělení bagatelizuje otázkou, zda může člověk ze své podstaty zastávat jiný než antropocentrický názor. Antropocentrismu následně dává nový, nedobyvačný a pozitivní rozměr. Vše se samozřejmě odráží i na přístupu k invazním druhům. Není jednoduché přesvědčit veřejnost, že v mnoha případech je nejvhodnějším řešením zahubení invazních živočichů, ke kterým mnoho lidí pociťuje sympatie (například k mývalům; obr. 54).





Obr. 54: *Mýval severní* (*Procyon lotor*) v soukromém chovu v ČR. [JP]

2.2.3 Rozdílné vnímání přírody

Na základě různých vnitřněných postojů k přírodě, očekávání od přírody a interpretací přírody se lidé (laici i odborníci), kteří mají dobrou vůli se zachovat co nejlépe a nejetičtěji, rozhodují v konkrétních situacích rozdílně. Mnohdy jsou o svém názoru natolik přesvědčeni, že zcela přehlíží, byť seberoзумnější, argumenty protistrany. Je třeba znovu zdůraznit, že formování správných postojů dětí již ve školním věku je z tohoto pohledu velice důležité. Jedině tak lze dosáhnout toho, že budou v dospělosti vyhledávat, přinášet a reprodukovat validní informace, na základě kterých se budou rozhodovat.

Jedním z příkladů zmiňovaného názorového střetu je **případ ledního medvěda Knuta**. Dvacetileté lední medvědice Tosce se v zoologické

zahradě Berlín v prosinci roku 2006 narodila dvojčata. Matka je ovšem z nejasných příčin krátce po porodu odvrhla. Ošetřovatelé oba malé samečky odebrali, avšak jedno mládě po několika dnech uhynulo. Zůstal druhý sameček, který získal jméno Knut. Část odborné veřejnosti (ekocentrici) zastávala názor, aby bylo medvíďe utraceno, protože mládě vychované člověkem nikdy nebude dostatečně socializováno, v dospělosti se pravděpodobně nebude chtít pářit (a jelikož kapacita zoologických zahrad je omezená, měli by mít v chovech u ohrožených druhů přednost ti jedinci, kteří se mohou rozmnožit a pomoci tak zachovat svůj druh), a vlivem zvýšené agresivity způsobené sociální deprivací se může stát nebezpečným pro ošetřovatele. Někteří z nich, reprezentovaní Frankem Albrechtem, dokonce považovali odchov s umělým krmením z lahve (tzv. na flašce) za *týrání a ponížení*. Tento postoj podpořil například i ředitel zoologické zahrady v Cáchách. Po medializaci se však strhla vlna protestů, do kterých se zapojily i děti. Většina laické veřejnosti a část veřejnosti odborné označila tyto názory za „ekofašistické“ a podpořila biocentrické (nebo snad antropocentrické či egocentrické?) rozhodnutí ředitele berlínské zoologické zahrady, která na Knutovi vydělala velké peníze (byl to navíc první odchov ledního medvěda v této zoo po třiceti letech). Medvídek Knut byl vypiplán (tím navíc berlínská zoo porušila platnou legislativu) a stal se miláčkem návštěvníků. Komerčně se jednalo o velký úspěch, začaly se vyrábět dárkové předměty s Knutem, hračky, knihy, točila se DVD, skládaly písně, byly raženy pamětní mince a hovořilo se o „Knutmánii“. Knut nečekaně uhynul utonutím ve věku čtyř let v důsledku autoimunitního zánětu mozku.

Dalším modelovým příkladem názorového střetu vycházejícího z různých přístupů k přírodě byla otázka, **jak řešit rozsáhlou kůrovcovou kalamitu v NP Šumava**. Skupina odborníků prosazovala zásadu

nezasahování. Jejich koncepty vycházely z víry ve vitální, samoregulační a samoobnovovací schopnosti přírody a z ekocentrického přístupu. Proti nim vystupovala druhá skupina, převážně lesních inženýrů, kteří lobbovali za vhodné zásahy, především kácení. Domnívali se totiž, že přírodě se musí pomáhat a obhospodařovat ji jako zahradu, les v NP tedy viděli jako zranitelný a nedokonalý prostor, který je třeba správným managementem vylepšovat. Do jejich sporů pravděpodobně zasahovala i třetí skupina – skupina ziskuchtivých podnikatelů, kteří ve větší či menší míře ovlivňují lesní hospodaření (Jančaříková 2013). Jak se ukázalo, strašení bylo zbytečné, Šumava se opět zazelenala.

Podobně se názorové střety promítají do zacházení s invazními druhy. Odborníci s ekocentrickým přístupem a postojem „příroda je nedokonalý prostor, který je třeba vylepšovat“, popřípadě s postojem „příroda je zranitelná, je třeba ji chránit“, vyžadují efektivní regulaci invazních druhů, tj. kácení, vytrhávání, postřiky v případě rostlinných druhů nebo sterilizaci, odstřel, odlov či vytrávení v případě druhů živočišných (více viz kapitola 2.7). Ekocentrici s přístupem „příroda si se vším poradí“ pak budou věřit v samovolné ustanovení přírodní rovnováhy prostřednictvím autoregulačních mechanismů. Lidé s přístupem spíše biocentrickým však budou soucítit s dotyčnými organizmy (více s živočišnými než s rostlinnými), které za to přece nemohou, že byly na nějaké území zavlečeny, a budou prosazovat jejich právo na život. Proto je nutností široká společenská diskuze moderovaná odborníky na biologické invaze, přičemž v rámci škol má tuto roli zastávat pedagog či koordinátor EVVO. Samozřejmě také záleží na kontextu invaze, jaký je typ invadovaného prostředí, jaké mohou být vedlejší efekty managementu invazí a jaké jsou dopady invazního druhu na okolí.



2.3 Výuka zaměřená na biologické invaze v ČR

Ačkoli – jak bylo v předchozím textu vysvětleno – se jedná o téma velice závažné a aktuální, nebyla mu dosud na českých základních školách věnována dostatečná pozornost. O něco lepší je situace na nižším stupni víceletých gymnázií, přesto shledáváme tematicky pojatou výuku v ČR za nedostatečnou. Žáci se v problematice neorientují, neznají terminologii, nedokážou správně rozlišit původní a nepůvodní druhy a nedokážou posoudit míru rizikovosti různých lidských činností (obr. 55 a 56). Metodika, kterou právě držíte v ruce (či čtete její elektronickou verzi), si klade za cíl tuto situaci zlepšit. Jedná se o druhý díl série, metodika pro první stupeň základních škol již byla vydána (Patoková et al. 2023) a metodika pro střední školy je v přípravě.



Obr. 55: Venkovní akvakultura v tropických zemích zpravidla není dostatečně zabezpečena a chování živočichové touto cestou snadno unikají do přírody. Z pohledu biologických invazí se tedy jedná o vysoce rizikovou lidskou činnost.



Obr. 56: *Biologické invaze, jak si je představuje umělá inteligence, konkrétně ChatGPT 4 (vytvořeno 15. 5. 2024). Je zřejmé, že ani umělá inteligence nemá v tématu dosud příliš jasno – avšak zatímco se dá očekávat, že se bude sama zlepšovat, žákům musí předat vědomosti učitel. To je hlavním důvodem, proč vznikla tato metodika.*



Mezi hlavní dokumenty zaměřené na environmentální výchovu v ČR náleží:

- **Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání**
(RVP ZV, revidováno 2023),
- **Doporučené očekávané výstupy průřezového tématu Environmentální výchova v základním vzdělávání**
(DOV EV ZV, Pastorová a kol. 2011)
- **Cíle a indikátory pro environmentální vzdělávání, výchovu a osvětu v České republice**
(CI EV ČR)
- **Státní program EVVO a EP na léta 2016 až 2025**
(SP EVVO a EP)

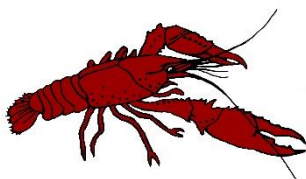
Je zarážející, že v žádném z těchto dokumentů se nevyskytují slova **invazní** (ani invazivní), **invaze**, **původní** ani **nepůvodní**, ale ani další pojmy, které s invazními druhy souvisejí, jako **endemit**, **ochrana vzácných** či **ohrožených druhů**. V žádném dokumentu není – ani jako příklad – řešena problematika nežádoucího **vypouštění živočichů ze zájmových chovů** do volné přírody (obr. 57). Okrajově jsou zmíněny pouze pojmy **adaptace** (DOV) a **mitigace** (SP EVVO a EP).

Nalezneme v nich ovšem témata s problematikou biologických invazí nepřímo spojená, např. **ochrana stanovišť** a **ochrana přírody, pochopení environmentálních souvislostí** nebo **řešení environmentálních problémů**. SP EVVO doporučuje *věnovat zvláštní pozornost programům zaměřeným na dopady změny klimatu v ČR – jako jsou změny v našich ekosystémech, např. změny v rozšíření některých živočišných a rostlinných druhů* (více viz tabulka 1).



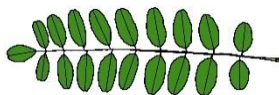


Obr. 57: Původem severoamerický rak červený (*Procambarus clarkii*) je jedním z nejčastěji vypouštěných raků ze zájmových chovů. [SGA]



Tabulka 1 (na následující straně): Zahrnutí vybraných termínů souvisejících s biologickými invazemi do hlavních dokumentů řešících environmentální výchovu v ČR (x ... dokument termín obsahuje, - ... termín není v textu zahrnut; detailnější informace obsahují vepsané poznámky). RVP ZV = Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání; DOV EV ZV = Doporučené očekávané výstupy průřezového tématu Environmentální výchova v základním vzdělávání; CI EV ČR = Cíle a indikátory pro environmentální vzdělávání, výchovu a osvětu v České republice; SP EVVO a EP = Státní program EVVO a EP na léta 2016 až 2025.

Termín	RVP ZV	DOV EV ZV	CI EV ČR	SP EVVO a EP
Ochrana druhů	x	-	-	x
Rozšíření živočišných a rostlinných druhů	x	-	-	x
Chráněná území a ochrana stanovišť	x	-	zkrášlování	hodnota daného území
Zachování či ochrana biodiverzity	x	-	jen pojem	x
Ochrana přírody a životního prostředí	x	x	x	x
Environmentální problémy	x	x	x	x
Globální problémy	x	částečně	x	změny/hrozby
Posuzování environmentálních souvislostí	x	x	x	-
Pochopení základních environmentálních a ekologických problémů	x	-	x	x
Pochopení envi a eko dějů či jevů	x	-	x	a jejich zkoumání
Adaptace či přizpůsobení	-	x	-	-
Mitigace	-	-	-	změny klimatu



Vzhledem k důrazu na pochopení, posuzování a řešení environmentálních a ekologických problémů, který se objevuje ve všech sledovaných dokumentech, a ke skutečnosti, že biologické invaze jsou jedním z největších problémů současnosti, je opravdu s podivem, že se tomuto tématu žádný dokument jmenovitě nevěnuje. Náš tým se nicméně domnívá, že na základní školy téma biologických invazí jednoznačně patří, pochopitelně při správně nastavené míře zjednodušení odpovídajícího ročníku žáků a dodržení didaktické zásady emocionální bezpečnosti. Uvědomujeme si ovšem, že biologické invaze a boj s invazními druhy jsou tématem složitým, a to nejen obsahem, ale především z výše nastíněného konceptuálního, etického a didaktického pohledu. Oporu pro jeho začlenění do výuky poskytují didaktické zásady.

2.3.1 Didaktické zásady ve výuce

Při realizaci EVVO, potažmo při výuce o biologických invazích, je třeba dodržovat didaktické zásady. To jsou doporučení týkající se celého procesu výuky (od přípravy a stanovování cílů, přes realizaci až po reflexi). Jejich znalost rozvíjí učitelovy schopnosti **transformovat obsah do podoby, která je pedagogicky účinná a zároveň odpovídá úrovni i potřebám žáků**. Znalost didaktických zásad u učitelů významně posiluje didaktickou znalost obsahu (Jančaříková et al. 2022). Níže uvedené didaktické zásady vycházejí z několikaleté práce řešitelského týmu autorů, která byla završena vydáním metodické publikace Didaktické zásady v přírodovědném vzdělávání: metodická příručka pro učitele biologie, chemie, fyziky, geografie, informatiky, matematiky a lektory environmentální výchovy. Tyto zásady lze přejmout i pro výuku o biologických invazích. Důležité je usilovat o dodržování všech didaktických zásad zároveň, a to nejen při realizaci, ale již při plánování výukové jednotky. Tabulka didaktických zásad usnadní závěrečnou

reflexi kontrolou, zda byly všechny didaktické zásady dodrženy. Při realizaci EVVO (včetně výuky o biologických invazích) totiž někdy kladou různé skupiny lektorů důraz na odlišné aspekty. Lektoři z řad odborníků (ekologů, přírodovědců, ochranářů) zpravidla kladou důraz na didaktickou zásadu vědeckosti, ale někdy opomíjejí didaktické zásady přiměřenosti či emocionální a sociální bezpečnosti. Pedagogové elementaristé činí často právě naopak. Pestrost autorského týmu předkládajícího tuto metodiku zaručuje dodržování všech didaktických zásad, jak jsou shrnuty v tabulce 2.

Tabulka 2 *Didaktické zásady (převzato z publikace Jančaříkové et al. 2022).*

Didaktická zásada	
1.	Zásada emocionální bezpečnosti
2.	Zásada sociální bezpečnosti
3.	Zásada hygieny a fyzické bezpečnosti
4.	Zásada systematičnosti
5.	Zásada vědeckosti
6.	Zásada správné komunikace, včetně neverbální
7.	Zásada přiměřenosti
8.	Zásada srozumitelnosti
9.	Zásada názornosti
10.	Zásada poskytování podnětů pro více smyslů
11.	Zásada využívání prostředí
12.	Zásada těsného propojení se životem
13.	Zásada aktivity
14.	Zásada bezprostřední zpětné vazby
15.	Zásada posloupnosti
16.	Zásada trvalosti
17.	Zásada soustavnosti a opakování
18.	Zásada komplexního rozvoje osobnosti žáka
19.	Zásada výchovného a dílčího vzdělávacího působení
20.	Zásada individuálního přístupu

Jako podpůrné prostředky pro environmentální vzdělávání a výchovu lze úspěšně využít tištěných i internetových zdrojů, dokumentárních filmů i krátkých videí. Pro ověření správnosti předkládaných informací je vždy dobré čerpat z více zdrojů. Domníváme se, že velice prospěšná je i výuka v terénu, tedy komentované exkurze, praktická cvičení a ukázky přímo v přírodě. V neposlední řadě je vhodné začlenit do výuky diskuze s odborníky, kteří mohou žákům představit aktuální poznatky z oboru.

2.3.2 Prospěšná role zoologických a botanických zahrad, chovatelských zařízení a ekocenter v environmentální výchově

S environmentálním vzděláváním a výchovou realizovanou především na poli ochrany ohrožených druhů, v širším kontextu i celých biotopů (včetně boje proti invazním druhům), jsou neoddělitelně spjaty zejména zoologické zahrady. Světová asociace zoologických zahrad a akvárií (WAZA) v dnešní době sdružuje téměř 400 členských zoologických zahrad a akvárií (dále uváděno jen jako „zoologické zahrady“). V ČR existuje dle údajů MŽP celkem 28 zoologických zahrad s platnou licencí (Seznam zoologických zahrad s licencí v roce 2023⁶). Ročně navštíví zoologické zahrady na celém světě odhadem 700 milionů návštěvníků, což představuje pro ochranu ohrožených druhů, prevenci šíření invazních druhů, i pro environmentální osvětu a vzdělávání v nejširším slova smyslu obrovský potenciál (Anderson et al. 2003; Reade & Waran 1996). Edukační programy zaměřené na osvětu v oblasti biologie a ochrany zvířat utvářejí u návštěvníků pozitivní vztah ke zvířatům a motivují k podpoře záchranných programů zaměřených na ochranu druhů *ex-* a *in-situ* (mimo i v místě přirozeného výskytu), i na

⁶ mzp.cz

ochranu biotopů a přírody jako celku (Anderson et al. 2003; Hosey 2005).

Atraktivní a v přiměřené míře i zábavné programy cílené zejména na školou povinné děti i na celé rodiny tak představují pro zoologickou zahradu významnou příležitost k osvětové činnosti. Edukativní význam zoologických zahrad pro širokou veřejnost včetně dětí je nezpochybnitelný, silnou stránkou vzdělávání v prostředí zoologických zahrad je dle teoretiků pedagogiky především skutečnost, že zoologické zahrady nabízejí neformální a zážitkové prostředí v kontrastu s běžnou školní výukou (Carr & Cohen 2011). Možnost pozorovat živé zvíře, v určitých případech včetně fyzického kontaktu, je pro děti nesrovnatelně podnětnější, než např. sledování videa v učebně. To je možné kupříkladu v rámci speciálních programů umožňujících krmení zvířat (sloni, lemuři, chameleoni, domestikovaná zvířata apod.) z ruky či chovateli a lektory řízených setkání se zvířaty v tzv. chráněném kontaktu (obr. 58 a 59).



Obr. 58: *Krmení delfínů s komentářem v Ancolu v Indonésii.* [JP]



Obr. 59: *Krmení kontaktních madagaskarských lemurů kata (Lemur catta) pod vedením lektora v zooparku Zájezd. [JP]*

Z hlediska získání a udržení pozornosti zejména dětí mají takovéto programy nezastupitelnou roli jak pro školy, tak pro rodiny s dětmi a jsou jedním z významných důvodů, proč se do zoologické zahrady návštěvníci pravidelně vrací. Na poli rozvoje vzdělávání a osvěty školních dětí v prostředí zoologických zahrad je jistě ještě mnoho prostoru ke zdokonalování programů zaměřených přímo na biologické invaze.

V duchu holistického pojetí vzdělávání jsou pro zprostředkování hmatových vjemů a fyzického kontaktu s přírodními materiály vedle živých jedinců využívány také rozličné exponáty, jako jsou vycpaniny, kožeshiny, bodliny, vaječné skořápky, lebky, zuby, svlečky, peří, rohy, parohy, drápy, kosti, šupiny, odlitky stop, u rostlin pak plody, listy, kůra.

Jedním z problémů, se kterým se zoologické zahrady musejí vyrovnat, je otázka chovu druhů s invazním potenciálem v dané oblasti. V Evropě jsou zoologické zahrady evidovány jako druhý nejčastější zdroj úniku nepůvodních druhů živočichů do volné přírody (Hulme et al. 2008). Jakkoli tento údaj může působit znepokojivě, reálné počty prokázaných případů úniků jsou u zoologických zahrad ve srovnání s legálním a ilegálním obchodem s domácími mazlíčky či nekontrolovaným a záměrným vypouštěním nepůvodních druhů za účelem loveckých aktivit či domnělého „obohacení“ místní fauny velmi nízké (Cassey & Hogg, 2015). Samovolné úniky živočichů z expozic či chovatelského zázemí jsou v zoologických zahradách pochopitelně běžnější než případy krádeží a následného záměrného vypuštění zvířat. Zabezpečení expozice (např. mechanickou bariérou, elektrickým ohradníkem, vodním příkopem atd.) se může projevit jako nedostatečné – kupříkladu u stromových druhů savců jsou častou příčinou úniku přecházející větve stromů propojené s další vegetací mimo hranice expozice, jiné druhy jsou zase schopny se z expozice podhrabat či prokousat. Zvířata mohou být k únikům motivována řadou neuspokojených potřeb, od prostorových přes potravní či reprodukční, až po snahu utéct pryč z dosahu konkrétního chovatele či lidí obecně. Je pravděpodobné, že stereotypní obcházení expozice pozorované u řady jedinců v zoo chovaných volně žijících druhů (např. velkých koček) může pocházet nejen z deprivace a nedostatku podnětů či z přirozených teritoriálních projevů, ale též z neúspěšných pokusů o útěk. Nelze přehlížet trend, kdy chovatelská zařízení v zoologických zahradách, které nejsou členy nadnárodních či národních organizací, jsou obvykle méně kontrolovaná, hůře zabezpečená, a tedy náchylnější k únikům zvířat (Fàbregas et al. 2010). Statisticky nejčastější případy úniků jsou evidovány u třídy ptáků, což je způsobeno nejen přirozeně velkou

mobilitou většiny z nich, ale též jejich procentuálně nejvyšším zastoupením v evropských zoologických zahradách (cca 58 % chovaných druhů obratlovců; Conde et al. 2013).

Dobrým výchozím bodem pro environmentální výchovu a výuku o biologických invazích jsou botanické zahrady a přírodovědná muzea (obr. 60). Vzhledem k tomu, že mívají široké spektrum ukázkových druhů a expozic, často také nabízejí vzdělávací programy, hravé aktivity i příměstské tábory. Ty jsou buď přímo v programu, nebo je často lze po domluvě zorganizovat. U botanických zahrad je vhodnou aktivitou i návštěva expozic a porovnání pěstovaných druhů s druhy invazními. I přes fakt, že botanické zahrady věnují pozornost invazním druhům, je paradoxně běžné, že vystavují i některé problematické druhy a u těch existuje riziko, že si návštěvníci odnesou semínka na svou zahradu. Obvykle se jedná o expozice věnované léčitelství, bylinkám v kuchyni a okrasným výsadbám v předzahrádkách. Expozice ochrany přírody (infocentra, domy přírody) jsou pak spíše zaměřené na lokální invazní druhy a problémy spojené s jejich šířením a eradikací.



Obr. 60: Botanické zahrady nabízejí vzdělávací expozice i programy pro děti ve venkovních prostorách i ve sklenících. [JP]

Ekocentra, případně střediska ekologické výchovy, jsou další kategorií institucí, kde se teoretickou i praktickou formou realizuje vzdělávání mimo jiné také v oblasti ochrany ohrožených druhů živočichů a rostlin, důraz je též kladen na prevenci a regulaci zavlékání a šíření druhů invazních. Některá z ekocenter, např. IS CHKO Křivoklátsko-Křivoklát (Křivoklátsko o. p. s.), Naučné středisko ekologické výchovy Kladno-Čabárna o. p. s. či Podblanické ekocentrum Českého svazu ochránců přírody Vlašim, jsou certifikována Pavučinou (viz podkapitola 2.1.1). V některých případech umožňuje zázemí ekocentra ubytování a realizaci vícedenních programů, a nechybějí ani příměstské tábory.

Významnou roli hrají i další ochrannářské organizace sdružující jak profesionály, tak dobrovolníky, např. Česká společnost ornitologická. Tyto organizace se rovněž angažují v systematickém environmentálním vzdělávání nabízeném zejména školám a nabízejí pravidelné výukové programy od prohlídek až po celodenní aktivity. Školení, semináře a exkurze lze po dohodě zorganizovat i s vybranými odborníky, kteří působí mimo školu, ale nespádají pod žádnou z výše zmíněných organizací.

Nezanedbatelný význam v environmentálním vzdělávání mají i menší chovatelská, ochrannářská a osvětová zařízení – zookoutky nebo též minizoo. Formálně i organizačně mohou být propojena s ekocentry nebo dalšími institucemi. Například Lesy hlavního města Prahy takto provozují ekocentrum Prales a Záchrannou stanici hl. m. Prahy, pod jejíž správu spadají celkem čtyři zookoutky (Zookoutek Malá Chuchle, Divoká zahrada Hostivař, Zookoutek Kunratice a Zookoutek Kamýk). Vlastní ekocentrum provozuje i Bečovská botanická zahrada.



V neposlední řadě existují soukromé společnosti, které školám nabízejí výukové programy naplňující ideu EVVO. Výhodou takového programu je, že přiblíží danou problematiku (často s použitím názorných ukázek) přímo v prostorách školy. Koordinátorům EVVO tak odpadají organizační starosti s dojížděním za „zážitkovou“ výukou. Výhodou je i časová flexibilita, jelikož jinak celodenní aktivitu v podobě výletu mimo školu je možné zhustit do domluveného počtu výukových hodin a zohlednit specifické nároky (např. zaměření na konkrétní ročník, ve kterém se probírá daná látka). Mezi takovéto společnosti patří například Ornita⁷ nebo BioAdventure⁸.

Je žádoucí, aby si pedagogové rozšiřovali své znalosti samostudiem i v rámci dalšího vzdělávání pedagogických pracovníků. Ostatně i principy vysvětlené v této metodice, i doporučené postupy, jak s ní pracovat, jsou součástí kurzu pořádaného ve spolupráci se Vzdělávacím institutem Středočeského kraje (obr. 61).⁹



Obr. 61: Kurz pro pedagogy zaměřený na biologické invaze v EVVO, v jehož rámci je představována i tato metodika. [JP]

⁷ ornita.cz

⁸ bioadventure.cz

⁹ visk.cz

2.4 Komunikace, argumentace a vysvětlování

Přírodu nejen v České republice obsazují nepůvodní druhy hub, rostlin a živočichů. To je vědecky prokázaný fakt. Máme s tím něco dělat? To už je postoj. Nejen učitelé, ale také ochrana přírody čelí otázkám typu: Proč se tím máme vůbec zabývat? Proč platit ochranu původní flóry a fauny? Není to marné a zbytečné? Pro někoho se může jednat o komunikační oříšek. Níže tedy nabízíme myšlenkové postupy, kterých se může pedagog držet při snaze srozumitelně představit téma biologických invazí žákům a odpovědět na jejich dotazy a připomínky.

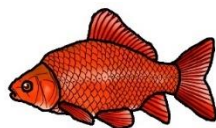
Komunikace je v tomto případě mnohdy složitá, protože spektrum znalostí aktérů komunikace je často značně rozdílné. Mnozí bohužel žijí z poněkud zavádějících představ a informací, které jim dala jejich škola, rodina či média. „Příroda se přece vyvíjí, slabší nahrazují silnější. Invaze je běžná. Bojujete se základním principem přirozeného výběru,“ to může říct už žák základní školy, stejně jako jeho rodič či prarodič. Jedinou cestou je hlubší poznání a představení problému v celé jeho šíři.

Komunikace, ať ve škole nebo v rámci mimoškolních diskuzí a debat, by měla vycházet ze znalosti a trpělivého vysvětlení. Základem je pochopit, že naše globální civilizace je z hlediska původních přírodních zákonitostí vývoje života na planetě Zemi naprosto výjimečným experimentem. Jsme planetárním druhem bez konkurence a ovlivňujeme rozšíření druhů více než lokální přírodní děje. Drtivá většina druhů je přirozeným vývojem svázaná se svým prostředím, rozhodují místní podmínky (potrava, soupeři, dravci, parazité). Víme, že vývoj druhů není průběžný, ale skokový. A není globální. Často bývá spojen s nějakou krizí a výjimečnými místními podmínkami. Základní poloha komunikace proto musí vést skrze přesnější vysvětlení vývoje druhů a jejich životních nároků.



Slovo experiment jsme využili záměrně, protože člověk svou roli pochopí až na základě rozpoznání důsledků svých činů. Pokusem, hrou, objevením. Jako snadný modelový příklad mohou sloužit ryby: střevlička východní, karas stříbřitý nebo karas zlatý. Druhy, které obsadily naše vody. Zmíněné druhy ryb se do české přírody nedostaly přirozenou cestou, ale kvůli lidem – rybářům a chovatelům. Vypustili si je do svých vod. Někdy omylem, někdy záměrně. Nebyla to příroda, byl to nevědomý či neopatrný krok člověka. Základní otázkou pro pochopení problematiky invazních druhů tedy je: „Jak člověk ovlivnil evoluci ve svém okolí? Pozitivně nebo negativně?“ Už samotné zjištění, že člověk vývoj přírody drží v rukou, může být námětem **myšlenkové hry** (při které se využije přemýšlení a logika). Do této hry je možné vložit následující vstupní informace:

- Střevlička východní se rozmnožuje až osmkrát do roka. Naše původní ryby jen jednou až třikrát v závislosti na druhu.
- Karas stříbřitý nepotřebuje pro rozmnožení vlastní samce.
- Karas zlatý se dokáže množit s jinými kaprovitými rybami a vytváří hybridy. Tím snižuje plodnost samců některých původních druhů.
- Střevlička východní okusuje jiným rybám ochranný sliz a přenáší nemoci.
- Karas stříbřitý sní ohromné množství potravy a místní ryby doslova vyhladoví.
- Karas zlatý se rychle přemnoží a produkcí metabolitů zhoršuje kvalitu vody v nádržích.
- Karase stříbřitého i střevličku východní používali rybáři jako nástrahu na lov dravých ryb. Po ukončení lovu někteří rybáři vypustili přebytečné rybky do řek a rybníků.



- Karasi zlatí jsou oblíbenou okrasnou rybou a šíří se ze zahradních jezírek, kde se rychle přemnoží a chovatelé nevědí, co s nimi.
- Střevlička východní doputovala do našich vod s násadou nepůvodních ryb - s tolstolobiky a amury. Protože je malá, nikdo si jí nevšiml, dokud se nenamnožila do velkých počtů.

Žáci i dospělí mohou poté sami odpovídat na následující otázky:

- Myslíte, že rozšíření těchto ryb ovlivnilo české řeky a nádrže? Jak?
- Je role člověka pro šíření invazních druhů zásadní nebo jde o přirozený proces?
- Co by se mělo dělat, aby se další šíření zastavilo? Je třeba chránit naše druhy ryb? Jak?
- Vysvětlil bys ostatním, v čem jsou invazní druhy nebezpečné?

Metoda hry, objevování a přenášení poznatků patří k nejúčinnějším didaktickým postupům. Komunikace by měla být přiměřená věku posluchače, s minimem cizích slov. Každé je možné nahradit (např. biodiverzita = druhová rozmanitost, pestrost života; konkurent či kompetitor = soupeř).

Komunikaci je samozřejmě nutné doplnit o podklady a fakty. **Hlavní zásadou je nevymýšlet si.** Téma je natolik obšírné, že nikdo nemůže vědět všechno a není ostudou dohledat a ověřit požadované informace na internetu, u odborníků či v literatuře (obr. 62). Naopak, hledání takové informace může pedagog pojmout jako aktivitu pro celou třídu či vybrané žáky – ti pak mohou představit nalezené informace kupříkladu formou referátu. Vhodné je doplnit výklad kupříkladu o mapy rozšíření na území ČR či kraje u jednotlivých druhů v jednotlivých desetiletích. Důležité je také mluvit o zranitelnosti druhově chudé přírody, o neprozkoumaných vazbách mezi organizmy nebo o ztrátě

jedinečných vlastností života. Mezi základní prvky úspěšné komunikace patří také pozitivní ladění, naděje či otevření cest pro řešení zdánlivě složitého problému (propadnout tzv. environmentálnímu žalu rozhodně není řešením).



Obr. 62: *U sršně asijské (Vespa velutina) se často zdůrazňuje její zvýšená agresivita. Sice se jedná o agresivní druh, mediálně ale bylo vše zbytečně nafouknuto. Skutečně není třeba vyvolávat mezi obyvatelstvem paniku – ve snaze uchránit se od bodnutí tímto hmyzem mnozí lidé totiž začali bezhlavě pobíjet všechny hmyz sršni alespoň trochu podobný (např. původní samotářské a neškodné včely drvodělky). Správná informovanost veřejnosti je nejen v tomto případě velice důležitá. [TG]*

Jako skvělý komunikační prostředek s velmi vysokým dopadem se osvědčila tvorba audiovizuálních materiálů pro sociální sítě samotnými žáky nebo studenty. Je to zajímavý výstup, kterým se dá poznání šířit dál. Stejně tak lze využít již připravené materiály, jen je třeba ověřit jejich kvalitu, protože mnohé volně dostupné podklady jsou zavádějící a plné chyb.

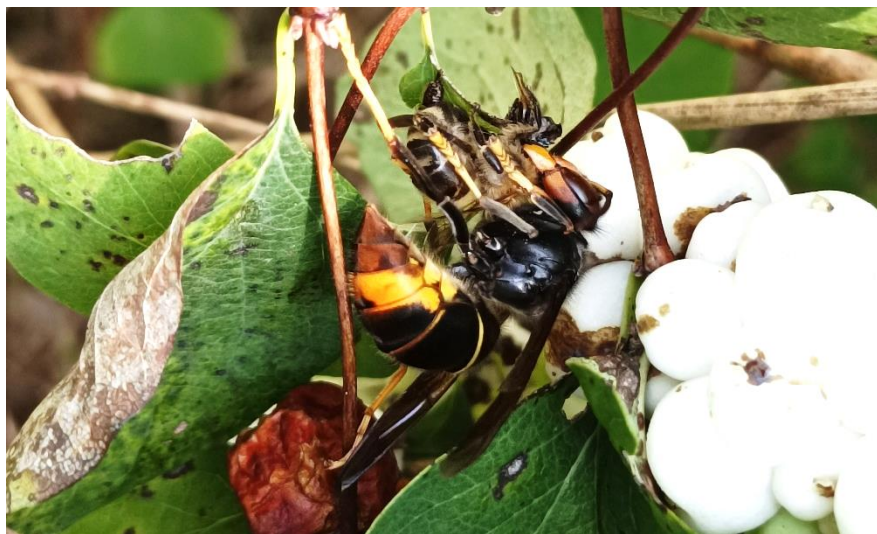
2.5 Občanská věda

Občanská věda, také označovaná jako komunitní nebo participativní věda, představuje inovativní vědecký přístup, který klade důraz na úzkou spolupráci mezi profesionálními vědci, ochranáři a širokou veřejností (Phillips et al. 2021). Typické pro občanskou vědu jsou otevřenost, transparentnost a spolupráce, což umožňuje širokému spektru lidí zapojit se do odborných aktivit bez ohledu na jejich vzdělání či profesní pozadí. V této formě výzkumu jsou běžní občané aktivně zapojeni do procesů sběru, analýzy a interpretace dat, přičemž jejich znalosti a zkušenosti doplňují práci odborníků a přinášejí nové perspektivy do vědeckého poznání. Občanská věda je často využívána v různých oblastech vědy, jako je ochrana životního prostředí, studium biodiverzity, klimatické změny, dopadu na lidské zdraví, ale třeba i astronomie a dalších.

Proces občanské vědy začíná definicí vědecké otázky, na kterou je potřeba nalézt odpověď. Následně je vytvořen návrh metodiky sběru dat, do které jsou zapojeni dobrovolníci z řad veřejnosti. Sběr dat, který je často rozsáhlý a různorodý, je potom prováděn ve spolupráci mezi profesionály a dobrovolníky. Po nasbírání údajů následuje jejich analýza a interpretace, přičemž komunikace mezi vědci a dobrovolníky je důležitá pro správné porozumění metodám a cílům výzkumu. Občanská věda tak přináší mnoho výhod. Zapojení veřejnosti do výzkumného procesu zvyšuje důvěru ve vědecké výsledky, posiluje vztah mezi vědci a veřejností a zlepšuje odbornou gramotnost občanů. Také umožňuje vědcům získat přístup k rozsáhlým datovým sadám a prostřednictvím spolupráce s veřejností tak vyřešit komplexní vědecké otázky a problémy, kterým čelí moderní společnost.

Tento způsob výzkumu má samozřejmě přesah a obrovský potenciál i v monitorování a managementu nepůvodních, a především invazních

druhů. Invazní druhy mohou mít často velmi negativní dopad nejen na samotnou přírodu (způsobují pokles biodiverzity a narušují interakce v ekosystému a ekosystémové funkce), ale i pro zemědělství (např. mandelinka bramborová), lesnictví a rybářství (např. karas stříbřitý), a často mají i negativní socio-ekonomické dopady (např. sršeň asijská, obr. 63). Z toho důvodu je důležité monitorovat jejich šíření a následně provádět efektivní management. Využití občanské vědy pro monitorování a management invazních druhů nabízí mnoho výhod včetně dalšího vzdělávání široké veřejnosti.



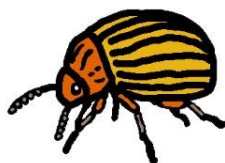
Obr. 63: *Sršeň asijská (Vespa velutina)* je výkonným predátorem – na fotografii požírá ulovenou včelu medonosnou (*Apis mellifera*). [TG]

V rámci občanské vědy se rozeznávají dva základní typy dat, které jsou důležité pro monitorování invazních druhů: (1) **verifikovaná data:** data jsou ověřená a potvrzená odborníky nebo vědeckými institucemi. Tato data jsou považována za spolehlivější a jsou využívána pro vědecké

analýzy a modelování. Momentálně je velmi sledovaný monitoring sršně asijské pomocí platformy **NAJDI.JE**¹⁰. Anebo tu jsou (2) **přímá data**: informace jsou získané přímo od dobrovolníků nebo veřejnosti bez dalšího ověření. Přímá data jsou cenná zejména pro rychlé získání informací, avšak vyžadují opatrnost a kritický přístup při interpretaci. Jako příklad lze uvést populární **Ptačí hodinku** – monitoring ptáků na krmítku organizovaný Českou ornitologickou společností.

Existuje mnoho způsobů, jak se může veřejnost podílet na monitorování nepůvodních, a především invazních druhů. V dnešní době pokročilé technologie (mobilní aplikace využívající umělou inteligenci nebo webové platformy) umožňují lidem snadno sdílet svá pozorování s vědci a odborníky. Kromě toho jsou pořádány speciální akce pro monitoring, tzv. **BioBlitz** (v češtině **Biosmršť**), který zapojuje dobrovolníky do koordinovaného terénního průzkumu. Díky širokému zapojení veřejnosti jsou takto získána rozsáhlá a aktuální data o rozšíření nepůvodních a invazních druhů. Zde platí jednoduché pravidlo: „**více očí více vidí**“. Tato aktuální data jsou klíčová pro vědecké studie. Pomáhají vědcům porozumět chování těchto druhů, sledovat jejich šíření a predikovat jejich dopady na místní ekosystémy, eventuálně jak snížit jimi vyvolané ekonomické dopady.

Správný management nepůvodních a invazních druhů samozřejmě vyžaduje koordinované úsilí a integrované přístupy. Data získaná prostřednictvím občanské vědy mohou být použita k vytvoření strategií pro kontrolu a jejich management. To může zahrnovat opatření jako je včasná detekce, eradikace invazních populací, ochrana ohrožených druhů a obnovování postižených ekosystémů.



¹⁰ najdi.je.cz

Nedílnou součástí využití občanské vědy v managementu nepůvodních a invazních druhů je osvěta a edukace veřejnosti. Informování občané jsou klíčoví pro úspěšné monitorování a ochranu přírody. Proto je důležité poskytovat lidem školení a podporu při zapojení do výzkumných projektů. Struktura občanské vědy samozřejmě umožňuje snadné zapojení nejen dospělých, ale může být cílena i na školní děti a mládež. Školy tak mohou hrát klíčovou roli v monitorování invazních druhů a zejména v edukaci mladých lidí o významu ochrany biodiverzity. Existuje několik možností, jak mohou školní programy a aktivity přispět k občanské vědě týkající se invazních druhů:

1. **Speciální dny včetně tzv. „Školních projektových dnů“:** Školy se mohou účastnit či přímo organizovat speciální projekty nebo události zaměřené na sběr dat o invazních druzích v jejich okolí. Žáci by mohli společně s učiteli a dalšími dobrovolníky provádět pozorování a dokumentaci nepůvodních, a především invazních druhů ve školním areálu nebo v blízkém okolí. Od roku 2022 je vždy poslední víkend v květnu pořádána **Biosmršť¹¹**, která je zaměřena na monitoring vybraných nepůvodních rostlin a živočichů.
2. **Vzdělávací programy:** Školy mohou začlenit do svých vzdělávacích programů učební materiály a informace o invazních druzích a občanské vědě. To může zahrnovat výuku o environmentálních dopadech invazních druhů, technikách sběru dat a interpretaci vědeckých výsledků.
3. **Spolupráce s vědeckými institucemi:** Školy mohou navázat spoluprací s vědeckými institucemi nebo organizacemi



¹¹ biosmrst.cz

provádějícími výzkum invazních druhů. Žáci by mohli být zapojeni do reálných vědeckých projektů a získat tak praktické zkušenosti s občanskou vědou.

4. **Využití technologií:** Technologické nástroje, jako jsou mobilní aplikace a online platformy, mohou školám umožnit snadné sbírání a sdílení dat o invazních druzích (viz **Biosmršť**). Studenti by mohli používat tyto technologie k dokumentaci pozorování a přispívat tak k vědeckému výzkumu.

V rámci České republiky jsou nepůvodní druhy organismů monitorovány jak na úrovni institucionální (např. Agenturou ochrany přírody a krajiny ČR či Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským), tak i výzkumné (např. Botanickým ústavem či Výzkumným ústavem rostlinné výroby a platformou NAJDI.JE), ale i pomocí veřejných aktivit (např. v rámci aplikací iNaturalist¹² či BioLib.cz¹³). Všechny tyto databáze jsou propojeny centrální databází nepůvodních škodlivých organismů zvanou INVAHUB¹⁴. Široká veřejnost pro základní monitoring využívá nejčastěji mobilní aplikaci iNaturalist, která pomocí umělé inteligence pomáhá uživatelům identifikovat sledované druhy.



¹² inaturalist.org

¹³ biolib.cz

¹⁴ invahub.cz

Jak v případě nálezů invazního organismu postupovat?

