

Invazní druhy: riziko pro krajinu i kvalitu života lidí

- Invazní druhy jsou organismy zavlečené člověkem, ať už úmyslně či neúmyslně, mimo oblast svého původního výskytu.
- Velmi rychle se šíří, některé proto znamenají velké riziko pro přírodní systémy. Ohrožují ale i člověka, hospodářská zvířata a zemědělství.
- Na regulaci a likvidaci vybraných invazních druhů jsou každoročně z rozpočtu obcí, měst, státní správy či nevládních organizací věnovány značné prostředky v řádech statisíců až milionů korun.
- Do legislativy České republiky je nyní implementováno nařízení Evropského parlamentu a Rady o prevenci a regulaci invazních druhů, jde zejména o novelu zákona o ochraně přírody a krajiny (č. 114/1992 Sb.).
- Proti většině invazních druhů je vhodné zasahovat především tam, kde hrozí nežádoucí důsledky invaze. Některé druhy – s malým vlivem – je možné tolerovat. Jiné, které představují velké riziko, je vhodné likvidovat plošně.

Biologické invaze, tedy zavlékání rostlinných a živočišných druhů mimo oblasti jejich původního rozšíření v důsledku lidské činnosti, nejsou fenoménem posledních desetiletí, byť by se to tak podle zpráv v médiích mohlo na první pohled jevit.

Tento AVex shrnuje základní informace o nepůvodních a invazních druzích, rizicích spojených s jejich zavlékáním a možnostech jejich regulace a likvidace (managementu). Obsahuje také základní informace o zakotvení problematiky nepůvodních a invazních druhů v legislativě a zdůrazňuje potřebnost standardizovaných seznamů invazních druhů.

PROBLEMATICKÉ INVAZNÍ DRUHY JSOU JEN ŠPIČKOU LEDOVCE

Biologické invaze jsou důsledkem činnosti člověka. V minulosti byly druhy odděleny geografickými bariérami, oceány či klimaticky neprostupnými oblastmi jako hory nebo pouště. S expanzí lidské civilizace se přesouvali a šířili (záměrně i neúmyslně) také živočišné, rostliny či patogenní organismy. Přitom se ovšem zpravidla zbavili svých přirozených škůdců, predátorů a dalších nepřátel. Mnohé z těchto druhů mohly i díky tomu lépe konkurovat druhům původním.

Druhy rostlin a živočichů, které jsou schopny rychle se rozšířit z míst zavlečení a na novém území převládnout, nazýváme invazní. Je však nutno mít na paměti, že jen některé zavlečené organismy v novém areálu zdomácní, začnou se šířit, a ještě méně jich pak působí problémy.

Z raných období se na území ČR zachovaly především rostliny spojené se zemědělskou produkcí a jejich plevele, pocházející zejména z oblasti Středomoří, severní Afriky a Blízkého východu. Mnohé z nich dnes veřejnost považuje za přirozenou součást přírody a řada jich je dokonce chráněná – jedná se často o polní plevele (např. koukol polní) ohrožené současnými metodami obhospodařování polí.

Z našich běžných živočichů je pozůstatkem těchto časů například bažant obecný, který k nám byl přivezen již před 700 lety.

Lepší schopností zdomácnět a postupně převládnout, často i v člověkem méně narušené přírodě, se vyznačují druhy zavlekané od počátku novověku do současnosti, zejména ze Severní Ameriky či východní Asie. Příkladem mohou být křídlatky či jelen sika, uměle vysazený v Čechách až na přelomu 19. a 20. století.

Ne všechny zavlečené druhy jsou však nevitányými vetřelci. Současná ekonomika do značné míry na nepůvodních druzích závisí. Brambory z Jižní Ameriky se v Evropě rozšířily v 18. století a dnes se nad jejich pěstováním nikterak nepozastavujeme.

EU ZAVADÍ PŘÍSNÁ OPATŘENÍ

Vzhledem k rostoucí důležitosti problematiky invazních druhů a vzrůstajícím možnostem jejich šíření přijala EU před sedmi lety nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1143/2014 o prevenci a regulaci zavlékání či vysazování a šíření invazních nepůvodních druhů.

Definice invazního druhu v pojetí EU zahrnuje nejen aspekt šíření na rozsáhlých územích, ale zdůrazňuje i silný negativní dopad na původní druhy, společenstva, ekosystémy či na lidskou společnost.

