CERTIFIKOVANÁ METODIKA

BIOLOGICKÉ INVAZE

V ENVIRONMENTÁLNÍ VÝUCE PRO PRVNÍ STUPEŇ ZÁKLADNÍCH ŠKOL

Patoková a kol. 2023

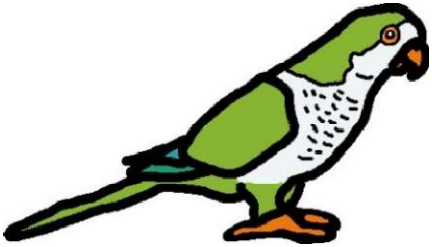
Vzdělávací program pod záštitou Ministerstva životního prostředí ČR

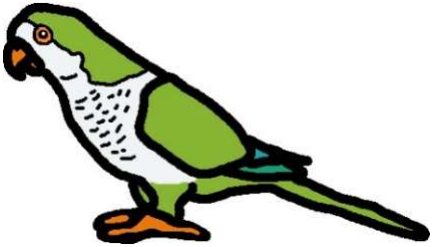
Metodika vznikla v rámci řešení projektu DivLand – – Centrum pro krajinu a biodiverzitu (SS02030018).

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.ta cr.cz www.mzp.cz





Vydala Česká zemědělská univerzita v Praze ve svém nakladatelství

ISBN (tištěná verze): 978-80-213-3337-6

ISBN (elektronická verze): 978-80-213-3338-3

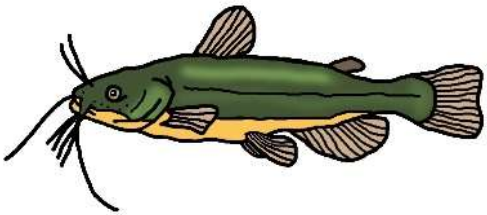
Biologické invaze v environmentální výuce pro první stupeň základních škol

Certifikovaná metodika

Mgr. Barbora Patoková[1]
doc. Ing. Jiří Patoka, Ph.D., DiS.[2]
doc. PhDr. Kateřina Jančaříková, Ph.D.[3,4]
doc. Mgr. Oldřich Kopecký, Ph.D.[2]
Ing. Karel Novák, Ph.D.[5]
prof. Ing. Lukáš Kalous, Ph.D.[2]

[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 biologie a environmentálních studií, Pedagogická fakulta, Univerzita Karlova
[4] Centrum podpory přírodovědného vzdělávání & katedra biologie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Jana Evangelisty Purkyně
[5] Katedra etologie a zájmových chovů, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Česká zemědělská univerzita v Praze

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



Vydavatel: Česká zemědělská univerzita v Praze
Adresa vydavatele: ČZU v Praze, Kamýcká 129, 165 00 Praha – Suchdol
Tiskárna: H. R. G. spol. s r. o., Svitavská 1203, 570 01 Litomyšl
První díl série, vydání první
Rok vydání: 2023
Počet stran: 130
Náklad: 300 ks

Metodika byla schválena Ministerstvem životního prostředí ČR pod číslem jednacím: **MZP/2023/630/2893**.

Ministerstvo životního prostředí

Autoři fotografií jsou uvedeni za popiskem zkratkou v hranaté závorce: Mgr. Barbora Patoková [BP], doc. Ing. Jiří Patoka, Ph.D., DiS. [JP], Ing. Jan Pergl, Ph.D. [JPe], doc. PhDr. Kateřina Jančaříková, Ph.D. [KJ], Ing. Miloslav Petrtýl, Ph.D. [MP], doc. Mgr. Oldřich Kopecký, Ph.D. [OK]
Ilustrace: doc. Ing. Jiří Patoka, Ph.D.
Jazyková korektura: Mgr. Barbora Patoková

Odborně lektorovali: RNDr. Jindřich Novák, Ph.D. (Česká inspekce životního prostředí) a Mgr. Miloslava Mrázová (ZŠ Velvary)

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

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.

Fotografie na následující straně (obr. 1 a 2) ukazují příklady dvou invazních rostlin plovoucích na hladině (tokozelka a babelka). Tyto tzv. pleustofytní rostliny mohou hladinu zcela zarůst, zabránit přístupu dalších vodních rostlin ke světlu a významně omezit výměnu plynů mezi vzduchem a vodou, což má velice negativní dopady na celé původní společenstvo vodních organizmů.

Obr. 1: *Jihoamerická tokozelka nadmutá neboli vodní hyacint (*Pontederia crassipes*) je úspěšnou tropickou invazní rostlinou, která může na vodní hladině zcela dominovat (ostrov Lombok, Indonésie).* [JP]

Obr. 2: *Invazní babelka řezanovitá (*Pistia stratiotes*) zavlečená do Slovinska zarůstá vodní hladinu termální tůně Topla u řeky Sáva poblíž obce Čatež.* [JP]

OBSAH

1. ÚVOD 10

1.1 Globalizace a přesuny druhů 12

1.2 Co se děje v ekosystému, do kterého se dostal nový druh? 14

1.3 Biologické invaze 16

1.4 Původní, nepůvodní, introdukované a invazní druhy 20

1.5 Vztahy mezi organizmy 27

1.6 Zvláštní schopnosti invazních druhů 29

2. FORMÁLNÍ ČÁST 32

2.1 Environmentální výchova 32

2.1.1 Environmentální výchova v ČR 35

2.1.2 Výuka zaměřená na biologické invaze 37

2.1.3 Výuka zaměřená na biologické invaze v ČR 40

2.1.4 Didaktické zásady ve výuce zaměřené na biologické invaze 43

2.1.5 Role zoologických zahrad a chovatelských zařízení a ekocenter v environmentální výchově 46

2.2 Legislativa zaměřená na biologické invaze 52

2.3 Komentované příklady biologických invazí 56

2.3.1 Invazní živočichové 56

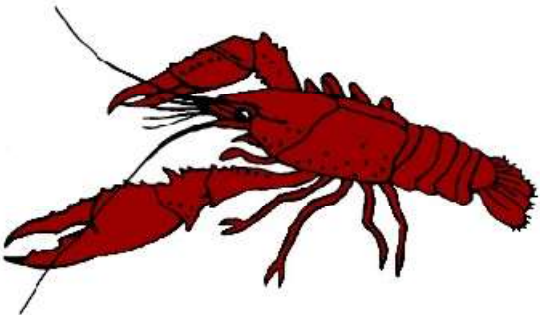
2.3.2 Invazní rostliny 66

3. PROCESUÁLNÍ ČÁST 76

3.1 Propojení metodiky s rámcovým vzdělávacím programem 76

3.2 Doporučený rozsah výuky pro první období 78

3.3 Doporučený rozsah výuky pro druhé období 79
3.4 Hry a aktivity 80
3.4.1 Nevítaní vetřelci 80
3.4.2 Pěstitelský pokus 85
3.4.3 Vycházka za invazními stromy 87
3.5 Pracovní listy a úkoly 88
3.6 Plakáty a letáky 102
4. SLOVNÍK POJMŮ 109
POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY 115
SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE 116
POUŽITÁ LITERATURA 117



Cíl metodiky

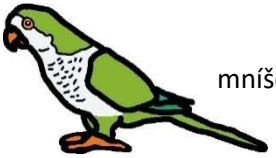
Hlavním cílem této metodiky je ucelené představení tématu biologických invazí, které jsou v dnešním globalizovaném světě celosvětovou hrozbou pro biodiverzitu. Cílovou skupinou jsou pedagogové pro první stupeň základních škol.

Metodika by měla sloužit jako teoretický základ pro rozšíření vzdělávací oblasti Člověk a jeho svět a příbuzných předmětů na prvním stupni základních škol 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.

Doprovodné ilustrace použité v metodice:

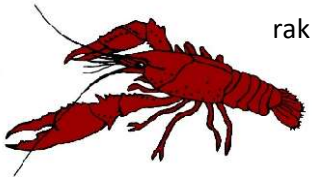
mandelinka bramborová

norek americký

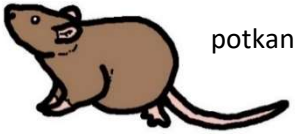


mníšek šedý

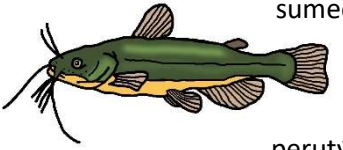
plzák španělský



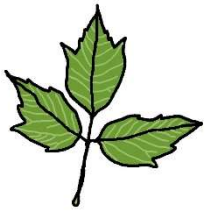
rak červený



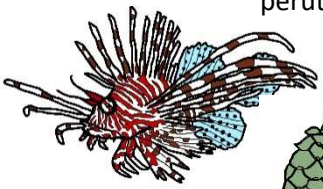
potkan obecný



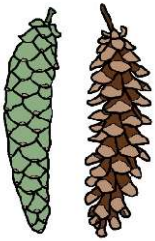
sumeček černý



javor jasanolistý



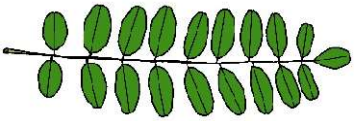
perutýn ohnivý



šišky borovice vejmutovky

křídlatka japonská

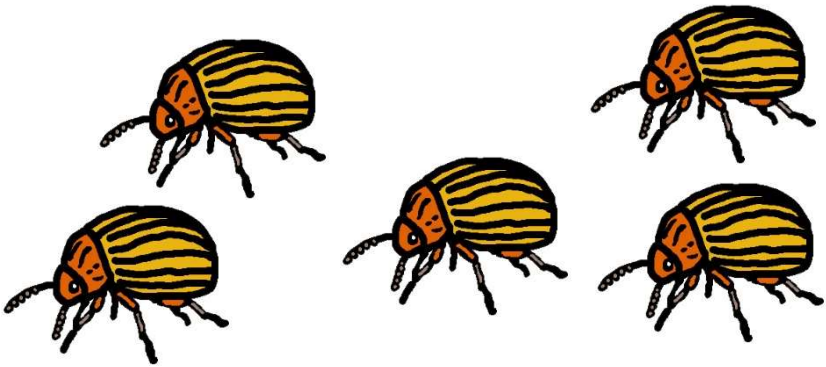
pajasan žláznatý



trnovník akát

1. ÚVOD

Biologické invaze, tedy zavlečení, uchycení a šíření nepůvodních živočišných i rostlinných organizmů spojené s rozsáhlými environmentálními i socioekonomickými škodami, patří mezi celosvětově hojně diskutovaná témata. Bohužel, ne vždy jsou předkládána správná fakta a argumenty, snadno se pak vyvozují mylné závěry, na základě kterých se hledají jednoduchá řešení, jež mohou situaci paradoxně ještě zhoršit. Je třeba si uvědomit, že zdaleka ne každý nepůvodní druh je invazní. U některých nepůvodních druhů může společenský či dokonce komerční zájem převážit nad bazální ochranou přírody, i když jde často o velice kontroverzní záležitost (jako např. u pěstování palmy olejné, viz obr. 3 a 4). Nemá tedy smysl slepě zakazovat a legislativně omezovat využívání všech nepůvodních druhů. Na druhé straně pak stojí ty druhy, které jsou prokazatelně vysoce rizikové a při zavlečení na nová území se budou chovat invazně se všemi negativními důsledky pro přírodu i pro člověka samotného. Tyto druhy musí být regulovány.



Obr. 3 a 4: *S pěstováním arekovité palmy olejné (*Elaeis guineensis*) je spojena devastace tropických deštných lesů a ztráta biodiverzity. Je jedním z příkladů, kdy komerční zájem týkající se jednoho druhu převažuje nad ochranou životního prostředí. Nahoře je plantáž se vzrostlými palmami na Jávě, dole je plodenství obsahující až několik set červenooranžových plodů.* [JP]

Naštěstí v dnešní době umíme s vysokou mírou jistoty označit v daném místě určité druhy za nebezpečné. Tyto druhy identifikované jako invazní je třeba regulovat a co nejpřísněji potlačovat, pokud se již na novém území vyskytují, a pokud ještě ne, můžeme preventivně zabránit jejich zavlečení či se o to alespoň pokusit. Tímto citlivým postupem se v ideálním případě dosáhne toho, že se výrazně sníží riziko biologických invazí na straně jedné, ovšem nebudou se zbytečně omezovat produkční a zájmové chovy, pěstování a další způsoby využití cenných a zároveň prokazatelně málo nebezpečných druhů na straně druhé. Pro nalezení společných postojů je potřeba rozvíjet komunikaci s veřejností i dalšími zainteresovanými stranami (výzkumníci, učitelé, chovatelé, zemědělci, obchodníci, ochranáři, aj.). Jedině tak dochází k názorové shodě a vznikají společné návrhy řešení dané situace. Takto pojatý management biologických invazí je tedy přijatelný napříč celou společností, což je zcela zásadní krok k udržitelnému využívání přírodních zdrojů a ochraně biodiverzity.

1.1 Globalizace a přesuny druhů

Možnost rychlého přesunu lidí, zavazadel, zboží, např. lodní nebo leteckou dopravou mezi kontinenty (globalizace) s sebou přináší nejen pozitiva, ale, jak dnes již dobře víme, také negativa. Jedním z nich je narušování rovnováhy ekosystémů převezenými či zavlečenými druhy, kterého jsme ve větší míře svědky přibližně posledních 250 let. Týká se to i prostředí značně ovlivněného člověkem, včetně urbánních oblastí (obr. 5).

Člověk stále častěji záměrně či mimoděk přepravuje přes původní bariéry (oceány, pouště, pohoří aj.) značné množství biologického materiálu – semena kulturních rostlin, semena plevelů, která se mu přichytila na oděv či kontaminovala převážené komodity, zvířata

hospodářská i okrasná, a také mikroorganizmy, drobný hmyz, roztoče a další bezobratlé i menší obratlovce, kteří většinou neviděni cestují přichycení k hostitelskému organizmu či zboží, nebo se dostanou do převážených zavazadel (Padilla & Williams 2004; Hulme 2009; Patoka et al. 2016, 2020).

Obr. 5: *Po uniknutí či vypuštění ze zájmových chovů si některé druhy papoušků uvykly na život v městských aglomeracích. Vlevo mníšci šedí v Barceloně, vpravo alexandři malí v Leidenu v Nizozemsku.* [BP]

1.2 Co se děje v ekosystému, do kterého se dostal nový druh?

Každý, kdo někdy zahradničil, ví, že pokud chce na záhonku vypěstovat salát nebo mrkev, musí plít, tedy odstranit náletové rostliny jiných – obvykle životaschopnějších – druhů, aby měly vysazené rostlinky dostatek prostoru a nevysilovaly se konkurenčním bojem. Prostředí totiž uživí jen určité množství jedinců s podobnými nároky. Ekologové hovoří o nosné kapacitě prostředí nebo o únosnosti prostředí.

V ekosystému, do kterého byl z jiného území nebo dokonce z jiného kontinentu přenesen nepůvodní druh, je narušena ekologická stabilita. Následně se spustí autoregulační mechanizmy ekosystému, které se ho snaží uvést do původního stavu, anebo najít jiný stabilní stav.

Mezi jedinci zavlečenými a jedinci druhů původních vznikají vztahy (ty mohou hypoteticky být i pozitivní; více viz kapitola 1.5). Pokud mají původní a nepůvodní druhy podobnou ekologickou niku (mají podobné nároky na prostředí a jeho zdroje, jako je území, potrava, úkryty apod.), začne mezi nimi probíhat konkurenční boj (neboli kompetice). Toto soupeření může vést ke snížení početnosti, ohrožení či vymření (extinkci) původních druhů. Mezidruhová konkurence u organizmů větších rozměrů a s velkými nároky někdy vede k oddělení areálů výskytu. Například areál lva a tygra se v současnosti překrývá pouze v Indii, i když dříve žili na Středním východě společně (jejich potravní niky v té době ovšem nebyly stejné). U druhů blízce příbuzných (např. ze stejného rodu) hrozí křížení. Další nebezpečí představuje zavlečení nepůvodních patogenů a parazitů (obr. 6), predace a v některých extrémních případech i degradace krajiny (Williamson 1996).

Obr. 6: *V ČR invazní severoamerický rak pruhovaný (*Faxonius limosus*) je přenašečem patogenu způsobujícího tzv. račí mor, což je pro evropské raky letální onemocnění.* [JP]

Konkurenční boj bude o to tvrdší, čím zaplněnější jsou ekologické niky v daném ekosystému. Ve volné ekologické nice se zavlečený neboli introdukovaný druh uchytí snadněji, než když o ni musí bojovat s jedinci původního druhu s podobnými nároky. Původní druhy jsou totiž ve velké výhodě. Je jich přesila a na dané konkrétní stanoviště jsou zcela adaptovaní (více viz kapitola 1.6). Stabilita ekosystému narušeného zavlečením nového druhu je nejčastěji obnovena tak, že se nepůvodní druh neuchytí (jedinci i jejich potomci, pokud vůbec nějaké stihnout mít, uhynou) a ekosystém se vrátí do původního stavu.