- Nainstalujte si aplikaci iNaturalist do telefonu, nebo navštivte webové stránky iNaturalist.org.
- Vytvořte si tam účet. Pak už stačí jen zaznamenávat fotografie živočichů, rostlin i hub, které Vám aplikace za použití umělé inteligence pomůže identifikovat.
- Následně Vám tuto identifikaci musí potvrdit alespoň další tři uživatelé/experti, aby získala status věrohodnosti.

Zapojení škol do projektů občanské vědy může mít řadu pozitivních dopadů. Žáci získají příležitost zapojit se do reálných vědeckých aktivit a mohou přispět k řešení tohoto problému ve svém okolí. Tato zkušenost může posílit jejich povědomí o životním prostředí a motivaci k aktivní účasti i po skončení školního vzdělávání. Školní projekty občanské vědy tak mohou sloužit jako důležitý nástroj pro budování environmentální gramotnosti a udržitelného vztahu mladých lidí k přírodě. Do výše zmíněných databází lze zanášet i nálezy původních druhů.



2.6 Legislativa zaměřená na biologické invaze

Jak již bylo zmíněno v úvodu, šíření invazních druhů a jejich negativní působení na přírodu i lidskou společnost představuje závažný celosvětový problém. Každoročně se vynaloží značné prostředky na regulaci těchto druhů. Ta někdy vede k jejich úplnému odstranění z lokality, ale častější je spíše zajištění snížení dopadů na nejvzácnější přírodní oblasti, lidské zdraví a ekonomické aktivity. Kvůli minimalizaci škod spojených s biologickými invazemi jsou na národní i mezinárodní úrovni přijímána různá legislativní opatření. Vzhledem ke schopnostem šíření invazních druhů a rozsahu dopadů není efektivní osamocený přístup na úrovni jednotlivých regionů či zemí, ale cílená strategie přesahující hranice států. Vše musí být náležitě vysvětlováno i veřejnosti (Patoka et al. 2018).

Proto bylo vydáno na půdě Evropské unie Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1143/2014 o prevenci a regulaci zavlékání či vysazování a šíření invazních nepůvodních druhů. Jeho cílem je stanovit pravidla pro prevenci, minimalizaci a zmírnění nepříznivých účinků invazních druhů. Nařízení je primárně zaměřeno na druhy, které se dostaly na tzv. unijní seznam invazních nepůvodních druhů. Tento seznam je průběžně doplňován, nyní je na něm 88 živočišných a rostlinných druhů, z čehož v České republice se trvale vyskytuje 21 z nich. Příkladem může být bolševník velkolepý, netýkavka žláznatá, klejicha hedvábná či pajasan žláznatý, z živočichů jde kupříkladu o raka signálního a pruhovaného, husici nilskou, želvu nádhernou nebo mývala severního. Unijní seznam je k dispozici mimo jiné i na stránkách Agentury ochrany přírody a krajiny ČR (AOPK ČR). Pro druhy na unijním seznamu platí přísná pravidla, v rámci celé EU je zakázaný dovoz, obchod i samotné držení zmíněných druhů, s možnými ojedinělými výjimkami pro účely výzkumu, *ex situ* ochrany či využití invazního

nepůvodního druhu k léčebným účelům (např. pro výzkumné instituce nebo zoologické zahrady). Obsah evropského nařízení byl počátkem roku 2022 začleněn taktéž do naší národní legislativy. Stěžejním předpisem je tedy nyní zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny (ve znění pozdějších předpisů). Pro rozšíření druhů ze seznamu jsou dále zpracovávány zásady regulace, což jsou strategické dokumenty popisující způsob nakládání s dotyčným druhem tak, aby nedocházelo k dalšímu zbytečnému šíření, ale naopak k postupnému omezování výskytu. V ČR byly prozatím vydány pro pajasan žláznatý, bolševník velkolepý, netýkavku žláznatou a klejichu hedvábnou. Opatření obecné povahy vydávají krajské úřady, správy národních parků a chráněných krajinných oblastí, ale také vojenské újezdy. Izolace a eradikace druhů z unijního seznamu jsou koordinovány AOPK ČR, která má na starosti monitoring invazních druhů obecně. Aktuálně jsou řešeny i první nálezy raka mramorovaného v Praze a Ústeckém kraji, ryby hlavačkovce Glenova v povodí Labe, sršně asijské v Plzeňském kraji a stolístku vodního ve Středočeském kraji (obr. 64).



Obr. 64: *Lokalita, na které se v ČR vyskytuje invazní stolístek vodní (Myriophyllum aquaticum) tvořící ve vodě dobře viditelný hustý porost. [JPe]*

Dalším strategickým dokumentem je Akční plán pro řešení problematiky prioritních způsobů šíření invazních nepůvodních druhů v ČR. Je zaměřen na omezení nejzásadnějších způsobů (nezáměrného) šíření invazních druhů. K plnění aktivit byla zřízena koordinační skupina, která je složena z klíčových rezortů (kromě životního prostředí také např. ze zemědělství či dopravy).

Kromě legislativy je obdobně důležitým faktorem v boji s invazními druhy osvěta (viz např. projekt Pěstuj bezpečně¹⁵ či příručka Ředitelství silnic a dálnic, Pergl et al. 2024). Mnoho lidí často ani neví, že svým počínáním provádí něco nebezpečného. Příkladem může být vysazování různých potenciálně nebezpečných rostlinných druhů do zahrádek nebo přenášení raků hynoucích na rači mor do jiných toků. Proto je potřeba intenzivně se věnovat vzdělávání široké veřejnosti (včetně žáků a studentů). Je více než žádoucí otevřít tuto problematiku nejen ve školství, ale i formou různých školení, přednášek či článků pro zájmové skupiny (sršeň asijská a včelaři, severoameričtí raci a rybáři, zahradní druhy rostlin a zahradníci a krajináři, akvarijní ryby a bezobratlí a chovatelé apod., obr. 65) a instituce (např. školení pro Správu železnic ohledně efektivní likvidace invazních dřevin, pracovníky Celní správy ČR apod.). Proto doufáme, že předložená metodika bude nápomocna i z osvětového hlediska.



Obr. 65: Mezery po nedovřeném krycím skle se snaží využít k útěku z akvária rak *Alycia* (*Cherax alyciae*). Takto uniká z chovů mnoho akvarijních živočichů, a i když většina nepřežije, někteří se v přírodě mohou uchytit. [JP]

¹⁵ ragopestuj.fzp.czu.cz

2.7 Management invazních druhů

V této kapitole budou představeny obecné principy pro management, likvidaci, regulaci, ošetřování a lov druhů, u kterých to například z hlediska ochrany přírody je potřeba. Jednotlivé metody dělíme arbitrárně do širokých kategorií, které se občas překrývají.

Často je management jednodušeji proveditelný u rostlin (nehýbou se) oproti živočichům, kteří mnohdy žijí skrytě (např. mýval) nebo jsou obtížně rozpoznatelní (např. raci). Další komplikací je různorodost prostředí – v terestrickém (suchozemském) prostředí jsou řízené zásahy mnohem snazší než v prostředí vodním. Problémem může být i malá izolovaná nádrž, jak se ukazuje při likvidaci vypuštěného raka mramorovaného (*Procambarus virginalis*) v parkovém rybníčku Praze na Proseku. Ve vodním prostředí jsou problémem i rostliny, ve většině případů jde o klonálně se rozmnožující druhy, a pak stačí malý úlomek a celá akce mající za cíl likvidaci dotyčného invazního druhu je znehodnocena.

2.7.1 Předcházení invazím

Nejdůležitějším přístupem k managementu invazí je prevence. Předcházení šíření invazních druhů s negativním dopadem je nejlevnější a zároveň i nejúčinnějším postupem. Preventivní aktivity se odvíjejí podle toho, zda je invazní druh do daného území již zavlečen. Pokud ještě nedošlo k zavlečení druhu, jedná se především o obecné předcházení šíření invazních druhů kupříkladu ze zahraničí, a také o informovanost veřejnosti a všech zájmových skupin o možných rizicích přítomnosti konkrétních druhů. Jedná-li se o neznámou skupinu druhů, u kterých víme, že některé z nich mohou být problémové, je možné omezit jejich dovoz z oblasti, odkud například proudí velké množství zboží. Další možností je regulace určitého druhu vyskytujícího

se v blízkém regionu či v regionu, ze kterého se může snadno dostat dovozem zboží. V některých případech se druh na daném území už může vyskytovat, ale zatím jen v nízké početnosti. Pokud je invazní druh již hojný a plošně rozšířený, zaměřuje se prevence především na předcházení šíření do dalších regionů a zvláště chráněných částí krajiny. Detailně je o těchto skupinách pojednáno v následujícím textu.

Obecné zásady jsou zaměřeny na aspekty, které se týkají například správného zacházení se zahradním odpadem (je nutné nesypat bezhlavě za plot vše, co se na zahrádce vypěstuje). Také je žádoucí omezit dovoz rostlin a živočichů jako suvenýrů z dovolených v zahraničí (mnoho organismů pak končí v přírodě, některé z nich jsou i záměrně vypuštěné a vysazené – často s dobrým úmyslem, např. ve snaze o to, aby byl zatopený lom atraktivnější na potápění). Platí zásada, že v případě nejistoty je nejlepší zeptat se na správné zacházení s rostlinami i živočichy odborníků.

Pokud je z nějaké oblasti dováženo velké množství zásilek, bylo by velmi nepravděpodobné, aby kupříkladu v obalovém materiálu, kontejneru, půdě se sadebním materiálem, sáčkích s akvarijními rybami apod. nebyl nějaký černý pasažér (obr. 66). Častými příklady jsou zástupci hmyzu, měkkýšů, pavouků, semena rostlin či patogenní organizmy. Méně často jsou touto cestou importováni obratlovci (např. v zásilce okrasných bromélií byla nalezena vejce gekonovitých ještěřů felsum). Některé takto dovezené jedince zachytí rostlinolékaři či veterináři na hranicích, ale často jsou tito cestovatelé objeveni až v obchodech, zahradnictvích apod. Kromě pečlivé práce celníků je dobrým přístupem i využití tzv. sentinelových neboli strážných druhů. Například při predikci toho, co by mohlo škodit dřevinám, které se dovážejí z Číny, je možné v této zemi vysadit anebo sledovat dané druhy v arboretu a zejména se podívat na to, jaké patogeny, herbivoři či

dřevokazný hmyz se na nich vyskytují. A pak se na tyto zjištěné druhy mohou zaměřit cílené kontroly a regulace.

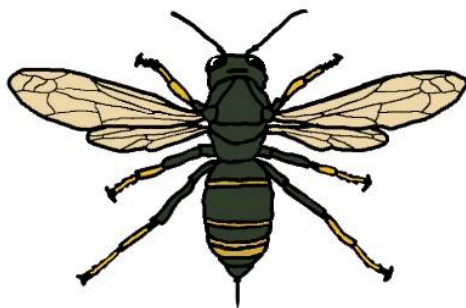


Obr. 66: *Drobné cizopasky rodu Caridinicola často neviděny cestují se zásilkou jako na krunýři přichycení ektosymbionti akvarijských krevet.* [JP]

Pokud je známo, že se okolními státy či oblastmi šíří určité invazní druhy, jsou s nimi spojena rizika, avšak ještě nebyly do daného regionu zavlečeny, je ještě čas připravit se na jejich příchod. To byl i případ sršně asijské. Ta byla do Evropy, konkrétně do Francie, zavlečena neúmyslně v kontejneru se zbožím v roce 2004. Bohužel se ji nepodařilo zlikvidovat ihned, a tak se začala šířit Evropou. V roce 2023 byla hlášena z Francie, Belgie, Německa, Španělska, Portugalska a dalších zemí. K hranicím ČR se rozšířila přes Německo, ale i jižní cestou přes Itálii a Maďarsko. Bylo pravděpodobné, že se v ČR objeví během několika let, a tak byl předem

připraven eradikační plán tak, aby zainteresované skupiny (včelaři, orgány ochrany přírody) a i ti, kteří výskyty mají likvidovat (např. hasiči), věděli, co dělat.

Pokud je nepůvodní a potenciálně invazní druh již přítomen, ale zatím jen v malých počtech, je možné pokusit se invazi zastavit či alespoň zpomalit. Zástupcem neúmyslně šířených druhů je polokeř starček úzkolistý. Je to druh, který se vyskytuje podél železnice a dálnic v oblastech s teplejším klimatem. Je otázkou, proč se tento anemochorní (větrem šířitelný) a samosprašný druh v přírodních biotopech zatím příliš nevyskytuje. Aktuálně se diskutuje o tom, zda existuje nějaká možnost, jak zabránit případnému šíření této rostliny do cenných biotopů na území ČR či ho alespoň zpomalit. Druhem, u kterého se již předpokládá, že bude v budoucnu problémem, ale v přírodě se zatím též ještě moc nevyskytuje, je komule rodu *Buddleja*. Je to rostlina hojně pěstovaná jako okrasný keř. Je populární pro své bohaté květenství, které láká motýly a další hmyz – proto se pro komuli ujal název motýlí keř. Bohužel se komule stále často prodává v zahradnictvích jako významný druh do přírodních zahrad a zahrad podporujících diverzitu hmyzích společenstev. Jelikož pravděpodobně neexistuje možnost na její vymýcení ze soukromých zahrad, dá se jen apelovat na veřejnost, aby likvidovala nebo hlásila případné úniky komulí do přírody.



Na rozdíl od některých oblastí světa, jako je Nový Zéland, kde je i široká veřejnost ochotna ztotožnit se s cíli ochrany přírody, je příklad komule důsledkem nedostatečné osvěty. Je to tím, že dopady biologických invazí v Evropě nejsou tak zřejmé jako na ostrovech. Přesto existují i úspěšné záchyty. Z živočichů jsou známy nové a zatím ojedinělé nálezy raka mramorovaného nebo malé invazní rybky hlavačkovce Glenova na území ČR. Prvně jmenovaný byl díky včasnému nahlášení a zásahu z jedné lokality odstraněn, na další izolované lokalitě je nyní pravidelně sledován a byly zde vysazeny dravé ryby, aby jeho počty snižovaly. Na třetím známém místě výskytu tohoto raka probíhají již třetím rokem aktivity vedoucí k jeho odstranění, zahrnující vypouštění rybníka, vysbírání jedinců a destrukce potenciálních stanovišť, kde by se mohl ukrývat. Hlavačkovce je známý pouze z jedné oblasti, odkud se ho postupnou změnou rybí obsádky pravděpodobně podaří zcela odstranit. Oba případy zdůrazňují význam včasných nahlášení a následné rychlé reakce. Tímto způsobem je možno ojedinělé výskyty invazních druhů efektivně eliminovat.

U druhů široce rozšířených je možné pokoušet se o postupnou likvidaci (jako v případě bolševníku velkolepého či severoamerických raků na území ČR), nebo se s nimi smířit a zároveň nepřispívat k jejich šíření (např. netýkavka či lupina; obr. 67). U rostlin je nejdůležitější zabránit nebo alespoň omezit jejich šíření. To se buď týká semen nebo přesunu zeminy kontaminované semeny (starček, netvařec, netýkavka), kořeny a oddenky (celíky, křídlatky; obr. 68). V případě regulace invazních živočichů je hlavním cílem ochrana původních druhů a společenstev. Již rozšíření invazní živočichové jsou primárně odstraňováni v místech, kde by potenciálně napáchali největší škody. Příkladem mohou být eradikační odchyty či odstřely mývalů z míst, kde

mají svá hnízdiště ptáci, na jejichž vejcích a mláďatech si tato původem severoamerická šelma ráda pochutnává.



Obr. 67: *Lupina mnoholistá* (*Lupinus polyphyllus*) v Krušných horách. [JP]



Obr. 68: *Křídlatka bující* v kukuřičném poli. [KB]

Relativně snadno se reguluje početnost velkých savců jako je daněk (zavlečen na území ČR roku 1465; obr. 69), muflon a axis (oba zavlečeni na území ČR roku 1850) či sika (zavlečen na území ČR roku 1890). U zmíněných druhů obecně platí to, že mohou škodit okusem vegetace, chovají se v oborách a ve volné přírodě lze jejich stavy účinně snižovat odstřelem či odchytem.



Obr. 69: *Daněk (Dama dama) pochází z oblastí Středomoří a Malé Asie a na území ČR je nepůvodním druhem. Skvrnitostí se podobá taktéž nepůvodním sikovi a axisovi, na první pohled jej od nich ale odlišují lopatovité parohy samců. [BP]*

2.7.2 Mechanické metody eradikace u rostlin

Mezi eradikační mechanické metody se řadí sekání, vytrhávání, kácení, kroužkování, pastva a specifické typy managementu jako je například vyrývání pomocí bagru. U jednoletých druhů jsou obvykle účinné, pokud se provádějí často a včas tak, aby rostliny nestihly

odplodit. U vytrvalých druhů je účinnost závislá na regenerační schopnosti daného druhu a také na vegetační době. Například celíky neboli zlatobýly, i když jsou vytrvalé, lze intenzivním vytrháváním znatelně oslabit až zlikvidovat. Na druhé straně je tato metoda neúčinnou u rostlin, jako je klejicha, křídlatky, pajasan či akát. To jsou druhy, kde bez použití chemie zpravidla nelze uspět. Většina těchto druhů reaguje na mechanické poškození rychlou regenerací (akát a pajasan vytvářejí husté porosty výmladků; obr. 70), opětovným kvetením na malých lodyhách (bolševník či ambrózie). V případě křídlatek se zase tzv. polykormony rozrůstají do větší šířky. Polykormon je formou rostliny s nadzemními částmi vyrůstajícími z jediného velkého podzemního kořenového systému. Zdánlivě to sice vypadá jako několik samostatných rostlin, ve skutečnosti se však jedná o jediného jedince. Je třeba upozornit i na to, že dokonalá eradikace (např. posekáním) není na mnoha lokalitách možná kvůli nepřístupnosti terénu a invazní rostliny tak mohou přežívat na okrajích, kde se zásahu vyhnou (obr. 71).



Obr. 70: Příklad nevhodného managementu, kdy pod sloupy s elektrickým vedením vyfrézovaný trnovník akát po půl roce vytvořil četné výmladky. [JPe]



Obr. 71: *Bolševník velkolepý* (*Heracleum mantegazzianum*) často využívá okraje polí a luk, kde se vyhne pravidelnému sekání a v klidu vykvetě a vyplodí. [JPe]

Tam, kde nelze použít herbicidy a víme, že se jedná o mohutně zmlazující druhy, se u dřevin používá částečné kroužkování, kdy se z kmene odstraňuje několik pruhů kůry, avšak tyto kroužky se nedokončí, což umožní částečné proudění živin. Strom se tak postupně vysiluje a omezuje zmlazování. Přestože po částečném kroužkování stromy většinou regenerují méně než po kácení, je nutné upozornit na to, že k regeneraci stejně dochází.

2.7.3 Mechanické metody eradikace u živočichů

Na živočichy aplikovatelné eradikační mechanické metody můžeme rozdělit na ty, které působí přímo na daného jedince a ty, kterými se mění prostředí, aby bylo nevhodné k jeho šíření. Jednou z přímých (tzv. autocidních) metod je odstraňování rozmnožovacích orgánů

odchycených jedinců a jejich zpětné vypouštění do přírody. Toho lze využívat například u račích samců, kterým jsou odstraněny tzv. gonopody (kopulační zadečkové nožky) nebo jsou sterilizováni pomocí rentgenového záření. Samci jsou následně vypouštěni zpět do přírody a v období páření zůstávají zachováni jejich instinkty, včetně bojů s ostatními (neodchycenými a nesterilizovanými) samci, čímž se snižuje reprodukční potenciál račí populace v daném území. Je ovšem třeba poznamenat, že se ani jedna z popsaných metod neukazuje u raků jako efektivní.

Příkladem působení na prostředí může být aplikace migračních zábran, díky kterým je zamezeno či významně zpomaleno další šíření druhu. Lze použít například sítě na zachycení ryb pod výpustí rybníka při jeho vypouštění. Patrně nejdelší překážku proti invaznímu druhu postavili před více než sto lety v Austrálii. Ve snaze zastavit enormně rychle se šířícího králíka divokého byl napříč tímto kontinentem vybudován plot o délce 1833 km, což je srovnatelné s délkou Velké čínské zdi. Nutno dodat, že Čínská zeď byla vůči nájezdníkům výrazně účinnější. Dalším případem mechanické metody působící na prostředí může být vypuštění rybníka, vyčerpání vody z tůň, přeložení vody v toku pomocí trubky, ničení nor či hnízd.

2.7.4 Chemické metody eradikace u rostlin

Chemické metody likvidace nebo omezování rostlin jsou založeny na aplikaci chemických látek, které různým způsobem způsobují odumírání pletiv, zastavení růstu apod. Vždy je nutné, aby byly tyto látky rozptýleny do tkání zasažené rostliny. Nemá tedy smysl aplikovat herbicidy v období vegetačního klidu nebo do již odumřelých částí jako jsou uschlé větve či stařina. Důležité je, aby se chemické látky stihly před odumřením rostliny dostat do všech jejích částí, zejména pokud má

rozsáhlý kořenový/oddenkový systém. Je ověřeno, že pokud se použije například velmi vysoká koncentrace herbicidu, zahubí nadzemní výhony klejichy, ale do kořenů nepronikne, takže ve výsledku klejicha za krátkou dobu opět vyraší.

Herbicidy se rozdělují na tzv. totální a selektivní. Totální herbicidy jsou účinné na všechny typy rostlin bez ohledu na to, jestli jsou jednoděložné, dvouděložné, či se jedná o mechy. Do této skupiny patří i herbicidy využívající jako účinnou složku glyfosát. Selektivní herbicidy již podle názvu hubí určitou skupinu rostlin - např. účinná látka triclopyr likviduje pouze dvouděložné rostliny, přičemž trávy a jehličnany nezasahuje. Pokud musíme například provést aplikaci postřikem, tak selektivní herbicid negativně neovlivní okolní porost trávy a obnova je pak snazší.

Pokud se herbicidy aplikují postřikem, využívají se zádové postřikovače. K samotné aplikaci se pak využívá usměrněný proud (pokud se jedná o izolovaný výskyt invazní rostliny) nebo široce rozptýlený mrak v případě rozsáhlých porostů. Pokud se jedná o jednotlivé rostliny, kde je možno zasahovat výběrově, pak lze použít přímou aplikaci herbicidu na list nebo na kmínek (používají se různé herbicidní hole, štětce a houbičky). U dřevin, bylin se stonky o větším průměru nebo s kořeny u povrchu země lze využít i injektáže herbicidu, a to buď do předvrtaných otvorů, nebo pomocí speciálních patron. Aplikace herbicidu do předvrtaných otvorů je doporučeným postupem, který má vysokou účinnost a malé riziko zmlazení dotyčné dřeviny.



Některé druhy rostlin jsou schopny vyselektovat genotypy odolné vůči konkrétním herbicidům (příklady takových rostlin lze nalézt v okolí železnice), a tak je potřeba u opakovaného použití střídát různé prostředky. Při aplikaci postřikem je třeba dát pozor na tzv. úlety, kdy herbicid vlivem větru zasáhne i okolní plochy s necílovými druhy (obr. 72). V období květu by se postřiky měly využívat jen v nejnútnejších případech, jelikož hrozí zasažení opylovačů, a to jak přímo, tak i nepřímo, kdy mohou navštěvovat ošetřené květy.



Obr. 72: *Bolševník velkolepý* (*Heracleum mantegazzianum*) reaguje dobře i na selektivní herbicidy, které nelikvidují traviny, takže použití totálních je zbytečné a dokonce kontraproduktivní, protože trávy omezují růst jeho semenáčků. Na fotografii je dobře vidět, že totální herbicid zlikvidoval okolní traviny, zatímco bolševník nebyl příliš zasažen. [JPe]

Rizika při použití herbicidů jsou zřejmá, avšak u některých invazních druhů dosud neexistuje jiná efektivní možnost jejich likvidace. Navíc, pokud se aplikace herbicidu provede správně, pak se ve srovnání s mechanickými metodami jedná o metodu obecně šetrnější k životnímu prostředí, protože není potřeba tolikrát navštěvovat lokalitu a nedochází k opakovanému narušení stanoviště.

Kromě klasických herbicidů existují i návrhy na použití tzv. eko-herbicidů či bio-láték s herbicidními účinky. Často se jedná o alelopatické oleje, výtažky z rostlin či kyselinu octovou. Bohužel, účinnost těchto přípravků je velmi sporná a vzhledem k tomu, že se jedná o komplexy látek, není vždy jejich dopad na prostředí a samotné rostliny úplně podchycen. Navíc je práce s koncentrovanou kyselinou octovou velmi nepříjemná.

Na závěr je vhodné poznamenat, že u některých druhů rostlin ani chemický postřik nezaručuje jejich úplnou likvidaci. Takovými druhy jsou třeba křídlatky česká a japonská.

2.7.5 Chemické metody eradikace u živočichů

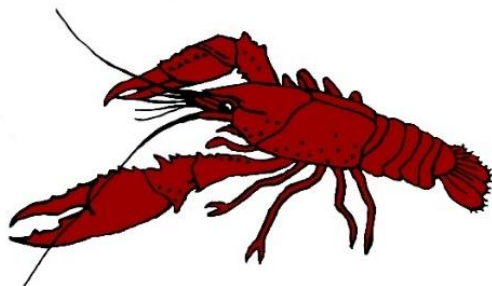
Chemické látky zvané biocidy jsou sice v případě mnoha cílových živočišných druhů vysoce účinné, avšak neselektivní. Často jsou zasaženy všechny organizmy na lokalitě a následuje celková mortalita veškeré bioty. U mnoha látek máme navíc jen velmi mlhavé představy o tom, co se bude dít s jejich zbytky a metabolity v průběhu času. Je třeba opravdu pečlivě zvážit jejich použití vzhledem k rozsahu likvidace. Je nutné zohlednit omezení, která se k použití chemikálií vážou – ochrana vod a půdy, lokality ve zvláště chráněném území, výskyt cenných druhů, ochranná vodárenská pásma, rekreační funkce krajiny nebo nesouhlas neinformované veřejnosti. Při aplikaci chemických přípravků se musí pečlivě dodržovat zásady stanovené výrobcem a je

nutné používat doporučené ochranné pomůcky. Biocidy se obecně liší v účinné látce, dávkování a ochranných limitech. K ředění chemických přípravků se doporučuje používat pouze čistou vodu, jinak může dojít k nežádoucímu snížení účinnosti aplikovaného přípravku. Pokud je to možné, měly by být kvůli šetrnosti k životnímu prostředí v boji s invazními živočichy upřednostněny mechanické metody eradikace.

2.7.6 Kombinace mechanických a chemických metod

Zejména u méně zmlazujících dřevin (stromů a keřů jako je střemcha pozdní či dub červený) a drobných výhonků dřevin jde o vhodný přístup. Lze postupovat tak, že se dotyčné rostliny vyřezou či vysekají a ihned se na řez aplikuje herbicid. Je důležité, aby pařízek byl zatřen okamžitě, jelikož jakákoliv prodleva významně snižuje účinnost zásahu.

U silně zmlazujících druhů (pajasan, akát, javor jasanolistý) je důležité nezničit úplně nadzemní biomasu. To by rostlině nastartovalo další bujné zmlazení z kořenů. Nezbyvá tedy než ošetřit jednotlivé výhonky tak, že se jim částečně sloupne kůra a dřevo se pak natře dotyčným herbicidem. Tento přístup způsobí, že herbicid pronikne do pletiv rostliny. Jedná se o stejný princip jako u vstříknutí herbicidu do navrtaných otvorů u stromů. V obou případech je nutné nechat zasažené jedince odumřít nastojato.



U živočichů lze zmínit případy mechanického působení na prostředí a následnou aplikaci chemické látky. Některé druhy invazních ryb či invazní raky lze účinně likvidovat manipulací s vodou (vypuštění, vyčerpání) a následnou aplikací hašeného či chlorového vápna na obnažené dno a břehy vodního tělesa.

2.7.7 Biokontrola

Biokontrolou se rozumí soubor metod založených na interakci likvidovaného neboli cílového druhu s nějakým přirozeným škůdcem nebo patogenem (agens) pocházejícím z původního areálu výskytu. Jak bylo uvedeno výše, úspěch invazních druhů je většinou založen na tom, že přicházejí do nového areálu bez nepřátel, se kterými se evolučně vyvíjely. Cílem biokontroly je tedy nalézt v původním areálu škůdce (patogen, herbivorní hmyz, parazita apod.), který bude invaznímu druhu působit dostatečně velkou újmu a zároveň nebude hrozit, že napadne necílové a původní druhy. Takového škůdce je nutné podrobně otestovat, přičemž se sleduje široké spektrum blízkých i vzdálenějších příbuzných cílového druhu. Testy probíhají v přísné karanténě a hodnotí se celý životní cyklus agens.

Účinnost biokontrolních zásahů však závisí na opakovaném přísunu agens do daného systému (např. do skleníku). Biokontrola jako taková je sice velmi drahá na testování, avšak její další provoz již ne. Ideálně totiž po založení funguje již samovolně.

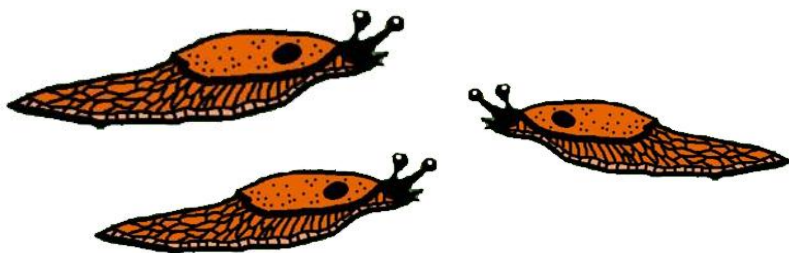
Důležité je zmínit to, že cílem biokontroly nemusí být vždy úplná eradikace (likvidace) cílového rostlinného druhu. Často pro návrat původních druhů postačí i dostatečné snížení pokryvnosti či výskytu cílového druhu. Často jsou také používány kombinace různých agens na jeden cílový druh. Velké zkušenosti s biokontrolou má Jihoafrická republika či státy Jižní Ameriky. Příkladem úspěchu biokontrolního

opatření byl zásah proti tokozelce nadmuté neboli vodnímu hyacintu, kde použití brouci nosatci způsobili výrazný pokles početnosti této na hladině vody plovoucí rostliny. Do Jižní Afriky bylo též introdukováno mnoho zástupců hmyzu a patogenů kvůli boji proti akáciím. V Evropě se testuje snížení vitality křídlatek pomocí merušky *Aphalara itadori*. V současné době probíhají pokusné introdukce ve Velké Británii a Nizozemsku.

Avšak biokontrola má i svou stinnou stránku a nekončí vždy dobře. Příkladem jsou pcháče v Severní Americe, kdy nosatci (v současnosti ale i jiní brouci) zaútočili i na původní druhy. Z říše zvířat je známým a varovným příkladem ropucha obrovská, žába, která byla úmyslně roku 1935 zavlečena z Havajských ostrovů do Austrálie kvůli kontrole škůdců na plantážích cukrové třtiny. Již předtím byla úmyslně šířena i na jiné ostrovy pro kontrolu potkanů. Tato ropucha však ve velmi krátké době začala lovit i jiné původní druhy a značně se rozšířila. Nyní je invazní na mnoha ostrovech a několika kontinentech. Dalším příkladem je vypuštění jihoamerických sumců glyptoperů pardálích na indonéský ostrov Lombok, kde měli požírat invazní tokozelky nadmuté. Tyto rostliny ovšem plavou na hladině, zatímco glyptopterové žijí u dna. Není tedy překvapením, že si cílových rostlin vůbec nevšímají, a navíc se sami stali invazním druhem (Patoka et al. 2020). Je potřeba ale zmínit, že druhy z nepodařených biokontrol většinou neprošly řádným testováním na specifitu. Introdukce biokontrolních organismů je potenciálně nebezpečná téměř vždy, protože je velmi těžké s jistotou předvídat budoucí evoluční vývoj druhů a jejich komplexní reakce na nové prostředí a měnící se podmínky.

O biokontrolu je možné pokusit se i u invazních živočichů. Zpravidla se jedná se o vypuštění predátorů. Použití metody je nutné konfrontovat s výsledky biologického průzkumu, aby nedošlo k nadměrnému ohrožení

původních druhů. Je třeba zmínit, že možnou biomanipulací je i využití infekčních nemocí, na které je cílový druh vnímavý. Ne vždy je ovšem možné správně odhadnout všechny dopady na původní biotu, a proto musí být k této metodě přistupováno značně kriticky a její použití je nutné opravdu dobře zvážit. Nelze nevzpomenout na případ již zmiňovaných králíků zavlečených do Austrálie. Ve snaze limitovat jejich populaci byly vysazeny kočky a lišky, které se ovšem začaly množit také a do jejich jídelníčku v nemalé míře přibýly i původní druhy vačnatců, které se tím dostaly na pokraj vyhubení. Na králíky byly nasazeny i virové a bakteriální patogeny zodpovědné za smrtelná králičí onemocnění myxomatózu a tularémii. Ani to však králíky nezastavilo a dopad na původní druhy byl tedy ještě větší. Biokontrolu invazního druhu lze využívat i na zahrádkách tím, že se aplikuje přípravek proti plzákům španělským, který obsahuje parazitické hlístice schopné plzáky do tří týdnů zahubit.



2.7.8 Odchyt do pastí

Pasti lze využívat na odchyt malých i velkých druhů, od hmyzu až po savce. Do pastí se odchytávají na zahradách mandelinky, v domácnostech na lepicí pasti potravinová škůdci. Především u hmyzu lze využít jako atraktantu feromony, v takovém případě se pak jedná o „feromonovou past“ (obr. 73).



Obr. 73: Feromonový lapač na kůrovce. Na území ČR se vyskytují kromě původního *Lýkožrouta smrkového* (*Ips typographus*) i invazní kůrovci, jako je sibiřský *Lýkožrout severský* (*Ips duplicatus*) a od roku 2009 i himálajský *kůrovec ořešákový* (*Dryocoetes himalayensis*). [JP]

Na savce jsou používány tzv. živolovné či živochytné pasti zvané sklopce. Princip je velmi jednoduchý, ale jejich provozování poměrně náročné. Pasti je potřeba velmi často kontrolovat, aby byly včas vypuštěny (a zachráněny) odchycené necílové druhy. A ani ty invazní, nakolik známe jejich negativní vliv, nelze nechat dlouze hynout zachycené v pastech. Stejně jako v některých dalších zemích, i na území ČR jsou zakázané některé způsoby odchytu (například do ok či želez). I v případě invazních živočichů se jedná o živé tvory, a i když se jedná o jejich cílenou regulaci či eradikaci, měli by být ušetřeni zbytečné bolesti, úzkosti a utrpení a měl by být zajištěn co nejmenší dopad na necílové druhy. Pokud se nejedná o zmíněné živolovné pasti, měla by se zajistit co největší selektivita, aby v pastech uvízl nejlépe pouze invazní živočich a žádný jiný. Aktuálně se například řeší konstrukce pasti na zachycení sršně asijské (viz aktivita 3.2.2 – monitoring sršně asijské; obr. 74).



Obr. 74: *Na stromě zavěšená past na sršeň asijskou (Vespa velutina).* [TG]

Vodní živočichové se mohou odlovovat do vršových pastí (obr. 75). Tato metoda se v ČR uplatňuje především u invazních raků. Lov do vrší je účinný pouze ve stojatých vodách chudých na živiny, kde jsou raci silně vábeni návnadou. Je na místě poznamenat, že volba správné návnady je velmi důležitá. Osvědčily se čerstvě zabité a rozříznuté ryby

(i s vnitřnostmi), mražené ryby, vepřová játra a srdce, psí granule apod. Vrš se obvykle pokládají odpoledne/večer a kontrolují se ráno. Je nutné dbát na to, aby klesly až na dno a nevisely uprostřed vodního sloupce (je vhodné zatížit je kameny). Je třeba mít na paměti, že do vrší jsou kromě raků vábeni i necíloví živočichové (např. ondatry, potkani, žáby, čolci, ryby, potápníci apod.). Pokud do pasti vnikne živočich dýchající vzdušný kyslík, zpravidla se před vytažením pasti utopí. Odchycené živočichy je obvykle nutné šetrně usmrtit – je tedy nutný legislativně správný odborný zásah.



Obr 75: Vršové pasti s jedním vstupem sloužící pro odlov invazních raků. [JP]

2.7.9 Sběr a lov

Početnost populací drobných a pomalu pohybujících se živočichů je možné omezit prostým sběrem. Sbírají se invazní raci, mlži, ale i želvy, a to při vypouštění rybníků, účinný je i sběr vajec u ptáků. Těch invazních u nás ale mnoho není, můžeme zmínit zejména husici nilskou. Její počty jsou omezovány taktéž odstřelem, stejně jako populace invazních savců. Pravidla lovu těchto zvířat se řídí zákonem č. 449/2001 Sb., o myslivosti. Ten stanovuje, že vybrané invazní druhy (mýval severní, psík mývalovitý,

norek americký, nutrie říční, ondatra pižmová, husice nilská) mohou být v honitbách loveny všemi myslivci s povolenkou od uživatele honitby. Pokud je likvidován invazní savec, v daném území většinou dochází ke kombinaci odchyty a odstřelu. V obydlených oblastech samozřejmě zvířata jen tak střílet nelze, takže například narůstající populace nutrií ve městech jsou regulovány pouze odchylem.

2.8 Komentované příklady biologických invazí

Do této kapitoly jsme vybrali příklady dobře popsanych a prostudovaných biologických invazí, včetně popisu jejich negativních dopadů. Výběr invazních živočišných a rostlinných druhů byl podřízen jednak taxonomické pestrosti a též pro představení variability vzniku invazí, tedy cest, kterými nepůvodní druhy dosáhly nových území. Níže jsou uvedeny všechny druhy z prvního dílu (metodika pro první stupeň ZŠ; Patoková et al. 2023) a tento výčet byl rozšířen o další významné invazní rostliny a živočichy. S ohledem na náplň učiva na druhém stupni ZŠ jsou uvedeny vybrané invazní druhy vyskytující se v ČR i jinde ve světě.

2.8.1 Invazní živočichové

Bojga hnědá (*Boiga irregularis*) – štíhlý, stromový, užovkovitý had s původním areálem výskytu na severovýchodě Austrálie, Papui Nové Guineji, Sulawesi, Šalamounových ostrovech a některých přilehlých ostrovech Melanésie. Byla ale zaznamenána na celé řadě dalších ostrovů v Tichém oceánu (Wake, Tinian, Saipan, Okinawa...), kde není původní. Nepůvodní výskyt je nejdéle znám z ostrova Guam, kde je negativní dopad invaze na ostrov fatální. Na Guam byla bojga neúmyslně zavlečena americkou armádou velmi záhy po skončení druhé světové války s dopravovaným zbožím a materiálem. Může dorůstat délky až tří

metrů, obvyklí jsou jedinci mezi jedním až dvěma metry délky. Bojga je velmi nenáročný a přizpůsobivý druh s noční aktivitou. Lze ji nalézt v různých typech biotopů, včetně těch narušených nebo vytvořených člověkem. Na vrcholu invaze dosáhla její hustota na Guamu až neuvěřitelných 100 jedinců/ha, nyní je odhadována na 30 až 50. Má velmi pestrý jídelníček. Její invaze prokazatelně vedla k vymizení dvanácti místních druhů ptáků a ke snížení populačních hustot gekonů, scinků a drobných savců. Ani ekonomické škody nejsou zanedbatelné. Had je působí v drůbežářském průmyslu přímou predací kuřat, ale též v energetickém sektoru. Hadi často lezou do elektrických zařízení, včetně trafostanic, a způsobují velmi časté výpadky elektrického proudu (Fritts 2002). Bojga je mírně jedovatá, má zadní jedové zuby. Pro vpravení jedu do těla oběti či útočníka musí had žvýkat. Kořist obvykle též škrtí. Dospělému člověku není její útok nebezpečný, had často ani neprokousne oděv, ovšem jed v kombinaci se škracením může ohrozit novorozence, jejichž napadení hadem ve spánku bylo již několikrát zaznamenáno.

