



Biotické ohrožení památek zahradního umění: řasy, sinice a invazní rostliny

Kritický katalog výstavy

Jan Pergl & Irena Perglová (eds.)

Výstava a katalog vznikly v rámci výzkumného projektu *Biotické ohrožení památek zahradního umění: řasy, sinice a invazní rostliny*, Ministerstvo kultury ČR, Program na podporu aplikovaného výzkumu a vývoje národní a kulturní identity NAKI II, identifikační kód projektu DG16P02M041)

Příprava výstavy: Irena Perglová, Jan Pergl

Autorský kolektiv: Jan Pergl, Irena Perglová (editoři výstavy a katalogu), Jana Albrechtová, Tomáš Antl, Kessy Abarenkov, Petr Baldrian, Lucie Cihlářová, Jan Klečka, Petr Kohout, Jana Kvasničková, Blahoslav Maršálek, Eliška Maršálková, Miloš Pejchal, Markéta Petružálková, Petr Petřík, Petr Pyšek, Jiří Sádlo, Lukáš Štefl, Leho Tedersoo, Tomáš Větrovský, Lukáš Vlk, Martin Vojík, Miroslav Vosátka, Štěpán Zezulka

Odborná recenze: Eva Wagnerová

Grafické zpracování výstavy a katalogu: Jiří Kaláček

Architektonický návrh interaktivních prvků výstavy a jejich zpracování: Adam Vízek

Fotografie na obálce (Podzámecký rybník v Průhonickém parku) je z archivu BÚ AV ČR.

Všechny fotografie v publikaci pochází z archivu autorů, není-li uvedeno jinak.

© Botanický ústav AV ČR, v.v.i., 2020

www.ibot.cas.cz

eISBN: 978-80-86188-66-9

Obsah

Úvod – Biotické ohrožení památek zahradního umění: řasy, sinice a invazní rostliny	5
Irena Perglová, Jiří Sádlo & Jan Pergl	
1. Útěk ze zajetí: jaké druhy unikají z pěstování v zámeckých parcích?	11
Jiří Sádlo, Martin Vojík, Petr Petřík & Jan Pergl	
2. Invaze rostlinných vetřelců zpoza zámeckých zdí? Velké nebezpečí nehrozí	25
Jiří Sádlo, Petr Petřík, Martin Vojík & Jan Pergl	
3. Proč si zámeckých parků vážit? Není to jen kulturní, jen ekologická, ani jen biologická otázka	33
Jiří Sádlo, Petr Petřík, Martin Vojík & Jan Pergl	
4. Nepůvodní dřeviny v památkách zahradního umění a jejich kompoziční uplatnění	39
Miloš Pejchal & Lukáš Štefl	
5. Samovolné šíření nepůvodních dřevin v památkách zahradního umění	49
Miloš Pejchal & Lukáš Štefl	
6. Vliv výsadby nepůvodních rostlin na společenstva půdních hub v zámeckých parcích	57
Lucie Cihlářová, Lukáš Vlk, Petr Kohout, Markéta Petružálková, Miroslav Vosátka, Jana Kvasničková & Jan Pergl	
7. Pěstování nepůvodních dřevin v zámeckých parcích: jaké je riziko zavlékání symbiotických hub?	63
Lukáš Vlk, Petr Kohout, Leho Tedersoo, Tomáš Antl, Tomáš Větrovský, Kessy Abarenkov, Jan Pergl, Jana Albrechtová, Miroslav Vosátka, Petr Baldrian & Petr Pyšek	
8. Co to roste na fasádách? Jak přispívají mikroorganismy k chátření památek a je možné zjistit jejich přítomnost nedestrukční metodou?	69
Eliška Maršálková, Blahoslav Maršálek, Štěpán Zezulka & Jan Klečka	
9. Proč kvetou sinice v Průhonickém parku?	83
Eliška Maršálková, Blahoslav Maršálek & Jan Klečka	
10. Jak dopadnout viníka znečištění vody? On-line systém pro kontrolu znečišťování vody	91
Eliška Maršálková, Blahoslav Maršálek, Jan Klečka & Štěpán Zezulka	
Souhrn / Summary	98

Galerie Natura



Úvod – Biotické ohrožení památek zahradního umění: řasy, sinice a invazní rostliny

Irena Perglová, Jiří Sádlo & Jan Pergl

.....

Kritický katalog vznikl jako součást výstavy *Biotické ohrožení památek zahradního umění: řasy, sinice a invazní rostliny*, která pomocí 12 posterů a tří objektů/interaktivních prvků přibližovala některé výsledky stejnojmenného projektu. Ten v letech 2017–2020 za finanční podpory Ministerstva kultury v rámci programu NAKI II (kód projektu DG16P02M041) řešil kolektiv autorů z Botanického ústavu AV ČR. Výstava proběhla v Galerii Natura na zámku v Průhonících ve dnech 1. března – 29. května 2020, s přestávkou, kterou si vyžádala karanténní opatření v souvislosti s koronavirovou epidemií. Další prezentace výstavy se uskutečnila 1.–31. srpna 2020 v Knihovně Jiřího Mahena v Brně.

Nejprve ke koncepci výstavy a vlastně celého projektu. Společným jmenovatelem projektu byl studovaný typ lokalit – zámecké parky a další památky zahradního umění. Dalším jednotícím prvkem byl zájmový objekt výzkumu, jímž jsou rostliny včetně některých mikroorganismů a jejich *biotická rizika*. A konečně projekt spojovalo celkové společenské zaměření výzkumu. Projekt totiž přispívá k naplnění jednoho z globálních cílů programu NAKI, kterým je *racionální využití veřejných prostředků k vytvoření nástrojů pro ochranu, zhodnocení a prezentaci objektů památek zahradního umění a kulturní krajiny*.

Zároveň však v pojetí prezentovaného projektu hrála zásadní roli různorodost, která se v něm projevuje v mnoha ohledech. Týká se šíře témat, přístupů, metod, interpretací a nakonec i výchozího odborného a profesního zaměření autorů. Tady ještě podotkneme, že široký a různorodý je i sám pojem biotických rizik, kam spadá vše z přírody, co nějak ohrožuje lidi, včetně výsledků jejich práce. Toto široké vymezení umožnilo souběžně studovat například mikroorganismy i celé lesní porosty.

Tematicky jsme se zaměřili zejména na zámecké parky jako standardní typ památek zahradního umění, ale naše výsledky lze vztáhnout i na veřejné parky a mnohé jiné typy kulturně ovlivněné zeleně v sídlech a jejich okolí. Další tematický rozdíl byl ve studovaných organismech a jejich stanovištích. Projekt se zaměřil na biotická rizika památek zahradního umění, které působí různé druhy mikroorganismů (řasy, sinice, houby, viry a bakterie) i makroorganismů (nepůvodní vyšší rostliny včetně dřevin). Rostliny jsou samozřejmou součástí parků, když jsou tam pěstovány, ale stávají se z nich i nežádoucí invazní prvky. Řasy a sinice mohou značně škodit v tekoucích a hlavně stojatých vodách, které jsou v podobě parkových jezírek či zámeckých rybníků pro studované lokality příznačné. Ale stejně důležité je i jiný jejich biotop typický pro zámecké parky, totiž fasády staveb či kamenný materiál soch.

Houby jsou všudypřítomnou složkou ekosystémů vůbec, tedy i parků, které jsou vhodným modelovým prostředím pro studium nepůvodních druhů houbových symbiontů.

Přístupy k problematice jsou v zásadě dvojí. Jedna možnost je studovat příslušné organismy jako ohrožující faktor přinášející biotické riziko. Pak je třeba hledat, jak se takových organismů na studovaných lokalitách zbavit nebo (častěji) jak je potlačit na únosnou míru. Úplná a definitivní eradikace čili vymýcení rizikového organismu bývá totiž nemožná, na ni můžeme pomýšlet nejvýš u některých populací dosud vzácných, ale potenciálně či už aktuálně nebezpečných rostlin. Druhá možnost zahrnuje případy, kdy musíme zásadně zohlednit, že týž druh nám někdy škodí a jindy prospívá. Pak je nutno hledat klíč, jak takové případy v rámci péče o park navzájem rozlišit.

Konečně *metody, interpretace a profesní zázemí* vyplynuly už přímo z povahy řešených problémů a určily i jejich různorodost.

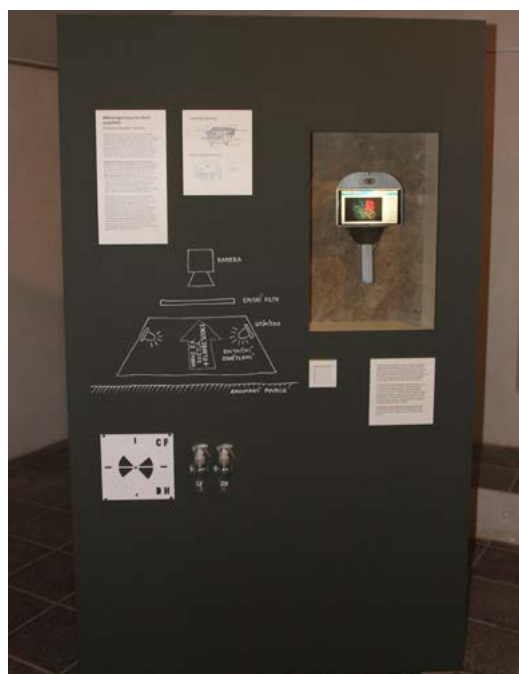
Výsledky projektu reagují na současný vývoj střeoevropské kulturní krajiny a nové integrující trendy v péči o ni. V současnosti se silně zvyšuje míra dopadů globalizace a homogenizace prostředí. Souvisí to jednak s celkovým „zkracováním vzdáleností“ (např. rychlejší a intenzivnější doprava, vyšší propojenost se vzdálenými územními celky, menší rozdíly v lokálních kulturách, dostupnost cestování související se vzrůstajícím bohatstvím lidí), jednak s postagrární přestavbou krajiny, v níž hlavní roli hraje suburbizace, tedy velkoplošné roztažení urbanistických i přírodních struktur městské periferie do venkovní krajiny. Tento vývoj se navíc ještě urychluje pod aktuálním vlivem globální klimatické změny, která snižuje setrvačnost tradičních krajinných struktur.

Z bývalého venkova s vesnicemi, poli, loukami a lesy se dnes stává nový typ suburbánní krajinné mozaiky. Konzervativní ráz si uchovávají např. chráněná území a rovněž památky zahradní architektury. V této mozaice je hodně dálnic, ale málo pěšin. Je tam přemíra chaoticky rozptýlené zástavby, ale málo stabilních urbanistických celků. Hodně intenzivních rostlinných kultur či naopak neudržovaných stadií *nové divočiny*, ale málo tradičních typů polopřirozené vegetace jako jsou květnaté louky. Hodně vysoce mobilních organických živin, ale málo ekosystémů schopných tyto živiny zadržet, aby se rychle nedostaly do vod. A také je zde hodně falešné hry na ekologii, a to spíše pod líbivými hesly politiků a velkých firem, než pod úsilím lokálních aktivistů. To vše krajinu destabilizuje a umožňuje jednak invaze nových nepůvodních druhů (většinou uměle sem zavedených v rámci obchodu), jednak expanze malého množství silně šířivých původních druhů, od sinic po kopřivy.

Péči o tento typ rychle se vyvíjející krajiny je třeba silněji integrovat a plošně koordinovat, než jak tomu bylo v minulosti. Starat se sebepečlivěji jen a jen o kulturně nebo biologicky významné vzácné lokality už nestačí. V případě památek zahradního umění to znamená udržovat je nejen uvnitř jejich plošného vymezení, ale i v kontextu širokého okolí. Ekosystém zámeckého parku je otevřený – park s okolím sdílí například vodu v tocích, které jím protékají, pohyblivé druhy fauny, ale i druhy rostlin, které prostřednictvím svých semen hladce překonávají hranice parku a šíří se z okolí dovnitř nebo naopak z parku ven. Kromě toho boj s biotickými riziky není speciální zvláštností péče o parky a v rámci této péče není speciální činností oddělenou od jiných druhů údržby. To nás vedlo k širšímu pohledu, který umožňuje zjištěné výsledky aplikovat i v jiných typech lokalit, než jsou právě památky zahradního umění.



Celkový pohled na výstavu v Průhoncích



Interaktivní prvek – detekce mikroorganismů na zdech a sochách



Objekt lavička – odběr rybníčních sedimentů

Výzkum, jehož výsledky zde prezentujeme, byl rozdělen do pěti částí:

1. Ohrožení nepůvodními rostlinami (kapitola 1–3)

Pěstované nepůvodní druhy rostlin jsou nedílnou součástí památek zahradního umění. Mohou se však také stát nežádoucím prvkem, který zásadně ohrožuje vzhled a funkčnost památek a krajiny. Jejich vlastnosti je často předurčují, aby se staly úspěšnými invazními druhy. Veřejnosti dobře známé jsou invaze rostlin původně přivezených do parků jako exotické okrasné druhy. Například křídlatky nebo bolševník velkolepý zarůstají rozsáhlé plochy a způsobují enormní náklady na jejich management. Zaměřili jsme se zejména na to, zda jsou parky opravdu tak významným zdrojem zplaňujících druhů jak by se dalo čekat podle bohatství jejich kulturní květeny. Sledovali jsme také, jaké problémy v nich tyto druhy způsobují. Zároveň jsme sledovali, jak jsou zámecké parky ohroženy invazními druhy z okolí.

2. Nepůvodní dřeviny – význam a rizika (kapitola 4–5)

Nepůvodní dřeviny se významnou mírou podílejí na historické autenticitě památek zahradního umění. V tomto modulu jsme studovali jejich roli v parkové kompozici v čase a prostoru. Zabývali jsme se četností a módností používání a charakteristikou kompozic, jejich možným negativním dopadem a schopností nepůvodních dřevin zplaňovat či působit problémy. Součástí je i návrhová část pro management v parcích za účelem nalezení rovnováhy mezi ochranou památek a ochranou biodiverzity.

3. Ohrožení nepůvodními půdními houbami (kapitola 6–7)

Nepůvodní druhy rostlin jsou v památkách zahradního umění jen zřídka pěstovány už od semen. Pokud jsou vysazovány, obvykle jde o jedince ze zahradnických školek a rostliny s kořenovým balem. S rostlinami jsou tak zavlékány i různé půdní houby či patogenní mikroorganismy, z nichž některé mohou podpořit šíření nepůvodních rostlin, mít nepříznivý vliv na původní půdní houby, na ostatní druhy rostlin a okolí. Cílem modulu tedy bylo poznání významu introdukovaných rostlin pro zavlékání ekologicky významných druhů půdních mikroorganismů.

4. Ohrožení zdiva, fasád a soch mikroorganismy (kapitola 8)

Řasy a sinice jsou hlavními typy mikroorganismů, které kolonizují materiály památek (dřevo, kámen, beton, zdivo, omítky) a tím je ohrožují. Přítomnost mikroorganismů pak společně s fyzikálními podmínkami prostředí přispívá k postupné degradaci a ve svém důsledku až k rozpadu těchto materiálů. Cílem této části výzkumu proto bylo vyvinout způsob, jak mikroorganismy detekovat včas, jednoduše a přímo v terénu, a to nedestrukční metodou bez nutnosti mechanického narušení povrchu zkoumaného materiálu.

5. Ohrožení vody způsobené řasami a sinicemi (kapitola 9–10)

Řasy a sinice samozřejmě neohrožují jen pevné materiály, ale i vodní prvky, které jsou důležitým aspektem památek zahradního umění. Proto jsme se zaměřili na vývoj technologie umožňující on-line sledování kritických parametrů kvality vody přímo v terénu. Cílem bylo vyvinout funkční vzorek zařízení pro měření a přenos těchto dat. Technologie je využitelná v preventivní péči o vodní prvky památek a zároveň schopná určit mimořádný přísun znečištění z okolí a neprodleně o něm informovat.



Interaktivní prvek - měření kvality vody

A photograph of a lush green forest with a large white number '1.' overlaid on the right side. The image shows dense foliage, including ferns and other green plants, with a tree trunk visible on the left. The lighting is bright, creating a vibrant green scene.

1.

1. Útěk ze zajetí: jaké druhy unikají z pěstování v zámeckých parcích?

Jiří Sádlo, Martin Vojík, Petr Petřík & Jan Pergl

.....

Okrasné rostliny jsou standardním předmětem zájmu zahradní architektury, zahradnictví a etnobotaniky. Druhovú skladbu okrasné flóry v soukromých zahradách i veřejných areálech je však významná i z hlediska biologických invazí. Zdánlivě to není nic nového. Už dávno se vědělo, že množství pěstovaných druhů dokáže zplanět mimo kulturu a některé z nich se posléze stávají invazními druhy, které mohou významně škodit přírodě i lidem. Existovaly i odborné práce zaměřené na zplaňování v některém z parků či zahrad. Teprve sjednocení názvosloví pěstovaných druhů a jejich planých předchůdců v posledních dvaceti letech umožnilo studovat z tohoto hlediska zahradní flóru jako celek. Cílem je tedy poznat okrasné druhy v perspektivě celého procesu od dovozu první sazenice až po dlouhodobě stabilizovaný hojný výskyt. Ten dokonce už často ani jako invazi nevnímáme a s přítomností příslušného druhu jsme se smířili, jako by šlo o druh původní.

Termín *zplaňování* je ovšem třeba hned vysvětlit kvůli možnému nedorozumění. V běžné mluvě se totiž zplaňováním rostlin často rozumí jenom degenerace vyšlechtěných odrůd do původního vzhledu („zasadil jabloň, ale zplaněla“). V terminologii invazní ekologie má slovo *zplaňování* odlišný význam. Je to šíření pěstovaných jedinců semeny či oddenky mimo kulturu a vznik volně rostoucích (zplaňujících) populací. Například právě v zámeckých parcích se pěstuje obrovské množství druhů a jejich jedinců, aby se tam rozrůstaly, kvetly a plodily. Některé druhy se zde podaří i uměle rozmnožit, přičemž mnoho z nich to svede i samo, začnou z výsadeb spontánně zplaňovat a nakonec se šířit i mimo park. Takovému šíření pak říkáme *invaze*.

Trenažér infekční epidemiologie

Proč nás rostlinné invaze zajímají? Jednak samozřejmě proto, že některé invazní druhy skutečně škodí a té škodě je třeba zamezit třeba tím, že s nimi budeme bojovat. Je to ale také problém obecnější – každá prozkoumaná invaze s nalezeným řešením, jak se s ní vyrovnat, nás totiž zdokonaluje ve znalosti, jak zacházet s jinými invazemi, ať už přišly a my cítíme jejich následky anebo nás teprve čekají.

Studium každé invaze je vlastně lekcí z epidemiologie. S tímto oborem se naše společnost podrobně seznámila v souvislosti s šířením koronaviru. Na základě zkušenosti s virovou infekcí se jasně ukázalo množství závěrů platných nejen v medicíně, ale právě tak



Rozsáhlé porosty pajasanu žláznatého (*Ailanthus altissima*), které se rozšířily z dřívějších výsadeb v zámeckém parku v Miloticích, jsou typickým příkladem invaze.



Pomocí kořenového zmlazování dokáže pajasan rychle invadovat plochu uvolněnou kácením stromů (zámecký park ve Valticích).

i v biologii rostlinných invazí. Aspoň některé je dobré si připomenout. Ani těch úplně zřejmých není málo.

Všechny invaze mají podobné zákonitosti, ať už se šíří rostlina, živočich nebo virus. Přesto jsou specifické druhově (co platí pro chřipkové viry, neplatí vždy pro koronaviry, totéž u rostlin)

a specifické podle prostředí (liší se např. rizika a mechanismy šíření ve městě a na venkově). Řešení invaze, ať virové nebo rostlinné, je praktický problém, ale žádná praxe neobstojí, řídí-li ji mylná teorie. Celou věc má vždy řešit integrovaný tým odborníků. Stanovit účinnou strategii obrany nemůže být úkol pro jediného, byť odborně fundovaného člověka. Ještě horší výsledek přinášejí vzájemně neprovázané pokyny expertů, kontrolované jen vlastním úsudkem odpovědných osob mimo odbornou sféru. Plošné zákazy a příkazy vydávané bez rozmyslu problém nevyřeší, a spíš ho

mohou zásadně komplikovat, není-li jasné, jak budou fungovat v měřítku katastru nebo konkrétního pozemku.

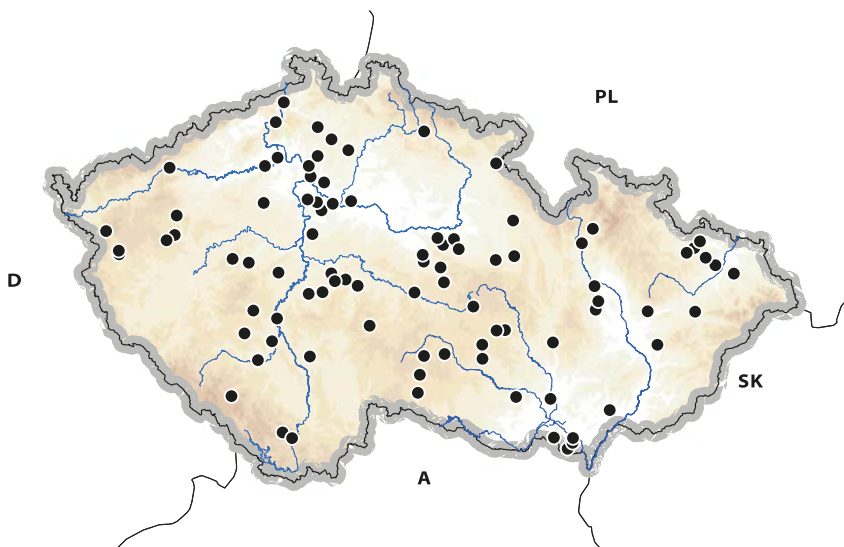
Až dosud problém rostlinných invazí řešili úspěšně především odborníci se znalostí praxe, např. profesionální ochranáři a zahradníci včetně správ zámeckých parků. Byli jsme však i svědky nekompetentních úředních postupů a nesprávných amatérských zásahů. Klíč k zabránění vzniku lokálních invazí a podpoře biodiverzity je v péči o krajinu jako celek. V krajině však dosud často chybí jak koncepce velkoplošné údržby, tak zejména adekvátní management od místa k místu. Dokonce i v některých zámeckých parcích místo odborné péče převládalo pouhé odstraňování biomasy, a radnice mnoha měst nemají ani na městského zahradníka, který by objevoval rizika a snažil se je řešit. Údržbě pak velí osoba kvalifikovaná na úplně jinou oblast – referent lesnictví, odpadového hospodářství či dokonce nejlevnější firma, která se přihlásila. Je tedy třeba dbát, aby laciné diletantství v péči o parky i krajinu nenahrazovalo zkušenost, informovanost a cit.

Co všechno pěstujeme a co z toho zplaňuje?

Na otázku, co vlastně pěstujeme, není úplně snadná odpověď. V dalším textu mluvíme zpravidla o druzích, ale musíme mít na paměti, že je to velké zjednodušení oproti komplikované a někdy i ne zcela jasné realitě.

Stálý problém je totiž už v tom, jak okrasné druhy vůbec jednotně a účelně pojmenovávat. Zejména u šlechtěných trvalek existovala velká tradice jmen užívaných v zahradnictví, ale tato jména často nebyla vůbec slučitelná s mnohem propracovanějším názvoslovím botanickým. Byly to spíš takové přezdívky. Teprve v posledních desetiletích se vše společnou prací zahradníků a botaniků začíná vyjasňovat. Taxonomie pěstovaných rostlin je ovšem stále velmi složitý problém. U planých druhů pracujeme většinou s dobře definovanými druhy s jasným areálem, v němž se vyskytují. U okrasných rostlin je vše složitější. Vazby na původní mateřské druhy někde na vzdálených kontinentech se zprětrhaly a někdy i poztrácely. Zahradnické pěstování dovezených rostlin, jejich mnohonásobné křížení a šlechtění dalo vznik ne už druhům nebo hybridům, ale celým kulturně vzniklým skupinám příbuzensky dosti blízkých, ale geneticky odlišných populací.

Problém s identitou se ještě komplikuje u některých zplanělých druhů. Například „václavky“ – astry z rodu *Symphyotrichum* nebo asi i zlatobýly označované jako *Solidago canadensis* prošly během pěstování a zplanění takovou genetickou proměnou, že je nelze jednoduše identifikovat s žádným druhem severoamerické květeny – jsou to vlastně nové druhy resp. neustálené a nejasně vymezené druhové komplexy. Podobný je také případ hybridní křídlatky české (*Reynoutria ×bohemica*), která má oba rodiče z východní Asie, ale sama vznikla až v Evropě. Vzato sice logicky, ale bez rozumu, mohlo by se tvrdit, že tento hybrid je původním evropským druhem s právem na ochranu.



Zkoumané parky. Sledovali jsme výskyt nepůvodních druhů rostlin v zámeckých parcích na celém území České republiky, v nichž byla zastoupena stanoviště od skalnatých hradních kopců až po lužní lesy.

Jaké druhy pěstované v zámeckých parcích tedy unikají?

První cíl našeho výzkumu byl širší, tedy vůbec poukázat na spontánní flóru zámeckých parků, na rozdíl od té pěstované. V téměř stovce zámeckých parků jsme sledovali rostliny na jejich cestě od pěstování ke zplanění a invaznímu šíření a výsledky tohoto sledování zde prezentujeme. Hlavním cílem bylo ovšem prozkoumat zplaňování pěstovaných druhů. Znamenalo to ve flóře parků postupně rozlišit jednotlivé skupiny druhů:

- (i) **záměrně pěstované populace původních i nepůvodních druhů** – sem patřily jak převažující okrasné druhy, tak občas se vyskytující plodiny nebo seté trávy,
- (ii) **volně rostoucí druhy v ČR původní nebo nezáměrně zavlečené** (ty nezáměrné jsou v našem případě často rumištní plevle),
- (iii) **zplanělé populace pěstovaných druhů**, opět hlavně druhů okrasných, zčásti i druhů užitkových. Tyto druhy mají ještě několik podtypů, které je nutno rozlišit:
 - a. **zplanělé druhy bez specifické vazby na zámecké parky**,
 - b. **původní druhy zplaňující z pěstování za hranicí přirozeného rozšíření**,
 - c. **zplanělé kultivary a kulturní hybridy původních druhů**,
 - d. **nepůvodní specificky parkové druhy na počátku zplaňování**,
 - e. **nepůvodní druhy se znaky začínající invaze**.