V rámci evropské legislativy jsou definovány tzv. **druhy s významným dopadem na Unii**. Jedná se o druhy zařazené na tzv. „unijní seznam“. V češtině lze přehled nalézt na webových stránkách Agentury ochrany přírody a krajiny na <http://invaznidruhy.nature.cz/unijní-seznam/druhy>. Pro tyto druhy jsou nastavena přísná omezení, pokud jde o jejich využívání a nakládání s nimi.

Nařízení bere v úvahu charakter výskytu jednotlivých druhů a ukládá zajistit likvidaci (eradikaci) či izolaci výskytu jen tam, kde se dosud nevytvořily stálé populace. V případě velmi rozšířených druhů je členským státům uložena povinnost zajistit alespoň regulaci výskytu, tedy omezit další šíření.

Dále nařízení ještě definuje tzv. **invazní nepůvodní druhy s významným dopadem na členský stát** – ty může členský stát přidat na svůj seznam k druhům podléhajícím legislativě EU a pak na ně uplatnit v rámci svého území diferencovaná opatření spíše než prostý zákaz (viz dále na poslední straně Je třeba vypracovat zásady regulace).

Nutrie říční (*Myocastor coypus*) pochází z Jižní Ameriky, k nám byla dovezena v roce 1924 a na řadě míst dnes vytváří trvalé populace.

Foto: Jan Pergl

PROČ SE ZABÝVAT DŮSLEDKY INVAZÍ

Nejzávažnějším důsledkem biologických invazí je jejich negativní dopad na biodiverzitu, fungování přírodních ekosystémů, ekonomiku a lidskou společnost. Zájmové skupiny, které mají s invazemi co do činění, se však často liší v tom, jak důsledky invazí vnímají. Jinak vnímá dopad biolog a ochránář a jinak zemědělec, rybář či lesník. Zpočátku „neškodný“ a oblíbený druh se navíc může postupně stát obtížným.

Invazní druhy často zásadním způsobem mění prostředí, do něhož byly zavlečeny, ohrožují výskyt původních organismů a narušují vztahy mezi nimi. Výrazné je to zvláště v případech, kdy se predátor či patogen rozšíří do prostředí, v němž se předtím nevyskytoval. Pak mohou být následky skutečně dramatické, zejména na ostrovech, kde není kam uniknout.

Nejničivější příklady zahrnují například plže oleacinu růžovou, který způsobil vyhynutí 134 druhů původních plžů na ostrovech Pacifiku. Nilský okoun (lates nilský) je zodpovědný za vymizení 200 druhů endemických cichlid ve Viktoriině jezeře v Tanzánii, ale nechvalně známá je třeba i kočka domácí, zodpovědná za globální vyhynutí minimálně 14 druhů ptáků, savců a plazů, a další desítky lokálních ostrovních extinkcí. Zavlečení drobné plísně *Pseudogymnoascus destructans* do Severní Ameriky a její rozšíření do zimovišť po celém kontinentu způsobilo v posledních 15 letech úhyn asi 10 milionů netopýrů čtyř nejvíce postižených druhů.

Podle databáze Mezinárodní unie pro ochranu přírody (International Union for Conservation of Nature, IUCN) se invazní druhy spolupodílely na vymření třetiny z celkového počtu vyhynulých živočichů (261 ze 782) a čtvrtiny rostlin (39 ze 153). Dnes už známe i příklady vyhynulých rostlin, za nimiž stojí invaze (takto vymizel například pryšec *Acalypha wilderi* na Cookových ostrovech nebo *Cyanea superba*, rostlina vzhledem připomínající palmu, na Havaji a další).



KOLIK TO STOJÍ?