Karas stříbřitý (*Carassius gibelio*) – tento druh kaprovité ryby (obr. 76) má rozsáhlý areál rozšíření, který původně mohl sahát od samého východu Asie až do střední Evropy. V 50. letech 20. století však byla společně s kaprovitými rybami amury bílými (*Ctenopharyngodon idella*) a tolstolobiky (*Hypophthalmichthys nobilis* a *H. molitrix*) importována do Evropy populace karase stříbřitého původem z povodí Amuru, která se pravděpodobně lišila svými ekologickými schopnostmi od toho původního východoevropského. Po Evropě se šířil karas stříbřitý také z maďarských chovů, odkud unikl do řeky Tisy a následně do Dunaje. V 70. letech byla zaznamenána výrazná migrační vlna karase stříbřitého proti proudu Dunaje, kdy jeho úlovky dosahovaly až 15 % biomasy

z celkového lovu v této řece. Zprvu se tomu nepřikládalo tolik váhy, neboť se v Evropě již od 17. století vyskytoval karas zlatý (*C. auratus*), který ve své nebarevné formě vypadá vzhledem prakticky stejně. Okolo r. 1975 migroval karas stříbřitý z Dunaje do řeky Moravy. Velmi rychle se dostal na území ČR i do povodí Odry a Labe, což bylo zapříčiněno rybníčním hospodařením a jeho příměsí v transporthch dalších ryb (obvykle kaprů). Svojí ekologickou podobností karas stříbřitý velmi konkuruje našemu původnímu karasovi obecnému (*C. carassius*, obr. 77), který byl však ještě v roce 1995 poměrně hojný a v tom roce byl v červeném seznamu ČR stále ještě hodnocen jako druh málo dotčený. To se změnilo v následujících letech a od roku 2010 je karas obecný hodnocen jako kriticky ohrožený. Karas obecný též postupně naprosto mizí z úlovků rekreačních rybářů a od roku 2010 se hlášené rekordní kusy karase obecného dají spočítat na prstech jedné ruky (Šmejkal et al. 2024). Invazní karas stříbřitý je silným konkurentem karase obecného z několika důvodů: 1) umí se rozmnožovat gynogeneticky, tj. k rozmnožení stačí aktivace jikry spermií samce jiné kaprovité ryby, tedy jediná samice může založit životaschopnou populaci; 2) lépe využívá potravní zdroje včetně rostlinných zbytků, které karas obecný využít neumí; a 3) jeho žaberní tyčinky tvoří dvakrát hustší filtrační aparát schopný zachytit menší složky planktonu. Tyto vlastnosti způsobují, že ve vhodných lokalitách dosahuje karas stříbřitý enormní početnosti a degraduje vodní prostředí (Tapkir et al. 2022, 2023). Odstraněním větších složek zooplanktonu totiž dochází k přemnožení řas, zastínění a postupnému odumření podvodních rostlin a zhoršení kvality vody. Dopady invaze tedy nepociťuje pouze jeden původní druh ryby. V produkčních rybnících s dvouletým cyklem hospodaření působí karas stříbřitý značné škody a snižuje produkci kapra obecného (*Cyprinus carpio*). V současné době se karas stříbřitý

rozšířil v rámci Evropy prakticky do všech směrů, je hlášen z Pyrenejského, Apeninského či Skandinávského poloostrova. Dorazil i do Severní Ameriky, kde se jeho populace šíří v oblasti provincie Alberta v Kanadě. Identifikace karase stříbřitého je znesnadněna podobností s nebarevnými formami karase zlatého, a tak je pravděpodobně v mnoha případech zaznamenán s určitým zpožděním.



Obr. 76: *Invazní karas stříbřitý (Carassius gibelio) je v současné době již prakticky všudypřítomným invazním druhem nížinných toků a stojatých vod v České republice. [MŠ]*



Obr. 77: *V ČR původní a ohrožený druh karas obecný (Carassius carassius) je kompetičně vytlačován jeho invazním příbuzným, karasem stříbřitým (C. gibelio). [MŠ]*

Krab čínský (*Eriocheir sinensis*) – též krab vlnoklepetý nebo říční (obr. 78). Samci mají hustě obrvená klepeta, takže vypadají jako pokrytá vlnou (odtud název vlnoklepetý). Obvykle dorůstá velikosti lidské dlaně, tedy 8 až 10 cm v průměru krunýře. Tento korýš má svou domovinu v Číně a Severní Koreji. Jeho šíření po světě je jedním z příkladů neúmyslného zavlečení. Na nepůvodní stanoviště se dostal s lodní dopravou (jako součást zátěžové neboli balastní vody). Zátěžová voda u lodí slouží k vyrovnání náklonu během plavby a k lepšímu ponoru. Loď tuto vodu nabírá před opuštěním přístavu a po dokončení cesty ji v cílové destinaci vypouští. Krab čínský má katadromní vývojový cyklus, tedy střídá během svého života sladkou vodu řek, ve které žije, za brakické či slané vody moří, kde se rozmnoží a následně hyne. Samice naklade během sezóny až milion vajíček. Z těch se líhnou velmi drobné larvy zvané zoea (do 5 mm) vyskytující se jako součást planktonu v příbřežních vodách (Gang et al. 1999). Tyto larvy proto mohou být snadno nasáty spolu se zátěžovou vodou do podpalubí lodí. Následně po vypouštění vody na novém místě krab dokončuje svůj vývoj a vydává se proti proudu řek do vnitrozemí. Dnes je jeho přítomnost známá z východního i západního pobřeží USA a atlantského pobřeží Evropy. Jeho výskyt v Evropě byl poprvé zaznamenán roku 1912 v Německu. Labem (a dalšími řekami) se pak dostal do vnitrozemí, mimo jiné až do České republiky, kde je hlášen také z povodí řek Ohře a Vltava (Andreska 2009). Krab čínský je velmi odolným živočichem schopným přežít i ve velmi znečištěných vodách. Vyrovnává se dobře i s vysokou koncentrací těžkých kovů ve svých tkáních. To může představovat zdravotní riziko pro jeho konzumenty. Navíc bylo prokázáno, že může přenášet račí mor. Jako další negativní projevy jeho přítomnosti je popisována zvýšená eroze, kolapsy břehů a hrází, ve kterých si krab vytváří svoje nory. Kvůli velké biomase během migrací říčním korytem může negativně

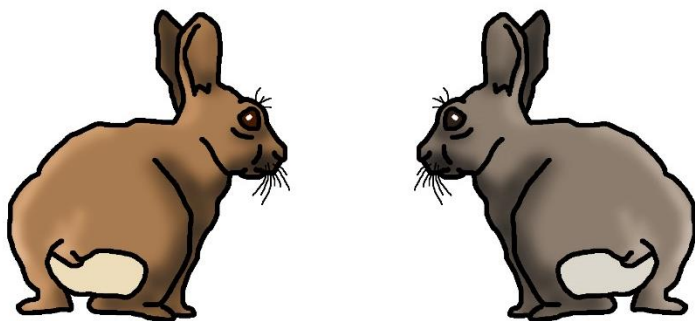
ovlivňovat vodohospodářské stavby, např. ucpáváním česlí vodních elektráren. Jeho výskyt se projevuje též na sníženém úlovku ryb a poklesu populací místních druhů raků (Dittel & Epifanio 2009).



Obr. 78: Krab čínský neboli říční či vlnoklepetý (*Eriocheir sinensis*) patří mezi oblíbené konzumní koryšce. [JP]

Králík divoký (*Oryctolagus cuniculus*) – tento zajícovitý savec pochází z jihozápadní Evropy, zvláště pak z Pyrenejského poloostrova. V původním areálu jeho početnost dramaticky klesá vinou infekčních chorob (především myxomatózy) a kvůli likvidaci keřových porostů, které králík vyhledává jako úkryty. Ovšem již od starověku byli králíci

jako populární konzumní zvířata zavlékáni na nová místa v Evropě (až po Skandinávii a Kavkaz). A brzy se v této souvislosti objevily závažné problémy. Kupříkladu na Baleárských ostrovech okolo roku 77 n. l. způsobilo zavléčení a následné rychlé přemnožení králíků poškozujících rostliny včetně stromů, likvidujících úrodu a způsobujících hladomor environmentální a socioekonomickou katastrofu tak velkého rozsahu, že na jejich hubení údajně musely být nasazeny nejen fretky, ale i římské legie. Později, v době objevných zámořských plaveb, byli králíci introdukováni i mimo evropský kontinent (do Austrálie, Tasmánie, na Nový Zéland, do Jižní Ameriky). Například v Austrálii, kde nemá králík žádné přirozené predátory, obsadil do šedesáti let po zavléčení celý kontinent. Patří mezi nejinvaznější druhy vůbec a dopad na přírodu je katastrofální (potravní konkurence vombatům a dalším původním druhům, či eroze půdy způsobovaná spásáním vegetace). Do Austrálie byl následně dovezen přirozený predátor králíků – liška. Plán ovšem nevyšel, liška se totiž záhy přeorientovala na snazší kořist v podobě místních druhů vačnatců a začala se rovněž chovat invazně. Na management a regulaci králíků jsou proto každoročně vynakládány ohromné částky (Lees & Bell 2008). Šlechtění králíci ze zájmových chovů občas uniknou do přírody též, většinu z nich snadno uloví predátoři, někde ovšem mohou vytvořit stálé populace (obr. 79 a 80).





Obr. 79: Ze zájmového chovu uprchlý a následně poblíž pražského sídliště Černý Most odchycený králík. [JP]



Obr. 80: Feralizovaní (zdivočení) králíci na Maledivách se lidí nebojí. [MŠe]

Mandelinka bramborová (*Leptinotarsa decemlineata*) – je příkladem tzv. nechtěného zavlečení. Tento „americký brouk“ původně obýval území od severu Mexika po úpatí Skalistých hor v USA. Omezený výskyt se odráží i v relativně pozdním taxonomickém popisu, ke kterému došlo až v roce 1824. Záhy se s rostoucí popularitou brambor jako zemědělské komodity začala v USA šířit, a to rychlostí cca 140 km/rok. Už 50 let po svém objevu američtí entomologové varovali před jejím možným zavlečením do Evropy. Mandelinky byly zavlečeny do Evropy na konci 19. století, dařilo se je však úspěšně likvidovat. Obezřetnost ovšem otupila první světová válka, s níž se mandelinka společně s dováženými konzumními bramborami dostala do okolí tehdejších amerických základů ve Francii. Jelikož se poválečné zemědělství zaměřilo více na brambory, což tomuto brouku přineslo nové možnosti uchycení se, bylo jeho následné šíření Evropou velmi rychlé, i když ne tolik, jako v původní vlasti (Cingel et al. 2016). Náhlý masivní výskyt mandelinky byl po druhé světové válce ve státech východního bloku propagandisticky vykládán jako snaha o poškození jejich hospodářství. Mandelinky měly být prý cíleně vyhazovány z amerických letadel. Tehdy byly organizovány mandelinkové brigády, mající za cíl mechanickou likvidaci tohoto brouka. Proti tomuto škůdci se zakročuje i chemicky. Mandelinka však reaguje a velmi rychle si vytváří rezistenci na insekticidní přípravky. Efektivní chemická ochrana úrody tak není nijak levnou záležitostí ani dnes (Liu et al. 2012). Jedna dospělá samička je schopna za měsíc naklást až 500 vajíček. Mandelinka bramborová má proměnu dokonalou. Larvy i dospělci požírají listy lilkovitých rostlin, kukla pak dokončuje svůj vývoj v půdě. Brambory, papriky i rajčata (na kterých může také škodit) jsou pro ni „novým typem potravy“, protože tyto plodiny pocházejí původem ze Střední a Jižní Ameriky a přešla na ně z hospodářsky nevýznamných druhů rostlin. Tímto druhem se proto zabývají i rostlinolékaři.

Mravenec ohnivý (*Solenopsis invicta*) – velmi úspěšný invazní mravenec, jehož přirozený areál se nachází v Jižní Americe. Na nová místa do USA, Mexika, na celou řadu ostrovů v Karibském moři, do Číny, Austrálie, na Nový Zéland a bohužel od roku 2023 též do Itálie (Menchetti et al. 2023), byl zavlečen neúmyslně v substrátu přepravovaných rostlin. V Evropě jsou jako rizikové oblasti pro jeho budoucí šíření vytipovány zejména teplé přímořské oblasti, ale též velká města se zateplenými budovami. Tvoří tzv. superkolonie, kdy se na velkém území nachází větší množství lokálních hnízd, v nichž je vždy pouze jedna královna. Zajímavé je, že dělnice mohou pomáhat svou prací i ostatním hnízdům. Dělnice hledající potravní zdroje vysílají jako signál pro ostatní pachovou stopu, kterou pak následují ostatní mravenci nehledě na to, ze kterého hnízda pocházejí. Mravenec ohnivý je intenzivně studován především v USA. O žádném jiném z mravenců toho nevíme tolik, jako právě o tomto druhu. Při součtu škod a prostředků vynakládaných na jeho potlačování je pátým nejhorším druhem invazního živočicha na světě (Diagne et al. 2021). Jeho negativní činnost je velmi pestrá. Snižuje úrodu i výnosy živočišné produkce (dokáže bolestivě bodnout chovaná zvířata, což může dokonce skončit jejich úhynem). Nebezpečný je i člověku – v USA je každoročně hlášeno několik desítek úmrtí po bodnutí tímto blanokřídlým hmyzem. V neposlední řadě mravenec ohnivý proslul i ničením elektrických zařízení všeho druhu. Hromaděním mravenců v místech, kde průzkumné dělnice dostaly šok a feromony volají ostatní na pomoc, vznikají zkratky elektrických obvodů. Je třeba zmínit, že přes nesporné negativní dopady, které jednoznačně převažují, jsou mravenci ohnivému v zemědělském průmyslu připisovány i kladné body za snižování populací jiných škůdců (hmyzu, klíšťat, hlodavců) a za provzdušňování půdy.

Nutrie říční (*Myocastor coypus*) – jeden z největších hlodavců světa (může dosahovat hmotnosti až 17 kg, obvykle však méně než 10 kg) pochází z Jižní Ameriky (obr. 81). Jedná se o semiakvatický a býložravý druh s noční aktivitou. Mohutné hlodáky má nutrie nápadně oranžové, což je způsobeno sloučeninami železa uloženými ve sklovině. Nutrie je poměrně krátkověká, nejdéle žijící jedinec v lidské péči se dožil šesti let. Velmi brzy dosahuje pohlavní dospělosti – často již ve třech měsících. Samice rodí v průměru čtyři mláďata a je to schopna opakovat až třikrát do roka. V březích si vytváří částečně zatopené nory, které jeden samec sdílí s několika samicemi a potomky. Nutrie konzumuje každý den potravu vážící až čtvrtinu její hmotnosti. Požírá především stonky (části těsně nad zemí) a kořeny celé řady převážně jednoděložných rostlin. Vegetaci v mokřadech, bažinách či na březích řek a potoků dokáže zcela zlikvidovat, i když, pokud může, některé druhy upřednostňuje (Gethöffe & Siebert 2020). Důvodem jejího výskytu v Severní Americe, Evropě (včetně ČR) a Japonsku je její hustá kožešina a částečně i farmový chov na maso. Z farem nutrie buď unikaly nebo byly vypouštěny do volné přírody. Jelikož nutrie nemá zimní spánek, mohou přežívání výrazně snižovat kruté zimy. Ovšem s globální změnou klimatu a zkracováním mrazivého období se jeví jako jedinou jistotou odstřel nebo odchyt do pastí. To však často naráží na odpor veřejnosti. Lidé často nutrie nevnímají negativně (někdy si je dokonce pletou s původním a chráněným bobrem), a naopak je dokrmují. Děti jsou někdy dokonce dospělými vybízeny, aby nutrie krmily např. tvrdým pečivem, jablky či mrkví přímo z ruky. Nutrie přitom přenášejí celou řadu chorob, včetně těch nebezpečných člověku (salmonelózu, tuberkulózu, toxoplazmózu...). Jsou známy i případy, kdy nutrie pokousala neopatrného psa.



Obr. 81: Nutrie říční (*Myocastor coypus*) má kvůli sloučeninám železa, které se ukládají ve sklovině, výrazně oranžové zuby. [JPe]

Oblovka žravá (*Lissachatina fulica*) – jeden z největších suchozemských plžů, jehož ulita může dosahovat v průměru až 20 cm (obvykle do 12 cm; obr. 82). Je původní ve východní Africe. Dnes je rozšířen v oblastech s tropickým nebo subtropickým klimatem téměř po celém světě (Goldyn et al. 2016). V Evropě je jeho výskyt hlášen pouze ze Španělska a Itálie. Důvodů pro jeho šíření po světě bylo hned několik: dovážel se záměrně do zájmových chovů a jako konzumní živočich, ale známé jsou i případy nechtěného zavlečení s převážnými zemědělskými plodinami.

Jedná se o hermafrodita. Při páření si partneři navzájem předávají spermatofoxy se spermiemi, nedochází tedy k samooplození. Ten jedinec, který vystupuje v samičí roli, je následně schopen uchovávat spermie druhého plže, a to až po dobu dvou let. Za příznivých podmínek je oblovka schopna naklást až 1200 vajec rozdělených během roku do pěti až šesti snůšek. Má převážně noční aktivitu. Přes den je oblovka

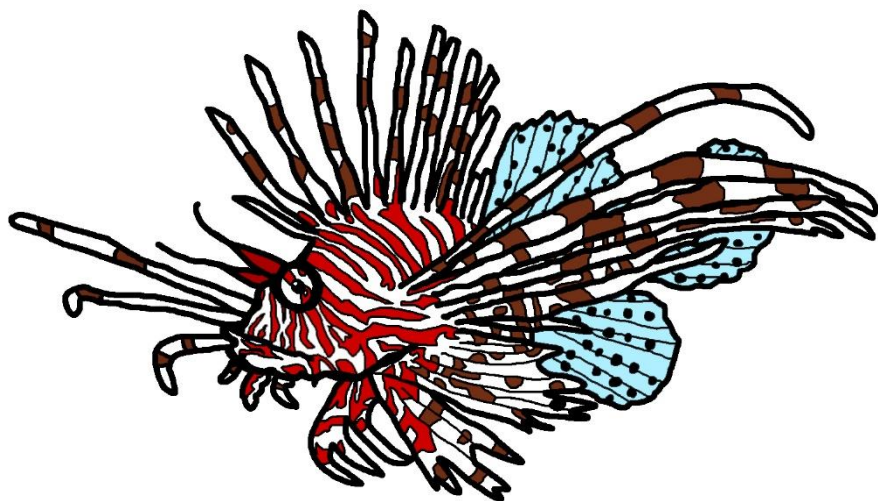
zahrabána v půdě. V podzemním úkrytu může oblovka vydržet až tři roky a přežít tak suchá období. Je to všežravý druh, živočišné bílkoviny tvoří až 20 % jeho stravy. Protein i vápník získává oblovka z mršin menších obratlovců, ale je schopná i „ulovit“ jiné druhy plžů. Z Floridy (USA) jsou hlášené i škody na fasádách budov, které oblovky ožírají kvůli doplňování vápníku. Škodí ale především na zemědělských plodinách. Nejsou příliš vybíravé a snižování úrody při výskytu oblovek bylo zaznamenáno u desítek druhů plodin. Oblovky jsou i významným rezervoárem a přenašečem parazitů, zejména motolic a hlístů. Nakazit se od nich může i člověk, u něhož může být průběh parazitóz velmi závažný (Gippet et al. 2023).



Obr. 82: *Oblovka žravá (Lissachatina fulica)* nalezená v Hongkongu. [JP]

Perutýn ohnivý (*Pterois volitans*) – je středně velkou dravou a jedovatou mořskou rybou s výrazným zbarvením a dlouhými roztřepenými ploutvemi (obr. 83). Důvodem dovozu ryb do nových oblastí je a bylo hlavně obohacení místní akvakultury a návazný

ekonomický profit. Za některými invazemi ovšem stojí zájmový chov, což vzhledem k dlouholeté popularitě akvaristiky není až tak překvapivé. Přesto jedinou akvariijní rybou, jejíž dopady na ekosystém jsou srovnatelné s nejhoršími invazemi ryb z produkční akvakultury, je právě perutýn (viz plakát v kapitole 3.4). Původní oblastí jeho výskytu jsou oblasti korálových útesů Indického a jižní části Tichého oceánu, v současnosti ho však nalezneme v Karibském moři, Atlantském oceánu i Středozemním moři a dále se šíří. Do Středozemního moře se dostal expanzí z Rudého moře přes Suezský průplav a šíří se podél východního pobřeží. Jeho výskyt při pobřeží USA, Baham a karibských ostrovů byl způsoben neúmyslným únikem z akvariijních chovů po hurikánu Andrew v roce 1992 a byl posilován záměrným vypouštěním dalších jedinců nezodpovědnými akvaristy (Hammer et al. 2007). Invazi pravděpodobně usnadnilo i to, že perutýni jsou schopni delší dobu přežívat i ve sladké vodě.





Obr. 83: *Perutýn ohnivý* (*Pterois volitans*) je dobře identifikovatelnou mořskou rybou, jelikož má nezaměnitelný tvar těla, výrazné zbarvení a dlouhé roztřepené ploutve. [BP]

V nových oblastech nemají perutýni přirozené nepřátele, účinně se brání jedem, jsou velice nenasytní, rychle se množí, a tak je jejich negativní dopad značný: dramaticky a v krátkém čase snižují počty bezobratlých, menších druhů ryb a juvenilních stadií větších druhů (v Karibiku loví přibližně padesát druhů včetně těch ohrožených), čímž zároveň účinně potravně konkurují místním predátorům (Albins & Hixon 2008).

Rak mramorovaný (*Procambarus virginalis*) – tento desetinohý korýš je jedním z nejpopulárnějších akvarijních bezobratlých živočichů (obr. 84). Obvykle dorůstá deseti až dvanácti centimetrů v dospělosti, přičemž ve volné přírodě dosahuje větších rozměrů než v akvarijních chovech. Zajímavostí je, že typické mramorování na krunýři je unikátní pro každého jedince (podobně jako otisky prstů pro člověka, pruhy zeber či levhartí skvrny). Ojediněle se vyskytuje i modrá forma zbarvení. Poprvé byl zaznamenán v německých akváriích v polovině 90. let minulého století. Podle detailních morfologických a genetických analýz náleží k severoamerickým rakům čeledi Cambaridae, avšak dosud nebyl nalezen jeho původní areál výskytu. Předpokládá se, že mohl vzniknout mutací z rodičovského druhu (rak klamavý, *Procambarus fallax*) v akvarijních chovech. Dlouho byl i odborníky považován jen za formu tohoto druhu a teprve v roce 2017 byl uznán jako samostatný druh (Lyko 2017). Je to jediný rak, který se množí výhradně samobřezostí neboli partenogeneticky, samice tedy kladou neoplozená vajíčka, ze kterých se líhnou opět další geneticky identické samičky. Samci u tohoto druhu nebyli nikdy objeveni. Reprodukce je velice rychlá, první snůšku raci mramorovaní kladou již ve čtyřech až pěti měsících věku a mohou se rozmnožit opakovaně během jedné sezóny. Pokud dojde k zavlečení na novou lokalitu, postačí jedna jediná samice na to, aby založila

životaschopnou populaci, což je z pohledu biologických invazí ohromná výhoda. Jedná se o relativně studenomilný druh, který bez obtíží přežívá v mírném klimatickém pásmu. Byl zavlečen do Evropy a na Madagaskar a dále se šíří, několik populací bylo již objeveno i na území ČR (první nález byl učiněn v roce 2015 v Praze na Proseku). Jako všichni severoameričtí raci, i tento druh přenáší nebezpečné onemocnění zvané račí mor, které ohrožuje mimo jiné i původní evropské raky (Hossain et al. 2018). Tento rak je zařazen na „unijní seznam invazních nepůvodních druhů“.



Obr. 84: *Rak mramorovaný* (*Procambarus virginalis*) patří mezi nejpopulárnější a zároveň nejrizikovější korýše v zájmových chovech. [JP]

Ropucha obrovská (*Rhinella marina*) – je velký druh obojživelníka, dosud největší zaznamenaný jedinec měřil 40 cm a vážil úctyhodných 2,7 kg. Ze své původní domoviny ve Střední a Jižní Americe byla záměrně šířena člověkem, a to do míst, kde se pěstuje cukrová třtina. Nepůvodní

výskyt je znám z celé řady karibských ostrovů, Floridy, Filipín, Nové Guiney nebo Austrálie. Na třtinových plantážích měla ropucha obrovská fungovat jako biologická zbraň snižující především počty vrubounovitých brouků poškozujících úrodu. Velmi dobře je popsána invaze těchto ropuch v Austrálii, kam bylo v roce 1935 do severního státu Queensland dovezeno a vypuštěno 3000 jedinců. Z neohrazených plantáží se ropuchy rychle rozšířily do volné přírody, v níž se dokázaly šířit rychlostí 40 km za rok. Ropucha na novém území prodělala rychlou adaptaci na místní podmínky („australské“ ropuchy mají např. delší končetiny). Dnes se počty tohoto druhu v celé Austrálii odhadují na 200 milionů jedinců. Nebezpečí spočívá především v potravní konkurenci místním druhům obojživelníků, zejména na úrovni larválního (pulčího) vývojového stadia (Williamson 1999). Ropucha obrovská je nesmírně plodná, jedna samice je schopná naklást až dvaatřicet tisíc vajíček, což se s plodností místních druhů žab převážně z čeledi paropuchovitých vůbec nedá srovnat (ty mají ve snůšce v průměru okolo jednoho tisíce vajíček). Zároveň je díky své velikosti schopna přímo požírat i dospělé většiny druhů paropuch. Má se za to, že to je hlavní příčinou vyhynutí tlamorodky zázračné (*Rheobatrachus silus*) v polovině devadesátých let minulého století. To byla drobná paropucha s unikátní reprodukční strategií – celý vývoj od vajíčka po malou žabku probíhal v žaludku matky. Ropucha obrovská ale nepožírá jen obojživelníky, její kořistí se stávají též bezobratlí, plazi a menší druhy savců. Velké nebezpečí ropuchy obrovské spočívá i v tom, že působí nejen na spodní patra trofické (potravní) pyramidy, ale i směrem vzhůru – predátoři, kteří ropuchu loví, jsou často otráveni jejím silným jedem. To se týká kupříkladu kunovců, varanů, některých druhů hadů nebo krokodýla Johnstonova (*Crocodylus johnstoni*; McCoid 1995).

Slávička mnohotvárná (*Dreissena polymorpha*) – jednou ze skupin organismů s nízkou schopností aktivního šíření, která využívá k disperzi (šíření) i antropogenní aktivity, jsou měkkýši. V důsledku globalizace spojené s rozvojem obchodních cest během posledních desetiletí se intenzita šíření nepůvodních měkkýšů zvýšila (Cianfanelli et al. 2007). Balastní neboli zátěžovou vodou nebo přímo přichycením na trupu lodí mohou být měkkýši zavlečeni na dlouhé vzdálenosti. To je i příklad šíření menšího mlže s trojhrannou člunkovitou lasturou – slávičky mnohotvárné (obr. 85). Její původní domovinou jsou dolní toky řek v úmoří Černého a Kaspického moře. Zhruba před dvěma sty lety začalo její šíření lodní dopravou směrem do Evropy, roku 1986 byla stejným způsobem zavlečena do oblasti Velkých jezer v USA a bylo zdokumentováno i šíření sláviček přichycených k akvarijním rostlinám (Patoka & Patoková 2021). Na rozdíl od většiny původních mlžů slávičky žijí přichycené bysovémi vlákny k pevnému podkladu, který je podmínkou jejich výskytu. Velmi rychle se množí a obrůstají nejen kameny, beton, potopené klády či odpadky, ale i lastury větších původních druhů, a tím jim omezují otevření nebo naopak zavření schránek, což je pro mlže nezbytné k přežití. Mohou se přichytit i na krunýře větších korýšů. Zároveň jsou dobrými a efektivními filtrátory, kteří sice zvyšují kvalitu a průhlednost vody, ale tím snižují potravní nabídku dalším druhům (nejen) mlžů. V nepůvodním prostředí jsou slávičky hlavním problémem zejména ve stojatých vodách. Při přemnožení slávičky se její vliv projevuje negativně i na úrovni socioekonomické. Přichycení na kovových podkladech zrychluje korozi, což prodražuje lodní dopravu či činnost vodních elektráren. Pro rybářství je problémem obrůstání sítí, výpustních zařízení a rybích přechodů. Popsány jsou i případy ucpání vodovodního potrubí, vodních přítoků do

průmyslových provozů nebo snižování kvality vody při masových úhynech sláviček a následném rozkladu jejich těl (Gherardi 2007).

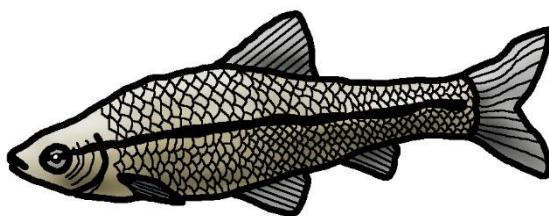


Obr. 85: *Slávička mnohotvárná (Dreissena polymorpha)* je invazním sladkovodním mlžem s původním areálem rozšíření v pontokaspické oblasti.

[JP]

Střevlička východní (*Pseudorasbora parva*) – neboli hrouzkovec východní. Tato drobná hejnová kaprovitá rybka původem z východní Asie se do Evropy dostala velmi podobným způsobem, jako je tomu u karase stříbřitého, s tím rozdílem, že se zde předtím tento rod nevyskytoval vůbec (Gozlan et al. 2010). První introdukce se pravděpodobně odehrála v 60. letech 20. století v Rumunsku, avšak další introdukce se odehrály též na půdě Ukrajiny a Maďarska. Na území tehdejšího Československa se objevila poprvé ve Velkých Trakanech na Slovensku. Střevlička východní obvykle dorůstá jen 8 cm délky těla, přičemž větší a barevnější jsou samci. Reprodukce probíhá až osmkrát do roka, a tak tato ryba na vhodné lokalitě dosahuje explozivního růstu

populace, ačkoliv jednotlivé snůšky jiker nejsou nijak velké (obvykle okolo 1000 jiker na jednu dospělou samičku). Při přemnožení může střevlička okusovat kožní sliz a pokožku jiných druhů ryb, což jim může způsobovat povrchové léze a druhotnou infekci. Kvůli velké hustotě střevliček (v prostředí bez dravých druhů ryb) ve vodě prakticky chybí filtrující zooplankton, a tak dochází k velmi hustým vegetačním zákalům způsobeným bujícími řasami a sinicemi, které by jinak zooplankton odfiltroval (Kajgrová et al. 2022). Toto přemnožení má dopad na ostatní organismy vyžadující průhlednou vodu včetně podvodních rostlin, na které je navázáno mnoho vodních bezobratlých organismů. Střevlička východní tak může působit značné škody v produkci kapra obecného a v rybniční akvakultuře obecně, neboť spotřebovává část potravních zdrojů chovaných ryb, také má ale negativní dopad na celý ekosystém. Podobně jako je tomu u karase stříbřitého, i střevlička východní má na svědomí úbytek původního druhu kaprovité ryby, a to podobně velké slunky obecné (*Leucaspis delineatus*). Důvody úbytku slunek nejsou tak do detailu zmapovány, jako je tomu v případě karase obecného, ale jako jeden z klíčových faktorů se uvádí přenos *Spaerotheraecum destruens*, což je jednobuněčný rybí parazit napadající lososovité i kaprovité druhy ryb. Pravděpodobně bude mít další vliv i prostá kompetice o zdroje a agresivnější chování střevličky východní v porovnání s původní slunkou.



Špaček obecný (*Sturnus vulgaris*) – tento pěvec je běžným druhem palearktické oblasti (Evropa, severní Afrika, velká část Asie). Byl ale záměrně zavlečen na mnoho míst i v Jižní Africe, Austrálii, Novém Zélandu a Jižní i Severní Americe. Jedná se o jeden z nejúspěšnějších nepůvodních ptačích druhů a zároveň o druh, který je modelovým organismem celé řady vědních oborů. Pokusy o introdukci špačka do USA i Austrálie se datují do druhé poloviny 19. století. Důvodem byl jednak boj s hmyzími škůdci (těmi špačci krmí svá mláďata), ale také sentimentální stesk po evropské fauně i v nových oblastech, na čemž se podílely především různé okrašlovací spolky (Stuart et al. 2023). Snaha mít ve fauně Nového světa všechny ptačí druhy je zmíněna již ve hrách Williama Shakespeara na přelomu 16. a 17. století. V USA se špaček z původně dovezených 120 jedinců rozmnožil až na ohromující počet 200 milionů, přičemž nárůst populace vrcholil v 70. letech 20. století. Rychlost expanze špačků z východního na západní pobřeží USA byla přibližně 80 km za rok. Šíření v novém území také napomohlo to, že špaček je přirozeně částečně migratorní. V době tužších zim opouští svůj domovský okrsek a je schopen urazit až 1500 km. Je to druh společenský, sdružuje se do velkých hejn, což zvyšuje jeho ochranu před predátory, a synchronizované je i hnízdění. Obecně vytváří velmi husté populace, které právě díky své hustotě dále lépe prosperují. Jedním z mála limitujících faktorů je dostatek přirozených dutin, v nichž vyvádí mladé. Naopak mu nevádí narušení prostředí lidskou činností a je velmi přizpůsobivý. Jeho škodlivost spočívá především ve vytlačování původních dutinově hnízdících druhů, dále v potravní konkurenci druhům plodožravým a též šířením semen nepůvodních druhů rostlin. V zemědělství škodí především na ovoci. Jen v USA jsou ztráty způsobené špačky vyčísleny až na 800 milionů amerických dolarů ročně (Pimentel et al. 2000).

Slunéčko východní (*Harmonia axyridis*) – je broukem o velikosti do 10 mm, v rámci slunéček patří k větším druhům. Má celou řadu místních názvů (česky též slunéčko asijské), které mnohdy odrážejí jeho vysokou variabilitu ve zbarvení. Jeho základem je světle červený podklad s černými tečkami v různém počtu, ale známe i slunéčka bez teček, s černými krovkami a červenými či žlutými skvrnami. Zbarvení má svůj původ v teplotě, v níž se vyvíjí kukla tohoto brouka. Čím je teplota nižší, tím je slunéčko tmavší (tzv. termální melanismus; Michie et al. 2010). Ze své původní domoviny ve východní Asii bylo slunéčko východní záměrně šířeno jako biologická zbraň na ochranu plodin před škůdci, zejména mšicemi. Takto bylo introdukováno nejprve do Severní Ameriky a poté i do západní Evropy. Prvotní pokusy sice nevedly k jeho uchycení mimo skleníky a kontrolované plochy, dnes je však rozšířeno téměř po celém světě (zatím se nevyskytuje v Austrálii, a kromě Jihoafrické republiky ani ve zbytku Afriky). Na území ČR bylo poprvé zaznamenáno v roce 2006 (Nedvěd 2007). Slunéčko východní je polyfágní a dospělec i larva jsou velmi žravé. Zároveň je velmi plodné, samice dokáže za život naklást až 2000 vajíček. Další charakteristikou, která usnadňuje jeho invazi, je silná odolnost vůči celé řadě patogenů. Je výrazným konkurentem původních slunéček, jejichž počty následkem invaze značně poklesly. Do tohoto obrazu zapadá i skutečnost, že dnes je slunéčko východní nejpočetnějším druhem slunéčka v městském prostředí. Slunéčka mohou na zimu masově zalézat do budov a je třeba bránit jejich vnikání do elektrických a elektronických zařízení a zejména do vzduchotechniky. Setkání se slunéčky totiž může u lidí vyvolávat alergické reakce (Goetz 2007). Slunéčka při probuzení během zimování nebo po něm mohou člověka i kousnout, což bývá doprovázeno následným otokem, zarudnutím a svěděním kůže. Z USA jsou hlášeny i případy



znehodnocování úrody vinné révy, do jejichž hroznů slunéčka východní zalézají kvůli doplnění energetických zásob před zimováním.

Tlamoun mosambický (*Oreochromis mossambicus*) – neboli tilápie mosambická. Domovinou této středně velké ryby (dorůstá 40 cm v délce těla a hmotnosti 1 kg) jsou státy jihovýchodní Afriky. V současnosti je rozšířena ve většině klimaticky teplých částech světa, tedy ve většině jihoamerických států, řadě afrických, v Austrálii i Asii od Pákistánu, Japonska až po Indonésii a Papuu Novou Guineu. V Africe se jedná o významnou hospodářskou rybu s chutným bílým masem, což byl i důvod jejího šíření po světě – pro obohacení akvakultury. Velkou výhodou tohoto druhu je, že se dokáže vyrovnat s různorodými podmínkami prostředí i se znečištěním vody (Mashifane & Moyo 2014). Dokonce toleruje i slanou vodu. Druhým, spíše marginálním důvodem k introdukci, bylo vysazování ryby pro snižování početnosti populací malarických komárů. Tlamoun je všežravý a je schopen se živit nejen larvami komárů, ale i detritem, fytoplanktonem, řasami, vyššími rostlinami, dalšími bezobratlými i menšími druhy ryb. Za potravou je schopen i vyskakovat nad hladinu. Ryba má v hejnech hierarchickou strukturu, je nejen mezidruhově, ale i vnitrodruhově velmi agresivní. Při rozmnožování samec vyhrabává ve dně prohlubeň, do níž samice klade jikry. Samec je následně oplodní a samice je poté sesbírá do tlamy, kde probíhá jejich inkubace. Celý proces může být velice rychlý, potěr může být samostatný již po dvaceti dnech. Samice během tohoto období nepřijímá potravu a pozastavuje růst dalších svých jiker, aby šetřila energií, i tak je ale pro ni doba inkubace stresovým obdobím. Za příznivých podmínek se však může úspěšně vytříit i několikrát do roka. Základním pozorovaným negativním dopadem tlamouna na původní ekosystémy je úbytek či vymizení původních druhů ryb. To se děje

jednak přímou predací menších druhů a požíráním potěru nebo jiker druhů větších. Velkou roli hraje také kompetice o zdroje podpořená rychlým množením se tlamounů (Canonico et al. 2005). Likvidací vodních rostlin tlamoun též významně mění strukturu invadovaných ekosystémů, které navíc eutrofizují (mají přebytek živin, protože je rostliny nespotřebovávají na svůj růst). V neposlední řadě škodí též hybridizací s původními druhy stejného rodu (pokud jsou na lokalitě přítomny).

Želva nádherná (*Trachemys scripta*) – tato středně velká sladkovodní želva je jedním ze dvou druhů plazů, který se dostal na seznam sta nejškodlivějších invazních druhů světa (Lowe et al. 2000). Pochází z povodí řeky Mississippi a pobřeží Mexického zálivu. Poddruh *Trachemys scripta elegans* je v zájmových chovech doposud vůbec nejpopulárnějším a nejrozšířenějším plazem. Za období 1989 až 1997 bylo z USA vyvezeno dvaapadesát milionů jedinců (Franke & Telecky 2001; obr. 86). Vysoké počty vyvážených želv nádherných korelovaly s nízkou cenou na trhu, a tím pádem snadnou dostupností. Popularitu druhu zvýšil i seriál Teenage Mutant Ninja Turtles (Želví nindžové). Masový chov i mezi začínajícími chovateli však často končil vypuštěním želv do volné přírody. Jako důvody tohoto vypouštění byly udávány zejména ztráta atraktivního juvenilního zbarvení želv, rychlý růst a velikost přesahující kapacity chovného zařízení či agresivita. Díky svému původnímu rozšíření i v mírném klimatickém pásu byla želva nádherná na řadě nových míst schopna přežít a v teplejších oblastech (tam, kde přes zimu výrazněji nemrzne) se i úspěšně rozmnožovat. Není divu, že je dnes tato atraktivně zbarvená želva zaznamenána na všech kontinentech, často v okolí velkých měst. Vlivem globální změny klimatu se bude želva nádherná pravděpodobně šířit i do dalších oblastí. Kvůli

značnému překryvu nik spočívá její nebezpečnost pro domácí druhy sladkovodních želv v komplexní konkurenci o potravní zdroje a o místa ke slunění (Cadi & Joly 2004). Jako predátor se též může podílet na lokálním úbytku domácí fauny bezobratlých, ryb a obojživelníků. Znamé je i rušení vodních ptáků na hnízdech, která želva využívá při slunění. Je též přenašečem a rezervoárem bakterií např. rodu *Salmonella*.



Obr. 86: Mladá želva nádherná (*Trachemys scripta elegans*). [JP]

2.8.2 Invazní rostliny

Ambrozie peřenolistá (*Ambrosia artemisiifolia*) – pochází ze Severní Ameriky. Je to jednodomá, větrosprašná, jednoletá rostlina z čeledi hvězdnicovitých, osidlující rumiště i obhospodařovaná stanoviště. Výška rostliny se pohybuje od 20 cm do 1,5 m v závislosti na místních podmínkách. Habitus rostliny je poměrně variabilní, lodyha je přímá nevětvená nebo větvená, na průřezu kulatá nebo oble hranatá, chlupatá či plstnatá. Listy ambrosie jsou peřenosečné, v dolní části lodyhy vstřícné, nahoře střídavé. Květenství jsou tvořena samčími a samičími úbory. Samičí úbory rostou z paždí lodyžních listů, žluté samčí úbory pak

na jednotlivých větvích. Rostliny jsou cizosprašné, semeny jsou hnědé nažky. Semena mají velmi vysokou schopnost dormance a v půdě mohou životaschopná čekat na klíčení až čtyřicet let. Dormance je přerušována zimními mrazy. Do Evropy byl tento druh introdukován neúmyslně s obilím. Ambrozie se rozmnožuje výhradně semeny, která se šíří zejména v okolí mateřských rostlin. Limitujícím faktorem růstu rostlin je teplota, kdy jsou semenáče citlivé na jarní mrazy a podzimní mrazy ukončí růst dospělých rostlin. Na území ČR byla poprvé zaznamenána na Moravě, v současné době vytváří v teplejších oblastech populace spíše nestálého charakteru (zejména v Polabí). Nebezpečnost rostliny pro člověka spočívá v produkci obrovského množství silně alergenního pylu. Ambrozie také alelopaticky potlačuje růst dalších rostlin (Vidotto et al. 2013). Druh je uveden na Evropském seznamu invazních nepůvodních druhů. V ČR zatím není tento druh problematický, nicméně s měnícím se klimatem je možné očekávat jeho šíření do dalších oblastí. Kromě Evropy byla ambrozie zavlečena i do Afriky, Austrálie, Nový Zéland a řadu tichomořských ostrovů.



