

Významné nepůvodní invazní patogeny lesních dřevin ČR

Eva Chumanová, Karel Černý, Ludmila Havrdová, Zuzana Haňáčková, Veronika Strnadová, Vladimír Zýka

Nepůvodní patogeny lesních dřevin mohou být v druhotném areálu rozšíření příčinou závažného poškození i plošného odumírání hostitelských dřevin a úbytku jejich populací. To může vést až ke změnám struktury a druhového složení invadovaných ekosystémů, narušení jejich funkcí a ohrožení biodiverzity. Článek

si klade za cíl seznámit pracovníky v ochraně přírody a krajiny s nejvýznamnějšími zástupci této skupiny organismů v ČR, s chorobami, které na dřevinách způsobují, s riziky, jež představují pro naši přírodu a krajinu, a s připravovanými nástroji využitelnými pro management ohrožených lesních ekosystémů.



Obrázek 1 Plodnice voskovičky jasanové se za vhodných podmínek objevují ve velkém množství na opadu listů jasanu. Foto Karel Černý

Houbové či houbám podobné patogeny lesních dřevin jsou v rámci problematiky invazních nepůvodních druhů zatím dosti opomíjenou skupinou organismů, a to nejen v České republice, ale i jinde v Evropě a ve světě. Přitom na území ČR již bylo identifikováno přes 90 nepůvodních či kryptogenních druhů, tj. druhů s dosud neznámým původním areálem. Oproti rostlinám a živočichům se vždy jedná o introdukci nezamýšlenou, nechtěnou. Většina druhů bývá do nového areálu zavlečena jako kontaminace rostlinného materiálu, nejčastěji přímo živých rostlin, méně často dřevní hmoty nebo semen.

Přes jistá dílčí opatření se nepůvodní patogeny dřevin celosvětově stále častěji stávají běžnou součástí prostředí a začínají být chápány jako významní činitelé formující a ohrožující lesní ekosystémy i ostatní porosty dřevin ve volné krajině a sídlech. V ČR je nyní tato problematika velmi aktuální, a to mj. i v souvislosti s probíhající kůrovcovou kalamitou, kdy jsou do lesů masivně vysazovány různé druhy listnatých stromů nezřídka bez ohledu na jejich citlivost vůči přítomným či zavlékaným invazním patogenům a příznivost podmínek prostředí pro jejich šíření a vývoj. Neznalost či přehlížení rizik souvisejících s přítomností invazních

patogenů při pěstování a obnově lesních porostů pak může zapříčinit jejich další šíření a zvýšení jejich i tak nemalého dopadu na přírodu ČR.

Vliv patogenů na hostitele a invadované ekosystémy

Míra vlivu zavlečených a posléze případně naturalizovaných a invazně se šířících druhů patogenů na své hostitele i celé ekosystémy je různá. Některé druhy způsobují pouze minimální poškození hostitele a prakticky neovlivňují jeho odrůstání či fyziologický stav. Jiné (zhruba 10 % introdukovaných druhů) jsou schopny zapříčinit nejen odumírání jedinců, ale i celých porostů, a v krajním případě i podstatnou redukci populace hostitele/ů s následným rizikem eroze genofondu, nebo dokonce kolapsu zbytkové populace. Příkladem může být invaze patogenu *Ophiostoma novo-ulmi*, způsobujícího grafiózu jilmů, která měla v ČR počátkem 2. pol. 20. stol. za následek pokles početnosti populací hostitelských druhů jilmů na 5–10 % původního stavu.

