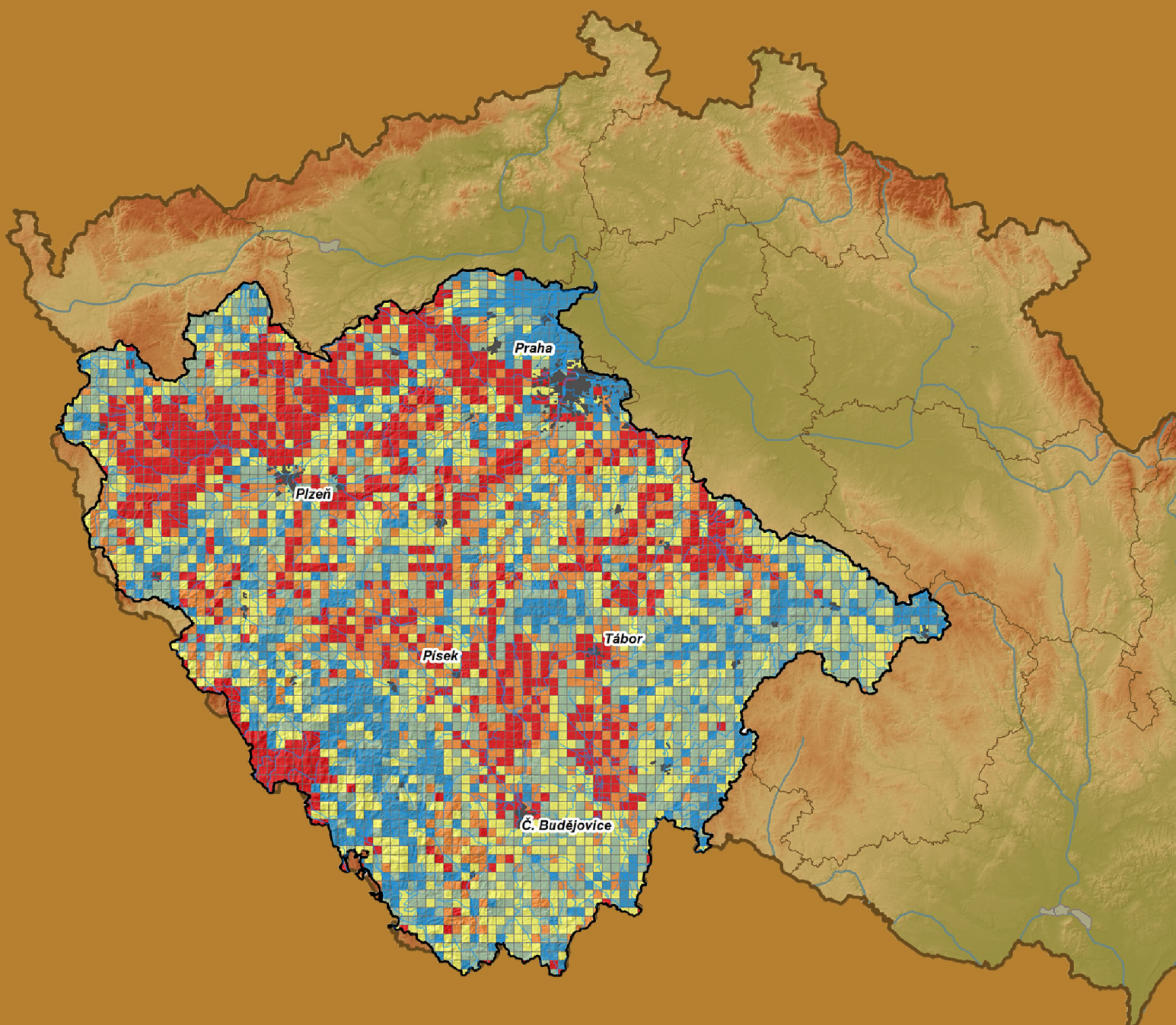


PREDIKCE POTENCIÁLNÍCH DLOUHODOBÝCH EKONOMICKÝCH ŠKOD ZPŮSOBENÝCH PLÍSNÍ OLŠOVOU V BŘEHOVÝCH POROSTECH POVODÍ VLTAVY PODLE VYHLÁŠKY MINISTERSTVA FINANČÍ Č. 441/2013 SB.



Predikce potenciálních dlouhodobých ekonomických škod způsobených plísni olšovou v břehových porostech povodí Vltavy podle Vyhlášky Ministerstva financí č. 441/2013 Sb.

Specializovaná mapa s odborným obsahem

Autoři:

Mgr. Karel Černý, Ph.D.^{1*}, RNDr. Dušan Romportl, Ph.D.¹, Ing. Veronika Strnadová¹, Mgr. Liliya Fedusiv¹, Šárka Gabrielová¹, Mgr. Zuzana Haňáčková¹, Ing. Ludmila Havrdová, Ph.D.¹, Mgr. Markéta Hrabětová¹, Ing. Marcela Mrázková¹, Ing. Kateřina Novotná, Ph.D.¹, Ing. Vítězslava Pešková, Ph.D.², Ing. Petra Štochlová, Ph.D.¹, Doc. Ing. Daniel Zahradník, Ph.D.¹

¹Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v.v.i.
Květnové nám., 391
Průhonice, 252 43

²Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i.
Strnady, 136
Jíloviště, 252 02

* cerny@vukoz.cz, +420 296 528 232

© Karel Černý a kol., 2016

ISBN: 978-80-87674-16-1

Schváleno k použití Ministerstvem zemědělství ČR. Osvědčení č. xxx/2016-MZE-xxx/MAPAxxx

Vypracováno s podporou projektu NAZV QJ1220219 Ministerstva zemědělství ČR.

Recenzenti:

Mgr. Jiří Vait (Povodí Vltavy, státní podnik)
Ing. Martin Veselý (Ministerstvo zemědělství ČR)

Obsah

1. Úvod	2
2. Cíl předložené mapy	3
3. Rozsah využití mapy	3
4. Přínosy mapy pro uživatele	3
5. Metodika	4
6. Výsledky	9
7. Závěr	13
8. Literatura	14
9. Seznam odborných podkladů, které předcházely vypracování mapy	16
Poděkování	18

1. Úvod

Plíseň olšová, *Phytophthora alni* Brasier & S.A. Kirk, nebezpečný patogen olší zapříčiňující tzv. fytoftorovou hnilobu kořenů a krčků olší, patří mezi nebezpečné invazní patogeny dřevin způsobující významné škody ve vodohospodářství, lesnictví, ochraně přírody a krajiny a v dalších oblastech (Brasier et al. 2004, Brasier 2008, Bjelke et al. 2016). V České republice byl patogen poprvé identifikován v roce 2001 v západních Čechách a od té doby se postupně šíří směrem od západu na východ (Černý et al. 2008). Plíseň olšová v současné době v ČR největší měrou poškozuje břehové porosty, přičemž její invazí jsou nejvíce zatížena povodí Vltavy a povodí Ohře (Černý et al. Strnadová 2010). V povodí Vltavy byla v letech 2013–2015 choroba způsobená tímto patogenem zjištěna na téměř 62 % délky zkoumaných toků (J. Vait, Povodí Vltavy, státní podnik, písemné sdělení). Olše lepkavá a olše šedá jsou klíčovými dřevinami břehových porostů a např. v povodí Vltavy jejich podíl v břehových porostech lze odhadnout na nejméně 50 % (Strnadová 2013), což dostatečně vypovídá o potenciálním významu choroby.

Správcí vodních toků ze zákona udržují břehové porosty (zejména § 47 odst. 2 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů) a velmi často přímo řeší škody způsobené plísní olšovou. V praxi to zejména ve více napadených případně druhově chudých porostech s dominantní olší může znamenat i významnou obměnu druhového spektra dřevin poškozených porostů (Černý et al. Strnadová 2011). Bylo zjištěno, že průměrná výše škod v porostech olší (zahrnující přímé škody, náklady na odstranění odumřelých či vážně poškozených dřevin a náklady na náhradní výsadbu a její zajištění) dosahuje cca 35 tis. Kč na 100 m porostu (jednostranného) podle Vyhlášky Ministerstva financí č. 441/2013 Sb. (dále jen Vyhláška č. 441/2013 Sb.) a podle metody nákladové (Bulíř 2013) dokonce 56,5 tis. Kč (Černý et al. 2016a). Zároveň vzhledem k tomu, že distribuce patogenu je vázána na celou řadu environmentálních faktorů (např. Černý et al. 2015a, Romportl et al. 2016) bylo zjištěno, že škody způsobené plísní olšovou se v prostředí s různými úrovněmi působících faktorů výrazně liší. V současné době patogen způsobuje největší škody v pánevních a plochých oblastech s hustou sítí vodních toků, nejmenší škody pak v oblastech suchých a teplých a rovněž v oblastech horských s členitým reliéfem (Černý et al. 2016a).