Astra novobelgická (*Aster novi-belgii*) – je vytrvalá, 0,4 až 1,4 m vysoká bylina s podzemními výběžky, přičemž lodyhy jsou přímé a lysé. Celokrajné až ostře pilovité listy jsou střídavé, obkopinaté (vypadá jako kopinatý, ale je nejširší v horní třetině) až eliptické, až 20 cm dlouhé a 4 cm široké. Zejména horní listy jsou přisedlé a oušky na bázi objímají lodyhu. Lodyha v horní části s rozvětveným početným modrým, fialovým či vzácněji bělavým květenstvím. Na jedné rostlině je 30 až 50 květů, terč je žlutý. Plody jsou chlupaté nažky s chmýrem. Názory na taxonomické uspořádání aster se různí. Druhy jsou šlechtěny do různých kultivarů (včetně metod hybridizace). Poté, co se začaly šířit po Evropě,

vznikly komplikace s přiřazením různých odlišných typů k původně popsaným mateřským druhům. Je možná záměna s další běžně zplaňující astrou – astříčkou kopinatou (*Aster lanceolatus*), která má ale zpravidla bělavé nebo světle modré jazykovité květy a neobjímavé horní listy. Jedná se o oblíbenou nenáročnou pozdně kvetoucí (srpen až říjen) okrasnou trvalku, nachází se zejména u lidských sídel, odkud opětovně zplaňuje (Jedlička & Prach 2006). Je dokonce tolerantní k mírnému zasolení půdy. V původním areálu rozšíření obsazuje šterkovitá místa na mořském pobřeží nebo světlé borové lesy v zázemí dun. V sekundárním areálu zplaňuje hlavně na slunná místa s vlhkou půdou s dostatkem živin (rumiště, ruderalní trávníky, lemy lužních lesů, aluviální louky nížinných řek, podél cest a vodních toků). Šíří se generativně (semeny) i vegetativně (podzemními výhony). Původní areál se táhne v asi 150 km širokém pásmu při atlantickém pobřeží Severní Ameriky do Apačského pohoří po kanadský poloostrov Labrador a ostrov Newfoundland. V 18. století byla dovezena do střední Evropy. Vyskytuje se i v Anglii a Rumunsku. Prozatím se výrazně nerozrůstá, ale na obsazené lokalitě se udrží po velmi dlouhou dobu. Prioritní je zejména monitoring a likvidace v okolí chráněných území.

Bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*) – rostlina z čeledi miříkovitých (dříve mrkvovité) pocházející ze západního Kavkazu (obr. 87). Jak název napovídá, je v mnoha směrech unikátní. Impozantní je především svými rozměry. Ač se jedná o bylinu, je vyšší než člověk. Kvetoucí rostliny dosahují až výšky 5 m. Jeho velké až 1,5 m dlouhé řapíkaté listy efektivně zachycují sluneční záření. Květenství bolševníku (složený okolík) je tak velké, že se nevejde na talíř. Může mít až 50 cm v průměru. Jedna rostlina vyprodukuje za rok přibližně 30 tisíc semen, která si osm až dvanáct let uchovávají klíčivost až 90 %. Odumřelé suché rostliny přetrvávají na stanovišti i přes zimu, takže jsou celoročně

dominantou místa, kde rostou. Zřejmě z těchto důvodů byl bolševník dovezen a vysazován v různých botanických zahradách a parcích jako okrasná rostlina. Zahradníci a botanici v té době ještě nevěděli, že má unikátní životní strategie. Má totiž širokou ekologickou niku – dokáže žít a prosperovat téměř všude. Velmi úspěšně se rozmnožuje semeny, která jsou schopna létat daleko a lze konstatovat, že v konkurenčním boji s ostatními rostlinami na narušovaných stanovištích je téměř neporazitelný (viz plakát v kapitole 3.4). Nejenže vyhrává boj o světlo díky své výšce a velkým listům, které zastíní vše, co se nachází pod rostlinou, ale také potlačuje růst dalších rostlin prostřednictvím chemických sloučenin vypouštěných do prostředí (tzv. alelopatie). Na rozdíl od bolševníku obecného (lidově nazývaného bolševník borščový, protože jeho mladé listy se na Ukrajině a v Rusku přidávají do boršče), je silně fototoxický (po zasažení šťávou a vystavení slunečnímu svitu způsobuje silné popáleniny). Mladé rostliny však za jistých okolností mohou sloužit jako píce pro dobytek. V ČR jsou majitelé pozemků ze zákona povinni zamezit šíření bolševníku velkolepého. K monitoringu lze využít i letecké snímkování (Müllerová et al. 2005).



Obr. 87: *Bolševník velkolepý* (*Heracleum mantegazzianum*) je na území ČR jednou z nejznámějších a nejrizikovějších invazních rostlin. [JPe]

To ovšem vůbec není snadný úkol. Kontakt s rostlinou vyvolává u většiny lidí alergické reakce. Při likvidaci rostlin je proto nezbytné mít ochranný oblek, rukavice a brýle. Vzrostlý bolševník imponuje i dětem. Při volné hře na podzim a v zimě děti používají zdřevnatělé lodyhy k šermování. To je téměř bez rizika. Horší je, když si z duté zelené lodyhy uříznou kukátka nebo foukačky. To často vede k popáleninám, jejichž původ není (bez znalosti souvislostí) snadné vypátrat. Učitelé a pedagogové volného času by měli monitorovat a hlásit případný výskyt bolševníku velkolepého v okolí školy a děti včas a důrazně na riziko kontaktu s touto invazní a nebezpečnou rostlinou včas upozornit (obr. 88).

Obr. 88: *Přišel k nám z východu – často se s nechvalně známým bolševníkem velkolepým (*Heracleum mantegazzianum*) setkáme podél cest. Jeho dynamika v krajině je spíše přelétavá a objevuje se v blízkosti míst, kde byl záměrně pěstován. [JPe]*

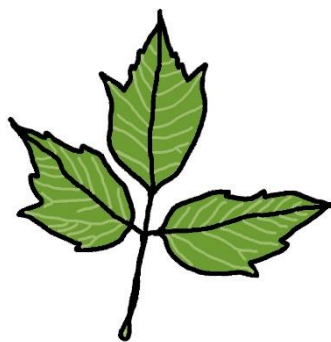


Borovice vejmutovka (*Pinus strobus*) – je jehličnatý strom ze severovýchodu Severní Ameriky dorůstající výšky přibližně 50 m. Koruna je v mládí kuželovitá, později široká až deštníkovitě rozložená s vodorovně odstálými větvemi. Tento habitus má strom zejména jako solitérní jedinec. Kmen je přímý, v mládí s hladkou šedozelenou lesklou borkou, později podélně rozbrázděnou a tmavou. Dřevo je měkké s pryskyřičnými kanálky. Jehlice jsou uspořádané po pěti ve svazečcích, jsou velmi měkké a tenké, namodrale zelené, 5 až 14 cm dlouhé. Šišky jsou úzce válcovité s poměrně dlouhou stopkou, až 10 cm dlouhé, v době zralosti mají světle hnědou barvu. Šupiny šišek jsou klínovité, tenké a s málo vyniklými štítky. Semena jsou drobná a s dlouhým křídlem, díky kterému mohou doletět až 750 m od mateřského stromu (Hadincová et al. 2008). Šišky dozrávají druhým rokem a otvírají se v srpnu až září. Stromy jsou plodné již ve věku dvaceti let, nicméně plně fertilní semena produkují až ve věku padesáti let. Jedná se o poměrně dlouhověký strom, dožívá se až 450 roků. Ve střední Evropě, zejména v ČR a Německu, jde o velmi často pěstovaný nepůvodní druh borovice. Vejmutovka je ceněna pro svou nenáročnost a rychlý růst. Dokáže totiž růst na propustných písčitých půdách, není náročná na živiny a je tolerantní k vysokému rozpětí pH půdy. V poslední době je však považována za nežádoucí invazní druh, jelikož zvyšuje škody na porostech napadením rzi vejmutovkovou a též potlačuje ostatní dřeviny a druhy lesního podrostu. Invazně se chová zejména ve skalních městech



(kupříkladu v Labských pískovcích, Českosaském Švýcarsku či na Kokořínsku), kde dokáže významně konkurovat borovici lesní (*Pinus sylvestris*). Vejmutovka na některých lokalitách vytváří neproniknutelné porosty. Měla by být z porostů odstraňována. Borovice vejmutovka byla zavlečena do Evropy, Asie a Jižní Ameriky.

Javor jasanolistý (*Acer negundo*) – je severoamerický až 25 m vysoký strom s nízkým rozložitým habitem a řídkou mezernatou korunou. Borka kmene je mělce podélně zbrázděná, letorosty šedé až šedozelené, ojíňené. Listy jsou vstřícné, asi 7 až 15 cm dlouhé, lichozpeřené a složené z pěti až sedmi krátce řapíkatých lístků. Lístky jsou zašpičatělé, po obvodu nepravidelně ostře zubaté (někdy téměř celokrajné), světle zelené barvy. Listová plocha je velmi tenká, proto listy působí převíslým dojmem. Kvete před olistěním nebo současně s rašícími lístky, plodem je nažka. Pro javor jasanolistý je typickým ostrý úhel, který svírají křídla nažek. Plody tvoří výrazné hrozny světle hnědé barvy. Javor jasanolistý je běžně pěstován v parcích a alejích, odkud velmi často zplaňuje na neudržované a opuštěné plochy (např. neobhospodařovaná pole a louky). Zde pak vytváří husté porosty mladých jedinců (Veselkin et al. 2021). Vzhledem k tomu, že jde o krátkověkou dřevinu, kvete v nízkém věku (již okolo deseti let) a vytváří ohromné množství snadno šířitelných nažek s vysokou mírou klíčivosti. Ve volné přírodě roste kromě opuštěných ploch také na okraji lesních porostů v nižších až středních polohách. Invazně se projevuje v lužních lesích, kde vytváří husté až neproniknutelné nižší stromové patro, zejména v jaseninách a tvrdých lužích. Kvůli velice vydatné



výmładnosti je schopen vysoké míry regenerace. V přírodních biotopech jej lze považovat za velmi nebezpečný invazní druh. Byl zavlečen do Evropy, Asie a Jižní Ameriky.

Klejicha hedvábná (*Asclepias syriaca*) – pochází z východu Severní Ameriky. Je to jedovatá bylina, která po poranění silně roní bílou šťávu. Má dlouhý, plazivý a dužnatý oddenek tlustý 2 až 3 cm. Má až dva metry vysoký přímý a nevětvený hustě chlupatý stonek s centrální dutinou. Listy jsou vstřícné, tmavozelené na lici, šedozelené na rubu. Rostlina kvete v červnu až srpnu nafialovělými pětičetnými květy se složitou stavbou, uspořádanými v úžlabní lichookolík. Plodem je podlouhle vejčitý měchýřek s množstvím semen. Semena mají nápadný bílý chmýr. Oddenek obsahuje mezi jinými toxický glykosid asclepiadin. Klejicha hedvábná je vytrvalou teplomilnou rostlinou zplaňující na železničních náspech, v příkopech, někde už i v polních kulturách. Občas je pěstována v zahrádkách pro její nápadnou vůni. Rozmnožuje se generativně, ale zejména vegetativně oddenky. Roste na lehkých a vysychavých půdách. Vážné problémy působí v teplejších oblastech, např. v Maďarsku, kde invaduje přírodní biotopy písčin a je velmi obtížně odstranitelná (Csiky et al. 2023). V ČR se začíná šířit na jižní Moravě.



Obr 89: Klejicha hedvábná (*Asclepias syriaca*) má až dva metry vysoký stonek. [JPe]

Kolotočník ozdobný (*Telekia speciosa*) – neboli volovec či volské oko srdcolisté je statnou trvalkou se silným oddenkem (obr. 90). Dorůstá až dvoumetrové výšky a kvete od června do srpna. Lodyha je přímá, chudě větvená s chlupy. Dolní a přizemní listy jsou řapíkaté (řapík žlábkovitý), srdčitě vejčité, celistvé, vroubkovaně pilovité, zejména na rubu pýřité a dlouhé 10 až 40 cm. Horní listy jsou přisedlé. Květy jsou žluté a terč dosahuje v průměru až 3,5 cm. Plodem je nažka. Obsahuje látky, které mohou u citlivých osob po dotyku vyvolat na pokožce alergickou reakci. Preferuje slunné až polostinné stanoviště, půdy vlhké, hlinité, výživné, slabě kyselé až slabě zásadité. Roste na výslunných stanovištích od podhůří až do hor, především kolem potoků a na lesních světlinách, v příkopech kolem cest, na loukách a v blízkosti lidských sídel. Pěstuje se v zahradách a parcích, odkud často zplaňuje (Pergl et al. 2020). Lze jej považovat za druh dokonale zplanělý a zdomácnělý. Lze na něj narazit roztroušeně skoro po celém území ČR, často u vodních toků a velkým problémem je například v Orlických horách. Původní areál sahá od Malé Asie a Kavkazu až po východní Slovensko a Polsko.



Obr. 90: *Kolotočník ozdobný (Telekia speciosa)* je invazní rostlinou v oblasti hor, kde bývá pěstován pro okrasu. [JPe]

Komule Davidova (*Buddleja davidii*) – je 3 až 5 m vysoký keř původem z Číny. Listy jsou vstřícné, krátce řapíkaté, vejčité kopinaté, pilovité a na rubu jemně plstnaté. Dosahují délky 15 až 25 cm. Hrozny vonných květů jsou 10 až 25 cm dlouhé a vyrůstají z letorostů. Botanické druhy mají lila fialovou barvu květů, kultivary pak mohou být bílé i tmavě fialové (obr. 91). Keř kvete od července do října. Plodem je tobolka. V podmínkách ČR je citlivá na velký mráz, avšak mírné zimy přežívá bez problémů. V původním areálu roste na horských křovinatých svazích, v pásmu od 800 do 3000 m n. m. a vyžaduje přiměřeně vlhkou a propustnou půdu. Ve střední Evropě nejčastěji roste na říčních štěrkopískových náplavech. V teplejších oblastech také zplaňuje v kolejištích, případně i na kamenitých svazích na pobřeží. Komule je oblíbená zejména pro své květy, které lákají svou výraznou vůní hmyz (především motýly a v noci lišaje). Komule byla zavlečena do Severní Ameriky, Austrálie, na Nový Zéland i do Evropy a na území ČR se v blízké budoucnosti očekává její zplaňování a případně i invazní šíření (Pitt et al. 2011).



Obr. 91: *Komule Davidova (Buddleja davidii)* patří nejen v ČR mezi nejoblíbenější a nejčastěji pěstované okrasné keře, zároveň však představuje potenciálně invazní druh. [BP]

Křídlatka japonská (*Reynoutria japonica*) – jeden ze tří druhů křídlatek vyskytujících se ve volné přírodě na našem území (obr. 92). Oproti křídlatce sachalinské vyhledává spíše slunná stanoviště, má menší a na horní straně voskovité listy, a také výraznější květenství.



Obr. 92: Křídlatky rodu *Reynoutria* patří mezi jedny z nejúpornějších invazních rostlin v ČR. Nelze jim však upřít atraktivní vzhled, díky němuž jsou u některých lidí oblíbené i jako okrasné rostliny. [JPe]

Křídlatky obecně jsou atraktivní květem na konci vegetační sezóny. Jak druhová jména japonská a sachalinská napovídají, tyto rostliny pocházejí ze severovýchodní Asie. Křídlatka japonská a sachalinská se kříží a vytvářejí hybridy považované v současnosti za samostatný taxon zvaný křídlatka česká. Křídlatky jsou klonální (křídlatka japonská a křídlatka česká regenerují lépe z oddenku, křídlatka sachalinská regeneruje lépe z lodyhy), rychle rostoucí (při dobrých podmínkách více než 5 cm za den) a dva až pět metrů vysoké byliny z čeledi rdesnovité. Z husté sítě podzemních oddenků vytvářejí každoročně bohatě větvené stonky. Ty na podzim usychají, dřevnatí a vysušené mrazem se stávají energeticky bohatou stojící stařinou. Křídlatky, obzvláště křídlatka sachalinská (s velkými listy), jsou rostliny atraktivního vzhledu, proto byly do Evropy dováženy jako rostliny okrasné. Dokážou rychle zarůst jakákoliv nevzhledná zákoutí, snadno se množí a bohatě kvetou. Křídlatka japonská byla dokonce vyhlášena zahradnickou společností v Utrechtu jako nejužitečnější nově pěstovaná rostlina roku 1847. V zahradách byly a – přes mnohé zákazy – stále jsou vysazovány jako ozdobný prvek nebo součást živých plotů. Ze zahrad unikly do přírodních ekosystémů, kde se začaly nekontrolovaně množit. Křídlatka japonská kolonizovala všechny světadíly vyjma Antarktidy (Martin et al. 2020). Křídlatky na mnoha místech tvoří souvislý porost a vytlačily původní méně konkurenceschopné druhy. Protože klasické metody založené na kosení nejsou dostatečné, pro likvidaci křídlatek se používají metody značně razantní, a to zejména herbicidem. V Moravskoslezském kraji je v této věci aktivní sdružení ČSOP Salamandr, které v rámci řady projektů opakovaně aplikuje na porosty křídlatky v okolí řek Morávky, Odry, Rožnovské Bečvy aj. totální herbicid Roundup (na bázi glyfosátů), který dle jiných ochránců přírody (např. ekologického institutu Veronika) může vést k systémové toxicitě a pravděpodobně má i karcinogenní

účinky. Dalo by se říci, že křídlatka vyvolává bouřlivou diskuzi o podstatě ochrany přírody. Nicméně pokud je cílem omezení křídlatek až jejich likvidace, nic jiného než herbicid bohužel nepřipadá v úvahu. Některé zájmové skupiny lidí by rády i přes zjevný velký invazní potenciál křídlatek tyto rostliny využívaly pro různé účely od farmakologie po včelařství. Vzhledem k pravděpodobnému úniku křídlatek do přírody je to ovšem nežádoucí. I děti mají křídlatku rády. Z dužnatých stonků podobných bambusu si děti mohou vyrobit Panovu flétnu, rohože nebo hmyzí domečky. Jen je třeba dát pozor na to, že křídlatky mají úžasnou regenerační schopnost a jsou schopny vyrůst z velmi malých úlomků stonků či oddenků (o hmotnosti jen 0,7 g). Na to je třeba dbát i při jakýchkoli přesunech zeminy na místech křídlatkami invadovaných. Invazní potenciál a negativní dopady všechna případná pozitiva zastiňují a křídlatka je v ČR správně řazena mezi nežádoucí druhy rostlin.

Loubinec pětilistý (*Parthenocissus quinquefolia*) – neboli přísavník pětilistý či psí víno. Je to opadavá dřevitá liána původem z východní části Severní Ameriky. Vzdušnými kořeny se může pnout až 20 m vysoko (Blinkova et al. 2023; obr. 93). Letorosty jsou načervenalé, úponky s pěti až osmi rameny jsou zakončené přísavkami. Listy jsou střídavé, řapíkaté, dlanitě pětičetné, lístky jsou eliptické až vejčité, až 10 cm dlouhé, na okraji pilovité nebo i celokrajné, špičaté, na líci zelené, matné, na rubu sivé (obr. 94). Na podzim se listy zbarvují do červených odstínů. Květy jsou uspořádány v latách a jsou drobné. Žlutavě zelené korunní lístky jsou nazpět odstálé. Rostlina kvete od července do září. Plodem jsou zhruba 1 cm velké kulovité, modré až modročerné, obvykle neojíněné a slabě jedovaté bobule (obr. 95). Pro ptáky bobule jedovaté nejsou, požírají je a po okolí tedy roznášejí semena. U citlivějších lidí může dojít k podráždění kůže při dotyku s listy loubince. Ve svém původním areálu

roste tato rostlina v křovinách, lesních lemech a ve světlých lesích, v roklích i na skalách. V Evropě je loubinec oblíbený kvůli podzimnímu dekorativnímu zbarvování listů, a proto je vysazován v parcích, zahradách, podél zdí a plotů, protihlukových stěn, k zakrytí nevzhledných míst apod. (obr. 96). Jako zplanělý ho najdeme především v blízkosti lidských sídel, parků, hřbitovů, na rumišťích a byl zaznamenán v okolí řady větších měst nejen v ČR. Do Evropy byl zavlečen v roce 1622, v ČR pak byl prvně vysazen v Praze v roce 1835. Přísavník pětिलistý lze zaměnit s přísavníkem popínavým (*Parthenocissus inserta*), který se odlišuje především úponky – těch je méně (tři až pět) a nejsou zakončeny přísavnými destičkami.



Obr. 93: Loubinec pětिलistý (*Parthenocissus quinquefolia*) neboli psí víno se dokáže pnout i po vysokých stromech, což vynikne obzvláště na podzim, kdy jeho listy mění barvu na ohnivě oranžovou až červenou. [JP]



Obr. 94: *Listy loubince pětিলístého (Parthenocissus quinquefolia) jsou dlanitě pětičetné a mají výrazně pilovitý okraj. [JP]*



Obr. 95: *Plody loubince pětিলístého (Parthenocissus quinquefolia) jsou pro člověka slabě jedovaté, ptákům však vůbec nevadí. [JP]*





Obr. 96: *Loubinec pětistý* (*Parthenocissus quinquefolia*) je populární popínavou rostlinou, protože dokáže růst i na převážně zastíněných zdech a plotech. [JP]

Lupina mnoholistá (*Lupinus polyphyllus*) – starším názvem vlčí bob - je vytrvalá až 1 m vysoká okrasná bylina z čeledi bobovitých původem ze Severní Ameriky (obr. 97). Má typické mnohočetné listy tvořené dvanácti až patnácti úzkými kopinatými lístky. Nad listy ční modré, modrofialové, zřídka též bílé květy (zahradní kultivary lze zakoupit v mnoha dalších barvách) uspořádané v hroznovitém květenství. Ve volné přírodě – kam lupina unikla ze zahrad nebo byla dokonce záměrně vysévána, protože (jako všechny bobovité) obohacuje půdu o dusík, poskytuje poměrně dobrou pastvu a na živiny bohatá semena – se této atraktivní rostlině velmi daří. V horských a podhorských oblastech vytváří rozlehlé souvislé porosty a v lučních ekosystémech vytlačuje původní vzácné druhy rostlin. Správa Krkonošského národního parku vyzvala obyvatele, aby lupinu likvidovali, a to ručně (trháním květenství, vyrýváním, sečí či pálením) nebo za pomoci herbicidu. Tato doporučení vyvolala různé reakce, včetně diskuze o tom, zda si na své zahradě může nebo nemůže každý pěstovat to, co chce. Nebo zda je

či není etické, vytrhat někomu lupinu v okrasné zahradě u horské chaty. V podmínkách ČR se vlčí bob mnoholistý rozmnožuje zejména semeny. Ta dozrávají v luscích, nejprve zelených, po dozrání černých. Stejně jako mnoho jiných invazních druhů, i lupina regeneruje velmi dobře, a tak pokud ji chceme likvidovat jen mechanicky, musíme ji sekat vícekrát (až sedmkrát) za rok, abychom zabránili jejímu vysemenění (nejlépe před dozráním semen; Klinger et al. 2020). Děti by měly být poučeny, že by semena lupiny neměly vysévat mimo zahradu a že celá rostlina je jedovatá. Ohledně pěstování stojí za zmínku, že barevné kultivary nejsou zdaleka tak vitální jako modrokvětá forma, a proto jsou v okrasných zahradách méně rizikové.



Obr. 97: *Lupina mnoholistá* (*Lupinus polyphyllus*) neboli vlčí bob je mnoha lidmi vnímána jako trvalka ze zahrádek „našich babiček“. Tento sentimentální pohled pak odporuje snahám o eradikaci a rostlina tak nerušeně prosperuje na mnoha lokalitách mimo svůj původní areál výskytu jako například na svazích v rakouských Alpách. [KJ]

Lysichiton americký (*Lysichiton americanus*) – neboli kapsovec americký či toulcovka je vytrvalá bylina pocházející ze Severní Ameriky. Má mohutný podzemní oddenek, listy jsou přizemní, řapíkaté, celokrajné, široce kopinaté až vejčité, čepele velké (až 135 cm dlouhé a 70 cm široké). Listy se plně vyvíjejí až po odkvětu. Drobné květy jsou umístěny v palici, která je obklopena žlutým toulcem (obr. 98). Květy nepříjemně páchnou. Ve své domovině se lysichiton vyskytuje v mokřinách, vlhkých lesích, podél vodních toků, až do nadmořské výšky 1400 m. V ČR se tato rostlina vyskytuje zejména v pěstebních kulturách, ale byly zaznamenány případy zplanění, především ve vlhkých polohách vyšších nadmořských výšek. Druh je zařazen na Evropský seznam invazních nepůvodních druhů. Rostlina je dobře identifikovatelná, proto pro její eradikaci mohou být s úspěchem využiti dobrovolníci z řad veřejnosti (Foxcroft et al. 2013). Zajímavostí je, že listy lysichitonu byly v jeho původním areálu výskytu používány na léčení popálenin.



Obr. 98: *Lysichiton americký* (*Lysichiton americanus*) má drobné květy obklopené výrazným žlutým toulcem. [MV]

Netýkavka žláznatá (*Impatiens glandulifera*) – též netýkavka Royleova - je jednoletá a až tři metry vysoká bylina z čeledi netýkavkovitých (obr. 99). Podobně jako v ČR původní netýkavka nedůtklivá se rozmnožuje generativně semeny „vystřelujícími“ z pukajících vyzrálých tobolek. Z domoviny v Himálaji byla dovezena jako okrasná a medonosná rostlina. V současnosti se jedná o nejvyšší jednoletou rostlinu v Evropě (Sweeney & Wingler 2020). V ČR se ve volné přírodě nejprve vyskytovala v okolí řek. V posledních letech se však objevuje i dále od vodních toků, v lesích, na pasekách a podél cest. V konkurenčním boji s původními druhy bylin jí pomáhá především výška (zastíní nižší rostliny), téměř stoprocentní klíčivost semen a zejména velmi rychlý růst na začátku vegetační sezóny. Velké a sladce vonící květy lákají opylovače a jedna rostlina vytvoří velké množství semen (obr. 100). Ta jsou sice jedlá, ovšem nepříliš chutná. Kořenový systém netýkavky je velmi jednoduchý a mělký. To na jednu stranu zvyšuje riziko půdní eroze, na druhé straně však velmi usnadňuje její likvidaci. Jednotlivé rostliny netýkavky lze snadno vytrhat. To je i doporučený management, jen je nutné rostliny trhat před květem. Do této aktivity mohou být efektivně zapojeni i poučení žáci základních škol.



Obr. 99: Hustý a těžce prostupný porost invazní netýkavky žláznaté (*Impatiens glandulifera*). [JPe]



Obr. 100: Invazní netýkavka žláznatá (*Impatiens glandulifera*) je atraktivní rostlinou pro mnohé opylovače. Dokonce bylo prokázáno, že „krade“ opylovače původním druhům rostlin. [KJ]

Pajasan žláznatý (*Ailanthus altissima*) – je opadavý listnatý strom původem z východní Asie (obr. 101). Dorůstá výšky až 25 m, šířky koruny až 30 m a průměru kmene 0,5 m. Vzrůstem a tvarem koruny je podobný ořešáku nebo jasanu. Kmen je rovný, kůra hladká, šedavá, podélně slabě rozbrázděná. Listy mohou být dlouhé až 60 cm a tvarem připomínají jasan. Narozdíl od něj ovšem nesou jeden nebo dva zoubky s charakteristickou žlázkou na spodní straně. Po rozedmutí nepříjemně páchnou myšinou. Květy jsou žlutozelené. Plodem je křídlatá podlouhlá nažka se semenem uprostřed (na jednom stromě jich je až milion). Tyto nažky často visí na stromě až do jara. Mladé semenáčky lze zaměnit za škumpu orobincovou (*Rhus hirta*), která je v ČR také invazní dřevinou. Pajasan je rychle rostoucí strom. Jeho semenáčky mohou během prvního roku života dorůst až do výšky dvou metrů. Na stanovišti může zcela dominovat (obr. 102 a 103).



Obr. 100: *Pajasan žláznatý* (*Ailanthus altissima*) je rychle rostoucí dřevinou.
[BP]



Obr. 102: *Hustý porost pajasanů žláznatých* (*Ailanthus altissima*). [BP]

Mladé pajasany jsou náchylné k vymrzání, ale jinak se jedná o nenáročný teplomilný a světlomilný druh tolerující široké spektrum půd od písčitých po jílovité, vysychavé i podmačené. Dobře snáší

i znečištěné městské prostředí, zasolení a sucho, proto bývá velmi oblíbenou dřevinou při okrasných výsadbách (Kowarik et al. 2021). Rozmnožuje se jak generativním, tak vegetativním způsobem. Kvete v červnu, květenstvím je lata. Jedná se o dvoudomou rostlinu, samčí květy jsou tvořeny pouze tyčinkami, samičí květy jsou oboupohlavné, ale tyčinky zakrnělé a neprodukují pyl.

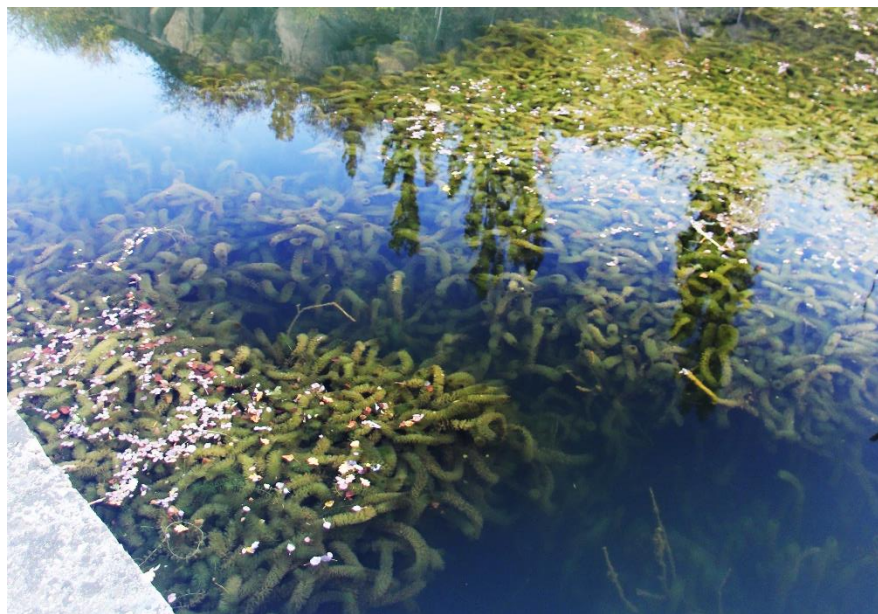


Obr. 103: Kdo to kouká ze záhonku? Rychle rostoucí pajasan se často objevuje jako nežádoucí příměs ve výsadbách a díky snadno létavým semínkům se dostává daleko od mateřských stromů. [JPe]

Pajasan začíná plodit v deseti letech. Semena jsou schopna šířit se na velké vzdálenosti vodou i větrem. Klíčí i v extrémnějším podmínkách (spáry mezi asfaltem, na zdech apod.) Kromě toho je tento druh schopen velmi intenzivního šíření kořenovými a kmenovými výmladky (až 3 m za sezónu). Výmladky se objevují až ve vzdálenosti 300 m od rodičovského jedince. Často se lze setkat s hustými keřovitými porosty na místě pařezu po pokáceném stromě. Vzhledem ke své schopnosti agresivního šíření představuje pajasan značné riziko pro chráněná území. Mechanická likvidace nebo vypalování jen podporuje zmlazení. Nejvhodnější metodou likvidace je proto navrtávání a aplikace herbicidu. Je však nutno se zaměřit zejména na prevenci a omezení dalších výsadeb. Po zásahu je třeba rychle provést zalesnění jinými dřevinami. Pajasan žláznatý se řadí mezi nejinvaznější dřeviny světa a je zařazen na Evropský seznam invazních nepůvodních druhů. Proto je nutné jeho porosty v krajině monitorovat a včas eradikovat. V roce 1784 byla evropská semena pajasanu dovezena do Severní Ameriky, dále byl rovněž vysazován v severní Africe, Střední a Jižní Americe, Austrálii, na Novém Zélandu a na tichomořských i atlantických ostrovech. Na území ČR byl patrně poprvé dovezen na konci 18. století, kdy byl nejspíš vysazen na jižní Moravě v lesních školkách lednického panství Lichtenštejnů. Plně ověřený je pak údaj z roku 1865 z Hluboké nad Vltavou.

Stolístek vodní (*Myriophyllum aquaticum*) – je původem jihoamerická vytrvalá vodní nebo bahenní bylina, která přezimuje pomocí oddenků. Lodyhy mohou být až dva metry dlouhé, na obnaženém substrátu plazivé a kořenující v uzlinách, velmi bohatě větvené, u báze 4 až 5 mm silné, často zejména v dolních částech výrazně červeně zbarvené. Úzké listy jsou uspořádány v přeslenech. Květenství je klasovité s listeny zcela podobnými listům. Květy jsou nenápadné, vždy jednopohlavné,

umístěné v paždí listenů. Plod se rozpadá podélně ve čtyři jednosemenné plůdky (merikarpia). Stolístek vodní byl zavlečen do teplejších oblastí téměř po celém světě (kupříkladu do Číny; Xiong et al. 2021). Roste v mělkých stojatých či pomalu tekoucích vodách s bahnitým substrátem. Rozmnožuje se převážně vegetativně z úlomků lodyh. Na lokalitách, kam byl zavlečen, se projevuje vysokou konkurenceschopností a rychlým nárůstem biomasy (obr. 104). Značně mění vlastnosti invadovaného ekosystému a způsobuje rychlé zazemňování vodních těles. Zároveň se jedná o oblíbenou akvarijní rostlinu, jejíž dovoz na území EU je v současné době ovšem zakázán, druh je zařazen na Evropský seznam invazních nepůvodních druhů. Na území ČR byl ovšem již zaznamenán první výskyt ve volné přírodě, a to v zatopeném lomu ve středních Čechách (obr. 105).



Obr. 104: *Stolístek vodní* (*Myriophyllum aquaticum*) *dominující na invadované lokalitě.* [JPe]



Obr. 105: *Stolístek vodní* (*Myriophyllum aquaticum*) byl na území ČR poprvé zaznamenán v zatopeném lomu ve středních Čechách. [JPe]

Tokozelka nadmutá (*Pontederia crassipes*) – neboli vodní hyacint je na hladině volně plovoucí (pleustofytní) vytrvalá bylina původem z povodí Amazonky v Jižní Americe (obr. 106). Má růžicovité uspořádání a listové řapíky jsou přetvořeny do jakýchsi nafouklých plováků vyplněných porézním pletivem. Listy jsou okrouhlé až ledvinité. Modrofialové květy uspořádané v hroznech působí velmi atraktivně, a z tohoto důvodu byla tokozelka dovezena do mnoha zemí světa jako okrasná rostlina (Padilla & Williams 2004). Roste ve stojatých a pomalu tekoucích vodách, je tedy ideálním kandidátem pro pěstování v zahradních a parkových rybníčkách. Je jednou z nejinvaznějších rostlin planety, byla přímo zařazena mezi 36 nejinvaznějších druhů rostlin světa (podle IUCN). Především v tropických zemích představuje šíření tokozelky velký problém, na jehož zvládání jsou vynakládány nemalé finanční prostředky. Má totiž velmi rozvinutou reprodukční schopnost a v krátké

době vytváří ohromné množství biomasy. Každá odnož může vytvořit novou rostlinu, celá populace se dokáže zdvojnásobit během pouhých dvou týdnů. Pokud se jí daří, brzy na lokalitě dominuje. Zamoření tokozelkou v některých oblastech komplikuje lodní dopravu a rybolov, zároveň výrazně omezuje přístup světla a kyslíku pod vodní hladinu, což způsobuje drastické změny v biodiverzitě celého invadovaného vodního ekosystému. Na území ČR byl zaznamenán sezónní výskyt například v Modřanských tůňkách v Praze. Zatím však střeoevropské klima není pro šíření této rostliny vhodné a tokozelka v zimě naštěstí vymrzá. S měnícím se klimatem však její úspěšné přezimování není vyloučené.



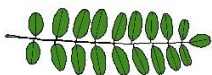
Obr. 106: Na břeh kalderového jezera sopečného původu Maninjau na Sumatře vytažená invazní tokozelka nadmutá neboli vodní hyacint (*Pontederia crassipes*) má na listu přilepený hrozen růžových vajíček taktéž invazního vodního plže ampulárky rodu *Pomacea*. [JP]

Trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*) – někdy též zvaný akát bílý či lidově luštník - je rychle rostoucí opadavý listnatý asi 25 m vysoký strom, někdy se u země větvící jako keř z čeledi bobovitých. Pochází z lesů Apalačských hor v Severní Americe. Listy na dlouhých řapících jsou složené, lichozpeřené. Každý řapík nese čtyři až deset párů bočních lístků a jeden lístek na konci. Palisty dřevnatí a vytvářejí ostré trny. Kůra je drsná a hluboce rýhovaná. Bílé květy jsou uspořádány v řídkých převislých hroznech. Semena dozrávají v luscích. Akát byl původně dovezen jako okrasná dřevina, následně našel využití v zalesňování erozí ohrožených stanovišť s nedostatkem živin a vláhy. Velmi dobře snáší i požár, a tak byl v době parních lokomotiv vysazován podél kolejí. V podmínkách ČR, zvláště v teplejších oblastech středních Čech a jižní Moravy, se mu daří tak dobře, že se stal jednou z dominant lesních ekosystémů. Může růst i solitérně (obr. 107). Zdomácněl natolik, že ho veřejnost již nevnímá jako cizorodý prvek (Vítková et al. 2017). Včelaři mají akát ve velké oblibě, protože poskytuje kvalitní pastvu včelám. Akátové dřevo je tvrdé, pružné, odolné vůči škůdcům i vodě a dekorativní, je proto vyhledávané nejen jako topivo, ale i ke stavebním účelům, v nábytkářském průmyslu a pro výrobu podložek pro myslivecké a rybářské trofeje. Na stanovišti se akáty efektivně prosazují vypouštěním látek inhibujících růst ostatních rostlin do okolní půdy (tzv. alelopatie). Po pokácení bujně zmlazují z pařezů a kořenů a tvoří akátové houštiny, které jsou tím hustší, čím více se kácí (příkladem jsou i porosty pod vedením vysokého napětí). Někteří ochránci přírody doporučují používat při likvidaci akátových porostů metodu cílené aplikace herbicidu pod kůru nebo do navrtaného kmene. Tato metoda je sice náročnější na provedení, ale je účinná. Stromy následně uschnou nastojato a nezmlazují. Efektivním způsobem, jak se potýkat

s dlouhodobou údržbou na místech, kde nelze použít herbicid je pastva koz. Ačkoli je akát kromě květu a nektaru jedovatý, kozám neuškodí.



Obr. 107: *Trnovník akát* (*Robinia pseudoacacia*) může růst i jako solitérní strom. [BP]



Zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*) – pochází ze Severní Ameriky. Je to vytrvalá, přibližně 1,5 m vysoká a nápadná bylina z čeledi hvězdnicovitých. Kvete latou drobných žlutých květů v období od července do září a vytváří velké množství snadno šířitelných a dobře klíčících nažek. Lodyha je odspodu olistěná kopinatými a směrem k vrcholu se zmenšujícími listy s pilovitým okrajem. Jednotlivé lodyhy jsou pod zemí propojené oddenky, pomocí nichž se rostliny poměrně rychle rozrůstají. Na obsazených lokalitách vytváří husté porosty (obr. 108) a způsobuje degradaci půdy (Bielecka et al. 2020). Od příbuzného druhu zlatobýlu obrovského (*Solidago gigantea*) se liší přítomností přibližně 2 mm dlouhých chlupů na lodyze, zejména v její dolní části. Oba celíky jsou pěstovány jako okrasné a medonosné rostliny. Šíří se jak semeny, tak regenerací z oddenků. Osidluje zejména ruderní stanoviště, ale i nekosené louky a úhory, okraje mokřadů, lesní paseky a okolí cest. Velmi snadno se šíří i na světlé okraje lesních porostů, zejména spolu s lesnickou mechanizací a s vytěženým dřevem. Zlatobýl je konkurenčně velmi silný a vytlačuje i kompetičně silné druhy trav. Na území ČR patří mezi nejvýraznější invazní druhy, které je zároveň velmi obtížné vyhubit. Negativně reaguje na pravidelné kosení, a účinnou metodou vedoucí k trvalému odstranění je tudíž pravidelná a dlouhodobá péče o pozemky. V současné době invaze zlatobýlu ohrožuje okraje mokřadních lokalit, mezofilní louky a okraje rákosin.