Výdaje v ČR

Pro ČR není celkový odhad nákladů způsobených nepůvodními druhy znám. Pro ilustraci několik konkrétních příkladů likvidace a regulace:

- **6,6 mil. korun** činily náklady na likvidaci invazních a nepůvodních dřevin mimo chráněná území z fondů Programu péče o krajinu v letech 1997–2002,
- **4,5 mil. korun** bylo investováno v letech 2000–2003 do kontroly vejmutovky (*Pinus strobus*) a modřinu (*Larix decidua*) v Národním parku České Švýcarsko, v Chráněné krajinné oblasti Český ráj to bylo v roce 2003 celkem 450 000 korun,
- **80 mil. korun** dosáhly v letech 2013–2015 výdaje na omezení výskytu bolševníku velkolepého (*Heracleum mantegazzianum*), křídlatek (*Reynoutria*) a netýkavky žláznaté (*Impatiens glandulifera*) v projektu Omezování nepůvodních druhů v Karlovarském kraji,
- **cca 26 mil. korun** bylo vynaloženo v letech 2007–2010 na omezování křídlatek v projektu LIFE – Záchrana lužních stanovišť v povodí Morávky.

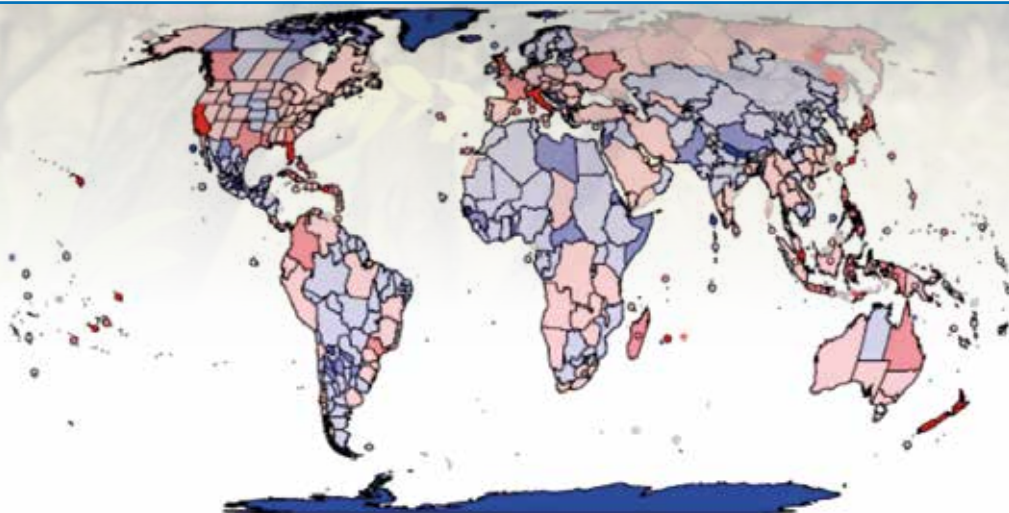
Výdaje v EU

Ve státech Evropské unie se na boj s invazními druhy a likvidací jimi způsobených škod vynaloží v přepočtu **300 miliard korun** ročně. Některé příklady z minulých let:

- **asi 15 milionů korun** bylo v roce 2008 vynaloženo z operačního programu Životní prostředí na tlumení varoázy na Slovensku,
- **více než 600 milionů korun** vynaložili ve Francii v letech 2006–2015 na likvidaci hnízd sršně asijské (*Vespa velutina*), která ničí včelstva, druh se ale stále šíří,
- **na 6 miliard korun** ročně se odhadují náklady spojené se šířením křídlatky ve Velké Británii, v celé Evropě je to zhruba **60 miliard korun**.

Výdaje ve světě

600 miliard korun je odhad globálních průměrných ročních nákladů spojených s invazními druhy v období 1970–2017. Varovný je však zejména rostoucí trend – pro poslední rok zachycený studií francouzských vědců se odhad pohybuje okolo 3,6 bilionu korun. Přímé škody jsou přitom zhruba třináctkrát vyšší než náklady na kontrolu, likvidaci a omezení, a navíc rostou mnohem rychleji.



Mapa vyjadřující míru zasažení biologickými invazemi. V červeně znázorněných oblastech se vyskytuje nejvíce zdomácnělých druhů nepůvodních rostlin, ryb, obojživelníků, ptáků, savců, mravenců a pavouků, v modře zbarvených jsou počty podprůměrné. Hlavní ohniska invazí představují pobřežní oblasti Severní Ameriky, Evropa, jihovýchodní Asie, Austrálie, Nový Zéland a ostrovy v Tichomoří. Jen zdomácnělých rostlin evidujeme po celém světě přes 14 tisíc, z toho invazních je okolo 2500.