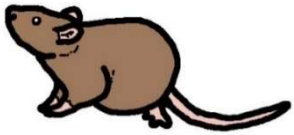
Za určitých okolností se ale může stát, že se zavlečený druh v novém biotopu uchytí, rozmnožuje se a zvyšuje se jeho početnost. V plné

ekologické nice je to vždy na úkor početnosti původního druhu či druhů. Někdy je v jistém okamžiku obnovena ekologická stabilita (i když nepůvodní) a oba druhy (původní i zavlečený) spolu koexistují na dané lokalitě a ve stejném čase. Jindy ovšem konkurenční boj pokračuje a končí poklesem početnosti až vymřením druhu původního (Jančaříková, 2013).

Druhy, které i na cizím území vyhrávají konkurenční boj a významně snižují početnost druhů původních nebo jinak významně mění původní ekosystémy, ekologové nazývají druhy invazními. Odvětví ekologie, které se zabývá studiem biologických invazí, se nazývá ekologie invazí.

1.3 Biologické invaze

Biologické invaze označují vědci na celém světě za jeden z největších současných problémů životního prostředí a ochrany přírody, původních druhů a jejich stanovišť, protože výskyt invazních druhů má často velice negativní dopad na biodiverzitu a v mnoha případech působí i značné socioekonomické škody (např. ztráty v zemědělství, znehodnocení potravin, poranění lidí či přenos nemocí; Diagne et al. 2021; Haubrock et al. 2022; obr. 7 a 8). Jedná se tedy o téma, které se do jisté míry týká každého člověka, přesto mu ale není v kurikulárních dokumentech vymezujících koncepci, cíle a vzdělávací obsah dané etapy vzdělávání věnována téměř žádná pozornost.



Obr. 7: *Jihoamerický vodní plž ampulárka rodu* Pomacea *je invazní v mnoha tropických a subtropických oblastech po celém světě. Škodí tím, že požírá semenáčky rýže, vajíčka obojživelníků, vytlačuje původní druhy plžů apod. Vlevo samice kladoucí vajíčka, vpravo hrozen vajíček.* [MP, JP]

Obr. 8: *V ČR rozšířený severoamerický invazní sumeček černý (*Ameiurus melas*) má jedové žlázy u báze tvrdých paprsků hřbetní a prsních ploutví. Bodnutí je poměrně bolestivé i pro člověka. Škodí predací a potravní konkurencí původním druhům ryb.* [JP]

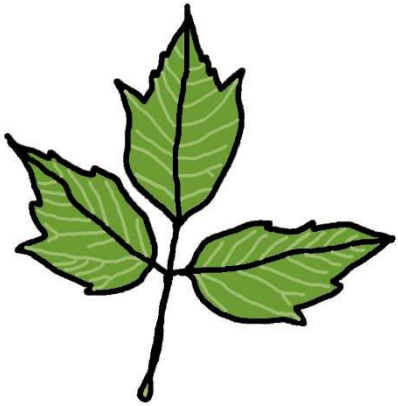
Mezi nejčastější způsoby šíření invazních druhů patří:

a) samovolné šíření (přirozené šíření druhu v návaznosti na měnící se parametry prostředí, klimatickou změnu apod.); někteří autoři ovšem samovolně se šířící druhy nepovažují za nepůvodní, jelikož nejsou zavlečeny člověkem,
b) únik z lidské péče (zájmové chovy, akvarijní a terarijní druhy apod.),
c) únik z rostlinných kultur a chovu živočichů (botanické zahrady/zoo/akvária, zahradnictví, zemědělství, akvakultura apod.),
d) transport s jinou komoditou (se zbožím či jiným organizmem),
e) černý pasažér (lodní nádrže se zátěžovou vodou apod.)
f) záměrné vypuštění živočicha a vysetí či vysazení rostliny

Co se týče chovů (produkčních a zájmových), jejich regulace, zabezpečení a kontrola se v praxi realizuje především u velkých podniků. Oproti tomu malochovy stojí spíše na okraji zájmu a jejich kontrola je obtížná (obr. 9). V některých zemích je možné se setkat s legálním prodejem invazních druhů (obr. 10), v Evropské unii včetně ČR je trh ovšem regulován (více viz kapitola 2.2). Transport s jinou komoditou či černí pasažéři se kontrolují jen velice obtížně a jejich zachycení je často spíše dílem náhody. Takto si například i turisti někdy přivezou z dovolené ve svých zavazadlech nečekané pasažéry (např. štíry, pavouky apod.).

Z celkového počtu 595 nepůvodních druhů živočichů, kteří se vyskytují na území ČR, se za invazní považuje 113 druhů (Šefrová & Laštůvka 2005), u rostlin je to 75 z 1576 nepůvodních druhů (Pyšek et al. 2022).

Obr. 9: S*amec mývala severního (*Procyon lotor*) v soukromém chovu.* [JP]



Obr. 10: *Pouliční prodej akvarijních živočichů na Jávě v Indonésii; mnozí jsou v této zemi nepůvodní či přímo invazní (např. želvy nádherné či kostlíni).* [JP]

1.4 Původní, nepůvodní, introdukované a invazní druhy

Ekologové pro potřeby studia biologických invazí rozdělili živočichy, rostliny a houby na druhy původní a nepůvodní. Některé nepůvodní se pak projevují invazně.

Původní druhy se vyvinuly na určitém geograficky vymezeném území během evolučního procesu, a tedy nezávisle na činnosti člověka, či se na dané území dostaly samovolným šířením (někdy jsou samovolně se šířící druhy též považovány za nepůvodní, jak je zmíněno výše). Oproti tomu **druhy nepůvodní** se na nové území dostanou vždy za pomoci člověka, i když ne vždy jsou zavlečeny úmyslně. Též se mohou samovolně (expanzně) šířit z nepůvodního území, na které byly zavlečeny člověkem.

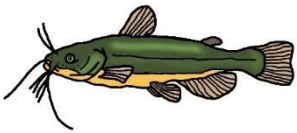
Procesu zavlečení se též říká introdukce, jedná se tedy o **druhy introdukované**. Lidská činnost je klíčovým faktorem při posuzování původnosti a nepůvodnosti hodnocených druhů (Vilà & Hulme 2017).

Druh, který postupně překoná všechny bariéry, tedy unikne do přírody na novém území, přežije, začne se množit bez pomoci člověka a šíří se do okolí, přičemž negativně ovlivňuje původní biotu i celý ekosystém, je označován jako **invazní** (Blackburn et al. 2011). Mnohé invazní druhy živočichů i rostlin se šíří i na území ČR (obr. 11 a 12).

Obr. 11: *V Evropě včetně ČR jsou invazní dva druhy křídlatek, křídlatka sachalinská (*Reynoutria sachalinensis*) a křídlatka japonská (*R. japonica*), a jejich kříženec známý jako křídlatka česká. Šíří se především pomocí úlomků lodyh a oddenků a v krátkém čase mohou na lokalitě zcela dominovat.* [JP]

Obr. 12: *Atraktivní, avšak též invazní slunečnice topinambur neboli topinambur hlíznatý (*Helianthus tuberosus*) patří v ČR mezi nežádoucí druhy rostlin.* [KJ]

Je třeba mít na paměti, že každý organizmus je někde původní, i když jinde může působit invazně. Ojediněle nalézáme i příklady druhů, které jsou ve svém přirozeném areálu výskytu ohrožené, jinde se ale projevují invazně (např. největší sladkovodní kostnatá ryba arapaima velká (*Arapaima gigas*), která je ohrožená vyhubením v Brazílii, avšak je invazní v Indonésii, obr. 13). V tomto případě se jedná o tzv. **paradox v ochraně přírody** neboli **ochranářský paradox**.



Obr. 13: *Monstrózní dravá sladkovodní ryba arapaima velká (*Arapaima gigas*) je ve své domovině v Jižní Americe kriticky ohrožená, zároveň se ovšem šíří v Indonésii, kde se očekávají negativní dopady na původní biotu.* [JP]

Jen malá část nepůvodních druhů unikne či je záměrně vypuštěna/vysazena do přírody, z těchto druhů jen malá část dokáže na novém území přežít, a ještě menší část se dokáže množit a šířit do okolí (obr. 14). Z toho vyplývá, že naprostá většina nepůvodních druhů se na daném území neprojevuje invazně. Na druhou stranu je důležité upozornit na to, že ty druhy, které se invazně projevovat začnou, představují opravdu vážnou hrozbu, se kterou si v mnoha případech nedokážeme účinně poradit (Lodge 1993). Eradikační postupy vedoucí k úplnému vyhubení či vymýcení invazních druhů jsou účinné především u menších a izolovaných populací v rané fázi invaze. Obecně jsou kladně přijímány eradikace týkající se rostlin a bezobratlých živočichů, u obratlovců (především u savců a ptáků) se často naráží na nesouhlas

nepoučené veřejnosti. Proto je velice důležité vše s podporou rozumných argumentů náležitě dopředu vysvětlit a seznámit veřejnost s hrozícími riziky v případě šíření invazních druhů.

Obr. 14: *Na hladině plovoucí babelka řezanovitá (*Pistia stratiotes*) je jedním z oblíbených okrasných druhů pěstovaných v zahradních rybníčcích. Je to rostlina teplomilná, a ačkoliv se jedná o úspěšný invazní druh v tropických oblastech, v podmínkách ČR zatím nedokáže přezimovat.* [JP]

Na základě unijních seznamů členské státy EU aktualizují národní seznamy invazních druhů (více viz podkapitola 2.2). Jedná se o tzv. černý, šedý a varovný seznam. Černý seznam zahrnuje druhy s výrazným negativním vlivem na životní prostředí. V šedém jsou druhy, jejichž dopad není tak výrazný, avšak doporučuje se jejich sledování a případná regulace. Varovný seznam pak upozorňuje na druhy, které na daném

území ještě nejsou přítomny, ale předpokládá se, že po zavlečení by se mohly projevovat invazně.

Co je to invazní druh a proč není druhem invazivním

V terminologii zaměřené na biologické invaze se i na odborné úrovni často objevují oba české ekvivalenty anglického sousloví „invasive species“, tedy invazní i invazivní druh. Proto v následující stati přinášíme podrobné vysvětlení.

Někteří autoři oba výrazy používají jako synonymum, viz například publikace Národního parku Šumava pojednávající o invazních rostlinách vyskytujících se v tomto parku (NP Šumava 2021). Definice invazního druhu je zde uvedena touto větou: „Invazní nebo také invazivní, oboje znamená, že se jedná o druh rostliny či zvířete, který je v daném místě nepůvodní, nemá tam své přirozené nepřátele, parazity či predátory.“

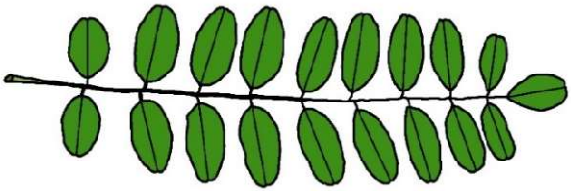
Jiní autoři oba pojmy oddělují. Někteří se vymezují proti jejich synonymitě v rámci oboru biologie invazí. Kupříkladu ochranářská skupina JARO na svých webových stránkách v terminologickém slovníku píše, že invazivní je nepůvodní druh, jehož introdukce a/nebo šíření ohrožuje biologickou diverzitu[1]. Druhem invazním pak tato skupina označuje takový druh, který se na nové území rozšířil rychle. A dodává, že invazní druh je na novém území nově příchozí a pokud se objeví rychle, bývá často považován za nepůvodní, přičemž to tak nemusí ale být, jelikož rychlost šíření není součástí definice nepůvodnosti… Poněkud zmatené žonglování s pojmy.

Jak je to tedy správně? V časopise Živa vyšel text, který vše uvádí na pravou míru (Černá 2018). V tomto článku autorka vymezuje pro oba pojmy definice z odlišných oborů. Zatímco pojem „invazní“ se týká

[1] jarojaromer.cz/slovnik-pojmu

biologických invazí a označuje druh, který se množí, šíří do okolí a negativně působí na původní biotu i ekosystém jako celek, pro pojem „invazivní“ nacházíme uplatnění v medicíně, kdy se jím označuje průnik patogenů do těla hostitele nebo šíření či bujení (například nádorové bujení). Dále lze za invazivní považovat metody, při jejichž aplikaci pronikají nástroje do těla hostitele či pacienta (viz Velký lékařský slovník[2]).

O těch nepůvodních druzích, které po antropogenním zásahu pronikly na území mimo jejich původní areál výskytu, na novém území se dále množí bez přispění člověka, ale není prokázán jejich negativní dopad (impakt), se hovoří jako o etablovaných neboli naturalizovaných (tedy v novém prostředí uchycených a zdomácnělých; obr. 15). Pro ty nepůvodní etablované druhy, které však expandují do okolí, kde působí environmentální škody včetně homogenizace biodiverzity, je pak jediným správným českým označením termín „invazní“ (invazní druh, invazní organizmus, invazní rostlina či živočich).



[2] lekarske.slovniky.cz/pojem/invazivni

Obr. 15: *Kávovník (*Coffea*) pochází z Etiopie, v průběhu věků byl ovšem rozšířen na mnohá další místa v tropech a subtropech. Do Indonésie byl dovezen holandskými obchodníky na konci 17. století. V současné době zde roste i divoce a je vnímán jako naturalizovaný druh (okolí města Payakumbuh, provincie Západní Sumatra).* [JP]

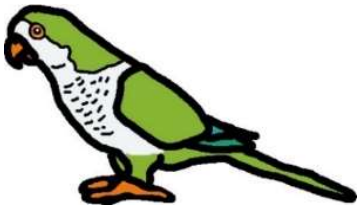
1.5 Vztahy mezi organizmy

Pro porozumění tématu biologických invazí je třeba se seznámit s klasifikací vztahů mezi organizmy. Tyto vztahy jsou velmi rozmanité a všechny je zastřešuje pojem „symbióza“ (etymologicky spolu-žití).

Ačkoliv laici někdy mylně používají pojem symbióza pro vztah oboustranně prospěšný, správně se takto označuje jakýkoliv vztah mezi dvěma jedinci různých druhů v širší rovině – tedy nejen vztahy pozitivní, ale i neutrální či negativní (Petrusek 2018).

Základní symbiotické vztahy se dělí na:

a) **komenzálizmus** (jeden symbiont má ze vztahu prospěch, druhý není ovlivněn; např. sup požírající zbytky kořisti lva),
b) **amenzálizmus** neboli **alelopatie** (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 – viz obr. 16 – či plísní *Penicilium notatum* vylučovaná antibiotika škodlivá pro bakterie),
c) **parazitizmus** (pro jednoho symbionta je vztah nevýhodou, druhý z něj má prospěch; např. sající klíště na psovi),
d) **neutralizmus** (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; 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. 16: *Původně na strmých svazích okolo Vltavy a Sázavy hojně rostly jalovce a tisy, v současnosti zde ale dominuje trnovník akát.* [BP]

1.6 Zvláštní schopnosti invazních druhů

Princip „Pán hory“ říká: „Ten, kdo chce vytlačit Pána hory, musí být silnější a schopnější než on.“

Jinak řečeno, populace druhu, který se v daném území již vyskytuje, je v konkurenčním boji se zavlečeným druhem s podobnou ekologickou nikou ve velké výhodě. Jedinci původního druhu totiž snáze naleznou partnera k rozmnožování nebo prospěšné symbionty (např. mykorhizní houby, které rostliny potřebují k optimálnímu růstu), umí vyhledávat dostupné zdroje a znají jejich sezónní variabilitu apod. Původní biota se zavlečeným druhům aktivně brání. Kupříkladu zavlečené semeno nepůvodní rostliny často vůbec nevyklíčí, protože původní druhy

vylučují do půdy inhibující hormony či semenáček odumře krátce po vyklíčení, protože populace původního druhu má vysokou pokryvnost a zastíní ho.

Pokud by byl introdukovaný druh nanejvýš stejně silný a stejně schopný jako druh původní, v konkurenčním boji neuspěje. K vytlačení druhu, který na daném místě zaujímá ekologickou niku, jsou zapotřebí speciální schopnosti.