Obr. 108: Zlatobýly rodu *Solidago* tvoří husté porosty. [JP]

3. PRAKTICKÁ ČÁST

3.1 Propojení metodiky s rámcovým vzdělávacím programem

Environmentální výchova má vést žáky k pochopení komplexnosti a složitosti vztahů člověka a životního prostředí a k aktivní ochraně přírody. Významně tedy ovlivňuje v zájmu udržitelnosti rozvoje lidské civilizace životní styl a hodnotovou orientaci žáků. Environmentální výchova je zakotvena v současné podobě rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání (RVP ZV, revidováno 2023¹⁶) jako průřezové téma. Proto je nutné hledat provázání se vzdělávacími oblastmi. V případě tématu biologických invazí je pro druhý stupeň základní školy opora ve vzdělávací oblasti **Člověk a příroda**.

Ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda je pro žáky druhého stupně základních škol a nižšího stupně víceletých gymnázií klíčové poznávání přírody jako systému, pochopení důležitosti udržování přírodní rovnováhy a uvědomění si možných ohrožení, která vyplývají z přírodních procesů, lidské činnosti a v neposlední řadě ze zásahů člověka do přírody (tzv. antropogenní impakt). Žáci by na druhém stupni měli postupně poznávat, jaký vliv má lidská činnost na stav přírody a životního prostředí, měli by pochopit závislost člověka na přírodních zdrojích, učit se poznávat příčiny a následky ovlivňování a narušení místních i globálních ekosystémů. To vše s ohledem na principy udržitelného rozvoje.

Ačkoliv je možné, že po budoucí revizi RVP se očekávané výstupy změní, v současné době spatřujeme hlavní provázanost se vzdělávacím oborem **Přírodopis** (především se zaměřením na **obecnou biologii**,

¹⁶ edu.cz

biologii rostlin, biologii živočichů, základy ekologie a praktické poznávání přírody). Práci s předloženou metodikou tak lze naplnit níže popsané očekávané výstupy.

Obecná biologie

Očekávané výstupy:

- Žák rozliší základní projevy a podmínky života, orientuje se v daném přehledu vývoje organismů.

Minimální doporučená úroveň pro úpravy očekávaných výstupů v rámci podpůrných opatření:

- Žák se orientuje v přehledu vývoje organismů a rozliší základní projevy a podmínky života.
- Žák má základní vědomosti o přírodě a přírodních dějích.
- Žák pozná význam rostlin a živočichů v přírodě i pro člověka.

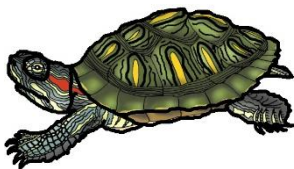
Biologie rostlin

Očekávané výstupy:

- Žák rozlišuje základní systematické skupiny rostlin a identifikuje jejich význačné zástupce pomocí určovacích klíčů a atlasů.

Minimální doporučená úroveň pro úpravy očekávaných výstupů v rámci podpůrných opatření:

- Žák uvede význam hospodářsky důležitých rostlin a způsob jejich pěstování.
- Žák rozliší základní systematické skupiny rostlin a zná jejich zástupce.



Biologie živočichů

Očekávané výstupy:

- Žák rozlišuje a porovná jednotlivé skupiny živočichů, určuje vybrané živočichy, zařazuje je do hlavních taxonomických skupin.
- Žák odvodí na základě pozorování základní projevy chování živočichů v přírodě, na příkladech objasní jejich způsob života a přizpůsobení se danému prostředí.
- Žák zhodnotí význam živočichů v přírodě i pro člověka; uplatňuje zásady bezpečného chování ve styku s živočichy.

Minimální doporučená úroveň pro úpravy očekávaných výstupů v rámci podpůrných opatření:

- Žák rozliší jednotlivé skupiny živočichů a zná jejich hlavní zástupce.
- Na základě vlastního pozorování žák odvodí základní projevy chování živočichů v přírodě, objasní jejich způsob života a přizpůsobení se danému prostředí.
- Žák chápe význam živočichů v přírodě i pro člověka a uplatňuje zásady bezpečného chování ve styku s živočichy.

Základy ekologie

Očekávané výstupy:

- Žák uvede příklady výskytu organismů v určitém prostředí a vztahy mezi nimi.
- Žák na příkladu objasní základní princip existence živých a neživých složek ekosystému.
- Žák vysvětlí podstatu jednoduchých potravních řetězců v různých ekosystémech a zhodnotí jejich význam.
- Žák uvede příklady kladných i záporných vlivů člověka na životní prostředí.

Minimální doporučená úroveň pro úpravy očekávaných výstupů v rámci podpůrných opatření:

- Žák uvede příklady výskytu organismů v určitém prostředí a vztahy mezi nimi.
- Žák objasní základní princip některého ekosystému.
- Žák vysvětlí podstatu jednoduchých potravních řetězců v různých ekosystémech.
- Žák popíše změny v přírodě vyvolané člověkem a objasní jejich důsledky.
- Žák pozná kladný a záporný vliv člověka na životní prostředí.

Praktické poznávání přírody

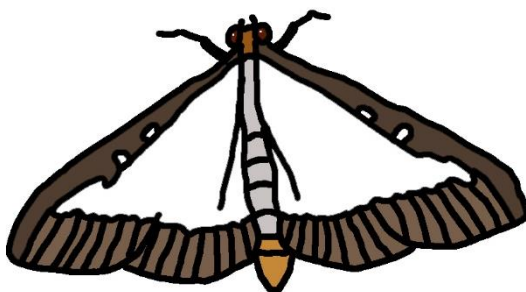
Očekávané výstupy:

- Žák aplikuje praktické metody poznávání přírody.

Minimální doporučená úroveň pro úpravy očekávaných výstupů v rámci podpůrných opatření:

- Žák využívá metody poznávání přírody osvojované v přírodopisu.

Zároveň existuje přesah i do dalších oborů jako je **Zeměpis** (např. žák porovnává přírodní zvláštnosti a podobnosti, potenciál a bariéry jednotlivých světadílů, oceánů a vybraných makroregionů světa).



3.2 Hry a aktivity

Názorná ukázka principů a negativních dopadů šíření invazních druhů má žákům posloužit pro snadné pochopení problematiky biologických invazí. Vše musí být ovšem doplněno o kvalitní komentář ze strany vyučujícího, který by měl upozornit na důležité zvraty ve hře a měl by žáky pobídnout k tomu, aby sami přišli s vysvětlením, proč tyto klíčové události nastaly.

V následující tabulce je uvedeno, jaká aktivita je vhodná do třídy, na jednodenní výlet a na školu v přírodě (tabulka 3). Neznamená to ovšem, že by si pedagog nemohl aktivity přizpůsobit dle vlastní potřeby a uvážení.

Tabulka 3 *Aktivity uvedené v metodice a jejich použitelnost ve třídě, na procházce či na škole v přírodě.*

aktivita	do třídy	ven	na školu v přírodě
Za rozmanitostí slunéček východních	ne	ano	ano
Monitoring sršně asijské	ne	ano	ne
Kdo je kdo?	ano	ne	ano
Staň se žurnalistou	ano	ne	ano
Vesmírní vetřelci	ano	ne	ano
Líbí – nelíbí	ano	ne	ano
Žbluňk!	ano	ne	ano
Pracovní listy	ano	ne	ano
Úkoly	ano	ne	ne
Komiks	ano	ne	ano



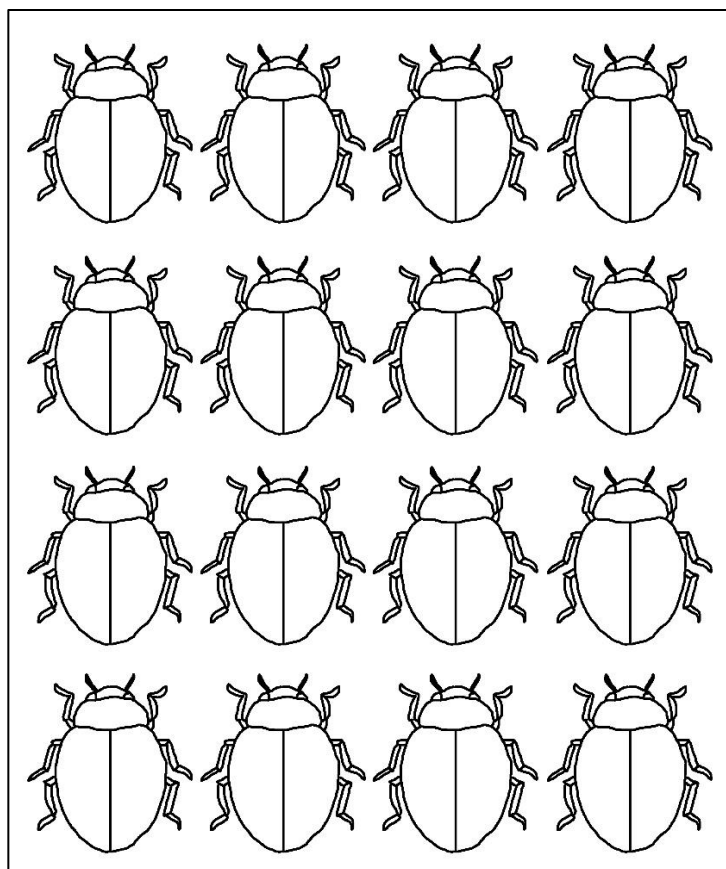
3.2.1 Za rozmanitostí slunéček východních

V rámci této aktivity mají žáci rozdělení do skupin za úkol vyhledat v přírodě (např. na školní zahradě, v parku, na louce apod.) invazní slunéčka východní (*Harmonia axyridis*) a na záznamový arch zakreslit jejich barevné vzorce (viz. kapitola 2.8).

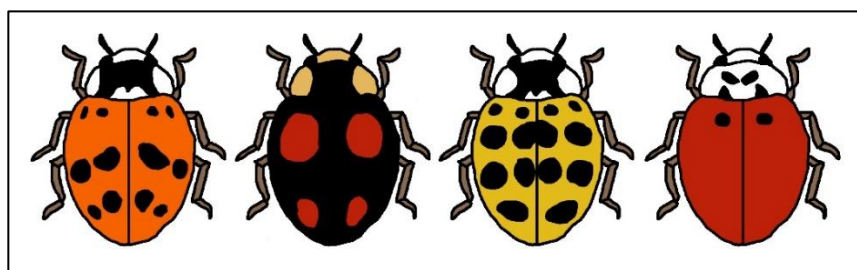
Cíl: Přimět žáky přemýšlet nad důležitostí správné identifikace druhu.

Pro pozorování lze využít lupokelímky. Tito brouci dosahují velké vnitrodruhové rozmanitosti, co se barev i tečkování týče. Existují slunéčka žlutá, oranžová, červená i černá, některá mají mnoho teček, jiná jen málo či dokonce žádné. Slunéčka východní se nejčastěji vyskytují na stromech, méně často pak na mšicemi obsazených bylinách a plodinách. Po zakreslení slunéček je třeba se s žáky zamyslet nad tím, jak jsou některé druhy v jistých znacích variabilní, což značně ztěžuje jejich správnou druhovou identifikaci. Správná identifikace je přitom zcela zásadní při určování původnosti či nepůvodnosti nalezených jedinců. Proto je v případě nejistoty žádoucí nález řádně zdokumentovat (vyfotit a zaznamenat počet jedinců a pozici na mapě či GPS souřadnice) a oslovit s žádostí o radu odborníky (AOPK ČR, univerzity, výzkumné ústavy, muzea apod.).





Záznamový arch na zakreslování zbarvení nalezených sluněček východních.



Příklady možného zbarvení sluněček východních, která v tomto znaku vykazují velkou vnitrodruhovou variabilitu.

3.2.2 Monitoring sršně asijské

Vyrobte si ve třídě monitorovací past na sršeň asijskou (*Vespa velutina*) a sledujte, jak v praxi funguje.



Cíl: Přispět k monitoringu invazní sršně.

Nutnou podmínkou je 3D tiskárna, pokud není přímo ve škole, snad se najde ve třídě někdo, kdo ji má doma. Prvním krokem je vytvoření šablony pro tisk (na části – boky, dno, stříška, příp. nádobka na návnadu s víčkem; obr. 109). Zde dodržte tyto parametry:

- velikost pasti zhruba 10 až 15 cm;
- na boku pasti umístěný jeden nebo dva vletové otvory, které se postupně zužují (kuželovitý tvar) a v nejužším místě mají průměr 8 mm. Tímto otvorem sršeň projde, ale zevnitř, odkud není postupné zužování, již prolézt ven nedokáže;
- děrované stěny (průměry otvorů 5 mm), které umožňují menším druhům hmyzu z pasti vylétnout;
- nádobka na návnadu na dně pasti může být součástí šablony k tisku nebo jen samostatnou miskou vloženou do pasti;
- velmi důležitý je kryt nádobky na návnadu zabraňující tomu, aby se v návnadě utopily necílové druhy hmyzu. V rámci šablony lze přímo vytvořit děrované víčko s otvory o průměru cca 1 mm nebo jen nádobku přikrýt obvazem a stáhnout okolo gumičkou.

Po vytištění past sestavte (slepte). Jako návnadu používejte sladký sirup smíchaný s pivem v poměru 1:1. Pivo je důležitou přísadou, protože významně snižuje atraktivitu sirupu pro včely. Past umístěte poblíž vody, včelstev nebo kvetoucích dřevin. Past je třeba často, tj. ideálně denně, kontrolovat. Odchyt lze provozovat od dubna do září (na

prázdniny past stáhněte, protože v tuto dobu ji patrně kontrolovat nebudete).

Zaznamenávejte, jaké druhy hmyzu v pasti uvízly a v jakém počtu. Pokud se nejedná o sršně asijské, vypouštějte hmyz na svobodu. Kvůli ochraně původních druhů hmyzu používejte jen jednu past na třídu, aby nedocházelo k záchytu vyššího počtu jedinců a abyste stačili past dostatečně často kontrolovat. Při podezření na nález sršně asijské se ozvěte AOPK ČR na **invaznidruhy@nature.cz** nebo využijte aplikaci s variací pro iOS a Android Nahlaš sršeň.



Obr. 109: Závěsná past na sršně asijské (*Vespa velutina*). [TG]

3.2.3 Kdo je kdo?

Tuto aktivitu doporučujeme zařadit až do ověřovací fáze výuky o biologických invazích. Je určena pro vyšší ročníky a ověřuje schopnost žáků určit původní, nepůvodní (a invazní) druhy živočichů a rostlin. Žáci se též seznámí s netradičními a lidovými názvy jednotlivých druhů. Pedagog použije karty uvedené níže, ty si vytiskne, rozstříhá a zamíchá. Žáci dostanou záznamové archy. Pak pedagog ukáže první obrázek a přečte lidový název. Žáci mají za úkol zapsat do prvního řádku na záznamový arch tento lidový a také správný český název. Český název musí vepsat do příslušného sloupce podle toho, zda se jedná o druh v ČR původní, nepůvodní (ale neškodící), nebo invazní (a tedy škodící). Pak se vše opakuje s dalšími obrázky. Pro každý druh je tedy určen právě jeden řádek (to je třeba žákům zdůraznit). Po zapsání všech druhů následuje reflexe s uvedením správných odpovědí a krátkou diskuzí.

původní	nepůvodní	invazní
kachna divoká (březňačka)	bažant obecný (drnošlap)	nutrie říční (řekomyš)
slunéčko sedmitečné (bedruňka, берушка)	vlčí mák (ohníček, červánčí, pleskánek)	potkan obecný (němkyně)
šťável kyselý (zaječí zelí, zaječí salát)	vrabec domácí (čamrák)	slunečnice topinambur (židovské brambory)
zajíc polní (matěj)		trnovník akát (luštník, agastr)

Tabulka druhů roztríděných do kategorií (původní, nepůvodní a invazní druhy) pro aktivitu Kdo je kdo? V závorce jsou uvedeny lidové názvy vybraných živočichů.



březňačka



bedruňka,
beruška



zaječí zelí,
zaječí salát



matěj



drnošlap



ohníček,
červánčí,
pleskánek



čamrák



řekomys



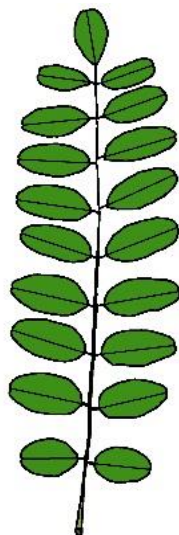
němkyně



židovské
brambory



luštník,
agastr



3.2.4 Staň se žurnalistou

Krátká aktivita do třídy, ve které se žáci rozdělí do skupin (redakcí) a budou se snažit vytvořit titulky zprávy upozorňující na legislativou zakázaný chov invazních živočichů. Aktivita je určena pro starší žáky.

Cíl: Pochopit princip poplašné a klamavé zprávy (hoaxy) ve srovnání se seriózní žurnalistikou.

Každá redakce obdrží jeden invazní druh, na který se zaměří. Pedagog žáky seznámí s tím, jak negativně může poplašná zpráva ovlivnit chování lidí, kteří mají dotyčný druh v chovu – mnoho z nich vystraší hrozba pokuty (i když se často nezakládá na pravdě) a budou se snažit dotyčného živočicha zbavit. Někteří chovatelé jej pak i přes legislativní zákaz vypustí do přírody (a nejlépe tam, kde se mu bude dařit, protože k němu mají citovou vazbu). Takto tedy mohou bulvární média přímo podpořit biologické invaze, i když to jistě není jejich primárním záměrem. Stačí ovšem nesprávně informovat o novém zákazu týkajícím se chovu nějakého rizikového druhu. Oproti tomu seriózní žurnalista preferuje o souvislostech, možných rizicích a negativních dopadech spojených s únikem invazního druhu do přírody a nesnaží se chovatele vyděsit. Naopak, tyto chovatelé se s rozumnými argumenty a fakty často ztotožní a úniku invazního živočicha do přírody budou aktivně bránit.

Jednotlivé redakce budou mít za úkol najít si na internetu informace o přiděleném druhu a napsat dva titulky: bulvární a seriózní. Následně odprezentují obě zprávy zbytku třídy a hlasováním se pak rozhodne, jestli by lidé opravdu mohli na bulvární titulek reagovat vypuštěním živočichů do přírody, případně, zda nepůsobí poplašně i seriózní titulek. Titulky je možné také nechat generovat umělou inteligencí a posuzovat, zda jsou seriózní či nikoli.

Příklady pro EU zakázaných invazních druhů: želva nádherná, mýval severní, rak mramorovaný, nutrie říční, slunečnice pestrá, střevlička východní, burunduk páskovaný, nosál červený

Příklady reálných poplašných titulků:

- Invazní druhy a seznam smrti
- Máte doma želvu? Začněte se loučit
- Víte, že Vám hrozí pokuta až 30 000 Kč?

Příklady seriózních titulků:

- Začíná platit ochrana EU před invazními druhy
- Nepůvodní druhy živočichů ve světle unijní a české právní úpravy
- Máte doma mývala, želvu nádhernou nebo raka mramorovaného? Invazní druhy zvířat musíte nahlásit

Aktivita využívá principu integrované výuky a vhodně propojuje mezipředmětové vztahy biologie, českého jazyka a výchovy k občanství. Rozvíjí kritické myšlení a porozumění textu.

3.2.5 Vesmírní vetřelci

Hra do třídy, ve které si žáci navrhnou vlastní invazní druh a diskutují o jeho vlastnostech. Aktivita zabere dvě vyučovací hodiny a je určena pro všechny ročníky (obr. 110).

Cíl: Přimět žáky přemýšlet nad přednostmi a důležitostmi adaptací, které zvýhodní daný druh z hlediska biologických invazí.

Pomůcky: záznamový arch, tužka, pastelky, fixy, papíry na kreslení a poznámky

Obr. 110: *Vesmírní vetřelci jsou kreativní aktivitou, při které se integruje přírodopis, výtvarná výchova a v menší míře i další předměty. [LS]*



Postup:

Žáci se rozdělí do dvou až čtyřčlenných týmů a sednou si k sobě. Každá skupina obdrží kreslicí pomůcky, jeden záznamový arch (viz níže) a list papíru na nákres. Učitel oznámí, že každý tým představuje jednu mimozemskou laboratoř. Laboratoře mimozemšťanů mezi sebou soutěží o to, kdo vytvoří nejdokonalejšího invazního živočicha, který se dostane na Zemi a bude se ji pokoušet obsadit. Žáci uplatní své znalosti biologie, ekologie, přírodních zákonů a zapojí svou fantazii. Tvora každá skupina nakreslí a zároveň popíše. Při tvorbě popisu se bude každá skupina řídit odpověďmi na návodné otázky předtištěné na záznamovém archu (pokud to bude třeba, mohou být odpovědi rozepsány i na další papíry). Čím podrobněji budou týmy postupovat, tím lépe – učitel by je k tomu měl pobízet a motivovat. Nic nebrání ani vymýšlení si nových orgánů a schopností daného živočicha (například vetřelec, který žije ve vodě i na souši, může dýchat unikátním orgánem zvaným „žábroplice“ či může mít šest končetin, oči i vzadu na hlavě apod.) ovšem s omezením fyzikálních zákonů na Zemi. Také lze kombinovat různé části těl skutečných živočichů (např. křídla orla, nohy gekona, tlamu vlka a ocas štíra), je ovšem zakázáno přidávat části rostlin, umělé součástky apod.

Hotového živočicha jednotlivé týmy představí ostatním a popíší jeho chování a negativní dopad, který by mohl mít na původní pozemské druhy vzhledem ke svým vlastnostem. Každý tým obdrží od vyučujícího

podle originality a uměleckého provedení obrázku 1-10 bodů a učitel ohodnotí i kvalitu představení organismu, opět 1-10 body. Pak učitel položí testovací otázky zaměřené hlavně na ekologii (vztahy mezi vetřelcem, prostředím a původními druhy), na které bude muset každý tým odpovědět (během této doby se již nesmí nic dopisovat ani dokreslovat, vetřelec je už hotov). Podle hloubky a logiky odpovědí může učitel přidělit 1-5 bodů za každou ze sedmi testovacích otázek. Na konci aktivity pak bude dle výše uvedených kritérií (umělecké zpracování vetřelce + jeho představení ostatním + odpovědi na otázky) vybrán nejdokonalejší výtvar. Nejlepšího vetřelce vybere buď učitel či bude demokraticky zvolen kolektivním hlasováním s přihlédnutím k celkovému počtu získaných bodů. Na doplnění je možné vybídnout žáky k diskuzi nad tím, co by se stalo, kdyby se vytvoření vetřelci pustili do křížku mezi sebou, a co by je v tomto soupeření zvýhodňovalo či naopak omezovalo.

Učitel by měl celou hru a diskuzi řídit směrem k analogiím z přírody, kdy by měli žáci přemýšlet o tom, proč se některé druhy chovají invazně, co jim přináší výhody, co je naopak limituje, případně proč se invazně projevují jen za určitých okolností nebo jen v konkrétním typu prostředí. Je vhodné umístit pak všechny vesmírné vetřelce na nástěnku, aby si žáci při dalším pohledu na obrázky připomínali a upevňovali probrané zákonitosti a principy.



Záznamový arch

Návodná otázka	Charakteristika
Jak se tento druh vetřelce nazývá?	
V jakém prostředí vetřelec žije? Může přežít v moři, v řece, v jeskyni, v lese, na poušti, v bažině apod.?	
Je to obratlovec nebo bezobratlý? Je schopen udržet stálou tělesnou teplotu?	
Má denní, noční, nebo soumráčnou aktivitu? Má zimní či letní spánek?	
Jak je velký a kolik váží?	
Jak rychle roste a kolika let se dožívá?	
Jak vypadá jeho vývojový cyklus? Má více stadií, žijí všechna stadia ve stejném typu prostředí apod.?	
Žije samostatně, v páru, nebo ve skupině? Chová se agresivně? Brání si svoje území?	
Jak se rozmnožuje, jak rychle dospívá, kolik má mláďat, klade vejce nebo rodí živá mláďata? Kolik může mít mláďat za život?	
Má rodičovskou péči? Hlídá, brání či krmí mláďata jeden z rodičů, oba dva, nebo žádný? Nebo se na péči podílí dokonce víc jedinců ze skupiny?	
Co žere? Je to býložravec, masožravec, všežravec, mrchožrout nebo parazit?	

Jak se ve svém prostředí pohybuje? Má nějak speciálně utvářené končetiny (např. ploutve, křídla, klepeta, chapadla...) a kolik jich má?	
Využívá či buduje si nějaký úkryt (např. doupě, hnízdo, systém propojených nor a chodeb...)?	
Čím má pokryté tělo a jak je zbarvený? Je maskovaný nebo naopak výstražně zbarvený?	
Je jedovatý? Přenáší nějaké nemoci a parazity?	
Vydává nějaké zvuky? Čím?	
Má nějakou superschopnost, jako skákání do velké výšky, noční vidění, rozmnožování se ve stadiu larvy, vystříknutí jedu na dálku, vystřelovací ostny, vystřelovací jazyk, silný stisk čelistí, zadržení dechu na dlouhou dobu, zápašné žlázy, barvoměnu apod.?	
Co z pozemských zvířat by ho mohlo ulovit?	
Mohl a chtěl by ho ulovit člověk?	
Mohl by ho člověk nějak využívat?	
Mohl by člověka přímo ohrozit?	

Poté, co jsou vytvořeny popisy a nákresy, a po představení výtvorů jednotlivými týmy, položí učitel následující **testovací otázky**. Je žádoucí, aby se v odpovědích postupně vystřídali všichni členové skupiny.

- 1) Je vetřelec agresivní? Pokud ne, jaké vlastnosti mu umožňují prosadit se, konkurovat původním druhům a vytlačovat je?

Příklady: Může se jednat o alelopatický organizmus (viz výkladový slovník na konci metodiky), který vylučuje do okolí jedovaté látky hubící původní druhy. Může se množit tak rychle, že prostě přemůže původní druhy počtem. Může být tak roztomilý, že ho lidé budou záměrně šířit na další místa. Může být jedovatý, takže ho nic nebude požírat. Může přenášet choroby, které budou hubit původní druhy...

- 2) Jaké biotické a abiotické faktory omezují růst, rozmnožování a přežití vetřelců?

Příklady: Nízké teploty (teplotním rozdílům a výkyvům se lépe brání teplokrevní živočichové a ti, kteří využívají nějaké úkryty či mají zimní nebo letní spánek), vysoká salinita, malé či naopak velké množství srážek, absence vhodného hnízdiště, či přítomnost predátorů.

- 3) Mohl by se vetřelec křížit s nějakým místním druhem a měli by z toho jejich potomci nějakou výhodu?

Příklad: Pokud by ke křížení došlo, mohl by potomek lépe vyhledávat hnízda kořisti, protože tuto dovednost by převzal od původního druhu.

- 4) Jakou roli by vetřelec zastával v potravní síti?

Příklady: Vrcholový predátor, konzument prvního řádu, mrchožrout apod.

5) Jak rychle se vetřelec šíří v prostředí?

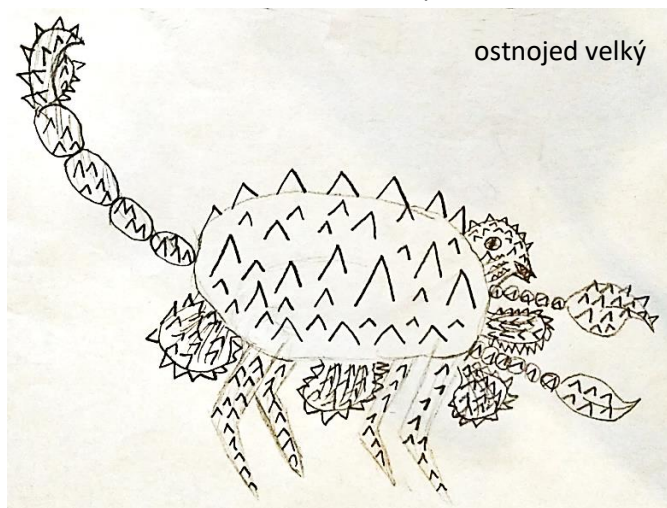
Příklady: Aktivně či pasivně plave, vznáší se či létá, má larvy unášené mořskými proudy, za rok urazí až 20 km proti proudu řeky, za dva týdny dokáže přeletět oceán apod.

6) Jak na vetřelce budou reagovat původní druhy? Dokážou se na něj adaptovat?

Příklady: Pokud se objeví vodní predátor, který bude lovit u dna a v noci, začnou ryby spát a odpočívat poblíž hladiny. Pokud vetřelec bude žrát převážně určitý potravní zdroj, kterým se živí původní druh, dokáže se tento druh zaměřit na nějaký nový typ potravy.

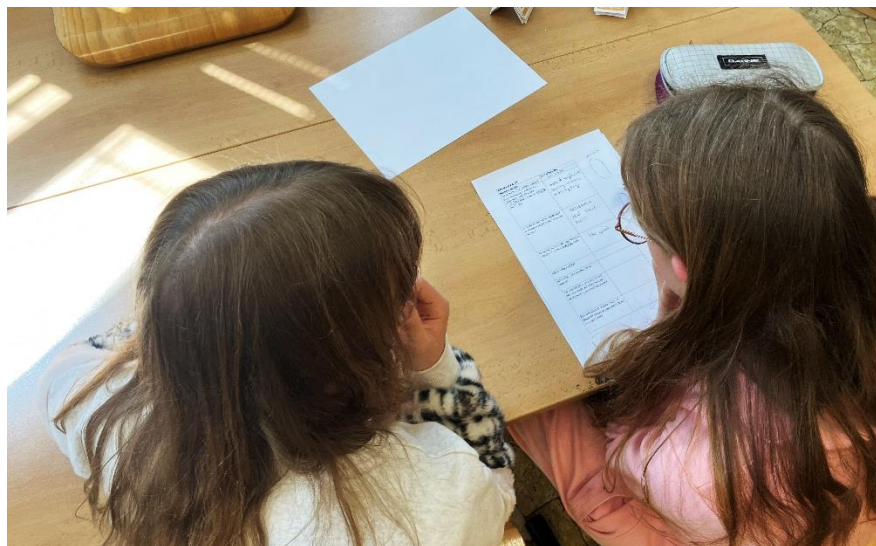
Poznámka: Do vymýšlení odpovědi na tuto otázku se mohou aktivně zapojit i žáci z ostatních týmů, protože je možné, že by autoři vetřelce nechtěli adaptace původních druhů vymýšlet, aby ho neznevýhodnili a nepřišli o body.

Příklad vetřelce vytvořeného žáky (jeho popis následuje na dalších dvou stranách):



Návodná otázka	Charakteristika (doplněno podle skutečných odpovědí)
Jak se tento druh vetřelce nazývá?	ostnojed velký
V jakém prostředí vetřelec žije? Může přežít v moři, v řece, v jeskyni, v lese, na poušti, v bažině apod.?	všude, kde je jiná zvěř
Je to obratlovec nebo bezobratlý? Je schopen udržet stálou tělesnou teplotu?	obratlovec, umí se přizpůsobit podmínkám
Má denní, noční, nebo soumravnou aktivitu? Má zimní či letní spánek?	noční aktivita, nemá zimní ani letní spánky
Jak je velký a kolik váží?	středně velký, 30 cm výška, 40 cm délka, 30-40 kg váha
Jak rychle roste a kolika let se dožívá?	100 let, roste rychle
Jak vypadá jeho vývojový cyklus? Má více stadií, žijí všechna stadia ve stejném typu prostředí apod.?	podvodní vajíčko s ostny, pulec s velmi jedovatým ostnem, dospělec
Žije samostatně, v páru, nebo ve skupině? Chová se agresivně? Brání si svoje území?	samostatný – je agresivní a má své místo, které brání
Jak se rozmnožuje, jak rychle dospívá, kolik má mláďat, klade vejce nebo rodí živá mláďata? Kolik může mít mláďat za život?	rozmnožuje se sám, za dva měsíce dospěje, má 3-5 mláďat
Má rodičovskou péči? Hlídá, brání či krmí mláďata jeden z rodičů, oba dva, nebo žádný? Nebo se na péči podílí dokonce víc jedinců ze skupiny?	nestará se o svá mláďata, jen naklade vejce a hledí si svého
Co žere? Je to býložravec, masožravec, všežravec, mrchožrout nebo parazit?	jí všechno – hlavně živočichy (menší i větší)

Jak se ve svém prostředí pohybuje? Má nějak speciálně utvářené končetiny (např. ploutve, křídla, klepeta, chapadla...) a kolik jich má?	do vody má ploutve, na sucho má 4 nohy a 2 velká jedovatá klepeta
Využívá či buduje si nějaký úkryt (např. doupě, hnízdo, systém propojených nor a chodeb...)?	ne
Čím má pokryté tělo a jak je zbarvený? Je maskovaný nebo naopak výstražně zbarvený?	tělo má pokryté ostny a má zeleno/hnědo/modro zbarvenou kůži
Je jedovatý? Přenáší nějaké nemoci a parazity?	ano, nemoci nepřenáší
Vydává nějaké zvuky? Čím?	dorozumívá se funěním
Má nějakou superschopnost, jako skákání do velké výšky, noční vidění, rozmnožování se ve stadiu larvy, vystříknutí jedu na dálku, vystřelovací ostny, vystřelovací jazyk, silný stisk čelistí, zadržení dechu na dlouhou dobu, zápašné žlázy, barvoměnu apod.?	má noční vidění, vystřelovací ostny, umí měnit barvu
Co z pozemských zvířat by ho mohlo ulovit?	nic!!!
Mohl a chtěl by ho ulovit člověk?	ne, stranil by se ho
Mohl by ho člověk nějak využívat?	mohl by brát jed z mrtvol jako lék
Mohl by člověka přímo ohrozit?	jo!

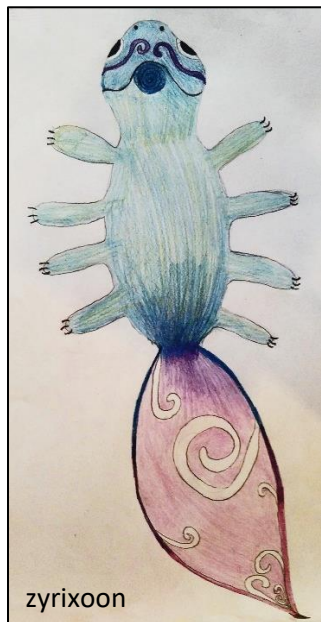


Obr 111: *Usilovné přemýšlení nad ideálními vlastnostmi tvořeného vetřelce.*
[BP]

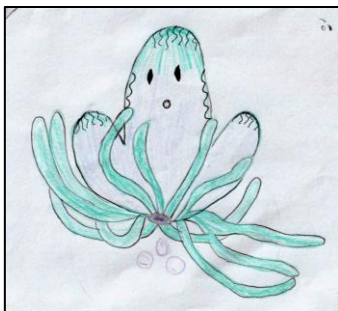


Obr. 112: *Primáni Gymnázia prof. Jana Patočky v Praze s vytvořenými vesmírnými vetřelci. Aktivita se setkala s kladnými ohlasy ze strany žáků.* [LS]

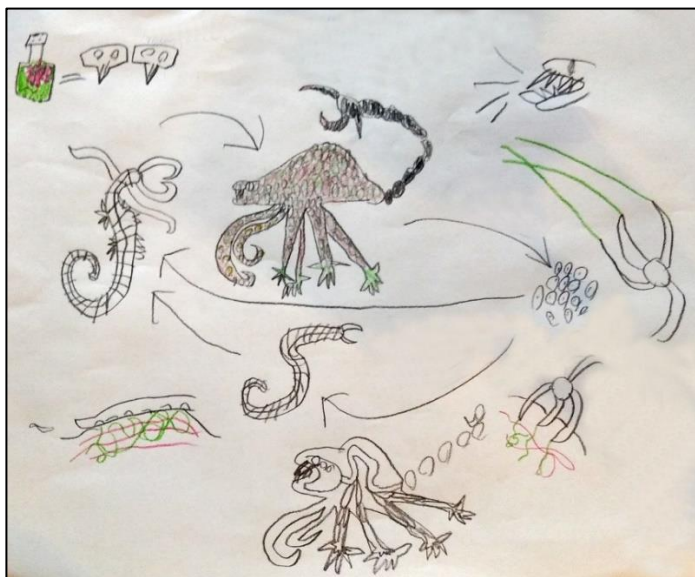
Ukázky dalších vesmírných vetřelců:



soronka kapsovitá,
vlevo samec,
vpravo samice

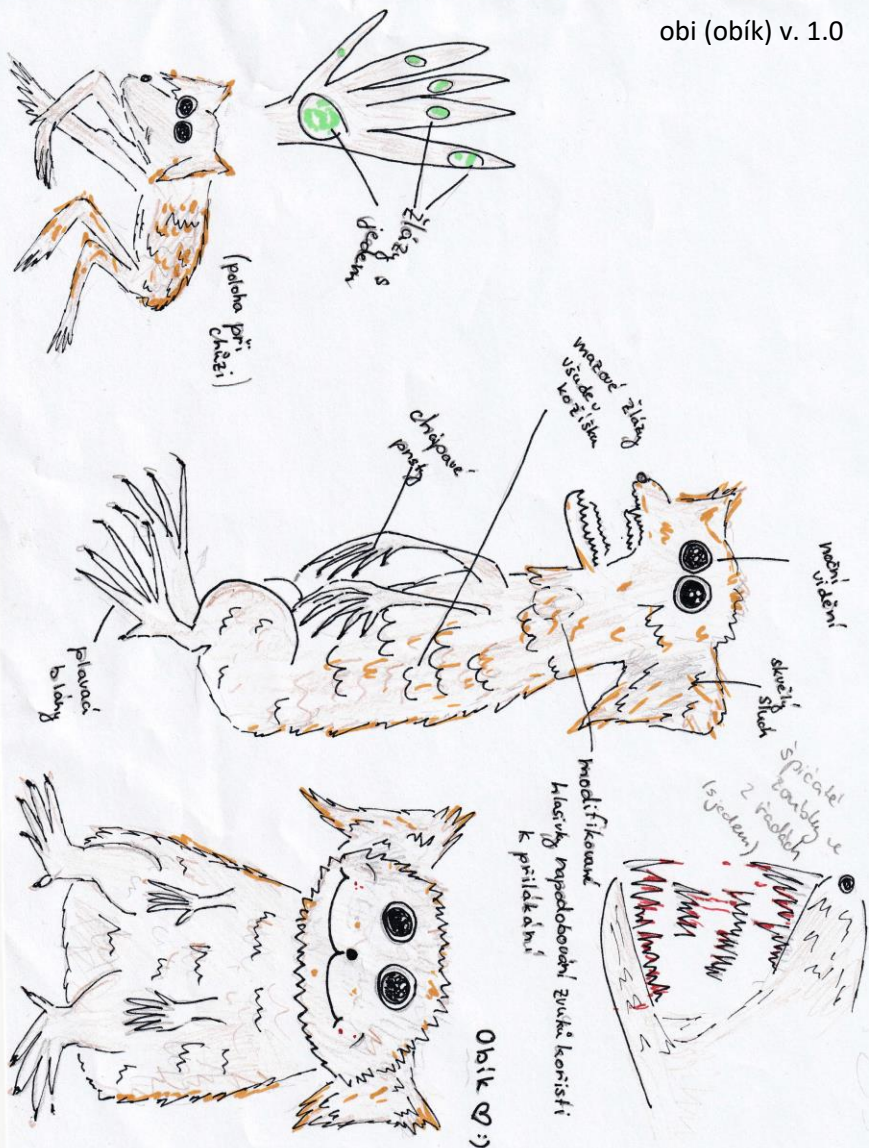


choboprd
tyrkysový



chapadlovec šupinatý a jeho vývojový cyklus

obi (obík) v. 1.0



Obrázek:

OBRNĚNKA SAVOZUBATÁ

(*Armadillo sagittatus*)

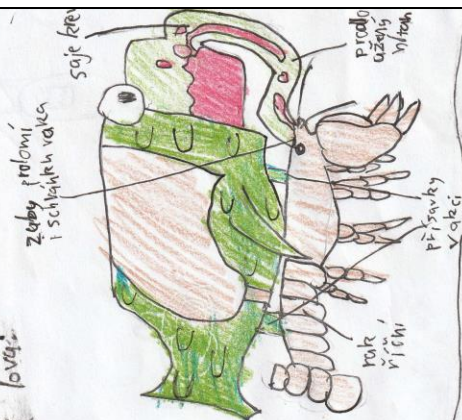
Kyja Noček, David Lhon, Patrik Burek



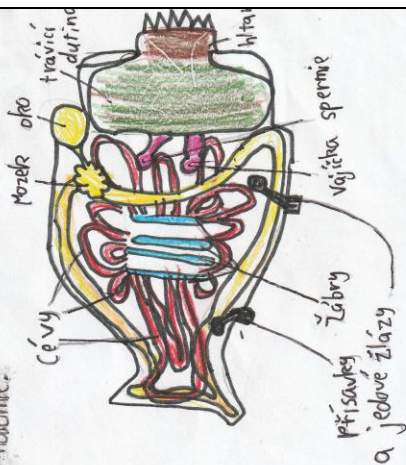
Zepředu:



Při lovu:



Anatomie:



obrněnka savozubatá

3.2.6 Líbí – nelíbí

Tato aktivita je určena pro žáky libovolného ročníku.