Míra vlivu patogenů na invadované ekosystémy pak závisí na abundanci a roli hostitele v nich. V případě, že je atakován edifikátor společenstva, mohou invazní druhy trvale měnit charakter, strukturu a fungování ekosystémů. Takové druhy jsou označovány za transformery. Mezi ně lze zařadit v ČR již hojně rozšířené patogeny *Hymenoscyphus fraxineus*, *Ophiostoma novo-ulmi*, *Phytophthora ×alni* a *P. uniformis* i jiné, které se na naše území teprve šíří, např. *Phytophthora cinnamomi* či *P. ramorum*. Jejich vliv na invadované ekosystémy lze demonstrovat na příkladu plísňe olšové (*Phytophthora ×alni*) způsobující hnilobu kořenů a krčku olší. V břehových porostech dochází vlivem tohoto patogenu často k výraznému plošnému poškození a odumírání olší, což má za následek redukci olis-

tění stromového patra. To může vést ke změnám toku energie a živin v systému. Snížení zástinu toku vede ke zvýšení teploty vody a k výrazným změnám v biotě toků. Redukce kořenových systémů olší bývá příčinou zvýšené eroze břehů a změn v sedimentačních poměrech toků, zvýšeného přísunu živin a polutantů splachy z okolí a úbytku stanovišť řady bezobratlých. Změny ve společenstvech bezobratlých se mohou promítnout do změn v potravní nabídce ryb apod. V mokřadních olšinách mohou změny pokryvnosti stromového patra vyvolat změny v bylinném patře (např. expanze bezkolence modrého na úkor stínomil-

ných kapradin). Výrazný rozvoj patogenu může vést i k narušení sukcesního cyklu těchto společenstev.

Významné invazní patogeny v ČR

Vybrané druhy významné z hlediska jejich aktuálního či možného impaktu a nebezpečnosti pro přírodní prostředí ČR a základní informace o nich shrnuje **tabulka 1**. Obsahuje jak druhy, které již v ČR zdomácněly, tak druhy, jejichž významný vliv byl popsán jinde v Evropě či ve světě a zároveň již byl zaznamenán jejich výskyt v ČR. V dalším textu následuje bližší seznámení s vybranými zástupci z tohoto seznamu.

Tabulka 1 Vybrané významné invazní patogeny lesních dřevin ČR a základní informace o nich. Zhodnocení známého či předpokládaného významu v ČR: 1 = zhoršené odrůstání, snížení přírůstku, defoliace (v případě přidruženého faktoru může mít význam větší), 2 = odumření nebo zásadní poškození dospělých jedinců a jejich skupin, 3 = plošné odumírání porostů, zjištěné či předpokládané změny invadovaného systému. Vypracoval Karel Černý

