

Invazní patogeny dřevin v ČR, jejich naturalizace a předpokládaný dopad v krajině

E. CHUMANOVÁ, Z. HAŇÁČKOVÁ, L. HAVRDOVÁ,
V. ZÝKA, T. BRESTOVANSKÁ, D. ROMPORTL, D.
ŽAHRADNÍK & K. ČERNÝ

Oddělení biologických rizik, Výzkumný ústav Silva Taroucy
pro krajinu a okrasné zahradnictví, Průhonice

Eva.Chumanova@vukoz.cz

Tato studie byla podpořena Technologickou agenturou ČR
[TH03030306].



Úvod

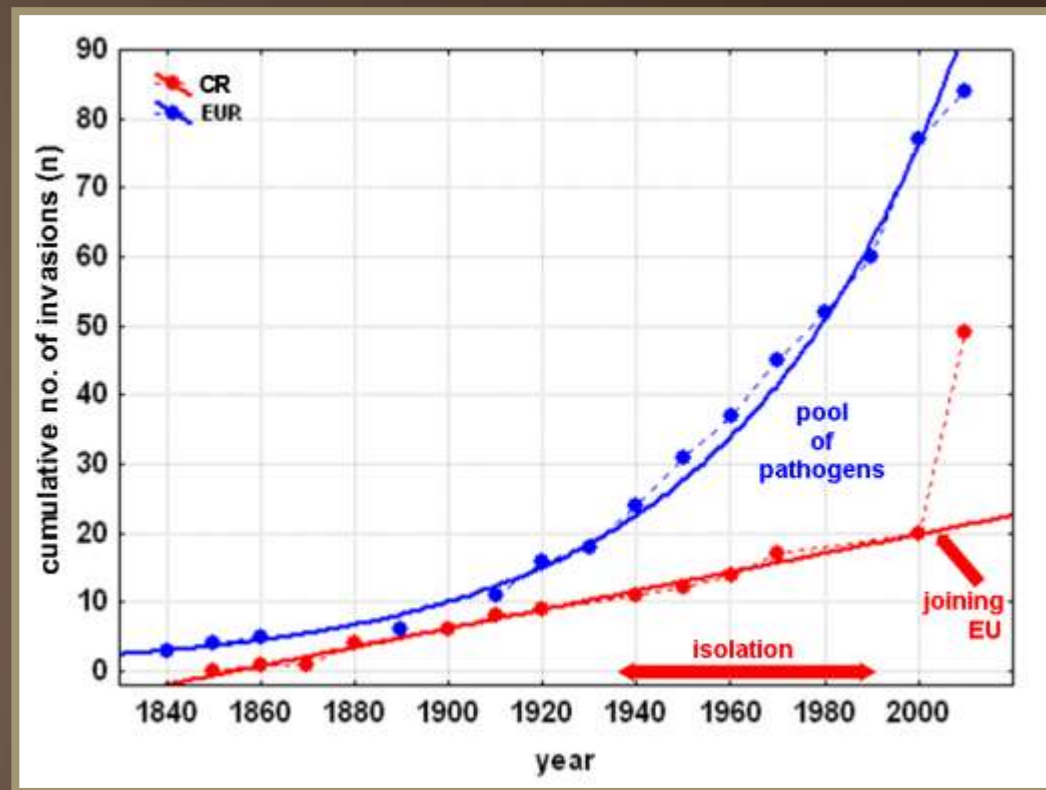
Invazní houbové patogeny dřevin

- ▶ dosud často opomíjená skupina invazních organizmů, avšak s vysokou invazivitou a potenciálně závažným dopadem na přírodní prostředí i krajinu jako celek
- ▶ významní činitelé zásadně ovlivňující lesní ekosystémy a další porosty dřevin v krajině např. břehové
- ▶ negativní vliv na dřeviny v člověkem vytvořených, pozměněných i přírodních ekosystémech
- ▶ závažné riziko pro biodiverzitu a ekosystémové funkce
- ▶ ekologické a ekonomické problémy v různých částech světa
- ▶ jedna z největších současných výzev pro udržitelné využívání krajiny, lesnictví, péči o krajinu a ochranu přírody a krajiny; v našich podmínkách srovnatelná s takovými fenomény jako jsou sucho či kůrovec.