Ekologická valence patogenu je velmi široká a velmi pravděpodobně pokrývá celou niku svých hlavních hostitelů – olše lepkavé a olše šedé, tzn., že se může vyskytovat kdekoli, kde rostou její hostitelé. Přes poměrně dlouhou dobu přítomnosti patogenu v ČR (Černý et al. 2008) je jeho výskyt dosud do jisté míry omezen – v povodí Vltavy se vyskytuje na o něco více než 60 % délky vodních toků (J. Vait, Povodí Vltavy, státní podnik písemné sdělení) a v lesích ČR zhruba v 50 % porostů (Černý et al. 2015). Rozdíl v distribuci *P. alni* nápadně vynikne např. ve srovnání s rozšířením jiného invazního patogenu – *Hymenoscyphus fraxineus*, který se v ČR vyskytuje plošně (Havrdová et al. 2016). Šíření *P. alni* je v ČR, na rozdíl např. od Bavorska (Jung et al. Blaschke 2004), výrazně vázáno na vodu – dokonce i výskyt patogenu v lesních porostech ČR především souvisí s přítomností vodních toků a šíření s pomocí sazenic olší je v ČR dosud marginální (Černý et al. 2015a). Tato klíčová vazba na vodu znamená, že některé typy krajiny ČR jsou pro patogen prostupné lépe a jiné hůře – některé jsou již z valné míry kolonizovány, zatímco v jiných je výskyt patogenu dosud spíše zřídka. To ostatně potvrzují i dříve dosažené výsledky (např. Černý et al. 2016a,b) a můžeme z toho vyvodit, že konečný areál patogenu v ČR a pattern výše škod, které způsobuje, se může výrazně lišit od současné situace. Situace navíc může být komplikována probíhající klimatickou změnou, neboť bylo opakovaně potvrzeno – a to jak v laboratoři, tak *in natura* (Černý et al. Strnadová 2012, Černý et al. 2012a, Aguayo et al. 2014, Redondo et al. 2015) – že vyšší teploty mohou pozitivně ovlivnit jak šíření patogenu, tak výši škod. Z obou výše zmíněných důvodů by bylo přínosné pokusit se s pomocí již existujících dat (Černý et al. 2015b, 2016a,b, Romportl et al. 2016) odhadnout potenciální konečnou distribuci patogenu a výši škod, které by i zahrnovaly efekt klimatické změny v modelovém území.

Předložený výsledek – specializovaná mapa s odborným obsahem – popisuje budoucí potenciální rozsah ekonomických škod způsobených *P. alni* v břehových porostech vyjádřených pomocí Vyhlášky č. 441/2013 Sb., který je určen na základě důkladné statistické a geostatistické analýzy dat získaných terénním šetřením i z dostupných geodatabází. Jedná se zároveň o unikátní výstup v rámci celého areálu *P. alni*.

2. Cíl předložené mapy

Cílem mapy je na základě terénního výzkumu specifikovat **budoucí** potenciální ekonomické škody pomocí Vyhlášky č. 441/2013 Sb. způsobené plísní olšovou v břehových porostech olší v povodí Vltavy. Cílem je predikce oblastí s různou mírou potenciálních škod na úrovni větších krajinných celků a odhad možného dalšího vývoje kolonizace krajiny povodí Vltavy. Současně je cílem kvalifikovaně odhadnout potenciální vliv oteplování klimatu na výši škod a zahrnout jeho efekt do této predikce.

3. Rozsah využití mapy

Mapa může být využívána zejména pracovníky Povodí Vltavy, státní podnik, dalšími správci vodních toků v zájmové oblasti (např. LČR, s. p.), pracovníky ochrany přírody (např. AOPK) a dalšími, kteří se zabývají péčí o břehové porosty.

4. Přínosy mapy pro uživatele

Hlavním přínosem mapy je **specifikace potenciálních budoucích škod a nákladů** (spočtených pomocí Vyhlášky 441/2013 Sb.) spojených s obnovou břehových porostů v povodí Vltavy poškozených invazním patogenem *Phytophthora alni*.

Významným přínosem mapy je **specifikace oblastí**, ve kterých lze v budoucnu (a dlouhodobě) očekávat **vysoké škody** nehledě na rozdílnou invazibilitu a prostupnost různých typů krajiny, která významně ovlivňuje distribuci patogenu v současné době (viz Černý et al. 2016a,b,c).

Přínosem mapy je predikce možných budoucích trendů vývoje ekonomických škod způsobených *P. alni* v břehových porostech na úrovni větších krajinných celků. Predikce škod byla vytvářena z praktických důvodů na základě charakteristik krajiny v síti čtverců 2,5 × 2,5 km, tudíž mapa nemůže reflektovat variabilitu krajiny v měřítku výrazně podrobnějším. Data o výskytu olší v břehových porostech a jejich hustotě a další podrobné charakteristiky (např. rychlost proudění toku atd.) působící na lokální úrovni a které rovněž ovlivňují distribuci patogenu a výši škod (Černý et al. 2015b) samozřejmě nejsou a nemohou být k dispozici plošně pro celé povodí, tudíž je vytvořená predikce nemůže reflektovat. Z těchto důvodů tedy i v oblasti, pro kterou je predikována malá výše škod, mohou být škody v případě souběžného výskytu lokálních faktorů výrazně favorizujících patogen pomístně vysoké a naopak.

5. Metodika

Modelování potenciální výše škod způsobených *P. alni* v povodí Vltavy se skládalo z několika fází.

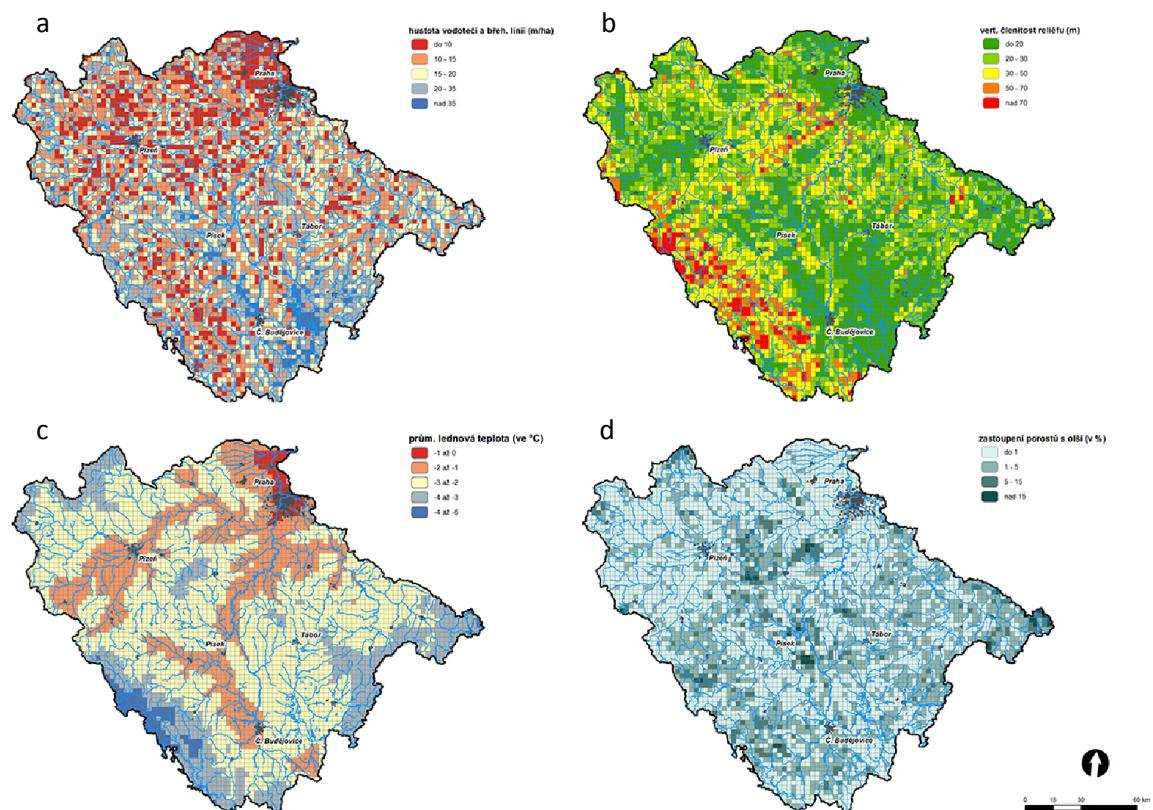
Na základě důkladné literární rešerše (Černý et al. 2012b) byly vybrány faktory prostředí potenciálně ovlivňující distribuci *P. alni* na krajinné (nikoliv lokální) úrovni. U vybraných faktorů byly posouzeny případné vzájemné vztahy a do finálního souboru byl vždy vybrán ze skupiny souvisejících faktorů pouze jeden a to ten, pro který byla dostupná prostorová data ve vyšší kvalitě. U každého faktoru byla škála hodnot, kterých v zájmovém území povodí Vltavy členěném do sítě čtverců nabývá, rozdělena do pěti intervalů a výsledek byl rámcově vizualizován v mapě (obr. 1).