Cíl: Přibližuje žákům subjektivitu hodnocení vzhledu živočichů

Subjektivita hodnocení vzhledu může významně ovlivnit šíření nepůvodních druhů nebo postoj veřejnosti k opatřením na jejich eradikaci. Pokud je daný živočich lidmi vnímán pozitivně, mají k němu kladný postoj a dochází k větší toleranci vůči jeho výskytu. Přítomnost takového druhu je dokonce vítána a podporována (např. krmením – viz v kapitole 2.8 popsany příklad nutrie). Tento přístup je lidmi zachovávan i v situacích, kdy tento invazní živočich prokazatelně způsobuje ekonomické či environmentální škody, například konkurenci původním druhům, predací nebo šířením nemocí. Navzdory snadné dostupnosti informací o negativních dopadech může být přítomnost invazního druhu nadále tolerována a argumenty o jeho škodlivém vlivu mohou být ignorovány nebo zlehčovány. V některých případech může docházet i k úmyslnému šíření těch nepůvodních druhů, ke kterým mají lidé pozitivní vztah.

Žáci si nakreslí do sešitu následující tabulku:

	A	B	C	D	E	F	G	H	BODY
A									
B									
C									
D									
E									
F									
G									
H									

Pedagog nahradí písmena v tabulce konkrétními živočišnými druhy (příklad viz níže). Zastoupení původních a nepůvodních druhů by mělo být přibližně stejné. Pedagog následně ukazuje vždy po dvou obrázky živočišných druhů a každý žák je individuálně hodnotí do připravené tabulky. Nevhodné jsou obrázky s přímým emocionálním podtextem (např. roztomilý mýval či naopak liška požírající kořist). Hodnocení funguje tak, že druh, který se žákovi z dané dvojice líbí více, získá jeden bod. Žák tedy zapíše hodnotu 1 v řádku příslušejícím druhu, který se mu líbí, a 0 v řádku pro druhý druh (ten, který se mu líbí méně).

Navržené pořadí, jak dvojice zvířat žákům promítat:

A – F; B – C; D – G; A – B; C – H; E – F; B – D; F – G; A – C; B – E; A – D; B – G; C – D; D – F; A – E; C – E; B – F; A – G; C – F; A – H; C – G; D – E; D – H; E – G; B – H; E – H; F – H; G – H

Například při posouzení dvojice zvířat E – G se žákovi více líbí zvíře G, pak zapíše jeden bod zvířeti G a nula bodů zvířeti E v odpovídajících řádcích a sloupcích.

	A	B	C	D	E	F	G	H	BODY
A									
B									
C									
D									
E							0		
F									
G					1				
H									

Po sečtení bodů v jednotlivých řádcích pedagog seznámí žáky s tím, kteří živočichové jsou původní a kteří jsou nepůvodní (případně invazní) v definované oblasti (např. v ČR). Následně s žáky diskutuje o tom, které

druhy získaly jejich sympatie a proč (při pilotování této aktivity někteří žáci spontánně předvídali, jak to dopadne). Důvody nejčastěji zahrnují různé estetické charakteristiky, jako je zabarvení, přítomnost srsti, velké oči, roztomilost atd. Důležité je, aby pedagog primárně nevytvářel negativní obraz nepůvodních druhů a nepodporoval jejich démonizaci. Namísto toho by se měl snažit vést žáky k porozumění tomu, jak pozitivní či naopak negativní vnímání různých živočišných druhů může ovlivnit jejich budoucí osud.

Příklad druhů zapojených do aktivity Líbí – nelíbí:

Původní: užovka obojková, ropucha obecná, vrápenec malý, škvor obecný

Nepůvodní: norek americký, mýval severní, bažant obecný, sršeň asijská

Po vyplnění žáky na Gymnáziu prof. Jana Patočky pak vypadala tabulka takto:

	užovka	ropucha	vrápenec	škvor	mýval	norek	bažant	sršeň	BODY
užovka		1	0	1	0	0	0	1	3
ropucha	0		0	0	0	0	0	0	0
vrápenec	1	1		1	0	0	0	0	3
škvor	0	1	0		0	0	0	0	1
mýval	1	1	1	1		1	1	1	7
norek	1	1	1	1	0		1	1	6
bažant	1	1	1	1	0	0		1	5
sršeň	0	1	1	1	0	0	0		3

Jak vidno, nejvíc bodů získal mýval, norek a bažant, zatímco vybrané původní druhy se žákům příliš nelíbily, ropucha a škvor dokonce získali méně bodů než invazní sršeň. Tento výsledek je dobrým základem pro reflexi a navazující diskuzi o případné regulaci a eradikaci (bez řádného vysvětlení se většina žáků patrně nebude klonit k hubení a utrácení invazních savců). V případném dalším kole je možné vyzkoušet jiné kombinace druhů. Pokud si budou hodnocení živočichové více podobní, bude i rozhodování složitější, což otevře možnosti dalšího porovnávání znaků a navazující diskuze a reflexe (např. liška vs. mýval).

3.2.7 Žbluňk!

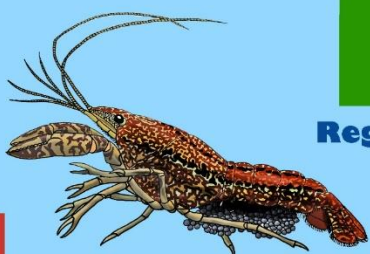
Jedná se o šestistěnnou kostkou řízenou hru pro skupinky žáků libovolného ročníku.

Cíl: Seznámit žáky s tím, jak se sladkovodní invazní druhy šíří v prostředí, a jaké hrozby představují pro druhy původní.

Každá skupinka obdrží záznamový arch, na kterém jsou dvě čtvercové mřížky – to je jejich tůň. Tůň si pojmenují a budou do ní zaznamenávat počty původních a invazních živočichů. Invazní druh zde reprezentuje severoamerický rak mramorovaný (*Procambarus virginalis*), což je partenogeneticky se množící korýš, takže k založení nové populace postačí pouze jediná samička (více viz kapitola 2.8 Komentované příklady biologických invazí). Mezi původní živočichy lze započítat ryby, obojživelníky, mlže, původní raky aj. Pedagog před zahájením hry položí na stůl vytištěný herní plán a tři balíčky vytištěných a rozstříhaných kartiček – červené invaze, zelené regulace a oranžovou barvou označené karty náhody. Každá skupinka si vylosuje jednu figurku, kterou pak postaví na pole s červenou šipkou. Pedagog pak zvolá: „žbluňk!“ To značí, že do tůně nezodpovědný akvarista vypustil prvního nechtěného raka mramorovaného (ve hře je užíváno lidového pojmenování

„mramorák“). Pak si vybraný žák z každé skupinky hodí kostkou a posune figurku své barvy o příslušný počet polí. Podle toho, na jakém políčku se zastaví, si vezme kartu či karty a přečte na nich uvedený text, nebo provede předepsanou akci. Použitá karta se pak odloží stranou (pokud by se stalo, že karty během hry dojdou, zamíchají se odložené karty a vytvoří se z nich nové dobírací balíčky). Na záznamový arch si skupinka označí aktuální celkový počet mramoráků i původních živočichů vždy, když se jejich stavy změní (mramoráci mají na kartách siluetu raka, původní živočichy pak označuje silueta ryby). Nastane-li situace, že se má odečíst víc mramoráků, než jich v tůni je, klesne jejich počet na nulu (avšak v dalších kolech se pravděpodobně opět objeví). Pokud hráč získá kartu, kterou může skupinka využít v některém z dalších kol, ponechá si ji u sebe. Pokud hráč ukončí pohyb na speciálních polích (zamrznutí tůně a rozmnožování), kartu nedobírá. Pokud tůň zamrzne, skupinka ztrácí jedno kolo a nehraje. Pokud dojde k rozmnožování, zdvojnásobí se počet mramoráků. Následně je ukončen tah skupinky a každý z mramoráků uloví a sežere jednoho původního živočicha (jejich počet se adekvátně sníží). Pokud figurka skupinky oběhne kolo a zastaví se na poli „žbluňk“ (nebo přejde přes něj), dojde k rozmnožování všech organismů v tůni (zdvojnásobí se počet původních živočichů i mramoráků). Počet původních živočichů nikdy nesmí překročit číslo 100 (počáteční stav). Na jednom poli může stát i více figurek, navzájem se neovlivňují. Hraje se do té doby, než v jedné z tůní klesne počet původních živočichů na nulu. Pak se porovnají výsledky a určí se tůň, která byla mramoráky nejméně zasažena. V následné reflexi pedagog diskutuje s žáky a důvodech, které vedly k navyšování počtu mramoráků, o selhání lidského faktoru, smysluplnosti ochranných opatření, se kterými se během hry setkali, o příčinách

úbytku či vyhubení původních živočichů a o negativních dopadech vypuštění jedné samice raka mramorovaného do tůň.

rozmnožování 	+1 karta regulace	+1 karta náhody	tůň zamrzla, jedno kolo nehraješ	+2 karty invaze	+1 karta regulace	+1 karta náhody	+2 karty invaze	+1 karta náhody	+1 karta regulace	rozmnožování 
+1 karta invaze	ŽBLUŇK!  Regulace Invaze Náhoda									+2 karty invaze
+1 karta náhody										+1 karta náhody
+1 karta regulace										tůň zamrzla, jedno kolo nehraješ
+1 karta náhody										+1 karta regulace
+1 karta invaze										+2 karty invaze
+1 karta regulace										+1 karta náhody
tůň zamrzla, jedno kolo nehraješ										+1 karta regulace
+1 karta náhody										+2 karty invaze
+1 karta invaze										+1 karta náhody
rozmnožování 	+1 karta regulace	+1 karta náhody	+1 karta náhody	+1 karta regulace	+1 karta invaze	tůň zamrzla, jedno kolo nehraješ	+1 karta náhody	+1 karta regulace	+1 karta invaze	ŽBLUŇK! 

Herní plán pro hru Žbluňk!



NÁZEV TŮNĚ:

PŮVODNÍ ŽIVOČICHOVÉ

[illegible]

VÝSLEDEK:

MRAMORÁCI

[illegible]

VÝSLEDEK:

Záznamový arch ke hře Žbluňk!

Karty pro hru Žbluňk! Červené jsou invazní karty, žlutou barvu mají karty náhody a zelené jsou regulační karty (některé karty jsou v sadě víckrát)

Mramoráci jsou velice hladoví. Na konci kola sežerou dvojnásobné množství původních živočichů.

Akvarista vypustil do tůně nechtěného raka. Přidej jednoho mramoráka.

+1 

Akvarista vypustil do tůně nechtěného raka. Přidej jednoho mramoráka.

+1 

Akvarista vypustil do tůně nechtěné raky. Přidej dva mramoráky. +2 	Mramoráci zavlekli do tůně račí mor, což je onemocnění, které je smrtící pro původní raky. Odstraň sedm původních živočichů. -7 	Akvarista vypustil do tůně nechtěné raky. Přidej dva mramoráky. +2 
Akvarista se rozhodl vypustit do tůně mláďata raků, kteří se mu v jeho chovu přemnožili. Přidej pět mramoráků. +5 	Akvarista vypustil do tůně nechtěného raka. Přidej jednoho mramoráka. +1 	Děti se rozhodly vypustit živočichy z jejich akvária do přírody. Přidej dva mramoráky. +2 
Děti se rozhodly vypustit živočichy z jejich akvária do přírody. Přidej jednoho mramoráka. +1 	Mramoráci jsou velice hladoví. Na konci kola sežerou dvojnásobné množství původních živočichů.	V médiích se objevil hoax strašící pokutou pro chovatele raků. Mnozí akvaristi pak vypustili raky do přírody. Přidej osm mramoráků do tůně. +8 

Kdosi vypustil raky do tůně, protože si myslel, že se jedná o chráněný druh. Přidej tři mramoráky. +3 	Kdosi vypustil raky do tůně, protože si myslel, že se jedná o chráněný druh. Přidej čtyři mramoráky. +4 	Mramoráci zavlekli do tůně račí mor, což je onemocnění, které je smrtící pro původní raky. Odstraň sedm původních živočichů. -7 
Mramoráci zavlekli do tůně račí mor, což je onemocnění, které je smrtící pro původní raky. Odstraň deset původních živočichů. -10 	Rybář použil raky jako živou návnadu. Když šel domů, pustil zbylé raky do vody. Přidej do tůně dva mramoráky. +2 	Mramoráci chováni ve školním akváriu se přemnožili a školník se rozhodl, že je vypustí do tůně. Přidej tři mramoráky. +3 
Na nedaleké zahradě je okrasný rybníček, do kterého majitel vypustil raka. Ten ale při povodni uprchl a zabydlel se v tůni. Přidej jednoho mramoráka. +1 	Mramoráci jsou velice hladoví. Na konci kola sežerou dvojnásobné množství původních živočichů.	V médiích se objevil hoax strašící pokutou pro chovatele raků. Mnozí akvaristi pak vypustili raky do přírody. Přidej osm mramoráků do tůně. +8 

Rybář použil raky jako živou návnadu. Když šel domů, pustil zbylé raky do vody. Přidej do tůně dva mramoráky. +2 	Děti se rozhodly vypustit živočichy z jejich akvária do přírody. Přidej jednoho mramoráka. +1 	Akvarista se rozhodl vypustit do tůně mláďata raků, kteří se mu v jeho chovu přemnožili. Přidej pět mramoráků. +5 
Na nedaleké zahradě je okrasný rybníček, do kterého majitel vypustil raka. Ten ale při povodni uprchl a zabydlel se v tůni. Přidej jednoho mramoráka. +1 	Na nedaleké zahradě je okrasný rybníček, do kterého majitel vypustil raka. Ten ale při povodni uprchl a zabydlel se v tůni. Přidej jednoho mramoráka. +1 	Na nedaleké zahradě je okrasný rybníček, do kterého majitel vypustil raka. Ten ale při povodni uprchl a zabydlel se v tůni. Přidej jednoho mramoráka. +1 
Na nedaleké zahradě je okrasný rybníček, do kterého majitel vypustil raka. Ten ale při povodni uprchl a zabydlel se v tůni. Přidej jednoho mramoráka. +1 	Na nedaleké zahradě je okrasný rybníček, do kterého majitel vypustil raka. Ten ale při povodni uprchl a zabydlel se v tůni. Přidej jednoho mramoráka. +1 	Mramoráci zavlekli do tůně račí mor, což je onemocnění, které je smrtící pro původní raky. Odstraň deset původních živočichů. -10 

Mramoráci zavlekli do tůně rači mor, což je onemocnění, které je smrtící pro původní raky. Odstraň sedm původních živočichů. -7 	Kdosi vypustil raky do tůně, protože si myslel, že se jedná o chráněný druh. Přidej tři mramoráky. +3 	Kdosi vypustil raky do tůně, protože si myslel, že se jedná o chráněný druh. Přidej čtyři mramoráky. +4 
Po silných deštích začali raci víc migrovat po souši. Přidej do tůně tři mramoráky. +3 	Po silných deštích začali raci víc migrovat po souši. Přidej do tůně čtyři mramoráky. +4 	Po silných deštích začali raci víc migrovat po souši. Přidej do tůně pět mramoráků. +5 
Zemědělci přihnojili pole a při deštích došlo ke splachu hnojiva do tůně, což způsobilo otravu. Ubrť tři původní živočichy a tři mramoráky. -3  -3 	Ledňáček ulovil několik ryb a raků. Odstraň jednoho původního živočicha a dva mramoráky. -1  -2 	Ledňáček ulovil několik ryb a raků. Odstraň jednoho původního živočicha a tři mramoráky. -1  -3 

Jeden z mramoráků odmigroval do další tůně po směru hodinových ručiček. 	Jeden z mramoráků odmigroval do další tůně po směru hodinových ručiček. 	Jeden z mramoráků odmigroval do další tůně proti směru hodinových ručiček. 
Jeden z mramoráků odmigroval do další tůně proti směru hodinových ručiček. 	Jeden z mramoráků odmigroval do další tůně proti směru hodinových ručiček. 	Dva z mramoráků odmigrovali do další tůně proti směru hodinových ručiček. 
Byla mírná zima a v tůni přežilo víc invazních raků. Přidej sedm mramoráků. +7 	Byla mírná zima a v tůni přežilo víc invazních raků. Přidej šest mramoráků. +6 	Byla mírná zima a v tůni přežilo víc invazních raků. Přidej šest mramoráků. +6 

Byla mírná zima a v tůni přežilo víc invazních raků. Přidej šest mramoráků. +6 	Volavka ulovila několik raků a ryb. Odstraň dva původní živočichy a dva mramoráky. -2  -2 	Volavka ulovila několik raků a ryb. Odstraň dva původní živočichy a dva mramoráky. -2  -2 
Vydra ulovila v tůni několik ryb a raků. Odstraň tři původní živočichy a čtyři mramoráky. -3  -4 	Vydra ulovila v tůni několik ryb a raků. Odstraň tři původní živočichy a čtyři mramoráky. -3  -4 	Zemědělci hnojili pole a při deštích došlo ke splachu hnojiva do tůně, což způsobilo otravu. Ubr tři původní živočichy a tři mramoráky. -3  -3 
Po silných deštích začali raci víc migrovat po souši. Přidej do tůně tři mramoráky. +3 	Po silných deštích začali raci víc migrovat po souši. Přidej do tůně tři mramoráky. +3 	Po silných deštích začali raci víc migrovat po souši. Přidej do tůně čtyři mramoráky. +4 

Ledňáček ulovil několik ryb a raků. Odstraň jednoho původního živočicha a dva mramoráky. -1  -2 	Agentura ochrany přírody a krajiny ČR rozmístila okolo vody informační tabule o invazních racích. Ponech si tuto kartu a ignoruj příští kartu invaze. Pak tuto kartu odlož.	Vědci vydali knihu o boji s biologickými invazemi. Ponech si tuto kartu a při příštím navyšování počtu mramoráků přidej jen jednoho. Pak tuto kartu odlož.
Tůň byla zahrnuta mezi sledované lokality v rámci monitoringu šíření invazních druhů. Ponech si tuto kartu a ignoruj příští kartu invaze. Pak tuto kartu odlož.	Ochranáři provedli jednodenní odlov pomoci vrší. Odstraň pět mramoráků. -5 	Ochranáři provedli jednodenní odlov pomoci vrší. Pro akci ale zvolili nevhodný čas, raci měli vajíčka a nebyli aktivní. Do pastí proto nevlezli. Neodstraňuj žádného mramoráka.
Ochranáři provedli dvoudenní odlov pomoci vrší. Někdo jim ale všechny pasti ukradl. Proto se tentokrát nebude odstraňovat žádný mramorák.	Ochranáři provedli dvoudenní odlov pomoci vrší. Odstraň sedm mramoráků. -7 	Provedl jsi osvětovou kampaň poukazující na rizika spojená s invazními raky. Ponech si tuto kartu a použij ji na zrušení příští karty invaze. Pak tuto kartu odlož.

Ochranáři aplikovali do tůně pesticidy. Odstraň polovinu původních živočichů, a také polovinu mramoráků.

-1/2 
-1/2 

Při hydrobiologickém průzkumu tůně byla odhycena ráčata mramoráků. Odstraň pět mramoráků.

-5 

V rámci revitalizace tůně se zlepšily podmínky pro život původních druhů. Ponech si tuto kartu a ignoruj příští snižování počtu původních živočichů. Pak tuto kartu odlož.

Upozornil jsi rybáře na rizika spojená s invazními raky. Ponech si tuto kartu a při příštím přidání mramoráků vlivem karty invaze nebo náhody odečti dva mramoráky. Pak tuto kartu odlož.

Rybáři vypustili do tůně štiky a mníky. Odstraň dva původní živočichy a čtyři mramoráky.

-2 
-4 

Ve škole proběhla diskuze s odborníky na téma biologické invaze. Ponech si tuto kartu a použij ji na zrušení příští karty invaze. Pak tuto kartu odlož.

Ochranáři provedli jednodenní odlov pomocí vrší. Použili však nevhodnou návnadu. Odstraň proto jen jediného mramoráka.

-1 

Rybáři vypustili do tůně sumce. Odstraň tři původní živočichy a pět mramoráků.

-3 
-5 

Ochranáři aplikovali do tůně pesticidy. Odstraň polovinu původních živočichů, a také polovinu mramoráků.

-1/2 
-1/2 

Ochranáři provedli jednodenní odlov pomocí vrší. Odstraň pět mramoráků. -5 	Děti na školním výletě objevily u tůně zbytek krunýře raka. Nález nahlásily v rámci občanské vědy. Ochranáři pak provedli odlov. Odstraň čtyři mramoráky. -4 	Děti na školním výletě objevily u tůně zbytek krunýře raka. Nález nahlásily v rámci občanské vědy. Ochranáři pak provedli odlov. Odstraň čtyři mramoráky. -4 
Děti na školním výletě objevily u tůně zbytek krunýře raka. Nález nahlásily v rámci občanské vědy. Ochranáři pak provedli odlov. Odstraň čtyři mramoráky. -4 	Rybáři vypustili do tůně štiky a mňiky. Odstraň dva původní živočichy a čtyři mramoráky. -2  -4 	Rybáři vypustili do tůně sumce. Odstraň tři původní živočichy a pět mramoráků. -3  -5 
Ochranáři provedli dvoudenní odlov pomocí vrší. Odstraň sedm mramoráků. -7 	Ochranáři provedli jednodenní odlov pomocí vrší. Odstraň pět mramoráků. -5 	Ochranáři provedli jednodenní odlov pomocí vrší. Použili však nevhodnou návnadu. Odstraň proto jen jediného mramoráka. -1 

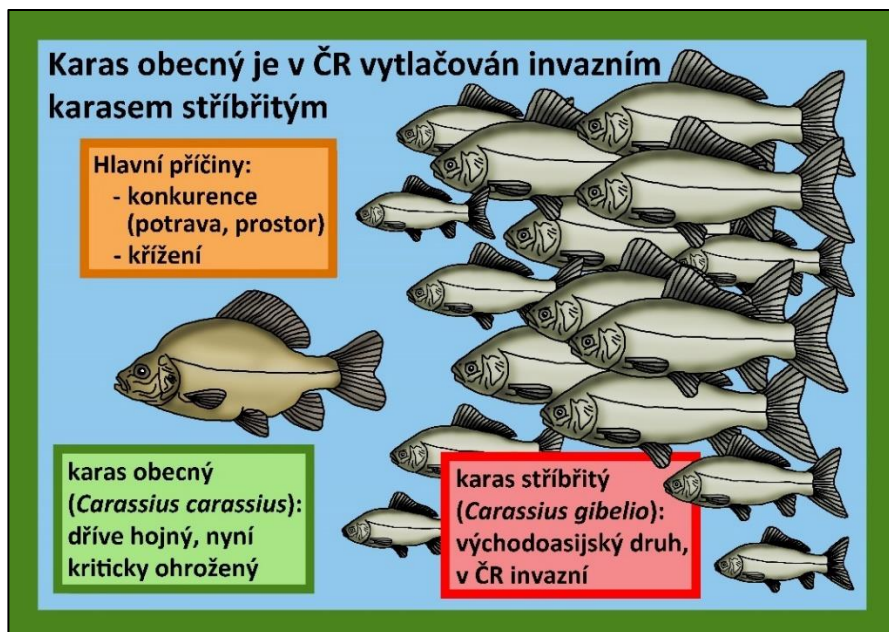


Obr. 113 a 114: *Tůň Vršíček je jednou z lokalit, kde se na území ČR vyskytuje invazní rak mramorovaný (Procambarus virginalis).* [JP]



3.3 Pracovní listy a úkoly

Níže uvedené materiály je vhodné doplňovat komentářem (nejlépe vše provázat s výukou samotnou) tak, aby žáci měli co nejkomplexnější představu o problematice a terminologii. Též je vhodné navázat na ukázky a představení invazních druhů, kterých se zadané úkoly budou týkat. Úkoly vycházejí z informací v textu. Řešení je ke stažení na invaznidruhy.nature.cz.



1) Karas obecný býval dříve naprosto běžnou součástí našich vod. Jedná se o nenáročnou rybu, která se velmi dobře přizpůsobila životu ve stojatých a vodními rostlinami zarostlých vodách. Jedním z těchto fascinujících přizpůsobení se je přežívání v zimním období v tůních bez kyslíku pomocí anaerobního metabolismu. Tato schopnost umožňuje karasům osídlit i vody, ve kterých jejich hlavní původní rybí soupeři o potravu neobstojí. Pokud žijí ve společenstvu více druhů včetně dravců, na řadu přichází jejich druhá „superschopnost“ – chemické látky

uvolněné při požívání jejich ulovených kamarádů jsou karasy obecnými zachyceny a vedou k přeměně tvaru těla. Zastavuje se růst do délky a ryba vše vkládá do růstu do výšky, aby ji dravec nemohl spolknout (Olsén & Bonow 2022). Ačkoliv se jedná o rybu s unikátními schopnostmi, které by mohly inspirovat tvůrce komiksových hrdinů, je v současnosti na ústupu. Důvodem je invaze karasů stříbřitých, kteří mají prakticky stejné dovednosti a k nim přidávají další (viz kapitola 2.8). Zaprvé, k rozmnožování nejsou potřeba samci karasů. Zadruhé, oproti původnímu karasovi se v prostředí pohybují třikrát rychleji. Zatřetí, oproti původnímu karasovi obecnému umění trávit lépe rostlinnou složku potravy (Tapkir et al. 2022). A poslední výhodou je hustota žaberních tyčinek. To je takový „cedník“, který z vody vychytává drobné organizmy a posouvá je do jícnu. Invazní karas stříbřitý ho má dvakrát hustší než náš původní druh karase.

Úkol 1: Do rybníku byl vypuštěn (nasazen) jeden pár dospělých karasů obecných (samec a samice) a dvě dospělé samice karasů stříbřitých. Oba druhy se budou množit a samice každoročně nakladou 50 000 jiker, z nichž se pouze 100 vylíhlých ryb dožije dvou let. Kolik bude v rybníce karasů obecných a stříbřitých po pěti letech, pokud budeme počítat pouze s reprodukci původně vypuštěných ryb a odmyslíme si ostatní vlivy soutěže o potravu?

Úkol 2: Jeden karas obecný a jeden karas stříbřitý se pohybují v kádi, ve které plave 120 perlooček. Jejich nalezení je přímo úměrné rychlosti plavání. Jak si zmínění karasi mezi sebou rozdělí kořist?

Úkol 3: Oba druhy karasů v malém zatopeném lomu v lese již dosáhly nosné kapacity prostředí. Karas stříbřitý se do systému dostal později, a poměr druhů je nyní 50:50. Ryb je zde tolik, že perloočky nedorůstají velkých velikostí (80 % do 0,5 mm, 20 % do 1 mm). Kterému druhu bude v těchto podmínkách lépe sloužit žaberní filtrační aparát?

Podobní, a přesto jiní

mýval severní
(*Procyon lotor*)

psík mývalovitý neboli mývalovec kuní
(*Nyctereutes procyonoides*)



INVAZNÍ V ČR



- oba jsou všežravci a mají noční aktivitu
- oba mají černou kresbu okolo očí
- oba přenášejí vzteklinu a psinku



- pochází ze Severní Ameriky
- medvídkovitá šelma
- obvykle pět mláďat
- pruhovaný ocas

- pochází z východní Asie
- psovitá šelma
- obvykle osm mláďat
- ocas velmi huňatý

2) Mýval severní a psík mývalovitý (dříve mývalovec kuní) jsou nepůvodní šelmy vyskytující se na území ČR. Mýval i psík jsou velice chytří a

přizpůsobiví. Bez problémů v klimatických podmínkách v mírném pásmu přezimují a množí se. Svým predaním chováním negativně působí na místní faunu (např. ohrožují chráněnou užovku stromovou; Musilová et al. 2014). Pro obě šelmy je typická tmavá maska okolo očí, což může vést k druhové záměně. Základní charakteristika a znaky obou druhů jsou uvedeny na obrázku výše.



Úkol: Samice psíka mývalovitého může mít v jednom vrhu až osm mláďat. Pohlavní dospělosti dosahuje v osmi až deseti měsících a poprvé se rozmnožuje už v prvním roce života (a pak každý rok jednou). Pokud se více než jednoho roku dožije 75 % mláďat, kolik jich do jejich dospělosti odchová jedna samice za celý svůj život, když bude mít v polovině případů maximální počet štěňat, ve zbytku případů však budou v jednom vrhu jen čtyři mláďata? Psík se dožívá až deseti let, samici v této úloze však na konci jejího osmého roku života uloví myslivec.

Úkol 2: Samice mývala severního může mít až pět mláďat. V lese, kde se vyskytovala populace invazních mývalů v počtu 72 jedinců, proběhl eradikační zásah. Za pomoci pastí byly odchyceny dvě třetiny všech mývalů, zbytek zůstal v lese. Z těchto zbylých mývalů bylo pouze 25 % samic. Všechny samice se další rok rozmnožily a měly maximální možný počet mláďat. Kolik mláďat se narodilo?



Následují **pracovní listy** pro šestý, sedmý, osmý i devátý ročník ZŠ (dvě stránky pro každý z ročníků; listy jsou použitelné i pro odpovídající ročníky na víceletých gymnáziích). Řešení je k nahlédnutí či stažení společně s materiály na **invaznidruhy.nature.cz**, případně si o ně můžete napsat na uvedené kontaktní emailové adresy. Pedagogům doporučujeme projít si zadání a žákům o zařazených druzích a termínech nejprve poreferovat v rámci výuky.

Biologické invaze: pracovní list pro 6. ročník ZŠ

1. Zakřížkuj ty živočichy, kteří jsou v ČR invazní:



norek americký ☐	sumec velký ☐	nutrie říční ☐
straka obecná ☐	jelen sika ☐	rak pruhovaný ☐
karas stříbřitý ☐	včela medonosná ☐	vrabec polní ☐
zmije obecná ☐	skokan skřehotavý ☐	sumeček černý ☐

2. Podle nabídky dole doplň vynechaná místa v textu. Pozor, dvě slova jsou v nabídce navíc a do textu nepatří.



Svoji ekologickou podobností karas stříbřitý velmi konkuruje našemu původnímu karasovi, který byl však ještě v roce 1995 poměrně a v tom roce byl v seznamu ohrožených druhů ČR stále ještě hodnocen jako druh ohrožený. To se změnilo v následujících letech a od roku 2010 je původní karas hodnocen jako ohrožený. Původní karas též naprosto mizí z úlovků rybářů a od roku 2010 se hlášení rekordní tohoto karase dají spočítat na prstech jedné ruky.

jedinci	kriticky	hojný
	postupně	
černém		
rekreačních	obecnému	červeném
nezodpovědných		málo

Biologické invaze: pracovní list pro 6. ročník ZŠ

3. Spoj dvojice: invazní druh - druh, kterému škodí. Invazní druh vždy podtrhni:

rak pruhovaný

vroubenka americká

sršeň asijská

rak říční

borovice lesní

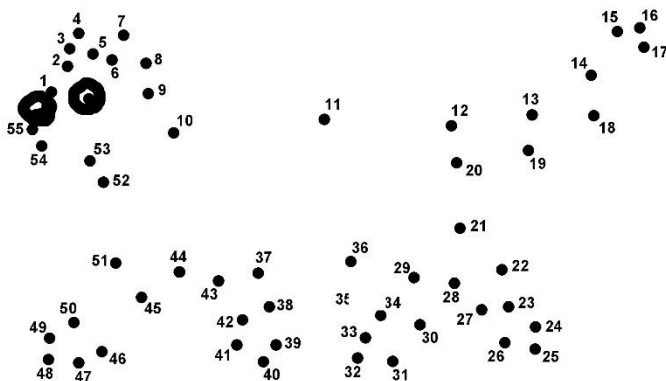
včela medonosná

slunéčko sedmitečné

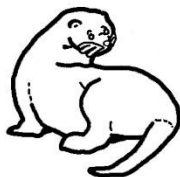
slunéčko východní



4. Spoj body podle čísel a urči, o jakého invazního živočicha se jedná. Obrázek vybarvi.



5. Vyřeš slovní úlohu. Pokud čtyři norci američtí sežerou čtyři raky během čtyř minut, za kolik minut 100 norků sežere 100 raků?



Biologické invaze: pracovní list pro 7. ročník ZŠ

1. Vyřeš slovní úlohu. Bolševník velkolepý vyprodukuje za jeden rok 30 tisíc semen. Semena mají klíčivost 90 %. Na remízku u lesa rostou tři vzrostlé bolševníky. Kolik semen na tomto místě další jaro vyklíčí?



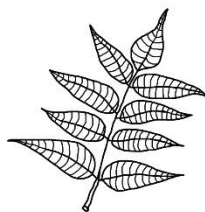
2. Vyhledej v osmisměrce názvy invazních rostlin



Á	É	Ú	F	E	W	X	Ü	Ü	Ö	Č	Ö	B	P	Ó	Ú	L	O	Ý
W	T	Q	W	Á	K	G	B	Ö	Q	Y	V	O	X	Q	T	L	H	R
Z	O	U	Ö	N	X	R	O	D	Y	Ö	L	L	U	W	R	T	W	Ú
L	P	Ó	Č	E	P	K	R	P	I	P	Č	Š	Ú	Ú	N	U	Ú	L
A	I	C	V	T	E	Š	O	A	D	É	Í	E	Č	H	O	R	N	B
T	N	T	A	Ý	F	Ö	V	J	R	Í	B	V	Ž	Ú	V	F	W	Ö
O	A	I	A	K	E	Y	I	A	F	R	O	N	K	C	N	B	J	Ú
B	N	A	Ý	A	S	Ú	C	S	Č	B	B	Í	Á	K	Í	Ö	J	V
Ý	B	Ö	N	V	I	P	E	A	G	Ü	M	K	I	S	K	Č	J	V
L	U	Í	P	K	F	Ö	V	N	Á	H	N	V	Z	Ü	A	Q	P	É
K	R	Ü	Ž	A	Ý	Ü	E	Ž	N	Ü	O	E	Ü	H	K	Ü	Ü	Ü
A	H	U	Ö	Ž	Q	Č	J	L	Í	C	H	L	Č	Ö	Á	I	L	V
N	L	B	U	L	Q	Í	M	Á	V	M	O	K	P	T	T	U	Z	Á
A	Í	W	Ó	Á	P	T	U	Z	P	L	L	O	A	U	É	Q	É	L
D	Z	J	Ö	Z	Ü	P	T	N	M	C	I	L	G	E	Č	Š	N	Y
S	N	B	É	N	L	T	O	A	N	Q	S	E	Q	Q	É	R	T	W
K	A	Ü	Ü	A	T	U	V	T	B	J	T	P	N	Ö	O	N	R	M
Ý	T	H	H	T	J	L	K	Ý	Ü	Ö	Ý	Ý	J	K	I	M	Í	U
É	Ý	M	Ö	Á	S	N	A	Ó	Š	Y	Ü	Ü	N	E	T	Š	Ö	Ý

Nápověda:

bolševník velkolepý,
borovice vejmutovka,
netýkavka žláznatá,
pajasan žláznatý,
topinambur hlíznatý,
trnovník akát,
vlčí bob mnoholistý,
zlatobýl kanadský



Doplňkový úkol: Urči, zda může některá z těchto rostlin ohrozit zdraví člověka.

Pokud ano, popiš, jak by k tomu mohlo dojít.

Biologické invaze: pracovní list pro 7. ročník ZŠ

3. Podtrhni pravdivá tvrzení o invazním bolševníku velkolepém:



Bolševník velkolepý řadíme do čeledi **miříkovitých / růžovitých**.

Je to **rostlina vysoká až 5 metrů / nízká rostlina do 30 cm** s velkým květenstvím typu **úbor / složený okolík a ohromným / malým** počtem semen.

Bolševník pochází ze **severní Afriky / západního Kavkazu**.

V ČR byl vysazován **jako okrasná rostlina do zahrad / pro své léčivé účinky**.

Rozmnožuje se **plazivými oddenky / semeny**.

Je **velmi náročný na kvalitu půdy / není náročný na podmínky prostředí**.

4. Najdi v okolí školy či bydliště trnovník akát.



Nakresli list. Má akát list jednoduchý nebo složený?

Pozoruj trny, jsou to vlastně přeměněné palisty.

Proč má akát trny?

Kde se nacházejí větší trny - na starých větvích nebo na mladých výhoncích?

Zkus vymyslet, proč tomu tak je.

Prohlédni si kůru (borku).

Přilož papír na kůru stromu, mírným tlakem přejížděj po papíru křídou či voskovkou.

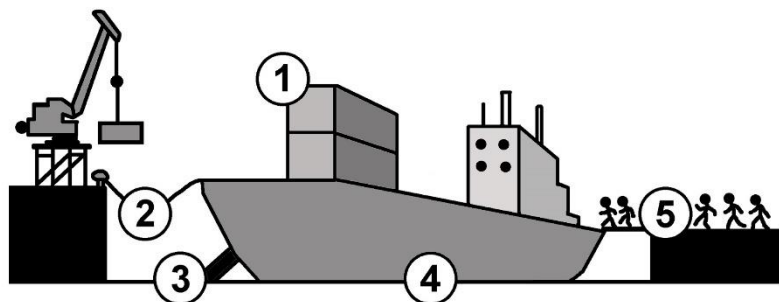
Této metodě se říká frotáž. Jak se liší kůra akátu od jiných stromů?

Biologické invaze: pracovní list pro 8. ročník ZŠ

1. Vyřeš slovní úlohu. V rybníku byla zjištěna přítomnost invazních raků červených. V rámci eradikačního zásahu byl rybník vypuštěn a raci ručně sesbírání. Nepovedlo se však odchytnout všechny raky a někteří se rozlezli do okolí. Za tři dny raci po souši urazili 6,5 km. První den ušli dvakrát tolik než třetí den, druhý den ušli o 1 km méně než první den. Kolik kilometrů raci ušli v jednotlivých dnech?



2. Na obrázku je zaoceánská loď v přístavu. Probíhá nakládka zboží, na palubu nastupují cestující a do nádrží v podpalubí se čerpá zátěžová neboli balastní voda. Číslo označují možné cesty, kterými se na loď nepovšimnutí dostávají nechtění živočichové. Čarami spoj vypsané živočichy s čísly podle toho, jakou cestu je který z nich schopen využít. Jeden živočich může být spojen i s několika čísly.



potkan

krab

vilejš

štír

larvy vodních bezobratlých

1 - kontejnery se zbožím

2 - kotevní lana

3 - zátěžová voda čerpaná do lodi

4 - přichycení se na trup lodi

5 - zavazadla cestujících

pavouk

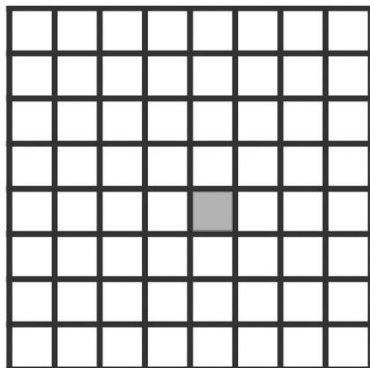
myš

had

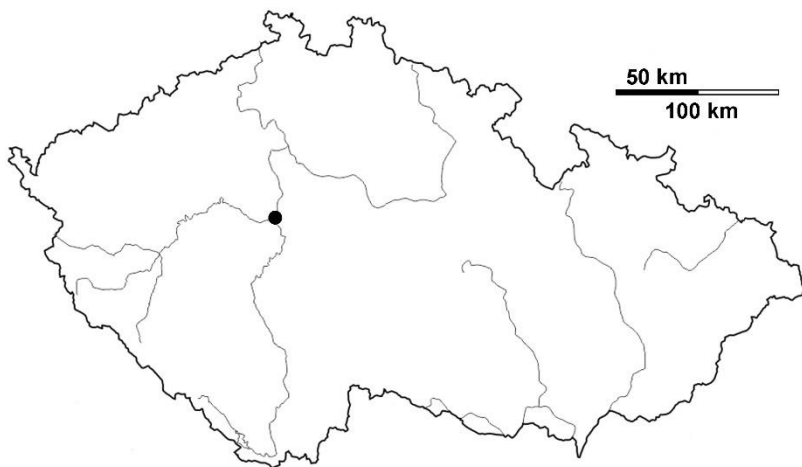
larvy ryb

Biologické invaze: pracovní list pro 8. ročník ZŠ

3. Vodní hyacint roste na hladině vody. Roste rychle, obsazenou plochu dokáže zdvojnásobit již za dva týdny. Čtvercová mřížka představuje tůň a šedý čtvereček vodní hyacint. Růst těchto rostlin v tůni označ vybarvením dalších čtverců. Pokud každé dva týdny vodní hyacinty zdvojnásobí svou velikost, za jakou dobu zarostou celou plochu tůně? Počet týdnů převeď na měsíce a odpověď zapiš.



4. Nepůvodní druh ryby se dokáže šířit rychlostí 100 km po proudu a 50 km proti proudu za rok. Nezodpovědný chovatel vypustil několik jedinců do Vltavy u soutoku s Berounkou (označeno na mapě černou tečkou). Odečti podle měřítka a zakresli do mapy ČR, kam se tato ryba může rozšířit během následujících tří let.