Patogen	Choroba	První nález v ČR	Literární zdroj	Původní areál	Výskyt v ČR	Invazní status v ČR	Předpokládaný význam	Hostitelé a potenciálně více ovlivněné biotopy	Předpokládaný vliv klimatické změny
<i>Cryptostroma corticale</i> (Ellis & Everh.) Greg. & Waller (1951)	sazná nemoc kůry javoru	2005	Koukol et al. 2015	Severní Amerika	lokální	šířící se	2–3	<i>Acer</i> spp. L2.3, L3 aj.	+ (oteplování, sucho)
<i>Eutypella parasitica</i> R. W. Davidson & R. C. Lorenz (1938)	rakovina kůry javoru	2015	Černý et al. 2017	Severní Amerika	běžný (Slezsko)	naturalizovaný	3	<i>Acer</i> spp. L2.3, L4 aj.	?
<i>Glomerella cingulata</i> (Stoneman) Spauld. & H. Schrenk (1903)	usychání výhonů a větví vrby	1940	IMI 33241	Severní Amerika	běžný	naturalizovaný	2	<i>Salix euxina</i> aj. K1, K2, vyšší a inverzní polohy	?
<i>Hymenoscyphus fraxineus</i> (T. Kowalski) Baral, Queloz & Hosoya, 2014	nekróza jasanu	2007	Jankovský et al. 2009	východní Asie	hojný	naturalizovaný	3	<i>Fraxinus</i> spp. L2.2, L2.3 aj.	?
<i>Melampsorium hiratsukanum</i> S. Ito ex Hirats. (1927)	rez olše šedé	2001	Müller 2003	východní Asie	hojný	naturalizovaný	1	<i>Alnus incana</i> L2.1	?
<i>Dothistroma septosporum</i> (Dorogin) M. Morelet (1968)	červená sypavka borovice	(1999), 2000	Širůčková 2006, Jankovský et al. 2000	Střední Amerika?	běžný	šířící se	3	<i>Pinus mugo</i> , <i>P. rotundata</i> aj. A7, L10.4 aj.	+ (oteplování)
<i>Lecanosticta acicola</i> (Thüm.) Syd. (1924)	hnědá sypavka borovice	(2000), 2007	Širůčková 2006, Jankovský et al. 2009	Amerika	vzácný	naturalizovaný	1–2	<i>P. rotundata</i> aj. L10.4 aj.	+ (oteplování)
<i>Ophiostoma ulmi</i> (Buisman) Nannf. (1934) a <i>Ophiostoma novo-ulmi</i> Brasier (1991)	grafióza jilmu	kolem 1930 a 1960	Polák 1932, Jančařík 1976	jihovýchodní Asie?	běžný	naturalizovaný	3	<i>Ulmus</i> spp. L2.3, L3 aj.	+ (sucho, oteplování)
<i>Phytophthora ×alni</i> (Brasier & S. A. Kirk) Hussion, loos & Marçais (2015) a <i>P. uniformis</i> (Brasier & S. A. Kirk) Hussion, loos & Marçais (2015)	hniloba kořenů a krčku olše	2001 (kolem 1990?)	Černý et Strnadová 2010	hybrid, Severní Amerika	hojný	naturalizovaný	3	<i>Alnus glutinosa</i> , <i>A. incana</i> L1, L2.1, L2.2	+ (povodně)
<i>Phytophthora cinnamomi</i> Rands (1922)	hniloba kořenů a krčku	2007	Černý et al. 2011	jihovýchodní Asie	šířící se	šířící se	3	polyfág, <i>Fagaceae</i> aj. L7 a mnohé další	+ (oteplování, sucho)
<i>Phytophthora plurivora</i> T. Jung & T. I. Burgess (2009) a další druhy	hniloba kořenů a krčku	2006 (20. stol.)	Mrázková et al. 2010	kryptogenní	hojný	naturalizovaný	2–3	polyfág, <i>Fagaceae</i> aj. L2.3 aj.	+ (povodně)
<i>Phytophthora ramorum</i> Werres De Cock & Man in 't Veld (2001)	hniloba kořenů a krčku, nekróza kůry, antraknóza listů	(2006), 2009	Běhalová 2006, Černý et al. 2011	východní Asie?	vzácný, nepřítomen?	eradikován?	3	polyfág	?

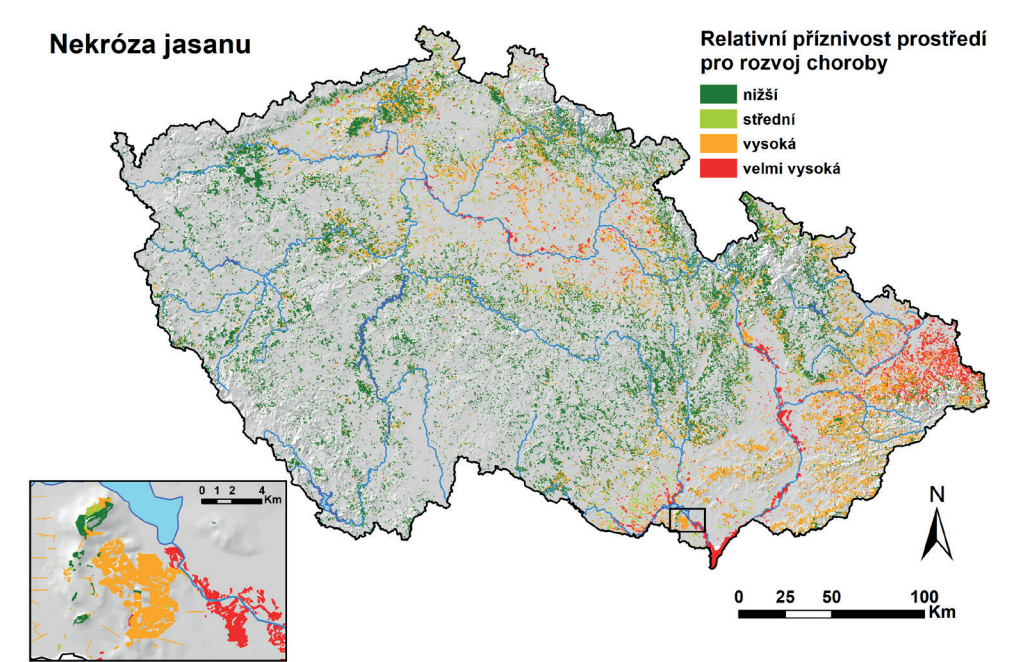
Voskovička jasanová (*Hymenoscyphus fraxineus*)