Vývoj v Evropě a v ČR

- ▶ První nepůvodní patogeny dřevin byly v Evropě zachyceny v 19. století a nárůst jejich počtu byl po dlouhou dobu lineární.
- ▶ K výraznějšímu zrychlení došlo až v 2. pol. 20. stol. v důsledku rozvoje techniky, dopravních možností, stále se zvyšující intenzity mezinárodního obchodu a globalizace a klimatické změny.
- ▶ Postupně nabylo tempo růstu nově zavlečených druhů exponenciální charakter, jenž trvá dosud.
- ▶ V ČR bylo dosud identifikováno více než 90 druhů, z nichž zhruba 10 % je potenciálně schopno zásadním způsobem poškozovat porosty a populace svých hostitelů a trvale měnit charakter, strukturu a fungování invadovaných ekosystémů.



Vývoj počtu introdukcí

Porovnání EU a ČR (dataset Santini et al. 2013)

- ▶ rozdílný průběh křivek
- ▶ závislost na socioekonomickém vývoji

Cíle

aneb jak chceme přispět k řešení problematiky v ČR

1. vypracovat aktuální **přehled invazních** nepůvodních **patogenů** dřevin ČR: druhy, které se již na území ČR vyskytují + významné potenciálně velmi nebezpečné druhy, jejichž rozšíření na území ČR v blízké budoucnosti hrozí
2. vybrat **klíčové druhy** invazních nepůvodních patogenů dřevin s **největším** předpokládaným **impaktem** na přírodní prostředí ČR
3. vytvořit **mapový atlas** jejich potenciální **distribuce** a impaktu na lesní ekosystémy v ČR
4. vypracovat **metodiku** obsahující **detekci** těchto organismů a **návrh** vhodných mitigačních a adaptačních **opatření**
5. navázat užší spolupráci s institucemi z oboru **lesnictví** a **ochrany přírody a krajiny**, intenzivně **prezentovat** danou **problematiku** a naše **výsledky** a jejich **možné aplikace** v těchto oborech



Výsledky 1

Přehled invazních nepůvodních patogenů dřevin ČR

- ▶ **97** druhů, které se již na území ČR **vyskytují**
- ▶ **6** významných potenciálně velmi **nebezpečných** druhů, jejichž **rozšíření** na území ČR v blízké budoucnosti **hrozí** (*Phytophthora kernoviae*, *Phytophthora lateralis*, *Ceratocystis platani*, *Diaporthe vaccinii*, *Gibberella circinata*, *Neonectria neomacrospora*)

	Taxon	rok zjištění (publikace)	zdroj	status	výskyt (DAISIE)	invazní status	význam
1	<i>Apiognomonia errabunda</i> (Roberge ex Desm.) Höhn. (1918)	1974	Svrček, 1974	kryptogenní	hojný	naturalizovaný	2
2	<i>Apiognomonia veneta</i> (Sacc. & Speg.) Höhn. (1920)	1906	Národní muzeum	nepůvodní	hojný	naturalizovaný	2
3	<i>Blumeriella jaapii</i> (Rehm) Arx (1961)	1873	Národní muzeum	nepůvodní	běžný	naturalizovaný	2
4	<i>Ceratocystis laricicola</i> Redfern & Minter (1987)	2006	Novotný 2010	kryptogenní	ojedinělý	šířící se?	3
5	<i>Coccinonectria pachysandricola</i> (B.O. Dodge) L. Lombard & Crous (2015)	2002	Šafránková 2005	nepůvodní	hojný?	naturalizovaný	2
6	<i>Cronartium ribicola</i> J.C. Fisch. (1872)	1896	Národní muzeum	nepůvodní	běžný	naturalizovaný	3
7	<i>Cryphonectria parasitica</i> (Murrill) M.E. Barr (1978)	2002	Jankovský et al. 2004	nepůvodní	vzácný	eradikován	4