Všechny uvedené skupiny je třeba vést v patrnosti jako významné z hlediska biologických invazí. Ke skupinám (i) a (ii) se zde ovšem speciálně nevyjadřujeme, protože jsou obsáhlé a jejich vyčíslení pokrývají (nebo by měly pokrývat) průzkumy dendrologické a ochranné. Skupina (iii) je srovnávací pro zbylé typy. Podskupiny (a–c) jsou přechodem mezi volně rostoucími původními druhy a zplaněním nepůvodních druhů. Teprve když všechny tyto druhy v úvaze o flóře parků odečteme, dostaneme ty, které jsou z hlediska invaze nejdůležitější a jsou tak hlavním výsledkem této části našeho výzkumu. Jsou to skupiny (d) a (e), které představují dvě fáze procesu zplaňování okrasných druhů.

Zplanělé druhy bez specifické vazby na zámecké parky (tab. 1.1)

Tyto nepůvodní druhy už byly jako častěji zplanělé zjištěny i na jiných lokalitách než jsou zámecké parky. Už před začátkem výzkumu byly uvedeny v Katalogu nepůvodních druhů české květeny (Pyšek a kol. 2012), kde mají status druhu invazního nebo naturalizovaného (zdomácnělého). Tyto druhy jsou známé svou schopností opakovaně zplaňovat a velkou většinou jsou jejich populace obecně rozšířené napříč celou krajinou. Jsou-li jejich



Křídlatky (*Reynoutria* spp.) jsou typickým příkladem invazních druhů, které se šíří nezávisle na výsadbách v parcích, kde je však můžeme také najít v hojném počtu jak pěstované (zámecký park Raduň)...

mateřské populace pěstovány v zámeckých parcích, mohou zde z kultury unikat, stejně se však chovají např. v soukromých zahradách nebo v různých typech veřejných okrasných výsadeb. Po vysazení snadno vytvoří zplanělou populaci a začnou se šířit do okolí.

Tyto druhy tedy nemá příliš smysl studovat ve speciálním kontextu zámeckých parků, protože zplaňují i na jiných a daleko hojnějších biotopech. Často ani nemáme podle čeho poznat, zda se jejich matečné rostliny skutečně pěstovaly v parku, anebo zda do parku přišly samy odněkud z širokého okolí. Tyto druhy jsou už totiž na velkých územích všudypřítomné a nezávislé na rostlinách v kultuře – šíří se stále dál a nepomohlo by, ani kdybychom je úplně přestali pěstovat.



...tak i zplanělé (zámecký park v Běstvině).

Původní druhy zplaňující z pěstování za hranicí přirozeného rozšíření (tab. 1.2)

Zdánlivě jednoznačné dělení na původní a nepůvodní druhy je ve skutečnosti relativní pojem. Jak hodnotit druhy, jejichž přirozený areál končí nedaleko studované lokality? Kdyby byla nejbližší původní lokalita druhu např. těsně za hranicemi v Sasku, budeme jej v Česku hodnotit jako nepůvodní (případ janovce metlatého – *Sarothamnus scoparius*), kdežto jsou-li nejzazší výskyty druhu na Moravě (plamének plotní – *Clematis vitalba* a další druhy), běžně se druh pokládá za původní až do západních Čech. Také kolotočník ozdobný, *Telekia speciosa*, je dnes hodnocen jako nepůvodní, ovšem v někdejší vymezení jednotného Československa (do roku 1969) se nepůvodnost tak snadno obhájit nedala. Díky svým výskytům na východě Slovenska byl totiž původním druhem československé květeny.

Druhy této kategorie jsou vlastně také nepůvodní, ale



Nepropustné porosty břečtanu (*Hedera helix*), které se stále rozšiřují ve stinné části zámeckého parku v Červeném hrádku u Sedlčan.

jen lokálně. Ač jsou původní v naší republice, přímo ve většině zámeckých parků přirozeně nerostly; byly zde vysazeny teprve dodatečně pro okrasu a pak se začaly šířit v parku i mimo něj. Jsou to zejména dřeviny jako tis *Taxus baccata*, břečťan *Hedera helix* a tavolník vrboolistý *Spiraea salicifolia*, které jsou v přírodě vzácné, nebo atraktivní vysoké byliny podhorských údolí jako udatna lesní *Aruncus dioicus* či měsíčnice vytrvalá *Lunaria rediviva*. Zpravidla to nikdy nebudou obtížné plevely, vždyť mezi ně patří i útlá chráněná sněženka, ale je zajímavé, jak se jim za částečné pomoci zahradníků daří za hranicí původního rozšíření. Například většina lokalit břečťanu vznikla zplaněním po výsadbě. Břečťan se pěstuje skoro v každém ze zkoumaných parků a většinou tu i zplaněl. Na rozdíl od přírodních výskytů tvoří husté půdopokryvné porosty, které silně snižují místní druhovou pestrost. Je to v parcích expanzivní druh, který se chová podobně jako invazní druhy.

Zplanělé kultivary a kulturní hybridy původních druhů (tab. 1.3)



Ze semen vzešlé nálety červenolistého kultivaru javoru kleny (*Acer pseudoplatanus*) v konopištském zámeckém parku.



Kříženec topolu, který se vyskytuje na mnoha místech ČR a zpětným křížením s rodičovským topolem černým ohrožuje jeho domácí populace.

Často se pěstují i naše původní druhy (jejich přehled viz Pergl a kol. 2016), jejichž vysazené a zplanělé populace pak často nejde odlišit od populací přírodních. Ale mnoho druhů bylo zahradnický vyšlechtěno za vzniku kultivarů čili kulturních odrůd nebo kulturně vzniklých hybridů. Ty také zplaňují a navíc se jejich potomci někdy mísí s původními populacemi (tab. 1.3). Příkladem kultivarů jsou červenolisté buky a javory, v jejichž potomstvu už původní zbarvení rychle mizí. Známým invazním hybridem je topol kanadský *Populus × canadensis*, jehož evropským rodičem je topol černý.

Nepůvodní specificky parkové druhy na počátku zplaňování (tab. 1.4)

Jde o nepůvodní pěstované druhy, jejichž zplaňování je teprve v úplných začátcích. Jsou to nové zplanělé druhy pro území ČR a v Katalogu nepůvodních druhů (Pyšek a kol. 2012) nebyly dosud uvedeny. Valnou většinou se zplanělé populace vyskytují blízko mateřských rostlin pěstovaných v parku. Také riziko invaze je u nich zatím malé. V mnoha případech zatím není důvod tyto druhy pokládat za součást květeny ČR, ale přesto je dobrý důvod tyto populace evidovat. Takto nenápadně totiž začíná každá invaze.

Některé z těchto druhů v zámeckých parcích již ochotně zplaňují, např. nahovětvec dvoudomý *Gymnocladus dioicus* nebo lunoplod kanadský *Menispermum canadense*, ale většina se pěstovala příliš vzácně, než abychom tuto jejich schopnost mohli hodnotit. Začnou-li se někdy pěstovat častěji, stanou se z nich patrně nové a možná dost nebezpečné invazní druhy. K jejich šíření navíc přispívají také klimatické změny, hlavně jim však svědčí celkové změny osídlení a hospodaření v krajině.



Lunoplod kanadský (*Menispermum canadense*) při vstupu do zámecké zahrady v Telči.

Nepůvodní druhy se znaky začínající invaze (tab. 1.5)

Tyto nepůvodní pěstované druhy lze přirovnat k budoucím útočníkům, kteří právě zahájili vítěznou cestu k invazi. Jsou už uvedeny v Katalogu nepůvodních druhů (Pyšek a kol. 2012), kde zatím mají status druhů přechodně zplanělých. Počet jejich lokalit je dosud omezený, proto je vysoká vazba na zámecké parky prokazatelná. Deset ze 77 nalezených druhů bylo přísně vázáno na parky.

Jejich zplanělé populace se právě stabilizují a u mnohých je jen otázkou času a managementu, kdy z přechodného zplanění přestoupí do statusu naturalizovaného druhu a tehdy už začnou také obsazovat okolní krajinu.

Aktuálně tyto druhy nejsou dosud nebezpečné, potenciálně však aspoň některé představují riziko větší invaze. Mateřské stromy se adaptují na místní poměry a ze semen už občas vyroste mladý stromek, který přinese ještě lépe adaptované semenáče třetí generace. Tam už je pak možné, že se na lokální úrovni, třeba jen v jedné části parku, rozjede nová invaze.

Riziko budoucí invaze u jednotlivého druhu na základě dosud malého počtu pokusů o zplanění téměř nelze odhadnout. Navíc hrají roli rozdíly mezi jednotlivými lokalitami a také klimatická změna. První nálezy několika mladých rostlin okolo matečných jedinců samy o sobě nic neznamenají, a tak nemáme podle čeho usoudit, jak asi bude nově zplanělý druh úspěšný v budoucnu. Je však zřejmé, že je potřeba znát už prvopočátky invaze a že úspěšnost odhadu roste s počtem pozorování. A hlavně v odhadu pomáhají obdobná data z jiných zemí – pokud už druh invaduje např. v Německu, kde se hojně pěstuje sto let, je pravděpodobné, že u nás začne časem také invadovat, ač je tu dosud vzácný i v kulturní podobě. V atlantické části Evropy (od Velké Británie a Irsku až po Francii a Německo) působí problémy u nás zatím neproblémová komule *Buddleja davidii*, v jižních státech Evropy je již invazní dřezovec *Gleditsia triacanthos*. Oba tyto druhy jsme v parcích zaznamenávali.



Zplaňování komule (*Buddleja davidii*) podél železniční trati ve Švýcarsku. V České republice druh zatím problémy nepůsobí.

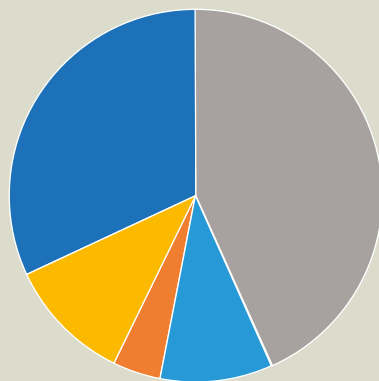
Užitečné jsou také znalosti o zplaňování druhů s podobnými vlastnostmi. Například jsme zjistili parková zplaňování paulovnie plstnaté *Paulownia tomentosa*, dnes oblíbeného stromu, který se už u nás začíná šířit ve městech. Před časem bylo odvozeno riziko její invaze, a sice z okolností šíření už déle pěstovaného a silně invazního pajasanu žláznatého *Ailanthus altissima*. Ten sice není paulovnie příbuzný, ale oba jsou z téže oblasti východní Asie a jsou to

velmi rychle rostoucí velkolisté stromy, náročné na dusík a na teplo, nenáročné na místo uchycení (dlažba, paty zdí, suť), odolné vůči letnímu suchu a vybavené lehkými létavými semeny. Zjistili jsme však i zplaňování běžné záhonové jednoletky ostálky sličné (*Zinnia elegans*). Některé druhy ostálek skutečně invazní jsou, ale pouze v tropech; o. sličná je tedy u nás neškodná. Zatím je tedy její zplaňování bez rizika, pokud by třeba nebyl v budoucnu vyšlechtěn nějaký silně šířivý kultivar.

Kolik uprchlíků pochází z výsadeb zámeckých parků?

Graf ukazuje zastoupení jednotlivých skupin zplaňujících druhů okrasného původu.

	počet druhů
Zplanělé druhy bez specifické vazby na zámecké parky (tab. 1.1)	106
Původní druhy zplaňující z pěstování za hranicí přirozeného rozšíření (tab. 1.2)	23
Zplanělé kultivary a kulturní hybridy původních druhů (tab. 1.3)	10
Nepůvodní specificky parkové druhy na počátku zplaňování (tab. 1.4)	26
Nepůvodní druhy se znaky začínající invaze (tab. 1.5)	77



Druhy bez specifické vazby na zámecké parky tedy představují většinu unikajících rostlin. Početnou skupinou jsou i druhy se znaky začínajícího procesu invaze. Původní druhy zplaňující z pěstování za hranicí přirozeného rozšíření zaujímají obdobně velkou část jako druhy na počátku zplaňování. Nejméně početnou kategorií jsou kultivary a hybridy původních druhů, jejichž počet je sice malý, ale některé se v parcích velice často opakují.

Tabulky

V tabulkách uvádíme představitele jednotlivých rozličných skupin druhů. V každé tabulce je uvedeno nejvýše 20 druhů seřazených podle klesající četnosti nálezů v parcích. Sloupec **čeled'**: Adox – *Adoxaceae*, Anac – *Anacardiaceae*, Apoc – *Apocynaceae*, Aqui – *Aquifoliaceae*, Aral – *Araliaceae*, Aspa – *Asparagaceae*, Aste – *Asteraceae*, Bals – *Balsaminaceae*, Berb – *Berberidaceae*, Betu – *Betulaceae*, Bign – *Bignoniaceae*, Bras – *Brassicaceae*, Cann – *Cannabaceae*, Capr – *Caprifoliaceae*, Cras – *Crassulaceae*, Cupr – *Cupressaceae*, Dryo – *Dryopteridaceae*, Eric – *Ericaceae*, Faba – *Fabaceae*, Faga – *Fagaceae*, Gera – *Geraniaceae*, Gross – *Grossulariaceae*, Hydr – *Hydrangeaceae*, Irid – *Iridaceae*, Jugl – *Juglandaceae*, Lami – *Lamiaceae*, Malv – *Malvaceae*, Meni – *Menispermaceae*, Olea – *Oleaceae*, Oxal – *Oxalidaceae*, Pina – *Pinaceae*, Poac – *Poaceae*, Polyg – *Polygonaceae*, Ranu – *Ranunculaceae*, Rosa – *Rosaceae*, Sali – *Salicaceae*, Sapi – *Sapindaceae*, Scro – *Scrophulariaceae*, Sima – *Simaroubaceae*, Sola – *Solanaceae*, Taxa – *Taxaceae*, Tili – *Tiliaceae*, Urti – *Urticaceae*, Vita – *Vitaceae*. Sloupec **historický původ**: neo – neofyt, arch – archeofyt, pův – původní druh. Sloupec **důvod zavlečení**: okrasa – okrasné pěstování, užitok – užitková rostlina (plodiny, travníkové druhy, stromy pěstované pro dřevo).

Tab. 1.1 – Zplanělé druhy bez specifické vazby na zámecké parky – přehled nejčastějších druhů s invazním statutem v českých parcích.

vědecké jméno	české jméno	čeled'	historický původ	primární areál	důvod zavlečení	životní forma
<i>Impatiens parviflora</i>	netýkavka malokvětá	Bals	neo	Asie	okrasa	jednoletka
<i>Robinia pseudoacacia</i>	trnovník akát	Faba	neo	Sev. Amerika	okrasa + užitok	strom
<i>Parthenocissus inserta</i>	loubinec popínavý	Vita	neo	Sev. Amerika	okrasa	keř
<i>Symphoricarpos albus</i>	pámelník bílý	Capr	neo	Sev. Amerika	okrasa	keř
<i>Quercus rubra</i>	dub červený	Faga	neo	Sev. Amerika	okrasa	strom
<i>Reynoutria japonica</i> / <i>R. ×bohemica</i>	křídlatka japonská / k. česká	Polyg	neo	Asie / Evropa	okrasa + plevel	trvalka
<i>Prunus cerasifera</i>	slivoň myrobalán	Rosa	arch	Středomoří	užitok	strom
<i>Telekia speciosa</i>	kolotočnick ozdobný	Aste	neo	Evropa	okrasa	trvalka
<i>Oxalis corniculata</i>	šťavel růžkatý	Oxal	neo	Středomoří	plevel + okrasa	trvalka
<i>Solidago canadensis</i>	zlatobýl kanadský	Aste	neo	Sev. Amerika	okrasa	trvalka
<i>Ailanthus altissima</i>	pajasan žláznatý	Sima	neo	Asie	okrasa	strom
<i>Impatiens glandulifera</i>	netýkavka žláznatá	Bals	neo	Asie	okrasa	jednoletka

vědecké jméno	české jméno	čeleď	historický původ	primární areál	důvod zavlečení	životní forma
<i>Reynoutria sachalinensis</i>	křídlatka sachalinská	Polyg	neo	Asie	okrasa	trvalka
<i>Acer negundo</i>	javor jasanolistý	Sapi	neo	Sev. Amerika	okrasa	strom
<i>Symphotrichum novi-belgii</i> agg.	hvězdnice novobelgická	Aste	neo	Sev. Amerika	okrasa	trvalka
<i>Lupinus polyphyllus</i>	lupina mnoholistá	Faba	neo	Sev. Amerika	užitek + okrasa	trvalka
<i>Pinus strobus</i>	borovice vejmutovka	Pina	neo	Sev. Amerika	okrasa	strom
<i>Solidago gigantea</i>	zlatobýl obrovský	Aste	neo	Sev. Amerika	okrasa	trvalka
<i>Lycium barbarum</i>	kustovnice cizí	Sola	neo	Asie	užitek	keř
<i>Populus ×canadensis</i>	topol kanadský	Sali	neo	Hybrid (Evropa + Sev. Amerika)	užitek	strom

Tab. 1.2 – Původní druhy zplaňující z pěstování za hranicí přirozeného rozšíření.

vědecké jméno	české jméno	čeleď	historický původ	primární areál	důvod zavlečení	životní forma
<i>Hedera helix</i>	břečtan popínavý	Aral	pův	Evropa, Středomoří	Okrasa	keř
<i>Taxus baccata</i>	tis červený	Taxa	pův	Evropa	Okrasa	keř
<i>Clematis vitalba</i>	plamének plotní	Ranu	pův	Evropa	Okrasa	keř
<i>Aquilegia vulgaris</i>	orlíček obecný	Ranu	pův	Evropa	Okrasa	trvalka
<i>Poa chaixii</i>	lipnice širokolistá	Poac	pův	Evropa	Okrasa	trvalka
<i>Spiraea salicifolia</i>	tavolník vrboolistý	Rosa	pův	Evropa, Asie	Okrasa	keř
<i>Ribes alpinum</i>	rybíz alpský	Gross	pův	Evropa	Okrasa	keř
<i>Pilosella aurantiaca</i>	jestřábník oranžový	Aste	pův	Evropa	okrasa	trvalka
<i>Quercus cerris</i>	dub cer	Faga	pův	Evropa	okrasa	strom
<i>Viburnum lantana</i>	kalina tušalaj	Adox	pův	Evropa, Středomoří	okrasa	keř
<i>Bromus erectus</i>	sveřep vzpřímený	Poac	pův	Evropa	užitek	trvalka
<i>Geranium phaeum</i>	kakost hnědočervený	Gera	pův	Evropa	okrasa	trvalka

vědecké jméno	české jméno	čeleď	historický původ	primární areál	důvod zavlečení	životní forma
<i>Lunaria rediviva</i>	měsíčnice vytrvalá	Bras	pův	Evropa	okrasa	trvalka
<i>Malva moschata</i>	sléz pižmový	Malv	pův	Evropa	okrasa	trvalka
<i>Populus ×canescens</i>	topol šedý	Sali	pův	Evropa	okrasa	strom
<i>Prunus mahaleb</i>	višň turecká	Rosa	pův	Evropa, Středomoří	okrasa	strom
<i>Sedum album</i>	rozchodník bílý	Cras	pův	Evropa	okrasa	trvalka
<i>Verbascum speciosum</i>	divizna ozdobná	Scro	pův	Evropa	okrasa	trvalka
<i>Althaea officinalis</i>	proskurník lékařský	Malv	pův	Evropa, Asie	okrasa, užitek	trvalka
<i>Aruncus vulgaris</i>	udatna lesní	Rosa	pův	Evropa	okrasa	trvalka

Tab. 1.3 – Zplanělé kultivary a kulturní hybridy původních druhů.

vědecké jméno	české jméno	čeleď	historický původ	primární areál	důvod zavlečení	životní forma
<i>Fagus sylvatica</i> cv.	buk lesní	Faga	neo	Evropa	okrasa	strom
<i>Acer pseudoplatanus</i> cv.	javor klen	Sapi	neo	Evropa	okrasa	strom
<i>Ajuga reptans</i> cv.	zběhovec plazivý	Lami	neo	Evropa, Asie	okrasa	trvalka
<i>Fragaria vesca</i> Group <i>Semperflorans</i>	jahodník obecný	Rosa	neo	Evropa, Asie	okrasa	trvalka
<i>Acer platanoides</i> cv.	javor mléč	Sapi	neo	Evropa	okrasa	strom
<i>Dryopteris filix-mas</i> cv.	kaprad' samec	Dryo	neo	Evropa, Asie, Sev. Amerika	okrasa	trvalka
<i>Iris pseudacorus</i> cv.	kosatec žlutý	Irid	neo	Evropa, Asie	okrasa	trvalka

Tab. 1.4 – Nepůvodní specificky parkové druhy na počátku zplaňování.

vědecké jméno	české jméno	čeleď	historický původ	primární areál	důvod zavlečení	životní forma
<i>Gymnocladus dioica</i>	nahovětec dvoudomý	Faba	neo	Sev. Amerika	okrasa	strom
<i>Tilia americana</i>	lípa americká	Tili	neo	Sev. Amerika	okrasa	strom
<i>Hibiscus syriacus</i>	ibišek syrský	Malv	neo	Asie	okrasa	keř

vědecké jméno	české jméno	čeleď	historický původ	primární areál	důvod zavlečení	životní forma
<i>Menispermum canadense</i> / <i>M. dauricum</i>	lunopod kanadský / l. dahurský	Meni	neo	Asie, Sev. Amerika	okrasa	polokeř
<i>Caragana frutex</i>	čimišník křovitý	Faba	neo	Evropa, Asie	okrasa	keř
<i>Ilex aquifolium</i>	cesmína ostrolistá	Aqui	neo	Asie	okrasa	keř
<i>Pterocarya pterocarpa</i>	lapina jasanolistá	Jugl	neo	Středomoří	okrasa	strom
<i>Rhododendron luteum</i>	pěnišník žlutý	Eric	neo	Evropa, Středomoří	okrasa	keř
<i>Acer opalus</i> subsp. <i>obtusatum</i>	javor kalinolistý	Sapi	neo	Středomoří	okrasa	strom
<i>Acer rufinerve</i>	javor rezavožilný	Sapi	neo	Asie	okrasa	strom
<i>Aesculus parviflora</i>	jírovec drobnokvětý	Sapi	neo	Sev. Amerika	okrasa	keř
<i>Campsis radicans</i>	křivouš kořenující	Bign	neo	Sev. Amerika	okrasa	keř
× <i>Festulolium</i> sp.	košťavojílek	Poac	neo	hybrid	užitek	trvalka
<i>Kerria japonica</i>	zákula japonská	Rosa	neo	Asie	okrasa	keř
<i>Lonicera maackii</i>	zimolez Maackův	Capr	neo	Asie	okrasa	keř
<i>Parietaria lusitanica</i>	drnavec portugalský	Urti	neo	Středomoří	plevel, okrasa	jednoletka
<i>Pinus ponderosa</i>	borovice těžká	Pina	neo	Sev. Amerika	okrasa	strom
<i>Prunus triloba</i>	mandloň trojlaločná	Rosa	neo	Asie	okrasa	keř
<i>Toxicodendron radicans</i>	jedovatec kořenující	Anac	neo	Sev. Amerika	okrasa	keř
<i>Yucca filamentosa</i>	juka vláknitá	Aspa	neo	Sev. Amerika	okrasa	trvalka

Tab. 1.5 – Nepůvodní druhy se znaky začínající invaze.

vědecké jméno	české jméno	čeleď	historický původ	primární areál	důvod zavlečení	životní forma
<i>Philadelphus coronarius</i>	pustoryl věncový	Hydr	neo	Sev. Amerika	okrasa	keř
<i>Juglans nigra</i>	orešák černý	Jugl	neo	Sev. Amerika	okrasa, užitok	strom
<i>Forsythia suspensa</i> / <i>F. × intermedia</i>	zlatice převislá / z. prostřední	Olea	neo	Asie	okrasa	keř

vědecké jméno	české jméno	čeleď	historický původ	primární areál	důvod zavlečení	životní forma
<i>Helianthus annuus</i>	slunečnice roční	Aste	neo	Sev. Amerika	okrasa	jednoletka
<i>Celtis occidentalis</i>	břestovec západní	Cann	neo	Sev. Amerika	okrasa	strom
<i>Cotoneaster</i> sp. div.	skalník	Rosa	neo	Evropa, Asie	okrasa	keř
<i>Thuja occidentalis</i>	zerav západní	Cupr	neo	Sev. Amerika	okrasa	strom
<i>Vitis vinifera</i>	réva vinná	Vita	arch	Středomoří	užitek	keř
<i>Abies grandis</i>	jedle obrovská	Pina	neo	Sev. Amerika	okrasa	strom
<i>Caragana arborescens</i>	čimišník stromovitý	Faba	neo	Asie	okrasa	keř
<i>Corylus colurna</i>	líška turecká	Betu	neo	Středomoří	okrasa	strom
<i>Triticum aestivum</i>	pšenice setá	Poac	arch	Středomoří	užitek	jednoletka
<i>Corylus maxima</i>	líška největší	Betu	neo	Středomoří	okrasa, užitek	keř
<i>Crataegus</i> sect. <i>Coccineae</i>	hloh	Rosa	neo	Sev. Amerika	okrasa	keř
<i>Solanum lycopersicum</i>	rajče	Sola	neo	Sev. Amerika	užitek	jednoletka
<i>Berberis thunbergii</i>	dříšťál Thunbergův	Berb	neo	Asie	okrasa	keř
<i>Castanea sativa</i>	kaštanovník setý	Faga	arch	Evropa, Středomoří	užitek	strom
<i>Gleditsia triacanthos</i>	dřezovec trojtrnný	Faba	neo	Sev. Amerika	okrasa	strom
<i>Koelreuteria paniculata</i>	svitel latnatý	Sapi	neo	Asie	okrasa	strom
<i>Prunus laurocerasus</i>	bobkovišeň lékařská	Rosa	neo	Středomoří	okrasa	keř

Literatura:

- Pergl J., Sádlo J., Petřík P., Danihelka J., Chrtek Jr J., Hejda M., Moravcová L., Perglová I., Štajerová K. & Pyšek P. (2016) Dark side of the fence: ornamental plants as a source of wild-growing flora in the Czech Republic. – *Preslia* 88: 163–184.
- Pyšek P., Danihelka J., Sádlo J., Chrtek Jr J., 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.