Invazní druhy je mají. Některé se lépe přizpůsobují měnícím se podmínkám, jsou adaptabilní. Často také mají pro šíření se do okolí efektivnější strategie rozmnožování jako je r-strategie, kdy mají hodně potomků, kteří rychle rostou a nevyžadují rodičovskou péči (jejich mortalita je ovšem vysoká). Některé se dokonce množí partenogeneticky, kdy samice kladou neoplozená vajíčka, a nemusejí tedy hledat partnera pro reprodukci (obr. 17). Invazní druhy také rychle dospívají, snadno a rychle se šíří, některé z nich vylučují do prostředí chemické látky (např. inhibice růstu rostlin jedy, které vylučuje do půdy akát), přenášejí nepůvodní patogeny, vůči kterým jsou samy odolné (např. račí mor přenášený rezistentními severoamerickými druhy raků - Svoboda et al. 2017), svým chováním mění prostředí, které pak méně vyhovuje původním druhům (např. kypření půdy zavlečenými žížalami do Severní Ameriky - Craven et al. 2021; či hrabání ve dně, čímž zavlečení kapři zvyšují zákal vody v jezeře Naivasha v Keni, a znesnadňují tak lov predátorům orientujícím se dominantně zrakem - Mutethya & Yongo 2021), tolerují přítomnost člověka, mohou se křížit s původními druhy, a v případě živočichů se snadněji a rychleji učí a překonávají různé překážky a bariéry. Svým způsobem jsou hodny obdivu. Má to ovšem mnohá ale…

Obr. 17: *Partenogenetický rak mramorovaný (*Procambarus virginalis*) odchycený poblíž města Bílina je vážnou hrozbou pro původní druhy raků, jelikož přenáší račí mor a velice rychle se množí* [JP]

Pokud jsou totiž invazní druhy úspěšné, 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.

2. FORMÁLNÍ ČÁST

2.1 Environmentální výchova

V dnešní době jsou životní podmínky na planetě Zemi ohroženy řadou faktorů, jako je změna klimatu, ztráta biodiverzity, znečištění ovzduší, půdy a vody. Důvody můžeme hledat především v exponenciálním růstu lidské populace a návazném nešetrném využívání přírodních zdrojů. Tyto problémy mají vysoce negativní vliv nejen na přírodu, ale často i na hospodářství, kulturu, mezinárodní vztahy a lidské zdraví.

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. V současnosti toto pedagogické působení označujeme jako environmentální výchovu. Před několika desítkami let jsme je 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.

Cílem – ať už tomuto pedagogickému působení říkáme jakkoli – je to, aby dospělí, kteří vyrostou z našich dětí a žáků, 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 přírod*ě. 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 Foundation[3]) se environmentální vzdělávání a výchova rozšířily o témata, která lidstvo opravdu 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;

[3] nuffieldfoundation.org

c) odhalovat souvislosti mezi kvalitou životního prostředí a kvalitou života a zdraví lidí, živočichů, rostlin i celých ekosystémů;
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. Vyvstává 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 demotivaci. 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 Pavučina[4], 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 a 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 2.1.5). Okolo přelomu milénia se environmentální výchova začala etablovat jako obor a didaktika environmentalistiky a společně s environmentálním poradenstvím (EP) se stala významným preventivním nástrojem ochrany životního prostředí a biodiverzity.

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;

[4] pavucina-sev.cz

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.

Do vzdělávacího obsahu je environmentální výchova zařazena jako jedno z průřezových témat. Její realizace je určena rámcovými vzdělávacími programy nebo doporučenými očekávanými výstupy. V rámci právě probíhající revize Rámcových vzdělávacích programů je připravována i nová struktura průřezových témat, přičemž environmentální výchova se bude v rámci kurikula patrně promítat minimálně do jednoho z nich.

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 koordinuje dílčí environmentální aktivity na škole tak, aby skládaly potřebný celek (*Tři bratři*). V ČR průběžně probíhají různá kvantitativně-kvalitativní šetření a průzkumy zaměřené na environmentální výchovu (Činčera et al. 2016; Kroufek et al. 2020).

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 teoriích shodují. Obecně je však přijímáno pravidlo, že čím větší biodiverzita, tím lépe. Invazní druhy významně negativně ovlivňují biodiverzitu na všech třech úrovních. Nejvíce pozornosti je tradičně věnováno ohrožení druhové rozmanitosti.

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 přinejmenším) a ekosystémy o ně byly ochuzeny.

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. V současné době se diskutuje o šestém vymírání, jehož možnou příčinou je člověk.

Ve 20. století si biologové začali postupně uvědomovat, že k významnému nárůstu vymírání druhů dochází také přímo či nepřímo právě vlivem lidské činnosti, a to jednak exponenciálním růstem lidské populace, a také vlivem globalizace, se kterou je spojen stále se zvyšující přesun biologického materiálu přes původní přírodní bariéry.

V reakci na to od poloviny 20. století vznikají tzv. Červené seznamy a Červené knihy ohrožených druhů[5]. Tyto seznamy dokumentují ztráty světové, národní i místní biodiverzity na úrovni jednotlivých populací či celých druhů.

[5] iucnredlist.org

Mezi nejvýznamnější současné příčiny 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.

S tématem boje proti invazním druhům (příklady dále v textu) je spojena řada etických otázek a postojů. Environmentální etika operuje se třemi hlavními postoji člověka k přírodě: antropocentrizmem, biocentrizmem a ekocentrizmem. Antropocentrizmus (člověk je pán tvorstva, centrum všeho dění) je spojován s aktivním „dobýváním přírody“ (např. Lokvenc 1978); je chápán (až na výjimky) negativně. Biocentrizmus (soucit s každým živým tvorem) je spojován s filozofií Alberta Schweitzera (Petrickij 1990; Schweitzer 1989) a je většinou přijímán pozitivně, avšak někdy též s jistým despektem. Ekocentrizmus („snaha o zachování ekosystémové a druhové rozmanitosti“) je pak environmentalisty považován za vrchol environmentální etiky, jeho zakladatelem je americký spisovatel, ekolog a lesník Aldo Leopold (1999).

Na základě zvnitřnělých postojů vznikají nejen mezi laiky, ale i mezi odborníky větší či menší disproporce, kdy různé skupiny zastávají odlišné názory na řešení problému s invazními druhy. Zatímco odborníci se spíše ekocentrickým přístupem vyžadují obvykle regulaci invazních druhů (kácení, vytrhávání, postřiky v případě rostlinných druhů nebo sterilizaci, odlov či vytrávení v případě druhů živočišných), ti s přístupem spíše biocentrickým budou nesouhlasit a soucítit s dotyčnými druhy (více s živočišnými než s rostlinnými), které za to přece nemohou, že byly

na nějaké území zavlečeny. Rozumná, věcná, a na faktech založená diskuze je nutností.

Vyhubení či vymýcení invazních druhů se označuje jako eradikace (obr. 18). 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.

Obr. 18: *Baterie síťových vršových pastí připravených pro eradikační odlov invazních raků.* [JP]

2.1.3 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.

Z anonymního šetření provedeného v letech 2022 a 2023 mezi 185 pedagogy na prvním stupni základních škol v ČR (Patoková et al., vlastní data) vyplývá, že 25 % respondentů nepovažuje biologické invaze za závažné téma a alarmujících 64,6 % z nich s žáky o biologických invazích v rámci výuky vůbec nemluví. Na druhou stranu, 52,1 % respondentů by uvítalo navýšení počtu hodin zaměřených na výuku o biologických invazích. Avšak 75 % respondentů uvedlo, že pro toto téma nemá dostatek podpůrných výukových materiálů. Proto doufáme, že tato metodika mimo jiné pomůže pedagogům zorientovat se v dané problematice a poskytne dostatek inspirace, podkladů a materiálů pro zkvalitnění výuky.

Mezi hlavní dokumenty zaměřené na environmentální výchovu v ČR řadíme:

- **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 – 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. 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).

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.

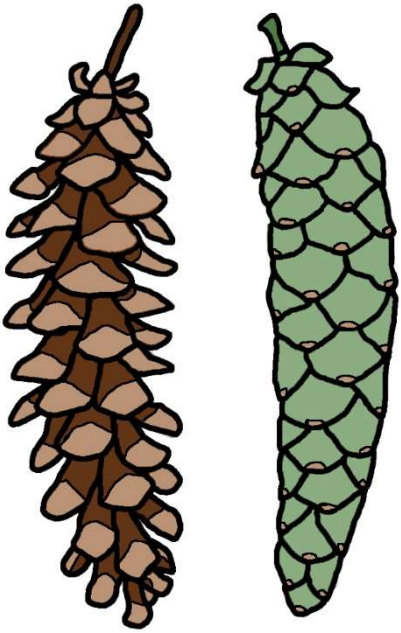
Uvědomujeme si ovšem, že biologické invaze a boj s invazními druhy jsou tématem složitým, a to nejen obsahem, ale především z etického a didaktického pohledu. Oporu pro jeho začlenění do výuky poskytují didaktické zásady.

2.1.4 Didaktické zásady ve výuce zaměřené na biologické invaze

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 a kol., 2022).

Níže uvedené didaktické zásady vycházejí z několikaleté práce řešitelského týmů 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 (Jančaříková a kol. 2022). 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 důrazy 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.

2.1.5 Role zoologických zahrad a chovatelských zařízení a ekocenter v environmentální výchově

S environmentálním vzděláváním a výchovou realizovanou především na poli ochrany ohrožených živočišných druhů, v širším kontextu i celých biotopů (včetně boje proti invazním druhům), jsou neoddělitelně spjaty zejména zoologické zahrady. V současné době jsou ve větší či menší míře přítomné prakticky ve všech zemích světa. Světová asociace zoologických zahrad a akvárií (WAZA) v dnešní době sdružuje téměř 400 členských zoologických zahrad a akvárií (dále uváděno jen jako „zoologické zahrady"). Ročně navštíví světové zoologické zahrady 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 (WAZA 2008; 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 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. 19-21).

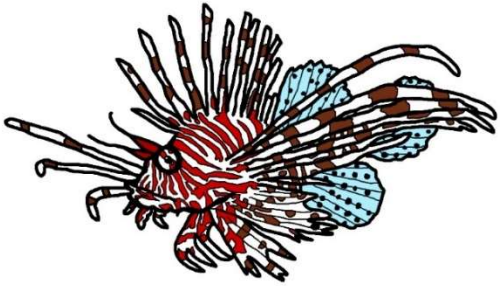
Obr. 19: *Krmení kontaktních madagaskarských lemurů kata (*Lemur catta*) pod vedením lektora v zooparku Zájezd.* [JP]

Obr. 20: *Krmení delfínů s komentářem v Ancol Ocean Dream Samudra, Jáva, Indonésie.* [JP]

Obr. 21: *Domácí a hospodářská zvířata jsou často využívána ve speciálních programech pro kontakt s dětmi.* [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 vracejí (obr. 22). 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.

Obr. 22: *Komentované ukázky mořských živočichů v oceanáriu Sea World Ancol v Jakartě.* [JP]



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, kožešiny, bodliny, vaječné skořápky, lebky, zuby, svlečky, peří, rohy, parohy, drápy, kosti, odlitky stop apod. (obr. 23).

Obr. 23: *Vycpaniny ptáků využívané pro praktickou výukovou ukázku.* [JP]

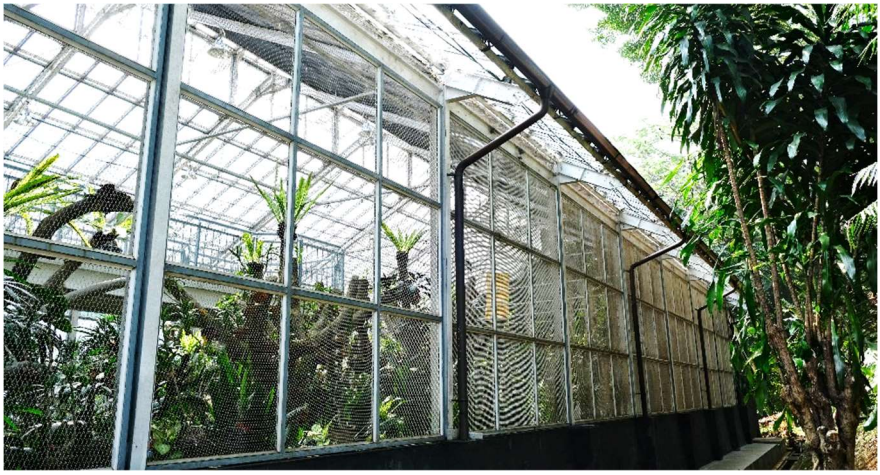
Ekocentra, případně střediska ekologické výchovy jsou další kategorií institucí, kde se teoretickou i praktickou formou realizuje vzdělávání mimo jiné také v oblasti ochrany ohrožených druhů živočichů a rostlin, důraz je též kladen na prevenci a regulaci zavlékání a šíření druhů invazních. Některá z 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 ochranářské 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. V některých případech zázemí ekocentra umožňuje ubytování a realizaci vícedenních programů, a nechybějí ani příměstské tábory.

Nezanedbatelný význam v environmentálním vzdělávání mají i menší chovatelská, ochranářská 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.

Školy mohou pro environmentální výchovu a výuku o biologických invazích využít i botanické zahrady (obr. 24), které pro žáky též nabízejí vzdělávací programy, hravé aktivity i příměstské tábory.



Obr. 24: *Botanické zahrady nabízejí vzdělávací programy pro děti ve venkovních expozicích i ve sklenících.* [JP]

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 Ornita[6] nebo BioAdventure[7] (obr. 25).

Obr. 25: *Výukový program mohou pozvaní externisté realizovat přímo ve školách.* [OK]

2.2 Legislativa zaměřená na biologické invaze

Kvůli minimalizaci environmentálních škod spojených s biologickými invazemi jsou na národní i mezinárodní úrovni přijímána různá legislativní opatření včetně přímých zákazů dovozu, prodeje, chovu a pěstování vybraných nepůvodních druhů, rodů či celých skupin organizmů, které byly na základě analýz identifikovány jako rizikové

[6] ornita.cz
[7] bioadventure.cz

z hlediska biologických invazí (Pergl et al. 2016). Účinnost těchto opatření je ovšem sporná a bez potřebné osvěty jsou restrikce málo účinné či zcela neúčinné (Patoka et al. 2018).

V Evropské unii je základním předpisem Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1143/2014 o prevenci a regulaci zavlékání či vysazování a šíření invazních nepůvodních druhů, jehož cílem je stanovit pravidla pro prevenci, minimalizaci a zmírnění nepříznivých účinků invazních druhů. Seznam vybraných nežádoucích druhů (tzv. Unijní seznam) byl přijat prováděcím Nařízením Komise (EU) č. 2016/1141 a vstoupil na mezinárodní úrovni v platnost 3. 8. 2016. Jedná se o seznam zcela zakazující dovoz, prodej i samotné držení zmíněných druhů na území EU (obr. 26). Toto nařízení je postupně přijímáno jednotlivými členskými státy.

Obr. 26: *Severoamerický* r*ak signální (*Pacifastacus leniusculus*) patří mezi zakázané druhy zařazené na tzv. Unijní seznam.* [MP]

Vláda ČR schválila první komplexně pojatý Akční plán proti šíření invazních druhů 15. 6. 2023. Aktuálně se též pro vybrané nežádoucí druhy zpracovávají eradikační plány. Většinu opatření vedoucích k regulaci invazních druhů a jejich management koordinuje Agentura ochrany přírody a krajiny (AOPK ČR). Zákazem zavlékání nepůvodních druhů se zaobírají i další zákony a nařízení, především pak zákon č. 144/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny.

Je nutné poznamenat, že současná právní úprava složitost problematiky invazních druhů na území ČR podle našeho názoru stále neřeší dostatečně efektivně. Ve značné míře pokulhává osvěta, která by veřejnosti srozumitelně vysvětlila, proč jsou konkrétní druhy nebezpečné, a jak se s nimi má správně nakládat. Proto se některé stále objevují na trhu, i když tím prodejce překračuje zákon (obr. 27).

Obr. 27: *Krab čínský (*Eriocheir sinensis*) patří v Evropě mezi invazní druhy, proto byly navrženy zásady pro jeho regulaci i v rámci ČR, i když zde dosud nevytvořil etablovanou populaci. I přes zákaz dovozu, držení a prodeje se občas objevuje v nabídce jako konzumní živočich* [JP]

2.3 Komentované příklady biologických invazí

Do této kapitoly jsme vybrali příklady dobře popsaných a prostudovaných biologických invazí, včetně popisu jejich negativních dopadů. Výběr druhů byl podřízen jednak taxonomické pestrosti a též pro představení variability vzniku invazí, tedy cest, kterými nepůvodní druhy dosáhly nových území.

2.3.1 Invazní živočichové

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. Obezřetnost ovšem otupila první světová válka, s níž se mandelinka společně s dováženými konzumními bramborami dostala do okolí tehdejších amerických základen ve Francii. Šíření Evropou bylo následně 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 stravy“, protože tyto plodiny pocházejí původem ze Střední a Jižní Ameriky a přešla na ně z hospodářsky nevýznamných druhů rostlin.

Ropucha obrovská (*Rhinella marina*) – je velký druh obojživelníka. 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, Filipín, Nové Guiney nebo Austrálie. Na třtinových plantážích měla ropucha obrovská především snižovat 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 neohraničených 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 dospělce 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).