Zdroj: Dawson, W., Moser, D., van Kleunen, M. et al. Global hotspots and correlates of alien species richness across taxonomic groups. *Nat Ecol Evol* 1, 0186 (2017). <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0186>

DOPAD INVAZÍ V EVROPĚ

Z výše uvedených příkladů je zřejmé, že důsledky invazí nepůvodních druhů živočichů a rostlin mohou být skutečně velkoplošné a rozsáhlé. V Evropě evidujeme zhruba 150 druhů s velmi silným impaktem. Mezi ptáky je jedním z nejproblematictějších berneška velká v západní Evropě. Savce zastupují potkan, norek americký, jelen sika či ondatra pižmová, jejíž invaze začala u Dobříše, či asijský muntžak v Anglii. Ve vodním prostředí se jedná zejména o skupinu amerických raků přenášejících račí mor, mlže slávičku mnohotvárnou, z ryb střevličku východní. Rostlinami zasluhujícími naši pozornost jsou ve Středomoří invadující druhy (akácie sivozelená, libora měnivá, puerarie Thunbergova, tokozelka nadmutá) či v našem prostředí např. křídlatky.

Kromě dopadů na biodiverzitu je nutné počítat i s dopadem na člověka, jeho zdraví, sociální a kulturní vazby, ekonomickou a další činnost. Známý bolševník způsobuje silné popáleniny kůže, některé druhy produkují alergenní pyl (pajasan, ambrózie), o ostré ulity se lze ve vodě při koupání pořezat (slávička), další jsou dokonce pro člověka jedovaté (žahavé medúzy nebo začínající invaze perutýna), a tak omezují i rekreační aktivity. Jiné druhy snižují výnosy v zemědělství či v rybníkářství (karas stříbrný, střevlička východní).

SOUČASNÉ TRENDY V BIOLOGICKÝCH INVAZÍCH

Šíření nepůvodních druhů souvisí se vzrůstající globalizací, která umožňuje snadno překonat velké vzdálenosti, a s velkoplošnými změnami, ke kterým v současné době v krajině dochází.

U rostlin napomáhá šíření invazních druhů především ústup od tradičních způsobů obhospodařování krajiny a nárůst stavební činnosti nebo opuštění průmyslových areálů. Některé problémové původní druhy ovšem z těchto změn těží, např. třtina křovištní, kopřiva dvoudomá atd.

Zdaleka nejčastější je únik z pěstování či chovu – jedná se o druhy zplanělé z botanických či soukromých zahrad nebo uniklé živočichy chované v akvakulturách, kožešinových farmách nebo soukromých chovech. Odhaduje se, že v Evropě se chová 54 milionů ptáků, 28 milionů savců, 14 milionů akvarijních rybek a 9 milionů plazů.

U ryb se nejčastěji jedná o úmyslné vysazování, ať již v rámci rybářského obhospodařování či ilegálně privátními osobami.

JAK INVAZNÍ DRUHY REGULOVAT?

Management nepůvodních rostlinných druhů zahrnuje jejich kontrolu, likvidaci a omezování; na výběr jsou mechanické přístupy, jako je kosení, pasení nebo vytrhávání, chemické metody jsou založeny na aplikaci herbicidů. Často se využívá jejich kombinace, při níž účinnost mechanického zásahu ještě podpoří postřik herbicidů.

Kontrola živočichů je náročnější, protože se často jedná o velmi mobilní jedince, kteří navíc žijí skrytě. U ptáků a savců je potenciálně možný odchyt či odstřel v rámci mysliveckého obhospodářování, nicméně veřejnost je vnímá jako problematické a snížení početnosti invazních druhů je často jen krátkodobé.

U bezobratlých a ve vodním prostředí je vymýcení mechanickou cestou téměř nemožné. Nerealizovatelná je i chemická metoda, neboť by vyžadovala chemický zásah v celém toku či nádrži, čímž by byly ohroženy i organismy, které nebyly cílem. Výjimkou byl například zákrok proti raku mramorovanému ve dvou izolovaných lokalitách v ČR.

Alternativou je využití přirozených nepřátel, tzv. biologická kontrola. V tomto případě není cílem úplná likvidace invazního druhu, úspěchem je, když je dlouhodobě potlačen tak, že dojde k částečnému návratu původních druhů. Výhodou je, že úspěšná biokontrola nevyžaduje další náklady na dlouhodobé udržování. Důležité je sledovat a případně regulovat to, jak a kudy se nepůvodní druhy šíří. Tedy neúmyslně, například s dopravou a komoditami, nebo záměrně, třeba jako okrasné druhy nebo lovná zvířata k rybolovu.