2.



2. Invaze rostlinných vetřelců zpoza zámeckých zdí? Velké nebezpečí nehrozí

Jiří Sádlo, Petr Petřík, Martin Vojík & Jan Pergl

.....

Role zámeckých parků ve výskytu nepůvodních druhů

Zámecké parky jsou jen jedním z mnoha biotopů, které jsou osidlovány spontánně rostoucími nepůvodními druhy rostlin. Nepůvodní druhy dnes ovšem prostupují celou krajinou, zejména pod vlivem šířícího se suburbánního prostředí. Přesto existují určitá druhově specifická centra či klíčové lokality výskytu těchto druhů.

Lokality spojené s dopravou byly vždy centrem šíření nezáměrně zavlečených ruderalních druhů; jsou to například přístavy, nádraží a nově také dálnice. Zvláštním biotopem jsou říční náplavy, kde je snadná možnost uchycení široké škály nepůvodních druhů, které sem přinesla řeka z celého svého povodí. Na **zbytkové biotopy tradiční zemědělské krajiny** (pole, rumiště ve vsích a hradní zříceniny) jsou vázány druhy nejstarší, pravěké až středověké historické vrstvy. **Soukromé zahrady** a celé vilové čtvrti jsou dnes centrem zplaňování stále většího počtu okrasných bylin i dřevin. V **zámeckých parcích** se šíří hlavně pěstované dřeviny a rovněž byliny lesního podrostu a lemové vegetace. Jim se ve výskytu těchto druhů částečně podobají některé parky a ostatní veřejná zeleň.

Prostředí zámeckých parků je zvláštní tím, že je zde celá škála drobných stanovišť, která usnadňují zplanění rostlinné populace. Je zde vše, od okopávaných a hnojených záhonů přes polopřirozené až po přírodní biotopy. Stejně rozmanitá je také intenzita a druh údržby, která podle potřeby sahá od aktivní podpory zplanělých rostlin při samovýsevu přes toleranci až po jejich likvidaci. Rostliny si tak postupně přivykají přírodním podmínkám bez lidského vlivu. Ačkoli samotný počet druhů schopných zplanět ještě nic neříká o skutečné míře jejich současného nebo bezprostředně hrozícího zplaňování, uvažme rovněž velké druhové bohatství zámeckých parků. Z takové úvahy vychází, že by tyto lokality měly být velkým zásobníkem rostlinných invazí připravených zahltit krajinu. Tato představa se dlouho tradovala, podpořena množstvím floristických údajů například z ČR, Rakouska a Německa. Ale vyhodnocení našeho soustavného a podrobného průzkumu zámeckých parků přineslo překvapivé výsledky.

Parky upravené a parky zarostlé

Většina zámeckých parků je dnes udržována alespoň tak, že se v nich soustavně seče tráva a vyřezávají se náletové dřeviny. To se týká především jejich reprezentativních částí se



Piccolominská zahrada v Náchodě jako příklad na úpravu velmi náročné reprezentativní části parku.



Skleník v Zahrádkách u České Lípy by mohl být zdrojem invazí, ale hned po jeho opuštění jej opanovaly kopřivy a zplnělé druhy potlačily.

živými ploty a nízkými trávniky. Naopak málo navštěvované zadní části parků a výjimečně i celé parky zarůstají bez větších zásahů, ale místo očekávaných invazních druhů tam většinou už převládly domácí lesní či plevelné rostliny jako javory, černý bez, kopřiva a bršlice, jejichž konkurence invazním druhům příliš nepřeje.

Většinu plochy parku tedy zaujmají plochy pod stálou údržbou, kde se nepůvodní druhy neuplatní (likvidovány buď individuálně, anebo plošným managementem), a naopak plochy neudržované, které ale už přednostně zarostly původními druhy. Jedním z hlavních kritérií při posuzování zplaňování rostlinných taxonů v zámeckých parcích je tedy rozlišení jednotlivých částí parku podle managementu a stanovení jejich podílu na celkové ploše parku.

Co z toho všeho výše plyne?

Zjištění, že původní druhy svou konkurenční schopností přemohou druhy invazní, odporuje tradiční představě. Podle ní se invazní druhy šíří, protože v podmínkách bez lidského zásahu silně konkurují původním druhům a nakonec nad nimi vyhrávají. To ale platí obvykle jen pro plochy čerstvě opuštěné, kde se mezi rostlinami soutěží o dosud neosídlená místa či místa kam jsou opakovaně přinášeny živiny. Druhy zdejšího původu časem v parku převládnu. Nežli plocha zpustne, bývá zpočátku plná nepůvodních druhů z předchozího pěstování a ty se mohou dál šířit i mimo ni. Ale po desítkách let od opuštění zbydou z nepůvodních druhů jen dřeviny, stínomilné druhy (např. pitulník postříbřený *Galeobdolon argentatum*, loubince *Parthenocissus* spp., barvínek menší *Vinca minor*) a několik zvlášť agresivních bylin jako jsou např. křídlatky, jejichž masivní porosty poté nelze v zámeckých parcích odstranit ani opakovaným chemickým ošetřením. Znamená to, že nejhorší variantou údržby jsou občasné silné zásahy oddělené několikaletými periodami zarůstání. A to je přesně režim, který podporují nejisté dotace neumožňující pravidelnou péči. Současná dotační praxe totiž spočívá

v periodách bez financí a periodách s dotací, která se musí hned vyčerpat. Tento střídavý režim podpory však vede k nárazovým vlnám údržby a s tím souvisejícím rizikem opakovaných invazí.

Znamé invazní druhy nepřekvapí

Ty jsou v zámeckých parcích hojné, ale stejně hojné jsou i v obcích a jejich okolí, kde se už dlouho pěstují (Pergl a kol. 2016). Šíří se z parku do krajiny, ale také naopak, a to zejména z důvodu jejich masivního rozšíření v celé krajině, které je na parcích zcela nezávislé. Těžko poté vinit správce parku, že se mu tam objevila např. křídlatka, když ta už v okolních obcích dávno zplaněla a bují v celé krajině kolem (Mandák a kol. 2004) Pyšek P. & Bímová K. (2004).

Nových zplanělců není mnoho a jsou zatím neškodní

Našli jsme 26 spontánně zplanělých druhů v ČR dosud nezjištěných (samozřejmě se do flóry nepočítají druhy jen pěstované a nezplaňující; v opačném případě bychom tam museli započít každé květinářství). Z nich je schopna účinně zplaňovat lípa americká a cesmína ostrolistá. Obě se šíří semeny a obstojně klíčí a přežívají, lípa americká se navíc šíří kořenovými výmladky. Snad



Loubinec popínavý (*Parthenocissus inserta*) pohlcuje prvky zahradní architektury v opuštěném parku zámku Líšno.



Opakované pokusy o likvidaci křídlatky japonské (*Reynoutria japonica*) v zámeckém parku v Kravařích pomocí herbicidů.



Pěnišníček žlutý (*Rhododendron luteum*) zplaňuje v zámeckých parcích výjimečně. Ani v okolních zemích se nechová invazně. Jeho šíření se není třeba obávat, zplanělé výskyty zůstanou patrně jen kuriozitou (zde v zámeckém parku v Orlíku nad Vltavou).

hrozí i šíření zimolezu Maackova, který invaduje v jiných evropských státech. Ale přestože ten se i u nás občas pěstuje, jeho zplanělé rostliny jsme našli zatím v jediném parku. Dalších asi deset druhů zplaňuje jen vegetativně z podzemních výhonů, takže se patrně nezačnou šířit mimo těsné okolí svých výsadeb.

Kolik agresorů je skutečně zámeckého původu?

Ptáme se, jak k zplaňování přispěly zámecké parky, takže druhy zplaňující spíš z daleko početnějších soukromých zahrad i veřejných botanických zahrad, arboret nebo z městské zeleně nejsou v našem přístupu důležité. Hledali jsme druhy, které jsou v kultuře vázány hlavně na zámecké parky a dokázaly vytvořit aspoň v některém parku či jeho okolí velkou populaci. Jsou jak z kategorie druhů na počátku zplaňování, tak z druhů se znaky probíhající invaze. Přestože tyto dvě kategorie v našem průzkumu parků čítaly 103 druhy, je těchto silných parkových invazí málo.

Zahrnují celkem **pět druhů statných bylin**, které jsou na parky vázány, protože pro běžnou zahradu bývají příliš velké: líčidlo jedlé *Phytolacca esculenta*, mléčivec velkolistý *Cicerbita macrophylla*, kolotočnick ozdobný *Telekia speciosa*, šišák vysoký *Scutellaria altissima* a vratič velkolistý *Tanacetum macrophyllum*. Dále sem patří **osm pěstovaných dřevin** (lunoplod *Menispermum canadense/dahuricum*, ostružiník vonný *Rubus odoratus*, lapina jasanolistá *Pterocarya fraxinifolia*, cesmína ostrolistá *Ilex aquifolium*, růžovec zákulovitý *Rhodotypos scandens*, nahovětvec dvoudomý *Gymnocladus dioicus*, lípa americká *Tilia americana* a jedovatec kořenující *Toxicodendron radicans*.



Líčidlo jedlé (*Phytolacca esculenta*), původem z východní Asie, je robustní bylina snadno zplaňující v zámeckých zahradách.



Kolotočnick ozdobný (*Telekia speciosa*) pochází z Karpat. V Průhonickém parku se značně rozšířil z dávných výsadeb. Dnes tam roste hlavně v břehové zeleni a na okrajích luk. Sílicí vazba druhu na potoční lemy by mohla vést k novému šíření mimo park např. po povodních.



Cesmína ostrolistá (*Ilex aquifolium*) je původní v atlantické části Evropy, kde jsou velmi mírné zimy. V České republice dlouho nezplaňovala a teprve úbytek mrazivých zim v posledních letech umožnil přežívání semenáčků a nastartoval její šíření.



Ostružník vonný (*Rubus odoratus*) je robustní polokeř původem ze severní Ameriky. Z výsadeb se silně šíří pomocí podzemních výběžků. Právě proto se v domovních zahrádkách příliš nepěstuje. Zato v zámeckých parcích tato jeho schopnost nevadí, dokud se nerozroste na velké ploše nebo se neobjeví mimo park.



Zplaňující toxický jedovatec kořenující (*Toxicodendron radicans*), jehož vegetativní šíření bylo potvrzeno v Lednickém zámeckém parku.

Ze zámku do podzámčí a zpět

Lze uzavřít, že invazní schopnost květeny zámeckých parků není velká. Daleko víc zplanělých druhů se šíří z okolní krajiny do parků a děje se to častěji a ve větších populacích než v případě druhů unikajících z parků navenek. Jsou to užitkové druhy, od ovocných dřevin (jabloň, ořešák, rybíz) po semenáče plodin (řepka, pšenice, rajče) a také okrasné zahradní druhy, které se pěstují jak v zámeckých parcích, tak v přilehlých obcích; směr jejich šíření je však často nejasný (jírovec, barvínek, mahonie).

Už od konce sedmdesátých let minulého století se mezi botaniky udržoval názor, že zámecké parky jsou nebezpečným zdrojem šíření nepůvodních druhů pěstovaných tam pro



V současnosti bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*) zplaňuje spíše z okolí směrem do parků, než že by v nich byl přímo pěstován – příklad zámeckého parku v Chodové Plané.

okrasu. Navštědčoval tomu zejména tehdejší průzkum okolí Průhonického parku (Jehlík a Lhotská 1970). Po padesáti letech je ale zřejmé, že zplanělých druhů z výsadeb není zásadně více v parku (i když existují výjimky jako kolotočník ozdobný v Průhonickém parku, viz Pergl a kol. 2020), ani v jeho okolí, a jejich výskyty nejsou o mnoho hojnější. Dále se od doby prvotního průzkumu mnohokrát zvětšil sortiment druhů pěstovaných v obcích a zahrádkové pěstování se ve srovnání s parky stalo nepoměrně důležitějším zdrojem zplaňování.

K následné demonizaci parků jako center šíření invazních rostlin přispěla rovněž skutečnost, že jeden z nejnebezpečnějších zplaňujících druhů, bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*), byl původně pěstován právě v zámeckém parku v Kynžvartu (Pyšek 1991). Tam ovšem byl pod zahradnickou kontrolou, takže přímo odtud bolševník s největší pravděpodobností nezplaněl. Rostliny pěstované v parku vzbudily zájem veřejnosti, a tak začal být bolševník pěstován v soukromých zahradách v celé oblasti a zplaňoval teprve z nich. Hlavní fázi zplanění byla polovina 20. století, kdy tyto zahrady podlely celkové devastaci krajiny po vzniku vojenského prostoru. Po jeho zrušení byly obce rekolonizovány, což ovšem přineslo již zmíněný kolísavý management, který nedokáže invazní a expanzivní druhy likvidovat a naopak podpoří jejich růst a šíření.

Literatura:

- Jehlík V. & Lhotská M. (1970) Příspěvek k rozšíření a karpobiologii některých synantropních rostlin z Průhonického parku, Průhonic a z údolí Botiče. – *Studie ČSAV* 7: 45–95.
- Mandák B., Pyšek P. & Bímová K. (2004) History of the invasion and distribution of *Reynoutria* taxa in the Czech Republic: a hybrid spreading faster than its parents. – *Preslia* 76: 15–64.
- Pergl J., Petřík P., Fleischhans R., Adámek M. & Brůna J. (2020) *Telekia speciosa* (Schreb.) Baumg. in human made environment: spread and persistence, two sides of the same coin. – *BioInvasions Records* 9: 17–28.
- Pergl J., Sádlo J., Petřík P., Danihelka J., Chrtek Jr J., Hejda M., Moravcová L., Perglová I., Štajerová K. & Pyšek P. (2016) Dark side of the fence: ornamental plants as a source of wild-growing flora in the Czech Republic. – *Preslia* 88: 163–184.
- Pyšek P. (1991) *Heracleum mantegazzianum* in the Czech Republic: dynamics of spreading from the historical perspective. – *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica* 26: 439–454.



3.

3. Proč si zámeckých parků vážit? Není to jen kulturní, jen ekologická, ani jen biologická otázka

Jiří Sádlo, Petr Petřík, Martin Vojík & Jan Pergl

.....

V čem všem spočívá hodnota zámeckých parků?

Tradičně se odpovídalo, že ta hodnota je kulturní. Parky jsou **historická umělecká díla**. Spočívají ve ztvárnění přírody (např. anglický park), kulturní krajiny (např. „okrasný statek“ – *ferme ornée*) nebo v prostorovém rozvinutí zámeckých staveb do terénu (francouzský park podřizující přírodu geometrické dokonalosti). K tomu připočteme **estetickou a sbírkovou hodnotu pěstovaných rostlin**, hlavně dřevin. Tento kulturní rozměr parků ústí v další jejich hodnotu, totiž v potenciál jejich **rekreačního využití**. Hodnota parků je však ještě daleko širší, totiž **ekologická** (např. retence vodních zdrojů, zachování půd bez eroze i bez přehnojení). Rovněž významná je funkce



Včlenění historických památek do krajiny v Dobříši. Nejčastějším typem parku je přírodně krajinářský park označovaný běžně jako park anglický, který stavby a výsadby zasazuje do rámce zahradnický udržované venkovské přírody.



Vodní plochy s pobřežní přirozenou vegetací v Telči. Většina českých rybníků se změnila ve špinavé velkochovy kaprů, ale mnohé zámecké vodní plochy si dosud udržely přírodní ráz díky čistější vodě.

biologická, tedy zachování původních rostlinných a živočišných druhů a dokonce celých vegetačních formací jako jsou louky a pestrých krajinných útvarů, např. mokřadů. Všechny tyto hodnoty parků si vzájemně nemusí konkurovat a **při vhodném přístupu mohou spolu tvořit jediný celek.**

Přírodní laboratoře

Předchozí dvě kapitoly ukázaly, že zámecké parky nejsou nějakou časovanou bombou invazních druhů připravených ke kolonizaci. Mnohem spíš je to prostředí, kde můžeme počátky takových invazí sledovat v přímém přenosu dřív, než se příslušné pěstované druhy masově objeví v obchodech, hned potom v soukromých zahradách, a z nich se posléze začnou šířit do okolí. Například zjišťujeme, že druhy, které zde byly po léta pěstovány, náhle začínají zplaňovat (např. zimostráz, *Buxus sempervirens*). Jedná se o druhy, které obvykle pocházejí z oblastí s teplou zimou; je tedy možno sledovat, že oteplení zimních měsíců je v současnosti tak výrazné, že na něj kulturní druhy skutečně reagují. To se patrně brzy projeví také v nově vlně zplaňování okrasných druhů v obcích a příměstských krajinách.

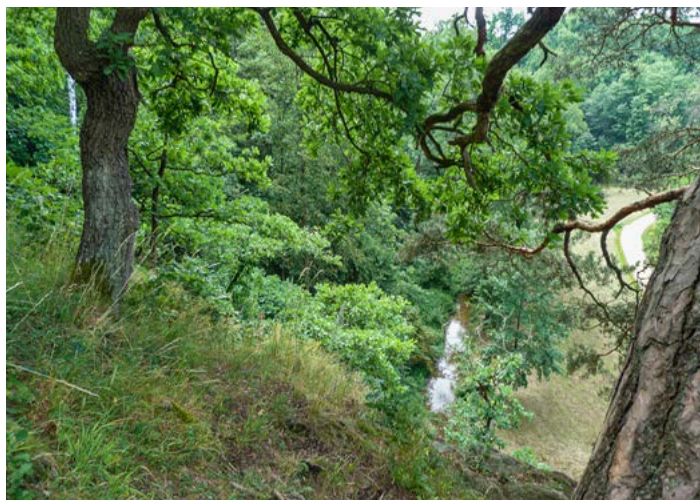
Pokladnice mizející přírody

Zámecké parky byly obvykle zakládány v romanticky členitých, ale zemědělsky méně významných terénech s mokřými loukami, suchými pastvinami a lesními remízky. Založením parku se vývoj místní krajiny zpomalil a téměř konzervoval. Díky tomu se tam uchovalo množství druhů a vegetačních typů původní krajiny.

Někdy se příroda zachovala jen náhodou a samovolně, prostě nebylo v moci zahradního architekta překonávat například skalní sráz, a romantické podání skály v přírodním charakteru byla nutnost a trochu ctnost z nouze. Tak tomu bylo např. na skalních srázích v Bechyni, dnes zarůstajících šeríky a loubincem. Jindy byl přírodní ráz od počátku tvůrčím záměrem a naopak se hledaly cesty, jak jej neponičit příliš umělým zásahem. To nakonec vedlo například k zařazení zámeckého parku v Průhonicích na Seznam světového kulturního dědictví

UNESCO. A do třetice byl autenticky přírodní ráz dokonce uměle konstruován lesnickými a lukařskými metodami, jako například v Lednicko-valtickém areálu. A spíše se to vše stále míсило, zachování přírody bylo motivováno praxí i estetikou zároveň.

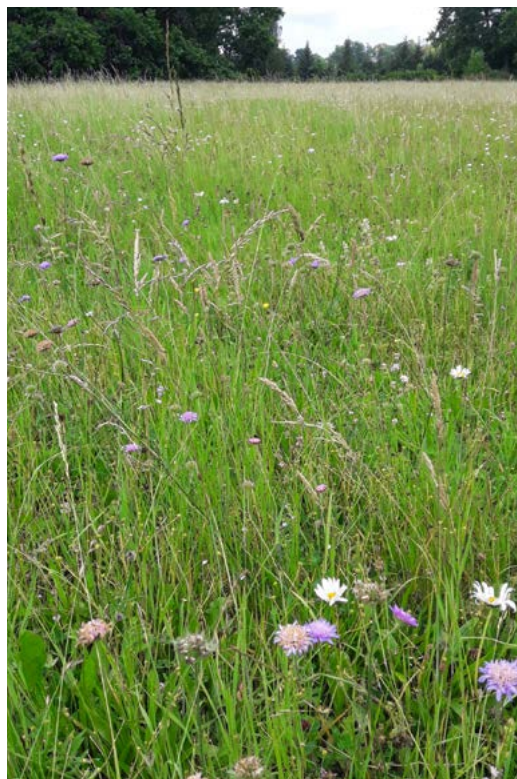
Staré dubové a lipové aleje či solitérní stromy se udržovaly co nejdéle bez ohledu na případné využití jejich dřeva. Důsledkem byly a jsou vitální staré stromy, kterým už některé větve odumírají a tvoří se v nich dutiny. Toto



Původní suchomilné doubravy na skalnatých svazích v zámeckém parku ve Vlašimi. Tvůrci parku zde ponechali zcela přírodní ráz vegetace.



V zámecké zahradě na Orlíku je záměrně ponecháno mnoho rozpadajících se stromů, které působí romanticky a zároveň je využívají vzácní živočichové, hlavně hmyz vázaný na trouchnivějící dřevo a ptáci hnízdící v dutinách.



Druhově bohaté sečené louky na zámku ve Chvalšínách. Mimo parky ale louky stále ubývají ve prospěch druhově chudých travních kultur a ekologicky podřadných výsadb stromů.

prostředí blízké přírodním pralesům je nezbytné pro druhy hmyzu a ptáků, které už v běžném hospodářském lese vhodné místo nenajdou, a tak jsou u nás stále vzácnější. Podobně je tomu s některými hájovými rostlinami, které se z původních lesů samy přestěhovaly do podrostu parků. V některých oblastech jsou dokonce zámecké parky posledním svědectvím o přirozené skladbě bylinného podrostu místních lesů, které se dávno změnil v kulturní kmenoviny a bylinný podrost v nich chybí nebo se skládá z rumištních druhů.

Parkové úpravy s výjimkou reprezentativních předních částí parků téměř všude respektovaly část původní vegetace a jen ji okrášlily exotickými výsadbami. Zachovaly ale vhodný management, například sečení pestrých luk namísto dnes tak populárních anglických trávníků. Důvod byl jak praktický (doplnění lesa bylo levnější, než ho celý nahradit, seno se dalo zužitkovat a údržba trávníků je pracná), tak umělecký (krása parku vycházející z místních tradic).

Příkladem zachovalého přírodního biotopu je dnešní přírodní rezervace Slatinná louka u Liblic. Toto chráněné území ležící uprostřed zámeckého parku je drobné, ale unikátně zachovalé (a skvěle ochrannářsky obnovené). Je to jeden z posledních zbytků polabských mokřadů s množstvím mimořádně vzácných druhů. Louka se uchovala jako nejvlhčí místo parku, které se nedařilo zalesnit, a tak jej nechali jako výběh pro zvěř i jako estetické ozvláštění. Dnes tu například rostou jedny z posledních populací vzácných vstavačovitých rostlin.



Slatinná louka u Liblic je od počátku součástí místního zámeckého parku. Polabské slatiny jsou mokřady na vápnatých organických půdách a většina z nich byla už koncem 19. století zničena nebo poškozena. Jejich vegetace má reliktní ráz, je pozůstatkem bezlesé krajiny formované podmínkami doby ledové.



Příkladem vzácných druhů liblické slatiny je krásný vstavač vojenský (*Orchis militaris*), který patří k silně ohroženým druhům naší flóry.

Původní vzácné vs. nepůvodní zplaňující druhy

Na tyto dvě skupiny druhů se ochrana přírody právem tradičně soustřeďuje; druhy první skupiny je třeba chránit, druhá skupina obsahuje invazní druhy. Základním vodítkem, jak rozlišovat původní druhy podle celkové vzácnosti je v Česku Červený seznam ohrožených druhů rostlin (Grulich 2012). Podobně byl pro rozlišení míry rizika u druhů nepůvodních vypracován Černý a šedý seznam (Pergl a kol. 2016).

V Červeném seznamu najdeme třídění taxonů od původních druhů definitivně vymizelých (ty evidujeme jen z historických důvodů), přes druhy neznámé, kde však trvá jistá naděje na dosud neznámý přetrvávající výskyt a jeho obnovu ze semen ukrytých v půdě nebo na přirozený přenos semen z blízkých lokalit nedaleko za českou hranici. Další kategorie pokračují od druhů kriticky ohrožených po druhy vzácnější, které již vyžadují odbornou pozornost. V Česku roste 284 druhů ve stavu kritického ohrožení, 412 ohrožených druhů a 212 druhů zranitelných, dohromady 908 rostlinných druhů, což je skoro 60 % všech původních druhů a poddruhů české flóry.

Černý seznam byl vypracován pro hodnocení nepůvodních druhů s výrazným vlivem na životní prostředí a zahrnuje 78 druhů. Šedý seznam zahrnuje 47 druhů, jejichž vliv je menší, ale nikoliv zanedbatelný a jejichž omezování má v určitých podmínkách smysl. Skutečná

přísnost a snaha o jejich úplné a celoplošné vyhubení platí jen pro alergenní bolševník a ambrózii. Pro ostatní druhy obou seznamů je optimální takzvaný stratifikovaný čili odstupňovaný přístup, který směřuje zájmy např. lesnické nebo botanické se zájmy ochrany přírody. Ukazuje konkrétní terénní situace, kdy má smysl druh podporovat, kdy jej jen tolerovat a kdy je nutno ho hubit – například pichlavý a nevzhledný keř, kustovnici cizí, bude nejlépe dále v krajině nešířit a z chráněných území je třeba vůbec ji odstranit, ale na okrajích vinic, kam byla tradičně sázena na ochranu, její již dlouho rostoucí porosty můžeme tolerovat.

Dále byl sestaven tzv. varovný seznam druhů, o kterých je známo, že mohou působit velké škody, ale ještě na území ČR nerostou, nebo jsou u nás zatím jen v kultuře a nedokáží zplañet.

Původní vzácné druhy

Celkově jsme v parcích zaznamenali (s využitím některých existujících floristických průzkumů a se zaměřením na vzácnější druhy) 410 původních druhů cévnatých rostlin. Z nich 102 byly druhy Červeného seznamu; v každém parku byly zjištěny průměrně dva tyto druhy.

Druhy byly poté klasifikovány do následujících skupin: * luhy a nitrofilní lemy, * ruderalní vegetace, * mokřady, * lesostepi, * mokré nížinné louky, * hájové palouky, * skály, * pcháčové louky, * horské lesy, * remízky a louky. Dále jsme počítali, v kolika parcích se druhy určité skupiny vyskytly. Z rozlišených kategorií byly nejčastější luhy a nitrofilní lemy (18 parků), ruderalní vegetace (18 parků) a mokřady (13 parků).