Do modelu byly vybrány následující faktory prostředí:

1. Hustota vodní sítě (obr. 1a). Faktor reflektuje současnou vazbu patogenu na břehové porosty; z toho důvodu byla faktorů přidělena váha 2.
2. Vertikální členitost reliéfu (obr. 1b). Faktor je ve vztahu s podélným sklonem toků, podélným profilem, rychlostí proudění toku a typem porostů souvisejícím s geomorfologií stanoviště (olšiny, jasanové olšiny, atp.).
3. Průměrná lednová teplota (obr. 1c). Faktor je ve vztahu s nadmořskou výškou, ročními teplotami, přežíváním *P. alni*, produkcí sporangií, rámcově i se srážkami.
4. Podíl lesních výsadeb olší (obr. 1d). Faktor může souviset se zavlékáním patogenu do lesních výsadeb (viz situace v Bavorsku a dílem i v Čechách – Černý et al. 2015a) a dále z nich potenciálním samovolným šířením.

Oblast povodí Vltavy byla poté rozdělena čtvercovou sítí $2,5 \times 2,5$ km, tak aby byla maximálně respektována homogenita ploch, na celkem cca 4000 čtverců. Velikost čtverce ($2,5 \times 2,5$ km) byla zvolena na základě terénního ověření tak, aby bylo možné uspokojivě prozkoumat území čtverce, byla maximálně respektována homogenita ploch (tedy čtverce by měly být co nejmenší) a zároveň bylo možné průzkum předpokládaného počtu vyhodnocovaných čtverců zvládnout a dodržet metodiku mapování (při prozkoumání cca 10 % čtverců je možné extrapolovat výsledky na celé území při dodržení strukturální heterogenity prostředí a rozsahu zkoumaného území).

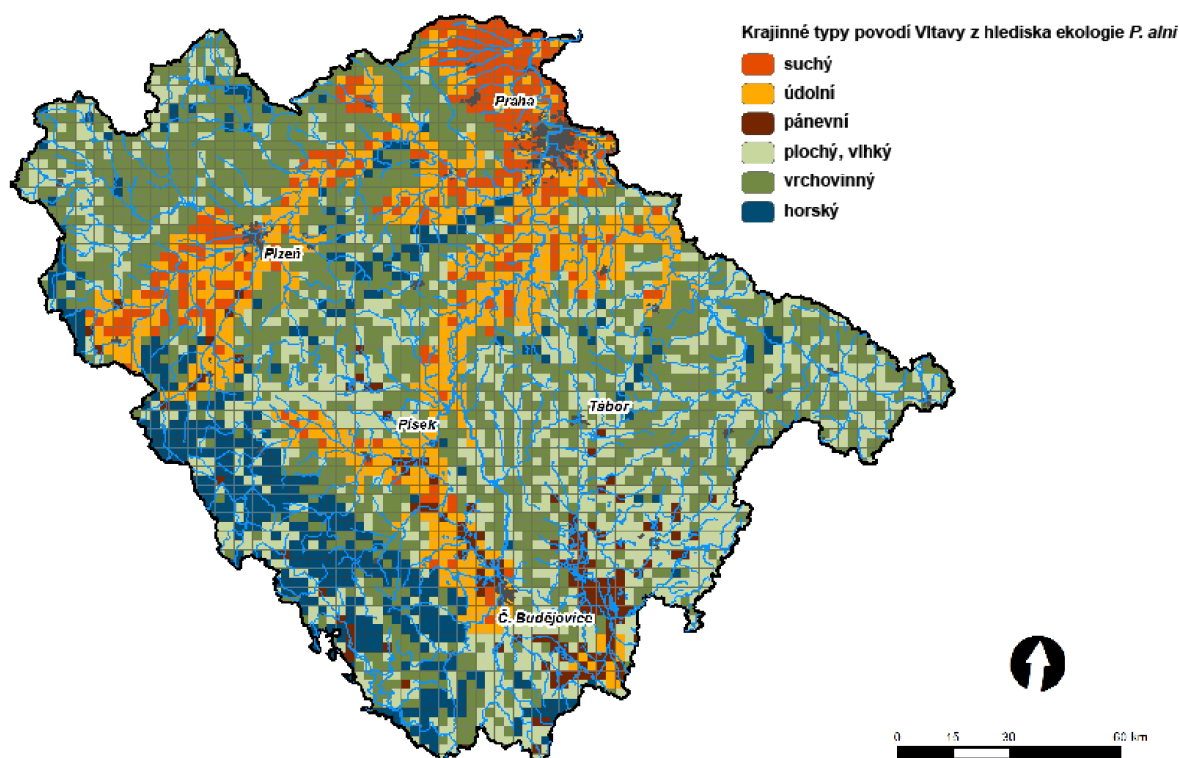
Pro každý čtverec v rámci studované oblasti pak byla s pomocí GIS a databáze ÚHÚL získána data vybraných faktorů prostředí (průměrné hodnoty pro každý typ krajiny viz tab. 1). Hodnoty těchto proměnných byly standardizovány a vyhodnoceny analýzou hlavních komponent (Statistica 10.0, Statsoft Inc. Tulsa, OK). Čtverce byly poté rozděleny s využitím klastrové analýzy (k-means) do shluků na základě vzájemné podobnosti podmínek prostředí. Výsledky pak byly vizualizovány v mapě a z několika výsledných modelů byl vybrán model nejlépe odpovídající variabilitě přírodního prostředí se zřetelem k výskytu a možnému dopadu plísně olšové v různých typech krajiny (obr. 2). Z celkového množství čtverců byly dále vyloučeny čtverce s vysokou hustotou osídlení a vodních ploch (nad 50 % plochy čtverce). Ze zbylé části bylo náhodně generováno 10 % čtverců respektujících zastoupení jednotlivých typologických shluků, které byly dále hodnoceny v terénní části práce.



Obr. 1. Významné faktory prostředí ovlivňující distribuci *P. alni* na krajinné úrovni: hustota vodní sítě (a), členitost reliéfu (b), lednová teplota (c), podíl lesních výsadeb olší (d).