Voskovička jasanová (**obr. 1**) pochází z východní Asie, odkud byla zavlečena koncem 20. stol. do východní Evropy. Poprvé byla zachycena v Polsku v roce 2001 a identifikována jako příčina intenzivního odumírání jasanů. Poté se rychle rozšířila do většiny evropských zemí. V ČR byla potvrzena v r. 2007. Invaze postupovala od SV na JZ a nyní se vyskytuje již na celém území státu.

Patogen způsobuje chorobu zvanou nekróza jasanu. Velmi citlivé jsou oba naše původní druhy jasanu –



Obrázek 2 V důsledku rozvoje nekrózy jasanu dochází k plošnému odumírání porostů hostitelů. Foto Ludmila Havrdová



Obr 3 Mapa příznivosti podmínek prostředí pro rozvoj nekrózy jasanu v lesích ČR s výskytem jasanu vytvořená na základě statistického prediktivního modelu. Vypracovala Eva Chumanová

j. ztepilý i j. úzkolistý. Šíří se vzduchem pomocí askospor a napadá primárně listy hostitele. Následuje jejich intenzivní nekrotizace a opad a často též usychání výhonů a větví. Na rozsáhlé poškození stromy obvykle reagují masivní tvorbou adventivních výhonů, které jsou však později také napadány. V pokročilých fázích dochází k výraznému poškození a odumírání jedinců i celých porostů (obr. 2). Rozvoj infekce podporuje

zejména vyšší vlhkost prostředí. Více poškozovány bývají porosty mladší, nižší a s vyšším zakmeněním a zápojem. Na vlhkých stanovištích dochází velmi často k sekundárnímu rozvoji václavěk a vývratům napadených stromů.

Choroba byla zjištěna u solitérních stromů, roztroušených výsadeb v krajině, ve stromořadích, větrola-

mech, v okrasné zeleni v sídlech a v břehových a lesních porostech. Patogen představuje výrazné riziko zejména pro údolní jasanovo-olšové luhy (L2.2) a tvrdé luhy nížinných řek (L2.3), kde dochází ke značnému úbytku jasanu, kdežto porosty na extrémních stanovištích jsou poškozovány méně. Příznivost prostředí pro rozvoj choroby v lesních porostech ČR se současným výskytem jasanu ukazuje mapa na obr. 3.

Plíseň olšová (*Phytophthora ×alni*)

Taxon vznikl hybridizací v západní Evropě a jeho rodiči jsou zavlečený severoamerický druh *Phytophthora uniformis* a rovněž hybridogenní taxon *P. ×multiformis* nejasného původu. Plíseň olšová byla v Evropě poprvé zjištěna v roce 1993 a poté se rozšířila do mnoha států západní a střední Evropy. V ČR byla potvrzena v r. 2001. Hojně se vyskytuje hlavně v západní části území a postupně se šíří na východ.