Největší počet výskytů (41) ohrožených druhů byl zjištěn ve skupině mokrých nížinných luk, vyšší počet těchto druhů měly dále mokřady (29), ruderalní vegetace (26), luhy (21) a lesostepi (17). Nejvzácnější nalezené druhy Červeného seznamu byly *Carex buxbaumii*, *Dactylorhiza incarnata*, *Orchis palustris* a *Pulicaria dysenterica*, které všechny rostly na vlhkých nížinných loukách.

Literatura:

- Grulich V. (2012) Red List of vascular plants of the Czech Republic: 3rd edition. – Preslia 84: 631–645
- 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.

A large, gnarled tree trunk in a forest, with a large white number '4.' overlaid on the left side. The tree trunk is thick and textured, with many small holes and knots. The background is a dense forest of bare trees, suggesting a winter or late autumn setting. The overall color palette is muted, with various shades of brown, grey, and white.

4.

4. Nepůvodní dřeviny v památkách zahradního umění a jejich kompoziční uplatnění

Miloš Pejchal & Lukáš Štefl

.....

Rostliny jsou diagnostickým prvkem památek zahradního umění, který je odlišuje od památek dalších oborů též organizujících a ztvárňujících prostor. Největší význam mezi rostlinami mají obvykle dřeviny¹, schopné pro svou mohutnost, dlouhověkost a vytrvalost nadzemní části nejvýrazněji formovat prostor.

Cílem památkové péče je zachovat od předků zděděná cenná díla pro následující generace v co nejautentičtější podobě. Tu u památek zahradního umění spoluvytváří, mimo jiné, i historická věrnost druhové skladby dřevin a způsobů jejich uplatnění.



Bohatý sortiment nepůvodních dřevin je jedním z významných aspektů autenticity. V zámeckém parku v Lednici (na snímku) tvoří 4/5 všech druhů a odrůd. Mimořádný význam tohoto objektu i z pohledu ochrany přírody je dán – mimo jiné – tím, že poměr biomasy domácích a cizích dřevin je přibližně opačný a cizí dřeviny „nabídku“ domácích vhodně doplňují a rozšiřují.

1 Předmětem zájmu jsou dřeviny dlouhodobě pěstovatelné ve venkovní kultuře.



Některé mimořádné exempláře cizích dřevin se staly symbolem dané památky. Jedinec smuteční odrůdy jerlínu japonského (*Sophora japonica* 'Pendula') v zámeckém parku ve Valticích patří k nejpůsobivějším ve středoevropském prostoru jak svou velikostí, tak zakořeněnými větvemi. Zaujme i kvetením až v plném létě.



Historickou hodnotu spoluvytváří i specifické, jinde se nevyskytující způsoby použití dřevin. Unikátní je umístění vzrůstných stromů, na snímku jinanu dvoulaločného (*Ginkgo biloba*), přímo do tvarovaných tisových stěn (*Taxus baccata*) v zámeckém parku v Lednici.

Význam nepůvodních dřevin v památkách zahradního umění

Jejich nezastupitelná role je výsledkem působení řady níže zmíněných faktorů:

Naše památky zahradního umění jsou více či méně věrným odrazem cizích vzorů, především zahrady italské, francouzské a anglické krajinářské zahrady. Rostliny z těchto zemí byla snaha uplatňovat i v našich podmínkách. Choulostivé se pěstovaly (či jen přezimovaly) ve speciálních stavbách, jako byly fíkovny, později oranžerie a palmové skleníky.

Významnou součástí životního stylu elit bylo sběratelství, zahrnující i rostliny. Jako projev ducha doby se rozvinulo v renesanci a bylo základním programem tehdejších zahrad. První dobové knihy o zahradách se objevily kolem poloviny 16. století a až na výjimky pojednávají o rostlinách, ne o ztvárnění zahrad. Všechny tehdejší zahrady byly v určité míře zahradami botanickými. Oproti následujícímu baroknímu období se tzv. okrasné, léčivé a užitkové rostliny ještě přísně nerozlišovaly a pěstovaly pospolu. Mezi stromy měly zásadní význam ovocné druhy. Rostliny pocházely především z Evropy, Blízkého východu a severní Afriky (Wimmer 2001, 2014).

Ze sběratelské vášně se zahrady vynaňovaly jen pozvolna a nikdy ne zcela. Barokní zahrady zahrnovaly, i přes záměrné potlačování individuality jednotlivých taxonů rostlin, bohaté sortimenty. Jejich základ tvořily rostliny pěstované v předchozím období, doplněné o introdukce z východu Severní Ameriky, v oranžériích se pěstovaly (přezimovaly) i rostliny z jihu Afriky a vzácně i z Číny. Ovocné dřeviny se již uplatňovaly mimo tzv. okrasné zahrady, zformovaly se i další typy zahrad, jako květinové, kuchyňské atd., ve kterých se pěstovaly speciální sortimenty rostlin. Odsklon od absolutismu v důsledku osvícenectví měl za důsledek – vedle diferenciací kompozice – i zvětšení sortimentu rostlin v rokokových zahradách, u dřevin především výrazně kvetoucích keřů a taxonů s panašovaným listem. Bylo zčásti

upuštěno od přísného oddělení jednotlivých typů zahrad, např. užitkové rostliny byly opět přípustné v tzv. okrasné zahradě (Wimmer 2001, 2014).

Krajinářská zahrada (především 18. až počátek 19. století) využívala v průběhu svého vývoje rozdílně bohaté sortimenty rostlin. S vědomím určitého zjednodušení je možné konstatovat, že v klasickém období, které se u nás prakticky neuplatnilo (W. Kent, L. Brown, G. Mason), se používal obvykle jen velmi omezený sortiment dřevin, uspořádaných do skupin a porostů s málo propracovanou „vnitřní“ kompozicí. Racionalismus tohoto prvního období nahradil následně vyhraněný senzualismus (především na kontinentě) a důraz na malebno (picturesque), což dalo vznik sentimentální a přírodně-expressivní variantě krajinářské zahrady, jejichž specifika se mnohdy vzájemně v jednom objektu kombinovaly (W. Chambers, U. Price, W. Mason, R.-L. Marquis de Giraldin, F. L. v. Sckell aj.) (Wimmer 2001, 2014). Sortiment dřevin byl bohatší a z nich vytvářené vegetační prvky rozmanitější a se sofistikovanější kompozicí. Z cizích dřevin udávaly tón druhy z východu Severní Ameriky, začaly se uplatňovat menší kvetoucí dřeviny z ruských provincií Sibíře a Střední Asie. Východoasijské druhy se v 18. století pěstovaly jen výjimečně. Stejně tak měly velmi omezený význam i kultivary (Wimmer 2001, 2014; Pejchal a Krejčířík 2015; Pejchal a Štefl 2019a,b).

V 19. století dominovaly tzv. *eklektické zahrady* (Wimmer 2001, 2014), jež opustily myšlenku jednotného ztvárnění dle přírodních vzorů a kombinovaly různé styly (H. Repton, J. C. Loudon, P. J. Lenné, H. Fürst v. Pückler-Muskau, E. Petzold, G. Meyer). Ve středu pozornosti byla rostlina jako individuum, jehož vztah k větším jednotkám (klíma, půda, krajina, prostor, kompozice) stál mnohdy v pozadí. Bouřlivý nárůst sortimentů byl dán jak introdukcí nových dřevin (obzvláště ze západu Severní Ameriky a z Východní Asie), tak rozvojem šlechtění (rododendrony, šeříky, růže, konifery aj.). Vznikaly specializované sbírky dřevin (arboreta, pineta, rozária).

Sortiment střeoevropských dřevin je velmi omezený, např. ve srovnání s obdobnými klimatickými oblastmi Severní Ameriky a východní Asie. *Chybí nebo jsou nedostatečně zastoupeny domácí dřeviny atraktivních kompozičních vlastností*, např.: liány, pokryvné dřeviny,



Významným důvodem pro introdukcii dřevin bylo i jejich mnohdy nápadné či neobvyklé kvetení. Zmarlika kanadská (*Cercis canadensis*) je nápadná kauliflorií, tedy schopností kvést na kmenu či silných větvích.



Přínos plodů cizích druhů pro kompozici je obdobný jako u květů. Pámelník červenoplodý (*Symphoricarpos orbiculatus*) je nízký keř, jehož plody vytrvávají na rostlině až do jara.



Používání cizích druhů podstatně rozšířilo sortiment dřevin s nápadným podzimním barvením. Na snímku smuteční odrůda jinanu dvouláložného (*Ginkgo biloba* 'Pendula') a skalník rozkladitý (*Cotoneaster divaricatus*).



Nápadná kůra či borka cizích dřevin podstatně rozšiřuje možnosti kompozice v zimním období. Platan javorolistý (*Platanus x hispanica*) patří k nejvýznamnějším stromům s nápadnou borkou. Jeden z nejmohutnějších exemplářů u nás se nachází ve Skalici na Znojensku (obvod kmenu 6,5 m).



Sběratelské aktivity mají svůj význam i pro vědeckou oblast. Borovice Heldreichova (*Pinus heldreichii*) v zámeckém parku v Lednici je pravděpodobně nejstarším exemplářem tohoto druhu v kultuře, jediným, který se dochoval z rostlin namnožených roku 1864 v botanické zahradě ve Vídni.

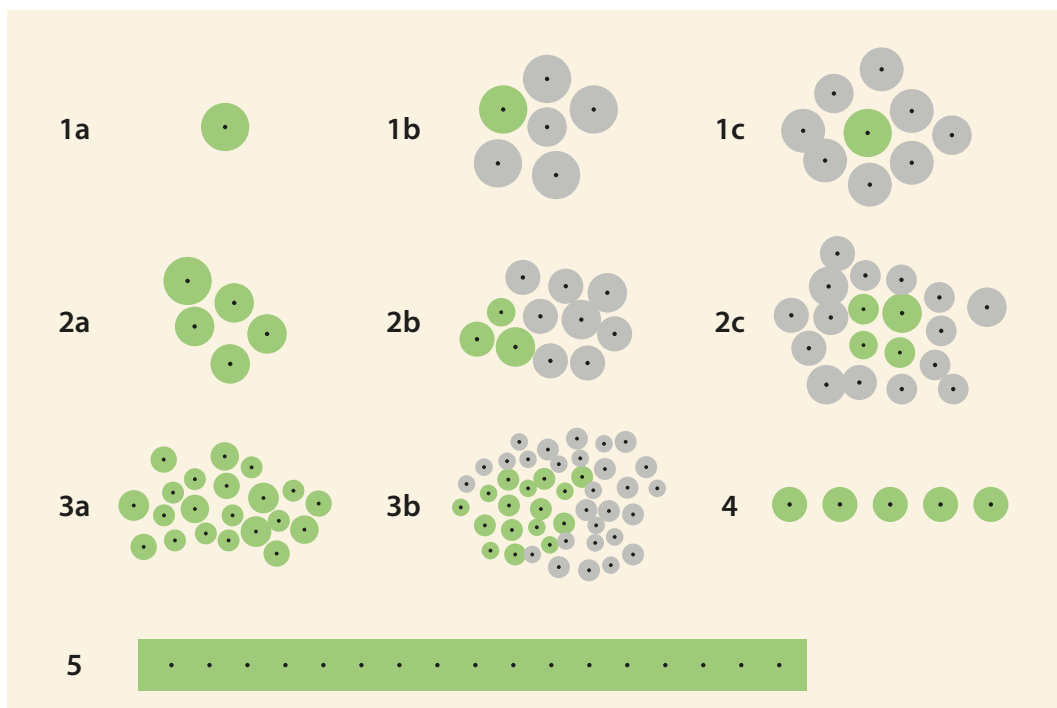
stálezelené listnáče, druhy kvetoucí nápadně v předjaří, v létě a na podzim (90% kvete od dubna do poloviny června), s červenými, oranžovými, modrými a fialovými květy, s bílými, žlutými, oranžovými, modrými, fialovými a růžovými plody, s výrazným sivým až stříbřitým olistěním, s vonnými květy a aromatickými listy, s velmi hrubou nebo velmi jemnou texturou, nápadnou kůrou či borkou, strohých tvarů atd. (Kiermeier 1990; Pejchal 2018).

Nezanedbatelnou roli hrály i **důvody hospodářské, vědecké a vzdělávací**, u nejmladších památek též **odolnost** některých cizích dřevin vůči **antropogenním stresovým faktorům** (především znečištění ovzduší).

Způsoby uplatnění nepůvodních dřevin v kompozici památek zahradního umění

Uplatnění introdukovaných dřevin v památkách zahradního umění bylo předmětem terénního průzkumu v 51 objektech, nacházejících se ve všech krajích ČR. V každém z nich byla hodnocena přítomnost introdukovaných dřevin, četnost jejich výskytu a způsob prostorového uplatnění v kompozici (viz schéma níže a tab. 4.1). Lze vyslovit dále uvedené závěry.

Introdukované dřeviny tvoří zcela elementární součást historických zahrad a parků. Některé se vyskytovaly ve většině hodnocených objektů. Například v 84 % z nich byl přítomen jírovec maďal (*Aesculus hippocastanum*), v 76 % zimostráz obecný (*Buxus sempervirens*) a v 65 % dub červený (*Quercus rubra*). Některé taxony se naopak vyskytovaly pouze v několika



Způsoby prostorového uplatnění nepůvodních dřevin:

(1a) solitéra; (1b) jednotlivé exempláře lokalizované na okraji skupin a porostů, (1c) uvnitř skupin a porostů; (2a) skupina jednoho taxonu samostatná, (2b) na okraji porostu, (2c) uvnitř porostu; (3a) porost jednoho taxonu samostatný, (3b) součást většího porostu; (4) stromořadí; (5) tvarovaný dřevinný prvek (nejčastěji tvarované živé ploty a stěny).

málo objektech, např. v 4 % objektů byla přítomna jedle vznešená (*Abies procera*), ve 2 % pak araukárie chilská (*Araucaria araucana*).

Z hodnocení četnosti výskytu (rozsahu použití) introdukovaných dřevin vyplývá, že jsou taxony, pro které je typické velké rozmezí četnosti použití v jednotlivých objektech, a to od ojedinělého použití v některých objektech až po hojné a velmi hojné použití v objektech jiných (typickým příkladem je jírovec maďal, viz tab. 4.2). Pro jiné taxony je naopak zcela charakteristický ojedinělý výskyt v rámci jednotlivých objektů: např. katalpa trubačovitá (viz tab. 4.3), nebo dále např. lípa americká (*Tilia americana*), jinan dvoulaločný (*Ginkgo biloba*), metasekvoje tisovcovitá (*Metasequoia glyptostroboides*), borovice himálajská (*Pinus wallichiana*), sekvojovec obrovský (*Sequoiadendron giganteum*) a další.

Hodnocení způsobu prostorového uplatnění v kompozici dokládá, že jsou dřeviny, pro které je typické použití pouze v několika málo kusech v daném objektu, a to výhradně jako solitéra, nebo samostatný jedinec na okraji skupiny. Mezi ně patří např. jinan dvoulaločný (*Ginkgo biloba*), katalpa trubačovitá (*Catalpa bignonioides*), katalpa vejčitá (*Catalpa ovata*), borovice himálajská (*Pinus wallichiana*) a další. Pro jiné taxony, především zimoztráz obecný (*Buxus sempervirens*), je charakteristické kompoziční uplatnění v podobě tvarovaných dřevinných prvků, tj. jako pravidelně tvarované živé ploty, plůtky a lemy. U dalších dřevin, např. jírovce maďalu (*Aesculus hippocastanum*), je časté použití v stromořadích, u dubu červeného (*Quercus rubra*) pak v jednodruhových skupinách, či skupinách, jež jsou součástí větších porostů.

Tab. 4.1 – Introdukované dřeviny – kompoziční uplatnění v památkách zahradního umění (ukázka dílčích výstupů na příkladu několika rozdílných taxonů).

taxon	počet objektů v nichž se taxon vyskytoval	% objektů v nichž se taxon vyskytoval	četnost výskytu v rámci konkrétního objektu (rozsah použití)	způsob uplatnění v kompozici (zobecnění)
jírovec maďal (<i>Aesculus hippocastanum</i>)	43	84	roztroušený až velmi hojný výskyt	solitéra, jedinec na okraji skupiny, jedinec uvnitř skupin a porostů, samostatná skupina, skupina jednoho taxonu na okraji porostu, stromořadí
zimoztráz obecný (<i>Buxus sempervirens</i>)	39	76	méně četný až hojný výskyt	tvarovaný dřevinný prvek, samostatná skupina
dub červený (<i>Quercus rubra</i>)	33	65	ojedinělý až hojný výskyt	solitéra, jedinec na okraji skupiny, samostatná skupina, skupina jednoho taxonu na okraji porostu, součást většího porostu
jinan dvoulaločný (<i>Ginkgo biloba</i>)	28	55	ojedinělý a roztroušený výskyt	solitéra, jedinec na okraji skupiny

taxon	počet objektů v nichž se taxon vyskytoval	% objektů v nichž se taxon vyskytoval	četnost výskytu v rámci konkrétního objektu (rozsah použití)	způsob uplatnění v kompozici (zobecnění)
katalpa trubačovitá (<i>Catalpa bignonioides</i>)	27	53	ojedinělý a roztroušený výskyt	solitéra, jedinec na okraji skupiny
metasekvoje tisovcovitá (<i>Metasequoia glyptostroboides</i>)	16	31	ojedinělý výskyt	solitéra, samostatná skupina, skupina jednoho taxonu na okraji porostu
nahovětvec dvoudomý (<i>Gymnocladus dioica</i>)	15	29	ojedinělý výskyt	solitéra, jedinec na okraji skupiny
sekvojovec obrovský (<i>Sequoiadendron giganteum</i>)	8	16	ojedinělý výskyt	solitéra, jedinec na okraji skupiny, jedinec uvnitř skupin a porostů
katalpa vejčitá (<i>Catalpa ovata</i>)	7	14	ojedinělý výskyt	solitéra, jedinec na okraji skupiny
lípa americká (<i>Tilia americana</i>)	6	12	ojedinělý výskyt	solitéra, jedinec na okraji skupiny, samostatná skupina,
borovice himálajská (<i>Pinus wallichiana</i>)	6	12	ojedinělý výskyt	solitéra, jedinec na okraji skupiny
jedle vznešená (<i>Abies procera</i>)	2	4	ojedinělý výskyt	solitéra, jedinec na okraji skupiny
araukárie chilská (<i>Araucaria araucana</i>)	1	2	ojedinělý výskyt	solitéra

Tab. 4.2 – Výsledky hodnocení rozsahu použití taxonu jírovec maďal (*Aesculus hippocastanum*) v 43 objektech, kde byl tento taxon přítomen.

četnost výskytu v rámci konkrétního objektu (rozsah použití)	počet objektů	% objektů
ojedinělý	14	33
roztroušený	11	26
méně četný	12	28
hojný	4	9
velmi hojný	2	5
celkem	43	100

Tab. 4.3 – Výsledky hodnocení rozsahu použití taxonu katalpa trubačovitá (*Catalpa bignonioides*) v 27 objektech, kde byl tento taxon přítomen.

četnost výskytu v rámci konkrétního objektu (rozsah použití)	počet objektů	% objektů
ojedinelý	24	89
roztroušený	3	11
méně četný	0	0
hojný	0	0
velmi hojný	0	0
celkem	27	100

Literatura:

- Kiermeier P. (1990) Über den Natur- und Gartenwert von Pflanzen. – Gartenpraxis 16: 13–19.
- Pejchal M. (2018) Dendrologie – teze přednášek. – MENDELU, Ústav biotechniky zeleně, Lednice.
- Pejchal M. & Krejčířík P. (2015) Historie pěstování dřevin v Lednicko-valtickém areálu do první světové války. – Mendelova univerzita v Brně, Brno.
- Pejchal M. & Štefl L. (2019a) An assortment of woody plants produced in the manor of Nové Dvory at the turn of the 18th and 19th centuries: North American taxa. – Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis 67: 981–992.
- Pejchal M. & Štefl L. (2019b) An assortment of woody plants produced in the manor of Nové Dvory at the turn of the 18th and 19th Centuries: European, Asian and North African taxa. – Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis 67: 1195–1212.
- Wimmer C. A. (2001) Bäume und Sträucher in historischen Gärten: Gehölzverwendung in Geschichte und Denkmalpflege. – Verlag der Kunst, Dresden.
- Wimmer C. A. (2014) Lustwald, Beet und Rosenhügel: Geschichte der Pflanzenverwendung in der Gartenkunst. – VDG, Verlag und Datenbank für Geisteswissenschaften, Weimar.



5.

5. Samovolné šíření nepůvodních dřevin v památkách zahradního umění

Miloš Pejchal & Lukáš Štefl

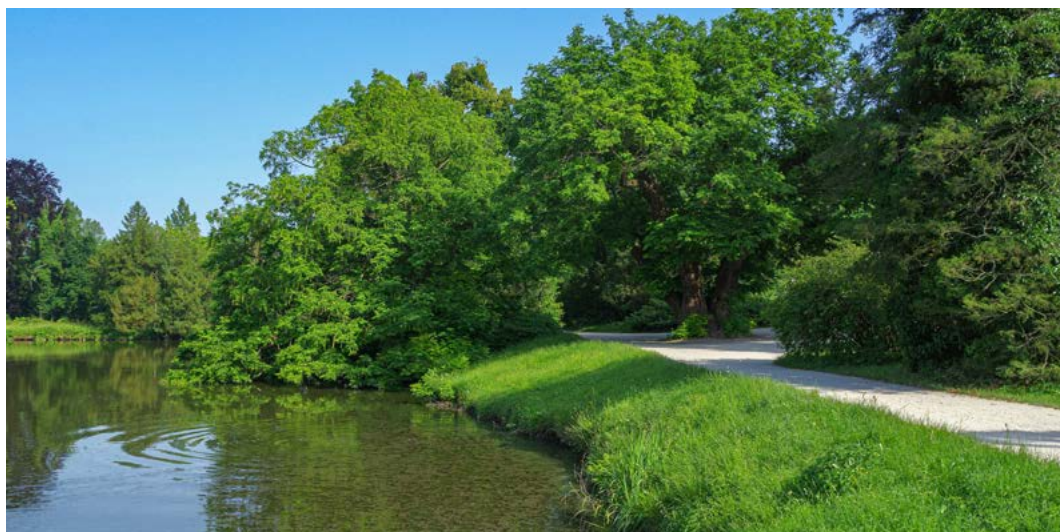
.....

Protože jsou dřeviny ukotveny na jednom místě, je schopnost jejich šíření bezprostředně spjata se způsoby jejich množení a je základním předpokladem zachování druhu. V bezprostřední blízkosti mateřské rostliny totiž nejsou mnohdy vhodné podmínky pro následnou generaci a s neustále probíhajícími změnami životního prostředí, především klimatu, se rostliny nejnáději vypořádají tím, že se „přestěhují“ do příznivějších podmínek.

Schopnost šíření si dřeviny zachovaly i v kultuře, tedy i v památkách zahradního umění. V nich může mít tato vlastnost jak negativní, tak pozitivní význam.

Samovolné šíření dřevin

Tato vlastnost introdukovaných dřevin byla předmětem terénního průzkumu v 51 objektech památek zahradního umění, nacházejících se ve všech krajích ČR. V každém z nich byl hodnocen způsob případného samovolného šíření jednotlivých dřevin. Dále se



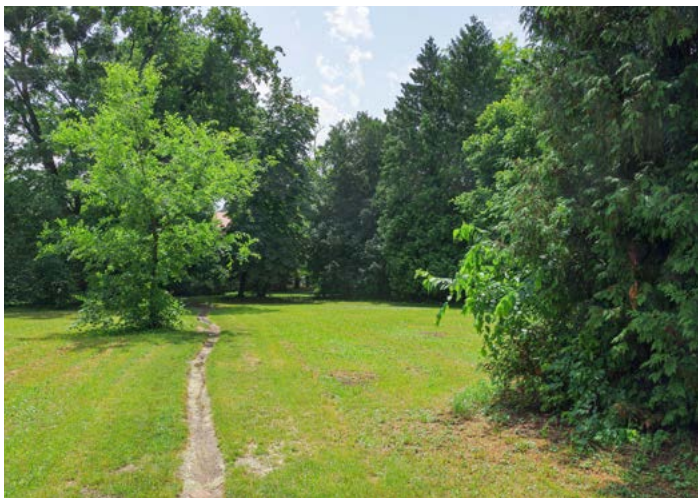
Následkem chybné péče se z kořenových výmladků lapiny jasanolisté (*Pterocarya pterocarpa*), rostoucí v křižovatce cest, vyvinul na břehu rybníka „nový“ jedinec, který významně změnil původní kompozici daného prostoru.



Intenzivní tvorba kořenových výmladků přináší nejen zvýšené nároky na péči, ale i možnost jejich využití k získání další generace dřevin. Snímek ukazuje skupinu 3 exemplářů nahovětvice kanadského (*Gymnocladus dioica*) výmladkového původu. Mateřská rostlina již dožila.

albus) či šeřík obecný (*Syringa vulgaris*). **Vegetativní šíření je obvykle postupné a pozvolné, případné problémy způsobuje až po delší době.**

Generativním způsobem, tj. prostřednictvím semen a plodů, se v hodnocených objektech tímto způsobem často šířily především stromy, např. javor jasanolistý (*Acer negundo*), ořešák černý (*Juglans nigra*), břestovec západní (*Celtis occidentalis*), pajasan žláznatý (*Ailanthus altissima*) či dub červený (*Quercus rubra*). Přestože se většina semenáčů nacházela v *bezprostřední blízkosti mateřských jedinců, šíření může být i skokovité a na větší vzdálenost a problematickým se může stát relativně brzy.*



Břestovec západní (*Celtis occidentalis*) se v teplých oblastech poměrně intenzivně rozšiřuje semeny. Mladý jedinec z náletu nalevo od pěšiny byl využit k obnově stromového patra, zatímco další v zeravu obrovském (*Thuja plicata*) musí být odstraněn, aby ho nezneškodnotil.

zjišťovala vzdálenost tohoto šíření a vlastnosti stanoviště, na kterém k němu došlo (charakter vegetačního pokryvu, způsob údržby).