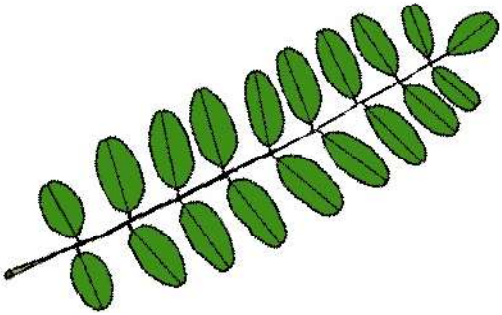
Perutýn ohnivý (*Pterois volitans*) – je středně velkou dravou a jedovatou mořskou rybou s výrazným zbarvením a dlouhými roztřepenými ploutvemi (obr. 28). Důvodem dovozu ryb do nových oblastí je a bylo hlavně obohacení místní akvakultury a návazný ekonomický profit (Jeschke & Strayer 2005). Za některými invazemi ovšem stojí zájmový chov, což vzhledem k dlouholeté popularitě akvaristiky není až tak překvapivé. Přesto jedinou akvarijní rybou, jejíž dopady na ekosystém jsou srovnatelné s nejhoršími invazemi ryb z produkční akvakultury, je právě perutýn. 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 akvarijních 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. V nových oblastech nemají 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).

Obr. 28: *Jedovatý perutýn ohnivý (*Pterois volitans*) je v Atlantiku a Středozemním moři nežádoucím invazním dravcem.* [JP]

Želva nádherná (*Trachemys scripta*) – tato středně velká sladkovodní želva (obr. 29) 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). 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 et Joly 2004). Jako predátor se též může podílet na lokálním úbytku domácí fauny bezobratlých, ryb a obojživelníků. Známé je i rušení vodních ptáků na hnízdech, které želva využívá při slunění. Je též jedním z přenašečů a rezervoárem bakterií např. rodu *Salmonella*.



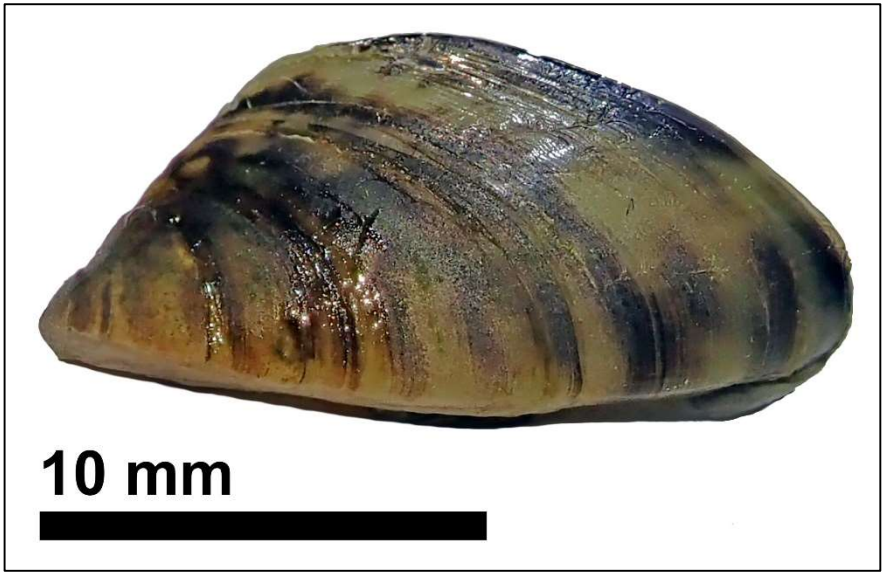
Obr. 29: *Dospělá invazní želva nádherná (*Trachemys scripta elegans*) odchycená v tůni na Radovesické výsypce poblíž Bíliny.* [JP]

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 organizmem 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 nevadí 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 na plodinách, jen v USA jsou ztráty způsobené špačky vyčísleny na 800 milionů amerických dolarů ročně (Pimentel et al. 2000).

Slávička mnohotvárná (*Dreissena polymorpha*) – jednou ze skupin organizmů 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. 30). 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 tzv. byssovými vlákny k pevnému podkladu, který je podmínkou jejich výskytu. Velmi rychle se množí. Při velkých populačních hustotách často 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. V USA způsobily vymizení nebo výrazné snížení početnosti původních druhů mlžů. 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. 30: *Slávička mnohotvárná (*Dreissena polymorpha*) patří mezi invazní druhy mlžů.* [JP]

Rak mramorovaný (*Procambarus virginalis*) – tento desetinohý korýš je jedním z nejpopulárnějších akvarijních bezobratlých živočichů (obr. 31). 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). Ojediněle se vyskytuje i modrá forma zbarvení. Poprvé byl zaznamenán v německých akváriích v polovině 90. let minulého století. Podle morfologických a genetických analýz náleží k severoamerickým rakům, 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 považován jen za formu tohoto druhu a teprve v roce 2017 byl uznán jako samostatný druh. Je to jediný

rak, který se množí výhradně samobřezostí neboli partenogeneticky, samice tedy kladou neoplozená vajíčka, ze kterých se líhnou opět další 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, několik populací bylo již objeveno i na území ČR. 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).

Obr. 31: *Rak mramorovaný (*Procambarus virginalis*) se množí partenogeneticky, samice tedy klade neoplozená vajíčka, ze kterých se líhnou její genetické klony.* [MP]

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 zavlečení 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 zavlečení 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 sumy (Lees & Bell 2008).

2.3.2 Invazní rostliny

Bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*) – rostlina z čeledi miříkovitých (dříve mrkvovité) pocházející ze západního Kavkazu (obr. 32). Jak název napovídá, je v mnoha směrech unikátní. Impozantní je především svými rozměry. Ač se jedná o bylinu, je vyšší než člověk. Údajně dorůstá výšky až 5 m. Jeho velké až 1,5 m dlouhé řapíkaté

a střídavě uspořádané listy efektivně zachycují sluneční záření. Květenství bolševníku (složený okolík) je tak velké, že se nevejde na talíř. Údajně může mít průměr až 50 cm. Rostlina přetrvává na stanovišti v podobě „sušinky“ i v zimě, takže je celoročně dominantou místa, kde roste. 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 vegetativně i generativně a lze konstatovat, že v konkurenčním boji s ostatními rostlinami je téměř neporazitelný. Nejenže vyhrává boj o světlo díky své výšce a spirálovitému uspořádání listů, 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 jedovatý. Mladé rostliny však za jistých okolností mohou sloužit jako píce pro dobytek. V ČR jsou majitelé pozemků ze zákona povinni zamezit šíření bolševníku velkolepého. To ovšem vůbec není snadný úkol. Kontakt s rostlinou vyvolává u většiny lidí alergické reakce. V kombinaci se slunečním zářením obzvlášť silné, protože toxicita furanokumarinů, které bolševník obsahuje, se na světle zvyšuje. 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 a hrají si na námořníky. To často zanechává stopy na kůži – kulaté červené svědící kruhy kolem jednoho nebo obou očí, jejichž původ není (bez znalosti souvislostí) snadné vypátrat. Učitelé a pedagogové volného času by měli monitorovat výskyt bolševníku velkolepého v okolí školy a děti včas a důrazně na riziko kontaktu s touto rostlinou upozornit.

Obr. 32: *Kvetoucí bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*).* [JPe]

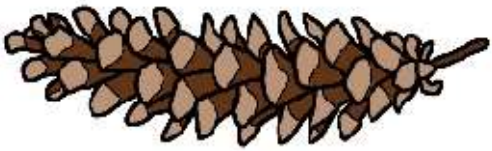
Křídlatka japonská (*Reynoutria japonica*) – jeden ze tří druhů křídlatek vyskytujících se ve volné přírodě na našem území (obr. 32). Oproti křídlatce sachalinské vyhledává spíše slunná stanoviště, má menší, na horní straně voskovité listy a výraznější květenství (kvete často i v podzimních měsících, zatímco křídlatka sachalinská v ČR málokdy stihne plně vykvést). Jak druhová jména japonská a sachalinská napovídají, tyto rostliny pocházejí ze severovýchodní Asie. Křídlatka japonská a sachalinská se kříží a vytvářejí mezityp považovaný 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, obzvlášť křídlatka japonská, jsou rostliny atraktivního vzhledu, proto byly do Evropy dováženy jako rostliny okrasné. 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. Na mnoha místech tvoří souvislý porost a vytlačily původní méně konkurence schopné druhy (obr. 33). V boji proti křídlatkám se používají metody značně razantní, např. 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. Ne ve všech aspektech křídlatka škodí. Kupříkladu poskytuje pastvu pro včely a jiný hmyz. Může se využívat i jako hodnotná píce pro hospodářská zvířata. Má potenciál jako energetická rostlina (v Německu vyšlechtili různé odrůdy křídlatky k pěstování na biomasu, např. Igniscum Basic a Igniscum Candy), ve farmakologickém průmyslu (obsahuje kupříkladu emodin, který má antibiotické, antifugní a antiparazitické účinky), v zemědělství (křídlatka japonská obsahuje dva deriváty resveratrolu s diskutovaným pozitivními i negativními metabolickými a zdravotními účinky) a potravinářství (mladé výhonky jsou využívány podobně jako bambusové výhonky). I děti mají křídlatku rády. Jakou jinou rostlinu mohou na zahradě bez trestu ničit? Po křídlatce mohou šlapat, mohou ji sekat dřevěnými meči a nikdo se na ně nezlobí, ba naopak. Z dužnatých stonků podobných bambusu si děti mohou vyrobit Panovu flétnu, rohože nebo hmyzí domečky. Invazní potenciál a negativní dopady ovšem všechna pozitiva zastiňují a křídlatka je v ČR správně řazena mezi nežádoucí druhy rostlin.

Obr. 32: *S křídlatkou japonskou (*Reynoutria japonica*) se můžeme běžně setkat i v urbánních oblastech.* [JP]

Obr. 33: *Dominantní porost křídlatky zcela potlačuje ostatní druhy rostlin.* [JP]

Vlčí bob mnoholistý (*Lupinus polyphyllus*) – lidově zvaný lupina, je vytrvalá až 1 m vysoká okrasná bylina z čeledi bobovité původem ze Severní Ameriky (obr. 34). 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 a poskytuje poměrně dobrou pastvu – 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, vyrýpáváním, sečí či pálením) nebo za pomocí glyfosátu. 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 jak vegetativně, tak generativně, tedy ze semen. Ta dozrávají v luscích, nejprve zelených, po dozrání černých. Děti by měly být poučeny, že by semena lupiny neměly vysévat mimo zahradu a že celá rostlina je jedovatá.



Obr. 34: *Vlčí bob mnoholistý (*Lupinus polyphyllus*) se invazně šíří i vysoko v rakouských Alpách.* [KJ]

Netýkavka žláznatá (*Impatiens glandulifera*) – též netýkavka Royleova je jednoletá a až 3 m vysoká bylina z čeledi netýkavkovitých, která se podobně jako v ČR původní netýkavka nedůtklivá rozmnožuje generativně semeny „vystřelujícími" z pukajících vyzrálých tobolek. Z domoviny v Himálaji byla dovezena jako okrasná a medonosná rostlina. 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) a téměř stoprocentní klíčivost semen. Velké a sladce vonící květy lákají opylovače a jedna rostlina vytvoří velké množství semen (obr. 35). Ta jsou sice jedlá, ovšem nepříliš chutná. Kořenovým systémem vylučuje netýkavka do půdy látky, které snižují klíčení jiných rostlin a životaschopnost půdních hub,

tj. mají negativní vliv na mykorhizu tolik potřebnou pro zdraví lesních porostů. Šíření lze bránit sečí před dozráním semen. Do této aktivity mohou být efektivně zapojeni i poučení žáci základních škol.

Obr. 35: *Netýkavka žláznatá (*Impatiens glandulifera*) má velké a sladce vonící květy. Poskytuje pastvu různému hmyzu. Na fotografii jsou zachyceny mravenci pasené mšice živící se rostlinnými šťávami na lodyze a pestřenka pruhovaná (*Episyrphus balteatus*) sající nektar z květu.* [KJ]

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 (obr. 36). 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. V podmínkách ČR, zvláště v teplejších oblastech Středočeského kraje a Podyjí, se mu daří

tak dobře, že se stal jednou z dominant lesních ekosystémů. Může růst i solitérně (obr. 37). Zdomácněl natolik, že ho veřejnost již nevnímá jako cizorodý prvek. 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 zmlazují z pařezů a tvoří akátové houštiny, které jsou tím hustší, čím více se kácí. Někteří ochránci přírody doporučují používat při likvidaci akátových porostů metodu cílené aplikace herbicidu pod kůru nebo do navrtaného kmene. Tato metoda je časově a finančně náročná. I když je cílená aplikace herbicidu šetrnější než postřik, stále se jedná o toxickou látku, jejíž přítomnost v ekosystému přináší jistá rizika. Efektivním způsobem likvidace akátových houštin by mohla být pastva koz. Ačkoli je akát kromě květu a nektaru jedovatý, kozám neuškodí. Účinnou se ukázala metoda řezu na tzv. vysoký pařez, kdy se akát pokácí ve výšce 1,5 m a každý rok se odřízne zmlazený vršek. Po tomto zásahu nevznikají akátové houštiny.

Obr. 37: *Větve trnovníku akátu (*Robinia pseudoacacia*) chrání ostré trny, což jsou přeměněné a zdřevnatělé palisty.* [KJ]

Obr. 37: *Silueta vzrostlého trnovníku akátu (*Robinia pseudoacacia*).* [BP]

3. PROCESUÁLNÍ ČÁST

3.1 Propojení metodiky s rámcovým vzdělávacím programem

Environmentální výchova je zakotvena v současné podobě rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání (RVP ZV, revidováno 2023[8]) jako průřezové téma. Proto je nutné hledat provázání se vzdělávacími oblastmi. V případě tématu biologických invazí je pro první stupeň základní školy opora ve vzdělávací oblasti Člověk a jeho svět (ČJS).

Ačkoliv je možné, že po budoucí revizi RVP se očekávané výstupy změní, v současné době spatřujeme provázanost konkrétně se vzdělávacími obory ČJS Rozmanitost přírody 1. období a Rozmanitost přírody 2. období. Prací s předloženou metodikou tak lze naplnit níže popsané očekávané výstupy.

Rozmanitost přírody 1. období

1) Žák roztřídí vybrané přírodniny podle nápadných určujících znaků, uvede příklady výskytu organizmů ve známé lokalitě (indikátory nejsou v RVP formulovány).

- Minimální doporučená úroveň pro úpravy očekávaných výstupů v rámci podpůrných opatření:
    - Žák pozná nejběžnější druhy domácích a volně žijících zvířat.

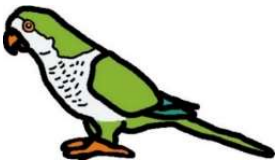
Domácími zvířaty se rozumí především zvířata hospodářská a užitková. V širší rovině jde o všechna zvířata domestikovaná, případně lze takto označit i zvířata v zájmových chovech.

[8] edu.cz

Rozmanitost přírody 2. období

1) Žák objevuje a zjišťuje propojenost prvků živé a neživé přírody, princip rovnováhy přírody a nachází souvislosti mezi konečným vzhledem přírody a činností člověka.
2) Žák zkoumá základní společenstva ve vybraných lokalitách regionů, zdůvodní podstatné vzájemné vztahy mezi organizmy.
3) Žák porovnává na základě pozorování základní projevy života na konkrétních organizmech, prakticky třídí organizmy do známých skupin, využívá k tomu i jednoduché klíče a atlasy.
4) Žák zhodnotí některé konkrétní činnosti člověka v přírodě a rozlišuje aktivity, které mohou prostředí i zdraví člověka podporovat nebo poškozovat.

- Minimální doporučená úroveň pro úpravy očekávaných výstupů v rámci podpůrných opatření:
    - Žák na jednotlivých příkladech poznává propojenost živé a neživé přírody.
    - Žák zkoumá základní společenstva vyskytující se v nejbližším okolí a pozoruje přizpůsobení organizmů prostředí.
    - Žák objasní základní podmínky pro život organizmů.
    - Žák se chová podle zásad ochrany přírody a životního prostředí.
    - Žák popisuje vliv činnosti lidí na přírodu a jmenuje některé činnosti, které přírodnímu prostředí pomáhají a které ho poškozují.



3.2 Doporučený rozsah výuky pro první období

V prvním a druhém ročníku základních škol není žádoucí žákům předkládat detailní informace týkající se biologických invazí, postačí ve výuce klást důraz na to, že se chovaní živočichové (ať už mazlíčci či hospodářská zvířata) nikdy nesmějí vypouštět do přírody.