Tab. 1. Hodnoty faktorů pro průměry jednotlivých shluků krajinných typů (viz obr. 2).

krajinný typ	členitost reliéfu (m)	lednová teplota (°C)	hustota sítě (m/ha)	podíl výsadeb olší (%)
suchý	18,46	-1,42	6,37	0,42
údolí	26,35	-1,21	18,26	0,83
plošiny	22,76	-3,82	22,13	1,66
pánve	12,17	-2,88	43,62	1,45
vrchoviny	26,00	-3,80	11,79	1,94
hory	63,85	-4,17	14,33	2,11



Obr. 2. Typologie krajiny v povodí Vltavy s ohledem na potenciální vhodnost prostředí pro *Phytophthora alni* a rozsah fytoftorového onemocnění olší

Terénní průzkum

V průběhu let 2013–2015 byl proveden terénní průzkum 390 čtverců generovaných v rámci typologické části studie. Terénní průzkum probíhal v období optimálního rozvoje symptomů fytoftorové hniloby olší tj. v průběhu od srpna do konce září až poloviny října. V rámci průzkumu byly čtverce detailně prozkoumány a zjištěn výskyt fytoftorové hniloby olší. Zjištěné nálezy byly zaznamenány, určeny souřadnice a v případě vyššího poškození porostů olší (cca nad 5 %) vyznačena na jednom břehu trvalá plocha o délce 100 m, šířce 6 m, pokryvnosti stromového patra ≥ 50 % a podílu olše ve stromovém patře ≥ 50 %. V rámci trvalých ploch byly zjištěny parametry potřebné pro výpočet škod: průměrná výška porostu, počet stromovitých jedinců olší, počet nevratně poškozených symptomatických jedinců (přítomny nekrózy krčků případně prosychání koruny ≥ 50 %) a počet symptomatických kmenů včetně čerstvých pařezů olší. U všech kmenů (včetně pařezů) byl zjištěn či případně vypočten průměr ve výčetní výšce. Tyto hodnoty pak byly použity pro ocenění porostů a škod.

Výpočet škod

Škody byly počítány a vyjádřeny pro jednostranný břehový porost o délce 100 m a šířce 6 m pro všechny čtverce s výskytem patogenu. Škody se skládají z přímých škod na dřevinách a nákladů na odstranění dřevní hmoty, náhradní dosadbu a její zajištění. Škody na dřevinách byly vypočteny dle Vyhlášky č. 441/2013 Sb. a jsou chápány jako rozdíl stávající ceny poškozené dřeviny oproti hypotetické hodnotě dřeviny bez poškození způsobeného plísni olšovou. Náklady na kácení a odstranění dřevní hmoty byly vždy vyčíslovány dle katalogu ÚRS 800-1 Zemní práce (Anonymus

2014a), kde jsou zahrnuty náklady na kácení poškozených dřevin, odvoz a pálení větví a také soustředování kmenů na skládku vzdálenou 3000 m. Náklady na náhradní dosadby byly vypočteny dle katalogů ÚRS Praha, a.s. 823-1 Plochy a úprava území a ÚRS 823-2 Rekultivace (Anonymus 2014b). Porovnání škod v definovaných krajinných typech bylo provedeno pomocí neparametrické analýzy variance v programu Statistica 10.0 (Statsoft Inc. Tulsa, OK).

Dále byla připravena prostorová databáze všech čtverců povodí Vltavy s uvedením jejich environmentálních charakteristik, které mohou mít potenciální vliv na výši škod, způsobených patogenem. Tyto proměnné byly zjištěny v prostředí geografických informačních systémů (GIS) s využitím externích podkladů (např. digitální model reliéfu, klimatické charakteristiky prostředí atd.). Soubor proměnných popisujících jednotlivé čtverce je uveden v tabulce č. 2. Některé z proměnných (např. hustota vodních toků apod.) byly dopočítány s pomocí rozlohy čtverce (plocha čtverce mohla být oříznuta hranicí povodí a maskou sídel a vodních ploch).

Tab. 2. Proměnné prostředí na úrovni čtverce

ZKRATKA PROMĚNNÉ	POPIS PROMĚNNÉ
TYP	krajinný typ
TEMP ANN	průměrná roční teplota
TEMP JAN	průměrná lednová teplota
NADM_VYSKA	nadmožská výška porostu
VERT HET	vertikální heterogenita
TPI	topografický poziční index
TPI STD	topografický poziční index, směrodatná odchylka
LVS	lesní vegetační stupeň
HUST VT	hustota sítě vodních toků
LES ABS	celková plocha lesa
LES PODIL	Podíl lesních ploch na rozloze čtverce
LIN VEG	délka liniové vegetace
OLSE	podíl olší v lesních porostech

Závislost výše škod způsobených *P. alni* na výše uvedených charakteristikách čtverců (Tab. 2) byla statisticky vyhodnocena pomocí obecného lineárního modelu v rámci programu R (R Core Team 2014). Jak vyplývá z dřívějších zjištění (např. Romportl et al. 2015, 2016, Černý et al. 2016 a,b), ekologická nika patogenu se s velkou pravděpodobností kryje s nikou hostitele, tudíž současné rozšíření patogenu je spíše dáno rozdílnou invazibilitou různých typů krajiny a neodpovídá ekologickému potenciálu patogenu. Z těchto důvodů byly pro výpočet potenciálních budoucích škod použity jen čtverce, kde byla zjištěna přítomnost patogenu. Výsledný model použitý pro predikci výše škod způsobených *P. alni* v břehových porostech povodí Vltavy byl vytvořen metodou krokové regrese.

Vliv změny klimatu

Potenciální vliv teploty na rozsah poškození porostů olší byl ověřen na základě souboru dat poškození porostů olší poskytnutého LČR (s nejvyšším počtem měření pro ČR; blíže Romportl et al. 2015, 2016). Jako závislá proměnná byl hodnocen podíl napadených olší (viz Černý et al. 2015a). Celkem byl použit soubor 18 vysvětlujících proměnných popisujících porostní, ekologické a krajinné charakteristiky, mezi nimi rovněž dlouhodobé průměrné roční teploty a dlouhodobé průměrné lednové teploty. U obou těchto faktorů se předpokládá odlišný mechanismus působení – průměrné roční teploty ovlivňují rozsah poškození, zatímco lednové teploty přežívání patogenu (Černý et al. 2015a). U obou těchto proměnných byla vzájemná korelace otestována, výsledný obecný lineární

model vytvořen a příslušné koeficienty obou proměnných určeny v programu R. Pro konkretizaci přesného nárůstu škod je použit údaj IPCC (2009), který predikuje v příslušném evropském regionu průměrný nárůst teploty o 3,2 °C v tomto století.

Predikce škod

Výsledné hodnoty výše škod způsobených *P. alni* v břehových porostech v síti čtverců povodí Vltavy predikované na základě výše uvedeného modelu byly přiřazeny dle unikátních kódů k jednotlivým čtvercům a prostorově vyjádřeny v prostředí GIS. Následně byly klasifikovány metodou kvantilů do pěti tříd vyjadřujících míru škod způsobených patogenem, hraniční hodnoty kvantilů byly stanoveny následovně: 45, 55, 65 a 75 tisíc Kč.

6. Výsledky

Výskyt *P. alni* a výše škod

Patogen byl nalezen celkem ve 261 čtverci (69,8 %) z celkem 390 zkoumaných čtverců. Nejméně invadovaný je krajinný typ suchý a horský, nejvíce naopak krajinné typy pánevní a plochý. Ekonomicky významné škody byly zjištěny v 80,1 % čtverců s výskytem patogenu, celkem pak v 53,6 % čtverců s výskytem olší v břehových porostech.

Celkové průměrné škody v porostu o délce 100 m (bez zohlednění příspěvku oteplování) činily 51,6 tis. Kč. – hodnota zahrnuje jak přímé škody na dřevinách (19,9 tis. Kč), tak i náklady na odstranění dřevní hmoty, výsadbu náhradních dřevin za odstraněné dřeviny a její zajištění (31,6 tis. Kč). Nejnižší škody byly zjištěny v suchém (37,4 tis. Kč/100 m břehového porostu) krajinném typu (50,7 tis. Kč), nejvyšší naopak v krajinném typu pánevním (58,4 tis. Kč). Po zohlednění vlivu oteplování (viz níže) škody lze odhadnout na 39,8 (suchý krajinný typ) až 62,1 tis. Kč (pánevní krajinný typ), v průměru pak 54,8 tis. Kč. Přehled škod v jednotlivých krajinných typech po zohlednění vlivu oteplování je uveden v tabulce 3. Pro srovnání jsou uvedeny i hodnoty škod vypočtené nákladovou metodou (Bulíř 2013).