Patogen způsobuje fytoftorovou hnilobu olší (obr. 4). V ČR jsou značně napadány porosty olše lepkavé a o. šedé. Choroba se projevuje intenzivní hnilobou kořenů a krčku hostitelských dřevin a končíva usycháním a odumíráním napadených stromů i celých porostů (obr. 5). Patogen se šíří pomocí bičíkatých zoospor volně plovoucích ve vodě. Vyskytuje se hlavně v okolí vodních toků a na podmáčených stanovištích a masivně se šíří při záplavách, jako např. v r. 2002. Významné je i antropogenní šíření zejména s infikovanými sazenicemi olší a pravděpodobně s kontaminovanou vodou. Pravděpodobnost výskytu a výše škod v lesích pozitivně závisí na přítomnosti a šířce vodních toků, výskytu rybníků a mokřadů a na zastoupení a propojenosti porostů s olšemi v okolí. Negativní vliv má vyšší členitost krajiny.

Výrazně ohroženy jsou všechny břehové a lesní porosty s vyšším zastoupením olše, zejména horské olšiny s olší šedou (L2.1) a údolní jasanovo-olšové luhy (L2.2), řazené mezi prioritní biotopy soustavy NATURA 2000, a dále mokřadní olšiny (L1). Při masivním rozvoji patogenu hrozí zásadní poškození stromového patra i celých biotopů, protože olše v nich zastává roli jediného či dominantního edifikátoru. Jasanové olšiny jsou navíc velmi často souběžně napadány voskovičkou jasanovou.

Bradavkatka parazitická (*Eutypella parasitica*)

Bradavkatka parazitická (obr. 6) je severoamerického původu a v Evropě byla poprvé nalezena v roce 2005 ve Slovinsku. Model z r. 2006 předpokládá vhodné podmínky na cca dvou třetinách území Evropy, přičemž



Obrázek 4 Typickým projevem onemocnění olší je pronikání výrazně zbarvených exsudátů vznikajících v důsledku rozkladu vodivých pletiv na povrch korky. Foto Karel Černý

čemž velmi vysoké riziko rozšíření je predikováno i pro celou ČR. U nás byla potvrzena ve Slezsku v r. 2015, současný známý areál má rozlohu cca 1300 km².

Patogen způsobuje eutypelovou rakovinu a hnědou hnilobu jádrového dřeva javoru kleny, který je zřejmě z našich javorů nejcitlivější, napadá ale i ostatní domácí druhy. Typickým symptomem napadení jsou vpadlé rakovinné léze se zbytky dřeva vytvořených a kolonizovaných kalusů, doprovázené kápoovitým prohnutím a rozšířením kmene v okolí místa infekce (obr. 7). Mladé javory mohou záhy odumřít, vzrostlé stromy většinou delší dobu přežívají, než nakonec dojde ke zlomu kmene. Bradavkatka se šíří pomocí askospor vzduchem, k infekci hostitele dochází nejčastěji v dolních částech kmene v oblasti suků, odpadlých větví, výmladků a v místech poranění. Pro vyklíčení spor a rozvoj choroby je důležitá vysoká vzdušná vlhkost. Ohroženy jsou tedy zejména oblasti s vlhčím mikroklimatem a přehoustlé či pěstebně zanedbané porosty. Na větší vzdálenost je patogen přenášen antropogenně s vytěženými kmeny a štěpkou.

Patogen se v ČR vyskytuje v lesních, břehových a doprovodných porostech vodních toků, v remízecích ve volné krajině a v příměstských lesích. Největší problémy byly dosud pozorovány v tvrdých luzích (L2.3) na aluvních řek Odry, Ostravice, Morávky a dalších, v suťových (L4, prioritní biotop soustavy NATURA 2000) a dalších lesích ve Slezských Beskydech



Obrázek 5 Břehový porost poškozený plísní olšovou. Foto Karel Černý



Obrázek 6 Řez stromatem bradavkatky parazitické (skutečná velikost cca 6 mm). Na řezu jsou patrná černá peritecia obsahující vřečka s askosporami. Foto Karel Černý

a v břehových porostech. Z pohledu ochrany přírody je problematický především hojný výskyt bradavkatky v cenných porostech CHKO Poodří.