Ve třetím ročníku je vhodné vést žáky k poznávání základních druhů živočichů a rostlin žijících v jejich okolí (ať už v přírodě, na statku či v domácnosti). Rovněž je vhodné poreferovat o tom, že některé druhy vyžadují speciální podmínky a nemohou žít kdekoliv na světě (většinou je limitním faktorem teplota, dále též střídání ročních období, klimatické podmínky apod.). Zmíněny by měly být i druhy adaptabilní, tedy přizpůsobivé.

Co se chovu v lidské péči týče, je žádoucí žákům vysvětlit, že vytvořit vhodné podmínky pro daného živočicha není vždy jednoduché, avšak je to zcela nezbytné (a musí to odpovídat zákonným regulím). Pokud tyto podmínky nelze splnit, mělo by být od chovatelského záměru upuštěno. Předejde se tím budoucím problémům, které laičtí chovatelé často řeší likvidací dotyčného živočicha, či jeho vypuštěním do přírody, což je aktivita nežádoucí a dokonce nelegální. Jako příklad lze uvést chameleona jemenského, který vyžaduje prostorné a vysoké terárium, jinak bude strádat a uhyne; či vodní želvy, které vyrostou, znečišťují vodu, žerou jiné chované živočichy v akváriu, hrabou a žijí několik desítek let, což ne každý chovatel respektuje. Poučením potenciálních chovatelů se tedy zabrání mortalitě u chameleonů, u želv pak jejich vypuštění do přírody. Důležitý je i respekt k míře sociality daného druhu. Kupříkladu morčata by se nikdy neměla chovat solitérně (v některých zemích je to dokonce nelegální), naopak draví, samotářští a teritoriální živočichové jako je většina hadů, veverky, raci nebo kudlanky, musí být drženi odděleně, protože jinak by se agresivně napadali. Osobní zájem chovatele nesmí převážit nad welfare a životními nároky chtěného druhu či druhů. Pro většinu dětí je chov zvířat lákadlem, je ovšem nutné

budovat v nich respekt k živé přírodě a vést je k zodpovědnosti za péči o tyto živočichy.

Jako případ módních vln v zájmových chovech živočichů lze dětem uvést např. pokles divokých populací klaunů očkatých ve volné přírodě až o 75 % po uvedení filmu Hledá se Nemo, kdy extrémně vzrostla poptávka po těchto rybách v rámci akvaristiky, nebo naopak výskyt invazní želvy nádherné mimo USA na základě poptávky hnané seriálem Želví nindžové. Aktuálně je v módě chov axolotlů mexických kvůli jejich objevení se v PC hře Minecraft.

3.3 Doporučený rozsah výuky pro druhé období

Ve čtvrtém ročníku by se žáci měli seznámit s vybranými invazními druhy živočichů a rostlin s ohledem na jejich původní areál výskytu i místa zavlečení.

V pátém ročníku je žádoucí žákům na příkladech ukázat cesty zavlékání (introdukce) nepůvodních a potažmo invazních druhů. Pro správné nahlédnutí závažnosti tématu a souvisejících rizik by měly být u všech zmíněných invazních druhů popsány environmentální a případně i socioekonomické škody. Je vhodné uvádět i příklady druhů ohrožených biologickými invazemi (často se jedná o endemity malých území).

Poté, co žáci pochopí problematiku biologických invazí, považujeme za zcela zásadní bod náležité zdůraznění významu prevence (nevypouštět živočichy do přírody, neumožnit nechtěný únik živočichů do přírody, nechytat živočichy v přírodě, a to ani na dovolené v zahraničí, nevysazovat invazní druhy rostlin do přírody ani na zahradu atd.). Součástí boje s invazními druhy by mělo být poučení, co mají žáci dělat, pokud v přírodě objeví podezřelý druh – v takovém případě by měli prostřednictvím dospělého nález zdokumentovat (fotografie, poloha, rozsah výskytu) a kontaktovat Agenturu ochrany přírody

a krajiny ČR[9] či místně příslušný orgán ochrany přírody (obecní úřad, správa národního parku či chráněné krajinné oblasti). Pro nahlášení výskytu invazního druhu lze rovněž využít projektu NAJDI.JE[10].

3.4 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.

3.4.1 Nevítaní vetřelci

Environmentální hra pro třídní kolektiv zaměřená na vysvětlení nežádoucích dopadů biologických invazí na původní biotu

Invazní druhy často vypadají hezky a neškodně, avšak nenechte se zmást – jsou to nepůvodní organizmy, které rychle obsazují nové stanoviště, šíří se a vytlačují původní druhy. Významně tak poškozují celý ekosystém. Tomuto procesu říkáme „biologická invaze".

V této hře se žáci třetích až pátých tříd základní školy stanou součástí biologické invaze. Sami si vyzkoušejí, jak je obtížné přežít na stanovišti, které napadne vetřelec – invazní druh. Takto nabyté poznatky je žádoucí s žáky následně prodiskutovat, nechat je popsat hrozby, které invazní druhy představují a zdůraznit globální význam preventivních opatření zabraňujících novým introdukcím – zavlečením invazních druhů do přírody mimo jejich původní areál výskytu. Výklad a diskuzi je vhodné doplnit o příklady probíhajících biologických invazí, které jsou uvedené na konci popisu hry.

[9] invaznidruhy.nature.cz
[10] najdije.cz

Cíl hry

• Živočišné druhy, za které budou žáci hrát, se budou snažit nakrmit, přežít a rozmnožit se – invazní druh je bude vytlačovat a pravděpodobně tak dojde k jeho dominanci v modelovém prostředí.

Jak dlouho se hraje?

• Přibližně 20 až 30 minut (herní dobu lze libovolně upravovat přidáním dalších herních kol – viz níže)

Co je ke hře potřeba?

• Dostatečný prostor (přibližně 5 x 10 m) – hra se může realizovat uvnitř (např. v tělocvičně nebo v prázdné třídě) i venku (hřiště, park, louka, les apod.)

• Barevné čtverečky představující potravu (přibližně 5 x 5 cm) – lze nahradit papírovými či hadrovými koulemi, míčky, stužkami, víčky od PET lahví apod.

• Časomíru (stopky, mobil, hodinky apod.)

• Karty s názvy a obrázky živočišných druhů (příklady jsou uvedeny níže)

Jak se to hraje?

• Rozložte všechny barevné čtverečky papíru po určené hrací ploše. Tím vznikne potravní nabídka.

• Tři žáci budou hrát za původní druhy, jejichž karty jim učitel náhodně rozdá. Žák pak přečte jméno svého druhu a typ potravy, který tento druh konzumuje. Ostatní studenti začnou jako pozorovatelé, ale postupně se

do hry zapojí, jakmile se původní druhy rozmnoží, či až dojde k zavlečení invazního druhu a jeho množení.

• Každý žák reprezentující jedince daného druhu se bude snažit za dvacet sekund nasbírat alespoň osm kousků potravy (tento počet můžete zvýšit nebo snížit podle schopností hráčů). Každý druh může sbírat jen svůj typ potravy (papírové čtverečky přidělené barvy).

• Hráči se rozestoupí libovolně po obvodu herní oblasti a počkají na zahájení hry.

• Na pokyn vyučujícího se vrhnou do herní oblasti a budou sbírat potravu. Po uplynutí vyměřeného času (20 sekund) ukončí vyučující herní kolo a všichni hráči se musí zastavit na místě a přestat sbírat potravu.

• Ti hráči, kteří nasbírali alespoň osm čtverečků potravy, přežili do dalšího kola. Ti, kteří to nedokázali, nenalezli dostatek potravy, aby přežili, odevzdají své čtverečky potravy vyučujícímu a odejdou k ostatním pozorovatelům, kteří nejsou přímo zapojeni do hry.

• Pokud má hráč na konci kola čtyři čtverečky nad rámec osmi, které potřebuje k přežití, dostane možnost vybrat si někoho z pozorovatelů, aby se připojil k jeho druhu (druh se úspěšně rozmnožil). Za každé čtyři čtverečky navíc se ve hře objeví jeden nový hráč. Noví hráči se připojí ke svému druhu ve sbírání potravy. Ovšem pozor, potravy je jen omezené množství. Pokud se tedy druh přemnoží, nenaleznou jeho příslušníci dostatek potravy a jejich počty se tak zredukují (tento aspekt je jedním z bodů, které by se měly objevit v závěrečné diskuzi).

• Po odehrání tří kol dojde k zavlečení (introdukci) invazního druhu. Jeden z pozorovatelů tedy dostane kartu invazního druhu a přečte jeho jméno. Vyučující oznámí, že invazní druh je schopen konzumovat všechny typy potravy (může sbírat čtverečky všech barev).

• Následně proběhne další kolo, během něhož se střetnou původní druhy s druhem invazním – dá se předpokládat, že invazní druh bude úspěšný a bude se množit. V dalších kolech pravděpodobně bude prosperovat, zatímco původní druhy budou mít potíže s rozmnožováním a s uživením se (toto je nejdůležitějším bodem pro závěrečnou diskuzi).

• Pokud některý druh někdy během hry ztratí všechny své hráče, vyhyne a již se v dalších kolech neobjeví.

• Negativní působení invazního druhu lze navíc doplnit o přenos nepůvodních nemocí – v takovém případě se na konci kola (po vyřazení nenakrmených jedinců, ale ještě před rozmnožením) každý přeživší příslušník invazního druhu na pokyn vyučujícího dotkne jednoho přeživšího zástupce původního druhu. Tím ho nakazí. Nakažený jedinec se pak v dalších kolech může pohybovat pouze skákáním po jedné noze, čímž se významně sníží jeho šance na nasbírání potravy a přežití (toto je dalším bodem pro závěrečnou diskuzi).

• Doporučený počet kol je šest (tři kola bez invazního druhu a tři kola po jeho zavlečení). Lze navýšit dle potřeby.

Závěrečná diskuze

• Vyučující vede žáky k tomu, aby se zamýšleli nad jednotlivými negativními aspekty šíření invazních druhů

• Je nutné zdůrazňovat, že se nepůvodní druhy nesmějí vypouštět do přírody, protože jejich invazní potenciál může být skrytý a projeví se až po zavlečení na novou lokalitu. Zásadou je prevence, kdy se všemi dostupnými prostředky musíme snažit zabránit novým introdukcím.

• V rámci environmentální výuky pak žáci mohou ve skupinkách připravit krátké prezentace různých invazních druhů a jejich negativních dopadů na životní prostředí. Tyto prezentace pak přednesou ostatním žákům a společně s vyučujícím o nich mohou diskutovat.

Příklady biologických invazí pro hru „Nevítaní vetřelci“

- **Mýval v Evropě:**

  - původní druhy: jezevec lesní (*Meles meles*), kočka divoká (*Felis silvestris*), liška obecná (*Vulpes vulpes*)

  - invazní druh: mýval severní (*Procyon lotor*; nemoc – vzteklina a psinka)

- **Rak mramorovaný v Evropě:**

  - původní druhy: rak říční (*Astacus astacus*), rak kamenáč (*Austropotamobius torrentium*), rak bahenní (*Pontastacus leptodactylus*)

  - invazní druh: rak mramorovaný (*Procambarus virginalis*; nemoc – račí mor)

- **Drápatka v Severní Americe:**

  - původní druhy: ropucha západoamerická (*Anaxyrus boreas*), ryby hlaváč (*Eucyclogobius newberryi*) a gila Orcuttova (*Gila orcuttii*),

  - invazní druh: drápatka vodní (*Xenopus laevis*; nemoc – žabí mor čili chytridiomykóza)

- **Mníšek šedý v Severní Americe:**

  - původní druhy: sojka chocholatá (*Cyanocitta cristata*), drozd stěhovavý (*Turdus migratorius*), vrabec domácí (*Passer domesticus*)

  - invazní druh: mníšek šedý (*Myiopsitta monachus*; nemoc – psitakóza)

Hra byla dobrovolně a s velkým nadšením testována žáky pátých tříd ZŠ sv. Voršily v Praze (obr. 38). Tímto jim děkujeme.

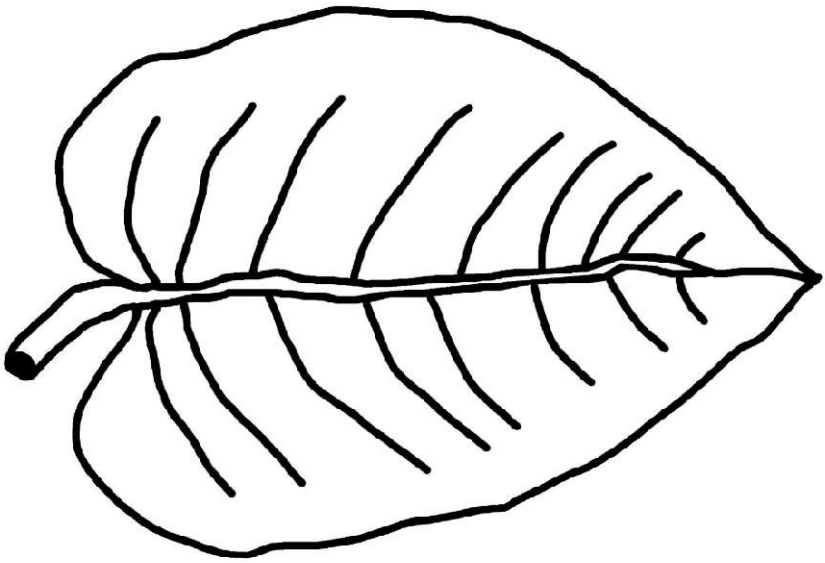
Obr. 38: *Žáci pátých tříd ZŠ sv. Voršily v Praze testující na škole v přírodě environmentální hru Nevítaní vetřelci.* [BP]

3.4.2 Pěstitelský pokus

Jednoduchý pěstitelský experiment demonstrující, jak invazní druhy rostlin, jako jsou tokozelky nadmuté (vodní hyacinty), babelky řezanovité, bolševník velkolepý, či křídlatka japonská, blokují životně důležité světlo, které ostatní rostliny potřebují k přežití.

K pokusu jsou potřeba dva malé květináče, podkladová miska, trocha zeminy a semena snadno pěstovatelných rostlin, jako je řeřicha nebo slunečnice, a list zeleného papíru nebo kartonu. Nejprve naplňte oba

květináče stejným množstvím zeminy a semen a umístěte je na podkladovou misku. Poté z papíru vystřihněte list invazní rostliny (dostatečně velký, aby zakryl celý květináč; obr. 39). Zakryjte listem jeden z květináčů (nechte žáky vybrat, který to bude). Vystřižený list představuje listy invazivního druhu, který rychle roste, dominuje na lokalitě a zastíní ostatní nižší rostliny. Semena a mladé rostlinky v tomto květináči budou mít nyní méně světla a prostoru k růstu, budou tedy chřadnout. Oba květináče pravidelně zalévejte (do podkladové misky) a sledujte a zaznamenávejte růst rostlin. Nechte žáky vysvětlit, v kterém květináči rostou rostliny lépe a zda je mezi rostlinami nějaký rozdíl v barvě nebo velikosti. Diskutujte o negativním vlivu invazních rostlin na původní flóru.

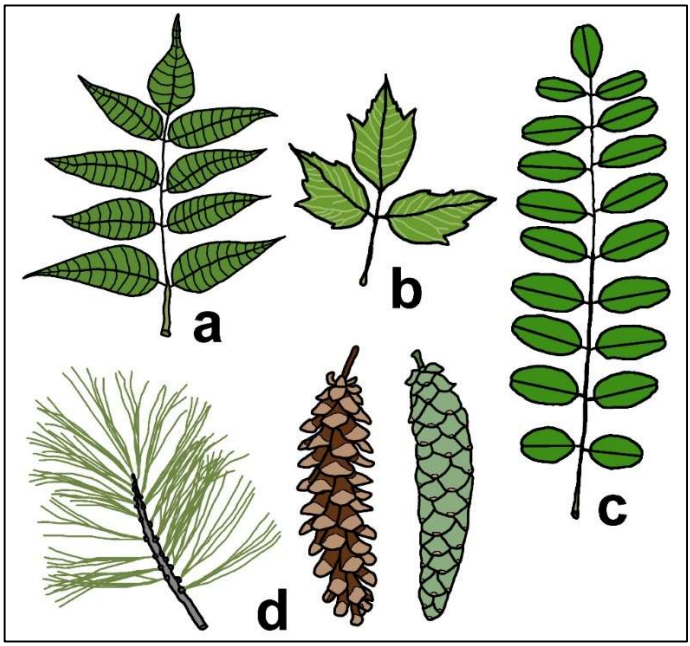


Obr. 39: *Šablona listu křídlatky pro pěstitelský pokus.*

3.4.3 Vycházka za invazními stromy

Téma pro venkovní vycházku, na které žáci pod vedením pedagoga identifikují invazní druhy stromů.