Tab. 3. Podíl kolonizovaných čtverců, průměrné škody a průměrné škody na kolonizovaný čtverec podle Vyhlášky č. 441/2013 Sb. a nákladové metody (Bulíř 2013) na 100 m poškozeného břehového porostu v krajinných typech povodí Vltavy. Ve výpočtu je brán v úvahu vliv oteplování

krajinný typ	podíl kolonizovaných čtverců (%)	pokryvnost olší v úsecích (%)	podíl čtverců s ekonomickými škodami (%)	škody/ kolonizovaný čtverec (Vyhláška MF; Kč)	škody/ kolonizovaný čtverec (nákladová metoda; Kč)
suchý	39,3	46,8	39,3	39756	63687
údolí	75,4	70,6	60	56289	95594
plošiny	85,4	65,6	71,8	58221	94982
pánve	85,7	75,4	64,3	62070	96779
vrchoviny	59,3	59,3	44,4	50890	84045
hory	39,5	61,5	28,9	53834	84490

Potenciální škody způsobené patogenem jsou v rámci jednotlivých krajinných typů velmi podobné a v úrovni poškození nebyly zjištěny žádné průkazné rozdíly (Kruskal-Wallisův test, $p > 0,05$). Škody v nejvíce poškozeném krajinném typu (pánevní) dosahují cca 1,6násobku škod v nejméně poškozeném krajinném typu suchém. Tento rozdíl ovšem dobře koresponduje s nižším výskytem olše ve čtvercích suchého krajinného typu a zejména pak se zjištěnou nižší pokryvností olše v břehových porostech v tomto typu krajiny. Rozdílnost výsledku ve srovnání s predikcí současného poškození (Černý et al. 2016b) lze nejspíše interpretovat tak, že ekologická nika patogenu je víceméně totožná s nikou hostitele a dnešní rozdíly v rozšíření patogenu a škodách jím způsobených v různých typech krajiny jsou ovlivněny jejich odlišnou invazibilitou a prostupností pro plíseň olšovou. Velmi pravděpodobně v tom hrají zásadní roli faktory prostředí jako je hustota říční sítě, členitost reliéfu, plocha zdrojové oblasti inokula aj. V budoucnu lze tedy jednoznačně očekávat další šíření patogenu do méně invazibilních oblastí (podhorské a horské oblasti), které dosud byly alespoň zčásti invaze uchráněny.

Model

Do výsledného modelu závislosti škod způsobených *P. alni* na testovaných charakteristikách čtverců byly na základě podrobné statistické analýzy dostupných dat vybrány následující vysvětlující proměnné: krajinný typ, průměrná roční teplota, nadmořská výška, plocha lesa a délka liniové vegetace. Byl vytvořen obecný lineární model (viz tab. 4), kde výše škod způsobených patogenem průkazně závisí na krajinném typu a klesá s nadmořskou výškou.

Tab. 4. Finální model analýzy závislosti výše škod způsobených *P. alni* na charakteristikách prostředí

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	343027.5	182730.8	1.877	0.0620 .
TYP_KRAJ_2	5888.1	7583.5	0.776	0.4384
TYP_KRAJ_3	16719.7	15344.9	1.090	0.2772
TYP_KRAJ_4	26647.7	14872.7	1.792	0.0747 .
TYP_KRAJ_5	-9208.8	10634.0	-0.866	0.3876
TYP_KRAJ_6	-33840.8	15401.7	-2.197	0.0292 *
TEMP_ann	-22092.8	18825.7	-1.174	0.2420
NADM_V	-219.9	105.6	-2.083	0.0386 *
LES_abs	-2343.7	2744.5	-0.854	0.3942
LIN_VEG	-853.7	486.6	-1.754	0.0810 .

Residual standard error: 43020 on 194 degrees of freedom
 Multiple R-squared: 0.08778, Adjusted R-squared: 0.04546
 F-statistic: 2.074 on 9 and 194 DF, p-value: 0.03357

Vliv teplot

V rámci modelu byl potvrzen vliv jak dlouhodobých průměrných ročních teplot, tak i dlouhodobých průměrných teplot lednových na rozsah škod (tab. 5). Veličiny nejsou vzájemně korelovány ($p > 0,05$). Průměrné roční teploty jsou spíše zodpovědné za rozsah poškození dřevin, zimní teploty pak ovlivňují přežívání. Vzhledem k tomu, že IPCC (2009) predikuje zvýšení teploty o 3,2 °C v tomto století, lze extrapolovat, že během příštího století může dojít k nárůstu poškození vlivem oteplování cca o 6,2 %. Předpokládaný nárůst škod jen v důsledku oteplování tak může na 100 m břehového porostu činit v průměru cca 3200,- Kč (podle oceňovací vyhlášky Ministerstva financí).

Tab. 5. Model pro podíl poškozených olší v lesních porostech (data LČR, s. p.; Romportl et al. 2015)

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	2.060587	4.302876	0.479	0.632269
NADM_VYSKA	-0.007122	0.004437	-1.605	0.109159
VEK	0.056822	0.025209	2.254	0.024711 *
PODIL_OL	0.041052	0.015933	2.577	0.010321 *
log(VYMER)	1.038197	0.688154	1.509	0.132135
ZASOBA	0.008035	0.002119	3.793	0.000171 ***
LinVEG	0.001865	0.000619	3.014	0.002737 **
TEMP_ann	0.871514	0.382109	2.281	0.023060 *
TEMP_Jan	1.067597	0.515469	2.071	0.038958 *

Residual standard error: 12.38 on 420 degrees of freedom
 Multiple R-squared: 0.2224, Adjusted R-squared: 0.2076
 F-statistic: 15.02 on 8 and 420 DF, p-value: < 2.2e-16

Predikce škod

Na základě vztahů zjištěných pomocí lineární regrese byla odvozena výše škod způsobených *P. alni* pro všechny čtverce v povodí Vltavy. Výsledné hodnoty pohybující se v intervalu od 0 do 133613 Kč a kategorizované do 5 tříd byly znázorněny v prezentovaném mapovém výstupu (Obr. 3), ze kterého je patrné prostorové rozšíření i četnost jednotlivých tříd výskytu *P. alni* a způsobených škod. Dílčím způsobem je ve srovnání s predikcí současných škod (Černý et al. 2016b) rovněž patrný posun do vyšších, chladnějších poloh.

Mezi více rizikové oblasti s vysokými dlouhodobými potenciálními škodami lze zahrnout (obr. 3):