Vegetativním způsobem, tj. prostřednictvím odnoží, kořenových výmladků či vzácněji i zakořeňujících větví, se v hodnocených historických zahradách a parcích ze stromů takto šířily především trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*), pajasan žláznatý (*Ailanthus altissima*) či nahovětvec dvoudomý (*Gymnocladus dioica*). Z keřů například kustovnice cizí (*Lycium barbarum*), pámelník bílý (*Symphoricarpos*

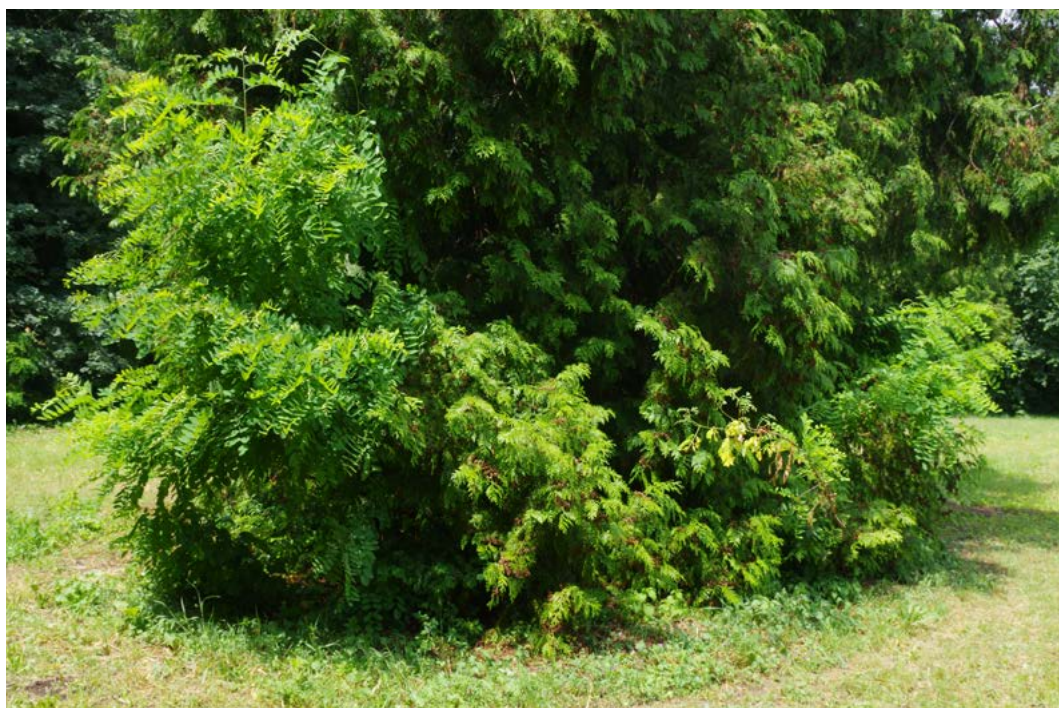
Pokud se podíváme na nejčastěji se vyskytující taxony samovolně se šířících dřevin z hlediska počtu případů, kdy k jejich samovolnému šíření nedochází, přestože se v objektu vyskytují (tab. 5.1), je zřejmé, že jejich samovolné šíření není v objektech automatické a nevyskytuje se pokaždé. Zaznamenány byly taxony, které se samovolně šířily ve všech objektech, kde byly přítomny – viz břestovec západní (*Celtis occidentalis*) a pajasan žláznatý (*Ailanthus altissima*), ale i taxony, které se samovolně šířily méně než v polovině objektů, kde byly

přítomny. Např. nejčastěji zastoupený taxon šeřík obecný (*Syringa vulgaris*), který byl přítomen ve 41 objektech, se samovolně šířil pouze v 15 objektech, tj. ve více jak 63 % objektů, kde byl tento taxon přítomen, se tento taxon samovolně nešířil. Javor jasanolistý (*Acer negundo*), se dokonce samovolně nešířil ve více než 66 % objektů, v nichž byl přítomný. Například trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*), přítomný celkem ve 40 objektech, se ve více než 32 % objektů také samovolně nešířil.

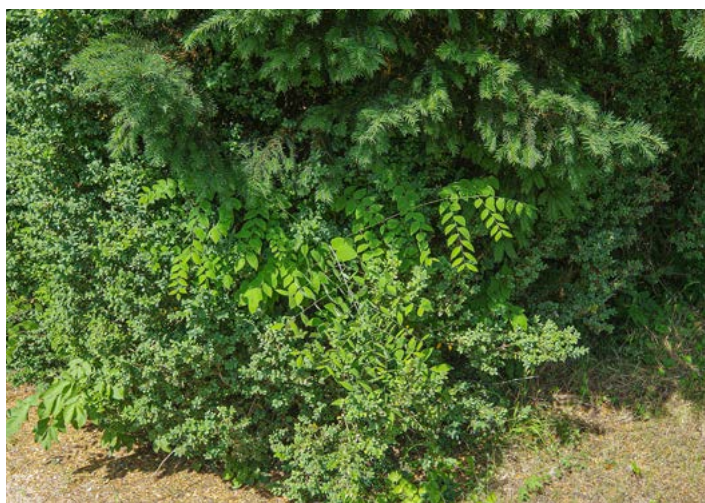
Tab. 5.1 – Nejčastěji se vyskytující taxony samovolně se šířících dřevin v 51 hodnocených objektech a počet případů, v nichž došlo/ nedošlo k jejich samovolnému šíření.

	počet objektů, v nichž byl taxon přítomen	objekty, v nichž DOŠLO k samovolnému šíření		objekty, v nichž NEDOŠLO k samovolnému šíření, přestože byl taxon přítomen	
vegetativní způsob samovolného šíření	počet objektů	počet objektů	% objektů	počet objektů	% objektů
trnovník akát (<i>Robinia pseudoacacia</i>)	40	27	67,5	13	32,5
nahovětvec dvoudomý (<i>Gymnocladus dioica</i>)	15	11	73,3	4	26,7
pajasan žláznatý (<i>Ailanthus altissima</i>)	7	7	100,0	0	0,0
pámelník bílý (<i>Symphoricarpos albus</i>)	38	20	52,6	18	47,4
šeřík obecný (<i>Syringa vulgaris</i>)	41	15	36,6	26	63,4
kustovnice cizí (<i>Lycium barbarum</i>)	4	5	75,0	1	25,0
generativní způsob samovolného šíření	počet objektů	počet objektů	% objektů	počet objektů	% objektů
dub červený (<i>Quercus rubra</i>)	33	25	75,8	8	24,2
ořešák černý (<i>Juglans nigra</i>)	21	11	52,4	10	47,6
břestovec západní (<i>Celtis occidentalis</i>)	8	8	100,0	0	0,0
pajasan žláznatý (<i>Ailanthus altissima</i>)	7	7	100,0	0	0,0
javor jasanolistý (<i>Acer negundo</i>)	12	4	33,3	8	66,7

V případech, kdy došlo k samovolnému šíření dřeviny v jednotlivých objektech, bylo ke každému takovému případu zaznamenáno: a) zda se jednalo pouze o zcela mladé (cca jedno



Trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*) se snadno šíří převážně vegetativní cestou. Rostliny, které se vyvinuly pod ochranou spodních větví zeravu obrovského (*Thuja plicata*), je třeba odstranit, jinak ho poškodí.



Kořenové výmladky nahovětevece kanadského (*Gymnocladus dioica*) bývají na exponovaných místech zahrad a parků velmi obtížné a měly by se několikrát během roku odstraňovat.

či dvouleté) semenáče (resp. výmladky či odnože), nebo zda se jednalo již o starší, několikaletou dřevinu. Současně byl u každého výskytu samovolného šíření dřevin zjednodušenou formou zhodnocen charakter vegetačního krytu (stanoviště), kde k šíření docházelo, a charakter údržby vegetačního krytu.

Zjištěné výsledky dokládají, že i když se v případě břestovce západního (*Celtis occidentalis*) a pajasanu žláznatého (*Ailanthus altissima*) tyto dřeviny samovolně

šířily ve všech objektech, kde byly přítomné, jednalo se téměř výhradně pouze o mladé semenáčky či výmladky (nebyly dosud odstraněny v rámci péče o objekt). Současně se jednalo téměř výhradně o stanoviště, kde neprobíhala pravidelná údržba vegetačního krytu (neprobíhala pravidelné kosení bylinného patra, případně jiný způsob odstraňování mladých semenáčů, výmladků, odnoží apod.). V praxi je možné si toto stanoviště nejčastěji představit například jako okraje či vnitřky



Svitel latnatý (*Koelreuteria paniculata*), méně běžný velmi dekorativní menší strom, se v nejteplejších oblastech státu začíná šířit semeny.

stromových a keřových skupin bez pravidelné udržovací péče. V případě zmíněného břestovce a pajasanu nehrálo významnou roli, zda předmětná skupina stromů či keřů, ve které k šíření docházelo, byla z hlediska zápoje rozvolněná či zapojená, ale největší roli hrála právě zmíněná absence pravidelné údržby vegetačního krytu v daném segmentu.

Trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*) byl jeden z mála hodnocených taxonů, u kterého byl častý výskyt starších jedinců, vzniklých

samovolným šířením. V objektech, kde se tato dřevina samovolně šířila, byly přítomny jak zcela mladé výmladky (např. Ploskovice, Chudenice, Libochovice) tak i starší několikaletí jedinci výmladkového původu (např. Raduň, Hradec nad Moravicí, Lešná u Valašského Meziříčí, Kačina, Štampolec). V případě tohoto taxonu opět nehrála zcela klíčový význam otevřenost či uzavřenost stanoviště: samovolně se šířící jedinci byli evidováni jak na stanovištích, kde byly současně



Jírovec drobnokvětý (*Aesculus parviflora*) vytváří velké množství kořenových výmladků, které však nezpůsobují prakticky žádné obtíže. Jejich šíření velmi spolehlivě zastaví např. parkový trávník.



Kořenové výmladky jírovce drobnokvětého (*Aesculus parviflora*) nápadně raší a při kombinaci s vhodnými rostlinami, zde snědek nicí (*Ornithogalum nutans*), vytváří zajímavé efekty.

zapojené stromové i zapojené keřové patro (např. Velké Heraltice, Ratměřice, Vráž u Písku), či na stanovištích otevřených a rozvolněných (např. Kyjovice, Hradec nad Moravicí, Sychrov, Chudenice).

Z dosavadních výsledků tak vyplývá, že způsob udržovací péče o daný objekt, především pak kosení travnatých ploch a udržovací zásahy do keřových a stromových skupin, se jeví jako nejvíce limitující faktor pro samovolné šíření nepůvodních dřevin vně těchto objektů.

Význam samovolného šíření dřevin

Negativní působení spočívá především v možném narušení autentické kompozice památky, v nežádoucím ovlivňování vlastností dalších kompozičních prvků (rostlinných, technických či uměleckých), ve zvýšených nárocích na údržbu a ve ztížení obnovy jiných dřevin, případně i v šíření za hranice objektu.

Samovolné šíření dřevin je spojeno s výrazným stupněm nahodilosti. Jedním ze základních principů použití rostlin prakticky ve všech našich památkách zahradního umění je však vyloučení, či alespoň minimalizace náhody. Platí to do značné míry i pro krajinářskou zahradu, jež se k inspiraci přírodou a krajinou programově hlásí. Její tvůrci ovšem vycházeli – vzhledem k době vzniku tohoto slohu pochopitelně – spíše z „obrazové hodnoty“ přírody a krajiny, než z hlubšího poznání přírodních procesů (např. sukcese), charakteristických dynamikou a nezanedbatelným stupněm nahodilosti v rámci určitých hranic (Dunnet 2001; Pejchal 2012). První kroky k záměrnému využívání náhody v zahradách a parcích začaly až v poslední čtvrtině 19. století, součástí hlavního proudu zahradní a krajinářské architektury se však staly až o století později (Woudstra 2004; Pejchal 2012).

Vzhledem k výše uvedenému je zřejmé, že **nežádoucí účinek samovolného šíření v památkách zahradního umění se netýká jen dřevin cizích, ale v obdobné míře i druhů domácích**; i ony musí být pod kontrolou.

Pozitivní význam může spočívat ve zjednodušení obnovy daných dřevin v situacích, kdy přesná lokalizace jedinců či určité odchylky od původní taxonomické skladby významně nesnižují autenticitu daného prostoru a lze tyto změny hodnotit ještě jako neutrální (Pejchal a Šimek 2015). Týká se to především velkých skupin a porostů dřevin v okrajových partiích větších objektů. Z hlediska autenticity památky může být pozitivní i genetická totožnost či blízkost nové generace rostlin se stávající. Keře s vegetativním šířením snadno regenerují po poškození a lze je s výhodou použít pro některé speciální účely, např. zpevnění svahů či břehů.

Význam managementu péče

Způsob a četnost udržovacích prací, především však kosení travnatých ploch a pěstební zásahy (odstraňování nežádoucích náletů) v keřových a stromových skupinách, se dle dosavadních poznatků jeví jako zásadní faktor pro šíření introdukovaných dřevin jak v rámci objektu, tak za jeho hranice.

Specifika dřevin, tj. relativně pomalé vegetativní rozšiřování a schopnost generativní reprodukce až v poměrně vysokém věku, **umožňují velmi účinně bránit jejich nežádoucímu šíření, pokud je dodržena standardní úroveň péče.** Přítomnost samovolně se šířících nepůvodních dřevin její potřebnost v památkách zahradního umění významněji neovlivňuje, neboť musí být pod kontrolou – jak bylo výše zmíněno – i šíření dřevin domácích. V praxi to obvykle znamená odstraňovat nežádoucí nálety ve skupinách a porostech dřevin, či jejich okrajích, alespoň jednou za pět let. Kořenové výmladky některých dřevin (nahovětvec kanadský) musí být na exponovaných místech odstraňovány i několikrát do roka.



Na vhodných lokalitách se může bohatě generativně zmlazovat i dub červený (*Quercus rubra*). Nálety mají působivý vzhled a v památkách zahradního umění se musí udržovat pod kontrolou, nejlépe pravidelným kosením.

Literatura:

- Dunnet N. (2001) „Natural Garden (Wild Garden)“. – In: Shoemaker C. A. (ed.), Chicago Botanic Garden Encyclopedia of gardens: history and design, Vol. 2, p. 928–929, Fitzroy Dearborn Publishers, Chicago.
- Pejchal M. (2012) „Přírodní zahrada“ a krajinářská architektura. – In: Stibral K., Dadejík O. & Staněk J. (eds), Zahrada. Přírozenost a umělost, p. 203–219, Dokořán, Praha.
- Pejchal M. & Šimek P. (2015) Metodika hodnocení dřevin pro potřeby památkové péče. – ZF MENDELU, Lednice. URL: <http://invenio.nusl.cz/record/203604?ln=cs>.
- Woudstra J. (2004) The changing nature of ecology: a history of ecological planting (1800 – 1980). – In: Dunnet N. & Hitchmough J. (eds), The dynamic landscape, p. 33–80, Spon Press, London.

The background is a rich, golden-brown color with a complex, textured appearance. It features a repeating pattern of faint, embossed or woven-looking lines that form a grid-like structure. The texture is somewhat irregular, with variations in light and shadow that give it a three-dimensional feel. In the upper right quadrant, a large, bold, white number '6.' is prominently displayed. The number is clean and modern, contrasting sharply with the intricate, organic-looking background. The overall aesthetic is one of elegance and depth, suggesting a high-quality, possibly leather or fabric-bound book cover.

6.

6. Vliv výsadby nepůvodních rostlin na společenstva půdních hub v zámeckých parcích

Lucie Cihlářová, Lukáš Vlk, Petr Kohout, Markéta Petružálková,
Miroslav Vosátka, Jana Kvasničková & Jan Pergl

.....

Mykorhizní symbióza aneb (víceméně) přátelské soužití rostlin a hub

Mykorhizní symbióza je název vzájemně prospěšného vztahu rostlin a půdních hub. Děje se tak prostřednictvím kolonizace kořenů rostlin hyfami mykorhizních hub. Toto spojení je staré podle současných odhadů více než 470 milionů let a vědci se mimo jiné domnívají, že pomohlo rostlinám k úspěšnému přechodu na souš v období prvohor.

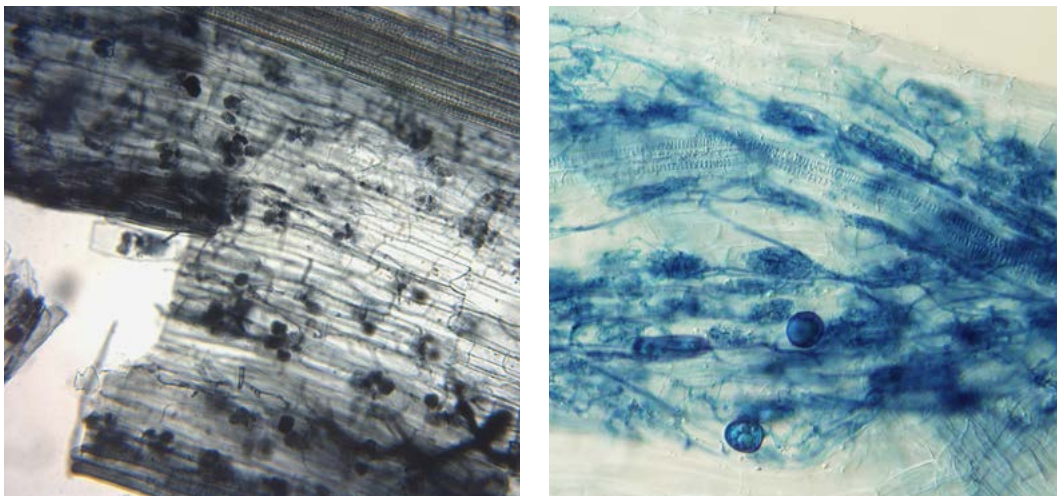
Kořeny mykorhizních rostlin jsou kolonizovány půdními houbami, které na povrchu či uvnitř kořenů vytváří specifické struktury a vyměňují jejich prostřednictvím s rostlinou vodu a živiny. Rostliny posílají skrze své kořeny mykorhizním houbám produkty vytvořené při fotosyntéze (cukry) a na oplátku od hub získávají vodu a důležité živiny (jako dusík a fosfor). Houby navíc mohou rostliny chránit před stresem a celou řadou patogenních organismů.

Má se za to, že většina rostlin na Zemi (asi 90 % druhů) vytváří během svého života mykorhizní symbiózu. U ostatních druhů se předpokládá, že schopnost tvořit mykorhizní symbiózu ztratily až druhotně během evoluce. Pro většinu rostlin je soužití s houbami tedy každodenní i historickou samozřejmostí. Mykorhizy můžeme rozdělit na endomykorhizy (houba proniká dovnitř buněk rostlin) a ektomykorhizy (houba zůstává jen na povrchu). Hlavním typem endomykorhizy je **arbuskulární** mykorhiza (viz. další podkapitola). Dále sem patří **orchideoidní** mykorhiza rozšířená u orchidejí a **erikoidní** mykorhiza typická pro rostliny z čeledi vřesovcovitých, která je rozšířena hlavně v oblastech s vyšší mírou stresu (nízké pH nebo nedostatek živin, např. rašeliniště a vřesoviště). **Ektomykorhiza** převažuje u stromů a houby kolonizují jen povrch kořenů a nevstupují dovnitř buněk rostlin. Tento typ mykorhizy je dominantní v tajze a lesích mírného pásu. Celé spektrum podob mykorhizního soužití je širší, ostatní typy jsou ale spíše vzácné a pravděpodobně nehrají tak zásadní ekologické role.

Arbuskulární mykorhiza

Arbuskulární mykorhiza je nejrozšířenější a nejstarší typ mykorhizní symbiózy a tvoří se mezi houbami z oddělení Glomeromycota a řadou rostlinných druhů (přibližně 70 %). Houby tvořící arbuskulární mykorhizu mají v rámci systému hub nejasné postavení. S jistotou se

dá říci jen to to, že jde o velice starou skupinu, jejíž vznik spadá na začátek prvohor. Díky tomu, že arbuskulárně mykorhizní houby netvoří plodnice, ale pouze okem nepozorovatelné struktury v půdě a kořenech rostlin, je studium druhové diverzity těchto hub stále velmi složité. Arbuskulární mykorhizu poznáme pod mikroskopem podle stroměčkovitých útvarů (tzv. arbuskulů), které houba vytváří uvnitř buněk kořenů rostlin. Prostřednictvím arbuskulů probíhá výměna látek mezi oběma organismy. Schopnost tvořit tento typ mykorhizy má naprostá většina všech bylin a trav a také některé keře a stromy, především v travinných ekosystémech a v tropech (Brundrett a Tedersoo 2018).



Vlákná (hyfy) arbuskulárních hub v pletivech hostitelské rostliny

Arbuskulární mykorhizu vytváří rostliny a houby hlavně v místech s nižším obsahem fosforu v půdě. Tomu odpovídá většina přírodě blízkých ekosystémů, kde nejsou člověkem ve velké míře přidávány živiny ve formě anorganických hnojiv. Právě efektivnější čerpání fosforu pomocí houbových hyf poskytuje mykorhizním rostlinám velkou výhodu oproti nemykorhizním druhům. Houby v půdě vytvářejí jemné vláknité podhoubí (tzv. mycelium) s obrovskou hustotou a celkovou délkou hyf a s tím spojenou zvýšenou schopností čerpat živiny a vodu z velkého objemu půdy. Mezi mykorhizními rostlinami na každé louce tak vznikají podzemní sítě zajišťující výměnu vody a živin mezi jednotlivými mykorhizními rostlinami. Takové dobře vyvinuté mycelium mykorhizních hub má řadu prospěšných vlivů pro rostliny. Víme například, že může zvyšovat druhovou pestrost rostlinných druhů, zlepšovat rostlinám přístup k vodě a živinám nebo zlepšovat schopnost půdy zadržovat vodu. Díky tomu má arbuskulární mykorhiza v současné době využití jak v zemědělství, tak i např. při pokusech o revitalizaci poničených nebo degradovaných travních ekosystémů.

Míra závislosti rostlin na arbuskulární mykorhize

Není překvapením, že po několika stovkách milionů let existence arbuskulární mykorhizy můžeme u rostlin najít celé spektrum strategií a postojů k soužití s mykorhizními houbami. Můžeme rozlišit několik typů arbuskulárně mykorhizních rostlin podle toho, do jaké míry a v jakých situacích jsou ochotny s houbami spolupracovat (Brundrett a Tedersoo 2018). Předně je tu velká část rostlin, které jsou na mykorhizní symbióze plně závislé (tzv. **obligátně**

mykorhizní rostliny) a bez houbového partnera nedokáží ani dokončit životní cyklus. Další skupinou jsou pak druhy rostlin využívající spojení s houbami jen v případě, že to vyžadují podmínky prostředí (např. při velmi nízké dostupnosti živin). Tyto tzv. **fakultativně** mykorhizní rostliny jsou schopné i samostatného života bez hub v místech, kde to pro jejich houbové společníky není z různých důvodů vhodné (např. pro druhy rostlin z čeledi brtnákovitých). A konečně je tu i celá řada druhů rostlin, které se bez mykorhizních hub obejdou zcela, např. protože se vyskytují na stanovištích, kde mykorhizní houby nedokáží trvale růst (silně podmačené půdy, pouště). Řadí se sem i druhy rostlin s jinými, specializovanějšími a vzácnějšími způsoby čerpání špatně dostupných živin. Takové druhy rostlin si třeba jako v případě čeledi proteovitých vytvořily zásadní adaptace na půdní prostředí (velmi jemné kořeny), díky kterým pro ně už spojení s houbami není výhodné a druhotně ho tak ztratily. Celkově se však jedná o malou část druhové bohatosti všech rostlin na Zemi.

Vliv arbuskulární mykorhizy na invaze rostlin

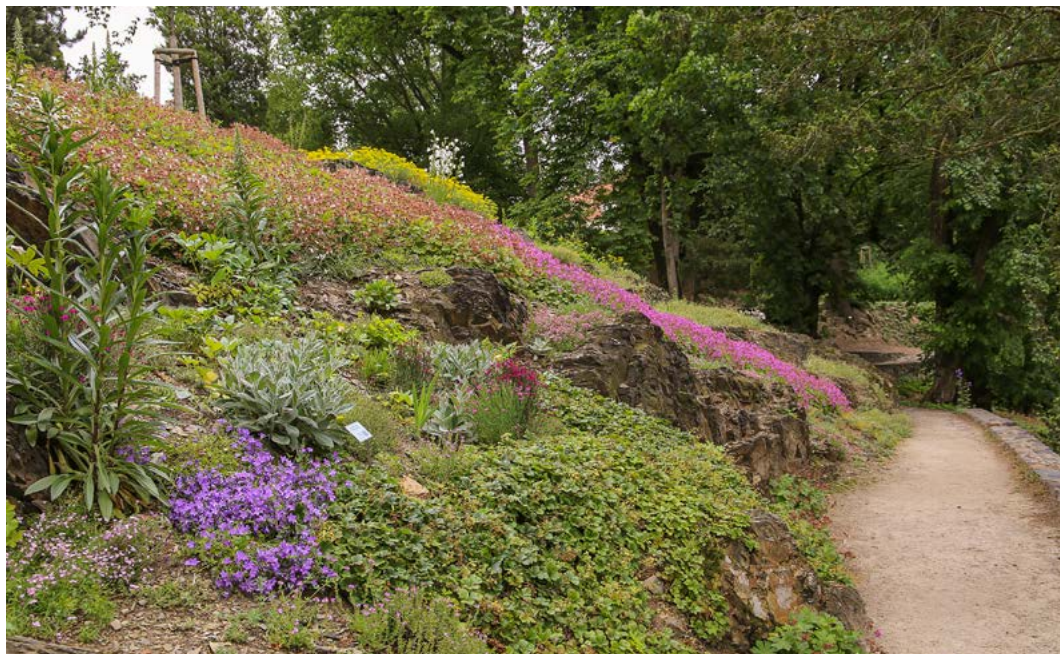
Rostlinné invaze jsou i v naší přírodě poměrně rozšířené. Dobře známí nezvaní hosté jsou u nás třeba bolševník velkolepý nebo netýkavka žláznatá. Za zavlékání invazních rostlin do nepůvodních území může z definice vždy člověk, jehož činnost těmto druhům umožňuje (vědomě či nevědomě) překonat různé přírodní bariéry. Invazními se zavlečené druhy stávají ve chvíli, kdy jsou samy schopny se v novém areálu úspěšně rozmnožovat a šířit, často na úkor původních domácích druhů. Bylo by asi naivní očekávat, že arbuskulární mykorhiza nemá na invaze rostlin vliv, zvláště pak s ohledem na výše zmíněnou společnou hlubokou minulost a důležitost soužití rostlin a hub.