Pedagog předem vyhledá v okolí školy určité invazní druhy stromů a žákům přinese na ukázku jejich listy, případně plody, šišky apod. Vysvětlí žákům, jak se dotyčné dřeviny jmenují a jaký negativní dopad mají na původní biotu a prostředí obecně. Pak se s třídou vydá na procházku, při které navštíví místa, kde zmíněné invazní stromy rostou. Žáci mají za úkol stromy pojmenovat a nakreslit jejich siluetu, tvar listů aj. Příklady stromů, na které se zaměřit viz obr. 40. Vše lze samozřejmě doplnit i o byliny a keře (např. zlatobýl obrovský, vlčí bob mnoholistý, slunečnice topinambur, třapatka dřípatá či kustovnice cizí).



Obr. 40: *Příklady invazních stromů: a) pajasan žláznatý, b) javor jasanolistý, c) trnovník akát, d) borovice vejmutovka (větvička s jehličím, otevřená a zavřená šiška).*

3.5 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.

Kupříkladu během jedné z hodin zaměřených na biologické invaze byla skupině žáků 4. a 5. ročníku základní školy položena otázka, zda téma vnímají jako obtížné, špatně pochopitelné, zbytečné nebo předčasně zařazené. Této diskuzi předcházela práce ve dvou vyučovacích hodinách na dané téma. Žáci se seznámili s vybranými původními i nepůvodními druhy, přičemž některé z nich vzbudily úžas a překvapení. Diskutovali o tom, jak je možné, že některý druh je invazní, a zároveň něčemu prospěšný, čímž prokázali, že jsou schopni se s tématem ztotožnit a mohou s ním pracovat. Další součástí těchto hodin bylo zhlédnutí ukázkového videa a vyplnění dvou pracovních listů. Žáci se zamýšleli nad tím, jakým způsobem člověk přispívá k zavlečení nepůvodních druhů nebo nad tím, jestli se takovému zavlékání dá nějak předcházet. Po splnění všech úkolů proběhla diskuze o důležitosti tématu a o tom, jak jej žáci vnímají. Zde jsou jejich odpovědi:

„Jak jako? Je to v pohodě.“

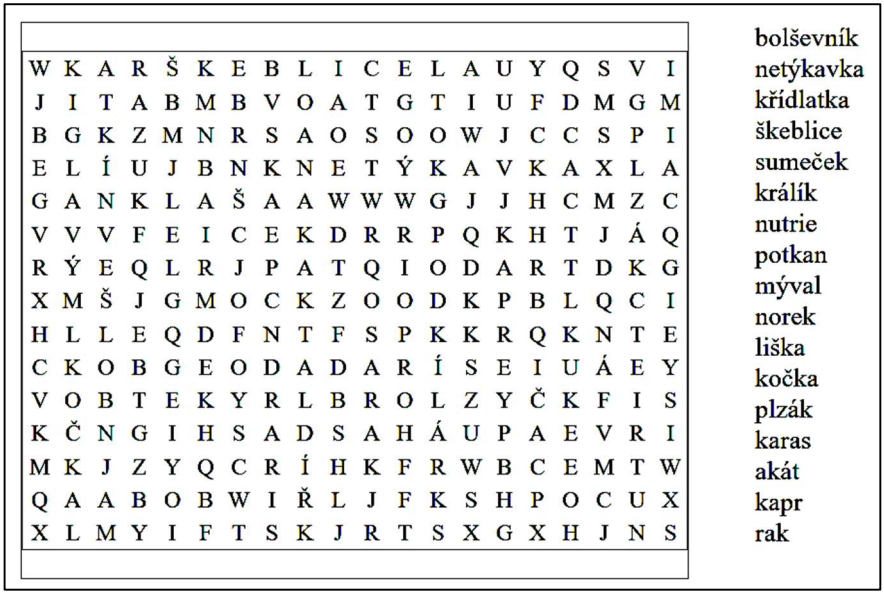
„Ne, je to zajímavý. A asi i důležitý.“

„Mně to přijde ok.“

„Já taky myslím, že je to důležitý.“

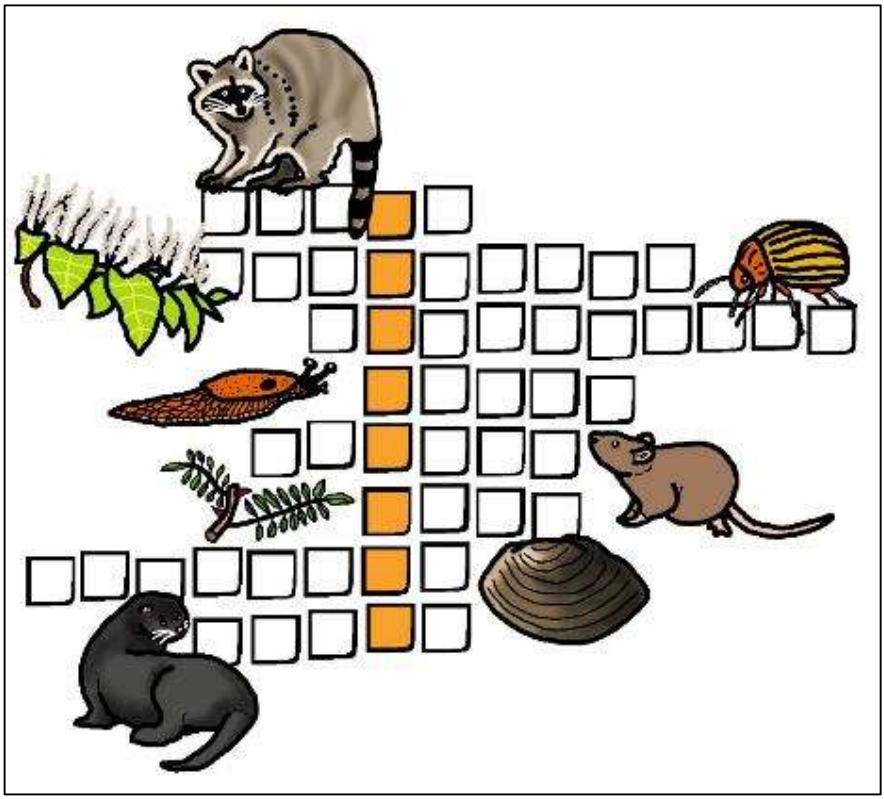
„Není to těžký. Ale zatím se o tom s námi nikdo nebavil.“

„Já myslím, že dobrý…“

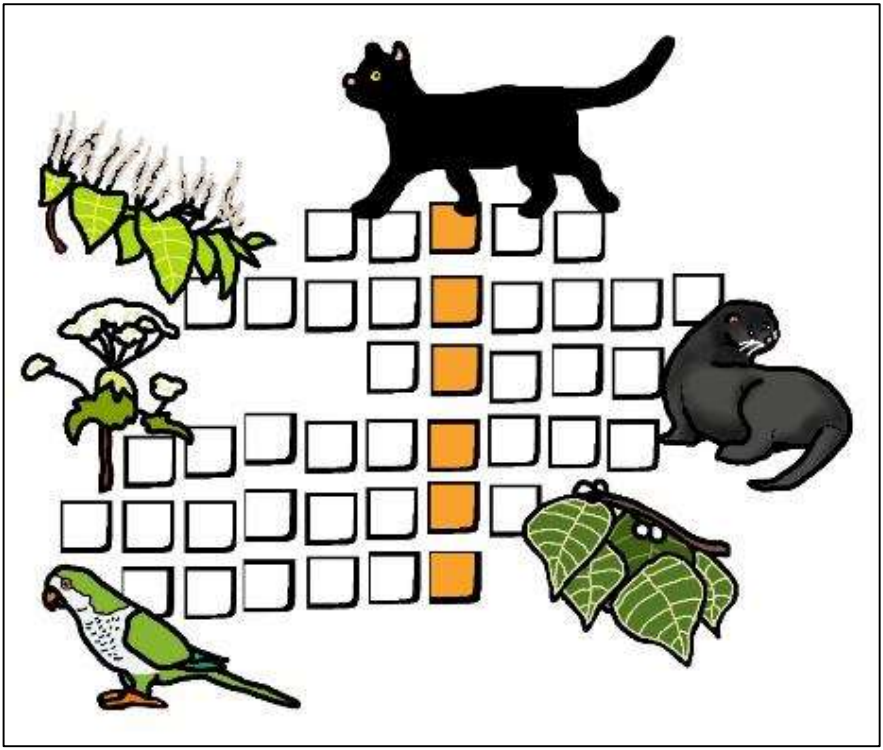


*Osmisměrka ukrývající sedmnáct názvů invazních druhů rostlin a živočichů (**bolševník** velkolepý – až několik metrů vysoká invazní rostlina původem z Asie; **netýkavka** žláznatá – vlhkomilná invazní rostlina původem z Himálaje; **křídlatka** japonská – vytrvalá a rychle rostoucí invazní rostlina původem ze severovýchodní Asie; **škeblice** asijská – velký druh invazního mlže původem z východní Asie; **sumeček** černý – invazní ryba ze Severní Ameriky, která v ČR vytlačuje též invazního sumečka amerického; **králík** divoký – původem jihoevropský zajícovec zavlečený například do Austrálie, kde páchá velké škody na vegetaci; **nutrie** říční – invazní vodní hlodavec původem z Jižní Ameriky; **potkan** obecný – asijský myšovitý hlodavec, který je velice přizpůsobivý, často žije v blízkosti lidí a byl zavlečen na mnohá místa na světě; **mýval** severní – původem severoamerický invazní medvídkovitý savec; **norek** americký – invazní vodní šelma původem ze Severní Ameriky; **liška** obecná – psovitá šelma zavlečená do Austrálie; **kočka** domácí – predátor zavlečený člověkem na mnohá místa na světě, kde zdivočelí jedinci představují vážnou hrozbu pro místní faunu; **plzák** španělský – invazní plž původem z jihozápadní Evropy; **karas** stříbřitý – invazní asijská kaprovitá ryba; trnovník **akát** – invazní trnitý strom původem ze Severní Ameriky; **kapr** obecný – oblíbená konzumní ryba,*

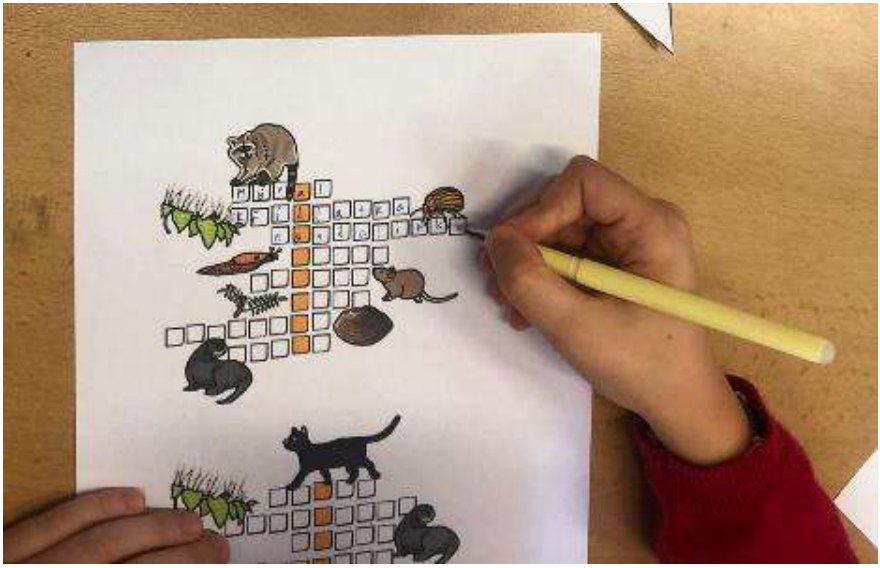
která byla zavlečena na mnohá místa na světě, kde se chová invazně; ***rak*** *pruhovaný – invazní rak a přenašeč račího moru původem ze Severní Ameriky*



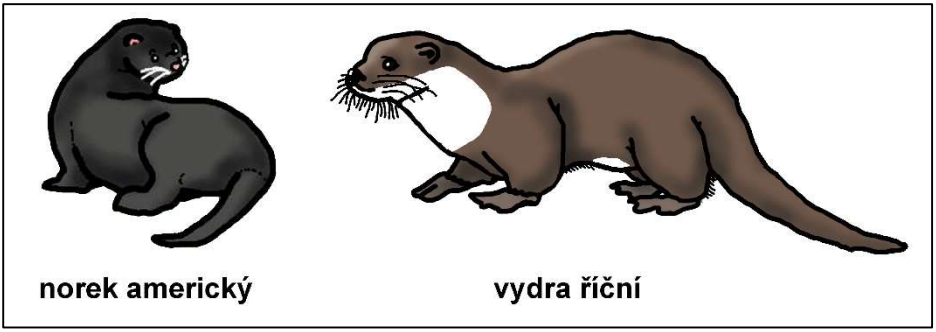
Doplňovačka zahrnující osm živočišných a rostlinných druhů, které jsou invazní na území ČR (správná odpověď je uvedena v závorce): severoamerický medvídkovitý savec (mýval), vytrvalá a rychle rostoucí rostlina původem ze severovýchodní Asie (křídlatka), severoamerický brouk škodící na bramborách (mandelinka), bezulitnatý plž z jihozápadní Evropy (plzák), myšovitý hlodavec podobný kryse (potkan), trnitý severoamerický strom (akát), velký východoasijský mlž (škeblice), severoamerická vodní šelma (norek). Oranžová pole představují tajenku, kterou je termín označující schopnost organizmu přizpůsobit se novým podmínkám (adaptace) – tato schopnost je klíčovou pro invazní druhy, které proniknou mimo svůj původní areál výskytu.



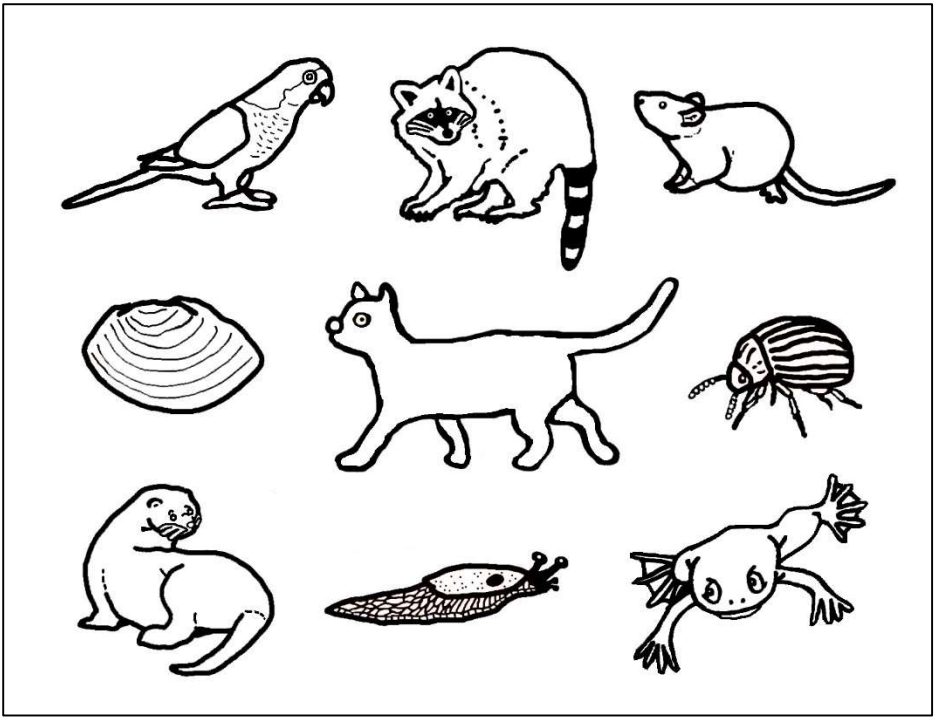
Doplňovačka skládající se z šesti názvů invazních rostlin a živočichů (správná odpověď je uvedena v závorce): oblíbené domácí zvíře, které po proniknutí do přírody loví především drobné savce a ptáky a chová se v různých částech světa invazně (kočka), vytrvalá a rychle rostoucí rostlina původem ze severovýchodní Asie (křídlatka), severoamerická vodní šelma (norek), až několik metrů vysoká jedovatá rostlina původem z Asie (bolševník), menší pryščovitý strom s velkou produkcí semen (kožokvět), menší jihoamerický papoušek, který se dokáže přizpůsobit i nízkým teplotám (mníšek). Oranžová pole představují tajenku, která skrývá původce biologických invazí (člověk).