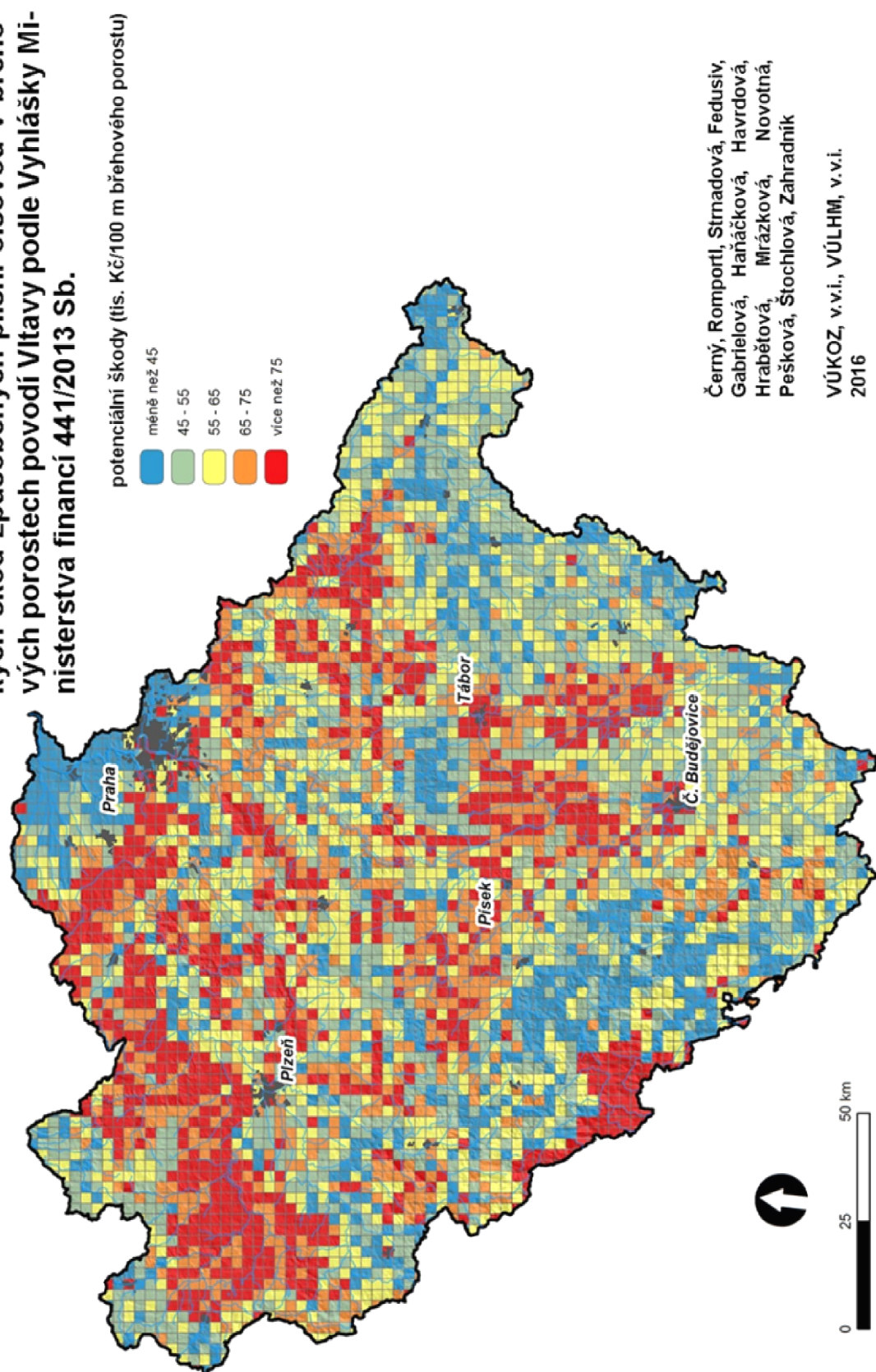
- jihočeské pánevní oblasti: Třeboňská a Českobudějovická pánev, Blatenská brázda a přilehlé nižší partie Táborské pahorkatiny
- pahorkatiny moldanubika: plošší útvary Benešovské pahorkatiny (Strančická, Jevanská Černokostecká pahorkatina na severovýchodě), Vlašimská pahorkatina (Jankovská pahorkatina, Blanická brázda, Mladovožická pahorkatina) a Želivská pahorkatina
- drobnější části členitějších pahorkatin bohemika: Vlastecká pahorkatina a okolí, Brdská vrchovina (jv. svahy Hřebenů a přilehlá část Brd až po Příbramskou brázdu), drobné části Švihovské vrchoviny (Rokycanská kotlina a navazující část Klabavské vrchoviny a okolí) část Blovické pahorkatiny a Chudenické vrchoviny
- plošně rozsáhlejší, vyšší části méně členitých partií bohemika: Loděnické a navazující Novostražské pahorkatiny, Rakovnické a Plaské pahorkatiny a přilehlé části Tepelské vrchoviny a Tachovská brázda
- Šumavské pláně s olší šedou

Mezi oblasti s relativně menšími škodami patří zejména

- Pražská plošina
- některé členitější partie Českomoravské vysočiny
- nejvyšší partie Jistebnické vrchoviny
- členité partie Šumavy, Šumavského podhůří a Novohradské hory
- nejvyšší partie Českého lesa (Čerchovský hřbet) a vyšší partie Tepelské vrchoviny
- Český kras a drobné členité či suché části bohemika

Obr. 3.: Mapa predikce budoucích potenciálních škod způsobených *P. alni* v břehových porostech povodí Vltavy. Ocenění škod dle Vyhlášky 441/2013 Sb., katalogů ÚRS Praha, a.s 800-1, 823-1 a ÚRS 823-2. Zohledněn vliv oteplování klimatu

Predikce potenciálních dlouhodobých ekonomických škod způsobených plísni olšovou v břehových porostech povodí Vltavy podle Vyhlášky Ministerstva financí 441/2013 Sb.



7. Závěr

Na základě terénního sběru dat ve 390 mapovaných čtvercích v oblasti povodí Vltavy a analýzy výskytu fytoftorové hniloby olší a ekonomické výše škod (spočtené podle Vyhlášky 441/2013 Sb.) provedené na základě dostupných ekologických a geostatistických dat, lze výsledky shrnout a interpretovat v hlavních bodech následovně:

- 1) Plíseň olšová byla nalezena v 69,8 % zkoumaných čtverců v povodí Vltavy.
- 2) Ekonomicky významné škody byly identifikovány v 80,1 % čtverců s výskytem patogenu.
- 3) Celkové průměrné škody podle Vyhlášky 441/2013 Sb. v porostu o délce 100 m činily 51,6 tis. Kč. – hodnota zahrnuje jak přímé škody na dřevinách (19,9 tis. Kč), tak i náklady na odstranění dřevní hmoty, výsadbu náhradních dřevin za odstraněné dřeviny a její zajištění (31,6 tis. Kč). Výše škod se liší pro jednotlivé krajinné typy – nejnižší škody lze čekat v krajinném typu suchém, nejvyšší pak v pánevním typu. Rozdíly ve škodách pak, na rozdíl od predikce recentních škod (Černý et al. 2016b), ovšem nejsou statisticky průkazné.
- 4) **Předpokládaný nárůst škod vlivem změny klimatu lze v tomto století odhadnout na 6,2 %, tzn. v průměru cca 3200,- Kč na 100 m břehového porostu (v souladu s Vyhláškou 441/2013 Sb.). Průměrné škody tak mohou dosáhnout výše 54,8 tis. Kč na 100 m břehového porostu. Rovněž je ve srovnání se současnou situací (Černý et al. 2016b) patrný posun patogenu do vyšších poloh.**
- 5) Po zohlednění vlivu oteplování (viz níže) lze škody odhadnout na 39,8 (suchý krajinný typ) až 62,1 tis. Kč (pánevni krajinný typ), v průměru pak 54,8 tis. Kč.
- 6) Byl vytvořen model částečně vysvětlující výši škod spočtených podle Vyhlášky 441/2013 Sb. v oblasti povodí Vltavy, do kterého byly zahrnuty proměnné krajinný typ, nadmořská výška a další. S výši škod byly dále průkazně korelovány faktory vertikální heterogenita (negativně) a hustota vodních toků (pozitivně).
- 7) Nejvyšší potenciální dopad *P. alni* lze do budoucna predikovat v pánevních typech krajiny (např. v jihočeských pánvích), v plošších částech pahorkatin a vrchovin (typicky např. Plaská, Rakovnická nebo Želivská pahorkatina) s vyšší četností drobnějších toků, s vyšším podílem olší v břehových porostech a na Šumavských pláních.
- 8) Nejnížší škody jsou predikovány pro Pražskou tabuli a některé vyšší či členité partie vrchovin a zejména pohoří (typicky např. Šumava a její podhůří).
- 9) Byly zjištěny zásadní rozdíly mezi predikcí potenciálních současných škod (Černý et al. 2016b) a škod budoucích. Jako hlavní příčiny lze označit:
 - a. širokou ekologickou valenci *P. alni* kopírující niku svých hlavních hostitelů
 - b. ztíženou prostupnost krajiny pro patogen a odlišnou invazibilitu různých krajinných typů, která je dána mj. hustotou vodní sítě a členitostí krajiny
- 10) Do budoucna (v řádu desetiletí) lze očekávat, že se *P. alni* bude dál šířit v krajinně povodí Vltavy a bude pronikat dále do méně dostupných oblastí a tam způsobovat další, a vzhledem k vyššímu zastoupení olší v břehových porostech i potenciálně vyšší škody. Vysoké škody bude možno čekat ve všech břehových porostech s vysokým podílem olše.