Plíseň skořicová (*Phytophthora cinnamomi*)

Plíseň skořicová (obr. 8), která pochází z jihovýchodní Asie, je příkladem teplomilných patogenů recentně se šířících na území ČR. Do Evropy byla zavlečena již před několika stoletími a v nejteplejších oblastech

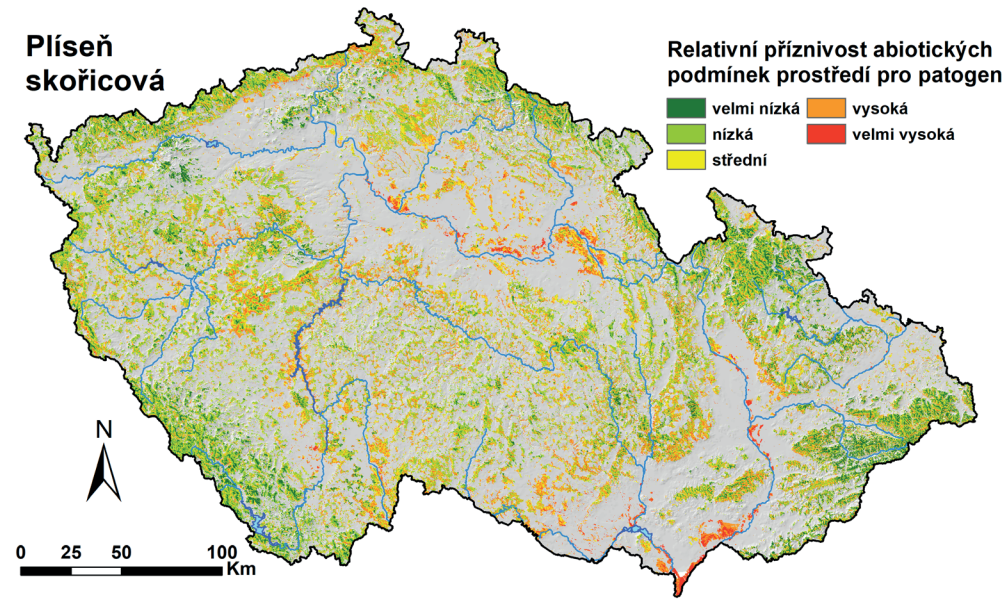
dávno zdomácněla. V mnoha regionech s mírným klimatem se pravděpodobně vyskytuje bezpříznakově a vážnějším škodám brání zimní mrazy. Predikční modely zahrnující vliv globálního oteplování však předpokládají postupné šíření a zvyšování aktivity i v těchto oblastech. V ČR byla potvrzena v r. 2007.

Patogen způsobuje intenzivní hnilobu kořenů a nekrózu krčku hostitelských rostlin. Dochází



Obrázek 7 Skupina jedinců javoru kleny s typickým projevem onemocnění vyvolaného bradavkatkou parazitickou. Foto Karel Černý

k vadnutí, žloutnutí, prosychání a nakonec odumírání napadených jedinců. Patří mezi sto nejhorších invazních druhů na světě a přezdívku „biologický buldozer“ si vysloužil kvůli širokému spektru hostitelů a schopnosti decimovat celé ekosystémy. Na krátké vzdálenosti se šíří půdní vodou pomocí pohyblivých zoospor. K dálkovému přenosu dochází zejména s infikovanými rostlinami nebo substrátem (obchod se školkařským materiálem, přesun zemědělské a stavební techniky, pohyb zvířat,



Obrázek 9 Predikční mapa příznivosti abiotických podmínek prostředí pro plíseň skořicovou v lesích ČR, vytvořená na základě expertního prediktivního modelu. Vypracovala Eva Chumanová

turistika apod.). Lépe přežívá v prostředí s nižší mikrobiální aktivitou, v půdách kyselejších nebo s vyšším obsahem jílů.