1																					
Biologické invaze: pracovní list pro 9. ročník ZŠ																					
1. Spoj termíny stejného významu (synonyma).  <table> <tr> <td>introdukce</td> <td>přízpůsobení</td> </tr> <tr> <td>disturbance</td> <td>zdomácnění</td> </tr> <tr> <td>eradikace</td> <td>zavlečení</td> </tr> <tr> <td>etablování</td> <td>vyhubení</td> </tr> <tr> <td>adaptace</td> <td>zmírňování</td> </tr> <tr> <td>mitigace</td> <td>narušení</td> </tr> </table>		introdukce	přízpůsobení	disturbance	zdomácnění	eradikace	zavlečení	etablování	vyhubení	adaptace	zmírňování	mitigace	narušení								
introdukce	přízpůsobení																				
disturbance	zdomácnění																				
eradikace	zavlečení																				
etablování	vyhubení																				
adaptace	zmírňování																				
mitigace	narušení																				
2. Vyřeš slovní úlohu. Indonéský chovatel akvarijních ryb Agustiono Sudibyo se rozhodl zlepšit produktivitu práce, čímž dosáhl navýšení produkce o 25 %. Na jeho farmě se nyní odchová 4000 ryb za měsíc. Při původní produkci unikalo průměrně každý týden do přírody 64 ryb. Kolik ryb původně Agustiono odchová a kolik jich unikne za měsíc při současné produkci, když zůstane procento uniknuvších ryb stejné? 																					
3. V souvislosti s přijetím nařízení EU č. 1143/2014 byl vytvořen seznam nežádoucích invazních nepůvodních druhů s významným dopadem na Evropskou unii, též označovaný jako „unijní seznam“. Vyhledej tento seznam na internetu. Podtrhni ty druhy rostlin (rovně) a živočichů (vlnovkou), které jsou na tento seznam zařazeny.  <table> <tr> <td>ploník obecný</td> <td>rak statný</td> <td>klejicha hedvábná</td> <td>sambaba obecná</td> </tr> <tr> <td>blatnice skvrnitá</td> <td>chebule karolínská</td> <td>veverka popelavá</td> <td></td> </tr> <tr> <td>dochan setý</td> <td>lespedézie hedvábitá</td> <td>habr obecný</td> <td>beruška vodní</td> </tr> <tr> <td>skokan volský</td> <td>růže šípková</td> <td>rejsec vodní</td> <td>hadohlavec skvrnitý</td> </tr> <tr> <td>kachnice kaštanová</td> <td>pnulka japonská</td> <td>ploštěnka novozélandská</td> <td></td> </tr> </table>		ploník obecný	rak statný	klejicha hedvábná	sambaba obecná	blatnice skvrnitá	chebule karolínská	veverka popelavá		dochan setý	lespedézie hedvábitá	habr obecný	beruška vodní	skokan volský	růže šípková	rejsec vodní	hadohlavec skvrnitý	kachnice kaštanová	pnulka japonská	ploštěnka novozélandská	
ploník obecný	rak statný	klejicha hedvábná	sambaba obecná																		
blatnice skvrnitá	chebule karolínská	veverka popelavá																			
dochan setý	lespedézie hedvábitá	habr obecný	beruška vodní																		
skokan volský	růže šípková	rejsec vodní	hadohlavec skvrnitý																		
kachnice kaštanová	pnulka japonská	ploštěnka novozélandská																			

Biologické invaze: pracovní list pro 9. ročník ZŠ

4. Z nabídky vytvoř trojice pojmů, které spolu souvisejí.



králík divoký	složený okolík	Austrálie	
		plovací blány	rači mor
lupina mnoholistá	partenogeneze	kaprovití	lusky
lasicovitá šelma	gynogeneze	norek americký	
popáleniny	hroznovité květenství	rak mramorovaný	
karas stříbřitý	myxomatóza	bolševník velkolepý	

5. Na téma biologické invaze vymysli šest otázek (jsou rozepsané níže). Ke každé otázce pak запиš jednu či více možných odpovědí.



Co?

odpověď:

Proč?

odpověď:

Který?

odpověď:

Kdy?

odpověď:

Kde?

odpověď:

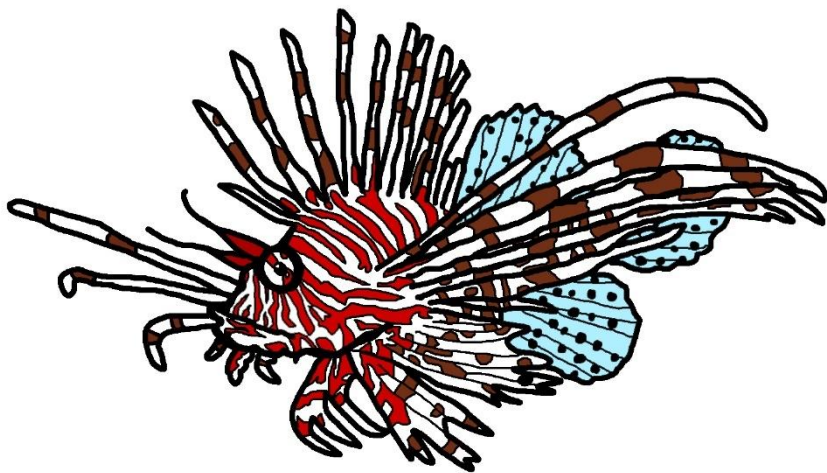
Jak?

odpověď:

3.4 Plakáty a letáky

Následující kolekce plakátů a letáků má sloužit pro názornou prezentaci osvěty a témat spjatých s invazními druhy a ochranou biodiverzity. Zde uvádíme pouze náhledy, všechny materiály jsou pak ke stažení v plné velikosti a tiskové kvalitě na webových stránkách AOPK ČR: invaznidruhy.nature.cz, případně si o ně můžete napsat na uvedené kontaktní emailové adresy. Plakáty lze samozřejmě zařadit i do výukových prezentací.

Tyto plakáty mohou sloužit pro výuku jako takovou, kdy učitel žákům vyloží celý zobrazený příběh včetně souvislostí. Je vhodné s žáky diskutovat, nechat je, aby se ptali, případně je vybízet, aby domýšleli rizika a hledali cesty ke zlepšení situace potlačením biologických invazí. Plakáty je též možné umístit do třídy a nechat žáky, aby si v nich sami hledali souvislosti a zaujímalí postoje k zobrazené situaci. Následovat by měla opět otevřená diskuze.

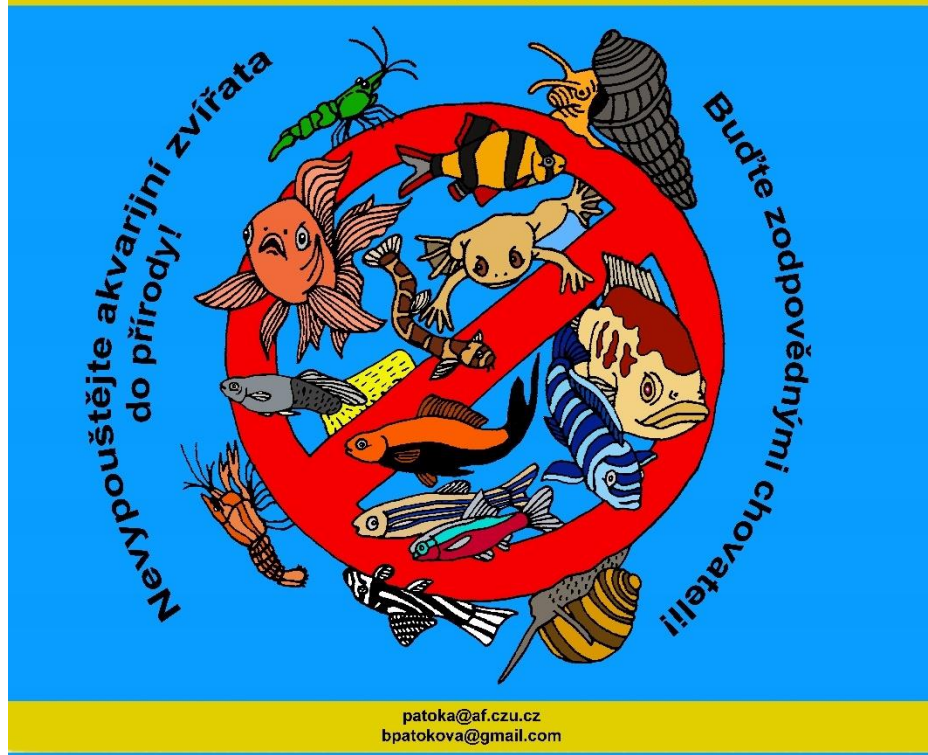


Níže uvedené dva plakáty vyzývají chovatele (včetně dětí), aby nevypouštěli nechtěné živočichy ze zájmových chovů do přírody (plakát 1 a 2). Oba plakáty jsou aktuální zejména v ČR, protože se jedná o jeden z hlavních trhů se zájmovými druhy v rámci celé Evropy. Je však třeba zmínit i to, že těch opravdu rizikových je v zájmových chovech z celkového počtu druhů chovaných jen velmi málo. Je tedy důležité, aby se preventivně zakročilo právě proti těmto konkrétním druhům, zatímco chov druhů málo rizikových je naopak vhodné podpořit, přičemž vypouštět do přírody se ovšem nesmí žádní chovaní živočichové.



Plakát 1: Výzva chovatelům, aby nevypouštěli mazlíčky a živočichy ze zájmových chovů do přírody.

NENECHTE JE UNIKNOUT



Plakát 2: Výzva chovatelům, aby nevypouštěli akvarijní živočichy do přírody (ke stažení v plné velikosti na invaznidruhy.nature.cz).

Paradox v ochraně přírody, kdy je druh ohrožen ve svém původním areálu výskytu, zatímco jinde působí jako druh invazní, vysvětluje následující plakát (plakát 3). Dravá jihoamerická ryba arapaima velká a sladkovodní rejnok trnucha skvrnitá jsou v Brazílii a dalších okolních státech kriticky ohrožené vyhubením, oba druhy ale byly zavlečeny do Indonésie, kde se uchytily, množí se, a očekává se jejich invazní šíření a negativní dopady na původní biotu.

PARADOX V OCHRANĚ PŘÍRODY

- ohrožené druhy se mimo svůj původní areál výskytu mohou chovat invazně
- arapaima velká a trnucha skvrnitá jsou ohrožené v Jižní Americe, ale invazní v Indonésii
- chovají se i v akváriích
- oba druhy zaznamenány nedávno



Arapaima gigas

ARAPAIMA VELKÁ

- dravá
- obří (přibližně 3 m)
- těžká (přibližně 200 kg)
- nadechující se nad hladinou

**HROZBA
PRO PŮVODNÍ
DRUHY**

Potamotrygon motoro

TRNUCHA SKVRNITÁ

- dravá
- živorodá
- jedovatá
- žijící na dně

**NEVYPOUŠTĚJTE AKVARIJNÍ
ZVÍŘATA DO PŘÍRODY!**

**BUĎTE ZODPOVĚDNÝMI
CHOVATELI!**

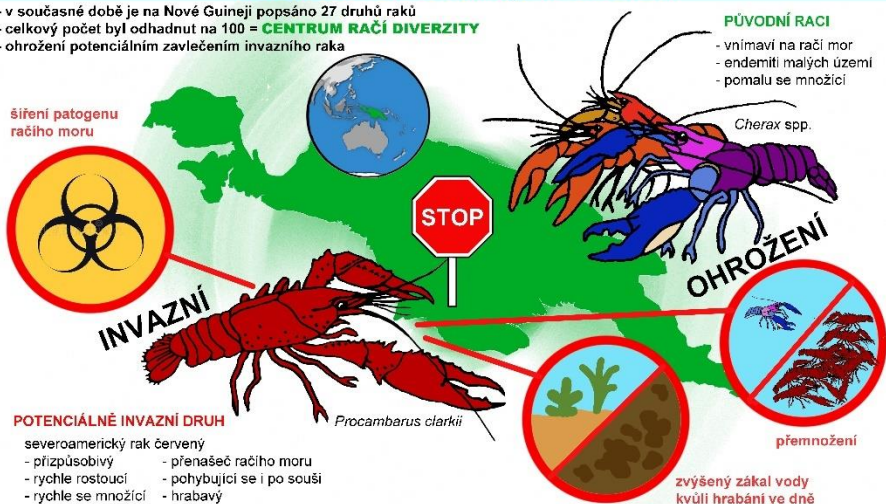
bpatokova@gmail.com
patoka@af.czu.cz

Plakát 3: *Paradox v ochraně přírody na příkladu arapaimy velké a trnuchy skvrnité v Indonésii (ke stažení v plné velikosti na invaznidruhy.nature.cz).*

Potenciální ohrožení původní bioty invazním druhem je demonstrováno na příkladu severoamerických raků červených a endemických raků rodu *Cherax* žijících na ostrově Nová Guinea (plakát 4). Invazní potenciál raků červených byl analyzován tzv. predikčními nástroji, a je tedy znám ještě před případným zavlečením tohoto druhu na zmíněný ostrov. To je velice důležité, protože proti zavlečení lze postupovat preventivně. To je mnohem snazší, než usilovat o následné vyhubení již zavlečeného druhu.

Raci na Nové Guineji v ohrožení

- v současné době je na Nové Guineji popsáno 27 druhů raků
- celkový počet byl odhadnut na 100 = **CENTRUM RAČÍ DIVERZITY**
- ohrožení potenciálním zavlečením invazního raka



bpatokova@gmail.com
patoka@af.czu.cz

Plakát 4: Ohrožení původních raků na Nové Guineji potenciálně zavlečeným severoamerickým rakem červeným (ke stažení v plné velikosti na invaznidruhy.nature.cz).

Následují plakáty vysvětlující problematiku invaze vybraných druhů v širších souvislostech (plakáty 5 až 8). Mohou být prezentované jako samostatný osvětový materiál i v rámci aktivit napojených na tuto metodiku. Uvedené plakáty výtvarně zpracovala Barbora Perglová.

Bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*)

Plakát 5



Bolševník byl na území ČR zavlečen do západních Čech, kde se s ním můžete nejčastěji setkat i nyní.



Často byl a bohužel občas stále bývá využíván některými méně informovanými včelaři jako medonosná rostlina. Z těchto výsadeb se pak šíří do krajiny.



Nebezpečný je tím, že způsobuje vážné popáleniny. Znamé jsou i případy, kdy si děti vyrobily z dutých lodyh foukačky nebo dalekohledy. V některých případech pak musely být dokonce i hospitalizovány.

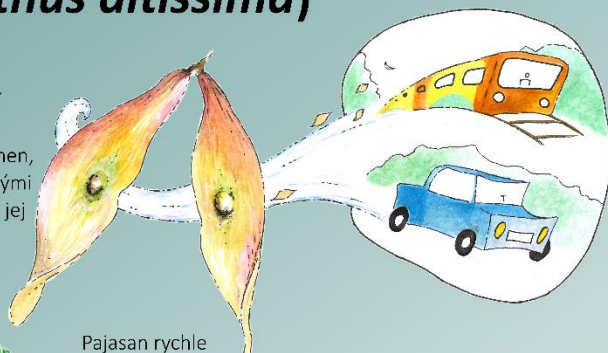
Bolševník je víceletá rostlina, která obvykle kvete jednou za život. Kvetoucí rostliny bolševníku dosahují výšky až 5 m a produkují velké množství lehkých a větrem snadno šířených semen.



Material pro publikaci Patoka a kol. 2024 – Biologické invaze v environmentální výuce pro druhý stupeň základních škol a nižší stupeň víceletých gymnázií. Vytvořeno s podporou projektu 5502030018 Centrum pro krajinu a biodiverzitu (Divland), financovaného Technologickou agenturou ČR a Ministerstvem životního prostředí ČR v rámci programu Prostředí pro život. Kresby: B. Perglová

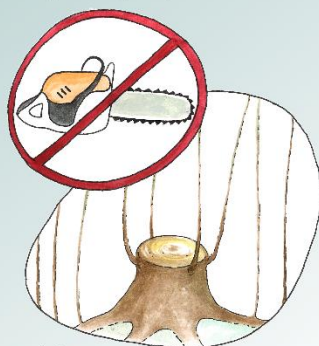
Pajasan žláznatý (*Ailanthus altissima*)

Pajasan je rychle rostoucí strom, který tvoří velké množství okřídlených semen, která se snadno šíří větrnými víry za auty a vlaky. Proto jej často nalezneme podél silnic a železnic.



Pajasan rychle zarůstá stepní lokality a tím vytlačuje okolní rostliny a na ně vázaný hmyz.

Velmi důležité je pajasan nekácet jako běžné dřeviny, protože po kácení rychle a bujně regeneruje a vytváří husté porosty z kořenových a pařezových výmladků.



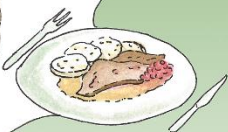
Svými kořeny narušuje zpevněné plochy a zdi.

Má velké složené listy a na každém lístku je malý zoubek se žlázkou. Letorosty jsou lysé. Rozemnuté listy trochu zapáchají po myšíně.



Materiál pro publikaci Paľuka a kol. 2024 – Biologické invaze v prostředí: výuce pro druhé stupeň základních škol a nižší stupeň víceletých gymnázií. Vytvořeno s podporou projektu S302030C18 Centrum pro krajina a biodiverzitu (D-vLond), financovaného technologickou agenturou ČR a Ministerstvem životního prostředí ČR v rámci programu Prostředí pro život. Kresby: B. Perglová

Nutrie říční (*Myocastor coypus*)



Nutrie pochází z Jižní Ameriky a jako kožešinové a masné zvíře byla na území ČR dovezena na začátku 20. stol. Krátce poté byla chována na mnoha farmách.

Z farem uniklí a vypuštění jedinci nemají problém se v přírodě usadit a mít potomky. Na březích řek budují nory a velmi intenzivně spásají vegetaci čímž zvyšují erozi a negativně ovlivňují i hnízdění ptáků. Okusem dokážou likvidovat i vzrostlé stromy.



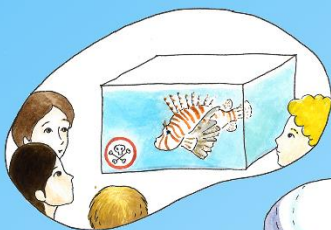
Často se s ní setkáváme v městech, kde profituje z přikrmování. Převážně se živí rostlinami, a někteří jedinci mohou být velmi agresivní.



**Nekrmit!!!
Nekrmit!!!
Nekrmit!!!
Nekrmit!!!**



Nutrie je hlodavec žijící ve větších skupinách. Vyskytují se i bíle zbarvené varianty.



Je silně teritoriální a narušitele zahání svým vzhledem a jedem. Pro člověka obvykle není smrtelně jedovatý, ale rána bývá velmi bolestivá a dlouho se hojí. Sám neútočí, používá jed jen k obraně.



Perutýn unikl během hurikánu Andrew (1992), který poničil oceanárium. K invazi stačilo pouhých pár jedinců.



V současnosti se velmi šíří ve Středozemním moři. Tam se dostal Suezským průplavem z oblasti původu.



Perutýn ohnivý (*Pterois volitans*)

Perutýn je dravá ryba žijící převážně v teplých a mělkých vodách zejména na korálových útesech. V oblastech, kde se velmi rozšířil, hrozí rozvrat ekosystému s negativním dopadem na rybolov a turistiku.

3.5 Komiks

Principy biologických invazí lze žákům předkládat i formou kreslených příběhů. Na následujících stránkách naleznete komiks o invazních severoamerických šelmách mývalech severních (*Procyon lotor*), kteří uprchnou z chovu v lidské péči a začnou se množit v nedalekém lese. Místní zvířata je nejdříve vítají, mývalové jim ovšem záhy začnou škodit. Nakonec na prosbu lesních zvířat zasáhne hajný, kterému se podaří mývaly chytit do pastí a odvézt z lesa. Zdánlivě šťastný konec. Ale je tomu tak i ve skutečnosti?

Doporučený postup je následující – žáci obdrží od vyučujícího vytištěný komiks či jeho elektronickou podobu a doma si ho přečtou. Následující den o něm ve škole povedou diskuzi moderovanou pedagogem. Základní otázkou pravděpodobně bude, co se stane s odchycenými mývaly a kam je hajný odveze. Žáci by měli být vedeni k tomu, aby předkládali argumenty a návrhy řešení.

Příklady:

- návrh řešení: umístění mývalů do zoologických zahrad či sběrných center
- protiargument: zoologické zahrady a zmiňovaná centra mají malou kapacitu, která by byla brzy naplněna
- návrh řešení: umístění mývalů do soukromých chovů
- protiargument: hrozily by další úniky mývalů do přírody
- návrh řešení: transport mývalů zpět do Severní Ameriky
- protiargument: není to z hlediska vysokých nákladů na přepravu uskutečnitelné

Nakonec by se mělo logicky dojít k tomu, že odchycení mývalové musejí být v rámci ochrany přírody utraceni (případně je hajný může zastřelit přímo na honebním pozemku). A z toho všeho je třeba vyvodit poučení, že nezodpovědné chování a selhání lidského faktoru vedoucí k introdukci invazního druhu má na jedné straně za následek poškození přírody a původních druhů, ale v rámci eradikace také zahubené invazní živočichy (kteří za to vlastně nemohou, není třeba je demonizovat, a se kterými lze z pohledu biocentrismu dokonce soucítit). V rámci diskuze je třeba upozornit i na to, že se většinou nepodaří odchytit všechny jedince přítomné na lokalitě a ti zbylí se opět začnou množit a škodit. Pokud tedy k zavlečení již dojde, těžko se pak vše napravuje. Pedagog proto musí zdůraznit, že chovatel musí za každou cenu zamezit introdukci nepůvodního druhu. Obdobně lze diskutovat i o rostlinných invazích, jen chovatele nahradí zahrádkáři či pěstitelé.

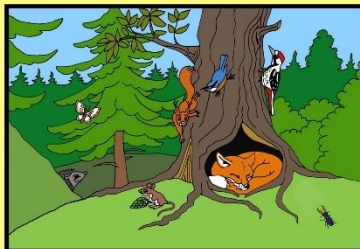
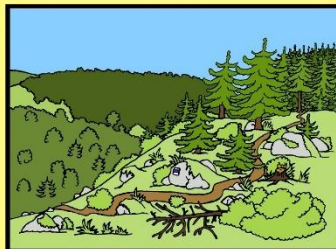


Jak mýval přišel do lesa a co z toho vzešlo

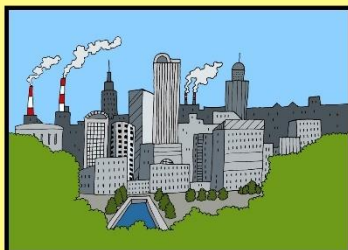


Nakreslil: Jiří Patoka

Napsala: Barbora Patoková
2024



Kdysi, kdesi v nejmenovaném lese někde v české kotlině...
...žila si zvířátka pokojným životem podle zaběhnutých pravidel.



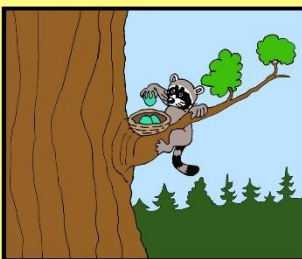
Nedaleko lesa byl zcela opačný svět, plný domů, továren, ruchu a lidí. A Franta. Franta choval kdeco, ale nejvíc pyšný byl na párek mývalů. Oslňoval mývaly spolužáky, hlavně teda spolužačky, a moc dobře věděl, že je široko, daleko jediným chovatelem těchto roztomilých příšerek, jak jim s oblibou říkal. A právě proto si mývaly pečlivě střežil...



Až na ono osudné pondělí, kdy odpadla odpolední výuka a Franta děsně spěchal s kamarády do kina. V tom spěchu zapomněl zamknout klec s mývaly a pelášil směrem ke kinu. Mýval není hloupý, mýval se vyzná. Otevřenými dveřky oba mývalové postupně packu po packe protáhli celé své mývalí tělo a opatrně koukali, jestli je vzduch čistý. Vycítili skvělou příležitost, jak se dostat na svobodu. Jejich kroky postupně zrychlovaly, až se oba mývalové ocitli na silnici za městem. Svoboda byla na dosah. Bylo to něco neuvěřitelného. Vzduch, tráva, stromy. Ptáci kolem zpívali a mývalové propadli obrovské radosti. A hned si jich všimla sýkora modřinka, která působila trochu jako místní zpravodaj a hned roznesla všude kolem, že les má nové obyvatele.



Zanedlouho se začala sbíhat zvířátka, aby si prohlédla nové sousedy a radostně je přivítala. Tak roztomilým sousedům je třeba přinést něco na uvítanou, a tak mývalové měli za malou chvíli celou hromadu dobrot. Noví kamarádi mývalům ukázali starý vykotlaný dub a navrhli, že by se mohl stát mývalím obydlím. Mývalové nadšeně souhlasili a vykotlaný dub hned začali horlivě prolézat, aby se domluvili, jak si svůj příbytek zařídí.



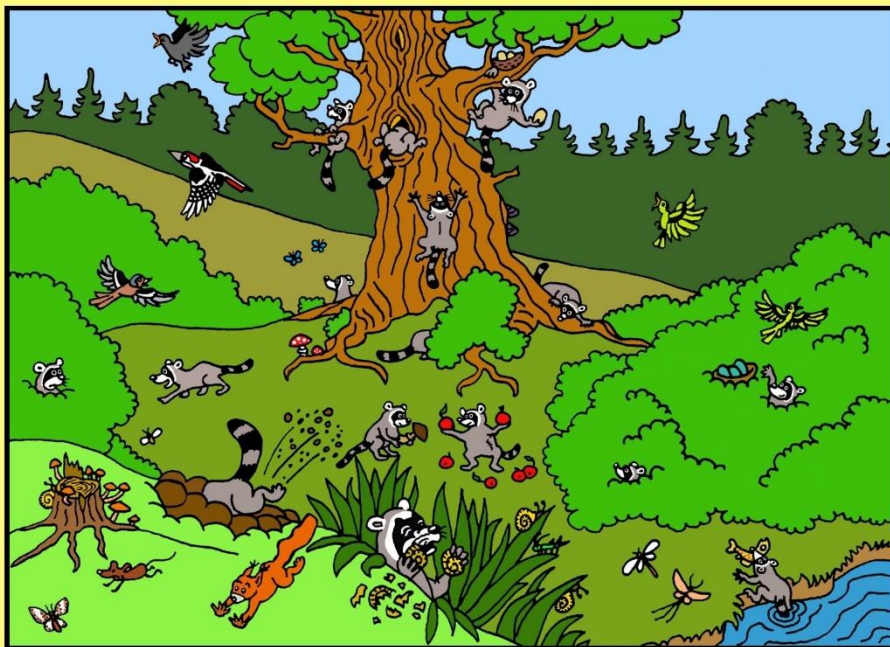
Uběhl nějaký čas a z vykotlaného dubu kromě našich dvou mývalů vykoukla další zvědavá očka. Mývalové se stali rodiči! Kolem dubu se tak prohánělo pět veselých mývalích dětí. Pět dětí je těžké uživit. Mývalové sháněli další a další dobroty k snědku, a nakonec došlo k tomu, že začali vybírat z hnízd ptačí vajíčka, případně již vylíhnutá mláďata. Zatímco mývalové se vesele rozmnožovali, ptáček nepřibyl ani jeden, protože všechna vajíčka snědli mývalové.



Na mývalí jídelní lístek se dostaly také ryby z místního potoka. To byla nevídaná pochoutka! Jídla ale nebylo pořád dost, navíc koho by bavilo jíst jen vajíčka a ryby. Mývalové dostali nápad. Vyberou nory, kde mají sousedé již nashromážděné zásoby. Houby, ovoce a kdejaké lesní plody zcela vyhovovaly mývalímu apetitu. A co to máme tady? Ořechy! Mývalové si dopřávali a chutnalo jim převelice.



Zvířátka začínala být naštvaná. Poskytla mývalům obydlí, pomáhala jim a přivítala je dobrotami, které jim ze svého nezištně poskytla. A jak se jim mývalové odvděčili? Okrádají je teď o jejich zásoby a zdá se, že na zvířátka toho moc nezbyde. Sebrala odvahu a šla mývalům vynadat. A mývalové? Udělali na zvířátka dlouhý nos a vysmáli se jim... Mývalové dál řádili v lese, nezastavili se před ničím a ke všemu ještě začali lovit z potoka raky.



Jídla ubývalo, mývalů ovšem přibývalo. Množili se snad rychlostí světla a pro samé mývaly nebylo kam šlápnout. V lese přestalo být bezpečno a útulno.



Zvířátka toho měla dost. Vydala se k hajnému, všechno mu řekla a prosila ho o pomoc. Někdo přece musí řádění mývalů zamezit. Hajný je mlčky vyslechl a vypadal to, že usilovně přemýšlí. Zvířátka viděla, že hajný zmizel ve spíži a začíná tam něco vkládat do košíku. Ovoce! To snad ne, myslela si zvířátka, která se nejprve domnívala, že hajný se snad rozhodl mývalům ještě přilepšit. Záhy se ale ukázalo, že všechno je jinak. Hajný naložil hromadu potřebných věcí do auta a do lesa sice přijel se zásobou dobrot, ale také s pastmi.



Netrvalo dlouho a mývalové objevili nastražené dobroty. Past byla důmyslná. Mlsný mýval vlezl dovnitř a sešláplne mechanismus, který za ním okamžitě spustí dvířka pasti. Takový mýval má sice dobroty, ale taky smůlu, protože se už nedostane ven.



Všichni mývalové byli postupně pochyťáni. Už nedělali na zvířátka dlouhý nos, ale smutné oči. Hajný pasti i s mývaly naložil do auta a odvezl pryč z lesa. Zvířátka si oddychla. Co vzkázat Frantovi? Že svým nezodpovědným chováním mohl způsobit něco moc špatného. Ne vždycky totiž pomůže hajný a ne všechny takové příběhy mají šťastný konec... A to všechno neplatí jen o mývalech - proto nikdy nevypouštějte žádná chovaná zvířátka do přírody, ani jim neumožněte uprchnout.

4 SLOVNÍK POJMŮ

V tomto terminologickém slovníku, který zahrnuje několik desítek vybraných hesel, jsou obsaženy abecedně řazené základní pojmy týkající se biologických invazí. Ponecháme na úvaze každého vyučujícího, zda tyto pojmy žákům představí a vysvětlí či slovník poslouží k ujasnění si významu zařazených termínů, když se na ně zíváví posluchači sami zeptají.

Adaptace

Přizpůsobení se novému prostředí

Alochtonní

Nepůvodní druh

Antropogenní

Spojen s činností člověka

Areál

Území rozšíření druhu či společenstev

Autochtonní

Vyskytující se ve svém původním areálu, též původní druh

Biocenóza

Společenství organismů obývajících určitý prostor v určitém čase

Biodiverzita

Různorodost života či biologická rozmanitost, je daná množstvím existujících živočišných a rostlinných druhů

Biologická invaze

Lidmi úmyslně či neúmyslně zapříčiněné zavlékání neboli introdukce rostlinných a živočišných druhů mimo jejich původní areály, kde se tyto druhy uchytí, začnou se množit, šířit do okolí a negativně působí na druhy původní i na celý ekosystém

Biotop

Životní prostředí daného druhu

Disturbance

Narušení prostředí

Ekologie

Věda zabývající se vzájemnými vztahy mezi živými organizmy a prostředím. Tento termín vznikl spojením řeckého slova *oikos* (domov) a *logos* (věda), jde tedy o studium „domácího života organismů“. Ekologie nenavrhuje žádná ochranná opatření, to je totiž v kompetenci ochrany životního prostředí. Ekologie je vědeckou disciplínou popisnou, její náplní je pozorování nějakého vztahu či závislosti mezi organizmy a jejich prostředím, analýza tohoto vztahu a jeho správná interpretace. Proto je například označení „ekologický prášek na praní“ nesmyslem. Prášek jistě žádný vztah nepopíše, natož aby ho pochopil. Správně se tedy má uvádět, že výrobek je „šetrný k životnímu prostředí“ či „vhodnější pro životní prostředí“ a ekologie se

nesmí zaměňovat s ochranou životního prostředí, i když se původní striktní definice pojmu v průběhu času poněkud rozvolnila

Ekologická rovnováha

Dlouhodobě relativně stálý stav ekosystému. Ekosystém je ze své rovnováhy neustále vychylován působením vnějších činitelů. Přirozené autoregulační mechanismy ekosystému (vazby mezi jednotlivými organizmy) působí proti těmto změnám, čímž navrácí ekosystém opět do stavu rovnováhy. Jedná se tedy nikoli o pasivní, ale o dynamický stav, jehož součástí jsou i jisté odchylky

Ekosystém

Soustava živých a neživých složek životního prostředí v daném místě a čase

Endemický

Vyskytující se původně a trvale na jednom konkrétním místě, kde se vyvinul, a nikde jinde na světě (pokud nedojde k zavlečení)

Environmentální

Zabývající se životním prostředím; původně byly navrženy i ekvivalenty prostředový a životněprostředový, tyto se ale nevžily

Eradikace

Management, jehož cílem je vymýcení či vyhubení populace daného druhu. Efektivita eradikace často závisí na času zásahu, nové výskyty a malé populace je snazší zlikvidovat než populace vyvinuté

Etablování

Též naturalizace či zdomácnění je proces, kdy se nově zavlečený nepůvodní druh v novém prostředí začne úspěšně rozmnožovat a jeho další přežití a šíření v krajině je nezávislé na činnosti člověka

Expanzní druh

Původní druh, který se kvůli změně životních podmínek začne šířit

Chráněná území

Vybrané části krajiny, které jsou cenné pro své přírodní hodnoty

Invazní druh

Nepůvodní druh, který se mimo svůj původní areál množí, šíří do okolí a negativně ovlivňuje druhy původní i okolní ekosystém

Introdukce

Zavlečení nepůvodního druhu mimo jeho původní areál výskytu

Kosmopolitní

Druh s globálním rozšířením, který se vyskytuje na všech světadílech (zpravidla s výjimkou Antarktidy) či ve všech oceánech

Legislativa

Pojem, kterého se v češtině užívá ve trojím významu: proces přijímání právního předpisu, právní řád jako takový a zákonodárná moc jako systém státních orgánů disponujících pravomocí vydávat a schvalovat zákony, vyhlášky a nařízení

Management

Hospodaření v krajině, ale i termín používaný pro zásahy proti vybraným druhům. Zahrnuje u rostlin jak klasické mechanické přístupy, jako je kosení, kácení, tak i chemické metody, jako je aplikace herbicidů. U živočichů se často jedná o lov, odchyt, kladení pastí, vytrávení apod. Patří sem i cílené vypouštění či vysazování druhů, které mají invazní druh potlačit v rámci tzv. biokontroly.

Migrace

Pravidelné stěhování organismů (např. potravní či reprodukční migrace)

Mitigace

Zmírňování a snížení škodlivosti následků, mimo jiné i biologických invazí

Nepůvodní druh

Též alochtonní druh, který je zavlečen člověkem mimo svůj původní areál výskytu

Nika (ekologická nika)

Soubor podmínek, za kterých daný organizmus žije a množí se na daném místě, přičemž využívá dostupné zdroje a prostor. Jedná se tedy o funkční zařazení daného druhu do prostředí

Nosná kapacita prostředí

Též únosnost prostředí. Vyjadřuje nejvyšší možný počet jedinců daného druhu, kteří se mohou v daném prostředí a v daném čase uživit a přežít. Je negativně ovlivněna výskytem jiného druhu s podobnými nároky na ekologickou niku

Ochrana životního prostředí

Systematická činnost chránící živou i neživou složku přírody

Paradox v ochraně přírody

Též ochranářský paradox; nastává, když se druh ohrožený ve svém původním areálu výskytu stane jinde invazním

Populace

Soubor jedinců téhož druhu vyskytujících se v určitém prostoru a čase

Synantropní druh

Druh vyskytující se a prosperující v blízkosti lidských obydlí

Životní prostředí

Prostředí, ve kterém daný organizmus žije, množí se a využívá ho. Lze jej definovat i jako soubor faktorů nutných k životu



Obr. 115: Dospělá nutrie říční (*Myocastor coypus*) v pražské Rokytce. [JP]

POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY

Hlavním adresátem této certifikované metodiky jsou učitelé přírodopisu a příbuzných předmětů druhého stupně základních škol, nižších ročníků víceletých gymnázií a koordinátoři EVVO. Vybrané materiály je rovněž možné využít v rámci integrované výuky s přesahem do předmětů občanská nauka, zeměpis, český jazyk, matematika, výtvarná výchova apod.

Zájem o metodiku vyjádřilo již v rámci přípravy projektu více než dvacet základních škol a víceletých gymnázií. Dalšími adresáty mohou být pedagogické fakulty připravující v rámci svých studijních programů budoucí učitele, ekocentra a další neziskové či příspěvkové organizace zabývající se vzděláváním dětí, a také instituce zaměřené na ochranu přírody, edukaci a osvětu veřejnosti. Uplatnění této metodiky vychází z výše uvedených cílů a lze jej spatřovat ve čtyřech rovinách:

- metodika je návodem pro učitele, jak sestavit jednotlivé formy environmentální výuky, aby se zvýšilo povědomí žáků o dané problematice;
- metodika přehledně shrnuje aktuální vědecké poznatky, které interpretuje tak, aby je bylo možné předat žákům druhého stupně základních škol a nižších ročníků víceletých gymnázií;
- metodika představuje návodné materiály a aktivity pro realizaci výuky, přičemž tyto náměty jsou rozpracovány v různých úrovních kognitivní náročnosti;
- metodika je doplněna o terminologický slovník nejdůležitějších pojmů týkajících se biologických invazí v širší rovině.

POUŽITÁ LITERATURA

- Albins M.A. & Hixon M.A. (2008) Invasive Indo-Pacific lionfish *Pterois volitans* reduce recruitment of Atlantic coral-reef fishes. *Marine Ecology Progress Series*, 367: 233-238.
- Anderson U.S. et al. (2003) Enhancing the zoo visitor's experience by public animal training and oral interpretation at an otter exhibit. *Environment and Behavior*, 35: 826-841.
- Andreska J. (2009) Didaktický model invazního živočicha - krab říční. *Biologie-Chemie-Zeměpis*, 18: 75-77.
- Bielecka A. et al. (2020) Environmental changes caused by the clonal invasive plant *Solidago canadensis*. *Annales Botanici Fennici*, 57: 33-48.
- Bímová K. et al. (2003) Experimental study of vegetative regeneration in four invasive *Reynoutria* taxa (Polygonaceae). *Plant Ecology*, 166: 1-16.
- Blackburn T.M. et al. (2011) A proposed unified framework for biological invasions. *Trends in Ecology and Evolution*, 26: 333-339.
- Blinkova O. et al. (2023) Invasion of *Parthenocissus quinquefolia* (L.) Planch in the forest-steppe of Ukraine. *Ecological Questions*, 34: 35-44.
- Brooks M.L. et al. (2004) Effects of invasive alien plants on fire regimes. *BioScience* 54: 677-688.
- Cadi A. & Joly P. (2004) Impact of the introduction of the red-eared slider (*Trachemys scripta elegans*) on survival rates of the European pond turtle (*Emys orbicularis*). *Biodiversity and Conservation*, 13: 2511-2518.
- Canonico G.C. et al. (2005) The effects of introduced tilapias on native biodiversity. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 15: 463-483.
- Carr N. & Cohen S. (2011) The public face of zoos: Images of entertainment, education and conservation. *Anthrozoös*, 24: 175-189.
- Cassey P. & Hogg C.J. (2015) Escaping captivity: the biological invasion risk from vertebrate species in zoos. *Biological Conservation*, 181: 18-26.
- Cianfanelli S. et al. (2007) Non-indigenous freshwater mollusks and their distribution in Italy. In: Gherardi F. (ed.) *Biological invaders in inland waters: Profiles, distribution, and threats*. Springer.
- Cingel A. et al. (2016) Extraordinary adaptive plasticity of Colorado potato beetle: Ten-Striped Spearman in the era of biotechnological warfare. *International Journal of Molecular Science*, 17: 1538.