8. Literatura

- Anonymus (2014): Zemní práce: 800-1. Vyd. ÚRS Praha, Praha, 183 s.
- Anonymus (2014): Plochy a úprava území: 823-1; Rekultivace: 823-2. Vyd. ÚRS Praha, Praha, 225 s.
- Aguayo J., Elegbede F., Husson C., Saintonge F.-X., Marçais B. (2014): Modeling climate impact on an emerging disease, the *Phytophthora alni*-induced alder decline. *Globa Change Biology*, 20:3209–3221.
- Bjelke U., Boberg J., Oliva J., Tattersdill K., McKie B. (2016): Dieback of riparian alder caused by the *Phytophthora alni* complex: projected consequences for stream ecosystems . *Freshwater Biology* 61:565–579.
- Brasier C. M. (2008): The biosecurity threat to the UK and global environment from international trade in plants. *Plant Pathology*, 57:792–808.
- Brasier C. M., Kirk S. A., Delcan J., Cooke D. E., Jung T., Man In't Veld W. A. (2004): *Phytophthora alni* sp. nov. and its variants: designation of emerging heteroploid hybrid pathogens spreading on *Alnus* trees. *Mycological Research*, 108:1172–1184.
- Bulíř P. (2013): Metodika oceňování okrasných rostlin na trvalém stanovišti. Vyd. VÚKOZ, v.v.i., Průhonice, 197 s.
- Cerny K., Gregorova B., Strnadova V., Holub V., Tomsofsky M., Cervenka M. (2008) *Phytophthora alni* causing the decline of black and gray alders in the Czech Republic. *Plant Pathology*, 57:370.
- Černý K., Strnadová V. (2010) *Phytophthora* Alder Decline: Disease Symptoms, Causal Agent and its Distribution in the Czech Republic. *Plant Protection Science*, 46: 12–18.
- Černý K., Strnadová V. (2011) Onemocnění olší způsobené druhem *Phytophthora alni* Brasier & S.A. Kirk – management napadených porostů. Certifikovaná metodika 5/2011-056. VaV SP-2d1/36/07. Certifikace 30.4.2012 MŽP (čj. 31987/ENV/12, 1998/610/12). VÚKOZ, v.v.i., Průhonice, 31 s.
- Černý K., Strnadová V. (2012): Winter Survival of *Phytophthora alni* subsp. *alni* in Aerial Tissues of Black Alder. *Journal of Forest Science*, 58:328–336.
- Černý K., Filipová N., Strnadová V. (2012a): Influence of low temperature and frost duration on *Phytophthora alni* subsp. *alni* viability. *Forest Systems*, 21:337–342.
- Černý K., et al. (2012b): Ekonomické aspekty invaze *Phytophthora alni* v průběhu klimatické změny Roční zpráva za rok 2012 o postupu prací na projektu QJ1220219. Msc. Depon. in MZe. 17 s.
- Černý K., Strnadová V., Romportl D., Mrázková M., Havrdová L., Hrabětová M, Modlinger R., Pešková V. (2015a) Factors affecting *Phytophthora alni* distribution in State Forests of the Czech Republic. In: Sutton W., Reeser P.W., Hansen E.M., (tech coords.) Proceedings of the 7th meeting of the International Union of Forest Research Organization (IUFRO) Working Party S07.02.09: *Phytophthoras* in forests and natural ecosystems, 121–123.
- Černý K., et al. (2015b): Ekonomické aspekty invaze *Phytophthora alni* v průběhu klimatické změny. Roční zpráva za rok 2014 o postupu prací na projektu QJ1220219, Msc. Depon. in MZe, 26 s.

- Černý K., Romportl D., Strnadová V., Fedusiv L., Gabrielová Š., Haňáčková Z., Havrdová L., Hrabětová M., Mrázková M., Novotná K., Pešková V., Štochlová P., Zahradník D. (2016a): Hodnocení a predikce současných ekonomických škod způsobených plísní olšovou v břehových porostech povodí Vltavy s využitím nákladové metody. Specializovaná mapa s odborným obsahem. QJ1220219. Certifikace 24.5.2016, MZe (31392/2016-MZE-16222/MAPA650). 16 s.
- Černý K., Romportl D., Strnadová V., Fedusiv L., Gabrielová Š., Haňáčková Z., Havrdová L., Hrabětová M., Mrázková M., Novotná K., Pešková V., Štochlová P., Zahradník D. (2016b): Hodnocení a predikce současných ekonomických škod způsobených plísní olšovou v břehových porostech povodí Vltavy podle Vyhlášky Ministerstva financí 441/2013 Sb. Specializovaná mapa s odborným obsahem. QJ1220219. Certifikace 24.5.2016, MZe (31398/2016-MZE-16222/MAPA651). 16 s.
- Černý K., Strnadová V., Fedusiv L., Gabrielová Š., Haňáčková Z., Havrdová L., Hrabětová M., Mrázková M., Novotná K., Pešková V., Štochlová P., Romportl D. (2016c): Ekonomické škody způsobené plísní olšovou v břehových porostech vodních toků a nádrží s dominantní olší v modelové oblasti povodí Vltavy. Předběžné výsledky. Vodní hospodářství, vodnihospodarstvi.cz/ekonomicke-skody-zpusobene-plisni-olsovou/.
- Havrdová L., Zahradník D., Černý K., Chumanová E., Romportl D., Pešková V. (2016): Mapa potenciálního poškození lesních porostů ČR nekrozou jasanu. Specializovaná mapa s odborným obsahem. QJ1220219. V certifikačním řízení, MZe. 43 s.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2007): Climate change 2007: the physical science basis. In: Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K.B., Tignor M., Miller H.L. (eds): Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, New York, Cambridge University Press: 996.
- Jung T., Blaschke M. (2004): Phytophthora root and collar rot of alders in Bavaria: distribution, modes of spread and possible management strategies. Plant Pathology, 53: 197–208.
- R Core Team (2014): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <http://www.R-project.org/>.
- Redondo M., Boberg J., Olsson C., Oliva J. (2015): Winter conditions correlate with Phytophthora alni 3 subspecies distribution in Southern Sweden. Phytopathology, 105:1191–1197.
- Romportl D., Chumanová E., Černý K., Havrdová L., Pešková V., Strnadová V. (2015): Mapa potenciálního rizika výskytu a škod způsobených Phytophthora xalni v lesních porostech ČR Specializovaná mapa s odborným obsahem. QJ1220219. Certifikace 8.12.2015 MZe (č.j. 66448/2015-MZE-16222/MAPA627). 16 p.
- Romportl D., Chumanová E., Havrdová L., Pešková V., Černý K. (2016): Potential Risk of Occurrence and Impact of *Phytophthora alni* in Forests of the Czech Republic. J. Maps, DOI: 10.1080/17445647.2016.1198996
- Strnadová V. (2013): Technický stav břehových porostů. In: Baroš. A. [ed.]: Břehové porosty vodních toků. Sborník konference Břehové porosty vodních toků, Průhonice, 2013, 51–55.