V ČR je výskyt patogenu doložen v zahradnictvích a lesních školkách. Současně bylo potvrzeno dlouhodobé přežívání mikropopulací ve venkovních podmínkách, což je nutným předpokladem pro možnost zavlékání do volné přírody a zdomácnění. To hrozí především v nejteplejších oblastech státu s minimem mrazů (obr. 9). Největší riziko představuje plíseň skořicová pravděpodobně pro společenstva listnatých dřevin v termofytiku (acidofilní doubravy L7 aj.) a keříčkovou vegetaci s dominancí vřesovcovitých.

Nástin možného budoucí vývoje a připravované managementové nástroje

V ČR došlo v důsledku působení invazních patogenů k plošné či alespoň lokální redukci populací již sedmi druhů původních lesních dřevin, z nichž některé představují důležité edifikátory společenstev (olše, jasany), na jiné je pak přímo vázáno významné množství biodiverzity (jilmy). Kvůli pokračující globalizaci, nárůstu zahraničního obchodu hlavně s Asií, nedostatečným rostlinolékařským opatřením, změně klimatu či nevhodnému hospodaření v krajině lze navíc předpokládat, že současný trend nárůstu počtu nových introdukcí a zvyšování impaktu již zavlečených organismů v krajině bude pokračovat.



Obrázek 8 Plíseň skořicová vytváří na myceliu četné chlamydospory o velikosti do 50 µm, s jejichž pomocí může po řadu let přežívat v půdě. Foto Marcela Mrázková

V příštích dekádách lze pravděpodobně očekávat např. masivní pronikání dalších druhů r. *Phytophthora* do listnatých lesů (např. polyfágní *P. plurivora*), zdomácnění *P. cinnamomi* v termofytiku, invazi *P. ramorum* a plošné poškození některých listnáčů, ale kupříkladu i modřínů, šíření a nárůst impaktu druhu *Dothistroma septosporum* či objevování se dalších ohnisek sazné nemoci javorů, způsobené druhem *Cryptostroma corticale*.

Pracovníci Výzkumného ústavu Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví se dlouhodobě snaží přispět k řešení problematiky včasnou identifikací nově zavlékanych druhů, výzkumem jejich ekologie a potenciálního impaktu, tvorbou prediktivních modelů, vývojem ochranných opatření apod. V současnosti je výzkum prováděn mimo jiné v rámci projektu „Invazní nepůvodní mikroorganismy jako riziko pro lesní ekosystémy ČR. Identifikace, analýza impaktu a návrh mitigačních a adaptačních opatření se zaměřením na zvláště chráněná území“. Jeho výstupy I) mapový atlas potenciální distribuce prioritních invazních patogenů a jejich impaktu na lesy ČR a II) metodika detekce vybraných druhů a chorob, prevence jejich šíření a návrh mitigačních a adaptačních opatření přispějí k efektivnějšímu managementu lesních společenstev ohrožených těmito invazemi.

Článek byl vypracován v rámci projektu TH03030306 podpořeného TA ČR z Programu na podporu aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje EPSILON.

Jeskyně Za zborceným portálem, nová jeskyně v krasu Supíkovické pahorkatiny

Petr Zajíček

V krasových oblastech severní Moravy a Slezska nedochází tak často k objevům nových jeskynních prostor, jako např. na území Moravského krasu. Navíc podstatná část krasových jevů tu byla odkryta

během těžby vápence a řada z nich také pokračující těžbou zanikla. Přesto se zde občas podaří narazit na nové krasové dutiny, ať už v podobě zcela nových jeskyní, nebo v pokračování jeskyní již známých.

Skalní stěna se vchody do jeskyně Za zborceným portálem. Foto Petr Zajíček