- Conde D.A. et al. (2013) Zoos through the lens of the IUCN Red List: a global metapopulation approach to support conservation breeding programs. *PLoS One*, 8: e80311.
- Craven D. et al. (2017) The unseen invaders: introduced earthworms as drivers of change in plant communities in North American forests (a meta-analysis). *Global Change Biology*, 23: 1065-1074.
- Csiky J. et al. (2023) Checklist of alien vascular plants of Hungary and their invasion biological characteristics. *Acta Botanica Hungarica*, 65: 53-72.
- Černá A. (2018) Jsou organismy invazní, nebo invazivní? *Živa*, 5: 125.
- Dawson W. et al. (2017) Global hotspots and correlates of alien species richness across taxonomic groups. *Nature Ecology and Evolution*, 1: 0186
- Diagne C. et al. (2021) High and rising economic costs of biological invasions worldwide. *Nature*, 592: 571-576.
- Dittel A.I. & Epifanio C.E. (2009) Invasion biology of the Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis*: A brief review. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 374: 79-92.
- Drake J.A. et al. (1989) A global perspective. Wiley & Sons.
- Elton C.S. (1958) The invaders. In *The Ecology of Invasions by Animals and Plants* (pp. 15-32). Springer, USA.
- Enders M. et al. (2020) A conceptual map of invasion biology: integrating hypotheses into a consensus network. *Global Ecology and Biogeography*, 29: 978-991.
- Fàbregas M.C. et al. (2010) The risk of zoological parks as potential pathways for the introduction of non-indigenous species. *Biological invasions*, 12: 3627-3636.
- Feltrop P.D. et al. (2016) Asian carp in the diet of river otters in Illinois. *The American Midland Naturalist*, 176: 298-305.
- Foglar J. (1938) Hoši od Bobří řeky. Melantrich.
- Foxcroft L.C. et al. (2013). Plant invasions in protected areas: patterns, problems and challenges. Springer.
- Franěk M. (2002) Psychosociální faktory ovlivňující úspěšnost environmentální výchovy. *Sisyfos: Zpravodaj ekologické výchovy*, 1: 11-12.
- Franke J. & Telecky T.M. (2001) Reptiles as pets: An examination of the trade in live reptiles in the United States. *The Human Society of the United States*.
- Fritts T.H. (2002) Economic costs of electrical system instability and power outages caused by snakes on the island of Guam. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 49: 93-100.

- Gamalo L.E. et al. (2024) Removal from the wild endangers the once widespread long-tailed macaque. *American Journal of Primatology*, 86: e23547.
- Gethöffe F. & Siebert U. (2020) Current knowledge of the Neozoa, Nutria and Muskrat in Europe and their environmental impacts. *Journal of Wildlife and Biodiversity*, 4: 1-12.
- Gherardi F. (2007) Biological invaders in inland waters: Profiles, distribution, and threats. Springer.
- Gioria M. et al. (2021) Persistent soil seed banks promote naturalisation and invasiveness in flowering plants. *Ecology Letters*, 24: 1655-1667.
- Gippet J.M. et al. (2023) The global risk of infectious disease emergence from giant land snail invasion and pet trade. *Parasites and Vectors*, 16: 363.
- Goldyn B. et al. (2016) Notes on the distribution and invasion potential of *Achatina fulica* Bowdich, 1822 (Gastropoda: Pulmonata: Achatinidae) in Ecuador. *Folia Malacologica*, 24: 85-90.
- Gozlan R.E. et al. (2010) Pan-continental invasion of *Pseudorasbora parva*: towards a better understanding of freshwater fish invasions. *Fish and Fisheries*, 11: 315-340.
- Hadincová V. et al. (2008) Dispersal of invasive *Pinus strobus* in sandstone areas of the Czech Republic. In: Tokarska-Guzik B. et al. (eds.) *Plant invasions: Human perception, ecological impacts and management*. Backhuys Publisher.
- Hammer R.M. et al. (2007) Mitochondrial cytochrome b analysis reveals two invasive lionfish species with strong founder effects in the western Atlantic. *Journal of Fish Biology*, 71: 214-222.
- Hansen A. (2010) *Environment, media and communication*. Taylor and Francis.
- Harrison I.J. et al. (2016) *The Congo River basin*. Springer.
- Haubrock P.J. et al. (2022) Geographic and taxonomic trends of rising biological invasion costs. *Science of the Total Environment*, 817: 152948.
- Heller J. (1995) *Člověk – pastýř stvoření*. Cesta.
- Hettinger N. & Throop B. (1999) Refocusing ecocentrism. *Environmental Ethics*, 21: 3-21.
- Hossain M.S. et al. (2018) Clonal crayfish as biological model: a review on marbled crayfish. *Biologia*, 73, 841-855.
- Hosey G.R. (2005) How does the zoo environment affect the behaviour of captive primates? *Applied Animal Behaviour Science*, 90: 107-129.
- Hulme P.E. et al. (2008) Grasping at the routes of biological invasions: a framework for integrating pathways into policy. *Journal of Applied Ecology*, 45: 403-414.

Hulme P.E. (2009) Trade, transport and trouble: managing invasive species pathways in an era of globalization. *Journal of Applied Ecology*, 46: 10-18.

IPBES (2023) Thematic assessment report on invasive alien species and their control of the intergovernmental science-policy platform on biodiversity and ecosystem services. IPBES secretariat.

Jančaříková K. (2010) Environmentální činnosti v předškolním vzdělávání. Dr. Josef Raabe.

Jančaříková K. (2013) Ekologie čtená podruhé. Univerzita Karlova v Praze.

Jančaříková K. (2019) Didaktické přístupy k přírodovědnému vzdělávání předškolních dětí a mladších žáků. Univerzita Karlova v Praze.

Jančaříková K. (2021) Czech preschool children's conceptions about nature. *Sustainability*, 13: 10962.

Jančaříková K. et al. (2020) Alienation from nature and its impact on primary and pre-primary education. *Pedagogika*, 70: 509-532.

Jančaříková K. et al. (2022) Didaktické zásady v přírodovědném vzdělávání: metodická příručka pro učitele biologie, chemie, fyziky, geografie, informatiky, matematiky a lektory environmentální výchovy. Univerzita Karlova.

Jedlička J. & Prach K. (2006) A comparison of two North-American asters invading in central Europe. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 201: 652-657.

Jerikho R. et al. (2023) Foreign stingers: South American freshwater river stingrays *Potamotrygon* spp. established in Indonesia. *Scientific Reports*, 13: 7255.

Kajgrová L. et al. (2022) Negative effects of undesirable fish on common carp production and overall structure and functioning of fishpond ecosystems. *Aquaculture*, 549: 737811.

Kellert, S.R. (2012) Building for life: Designing and understanding the human-nature connection. Island Press.

Klinger Y.P. et al. (2020) Germination of the invasive legume *Lupinus polyphyllus* depends on cutting date and seed morphology. *NeoBiota*, 60: 79-95.

Kohák E. (2000) Zelená svatozář: kapitoly z ekologické etiky. Sociologické nakladatelství.

Komárek S. (2008) Příroda a kultura. In: Stibral et al. (eds.) Zahrada: Přirozenost a umělost. Dokořán.

Kowarik I. et al. (2021) Between approval and disapproval: Citizens' views on the invasive tree *Ailanthus altissima* and its management. *NeoBiota*, 66: 1-30.

- Krajhanzl J. (2014) Psychologie vztahu k přírodě a životnímu prostředí. Masarykova univerzita.
- Kroufek R. et al. (2020) Výzkum v didaktice biologie, geologie a environmentální výchovy v České republice v letech 2008-2018. *Scientia in Education*, 11: 43-58.
- Lee J.E. & Chown S.L. (2009) Breaching the dispersal barrier to invasion: quantification and management. *Ecological Applications*, 19: 1944-1959.
- Lees A.C. & Bell D.J. (2008) A conservation paradox for the 21st century: the European wild rabbit *Oryctolagus cuniculus*, an invasive alien and an endangered native species. *Mammal Review*, 38: 304-320.
- Liu N. et al. (2012) Invasion of Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*, in China: Dispersal, occurrence, and economic impact. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 143: 207-217.
- Lodge D.M. (1993) Biological invasions: lessons for ecology. *Trends in Ecology and Evolution*, 8: 133-137.
- Lokvenc T. (1978) Toulky krkonošskou minulostí. Kruh.
- Lowe S. et al. (2000) 100 of the world's worst invasive alien species: a selection from the global invasive species database. The Invasive Species Specialist Group.
- Lyko F. (2017) The marbled crayfish (Decapoda: Cambaridae) represents an independent new species. *Zootaxa*, 4363: 544-552.
- Mahen J. (1947) Co mi liška vyprávěla. Družstevní práce.
- Marková J. et al. (2020) Conservation paradox of giant arapaima *Arapaima gigas* (Schinz 1822) (Pisces: Arapaimidae): endangered in its native range in Brazil and invasive in Indonesia. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 421: 47
- Martin F.M. et al. (2020) Clonal growth strategies of *Reynoutria japonica* in response to light, shade, and mowing, and perspectives for management. *NeoBiota*, 56: 89-110.
- Mashifane T.B. & Moyo, N.A.G. (2014) Acute toxicity of selected heavy metals to *Oreochromis mossambicus* fry and fingerlings. *African Journal of Aquatic Science*, 39: 279-285.
- McCoid M.J. (1995) Non-native reptiles and amphibians. In: Laroe E.T. et al. (eds.) Our living resources: A report to the nation on the distribution, abundance, and health of U.S. plants, animals, and ecosystems. National Biological Service.
- Menchetti M. et al. (2023). The invasive ant *Solenopsis invicta* is established in Europe. *Current Biology*, 33: R896-R897.

Müllerová, J. et al. (2005) Aerial photographs as a tool for assessing the regional dynamics of the invasive plant species *Heracleum mantegazzianum*. *Journal of Applied Ecology*, 42: 1042-1053.

Musilová R. et al. (2014) Mýval severní – nebezpečná zavlečená šelma. *Zoo Report*, 1-4.

Mutethya E. & Yongo E. (2021) A comprehensive review of invasion and ecological impacts of introduced common carp (*Cyprinus carpio*) in Lake Naivasha, Kenya. *Lakes and Reservoirs: Research and Management*, 26: e12386.

Naess A. (1994) Ekologie, pospolitost a životní styl: Náčrt ekologie. Abies.

Norberg-Hodge H. (1996) Dávné budoucnosti. Poslední generace.

Novák J. et al. (2020). Modern ornamental aquaculture in Europe: early history of freshwater fish imports. *Reviews in Aquaculture*, 12: 2042-2060.

Odum E.P. (1997) Ecology: a bridge between science and society. Sinauer Associates Incorporated.

Olsén K.H. & Bonow M. (2023) Crucian carp (*Carassius carassius* (L.)), an anonymous fish with great skills. *Ichthyological Research*, 70: 313-331.

Padilla D.K. & Williams S.L. (2004) Beyond ballast water: aquarium and ornamental trades as sources of invasive species in aquatic ecosystems. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2: 131-138.

Parker J.D. et al. (2013) Do invasive species perform better in their new ranges? *Ecology*, 94: 985-994.

Patoka J. et al. (2016) Potential pest transfer mediated by international ornamental plant trade. *Scientific Reports*, 6: 25896.

Patoka J. et al. (2018) Invasive aquatic pets: failed policies increase risks of harmful invasions. *Biodiversity and Conservation*, 27: 3037-3046.

Patoka J. et al. (2020) Two species of illegal South American sailfin catfish of the genus *Pterygoplichthys* well-established in Indonesia. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 421: 28.

Patoka J. & Patoková B. (2021) Hitchhiking exotic clam: *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) transported via the ornamental plant trade. *Diversity*, 13: 410.

Patoková B. et al. (2023) Biologické invaze v environmentální výuce pro první stupeň základních škol. Česká zemědělská univerzita v Praze.

Pattimore D.E. & Wilcove D.S. (2012) Invasive rats and recent colonist birds partially compensate for the loss of endemic New Zealand pollinators. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 279: 1597-1605.

- Pergl J. et al. (2016) Black, Grey and Watch Lists of alien species in the Czech Republic based on environmental impacts and management strategy. *NeoBiota*, 28: 1-37.
- Pergl J. et al. (2020) *Telekia speciosa* (Schreb.) Baumg. in human made environment: spread and persistence, two sides of the same coin. *BiolInvasions Records*, 9: 17-28.
- Pergl J. et al. (2024) Nepůvodní druhy podél pozemních komunikací a jejich management. Botanický ústav AV ČR pro Ředitelství silnic a dálnic.
- Petrickij V.A. (1990) Světlo v pralese: život a dílo Alberta Schweitzera. Albatros.
- Petrusek A. (2018) Symbióza aneb žijeme pospolu. *Živa*, 1: 17-18.
- Phillips T.B. et al. (2021) The role of citizen science in management of invasive avian species: What people think, know, and do. *Journal of Environmental Management*, 280: 111709.
- Pimentel D. et al. (2000) Environmental and economics costs of nonindigenous species in the United States. *BioScience*, 50: 53-65.
- Pipek P. et al. (2020) Lasting the distance: The survival of alien birds shipped to New Zealand in the 19th century. *Ecology and Evolution*, 10: 3944-3953.
- Pitt J.P. et al. (2011) Temporal limits to simulating the future spread pattern of invasive species: *Buddleja davidii* in Europe and New Zealand. *Ecological Modelling*, 222: 1880-1887.
- Pyšek P. (2018) Historie, definice, hypotézy a budoucnost biologických invazí. *Živa*, 66: 210-213.
- Pyšek P. & Richardson D.M. (2007) Traits associated with invasiveness in alien plants: Where do we stand? In: Nentwig W. (ed.), *Biological invasions*, Ecological Studies. Springer.
- Pyšek P. et al. (2008) Návrh české terminologie vztahující se k rostlinným invazím. *Zprávy České Botanické Společnosti*, 23: 219-222.
- Pyšek P. et al. (2015) Naturalization of central European plants in North America: species traits, habitats, propagule pressure, residence time. *Ecology*, 96: 762-774.
- Pyšek P. et al. (2017) Naturalized alien flora of the world: species diversity, taxonomic and phylogenetic patterns, geographic distribution and global hotspots of plant invasion. *Preslia* 89: 203-274.
- Pyšek P. et al. (2018) Small genome separates native and invasive populations in an ecologically important cosmopolitan grass. *Ecology* 99: 79-90.
- Pyšek P. et al. (2020) Scientists' warning on invasive alien species. *Biological Reviews*, 95: 1511-1534.

- Pyšek P. et al. (2022) Catalogue of alien plants of the Czech Republic (3rd edition): species richness, status, distributions, habitats, regional invasion levels, introduction pathways and impacts. *Preslia*, 94: 447-577.
- Pyšková K. (2018) Živočišné invaze a vymírání původních druhů. *Živa*, 66: 246-248.
- Pyšková K. et al. (2016) Golden jackal (*Canis aureus*) in the Czech Republic: the first record of a live animal and its long-term persistence in the colonized habitat. *ZooKeys*, 641: 151-163.
- Reade R.S. & Waran N.K. (1996) The modern zoo: How do people perceive zoo animals? *Applied Animal Behaviour Science*, 47: 109-118.
- Richardson D. M. et al. (2000) Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions*, 6: 93-107.
- Seebens H. et al. (2017) No saturation in the accumulation of alien species worldwide. *Nature Communications*, 8: 14435.
- Soto-Azat C. et al. (2009) Widespread historical presence of *Batrachochytrium dendrobatidis* in African pipid frogs. *Diversity and Distribution*, 16: 126-131.
- Staněk W. (1843) *Přírodopis prostonárodní*. Kronbergr a Řiwnáč.
- Stapp W.B. et al. (1969) The concept of environmental education. *The Journal of Environmental Education*, 1: 30-31.
- Stuart K.C. et al. (2023) Global invasion history and native decline of the common starling: insight through genetics. *Biological Invasions*, 25: 1291-1316.
- Svoboda J. et al. (2017) Hosts and transmission of the crayfish plague pathogen *Aphanomyces astaci*: a review. *Journal of Fish Diseases*, 40: 127-140.
- Svojsík A.B. (2022) Český skaut: Úvodem k nové národní naší instituci. Junák.
- Sweeney C. & Wingler A. (2020) Effect of environmental factors on size and fecundity of field populations of *Impatiens glandulifera*. *Plant Ecology and Diversity*, 13: 413-424.
- Šefrová H. & Laštůvka Z. (2005) Catalogue of alien animal species in the Czech Republic. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 53: 151-170.
- Šmejkal M. et al. (2024) The 50-year history of anglers' record catches of genus *Carassius*: circumstantial evidence of wiping out the native species by invasive conspecific. *NeoBiota*, 92: 111-128.
- Tapkir S. et al. (2022) Invasive gibel carp (*Carassius gibelio*) outperforms threatened native crucian carp (*Carassius carassius*) in growth rate and effectiveness of resource use: Field and experimental evidence. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 32: 1901-1912.

Tapkir S. et al. (2023) Invasive gibel carp use vacant space and utilize lower trophic niche compared to endangered native crucian carp. *Biological Invasions*, 25: 2917-2928.

Veselkin, D. V. et al. (2021) High canopy cover of invasive *Acer negundo* L. affects ground vegetation taxonomic richness. *Scientific Reports* 11: 20758.

Vidotto F. et al. (2013) Allelopathic effects of *Ambrosia artemisiifolia* L. in the invasive process. *Crop Protection*, 54: 161-167.

Vilà M. & Hulme P.E. (2017) *Impact of biological invasions on ecosystem services*. Springer.

Vítková M. et al. (2017) Black locust (*Robinia pseudoacacia*) beloved and despised: A story of an invasive tree in Central Europe. *Forest Ecology and Management*, 384: 287-302.

Watson J.B. & Rayner R. (1920) Conditioned emotional reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 3: 1-14.

Weiperth A. et al. (2020) Hungary: a European hotspot of non-native crayfish biodiversity. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 421: 43.

Williamson I. (1999) Competition between the larvae of the introduced cane toad *Bufo marinus* (Anura: Bufonidae) and native anurans from the Darling Downs area of southern Queensland. *Australian Journal of Ecology*, 24: 636-64.

Xiong W. et al. (2021) Distribution and impacts of invasive parrot's feather (*Myriophyllum aquaticum*) in China. *BioInvasions Records*, 10: 796-804.

Yang Q. et al. (2021) The global loss of floristic uniqueness. *Nature Communications*, 12: 7290.

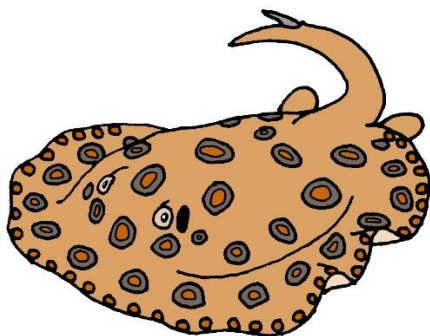
Zeyer A. & Kägi S. (2010) Colorful nature and grey misery: Science and technology in an environmental context as analyzed in pictures made by 11- to 13-year-old Swiss students. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 10: 40-60.



O AUTORECH

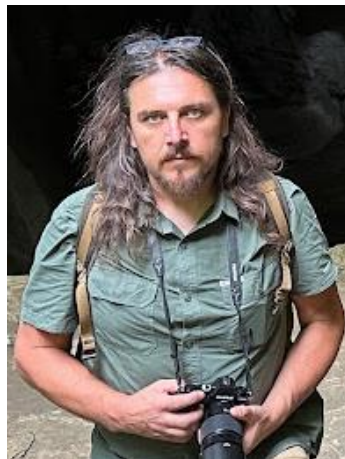
Mgr. Barbora Patoková (*1974)

Vystudovala pedagogickou fakultu Západočeské univerzity v Plzni a působí jako prvostupňová učitelka na základní škole sv. Voršily v Praze. Mimo svou kmenovou třídu se věnuje i skupinovému programu zaměřenému na žáky s mimořádným nadáním. Je metodikem pro vzdělávací oblast Člověk a jeho svět. V současné době je doktorandkou na Univerzitě Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem, kde studuje program Didaktika primárního přírodovědného vzdělávání. V disertační práci se věnuje problematice výuky o biologických invazích na prvním stupni základních škol. V této souvislosti v roce 2023 absolvovala stáž v Indonésii. Spoluautorsky se podílela na jedné vědecké publikaci a je členkou České pedagogické společnosti.



doc. Ing. Jiří Patoka, Ph.D., DiS. (*1978)

Docent na katedře zoologie a rybářství, FAPPZ, České zemědělské univerzity v Praze a na katedře preprimárního a primárního vzdělávání, Pedagogické fakulty Univerzity Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem. Mimo jiné garantuje a vyučuje předměty akvaristika, produkční akvaristika a vědecké psaní. Od roku 2022 přednáší o biologických invazích jako hostující lektor



a tutor na Indonesia Open University v Jižním Tangerangu na Jávě. Autor více jak devadesáti vědeckých článků, knih a kapitol v odborných knihách. Zajímá se o chov, biologii, etologii a taxonomii sladkovodních korýšů a ryb a na kontě má několik vědeckých popisů nových druhů raků a jednoho jeskynního švába. V souvislosti s mezinárodním obchodem s akvariijními organizmy studuje i invazní druhy. Věnuje se i popularizaci vědy a osvětě, píše chovatelské příručky a metodiky a spolu s kolegy vytvořil české názvosloví infrařádu rakotvárných. V roce 2015 obdržel za disertační práci cenu prof. Stoklasy. Spolupracuje s devíti indonéskými univerzitami a v roce 2017 vedl českou expedici zaměřenou na raky na Novou Guineu, jejímž výsledkem byl objev a popis prvního jeskynního raka na jižní zemské polokouli. Aktivně se zasazuje o ochranu přírody v Indonésii. Je členem České společnosti pro ekologii, The Crustacean Society, The International Association of Astacology, zakládajícím členem výzkumných skupin The Indonesian Centre for Research on Bioinvasions, The Indonesian Crayfish Research Group a neziskové organizace zaměřené na ochranu ohrožené endemické vodní fauny na indonéském ostrově Sulawesi (dříve Celebes) – The Sulawesi Keepers (sulawesikeepers.org).

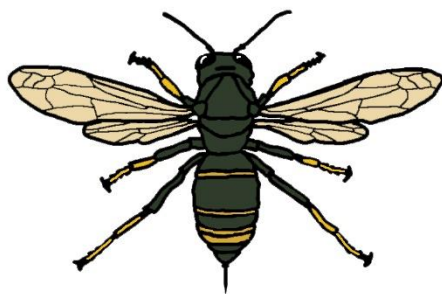
doc. Ing. Kateřina Berchová Bímová, Ph.D.
(*1974)

Docentka na Fakultě životního prostředí České zemědělské univerzity v Praze, kde je garantem oboru Krajinářství a věnuje se studentům oborů ochrany životního prostředí a státní správy. Dlouhodobě se zabývá biologickými invazemi, vlivem lidské činnosti na ekosystémy a přírodní prostředí a ochranou přírody. Věnuje se zejména ekologii rostlin, se kterými dělá experimenty zaměřené na jejich specifické vlastnosti, přežívání ve stresových podmínkách či schopnosti šíření. Zabývá se i likvidací invazních druhů rostlin a vhodným přístupem k jejich managementu.



RNDr. Tomáš Görner Ph.D. (* 1981)

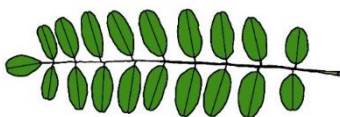
Vystudoval obor ochrana životního prostředí na Přírodovědecké fakultě UK v Praze, na též ústavu pak absolvoval doktorské studium v oboru aplikovaná a krajinná ekologie. Souběžně s tím vystudoval na PŘF UK obor učitelství chemie a biologie pro střední školy. Deset let vyučoval tyto předměty na gymnáziu v Klatovech a v Praze a na část úvazku pracoval jako krajinný ekolog na Agentuře ochrany přírody a krajiny ČR v Praze. Na oddělení obecné ochrany přírody řešil nejprve problematiku územních systémů ekologické stability, krajinného rázu a obecné ochrany dřevin, postupně ale veškerou agendu zaplnily invazní druhy. Nyní je na AOPK ČR vedoucím Oddělení speciálních agend druhové ochrany a hlavní pracovní náplní je osvětová, vzdělávací a metodická činnost v oblasti invazních druhů rostlin i živočichů. V zimním semestru také vyučuje na PŘF UK předmět rozhodovací procesy v ochraně přírody zaměřený na praktické ukázky práva životního prostředí.



doc. PhDr. Kateřina Jančaříková, Ph.D.
(*1970)

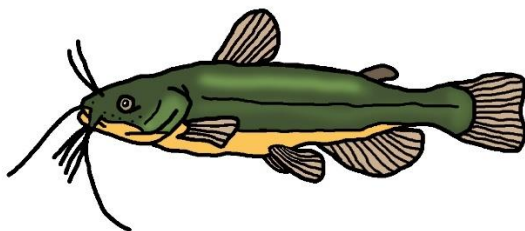


Pracuje jako vedoucí Centra podpory přírodovědného vzdělávání na katedře biologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem a jako docent na katedře biologie a ekologie na Fakultě přírodovědně-humanitní a pedagogické Technické univerzity v Liberci. Pravidelně publikuje v odborných časopisech, působí v redakčních radách časopisů *Envigogika* a *Mathematics*, je řešitelkou projektů a posuzuje projektové žádosti v rámci GAUK, TAČR a VaVai. Aktivně se podílí také na tvorbě vzdělávacích politik (např. jako jeden z autorů Kompetenčního rámce absolventa a absolventky učitelství). Je členem pracovní skupiny pro EVVO při Ministerstvu životního prostředí, podílela se na přípravě Státního programu EVVO a environmentálního poradenství na léta 2016-2025 a státního programu EVVO a environmentálního poradenství na léta 2015-2016. Byla členem poradní skupiny Akčního plánu Strategie vzdělávání pro udržitelný rozvoj České republiky. Je členem Poradní skupiny EVVO Magistrátu hl. m. Prahy. Podílela se na tvorbě koncepce metodické podpory pro Environmentální výchovu jako průřezové téma pro základní a gymnaziální vzdělávání. Pomáhala sestavit doporučené očekávané výstupy průřezového tématu Environmentální výchova pro základní školy a pro gymnázia.



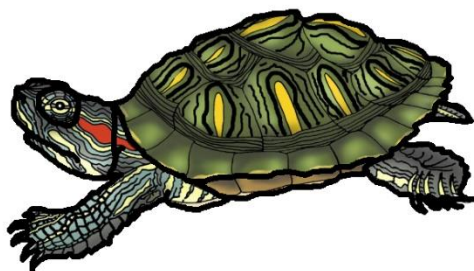
prof. Ing. Lukáš Kalous, Ph.D. (*1974)

Profesor na katedře zoologie a rybářství, FAPPZ, České zemědělské univerzity v Praze. Vystudoval zemědělství na ČZU v Praze, kde se profiloval v oblasti rybářství a péče o vodní ekosystémy. Doktorský titul získal rovněž na ČZU v Praze v úzké spolupráci s Ústavem živočišné fyziologie a genetiky, AVČR v Liběchově. Jeho školitelem specialistou byl prof. Ing. Petr Ráb, DrSc., dr. h. c. V rámci svého doktorského studia absolvoval několik studijních pobytů v Izraeli na Hebrejské univerzitě v Jeruzalémě, v Portugalsku na Lisabonské univerzitě a ve Španělsku v Národním přírodovědném muzeu v Madridu. Zabývá se mnohostranným vztahem mezi rybami a lidmi zahrnujícím rybolov, akvakulturu, rekreační rybářství i akvaristiku. Ve své vědecké práci se snaží odhalit komplexní vztahy mezi introdukcemi vodních organismů a různými aspekty v lidmi řízeném či ovlivňovaném prostředí. Jeho výzkum je zaměřený i na poznání biodiverzity a pochopení hrozeb, kterým ryby v ovlivněných ekosystémech čelí. Součástí jeho práce je i pochopení lidských potřeb a přání pro vypracování účinných strategií ochrany ryb a vodní bioty nejen v České republice.



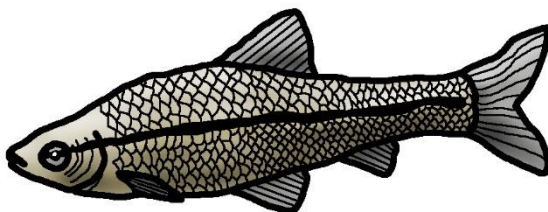
doc. Mgr. Oldřich Kopecký, Ph.D. (*1982)

Je docentem na katedře biologie a ekologie na Fakultě přírodovědně-humanitní a pedagogické Technické univerzity v Liberci. Po maturitě na gymnáziu v Letohradě nastoupil na obor Ochrana a tvorba životního prostředí při UP Olomouc. Po absolvování zde získal bakalářský a magisterský titul. Poté ve studiích pokračoval na ČZU v Praze, konkrétně doktorským stupněm studia oboru Ekologie. Při studiu souběžně pracoval v Oddělení pro Evropskou spolupráci při AOPK ČR, které později vedl. Zde bylo jeho hlavní náplní zavádění soustavy chráněných území Natura 2000. Jeho prvotním zájmem je behaviorální ekologie ocasatých obojživelníků. Tuto specializaci později rozšířil o studium biologických invazí, a to zejména pomocí predikčních modelů. Habilitoval prací zaměřenou na invazní potenciál zájmově chovaných vodních živočichů. Je autorem nebo spoluautorem více než 100 odborných i popularizačních článků. Vědu pravidelně přibližuje žákům základních a středních škol v rámci své přednáškové činnosti (BioAdventure s. r. o.).



Mgr. Vladimír Kořen (*1973)

Dlouholetý televizní moderátor a známý popularizátor vědy. V České televizi působí takřka třicet let a moderuje kupříkladu oblíbenou populárně naučnou show Zázraky přírody, která patří v České televizi už 15 let k hlavnímu sobotnímu programu se sledovaností kolem milionu diváků. Má za sebou také projekty Kapka vody, Živé srdce Evropy nebo Planeta Věda. Patnáct let byl součástí zpravodajství ČT. Za svou televizní práci získal cenu Česká hlava a čestnou medaili Vojtěcha Náprstka Akademie Věd ČR. V období 2010 až 2020 byl také úspěšným starostou města Říčany. Během řízení města se dostal mezi 100 nejvýraznějších inovátorů střední a východní Evropy. Je členem správní rady Nadace partnerství, přičemž je tváří soutěže Strom roku. Nyní je učitelem přírodopisu a fyziky na 3. ZŠ u Říčanského lesa, kde spolu se žáky zachraňuje ohrožené druhy ryb.



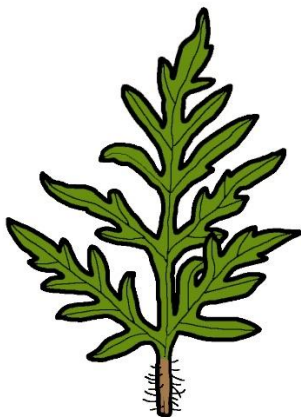
Ing. Karel Novák, Ph.D. (*1992)

Vystudoval obor aplikovaná zoologie a souběžně studium učitelství odborných předmětů na České zemědělské univerzitě v Praze. Na katedře etologie a zájmových chovů téže univerzity se zabýval výzkumem fyziologie psa domácího a hravého chování potkana, jeho dalšími vědecko-výzkumnými zájmy jsou ekologie plazů a problematika domestikace zvířat. Během roku 2023 byl pracovníkem publikačního oddělení Zoo Praha, kde dříve čtyři roky působil jako průvodce a lektor vzdělávacích programů. V současné době působí na pozici středoškolského pedagoga pro předměty biologie a ekologie. Je členem České a Slovenské etologické společnosti. Spolu s manželkou Lucií se podílí na vedení malé rodinné farmy zaměřené na volný chov drůbeže v Horce nedaleko Libochovic.



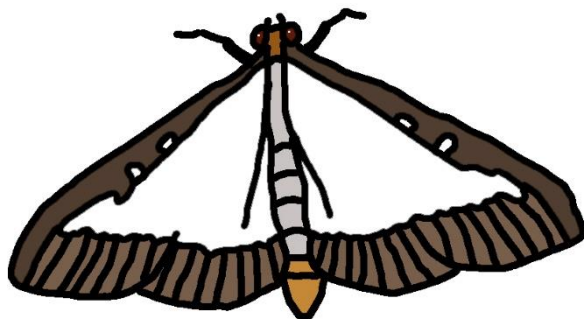
Ing. Jan Pergl, Ph.D. (*1977)

Výzkumný pracovník Botanického ústavu AV ČR v Průhonících. Zabývá se zejména výzkumem v oboru rostlinných invazí s přesahem do managementu a aplikační sféry. Kromě zájmu o některé vyhlášené invazní druhy studuje i obecné aspekty biologických invazí, vliv na společenstva a celé ekosystémy, a nejen v oblasti ČR, ale i v globálním měřítku. Spolupracoval na některých významných evropských projektech, je a byl řešitel národních projektů a spolupracuje například s mezinárodními institucemi a organizacemi na přenosu znalostí do praxe. V současné době se věnuje tématům, jako je dynamika invazí na požářišti v Národním parku České Švýcarsko, invaze v chladných ekosystémech, role okrasného zahradnictví v invazní ekologii či srovnání vlivu původních a nepůvodních rostlin.



Mgr. Lenka Saska (*1979)

Vystudovala Pedagogickou fakultu Univerzity Karlovy. Od roku 1997 působila na školách různých typů (1. stupeň ZŠ, přírodopis, zeměpis a výchova ke zdraví na 2. stupni ZŠ, biologie na gymnáziu a multikulturní výchova na Pedagogické fakultě UK). Nyní vyučuje patnáctým rokem biologii, výchovu k občanství, seminář Vztahy v přírodě a seminář Somatologie a základy medicíny na Gymnáziu prof. Jana Patočky na Praze 1. Vede také Badatelský kroužek a je provázejícím fakultním učitelem.



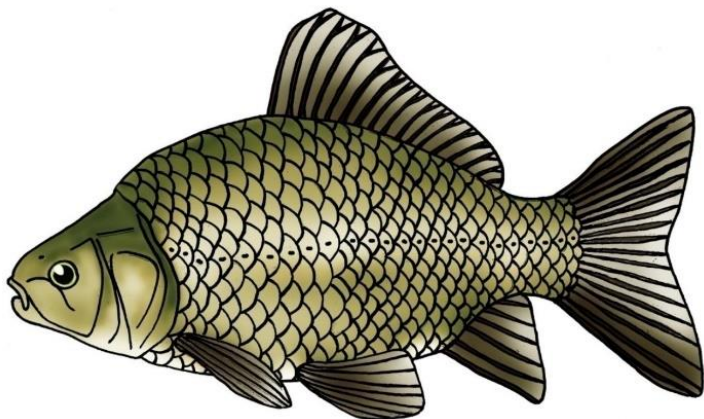
RNDr. Jiří Skuhrovec, Ph.D. (*1980)

Vystudoval Přírodovědeckou fakultu na UK. Od roku 2007 pracuje ve Výzkumném ústavu rostlinné výroby v týmu Funkce diverzity bezobratlých a rostlin v agroekosystémech (Funkční biodiverzita). Autor více jak sto dvaceti vědeckých článků, knih a kapitol v odborných knihách. Počátky vědecké kariéry jsou spojeny s taxonomií nosatcovitých brouků, včetně popisu nových druhů. V roce 2006 zorganizoval s kolegy mezinárodní konferenci IBM (Immature Beetles Meeting), která se detailně věnuje morfologii, biologii a ekologii nedospělých stadií brouků. Konference se dosud pořádá v Praze každý lichý rok. Časem se výzkumná aktivita zaměřila více na studium biologie a ekologie herbivorů, ekosystémové služby a možnosti jejich využití v zemědělské praxi. V rámci tohoto velmi širokého tématu se zabývá zejména interakcí mezi hmyzem a rostlinou, ale také využitím biologické kontroly v boji proti škůdcům nebo i predací semen. Tyto komplexní studie vždy zahrnují i studium biologie a ekologie cílových škůdců nebo jejich přirozených nepřátel, zejména slunéčkovitých brouků a jejich parazitoidů. Během studií slunéčkovitých brouků se aktivita zaměřila i na invazní druhy bezobratlých živočichů a jejich vliv na původní ekologické vztahy v krajině. V roce 2019 založil platformu NAJDI.JE, která se snaží zapojit širokou veřejnost do sledování šíření invazních druhů bezobratlých živočichů v ČR. Široká veřejnost tak pomáhá k pochopení mechanismu šíření invazních druhů a jejich vlivu na společenstva, k ochraně biodiverzity, tvorbě legislativy a řešení vážných problémů spojených s invazními druhy. Věnuje se popularizaci problematiky v odborných časopisech, v sociálních médiích, a příležitostně také v rozhlase a televizi.



RNDr. Marek Šmejkal, Ph.D. (*1988)

Vědecký pracovník v Biologickém centru AV ČR v Českých Budějovicích. Je autorem či spoluautorem více jak 68 vědeckých článků v impaktovaných časopisech. Jeho hlavním zájmem je ekologie a ochrana ryb se specializací na behaviorální ekologii a dopad invazních druhů ryb na původní ichtyofaunu. Vědecké výsledky často popularizuje pro veřejnost a školní prostředí. Je hlavním autorem projektu občanské vědy „Zachraň karase“, který je zaměřen na mapování a ochranu refugií ohroženého původního karase obecného (*Carassius carassius*) v ČR. Vede či vedl závěrečné práce řady studentů bakalářského, magisterského a doktorského programu.



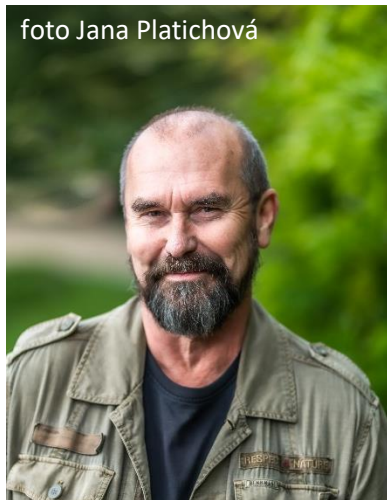
Ing. Barbora Vodáková, Ph.D. (*1993)

Vystudovala doktorský obor aplikovaná zoologie na České zemědělské univerzitě v Praze. Během doktorského studia na katedře zoologie a rybářství se zaměřila na výzkum velkých mlžů, a to včetně jednoho z významných invazních druhů - škeblice asijské. Zejména se zaměřila na vývojový cyklus velkých mlžů, jejich larvální stadium a vlivy různých faktorů na úspěšnost vývoje larev do dospělosti. Souběžně s tímto studiem nastoupila na vyšší odbornou školu Orange Factory, kde v současnosti studuje obor gamedesign. Zde se věnuje zejména tvorbě deskových her – od návrhu pravidel až k finálnímu grafickému zpracování projektu. Oba studované obory propojuje v tvorbě naučných ilustrací a edukativních deskových her. Popularizaci zoologie se věnuje i ve volném čase přednášením na kulturních festivalech.



prof. RNDr. Petr Pyšek, CSc. (*1958)

foto Jana Platichová



Vystudoval geobotaniku na Přírodovědecké fakultě UK v Praze. Od roku 1996 do současnosti působí v Botanickém ústavu Akademie věd ČR v Průhonících, kde roku 2005 založil Oddělení ekologie invazí; o rok dříve začal působit i na katedře ekologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy. Publikoval přes 500 článků věnovaných nejrůznějším aspektům biologických invazí, které byly v odborné literatuře citovány téměř stotisíckrát; řada z nich vyšla v nejprestižnějších světových časopisech. Zaměřuje se především na rostlinné invaze, jejich makroekologické zákonitosti, význam stanovišť v rostlinných invazích, formalizaci invazního procesu, faktory určující invaznost druhů a invazibilitu společenstev a kvantitativní hodnocení důsledků invazí. Patří mezi nejcitovanější vědce v Česku napříč všemi obory a podle databáze Web of Science/Clarivate Analytics je od roku 2014 každoročně zařazován mezi jedno procento nejcitovanějších vědců světa v oboru ekologie a environmentálních věd. Je jednou z vůdčích světových osobností současného výzkumu biologických invazí, spolupracuje s řadou pracovišť po celém světě; v posledních letech se věnuje terénnímu výzkumu biodiverzity africké savany v Krugerově národním parku. Od roku 1999 zastává funkci vedoucího redaktora botanického časopisu *Preslia*, který má dlouhodobě ze všech u nás vydávaných časopisů nejvyšší impaktní faktor. Získal mimo jiné cenu *Praemium Academie* (2010), cenu Roberta Whittakera od Americké ekologické společnosti (2017), cenu *Neuron* za významný vědecký objev (2018), cenu Alfreda Russela Wallace od Mezinárodní biogeografické společnosti (2021) a Národní cenu vlády ČR Česká hlava (2022). Je členem Učené společnosti ČR a čestným členem České botanické společnosti.

Poznámky:

Název: Biologické invaze v environmentální výuce pro druhý stupeň základních škol a nižší stupeň víceletých gymnázií

Autoři: Barbora Patoková a kol.

Vydavatel: Česká zemědělská univerzita v Praze

Adresa vydavatele: Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 129,
165 00 Praha – Suchbátka

Tiskárna: H. R. G. spol. s r. o., Svitavská 1203, 570 01 Litomyšl

Druhý díl série, vydání první

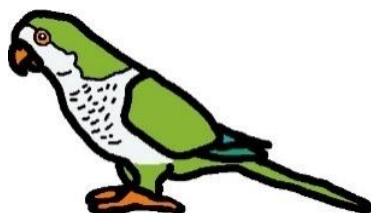
Rok vydání: 2024

ISBN (tištěná verze): 978-80-213-3431-1

ISBN (elektronická verze): 978-80-213-3432-8

Metodika byla schválena Ministerstvem životního prostředí ČR

Ke stažení na: invaznidruhy.nature.cz



CERTIFIKOVANÁ METODIKA



BIOLOGICKÉ INVAZE

**V ENVIRONMENTÁLNÍ VÝUCE
PRO PRVNÍ STUPEŇ ZÁKLADNÍCH ŠKOL**



Patoková a kol. 2023

První díl metodiky je ke stažení též na invaznidruhy.nature.cz.