9. Seznam odborných podkladů, které předcházely vypracování mapy

- Romportl D., Chumanová E., Havrdová L., Pešková V., Černý K. (2016): Potential Risk of Occurrence and Impact of *Phytophthora alni* in Forests of the Czech Republic. J. Maps , DOI: 110.1080/17445647.2016.1198996
- Černý K., Strnadová V., Fedusiv L., Gabrielová Š., Haňáčková Z., Havrdová L., Hrabětová M., Mrázková M., Novotná K., Pešková V., Štochlová P., Romportl D. (2016): Ekonomické škody způsobené plísní olšovou v břehových porostech vodních toků a nádrží s dominantní olší v modelové oblasti povodí Vltavy. Předběžné výsledky. Vodní hospodářství, vodnihospodarstvi.cz/ekonomicke-skody-zpusobene-plisni-olšovou/.
- Černý K., Romportl D., Strnadová V., Fedusiv L., Gabrielová Š., Haňáčková Z., Havrdová L., Hrabětová M., Mrázková M., Novotná K., Pešková V., Štochlová P., Zahradník D. (2016): Hodnocení a predikce současných ekonomických škod způsobených plísní olšovou v břehových porostech povodí Vltavy podle Vyhlášky Ministerstva financí 441/2013 Sb. Specializovaná mapa s odborným obsahem. QJ1220219. Certifikace 24.5.2016, MZe (31398/2016-MZE-16222/MAPA651). 16 s.
- Černý K., Romportl D., Strnadová V., Fedusiv L., Gabrielová Š., Haňáčková Z., Havrdová L., Hrabětová M., Mrázková M., Novotná K., Pešková V., Štochlová P., Zahradník D. (2016): Hodnocení a predikce současných ekonomických škod způsobených plísní olšovou v břehových porostech povodí Vltavy s využitím nákladové metody. Specializovaná mapa s odborným obsahem. QJ1220219. Certifikace 24.5.2016, MZe (31392/2016-MZE-16222/MAPA650). 16 s.
- Štochlová P., Novotná K., Černý K. (2016): Variation in *Alnus glutinosa* susceptibility to *Phytophthora ×alni* infection and its geographic pattern in the Czech Republic. Forest Pathology, 46:3–10.
- Romportl D., Chumanová E., Černý K., Havrdová L., Pešková V., Strnadová V. (2015): Mapa potenciálního rizika výskytu a škod způsobených *Phytophthora ×alni* v lesních porostech ČR Specializovaná mapa s odborným obsahem. QJ1220219. Certifikace 8.12.2015 MZe (č.j. 66448/2015-MZE-16222/MAPA627). 16 p.
- Černý K., Modlinger R., Pešková V. (2015): Rozšíření fytoftorového onemocnění olší v lesních porostech ČR – předběžné výsledky. Zprávy Lesnického Výzkumu, 60:201–211.
- Černý K., Filipová N., Strnadová V. (2015): Climate change can affect the impact of *Phytophthora alni* subsp. *alni* In: Sutton W., Reeser P.W., Hansen E.M., (tech coords.) Proceedings of the 7th meeting of the International Union of Forest Research Organization (IUFRO) Working Party S07.02.09: Phytophthoras in forests and natural ecosystems, 115-117.
- Černý K., Strnadová V., Fedusiv L., Gabrielová Š., Haňáčková Z., Havrdová L., Hejná M., Mrázková M., Novotná K., Pešková V., Štochlová P., Romportl D. (2015): Economical losses caused by *Phytophthora alni* in riparian stands. Typological study of Vltava River basin (Czech Republic), 118–120. In: Sutton W., Reeser P.W., Hansen E.M., (tech coords.) Proceedings of the 7th meeting of the International Union of Forest Research Organization (IUFRO) Working Party S07.02.09: Phytophthoras in forests and natural ecosystems, 118–120.
- Černý K., Strnadová V., Romportl D., Mrázková M., Havrdová L., Hrabětová M., Modlinger R., Pešková V. (2015): Factors affecting *Phytophthora alni* distribution in State Forests of the Czech Republic. In: Sutton W., Reeser P.W., Hansen E.M., (tech coords.) Proceedings of the 7th meeting of the International Union of Forest Research Organization (IUFRO) Working Party S07.02.09: Phytophthoras in forests and natural ecosystems, 121–123.

- Tomšovský M., Štěpánková P., Strnadová V., Hanáček P., Černý K. (2015): Identification of *Phytophthora alni* subspecies in riparian stands in the Czech Republic. In: Sutton W., Reeser P.W., Hansen E.M., (tech coords.) Proceedings of the 7th meeting of the International Union of Forest Research Organization (IUFRO) Working Party S07.02.09: Phytophthoras in forests and natural ecosystems, 183.
- Černý K., Mrázková M., Hrabětová M., Strnadová V., Romportl D., Havrdová L., Haňáčková Z., Novotná K., Štochlová P., Loskotová T., Pešková V. (2015): Invaze houbových patogenů – riziko pro lesní hospodaření v ČR? In: Invazní škodlivé organismy v lesích ČR. Sborník příspěvků, ČLS, Praha. 31–45.
- Černý K., et al. (2014): Ekonomické aspekty invaze *Phytophthora alni* v průběhu klimatické změny. Roční zpráva o postupu prací na projektu 2014 QJ1220219 29 s.
- Černý K., Strnadová V., Pešková V. (2013): *Phytophthora alni* Brasier et S.A. Kirk. Plíseň olšová. Lesnická práce 92, Příloha, 4 p.
- Černý K., Strnadová V., Romportl D. (2013): Landscape typology of Vltava River Basin and impact of *Phytophthora alni* subsp. *alni* invasion. In: Lebeda A., Burdon J.J. (eds.): 1st. International Conference Wild Plant Pathosystems. Conference Proceedings. 2.-5.7. 2013. UPOL, Olomouc. 85–86.
- Strnadová V. (2013): Technický stav břehových porostů. In: Baroš. A. [ed.]: Břehové porosty vodních toků. Sborník konference Břehové porosty vodních toků, Průhonice, 51–55.
- Štěpánková P., Černý K., Strnadová V., Hanáček P., Tomšovský M. (2013): Identification of *Phytophthora alni* subspecies and their distribution in river system in the Czech Republic. Plant Protection Science, 49, Special Issue: S3–S10.
- Černý K., Filipová N., Strnadová V. (2012): Influence of low temperature and frost duration on *Phytophthora alni* subsp. *alni* viability. Forest Systems, 21:337–342.
- Černý K., Strnadová V. (2012): Winter Survival of *Phytophthora alni* subsp. *alni* in Aerial Tissues of Black Alder. Journal of Forest Science 58: 328–336.
- Štochlová P., Kozlíková K., Černý K. (2012): Factors affecting *Phytophthora alni* subsp. *alni* infection development in black alder segments. Journal of Forest Science, 58:123–130.
- Černý K. (2011): Nebezpečné patogeny lesních dřevin *Phytophthora alni* a *Chalara fraxinea*: rozšíření, význam a možná rizika vyplývající z jejich zdomácnění. Zpravodaj Ochrany Lesa, 15:71–75.
- Černý K., Strnadová V. (2011): Onemocnění olší způsobené druhem *Phytophthora alni* Brasier & S.A. Kirk – management napadených porostů. Certifikovaná metodika 5/2011-056. VaV SP-2d1/36/07. Certifikace 30.4.2012 MŽP (čj. 31987/ENV/12, 1998/610/12). VÚKOZ, v.v.i., Průhonice, 31 s.
- Černý K., Strnadová V., Hrubá T. (2010): Rozšíření fytoftorového onemocnění olší v České republice. Specializovaná mapa s odborným obsahem. NAZV QI 92A207. Certifikace 18.3.2011 MZe (č.j. 54683/2011-MZE). 4 p.
- Černý K., Strnadová V. (2010): *Phytophthora* Alder Decline: Disease Symptoms, Causal Agent and its Distribution in the Czech Republic. Plant Protection Science, 46:12–18.
- Strnadová V., Černý K., Holub V., Gregorová B. (2010): The effects of flooding and *Phytophthora alni* infection on black alder. Journal of Forestry Science, 56:41–46.

- Černý, K., Strnadová, V., Gregorová, B., Mrázková, M. (2010): Onemocnění olší způsobené druhem *Phytophthora alni* Brasier & S.A. Kirk – identifikace choroby, odběr vzorků. Certifikovaná metodika 4/2011-056. VaV SP-2d1/36/07. Certifikace 1.2.2011 MŽP (čj. 6405/ENVV/11, 110565/ENV/10). VÚKOZ, v.v.i., Průhonice, 26 s.
- Cerny K., Gregorova B., Strnadova V., Holub V., Tomsofsky M., Cervenka M. (2008): *Phytophthora alni* causing the decline of black and gray alders in the Czech Republic. Plant Pathology 57: 370
- Černý K., Strnadová V., Gregorová B., Holub V., Gabrielová Š. (2008) Nový invazní patogen *Phytophthora alni* a epidemické chřadnutí břehových porostů olší v ČR. Ochrana Přírody, 63:6–9.
- Strnadová V., Černý K., Gabrielová Š. (2008): *Phytophthora alni* a povodně – dva hlavní faktory zodpovědné za chřadnutí olší v ČR. Lesnická Práce, 87:20–21.
- Strnadová V., Černý K. (2007) Současné poškození břehových porostů olší z pohledu ochrany krajiny. In: Dreslerová et Packová /ed./ Ohrožené dřeviny České republiky, Geobiocenologické spisy, 12:180–183.
- Strnadová V., Brejchová P., Černý K. (2007): Olše lepkavá, *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. a její chřadnutí na modelovém příkladu břehových porostů řeky Lomnice. Acta Pruhoniana, 86:15–38.

Poděkování

Poděkování patří Ing. Pavlu Kolaříkovi (ÚHÚL) a Ing. Janu Valentovi Ph.D. (LČR, s.p.; Datový podklad LČR, s.p.) za spolupráci ohledně poskytnutí a přípravu vybraných geostatistických dat. Práce byla podpořena grantem Ministerstva zemědělství ČR NAZV č. QJ1220219.