Arbuskulární mykorhiza může ovlivňovat rostlinné invaze v řadě různých kontextů. Vyžaduje totiž od rostlin i od hub vzájemné adaptace, aby spojení na kořenech vůbec vzniklo. Poměrně často se nějaký organismus dostane do nového prostředí a místní druhy na něj nejsou z evolučního pohledu připravené. Příroda totiž často připomíná závody ve zbrojení, kdy si druhy na sebe navzájem přizpůsobují po dlouhou dobu obranné mechanismy. V přírodě není v zájmu nikoho jen tak žít ty ostatní. Biologické invaze do tohoto přináší zásadní nerovnost, protože dochází k setkávání cizích druhů. Zavlečeným druhům se pak může podařit z výhody, že se jim nedokáží místní druhy bránit, bohatě těžit a díky tomu se stát invazními. Ve Spojených státech amerických bylo zaznamenáno, že invazní evropské druhy česnáček lékařský (Koch a kol. 2011) a chrpa latnatá (Mummey a Rillig 2006) vypouští do půdy látky omezující půdní houby. Tím pravděpodobně získávají výhodu oproti místním druhům rostlin, kterým pak nemohou houby prospívat v obvyklé míře.

Život rostliny v půdě je plný složitých a navzájem propletených vztahů. To se kromě mykorhizní symbiózy týká hlavně přítomnosti neustálé hrozby ze strany půdních patogenů. U nepůvodních rostlin často pozorujeme, že v novém prostředí nečelí tak silnému tlaku ze strany patogenů. Asi je to hlavně tím, že místní patogeny si ještě nestihly vytvořit adaptace umožňující na těchto druzích úspěšně parazitovat. Arbuskulárně mykorhizní houby jsou pak podle současných znalostí ochotné k symbióze téměř vždy a ve vztahu k hostitelům nejsou příliš vybíravé – bez problému se spojují i se zavlečenými druhy rostlin. Výsledkem pak může být zvýhodnění nepůvodních rostlin oproti místním druhům (Reinhart a Callaway 2006).

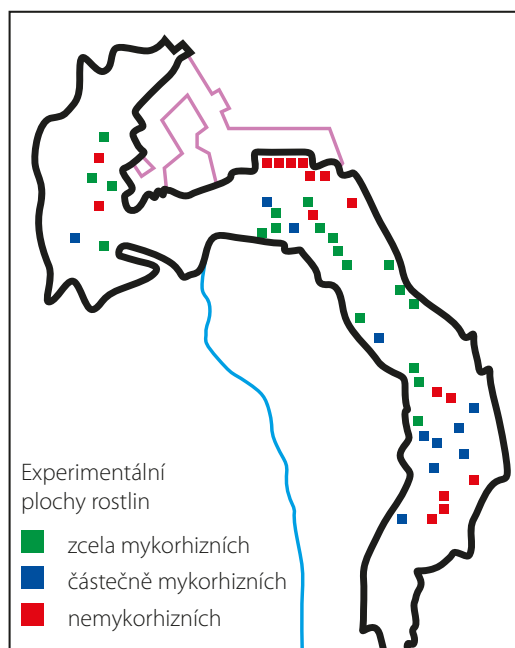
Náš experiment

V rámci obnovy alpina v Průhonickém parku jsme se zaměřili na to, jak nepůvodní druhy nově vysazovaných arbuskulárně mykorhizních rostlin s různou mírou soužití s půdními houbami (obligátně mykorhizní, fakultativně mykorhizní a nemykorhizní, viz výše) ovlivňují



Nové výsadby realizované při obnově alpina v Průhonickém zámeckém parku

půdní společenstva hub v prostředí, do kterého budou vysazeny. Změny ve fungování společenstev půdních hub by totiž dle současných znalostí mohly částečně vysvětlit i úspěšné uchycení nepůvodních rostlin v novém areálu a zvyšovat riziko jejich budoucí invaze. U rostlin jsme nejprve zjišťovali druhové složení půdních houbových společenstev v substrátu z květináčů, ve kterých byly rostliny do Průhonického parku dovezeny. Dále jsme určili složení půdních houbových společenstev na místech určených k výsadbě těchto rostlin ve třech časových intervalech (po 6, 14 a 20 týdnech) po jejich vysazení v rámci obnoveného alpina v Průhonickém parku. Zjistili jsme, že fakultativně mykorrhizní rostliny ovlivňovaly půdní houbová společenstva nejvýrazněji ze zkoumaných skupin. Zdá se pravděpodobné, že tato kategorie rostlin si z různých důvodů vyvinula mechanismy pro ovlivnění společenstev půdních hub v okolí svých kořenů. Tyto mechanismy se pravděpodobně v přírodě uplatňují zejména tam, kde je těchto hub obecně méně. Přítomnost rostlin obligátně mykorrhizních pak obecně zvyšovala množství druhů arbuskulárních mykorrhizních hub v půdě. Zajímavé je také to, že se nám nepodařilo v parku zjistit žádné houby z původní půdy v květináčích, a to ani po 20 týdnech od výsadby. Arbuskulární mykorrhizní houby tedy pravděpodobně nemají významný potenciál zdomácnět a případně se stávat invazními.



Mapka rozmístění experimentálních ploch v Zámeckém parku Průhonice

Literatura:

- Brundrett M.C. & Tedersoo L. (2018) Evolutionary history of mycorrhizal symbioses and global host plant diversity. – *New Phytologist* 220: 1108–1115.
- Koch A.M., Antunes P.M., Barto E.K., Cipollini D., Mummey D.L. & Klironomos J.N. (2011) The effects of arbuscular mycorrhizal (AM) fungal and garlic mustard introductions on native AM fungal diversity. – *Biological Invasions* 13: 1627–1639.
- Mummey D.L. & Rillig M.C. (2006) The invasive plant species *Centaurea maculosa* alters arbuscular mycorrhizal fungal communities in the field. – *Plant and Soil* 288: 81–90.
- Reinhart K.O. & Callaway R.M. (2006) Soil biota and invasive plants. – *New Phytologist* 170: 445–457.



7.

7. Pěstování nepůvodních dřevin v zámeckých parcích: jaké je riziko zavlékání symbiotických hub?

Lukáš Vlček, Petr Kohout, Leho Tedersoo, Tomáš Antl, Tomáš Větrovský,
Kessy Abarenkov, Jan Pergl, Jana Albrechtová, Miroslav Vosátka,
Petr Baldrian & Petr Pyšek

.....

Mikroorganismy v invazní biologii

Biologické invaze jsou důležitým rysem člověkem způsobených přírodních změn. Má se za to, že patří k největším současným ekologickým hrozbám, ohrožujícím původní biodiverzitu prakticky na všech kontinentech. Většina poznatků o biologických invazích a jejich dynamice vychází z pozorování rostlin a zvířat – obecně organismů pozorovatelných pouhým okem. V posledních letech je stále více pozornosti věnováno invazím mikroorganismů (hub, jiných eukaryot a bakterií), přičemž je stále více patrný jejich negativní vliv na ostatní organismy i fungování celých ekosystémů. Při studiu ekologie invazí rostlin je nutné mít na vědomí fakt, že většina rostlin je neustále v nějakém (ať už pozitivním nebo negativním) vztahu s mikroorganismy. A platí to, ať už se jedná o nebezpečné parazity nebo prospěšné mutualisty.

Popis vlivu mikroorganismů na úspěšné či neúspěšné zavlékání zvířat a rostlin má v moderní ekologii dlouhou tradici. V současné době pak dostávají stále větší prostor popisy zavlékání a invazí mikroorganismů samotných. Lidé v dnešním globalizovaném světě přemísťují po celé planetě množství biologického materiálu, půdy i celých organismů. To může dobře posloužit (a také slouží) řadě mikroorganismů jako dopravní prostředek do nových míst, kde předtím nebyly známe (Desprez-Loustau a kol. 2007). Zavlečení mikroorganismů je přitom v principu mnohem snazší, než je tomu u větších zvířat a rostlin. A hlavně se může odehrávat v mnohem vyšší míře, aniž bychom ho mohli jednoduše zjistit.

Příklady známých invazí hub

Nejvýrazněji se do lidského povědomí bezesporu historicky zapsaly invaze patogenních mikroorganismů, parazitujících na ostatních organismech. Ty působí škody nejen na přirozené fauně a flóře (jejich cykly přemnožení a úpadku jsou normální součástí přírodního vývoje), ale i na člověkem pěstovaných druzích rostlin v rámci zemědělství a lesnictví. Často jsou především zavlečené patogenní mikroorganismy schopny napáchat velké ekologické

a hospodářské škody. Pak se o jejich dopadech často dozví i veřejnost a mohou se ocitnout třeba i na titulních stránkách novin.

Zavlečení chytridní houby *Batrachochytrium dendrobatidis* z Afriky do tropických oblastí celého světa je příkladem široce medializované invaze (Lips a kol. 2006). Tato houba způsobuje drastický úhyn populací i vymírání řady druhů obojživelníků. Těm fatálně narušuje iontovou rovnováhu v těle a poškozují kůži. Tato houba byla zavlečena do mnoha oblastí světa díky obchodu s drápatkou vodní – bezjazyčnou žábou původní v subsaharské Africe. Ta je hojně a dlouhodobě využívána jako modelový organismus pro celou řadu přírodovědných studií.

Celá řada patogenních hub a oomycetů je dobře známa jako invazní patogeny stromů, způsobující někdy smrtící epidemie a vymírání celých lesů. Příkladem je *Ophiostoma novo-ulmi* (způsobující grafiózu jilmů), která od 60. let zdevastovala evropské a severoamerické populace jilmů. *Cryphonectria parasitica*, způsobující korovou nekrózu kaštanovníků, napáchala alarmující škody hlavně na dřívě mnohem rozšířenějším severoamerickým kaštanovníku zubatém a kaštanovníku nízkém. Dopady kulturní, ekonomické i ekologické měly ale i patogeny postihující i jiné růstové formy rostlin než stromy. Do historie se nesmazatelně zapsal oomycet *Phytophthora infestans* způsobující plíseň bramborovou. Její zavlečení ze Severní Ameriky totiž způsobilo v polovině 19. století v tehdejší chudém Irsku rozsáhlý hladomor s milionem obětí.

V posledních dekadách se podobné zavlékání prokázalo i u mykorhizních hub, které tvoří s rostlinami vzájemně prospěšné a široce rozšířené soužití na jejich kořenech. Nejznámějšími příklady jsou houby z rodu klouzek, muchomůrka nebo vatička, zavlečené spolu s americkými a eurasijskými borovicemi na plantáže na Jižní polokouli. Vzhledem k masivnímu pěstování cizokrajných dřevin na plantážích po celém světě je zavlékání mykorhizních hub v některých oblastech pravděpodobně mnohem častějším a významnějším jevem, než se zatím uvádí (Vellinga a kol. 2009). Známým příkladem úspěšné invaze mykorhizní houby je muchomůrka zelená ve Spojených státech amerických (Wolfe a kol. 2010). Tato houba zde už způsobila množství smrtelných otrav u lidí, kteří na její přítomnost ve zdejších lesích nejsou zvyklí. Muchomůrce zelené se tam navíc pravděpodobně daří více profitovat ze spojení s kořeny místních stromů. Ty na ní nejsou adaptované, posílají jí více produktů své fotosyntézy a v důsledku toho zde tato houba tvoří více plodnic než v oblasti svého původního výskytu.

Problém původu

Zavlečené a invazní mikroorganismy nemůžeme pozorovat v přírodě pouhým okem. To představuje hlavní nástrahu při určování jejich přirozeného geografického rozšíření. Díky stovkám let mapování výskytu rostlin a živočichů disponují současní vědci velice přesnými informacemi o výskytu různých skupin organismů na celé planetě. Vděčíme za to nejen známým zaoceánským cestám Charlese Darwina a Alexandera von Humboldta, ale i bezpočtu dalších biogeografů a biologů. Obecně pak díky těmto nashromážděným vědomostem není velký problém poznat, kdy se hlavně větší a dobře pozorovatelná zvířata a rostliny rozšířily mimo svůj běžný areál. Platí to hlavně v oblastech, kde přírodu dlouhodobě sledujeme a jejich zavlečení dokážeme zaznamenat.

U menších a okem nepozorovatelných organismů je situace složitější. Houby jsou z biologického pohledu mikroskopické organismy a v přírodě můžeme běžně pozorovat pouze jejich plodnice. Ty však většina známých druhů hub netvoří. I u druhů s pozorovatelnými

plodnicemi to není příliš spolehlivý znak jejich přítomnosti či nepřítomnosti na dané lokalitě. Tuto překážku částečně pomohlo vyřešit až využití moderních molekulárních metod, tedy izolace a analýza houbové DNA, získané z organismů napadených nebo obydlených houbami nebo nejnověji i přímo z půdy. S pomocí metod tzv. „masivního paralelního sekvenování“ už dnes není problém zjistit přítomné druhy hub v půdním vzorku a zmapovat tak s velkou mírou přesnosti výskyt druhů hub v přírodě. Díky tomu mohly v posledních letech vzniknout databáze s velkým množstvím dat o výskytu hub v různých ekosystémech na celé naší planetě. Ty nám umožňují určení původního geografického rozšíření mnoha druhů i celých skupin hub (Dickie a kol. 2017) a následně i identifikaci invazních druhů.

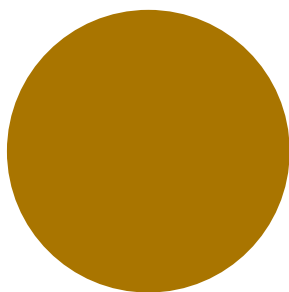
Nepůvodní houby v zámeckých parcích

V našem výzkumu jsme se zaměřili na možné zavlečení houbových mikroorganismů do zámeckých parků na území České republiky. V nich se po několik posledních století pěstuje řada druhů exotických dřevin z nejrůznějších koutů světa. To nám poskytuje vhodný přírodní experiment ke studiu toho, co se vlastně v přírodě děje, když si k nám přivážíme exotické organismy – v tomto případě stromy. Naše hypotéza v této studii byla, že exotické stromy mohou představovat možný vstupní bod pro cizí druhy hub do naší přírody.

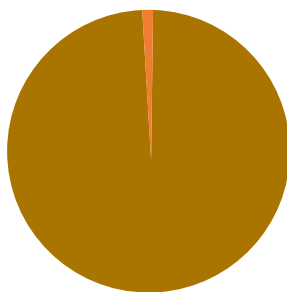


Zámecké parky, v nichž byly odebrány půdní vzorky k identifikaci houbových mikroorganismů

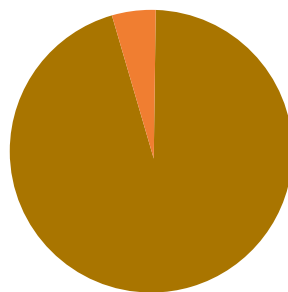
Nejběžnějšími exotickými stromy v pěti vybraných zámeckých parcích byly douglaska tisolistá, smrk pichlavý, borovice vejmutovka, jedle ojíňená (všechny ze Sev. Ameriky), smrk východní, jedle korejská, javor dlanitolistý a korkovník amurský (všechny z Asie). V půdě pod těmito stromy jsme s použitím moderních molekulárních metod identifikovali dohromady 470 druhů hub, z nichž 234 bylo mykorrhizních, 141 patogenních a 95 endofytických (rostoucích v pletivech rostlin bez zjevného vlivu na hostitelskou rostlinu). Celkově jen 1,7 % všech zjištěných druhů hub bylo určeno jako druhy zavlečené, přičemž z nejvíce početné skupiny

Mykorhizní houby

■ Původní ■ Zavlečené

Endofytní houby

■ Původní ■ Zavlečené

Patogenní organismy

■ Původní ■ Zavlečené

Graf ukazující poměry nepůvodních druhů vůči celkovému počtu nalezených druhů u mykorhizních hub, endofytů a patogenních organismů

mykorhizních hub nebyl nepůvodní ani jeden druh. Z výsledků vyplývá, že spoluzavlékání symbiotických hub s nepůvodními stromy není u nás (tedy ve střední Evropě) asi obecně příliš běžné a že spoluzavlékání rostlinných patogenů je zde patrně běžnější než zavlékání mykorhizních nebo endofytických hub. Právě možnému zavlečení patogenů by tak měla být při vysazování exotických stromů věnována zvýšená pozornost.



Borovice postižená patogenem rzí vejmutovkovou (*Cronartium ribicola*). Foto H. J. Larsen.

Literatura:

- Desprez-Loustau M.-L., Robin C., Buée M., Courtecuisse R., Garbaye J., Suffert F., Sache I. & Rizzo D. M. (2007) The fungal dimension of biological invasions. – *Trends in Ecology & Evolution* 22: 472–480.
- Dickie I. A., Bufford J. L., Cobb R. C., Desprez-Loustau M.-L., Grelet G., Hulme P. E., Klironomos J., Makiola A., Nuñez M. A., Pringle A., Thrall P. H., Tourtellot S. G., Waller L. & Williams N. M. (2017) The emerging science of linked plant–fungal invasions. – *New Phytologist* 215: 1314–1332.
- Lips K.R., Brem F., Brenes R., Reeve J.D., Alford R.A., Voyles J., Carey C., Livo L., Pessier A.P. & Collins J.P. (2006) Emerging infectious disease and the loss of biodiversity in a Neotropical amphibian community. – *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 103: 3165–3170.
- Vellinga E. C., Wolfe B. E. & Pringle A. (2009) Global patterns of ectomycorrhizal introductions. – *New Phytologist* 181: 960–973.
- Wolfe B. E., Richard F., Cross H.B. & Pringle A. (2010) Distribution and abundance of the introduced ectomycorrhizal fungus *Amanita phalloides* in North America. – *New Phytologist* 185: 803–816.

A black and white photograph of a textured surface, possibly a book cover or a piece of fabric. The texture is dark and grainy, with some lighter areas. In the upper left corner, there is a rectangular shape that looks like a corner of a book or a piece of paper. A large, white, sans-serif number '8.' is overlaid on the left side of the image, positioned in the lower half. The background is a mix of dark and light tones, creating a high-contrast, abstract look.

8.

8. Co to roste na fasádách? Jak přispívají mikroorganismy k chátrání památek a je možné zjistit jejich přítomnost nedestrukční metodou?

Eliška Maršálková, Blahoslav Maršálek, Štěpán Zezulka & Jan Klečka

Pojem biokoroze

V odborné literatuře se můžeme setkat také s termíny biodeteriorace, biodegradace, biologické nebo biotické poškození a dalšími. Všechny však pojmenovávají stejný jev, totiž nežádoucí změny vlastností materiálů (například kamene, dřeva, plastů nebo stavebních hmot) v důsledku působení živých organismů. Výsledkem jejich činnosti je spektrum změn od změny barevnosti zasaženého povrchu, přes různé stupně narušení až po úplnou destrukci původně homogenního a soudržného materiálu.

Klíčovým faktorem nejen biotické koroze je voda. Její chemické (rozpuštění a vyluhování složek materiálu) a fyzikální (vymílání průtokem, mechanické narušení v důsledku opakovaného smáčení, vysychání nebo zamrzání) působení na materiál je často samo o sobě dostačující pro vznik koroze a v důsledku může vést až k destrukci materiálu. Přítomnost



Biokoroze na podstavci pod sochou – vlevo nárost mikroorganismů, vpravo změna barvy.



Nárasty mikroorganismů a poškození kamenného zábradlí v důsledku biokoroze.



Nárasty řas na dřevěném zábradlí v lužaňeckém parku.



Zídka v parku poškozená biokorozí.

alespoň malého množství volné vody na povrchu nebo v podpovrchových vrstvách materiálu však také vytváří příznivé podmínky i pro život mikro- a makroskopických organismů.

Skupinu tzv. biodeteriogenů, organismů podílejících se na biokorozi, tvoří především mikroorganismy – bakterie, sinice, řasy, lišejníky a houby (Warscheid a Braams 2000). Tyto jednoduché, mnohdy dokonce jednobuněčné organismy jsou evolučně velmi staré a po celou dobu jejich existence jim právě jednoduchost stavby jejich těla a vysoká přizpůsobivost a odolnost umožňuje úspěšně přežívat v nejrůznějších podmínkách v téměř nezměněné podobě.

Jedno z možných členění organismů způsobujících biokorozi:

Mikroorganismy – bakterie, mikroskopické houby, plísně, sinice.

Z bakterií můžeme jmenovat například sírné bakterie, jejichž činností se hromadí sírany, vniká kyselina sírová, což velmi snižuje pH materiálů. Ze zástupců těchto bakterií můžeme jmenovat například *Thiobacillus thioparus*. Desulfurikační bakterie jsou většinou zodpovědné za přísun sírníků pro další oxidaci sírnými bakteriemi. *Nitrosomonas* je zástupcem nitrifikačních bakterií, jejichž činností vzniká kyselina dusitá a dusičná. Některé bakterie rostou již od 5% vlhkosti zdiva, jsou to tzv. chemoorganotrofní bakterie, které ovlivňují zvětrávací procesy. Společenstva mikroskopických hub způsobují mnoho barevných změn materiálů. Tato společenstva potřebují k životu substrát s vyšší vlhkostí a organický uhlík. Estetické škody způsobují také řasy a sinice, které rostou na povrchu, ale i v prasklinách. Navíc jsou ještě agresivní vůči materiálům svými metabolity (Wasserbauer 2000).

Houby (např. dřevokazné) a lišejníky

K obávaným druhům, které napadají dřevo v obydlích nebo sklepích, patří z mnoha desítek pouze několik. Z dřevokazných hub jsou nejnebezpečnější houby, které působí hnilobu (červenou nebo hnědou – dřevomorka domácí).

Lišejníky snášejí extrémní klimatické podmínky, produkují organické kyseliny, které mají chelatizační účinky takže jsou schopny snadno transformovat řadu minerálů do vodou rozpustných komplexů (Wasserbauer 2000). Najdeme je na nejrůznějších podkladech (kůra stromů, mramor, vápenec apod.).

Nižší rostliny (mechy)

Přichytná vlákna mechů mohou být zakotveny v podkladu až do hloubky 5 mm, umožňují tak transport vody do materiálu. Mechy jsou však schopny i přímé chemické koroze materiálu.

Vyšší rostliny (byliny, keře, stromy)

Působí na materiály především svými kořeny, pronikají do stavebních kamenů. Nemalou roli hrají tlaky kořenového systému. Kořeny pronikají většinou do stavby pojivem – tedy omítkou či maltou. Při průniku kořenů probíhají chemické děje, kořenové výměšky pak změkčují horniny, mají i chelatační aktivitu.

Členovci – hmyz (dřevokazný hmyz, rybenky, švábi.)

Mezi závažné škůdce dřeva patří tesařík krovový, který napadá nejen střešní konstrukce, ale i sloupky a ploty. Známí jsou také červotoči, kterým vyhovuje vyšší vlhkost. Potrubí a elektrické kabely jsou schopni poškodit například švábi a rusí (Wasserbauer 2000).

Obratlovci (drobní hlodavci, ptáci, popř. i člověk)

Hlodavci působí těžko vyčíslitelné škody nejen tím, že materiály rozhlodávají, ale i kontaminují močí a trusem. Kuna je například schopna rozrušit i lehkou stěnu. Budovám, nejen historickým, škodí holubi vrstvením trusu, jehož kyselá reakce ničí jak fasády, tak konstrukce krovů.

Řada těchto organismů je alespoň částí svého životního cyklu vázána na výskyt na pevném podkladu, na jehož povrchu nebo v podpovrchových vrstvách vytváří své populace a společenstva. Kolonizace povrchů, případně podpovrchových vrstev pevných materiálů je proto nedílnou součástí jejich životní strategie a mnohé z těchto organismů jsou právem označovány za pionýrské, protože jsou prvními, které daný materiál osídlí a rozkládají.

Přirozený pevný podklad představují půda, kámen a také povrch jiných vyšších organismů, například borka a dřevo stromů. Důležitou podmínkou úspěšné kolonizace takového materiálu je alespoň občasná dostupnost kapalné vody a v případě fotosyntetizujících řas a sinic také dostupnost světla. Příjemným bonusem pak pro ně je dostupnost základního minima nejnужnějších minerálních (zejména dusíku) a organických živin, které mohou pocházet z atmosférického znečištění. Rychlost osídlování ovlivňují také další faktory, jako je teplota prostředí nebo fyzikálně-chemické vlastnosti materiálu.

Člověk svou stavební i uměleckou činností (sochy, pomníky, budovy a další stavby, např. mosty) nevědomky výrazně rozšířil počet míst, kde jsou z ekologického hlediska výhodné podmínky pro výskyt těchto organismů. Jejich přirozené chování se však v projevech biokoroze stává problémem.

Kolonizace nového území

Vznik biokorozního poškození je vzhledem k velikosti mikroorganismů a limitaci faktory prostředí spíše dlouhodobou záležitostí, která však začíná nenápadně náhodným úspěšným osídlením několika buněk biodeteriogenů v pro ně příznivém místě. Podle druhu organismu, který se na daném místě usadil jako první, pak dříve nebo později následuje rozvoj jeho populace a také smíšeného společenstva s dalšími mikroorganismy. Prvotními kolonizátory zejména v exteriérech často bývají sinice a řasy, které díky fotoautotrofnímu způsobu výživy pomocí fotosyntézy jsou obvykle nejméně náročné. Při dostatku vlhkosti a světla a dalších příznivých podmínkách, např. výskytu pórů v povrchu materiálu, mohou záhy vytvořit velké kolonie. Řada druhů suchozemských řas a sinic produkuje na svoji ochranu slizový obal, tvořený převážně polysacharidy. Ten, spolu s jejich mrtvými buňkami, může poskytovat vhodné prostředí pro rozvoj heterotrofních druhů biodeteriogenů, jakými jsou bakterie a houby. V interiérech při malé dostupnosti slunečního záření se naopak při dostatku vlhkosti a dostupnosti organických živin rozvíjejí především plísňové a bakteriální infekce. V závislosti na druhu biodeteriogenů

a vlastnostech infikovaného materiálu se pak liší nejen rychlost šíření organismů po jeho povrchu, ale také rychlost, mechanismus a hloubka průniku do podpovrchových vrstev materiálu.