ČÍM JEMNĚJI, TÍM LÉPE

Pro většinu druhů je vhodný tzv. stratifikovaný přístup. Spočívá v tom, že se zasahuje především tam, kde jsou pro to vhodné podmínky a kde v případě nečinnosti hrozí nežádoucí důsledky invaze – ať už přímo v místě výskytu nebo v podobě šíření druhu na další lokality. Tento přístup umožňuje využít vynaložené prostředky efektivněji.

Příkladem může být akát, strom využívaný jak v lesnictví, tak včelaři či v parkových výsadbách. Z hlediska ochrany přírody představuje hrozbu zejména pro ochranný hodnotná společenstva teplomilných trávníků, skalních stepí a světlých lesních porostů. Akát se do těchto typů vegetace šíří pomocí kořenových výmladků ze sousedních výsadeb a mění vlastnosti půdy i světelné a mikroklimatické podmínky stanoviště, což způsobuje vymizení vzácných světlomilných druhů rostlin a bezobratlých. Cílem ale není zlikvidovat akát na celém území ČR. Mnohé porosty na suťových svazích podél řek plní důležitou funkci, navíc ani není možné akát z takových míst odstranit. Proto lze jeho pěstování v některých oblastech tolerovat, zatímco z ochranný hodnotných biotopů a jejich okolí je nutno jej důsledně odstraňovat.

PLOŠNÝ ZÁKAZ HERBICIDŮ JE RISKANTNÍ

O používání glyfosátu, účinné složky u nás nejnámějšího herbicidu Roundup, se v posledních letech na různých fórech hodně diskutuje. Glyfosát se totiž zejména v zemědělství využívá nadměrně a existuje tudíž prostor, jak jeho použití omezit.

Na druhou stranu, v ochranářské praxi (kde je ve srovnání se zemědělstvím spotřeba chemikálií obsahujících glyfosát minimální) se při likvidaci některých úporných invazních druhů (pajasan, křídlatky) bez chemie neobejdeme. Mechanicky můžeme pouze potlačovat rozšiřování stávajících populací a zcela zlikvidovat lze jen ty malé (ale často ani to nelze).

Zatím není k dispozici jiná metoda, která by měla podobný účinek na cílové druhy a zároveň byla šetrnější k životnímu prostředí a také finančně dostupná.

TERMINOLOGIE INVAZÍ

Původní druh – druh, který v území vznikl v průběhu evoluce nebo se do něj dostal bez přispění člověka z území, kde je původní.

Zavlečený, nepůvodní druh – druh, poddruh nebo nižší taxon živočichů, rostlin, hub nebo mikroorganismů, který se do území dostal v důsledku činnosti člověka z území, ve kterém je původní, anebo přirozenou cestou z území, v němž je nepůvodní. Patří sem semena, vajíčka a ostatní rozmnožovací částice těchto druhů, jakož i kříženci, odrůdy či plemena, kteří mohou přežít a následně se rozmnožovat.

Naturalizovaný (zdomácnělý) druh – zavlečený druh, který se v území pravidelně rozmnožuje po dlouhou dobu a nezávisle na činnosti člověka.

Invazní druh – naturalizovaný druh, který se v území rychle šíří na značné vzdálenosti od mateřské populace a zpravidla na rozsáhlém území. Podle nařízení EU 1143/2014 je to dále takový nepůvodní druh, u něž bylo zjištěno, že jeho zavlečení či vysazení nebo šíření ohrožuje biologickou rozmanitost a související ekosystémové služby nebo na ně má nepříznivý dopad.

Přechodně zavlečený druh – druh, jehož přežívání v území závisí na opakovaném přísunu diaspor v důsledku lidské činnosti; pokud se rozmnožuje mimo kulturu, pak pouze přechodně.