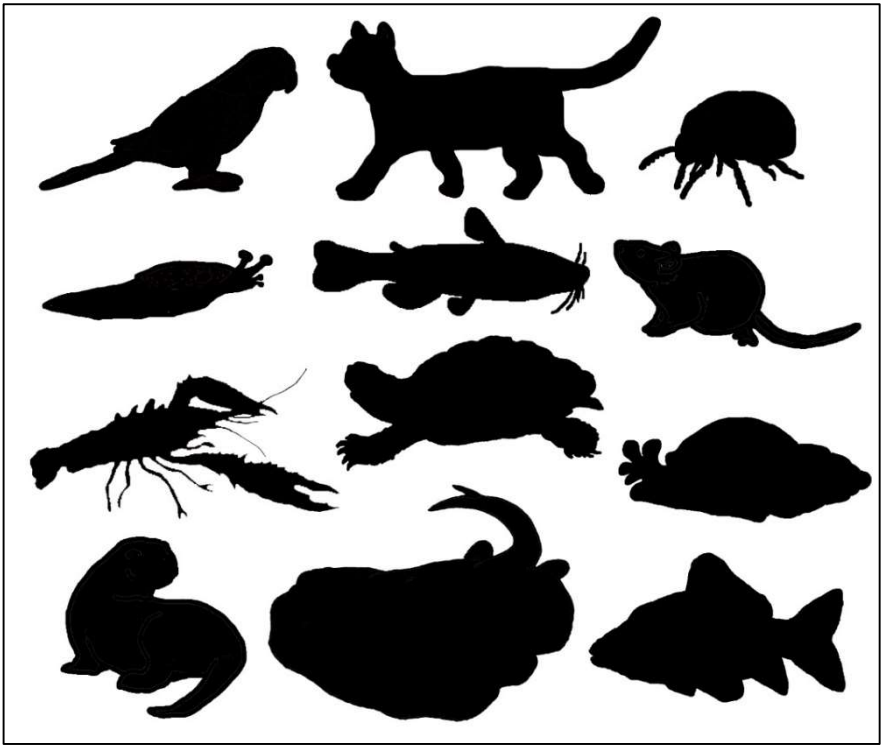
Obr. 41: *Žák čtvrtého ročníku ZŠ vyplňující doplňovačky zaměřené na biologické invaze.* [BP]



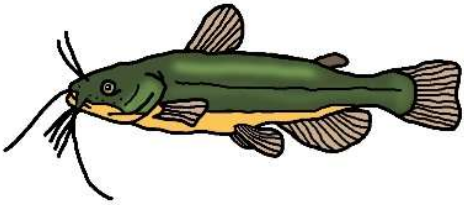
Na tomto obrázku jsou dva rybožraví predátoři, invazní norek americký a v ČR původní vydra říční. Lidé si oba druhy někdy pletou. Najdi a popiš rozdíly mezi norkem a vydrou (nápověda: barva srsti, velikost těla, tvar hlavy…).

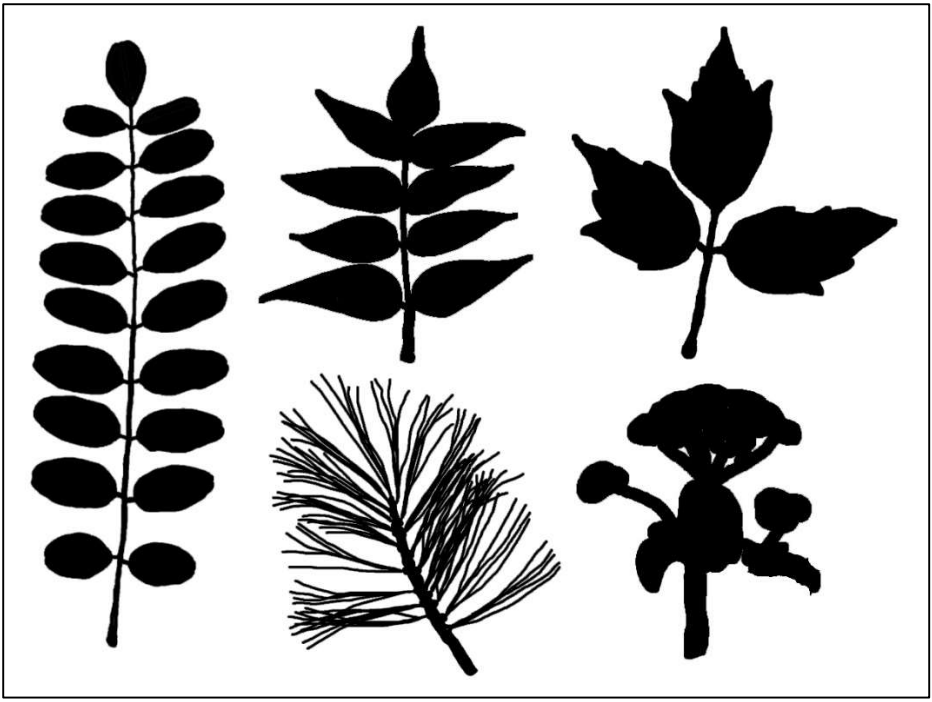


Omalovánky devíti invazních druhů (zleva shora): mníšek šedý, mýval severní, potkan obecný, škeblice asijská, kočka domácí, mandelinka bramborová, norek americký, plzák španělský, drápatka vodní. Obrázky jsou ilustrační a neukazují reálné velikostní poměry jednotlivých zvířat.



Poznávačka dvanácti invazních druhů živočichů podle siluet (zleva shora): mníšek šedý, kočka domácí, mandelinka bramborová, plzák španělský, sumeček černý, potkan obecný, rak červený, želva nádherná, oblovka obrovská, norek americký, trnucha skvrnitá, karas stříbřitý. Obrázky jsou ilustrační a neukazují reálné velikostní poměry jednotlivých zvířat.





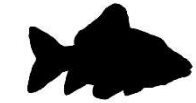
Poznávačka pěti invazních rostlin podle siluet (zleva shora): trnovník akát, pajasan žláznatý, javor jasanolistý, borovice vejmutovka, bolševník velkolepý. Obrázky jsou ilustrační a neukazují reálné velikostní poměry jednotlivých rostlin.

Následují pracovní listy pro třetí, čtvrtý a pátý ročník ZŠ (dvě stránky pro každý z ročníků). Řešení je k nahlédnutí či stažení společně s materiály na **invaznidruhy.nature.cz**. Pedagogům doporučujeme projít si zadání a žákům o zařazených druzích nejprve poreferovat v rámci výuky.

1

Biologické invaze: pracovní list pro 3. ročník ZŠ

1. **Spoj stín s názvem invazního živočicha**



norek americký

želva nádherná

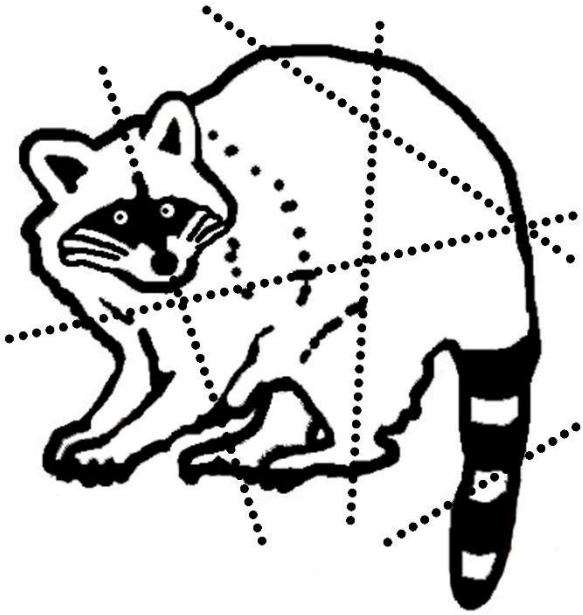
potkan obecný

karas stříbřitý

mandelinka bramborová

plzák španělský

2. **Rozstříhej obrázek invazního mývala severního podle tečkovaných čar a opět ho slož**



2

Biologické invaze: pracovní list pro 3. ročník ZŠ

3. **Rozhodni, zda je dané tvrzení správné a vybarvi příslušné políčko:**

	ANO	NE
Biologické invaze jsou celosvětovým problémem.	☐	☐
Biologické invaze probíhají na souši i ve vodě.	☐	☐
Vypouštění akvarijních ryb do přírody je v ČR povoleno.	☐	☐
Želva nádherná je původním druhem v ČR.	☐	☐

4. **Vyřeš slovní úlohu: Toulavá kočka domácí uloví každý den jednoho zpěvného ptáka. Kolik jich uloví za týden?**

5. **Dokresli obrázek invazního raka signálního**

1

Biologické invaze: pracovní list pro 4. ročník ZŠ

1. **Spoj stín s názvem invazního živočicha a prostředím, které mu vyhovuje:**

potkan obecný

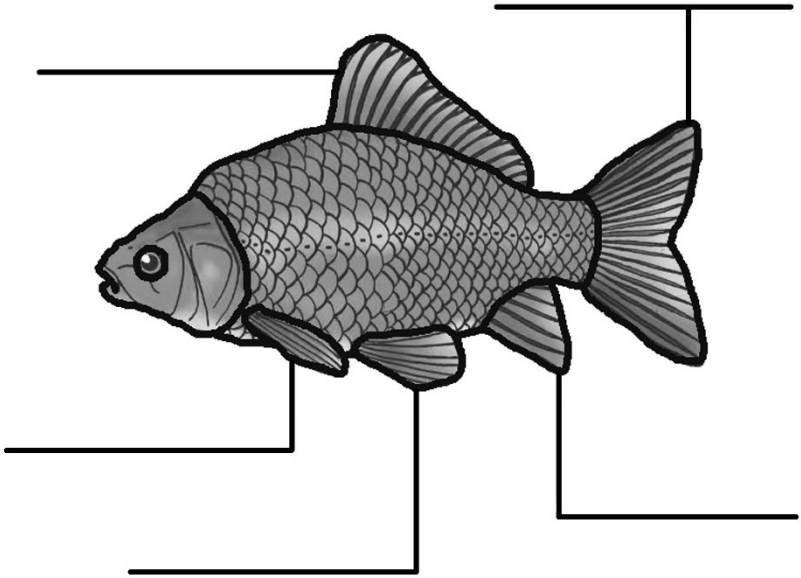
sumeček černý

plzák španělský

mandelinka bramborová

MĚSTO POLE ŘEKA ZAHRADA

2. **Na obrázku je invazní karas stříbřitý. Doplň názvy ploutví.**



2

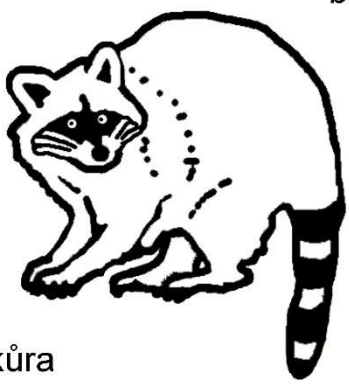
Biologické invaze: pracovní list pro 4. ročník ZŠ

3. Podle nabídky vpravo doplň vynechaná místa v textu:

Mandelinka bramborová má proměnu ..... Larvy i dospělci se živí na listech ..... rostlin, kukla pak dokončuje svůj vývoj v ..... Brambory, papriky i rajčata (na kterých může také .....) jsou pro ni „novým typem stravy“, protože tyto ..... pocházejí původem ze Střední a ..... Ameriky a přešla na ně z hospodářsky ..... druhů.

lilkovitých
škodit
dokonalou
plodiny
Jižní
nevýznamných
půdě

4. Z nabídky vyber a podtrhni to, čím se živí invazní mýval severní:



bukvice
mlži
ovoce
mláďata ptáků
brambory
raci
ovce
větší hmyz
ryby
koně
tráva
žáby
žaludy
stromová kůra
kaštany
ořechy
vejce ptáků
kukuřice

1

Biologické invaze: pracovní list pro 5. ročník ZŠ

1. **Jak se obvykle projevuje invazní druh? Zakroužkuj správné odpovědi:**

a) šíří se do okolí

b) rychle roste

c) má hodně potomků

d) je zavlékán člověkem

e) rychle dospívá

f) neškodí původním druhům

g) má málo potomků

h) vytlačuje původní druhy

2. **V osmisměrce najdi a vyškrtej vpravo uvedené názvy invazních rostlin:**

O	Q	T	N	G	Q	K	T	Ř	A	P	A	T	K	A
I	Ů	L	Í	Á	Š	O	L	A	S	K	A	V	E	C
Í	A	K	Ř	Í	D	L	A	T	K	A	Ú	C	I	P
D	Á	K	U	S	T	O	V	N	I	C	E	U	Q	W
L	P	Ť	B	Ů	Š	T	Ó	Ř	I	A	K	T	Ů	W
Q	Ě	E	Q	X	O	O	A	M	B	R	Ó	Z	I	E
W	Ť	Y	I	T	X	Č	P	A	J	A	S	A	N	K
B	O	L	Š	E	V	N	Í	K	Q	Z	Ž	P	O	G
K	U	Ř	T	N	T	Í	S	Á	X	J	J	L	B	I
Ž	R	Í	E	T	O	K	Ů	T	K	F	L	E	T	S

AKÁT
AMBRÓZIE
BOLŠEVNÍK
KOLOTOČNÍK
KUSTOVNICE
KŘÍDLATKA
LASKAVEC
PAJASAN
PĚŤOUR
TŘAPATKA

3. **Podle nabídky vpravo doplň vynechaná místa v textu:**

Biologické invaze označují vědci na celém ..... za jeden z největších problémů životního prostředí a ochrany ....., protože výskyt ..... druhů má často velice ..... dopad na biodiverzitu a působí značné .....

škody
přírody
světě
invazních
negativní

2

Biologické invaze: pracovní list pro 5. ročník ZŠ

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

rak pruhovaný

vroubenka americká

sršeň žlutavá

rak říční

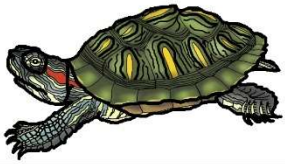
borovice lesní

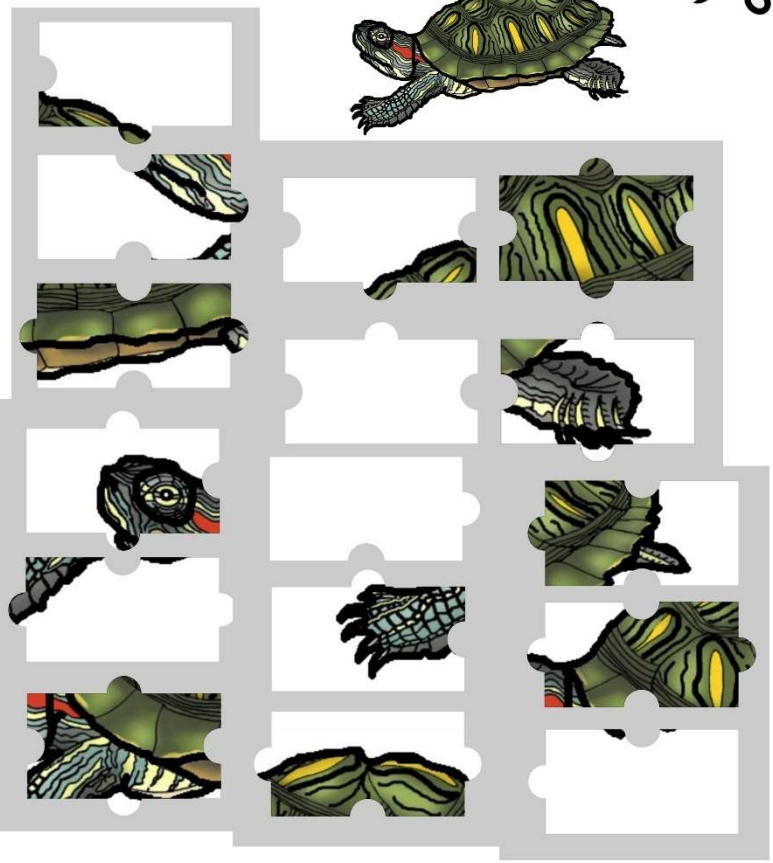
včela medonosná

slunéčko sedmitečné

slunéčko východní

5. **Vystřihni puzzle invazní želvy nádherné a slož ho podle obrázku: (doporučujeme nalepit na papír)**





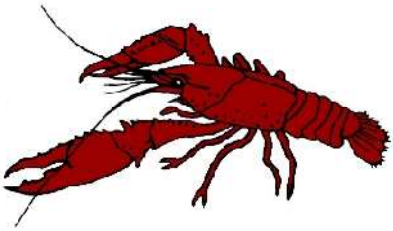
3.6 Plakáty a letáky

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**. 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 zaujímali postoje k zobrazené situaci. Následovat by měla opět otevřená diskuze.

Níže uvedené dva plakáty (obr. 42 a 43) vyzývají chovatele (včetně dětí), aby nevypouštěli nechtěné živočichy ze zájmových chovů do přírody. Oba plakáty jsou aktuální zejména v ČR, protože z chovatelského hlediska se jedná o jeden z hlavních trhů s akvarijními, terarijními a zájmovými druhy obecně v rámci celé Evropy. Na druhou stranu je třeba zmínit i to, že těch opravdu rizikových druhů 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.