Mechanismy biokoroze a její důsledky

Mechanismy vzniku biokorozního poškození lze z pohledu biodeteriogenních organismů rozdělit do dvou skupin.

Při **asimilačním** způsobu poškození slouží napadený materiál jako jejich potrava a je cíleně rozkládán na stravitelné látky. Typickým příkladem jsou saprotrofní aktivity hub, např. tzv. „dřevomorka“ *Serpula lacrymans* rozkládající dřevo, nebo narušení železných konstrukcí sirnými a železitými bakteriemi.

Při **disimilačním** poškození dochází k narušení materiálu jednak mechanicky prostou přítomností organismů, ale také chemicky – látkami, které tyto organismy obsahují nebo vylučují. Jedná se o enzymy nebo konkrétní chemické látky, organické kyseliny, metabolity, např. enzymy, pigmenty, organické látky sloužící jako potrava dalším organismům, např. plísním. Samotný materiál nebo jeho složky jim však jako výhradní zdroj živin neslouží. Změny v objemu biomasy v důsledku jejího růstu (např. prorůstání hyf hub a lišejníků)



Poškozené zdivo hradu Bítov a nárosty plísní na věži.



Biokoroze zdiva u vstupní brány hradu Bítov – řasy a plísňe.

nebo kolísání obsahu vody mohou mechanicky vytvářet póry a trhliny v materiálu. Pigmenty mohou způsobit obvykle víceméně neškodnou změnu barevnosti materiálu, ale extracelulární enzymy, metabolity a z nich zejména organické kyseliny mohou s materiálem podkladu chemicky reagovat a narušením např. silikáto-vápenatých polymerů přispět k úplnému rozpadu stavebních hmot (omítky, betony) a měkčích hornin (pískovce, mramory).

Mezi důsledky působení mikroorganismů patří ovlivnění koroze pískovců, vápenců, mramoru, cementového kamene, opuky, cihel, dále pak deskové koroze omítek, tvorby krusty a práškové zóny na stavebním kameni, rozpadu malty ve spárách zdiva a zvyšování vlhkosti zdiva. Mikroorganismy způsobují ztrátu pevnosti konstrukcí, ztrátu elasticity krytin a fólií, ztrátu průhlednosti historických skel, plesnivění a estetické závady (např. změnu barvy). Při biokorozi se biodeteriogeny vzájemně ovlivňují. Jedná se o velmi složitou problematiku.



Biokoroze zdiva Průhonického zámku v roce 2017.



Nárosty řas a sinic nad vstupem do Průhonického parku.



Nárosty řas a plísní na venkovních stěnách Průhonického zámku v roce 2017.



Nárosty řas a sinice se mohou objevit například i na dopravních značkách.

Dovedou mikroorganismy znehodnotit materiály?

Ano, velmi efektivně až dokonale – například v případě železobetonových konstrukcí rozloží mikroorganismy nejen vlastní silikáto-vápnitý polymer, tedy to, co dělá beton tvrdý, ale sírné a železitě bakterie dovedou účinně rozložit a rozpustit i armaturní železné výztuže, takže např. most nemá plánovanou pevnost a prostě spadne. . .

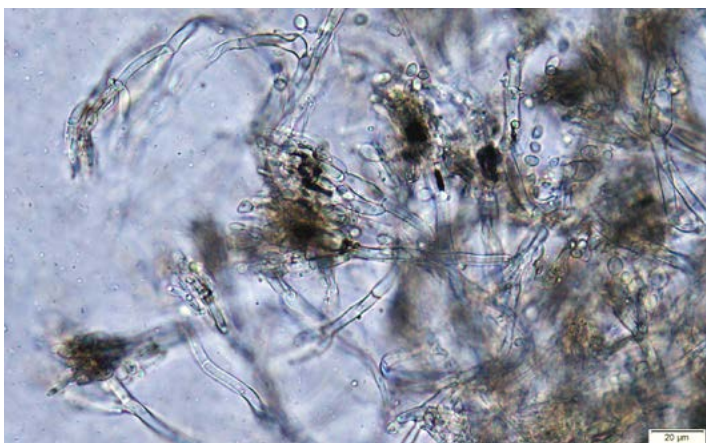
Mikroorganismy dovedou znehodnotit nejen beton a stavební materiály, ale rozloží například plasty (což je fatální v případě kabelů vedených v zemi, nebo používaných v přehradních čidlech, kde zkratují a hlásí falešné poplachy) a dřevo (nejen známá dřevomorka – tedy houba, ale také například sinice jsou schopny rozložit tak, že praská jak polystyrenové desky). Omítky poškodí mikroorganismy nejen esteticky (černé, oranžové, či zelené nárosty), ale způsobí i rozklad a opadání velkých ploch a s tím spojenou ztrátu hydroizolačních a termoizolačních vlastností fasád apod.



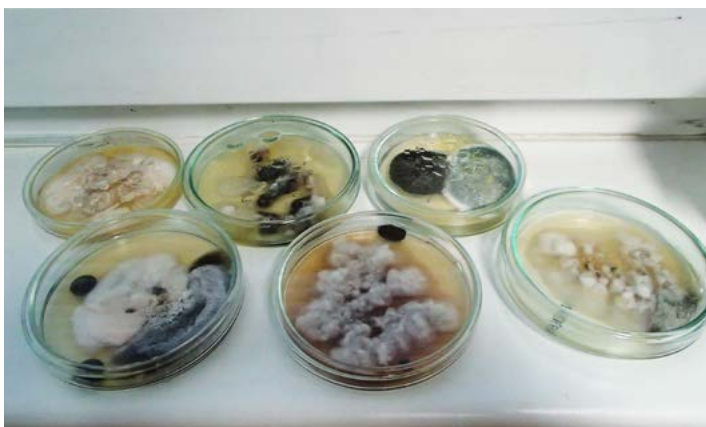
Podstavec sochy v areálu hospitálu Kuks je jen mírně porostlý mikroorganismy.

Detekce biokoroze

Podobně jako v jiných oblastech lidské činnosti i v případě biokoroze je základem obrany proti ní prevence v podobě pravidelných kontrol a opatření zahrnujících např. zamezení přístupu vlhkosti, nebo vhodné ošetření materiálu, které zabrání jeho kolonizaci živými organismy. Pokud však preventivní opatření nebyla dostatečně účinná, je nutné nebezpečí počínající biokoroze včas rozpoznat a provést účinný zásah pro její odstranění, nebo alespoň zamezení jejímu šíření.



Mikroskopická fotografie plísní ze stěn vodojemu, rod *Aspergillus*.



Metoda stěru – nárosty plísní na živné půdě (*agaru*) z otisků stěru plísní z vodojemu, 2 týdny po kultivaci.

může být mechanický odběr materiálu pro analýzu nežádoucí nebo zcela vyloučen s ohledem na možné nebezpečí poškození a snížení umělecké nebo historické hodnoty artefaktu.

Druhou možností jsou **moderní nedestruktivní bezkontaktní metody**, které se obejdou bez mechanického narušení povrchu zkoumaného materiálu a jsou použitelné *in-situ*, přímo na místě, na zkoumaném povrchu. Společným principem řady těchto technologií je využití optických vlastností biodeteriogenů – absorbance, reflektance, nebo luminiscence a fluorescence – pro jejich detekci a rozlišení. Technologický pokrok v posledních desetiletích

Klíčovou roli má v takovém případě správná a rychlá detekce přítomnosti biodeteriogenů a způsoby, jak ji provést, popisují ve své práci např. Sanmartin a kol. (2018). Běžně používanou metodou je **mechanický odběr materiálu** (seškrab) s následnou laboratorní analýzou jeho složení pomocí mikroskopie (Gaylarde a kol. 2017, 2018) nebo molekulárně-chemickým rozбором zaměřeným na detekci specifických biomolekul – nukleových kyselin (např. úseků DNA a RNA nesoucích specifické geny; Mejia a kol. 2019; Zanardini a kol. 2019), enzymů nebo sekundárních metabolitů (Boniek a kol. 2017; Sohrabi a kol. 2017). Závěry takové analýzy jsou velmi přesné, avšak celý proces odběru, zpracování a vyhodnocení vzorku může být časově i materiálně náročný. Navíc u chráněných památek nebo vzácných uměleckých děl

umožnil rychlý rozvoj přístrojové techniky schopné zpracovávat optické informace z prostředí. Použití spektrofotometrických, fluorescenčních nebo hyperspektrálních detektorů a kamer je dnes již běžnou součástí nejen vědeckého bádání, ale i řady praktických aplikací v průmyslu a každodenním životě. V případě luminiscenčních/fluorescenčních metod je možné využít luminiscenci/autofluorescenci vlastní danému mikroorganismu, nebo pozorovat fluorescenci umělých barviv a chemických sond, vyvolanou kontaktem takové látky s buňkami mikroorganismů nebo, podobně jako v případě molekulárně-chemické analýzy, se specifickými biomolekulami (González-Pérez a kol. 2017). Vlastnosti fluorescenčního signálu, jako intenzita nebo emisní spektrum a posuny v něm, mohou být využity nejen k detekci přítomnosti mikroorganismů, ale také k jejich rozlišení do taxonomických skupin (minimálně bakterie, sinice, řasy a houby), určení životaschopnosti nebo kvantifikaci. Fluorescenčně lze detekovat přítomnost organismů (autofluorescence řas a sinic díky fotosyntetickým pigmentům, chlorofylu a fykocyaninu), jejich metabolickou aktivitu (fotosyntéza, aktivita enzymů, atd.), nebo indukovanou fluorescenci metabolitů (ATP, polysacharidy, DNA apod.).

Výhodou takové nedestruktivní analýzy je vedle možnosti použití *in-situ* také téměř okamžitá dostupnost výsledků. Ty sice nejsou tak podrobné jako laboratorní rozbor, ale základní rozlišení skupin biodeteriogenních organismů a alespoň přibližná kvantifikace jsou obvykle postačující pro objektivní zjištění situace a volbu účinného opatření proti postupu biokoroze. Avšak vzhledem k tomu, že se jedná o stále poměrně nové technologie, výrobců není mnoho a pořízení univerzálně použitelných a dostatečně miniaturizovaných přenosných detektorů je zatím poměrně finančně náročné. Nákladný je také vývoj umělých barviv a chemických sond, u kterých je požadováno, aby byly co nejvíce specifické pro konkrétní organismus nebo molekuly a zároveň nevyžadovaly složitou přípravu nebo časově náročnou inkubaci v přesně daných podmínkách, které by nebylo možné na místě dodržet.

Nový přístroj pro nedestruktivní kvantifikaci mikroorganismů

V rámci projektu bylo vyvinuto zařízení pro fluorescenční a nedestruktivní rozlišení a kvantifikaci (mikro)organismů na památkách zahradního umění, které je předmětem patentu č. 308044. Přístroj je určen k včasnému varování, kontrolní a preventivní detekci a kvantifikaci organismů způsobujících biokoroze materiálů. Detekuje a kvantifikuje plísně, bakterie, řasy, sinice, mechy a lišejníky na povrchu materiálů. Detektor pracuje na principu fluorescenční excitace již malého množství organismů. Podstatná výhoda oproti dosud známým přístrojům spočívá v tom, že jde o nedestruktivní analýzu, není nutno odebírat vzorek a přístroj kvantifikuje jednotlivé skupiny organismů z jednoho místa, v rámci jednoho měření, čímž se podstatně zlepšil interpretační potenciál získaných dat. Další podstatnou výhodou navrženého technického řešení je velká plocha detekčního pole, čímž přístroj homogenizuje přirozenou heterogenní strukturu a variabilitu rozložení mikrobiálních nárostů na površích, tím významným způsobem snižuje potřebu opakovaných měření a zvyšuje informační hodnotu naměřených dat. Jde o mobilní přístroj s vlastním akumulátorem, použitelný pro měření přímo v terénu, který umožní okamžitou vizualizaci na vestavěném obrazovce.

Přístroj je použitelný kromě hodnocení mikrobiálního osídlení povrchů fasád, soch, kameňe a dřeva i pro preventivní prohlídky betonových konstrukcí mostů, hrází, chladících věží, staveb, plastových izolací rozvodných skříní a všude tam, kde potřebujeme včas zjistit, zda mohou mikroorganismy dezintegrovat, rozkládat a znehodnocovat materiál a tím zásadním způsobem omezit jeho životnost. Alternativně je přístroj využitelný například ve vodním

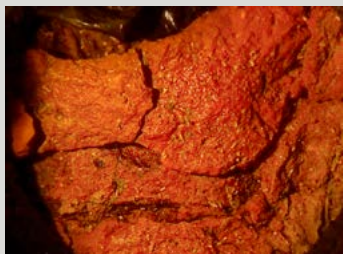


Zařízení pro detekci společenstev mikroorganismů, vyvinuté v rámci projektu NAKI II. Jedná se o nedestruktivní metodu a roztoky, které umožňují detekovat fluorescenci jednotlivých druhů, jsou bezbarvé a nezanechávají žádné stopy na sledovaném povrchu.

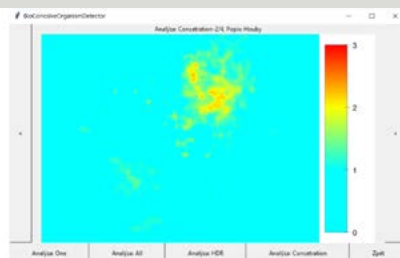


Příprava měření spočívá v několika krocích: navlhčení povrchu, vymezení plochy pro detekci organismů pomocí šablony a navlhčení kruhových výsečí roztoky umožňujícími fluorescenci jednotlivých druhů mikroorganismů.

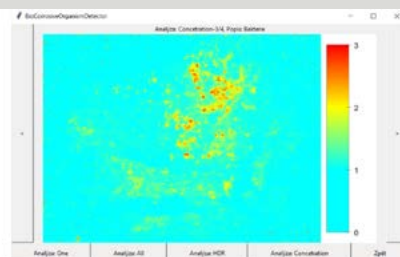
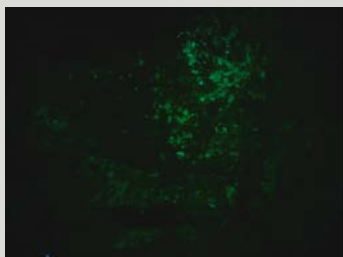
hospodářství, kde například ve vodárenství potřebujeme detekovat, zda při výrobě pitné vody nejsou přítomny plísně či sinice, nebo také ve výzkumu, kde např. pomocí mikrobiálních biofilmů rozkládáme toxické látky a je potřeba hodnotit nedestruktivně složení společenstev mikroorganismů.



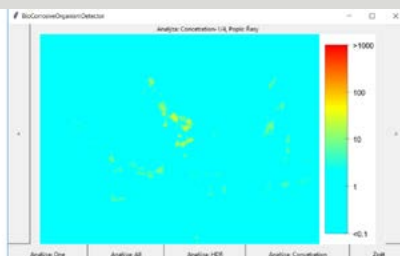
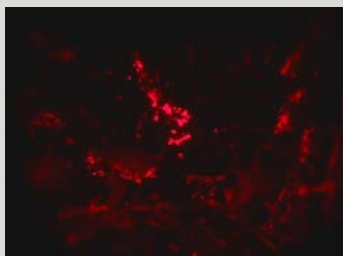
Poškození zdiva a ukázka fluorescence jednotlivých typů mikroorganismů tak, jak se zobrazuje na displeji přístroje



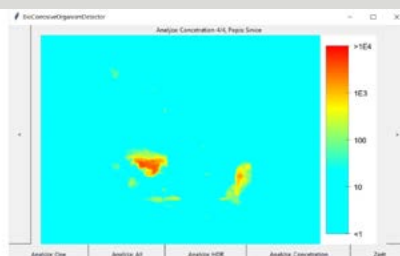
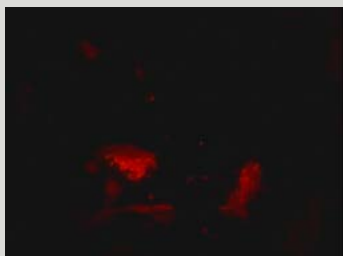
Houby, plísně



Bakterie



Zelené řasy



Sinice

Literatura:

- Boniek D., Mendes I. D., Paiva C. A. O., Lana U. G. D., dos Santos A. F. B. & Stoianoff M. A. D. (2017) Ecology and identification of environmental fungi and metabolic processes involved in the biodeterioration of Brazilian soapstone historical monuments. – *Letters in Applied Microbiology* 65: 431–438.
- Gaylarde C., Baptista-Neto J. A., Tabasco-Novelo C. & Ortega-Morales O. (2018) Weathering of granitic gneiss: a geochemical and microbiological study in the polluted sub-tropical city of Rio de Janeiro. – *Science of the Total Environment* 644: 1641–1647.
- Gaylarde C., Ogawa A., Beech I., Kowalski M. & Baptista-Neto J. A. (2017) Analysis of dark crusts on the church of Nossa Senhora do Carmo in Rio de Janeiro, Brazil, using chemical, microscope and metabarcoding microbial identification techniques. – *International Biodeterioration & Biodegradation* 117: 60–67.
- González-Pérez M., Brinco C., Vieira R., Rosado T., Mauran G., Pereira A., Candeias A. & Caldeira A. T. (2017) Dual phylogenetic staining protocol for simultaneous analysis of yeast and bacteria in artworks. – *Applied Physics A – Materials Science & Processing* 123: 142.
- Mejia E., Tobon J. I. & Osorio W. (2019) Urban structure degradation caused by growth of plants and microbial activity. – *Materiales de Construcción* 69: e177.
- Sanmartin P., DeAraujo A. & Vasanthakumar A. (2018) Melding the old with the new: trends in methods used to identify, monitor, and control microorganisms on cultural heritage materials. – *Microbial Ecology* 76: 64–80.
- Sohrabi M., Favero-Longo S. E., Perez-Ortega S., Ascaso C., Haghghat Z., Talebian M. H., Fadaei H. & de los Rios A. (2017) Lichen colonization and associated deterioration processes in Pasargadae, UNESCO world heritage site, Iran. – *International Biodeterioration & Biodegradation* 117: 171–182.
- Warscheid T. & Braams J. (2000) Biodeterioration of stone: a review. – *International Biodeterioration & Biodegradation* 46: 343–368.
- Wasserbauer R. (2000) Biologické znehodnocení staveb. – ABF - ARCH, Praha.
- Zanardini E., May E., Purdy K. J. & Murrell J. C. (2019) Nutrient cycling potential within microbial communities on culturally important stoneworks. – *Environmental Microbiology Reports* 11: 147–154.



9.

9. Proč kvetou sinice v Průhonickém parku?

Eliška Maršálková, Blahoslav Maršálek & Jan Klečka

Bedlivý pozorovatel si všimne, že v parku nekvetou jen krásné záhony, ale také voda. Zatímco v případě záhonů je to jev cílený, kvalitní voda je průzračná a rozhodně v ní nedochází k přemnožení sinic, které vidíme u hladiny. Při pohledu na parkové rybníky a vodní toky jsou v posledních letech patrné zhoršené vlastnosti vody – především barva a zápach. To je zejména v letních měsících způsobeno souvislou vrstvou sinic, které tvoří vodní květ na rybnících a v místech toků, kde voda stagnuje. Během vegetačního období zde dominuje rod *Microcystis* doplněný z jara rody *Dolichospermum* a *Aphanizomenon*, od srpna do konce sezony podporovaný rodem *Planktothrix* (Maršálková a kol. 2019). Jde o sinice, které produkují pachy, pachutě a toxiny a rozhodně nejsou vítaným jevem.



Botič nad Podzámeckým rybníkem v období rozvoje vodního květu sinic – červenec 2019.

Cílem našeho sledování bylo vytipovat zdroje znečištění, kterým je ovlivňována

kvalita vody přitékající do Průhonického parku. Pro rozvoj vodního květu sinic je zásadní **přísun živin, především fosforu a dusíku**. Fyzikálními faktory, které se podílí na iniciaci růstu a dalším vývoji sinic, je světlo a teplota. Z chemických parametrů je to především poměr, formy a dostupnost biogenních prvků. Sinice nabývají dominantního postavení nad řasami rovněž při vyšších hodnotách pH. To se ve vegetační sezóně v rybnících parku pohybuje v rozmezí hodnot 8-9,5. Na to, jaké sinice a v jakém množství se v daném roce a na dané lokalitě rozmnoží, mají vliv desítky faktorů. Nejméně prozkoumané jsou kompetiční vztahy a obranné látky mikroorganismů (Maršálek a kol. 1996). Příkladové srážky a hydraulické extrémy (suchá léta) způsobují podstatně vyšší hydraulický stres pro koryta toků. Plaveniny i splaveniny se usazují v podobě sedimentů v rybnících Průhonického parku (Bořín, Labeška a Podzámecký). V období sucha pak dochází ke zvyšování koncentrace živin ve vodě a to vše



Tok Botiče v Průhonickém parku nad Podzámeckým rybníkem. Zdrojem sinic jsou rybníky, kterými Botič protéká a nese vodní květ s sebou.



Koryto vodního toku Botič po přítoku do Průhonického parku v období sucha. Na fotografii je vidět úsek s rozkládající se organickou hmotou a černý anaerobní sediment, který je příčinou zápachu a nedostatku kyslíku v tomto úseku toku.



Podzámecký rybník s vodním květem sinic. Ty se na zimu ukládají do sedimentu a jejich inokulum je pak dobrým zdrojem pro rozvoj sinic v dalších letech. Některé z nich pak putují dále tokem, například až do vodní nádrže Hostivař.

tak přispívá v sezoně k masovému rozvoji sinic.

Měření kvality vody i sedimentů v posledních třech letech dokládá, že kvůli dlouhodobému přežívání sinic v sedimentu slouží rybníky v Průhonickém parku sinicím jako výkonné předkultivační zařízení (tab. 9.1). Sinice jsou totiž schopny růst heterotrofně a využívat organické substráty ke svému růstu i v absolutní tmě. Tato schopnost změny z autotrofní na heterotrofní výživu je jednou z příčin, která umožňuje sinicím přežít zimní období v dnovém sedimentu. Z tabulky je patrné, že na mnohých místech v rybnících jsou až miliony buněk na mililitr sedimentu, což představuje opravdu neskutečně bohatou zásobu. Sinice jsou také schopny potlačovat své konkurenty v letní sezoně tím, že tvorbou hustého vodního květu stíní, resp. redukuje přísun světla, které je nezbytné pro rozvoj ostatního fytoplanktonu. Dále pak produkují inhibiční látky s alelopatickými efekty jak na řasy, tak na makrofyta, čímž aktivně brání jejich růstu. K rozvoji vodního květu pak přispívá i přísun biodostupného fosforu, tedy fosforu v podobě fosforečnanů, které představují jednu z nejvýznamnějších živin. Ty pochází především z retenční nádrže, která se nachází v parku a sloužila jako „dočišťovací“ nádrž pod

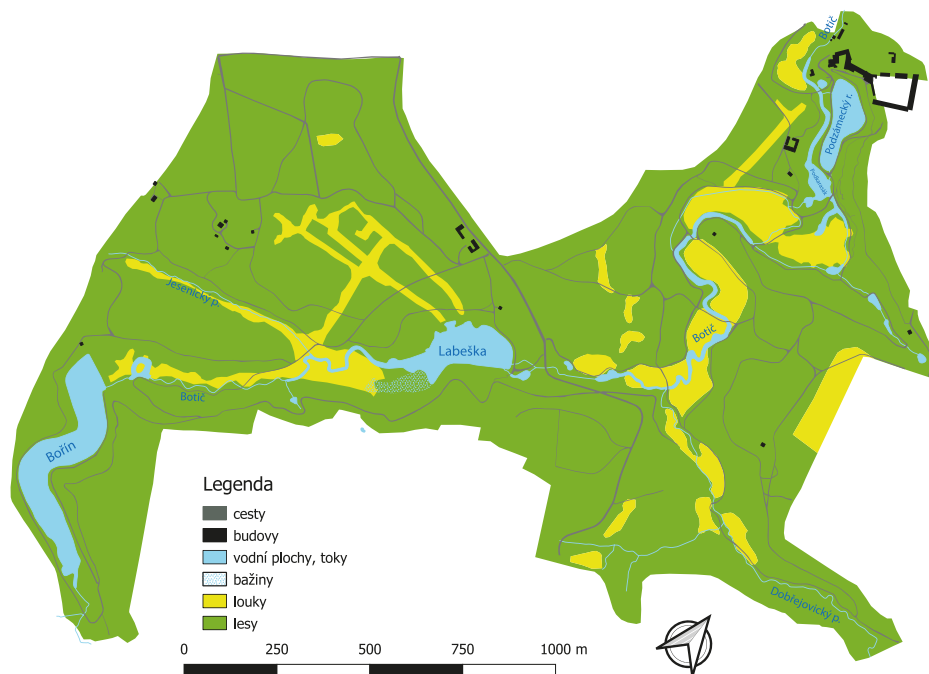
ČOV Osnice, která je těsně nad hranicí parku. Vzhledem k tomu, že nádrž byla v posledních letech zanesena sedimenty (černé anaerobní bahno), přestala plnit svojí funkci a stala se zdrojem živin, především fosforu ve stovkách mikrogramů na litr (tab. 9.2).

Tab. 9.1: Inokulum sinic v sedimentu rybníků v Průhonickém parku – počet buněk sinic v sedimentu odebraném v říjnu 2019.

rybník	vzorek	inokulum sinic v sedimentu b/ml
Podzámecký rybník	1	734 261
	2	726 221
	3	1 718 489
	4	133 929
Labeška	1	205 341
	2	197 018
Bořín	1	732 049
	2	2 310 262
	3	1 679 022
	4	3 383 818

Tab. 9.2: Průměrné hodnoty fyzikálně-chemických parametrů kvality vody přitékající do parku (odběry 2017 a 2019).

parametr jednotky	CHSK _{Cr} mg/l	P-PO ₄ ³⁻ mg/l	P _c mg/l	N-NH ₄ ⁺ mg/l	N-NO ₃ ⁻ mg/l
Botič – přítok do parku 2017	12,3	0,21	0,24	0,03	5,88
odtok z retenční nádrže pod ČOV Osnice v parku 2017	21,8	0,45	0,48	0,52	7,64
Botič – přítok do parku 2019	21,5	0,55	0,58	0,34	11,0
odtok z retenční nádrže pod ČOV Osnice v parku 2019	21,4	1,16	1,19	0,34	10,2



Mapa Průhonického parku ukazuje rybníky na území parku a jejich přítoky.