(podle Pyšek a kol. 2008 a nařízení EU 1143/2014)

JE TŘEBA VYPRACOVAT ZÁSADY REGULACE

Pro invazní druhy uvedené na **unijním a případně i na národním seznamu**, které jsou v ČR široce rozšířeny, je třeba na základě vědeckých poznatků vypracovat tzv. zásady regulace, odrážející konsenzus mezi ochranou přírody a ostatními zájmovými skupinami. Tyto zásady představují konkrétní metodické návody, jak minimalizovat negativní dopad invazních druhů na biologickou rozmanitost, ekosystémové služby, lidské zdraví a hospodářství.

Management invazních druhů je nutné řešit v kontextu jejich výskytu a dopadu na přírodu a společnost. Evropský seznam

invazních druhů nastavuje omezení velmi přísně, zatímco národní seznam umožňuje jemnější a specifitější zásahy; u některých druhů s malým vlivem je možné nastavit i „toleranci“. Nemá smysl vynakládat vysoké finanční částky na omezování druhů jen kvůli tomu, že jsou v ČR nepůvodní, pokud nemají téměř žádný měřitelný impakt. Někdy lze proti nim zasahovat v rámci hospodaření na daném území a není nutno zasahovat cíleně.

AVEX 1/2021: INVAZNÍ DRUHY: RIZIKO PRO KRAJINU I KVALITU ŽIVOTA LIDÍ, KVĚTEN 2021

Přehled použité literatury: <http://www.avcr.cz/cs/veda-a-vyzkum/avex/>

AVex je nezávislé a nestranné expertní stanovisko, které Akademie věd České republiky připravuje pro legislativní potřeby zákonodárců Poslanecké sněmovny a Senátu Parlamentu České republiky.

Připravila Akademie věd ČR, odborným garantem je Botanický ústav AV ČR a Ústav biologie obratlovců AV ČR.

Odpovědná redaktorka: Markéta Růžičková, e-mail: avex@kav.cas.cz, <http://www.avcr.cz/cs/veda-a-vyzkum/avex/>

Kontaktní osoba: Jan Pergl, Botanický ústav AV ČR, e-mail: pergl@ibot.cas.cz, Petr Pyšek, Botanický ústav AV ČR, e-mail: pysek@ibot.cas.cz, Pavel Jurajda, Ústav biologie obratlovců AV ČR, e-mail: jurajda@ivb.cz, Jan Zukal, Ústav biologie obratlovců AV ČR, e-mail: zukal@ivb.cz

Literatura – AVex 1/2021

1. Bellard C., Cassey P. & Blackburn T. M. (2016). Alien species as a driver of recent extinctions. *Biology Letters* 12, 20150623
2. Blackburn T. M., Essl F., Evans T. ... Bacher S. (2014): A unified classification of alien species based on the magnitude of their environmental impacts. – *PLoS Biology* 12: e1001850. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001850>.
3. Blackburn T. M., Pyšek P., Bacher S., Carlton J. T., Duncan R. P., Jarošík V., Wilson J. R. U. & Richardson D. M. (2011): A proposed unified framework for biological invasions. – *Trends in Ecology and Evolution* 26: 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2011.03.023>.
4. Callaway R. M. & Ridenour W. M. (2004): Novel weapons: invasive success and the evolution of increased competitive ability. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2: 436–443
5. Dawson W., Moser D., van Kleunen M., ... Essl F. (2017): Global hotspots and correlates of alien species richness across taxonomic groups. – *Nature Ecology and Evolution* 1: 0186. <https://doi.org/10.1038/s41559-017-0186>.
6. Diagne C., Leroy B., Vaissière et al. (2021): High and rising economic costs of biological invasions worldwide. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03405-6>
7. Dyer E. E., Cassey P., Redding D. G. ... Blackburn T. M. (2017). The global distribution and drivers of alien bird species richness. *PLoS Biology* 15, e2000942
8. Chytrý M., Maskell L. C., Pino J., Pyšek P., Vilà M., Font X. & Smart S. M. (2008): Habitat invasions by alien plants: a quantitative comparison among Mediterranean, subcontinental and oceanic regions of Europe. – *Journal of Applied Ecology* 45: 448–458. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2007.01398.x>
9. Keane R. M. & Crawley M. J. (2002) Exotic plant invasions and the enemy release hypothesis. *Trends in Ecology and Evolution* 17: 164–170
10. Pergl J., Lososová Z., Sádlo J. & Štajerová K. (2018) Rostlinné invaze na antropogenních stanovištích. *Živa* 66 (5): 210–213
11. Pergl J., Pyšek P., Bacher S. ... Nentwig W. (2017): Troubling travellers: are ecologically harmful alien species associated with particular introduction pathways? – *NeoBiota* 32: 1–20. <https://doi.org/10.3897/neobiota.32.10199>.
12. Pergl J., Sádlo J., Petrusek A., Laštůvka Z., Musil J., Perglová I., Šanda R., Šefrová H., Šíma J., Vohralík V. & Pyšek P. (2016): Black, Grey and Watch Lists of alien species in the Czech Republic based on environmental impacts and management strategy. – *NeoBiota* 28: 1–37. <https://doi.org/10.3897/neobiota.28.4824>.
13. Pergl J., Šíma J., Görner T. & Pěkníková J. (2018) Biologické invaze a související právní nástroje. *Živa* 66 (5): CXXVI–CXXIX
14. Pyšek P. (2018): Historie, definice, hypotézy a budoucnost biologických invazí. – *Živa* 66 (5): 210–213
15. Pyšek P. (2018): Rostlinné invaze v současném světě – fakta, příčiny a souvislosti. – *Živa* 66 (5): 214–217
16. Pyšek P., Danihelka J., Sádlo J., Chrtěk J. jr., Chytrý M., Jarošík V., Kaplan Z., Krahulec F., Moravcová L., Pergl J., Štajerová K. & Tichý L. (2012): Catalogue of alien plants of the Czech