Obr. 42: *Plakát vyzývající chovatele, aby nevypouštěli mazlíčky a živočichy ze zájmových chovů do přírody.*

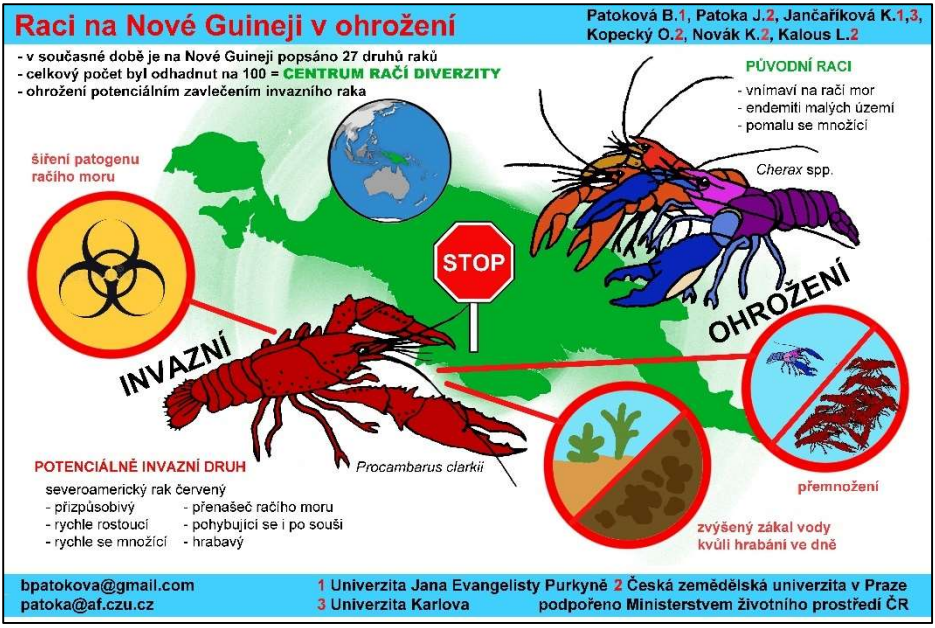


Obr. 43: *Plakát vyzývající chovatele, aby nevypouštěli akvarijní do přírody (ke stažení v plné velikosti na invaznidruhy.nature.cz).*

Paradox v ochraně přírody, kdy je druh ohrožen ve svém původním areálu výskytu, zatímco jinde působí jako druh invazní, vysvětluje následující plakát (obr. 44). 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.

Obr. 44: *Plakát informující o paradoxu 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 (obr. 45). 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.



Obr. 45: *Plakát informující o ohrožení původních raků na Nové Guineji potenciálně zavlečeným severoamerickým rakem červeným (ke stažení v plné velikosti na invaznidruhy.nature.cz).*

Následující dva plakáty (obr. 46 a 47) upozorňují na nežádoucí přítomnost koček domácích v přírodě. Kočky patří mezi vrcholové predátory a mohou významně škodit především lovem zpěvného ptactva. Netýká se to jen lesů a luk, kočky loví ptactvo i v městských oblastech. V rámci minimalizace škod se pak může postupovat různě, jako jedna z nejefektivnějších cest se však jeví kastrace toulavých koček. Vykastrované samice si obhájí své teritorium (i když menší), ale nemohou se množit. Ve srovnání s pouhým odchytem, kdy uvolněné místo obsadí jiná kočka (a ta může mít za život více než sto koťat), je zmíněná metoda mnohem účinnější. Navíc lze u kastrovaných koček nadšení pro lov značně snížit pravidelným dokrmováním. Děti by měly být vedeny k tomu, aby na kočku pohlížely jako na domácí zvíře a snažily se zabránit jejímu potulování po okolí.

Obr. 46: *Plakát upozorňující na to, že kočky domácí se nemají vypouštět do přírody (ke stažení v plné velikosti na invaznidruhy.nature.cz)*

Obr. 47: *Plakát vysvětlující, čím kočka domácí škodí v přírodě, a proč má smysl zdivočelé kočky kastrovat (ke stažení v plné velikosti na invaznidruhy.nature.cz)*

4. SLOVNÍK POJMŮ

V tomto terminologickém slovníku, který zahrnuje více jak třicet 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 zvídaví 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 organizmů 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 organizmů". Ekologie nenavrhuje žádná ochranářská 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 mechanizmy ekosystému (vazby mezi jednotlivými organizmy) působí proti těmto změnám, čímž navrací 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 trvale na jednom konkrétním místě, kde se vyvinul, a nikde jinde na světě

Environmentální
Zabývající se životním prostředím; původně byly navrženy i ekvivalenty prostřeďový a životněprostřeďový, tyto se ale nevžily

Eradikace
Vymýcení či vyhubení populace nežádoucího druhu. Efektivita eradikace je ovšem i přes veškerou snahu často nízká, případně bývají zasaženy i necílové druhy

Etablování
Proces, kdy se nepůvodní druh v novém prostředí začne úspěšně rozmnožovat a jeho další přežití a šíření v krajině je proto pravděpodobné

Expanzivní
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 působí na druhy původní i na celý 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 a nařízení

Migrace
Pravidelné stěhování organizmů

Mitigace
Zmírňování a snížení škodlivosti následků, mimo jiné i biologických invazí

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

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 ochrany přírody
Nastává, když se druh ohrožený ve svém původním areálu stane mimo tento areál 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 definovat i jako soubor faktorů nutných k životu.

POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY

Hlavním adresátem certifikované metodiky jsou učitelé prvního stupně základních škol a koordinátoři EVVO.

Zájem o metodiku vyjádřilo již v rámci přípravy projektu patnáct základních škol. 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 edukaci a osvětu veřejnosti.

Uplatnění certifikované metodiky vychází z výše uvedených cílů a lze jej spatřovat ve čtyřech rovinách:

- metodika je návodem pro učitele prvních až pátých tříd na prvním stupni základních škol, jak sestavit jednotlivé formy environmentální výuky, aby se zvýšilo povědomí žáků o dané problematice;
- metodika přehledně shrnuje aktuální vědecké poznatky, které zjednodušuje tak, aby je bylo možné předat žákům prvního stupně základních škol;
- metodika představuje návodné plakáty, letáky, pracovní listy, hry a další aktivity pro realizaci výuky na prvním stupni základních škol, 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.

SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE

Haubrock, P., Oficialdegui, F.J., Yiwen, Z., **Patoka, J.**, Yeo, D.C.J., Kouba, A. (2021) The redclaw crayfish: A prominent aquaculture species with invasive potential in tropical and subtropical biodiversity hotspots. Reviews in Aquaculture, 13: 1488-1530.

Kopecký, O., **Kalous, L.**, & **Patoka, J.** (2013). Establishment risk from pet-trade freshwater turtles in the European Union. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems, 410: 2.

Kulma, M., Molero-Baltanás, R., Petrtýl, M., **Patoka, J.** (2022) Invasion of synanthropic silverfish continues: first established populations of *Ctenolepisma calvum* (Ritter, 1910) revealed in the Czech Republic. BioInvasions Records, 11: 110-123.

Magalhães, A. L. B., de Azevedo, C. S., Maceda-Veiga, A., **Patoka, J.** (2023) The scientist eyes: monitoring YouTube™ to quantify aquatic pet release in Brazil. Aquatic Ecology, doi: 10.1007/s10452-023-10059-1.

Patoka, J., Bláha, M., **Kalous, L.**, Vrabec, V., Buřič, M., Kouba, A. (2016) Potential pest transfer mediated by international ornamental plant trade. Scientific Reports, 6: 25896.

Patoka, J., Magalhães, A. L. B., Kouba, A., Faulkes, Z., Jerikho, R., Vitule, J. R. C. (2018) Invasive aquatic pets: failed policies increase risks of harmful invasions. Biodiversity and Conservation, 27: 3037-3046.

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

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.

Blackburn T.M. et al. (2011) A proposed unified framework for biological invasions. Trends in Ecology and Evolution, 26: 333-339.

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.

Carr N., Cohen S. (2011) The public face of zoos: Images of entertainment, education and conservation. Anthrozoös, 24: 175-189.

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, Netherlands.

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.

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.

Černá A. (2018) Jsou organismy invazní, nebo invazivní? Živa, 5: 125.

Činčera J. et al. (2016) Environmentální výchova z pohledu učitelů. 1. vyd., BEZK; Masarykova univerzita; Agentura Koniklec, Brno.

Diagne C. et al. (2021) High and rising economic costs of biological invasions worldwide. Nature, 592: 571-576.

Franke J., Telecky T.M. (2001) Reptiles as pets. An examination of the trade in live reptiles in the United States. Washington DC, USA.

Gherardi F. (2007) Biological invaders in inland waters: Profiles, distribution, and threats. Springer, Netherlands.

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.

Haubrock P.J. et al. (2022) Geographic and taxonomic trends of rising biological invasion costs. Science of the Total Environment, 817: 152948.

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

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

Jančaříková K. (2013) Ekologie čtená podruhé. Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta, Praha.

Jančaříková K. (2020) Základy environmentální výchovy. Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta, Praha.

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, Pedagogická fakulta, Praha.

Jeschke J.M., Strayer D.L. (2015) Invasion success of vertebrates in Europe and North America. Proceedings of the National Academy of Sciences, 102: 7198-7202.

Kroufek R. et al. (2020) Výzkum v didaktice biologie, geologie a environmentální výchovy v České republice v letech 2008-2018. Scientia in Educatione, 11: 43-58.

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, Hradec Králové.

Lowe S. et al. (2000) 100 of the world's worst invasive alien species: a selection from the global invasive species database. Auckland: Invasive Species Specialist Group.

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. U.S. Department of the Interior, National Biological Service, Washington DC, USA.

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.

NP Šumava (2021) Invazní rostliny Šumavy. Správa Národního parku Šumava, Vimperk.

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.

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

Patoka J. et al. (2020) Marine hitchhikers: a preliminary study on invertebrates unintentionally transported via the international pet trade. NeoBiota, 61: 33-36.

Pergl J. et al. (2020) Applying the convention on biological diversity pathway classification to alien species in Europe. NeoBiota, 62: 333-363.

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.

Petrickij V.A. (1990) Světlo v pralese: život a dílo Alberta Schweitzera. 2. vyd., Albatros, Praha.

Petrusek A. (2018) Symbióza aneb žijeme pospolu. Živa, 1: 17-18.

Pimentel D. et al. (2000) Environmental and economics costs of nonindigenous species in the United States. BioScience, 50: 53-65.

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.

Reade R.S., Waran N.K. (1996) The modern zoo: How do people perceive zoo animals? Applied Animal Behaviour Science, 47: 109-118.

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. 3. vyd., Junák – Svaz akutů a skautek České republiky, Praha.

Šefrová H., Laštůvka Z. (2005) Catalogue of alien animal species in the Czech Republic. Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis, 53: 151-170.

Vilà M., Hulme P.E. (2017) Impact of biological invasions on ecosystem services (Vol. 12). Springer International Publishing, Cham.

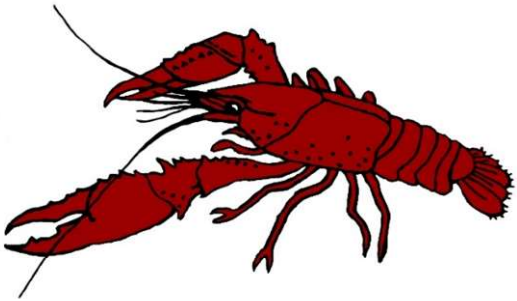
Williamson M. (1996) Biological invasions. Chapman & Hall, London, UK.

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.

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, kde mimo jiné garantuje a vyučuje předměty akvaristika a produkční akvaristika. Od roku 2022 přednáší o biologických invazích jako hostující lektor na Indonesia Open University (Universitas Terbuka) v Jižním Tangerangu na Jávě. Autor více jak osmdesáti 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. Rovněž studuje invazní organizmy, a to především v souvislosti s mezinárodním obchodem s akvarijními živočichy a rostlinami. Věnuje se i popularizaci vědy a osvětě. Napsal čtyři chovatelské příručky, metodiku o chovu raků v akváriích a spolu s kolegy vytvořil české názvosloví infrařádu rakotvárných. 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 endemické fauny 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 vodní bioty na ostrově Sulawesi (dříve Celebes) – The Sulawesi Keepers.

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

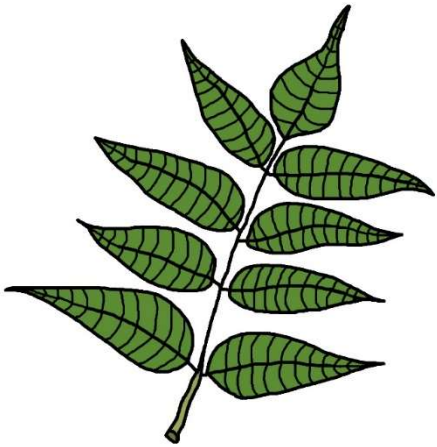
Pracuje jako vedoucí Centra podpory přírodovědného vzdělávání na katedře biologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem a jako docent na katedře biologie a environmentálních studií Pedagogické fakulty Univerzity Karlovy. Pravidelně publikuje v odborných časopisech, 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. 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. Je zakládajícím členem Asociace udržitelných univerzit.

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

Je docentem oboru aplikovaná zoologie na katedře zoologie a rybářství, FAPPZ, České zemědělské univerzity v Praze. 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.).

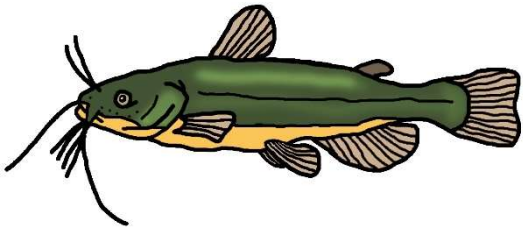
Ing. Karel Novák, Ph.D. (*1992)

Vystudoval obor aplikovaná zoologie a souběžné studium pro 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. Od roku 2023 je pracovníkem publikačního oddělení Zoo Praha, kde dříve čtyři roky působil jako průvodce a lektor vzdělávacích programů, další pracovní zkušenosti sbíral jako chovatel a průvodce ve Stanici Pavlov. 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.



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, Dr.Sc. 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 organizmů 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.



Poznámky:

Název: Biologické invaze v environmentální výuce pro první stupeň základních škol

Autoři: Barbora Patoková a kol.

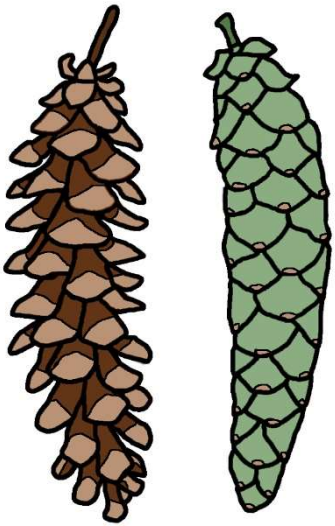
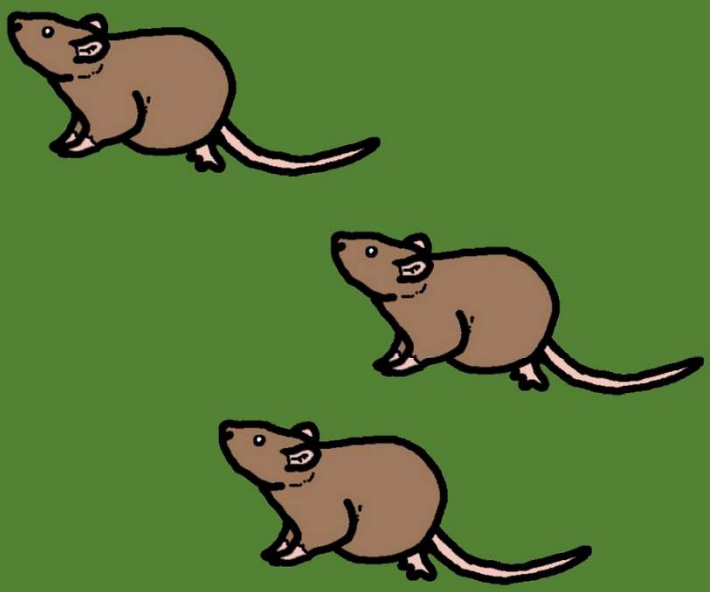
Vydavatel: Česká zemědělská univerzita v Praze

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

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

První díl série, vydání první

Rok vydání: 2023

ISBN (tištěná verze): ISBN 978-80-213-3337-6

ISBN (elektronická verze): ISBN 978-80-213-3338-3