Vodní toky na území Průhonického parku:

Botič

Botič je hlavním tokem protékajícím Průhonickým parkem, jehož délka dosahuje 34,5 km, plocha jeho povodí je 135,79 km² a průměrný průtok činí 0,44 m³/s. Pramení severně od obce Křížkový Újezdec, protéká přes obec Čenětice, za kterou se do něj vlévá potok Oleška. Dále pokračuje přes Kocandu, kde přibírá drobný potok zvaný Osnický. Za závlahovou nádrž Osnice do Botiče ústí **odtok z osnické ČOV**. Pod čistírnou odpadních vod Botič definitivně opouští území Jesenice a pokračuje do Průhonického parku, kde se do něj vlévá **odvodňovací kanál ze Zdiměřic**. Poté protéká rybníkem Bořín, pod kterým se do něj z levé strany vlévá **Jesenický potok**. Pokračuje do rybníka Labeška, za kterým následuje soutok s **Dobřešovickým potokem**. Botič pak v meandrech protéká Průhonickým parkem, okolo Podzámeckého rybníka, za nímž území parku opouští a pokračuje přes vodní nádrž Hostivař až do Vltavy.

Dobřešovický potok – pravostranný přítok Botiče

Dobřešovický potok pramení v polích JV od Modletic, v těsné blízkosti stále **rostoucí obchodní a skladovací zóny**. Poté protíná pražský silniční okruh a protéká Dobřešovicemi. Za obcí leží na jeho toku ještě Nový rybník, za kterým už potok vstupuje na území Průhonického parku, kde se vlévá do Botiče. Potok vede **převážně v polích**, kde je jeho tok většinou neupraven.

Jesenický potok – levostranný přítok Botiče

Pramení v katastru rozrůstající se obce Jesenice. Ještě před vstupem do vlastní obce přibírá vodu z **retenční nádrže, která odvodňuje silniční okruh kolem Prahy**. V Jesenicích protéká vodní nádrž Pančák, za kterou je na potok napojena ČOV Jesenice. Pokračuje do Zdiměřic, kde protéká několika rybníky a kde do něj ústí **odtok ze zdiměřické ČOV** a odpadní potrubí z vodojemu Vestec. Po vstupu do Průhonického parku se nad rybníkem Labeška vlévá do Botiče.



Vypuštěná retenční nádrž pod čistírnou odpadních vod. Na obrázku je patrný velký nános anaerobního sedimentu, který dále putuje do toku a je příčinou zhoršených kyslíkatých poměrů a zdrojem zápachu po sirovodíku.

Z průzkumu přítoků do parku vyplynulo, že zdroje skokového zhoršení kvality vody jsou především dva:

- 1) čistírny odpadních vod bez terciálního čištění v samé blízkosti parku (Zdiměřice, Dobřejovice, Jesenice-Osnice) přetěžované rychlým nárůstem obyvatel a
- 2) skokový nárůst zastřešených a zpevněných ploch satelitních sídlišť a dalších staveb včetně nákupních zón, na nichž se voda nezasakuje, ale odtéká do Jesenického a Dobřejovického potoka a do Botiče.

Voda v potocích (Jesenický, Botič a Dobřejovický) s sebou nese živiny a znečištění nejen pro rybníky v parku, ale také pro nádrže Osnice (pod stejnojmennou obcí) a Nový rybník (pod Dobřejovicemi), nacházející se výše v povodí těchto toků, které pak rovněž slouží jako zdroj sinic pro Průhonický park. Nádrž Osnice, která sloužila jako sedimentační nádrž, prošla odbahněním a rekonstrukcí hráze. Po jejím opětovném napuštění bude nutné kontrolovat vstupy a zdroje živin v této lokalitě. Nádrž Nový rybník je dalším detekovaným zdrojem sinic pro park a také zde je nutná revize a identifikace zdrojů znečištění vody.

Problematickou částí je retenční nádrž pod čistírnou odpadních vod Jesenice, kde je v současné době nahromaděno více než 1,5 metru anaerobního zápachajícího sedimentu, a to i přes skutečnost, že tato nádrž byla čištěna před čtyřmi roky. To dokazuje excesivní zdroje znečištění v této lokalitě a nutnost je identifikovat a odstranit, jinak bude k masovému rozvoji sinic docházet nejen v Průhonickém parku, ale také v nádrži Hostivař umístěné níže na toku Botiče.

Jak řešit problém znečištění vody?

Problém silného znečištění vody v Průhonickém parku je třeba řešit i s ohledem na hospodaření v okolní krajině. V první řadě je nutné zamezit nebo alespoň omezit přísun znečištění do parku. Místa se stagnující vodou je třeba zprůtočnit, případně rozšířit provzdušňovací prvky, v rybnících regulovat rybí obsádku.

Ke zlepšení kvality vody ve vodních prvcích zahradního umění v Průhonickém parku směřuje úsilí několika projektů, které se budou navzájem doplňovat. Výsledkem projektu NAKI je vznik zařízení pro on-line monitoring kvality vody, které umožňuje identifikovat mimořádný přísun znečištění a neprodleně na něj upozorní (viz následující kapitola).

Na základě dlouhodobého sledování navrhujeme příslušná opatření vedoucí ke zlepšení kvality vody v parku, jejichž cílem je ochrana přírodně-kulturního dědictví mezinárodního významu, jakým Průhonický park bezesporu je (Maršálková a kol. 2019).

Literatura:

Maršálek B., Keršner V. & Marvan P. (1996) Vodní květy sinic. – *NadatioFlos-Aquae*, Brno

Maršálková E., Petřík P. & Maršálek B. (2019) Pošli to dál – aneb z čeho Průhonický park vyrábí biomasu sinic pro nádrž Hostivař? – *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace* 61: 17–22.



10.

10. Jak dopadnout viníka znečištění vody? On-line systém pro kontrolu znečišťování vody

Eliška Maršálková, Blahoslav Maršálek, Jan Klečka & Štěpán Zezulka

.....

Problém znečištění povrchových vod, jehož důsledkem je masový rozvoj vodního květu sinic, se stává stále závažnějším. Nadměrný přísun živin, naplavenin a organických látek vede ke zhoršování kvality vody a rozvoji vodního květu a tím k omezení jak rekreačního využití nádrží, tak využití k rybochovným a úpravárenským účelům. Znečištění povrchových vod, které jsou součástí památek zahradního umění, ovlivňuje, resp. degraduje estetický pohled na vodní prvky, které mnohdy představují jeden z nosných prvků dotčených památek. Péče o vodu a vodní prvky v památkách zahradního umění je velmi důležitá a zahrnuje v podstatě tři dimenze:

- 1) estetickou – znečištěná voda je ošklivá,
- 2) technologickou – působením přítomných mikroorganismů podléhají materiály biokorozi,
- 3) hygienickou – mikroorganismy pomnožené například ve fontánách mohou být roznášeny aerosolem a působit alergické a toxigenní reakce.

Možností, jak sledovat a dopadnout znečišťovatele vodních toků při činu aniž bychom byli osobně přímo u zdroje, není mnoho, ale rostou s možnostmi techniky. Jedním ze způsobů je



Havarijní situace – vypuštěný aktivovaný kal



Úhyn ryb v důsledku vypuštěného znečištění



Únik aktivovaného kalu z ČOV – včasný zásah nornou stěnou

aktivně a kontinuálně sledovat vybrané základní parametry kvality vody s důrazem na patrné změny, které mohou svědčit o události znečištění v důsledku (mnohdy nelegálního) vypuštění odpadní vody nebo splachu následkem přívalového deště. Různí výrobci nabízejí celou řadu možností, jak sestavit vhodný monitorovací systém. Důležité však je si uvědomit, za jakým účelem se sledování provádí. Tak například sledování změn amonných iontů může pomoci při detekci zdrojů znečištění havárie odpadních vod, stejně jako sledování dusičnanů, zákalu, vodivosti a dalších parametrů. Změny v hodnotách koncentrací chlorofylu a fykocyaninu mohou indikovat přítomnost toxických sinic.

Obsah chlorofylu_a, jakožto nejdůležitějšího základního pigmentu fotoautotrofních organismů a tedy

i sinic a řas, většinou velmi úzce souvisí s množstvím producentů jejich biomasy (Maršálek a kol. 1996). Pro jeho stanovení je možné využít jednak spektrofotometrické stanovení, kde se využívá faktu, že tato látka má určité absorpční a emisní spektrum. Za druhé je možné využít stanovení fluorimetrická, při kterých je chlorofyl brán jako funkční složka fotosyntetického aparátu řas a sinic. Výhodou těchto systémů je možnost dlouhodobého nasazení v terénu, možnost dálkového ovládání nebo dokonce i úplná automatizace měření, sběru a vyhodnocení dat.

Komerčně dostupné systémy jsou většinou finančně náročné. Jedním z možných systémů je využití multiparametrické sondy s telemetrickou stanicí, které slouží především pro sledování změn a vnosu znečištění například na přítoku do nádrže nebo odtoku z čistírny odpadních vod. Vzhledem k vysoké ceně zařízení je nutné zabezpečení proti poškození a odcizení. Takovým systémem je například multiparametrická sonda YSI 6006 nebo EXO2 s optickými sensory jako je kyslíkový, čidlo pro měření zákalu, chlorofylu a fykocyaninu, doplněné ombinovanou elektrodou pH/ORP a měřením vodivosti/teploty. Data mohou být napojena na dálkový přenos dat s využitím telemetrické stanice. Dalším takovým systémem je stanice AOM (Algal Online Monitor), která sleduje fyziologický

stav buněk biomasy přitékající do nádrže. Tato měření pak mohou být doplněna mikroskopickým sledováním biomasy jak z kvantitativního, tak kvalitativního hlediska.



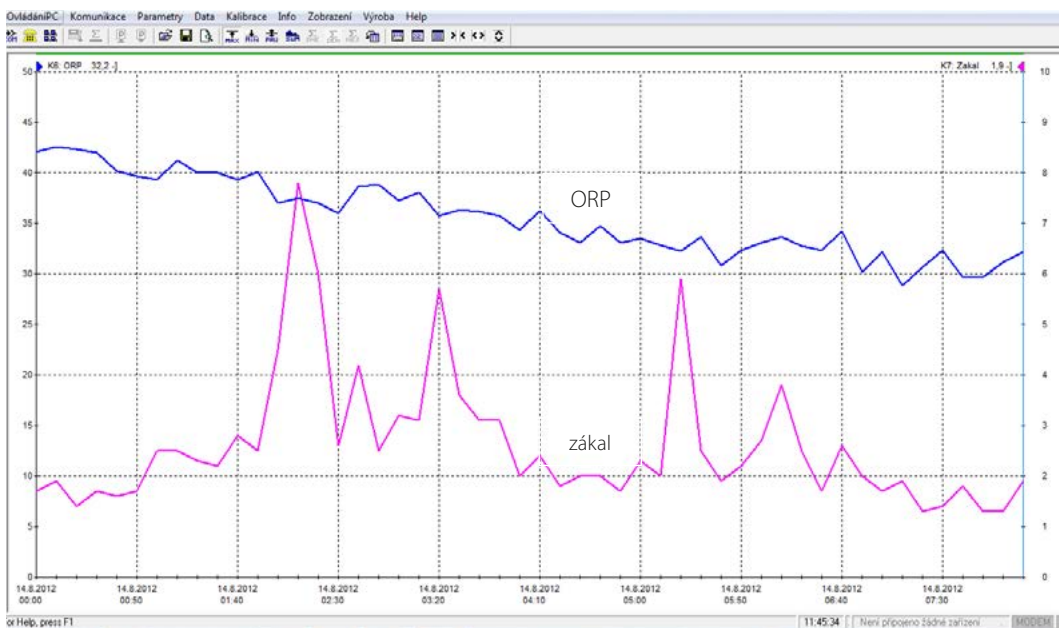
Multiparametrická sonda YSI 6006 na přítoku do nádrže



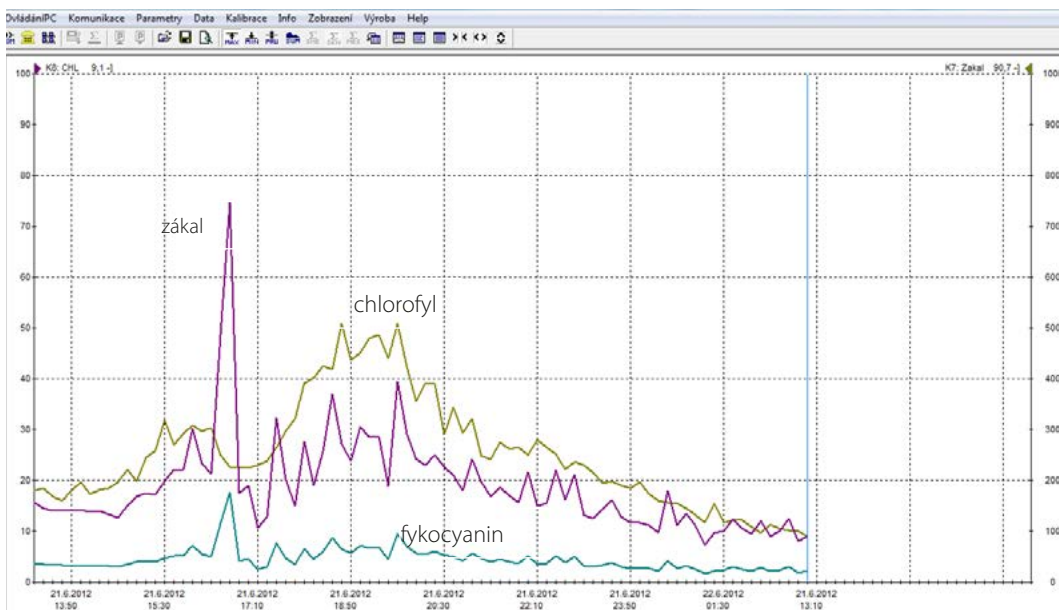
Telemetrická stanice pro dálkový přenos dat ze sondy



Stanice pro monitoring fyziologického stavu buněk biomasy AOM (Algal Online Monitoring)



Výstup z in-situ monitoringu kvality vody pomocí multiparametrické sondy, ukazující význam kontinuálního měření na přítoku do nádrže. Z grafu jsou zřejmé zvýšené hodnoty zákalu v průběhu nočních hodin, kdy byl vypuštěn aktivovaný kal z ČOV v blízkosti monitorovací stanice. Jak je patrné z hodnot oxidačně-redukčního potenciálu (ORP), jedná se pravděpodobně o anoxické podmínky. Tuto havárii potvrdily i zvýšené hodnoty koncentrací fosfátů, naměřené následující den v dopoledních hodinách, které oproti hodnotám předešlého období vzrostly až na desetinásobek.

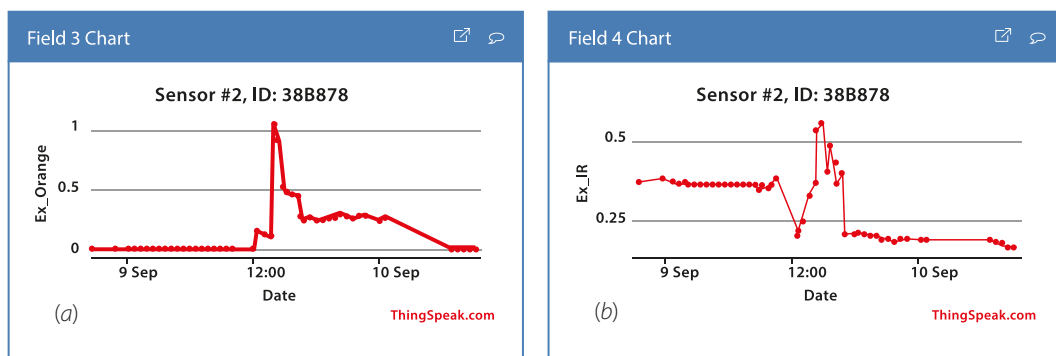


Výstup z in-situ monitoringu kvality vody pomocí multiparametrické sondy, dokumentující dešťovou událost, po které došlo ke zvýšení hodnot zákalu a chlorofylu. Hodnoty chlorofylu vzrostly v důsledku vyplavení rybníků v povodí nad sledovanou nádrží (Maršálek a kol. 2012).

Nový on-line systém pro kontrolu znečišťování vody

Jako alternativu k drahým komerčně dostupným přístrojům vyvinulo brněnské pracoviště Botanického ústavu AVČR, v.v.i. systém, který umožňuje velmi levně určit mimořádný přísun znečištění na základě změn teploty a chlorofylu. Jedná se o tzv. “neviditelný sensor”, který se ve vodě podobá kameni a je tedy v přírodě dobře maskovaný, což je jeho další výhodou oproti komerčně dostupným přístrojům tohoto typu. Přenos dat zajišťuje “krabička s anténkou” ukrytá na břehu toku. Vzhledem k velmi nízké ceně a nenápadnosti celého zařízení není třeba speciálního zabezpečení a informace o změnách parametrů v toku je dostatečná.

Zařízení měří koncentraci chlorofylu na základě intenzity fluorescenční odezvy. Systém je napájen pomocí jednočlánekového li-pol akumulátoru s kapacitou 1500 mA/h. Naměřená data jsou odesílána pomocí bezdrátové sítě a zároveň logována na zabudovanou SD kartu. Vyhodnocení měření neprobíhá přímo v zařízení, ale na serveru nebo jakémkoliv PC. Pro stanovení koncentrace řas a sinic je použit lineární regresní model založený na čtyřech hodnotách měřených fototranzistorem. Kromě změny koncentrace řas a sinic se dále vyhodnocuje změna teploty a zákalu. Každý senzor má svou vlastní webovou stránku, na níž jsou naměřená data zobrazována v 15 minutových intervalech a lze je on-line sledovat například i na mobilním telefonu.



Ukázka z výstupu přenosu dat na webovém rozhraní: změna koncentrace řas (a) nebo sinic (b) v toku.

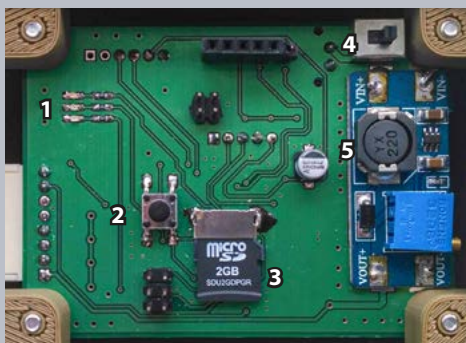
Systém tedy může velmi dobře sloužit pro monitorování mimořádných událostí v toku nebo jako systém včasného varování v případě mimořádného znečištění vody a možnost včasného zásahu v případě havárií a velkých dešťových událostí. Sonda je schopna detekovat vnos znečištění, resp. signalizovat vypouštění znečištěné vody nebo nelegální odtok odpadních vod. Zároveň může být použita například jako systém varující před přítokem biomasy sinic do památek zahradního umění či koupacích nádrží.

Zařízení pro včasnou detekci rozvoje mikroorganismů ve vodních prvcích památek zahradního umění

Zařízení se skládá ze dvou částí: ponorného čidla a řídicí elektroniky.

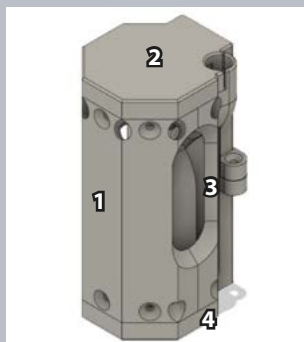


Řídicí elektronika je uzavřena v boxu, který ji chrání před nepříznivými povětrnostními vlivy, ale není určena pro práci pod vodou.



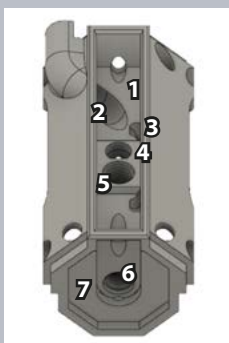
- 1 – indikační LED
- 2 – resetovací tlačítko
- 3 – SD karta
- 4 – ON/OFF
- 5 – prostor pro nabíjecí konektor

Ponorné čidlo je vodotěsné, určené pro přímé ponoření do sledovaného vodního toku.

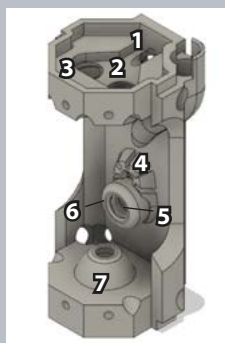


- 1 – přední kryt
- 2 – horní kryt
- 3 – hlavní tělo
- 4 – dolní kryt

Vnitřní uspořádání ponorného čidla



- 1 – prostor určený pro zalití
- 2 – drážka pro hlavní kabel
- 3 – drážka pro kabeláž
- 4 – čidlo teploty
- 5 – fototranzistor
- 6 – infračervená LED dioda
- 7 – prostor určený pro zalití



- 1 – otvor pro kabeláž
- 2 – excitační LED diody
- 3 – prostor určený pro zalití
- 4 – čidlo teploty
- 5 – fototranzistor
- 6 – krytka na opt. filtr
- 7 – infračervená LED dioda



Autoři funkčního vzorku: Ing. Jan Klečka, Ph.D., Prof. Ing. Blahoslav Maršálek, CSc., Ing. Eliška Maršálková, Ph.D., RNDr. Štěpán Zezulka, Ph.D.

Zařízení bylo navrženo a testováno v rámci řešení projektu Biotické ohrožení památek zahradního umění: řasy, sinice a invazní rostliny (DG 16P02M041). Testování probíhalo ve vodních prvcích sledovaných v rámci projektu. Funkčnost byla ověřena porovnáním s měřeními komerčně dostupnou mutiparametrickou sondou EXO.

Literatura:

Maršálek B., Maršálková E., Straková L. & Lagová M. (2012) Kontinuální in situ monitoring kvality vody – základ kvalitních dat pro kvalitní rozhodování. – In: Kosour D. (ed.), Sborník Konference Vodní nádrže 2012, 26.–27. září 2012, Brno, Česká republika, p. 74–78, Povodí Moravy, s.p., Brno.

Maršálek B., Keršner V. & Marvan P. (1996) Vodní květy sinic. – *NadatioFlos-Aquae*, Brno.

Souhrn / Summary

Kritický katalog blíže seznamuje s některými biotickými riziky, se kterými se potýkají zámecké parky a další památky zahradního umění. Publikace zahrnuje jak rizika působená různými druhy mikroorganismů (řasy, sinice, houby, viry a bakterie), tak i makroorganismů (nepůvodní rostliny včetně dřevin).

Důkladný průzkum zplaňování pěstovaných druhů rostlin v zámeckých parcích ukázal, že parky nejsou tak významným zdrojem šíření nepůvodních druhů jak se tradovalo a že daleko víc druhů se šíří z okolní krajiny do parků; soukromé zahrady ve srovnání s parky představují nepoměrně důležitější zdroj zplaňování.

Část věnovaná nepůvodním druhům dřevin poukazuje na jejich význam v kompozici památek zahradního umění a zároveň na rizika jejich zplaňování. Nežádoucí účinek samovolného šíření se však netýká jen dřevin nepůvodních, ale v obdobné míře i druhů domácích. Specifika dřevin umožňují velmi účinně bránit jejich nežádoucímu šíření za předpokladu dodržení standardní úrovně péče.

Studie půdních houbových společenstev zaměřené na zavlékání houbových mikroorganismů spolu s nepůvodními stromy či trvalkami ukázaly, že spoluzavlékání mykorhizních hub není v podmínkách českých zámeckých parků příliš běžné a že tyto houby pravděpodobně nemají významný potenciál zdomácnět, případně se stát invazními a působit v parcích problémy.

Jako nový nástroj v boji s biokorozí soch, fasád či dřevěných prvků je představen přístroj, který dokáže okamžitě a na místě detekovat a kvantifikovat plísně, bakterie, řasy, sinice, mechy a lišejníky na povrchu materiálů. Metoda založená na fluorescenci je nedestruktivní a je určena k včasnému varování, prevenci a kontrole.

Řasy a sinice ohrožují nejen pevné materiály, ale také vodní prvky. Poslední kapitola přibližuje nově vyvinutý přístroj pro měření kritických parametrů kvality vody a pro přenos těchto dat, představující jednoduchý a levný systém on-line sledování, využitelný v preventivní péči o vodní prvky památek zahradního umění.



This critical catalogue provides detailed information on biotic risks faced by chateau parks and other monuments of garden art in the Czech Republic. The publication covers both the risks posed by various types of microorganisms (algae, cyanobacteria, fungi, viruses and bacteria) and so-called macroorganisms (alien plants, including woody species).

A detailed survey of plant species escaping from cultivation in chateau parks suggests that the parks are less important source of the spread of alien plants than traditionally thought; many more species are spreading into the parks from the surrounding landscape. Private gardens are a much more important source of escapees from cultivation than the parks.

The section devoted to alien tree species points to their importance in the composition of garden art monuments and at the same time to the risks of them escaping from cultivation. However, the undesirable impacts of spontaneous spread do not only concern alien trees, but to

a similar extent also native species. The specific traits of woody plants make it possible to prevent their undesired spread very effectively, provided that the standard level of care is ensured.

Studies of soil fungal communities focused on the introduction of fungal microorganisms together with alien trees or garden perennials have shown that co-introduction of mycorrhizal fungi is not very common in Czech chateau parks and that these fungi probably do not possess a significant potential to establish, or even become invasive, and cause problems in parks.

As a new tool in the fight against biocorrosion of statues, facades or wooden elements, a device is introduced that can immediately and on the spot detect and quantify fungi, bacteria, algae, cyanobacteria, mosses and lichens on the surface of materials. This fluorescence-based method is non-destructive, and intended for early warning, prevention and control.

Algae and cyanobacteria threaten not only solid materials but also water elements. The last chapter presents a newly developed device for measuring critical parameters of water quality and transmitting this data – a simple and inexpensive online monitoring system that can be used in the preventive care of water elements of garden-art monuments.



© Botanický ústav AV ČR, v.v.i., 2020

eISBN: 978-80-86188-66-9

www.ibot.cas.cz