Republic (2nd edition): checklist update, taxonomic diversity and invasion patterns. – *Preslia* 84: 155–255

17. Pyšek P., Hulme P. E., Simberloff D. ... Richardson D. M. (2020): Scientists' warning on invasive alien species. – *Biological Reviews* 95: 1511–1534.
<https://doi.org/10.1111/brv.12627>.
18. Pyšek P., Chytrý M., Moravcová L., Pergl J., Perglová I., Prach K. & Skálová H. (2008): Návrh české terminologie vztahující se k rostlinným invazím. *Zprávy Čes. bot. spol.* 43, Mater. 23: 219–222.
19. Pyšek P., Jarošík V., Hulme P. E., Pergl J., Hejda M., Schaffner U. & Vilà M. (2012): A global assessment of invasive plant impacts on resident species, communities and ecosystems: the interaction of impact measures, invading species' traits and environment. – *Global Change Biology* 18: 1725–1737. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2011.02636.x>
20. Pyšek P., Pergl J., Essl F. ... van Kleunen M. (2017): Naturalized alien flora of the world: species diversity, taxonomic and phylogenetic patterns, geographic distribution and global hotspots of plant invasion. – *Preslia* 89: 203–274. <https://doi.org/10.23855/preslia.2017.203>.
21. Pyšková K. (2018) Živočišné invaze a vymírání nepůvodních druhů. *Živa* 66 (5): 248–248
22. Richardson D. M., Pyšek P., Rejmánek M., Barbour M. G., Panetta F. D. & West C. J. (2000): Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity & Distributions* 6: 93–107
23. Roche K., Jurajda P., Šlapanský L. & White S. M. (2020): Turning back the tide? Local-scale impacts of climate change may have positive effects by restoring natural riverine habitat and reducing invasive fish density. *Freshwater Biology* 65: 2010–2020
24. Seebens H., Blackburn T. M., Dyer E. E. ... Essl F. (2018): Global rise in emerging alien species results from accessibility of new source pools. – *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 115: E2264–E2273.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1719429115>
25. Seebens H., Blackburn T. M., Dyer E. E. ... & Essl F. (2017): No saturation in the accumulation of alien species worldwide. – *Nature Communications* 8: 14435.
<https://doi.org/10.1038/ncomms14435>.
26. van Kleunen M., Dawson W., Essl F. ... Pyšek P. (2015): Global exchange and accumulation of non-native plants. – *Nature* 525: 100–103. <https://doi.org/10.1038/nature14910>.
27. Vilà M., Basnou C., Pyšek P., Josefsson M., Genovesi P., Gollasch S., Nentwig W., Olenin S., Roques A., Roy D., Hulme P. E. & DAISIE partners (2010): How well do we understand the impacts of alien species on ecological services? A pan-European cross-taxa assessment. – *Frontiers in Ecology and the Environment* 8: 135–144