Význam: 1 = **nevýznamný** (způsobuje minimální poškození, neovlivňující významně odrůstání, fyziologický stav, atp.),
2 = **méně významný** (může zkomplikovat odrůstání, v nepříznivých sezónách či lokalitách snížit přírůstek hmoty apod.),
3 = **významný** (odumření dospělých jedinců a jejich skupin, případně zásadní poškození),
4 = **kriticky významný** (plošné odumírání porostů)

Invazní patogeny dřevin v ČR, jejich naturalizace a předpokládaný dopad v krajině *Chumanová et al.*

Výsledky 2

Výběr klíčových druhů s největším předpokládaným impaktem na přírodní prostředí ČR

1. *Cryptostroma corticale*
2. *Eutypella parasitica* (rakovina kmenů javorů)
3. *Glomerella cingulata*
4. *Hymenoscyphus fraxineus* (nekróza jasanů)
5. *Melampsoridium hiratsukanum*
6. *Mycosphaerella pini*
7. *Ophiostoma novo-ulmi* (grafióza jilmů)
8. *Phytophthora ×alni* (hniloba kořenů olší)
9. *Phytophthora cinnamomi*
10. *Phytophthora plurivora*
11. *Phytophthora ramorum*



Cíl 3

Predikční modely a mapy příznivosti prostředí pro klíčové patogeny, jejich potenciálního rozšíření nebo rizika ohrožení a poškození lesů a krajiny těmito patogeny pro území ČR

Metodika

Geografické informační systémy (GIS)



Modely rozšíření druhů (SDM)

2 různé přístupy prediktivního modelování:

statistické – pokud jsou k dispozici data o výskytu daného druhu patogenu na území ČR

- určení vztahu patogenu k vybraným prediktorům pomocí statistických metod + interpolace zjištěných vztahů do nestudovaného území

expertní – pokud nejsou k dispozici data o výskytu daného druhu patogenu na území ČR

- k určení vztahu patogenu k vybraným prediktorům se používají data a zjištění z již provedených průzkumů (kvalitativní nebo kvantitativní popisy z dostupné literatury) spolu s názory odborníků

Statistické modelování

predikční modely a mapy pro druh *Hymenoscyphus fraxineus*, původce nekrózy jasanů

Rozsáhlý terénní průzkum

1169 lesních porostů

4 úrovně poškození porostu

hodnoceno na základě průměrného prosychání koruny nejméně 20 jasanů rovnoměrně rozmístěných v porostu:

- ▶ **mírné** ($\leq 10\%$)
- ▶ **střední** (11–25 %)
- ▶ **výrazné** (26–50 %)
- ▶ **velmi výrazné** (51–100 %)

mírné



střední



výrazné



velmi výrazné



velmi výrazné



Statistické modelování

predikční modely a mapy pro druh *Hymenoscyphus fraxineus*, původce nekrózy jasanů

Regresní modely
ordinální logistická regrese

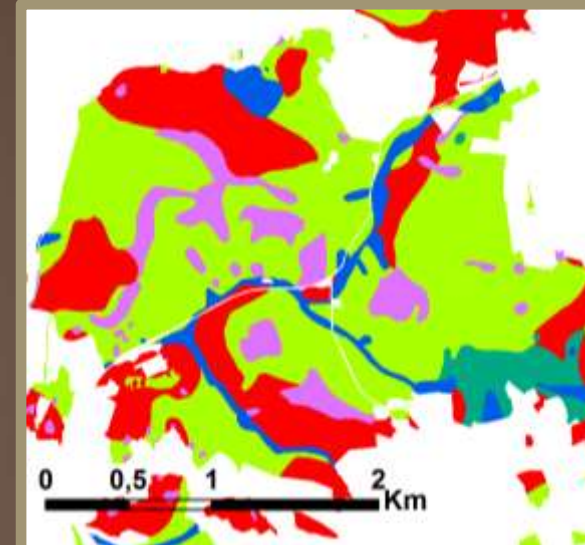
Závislá proměnná: míra poškození porostu

Prediktory:

Environmentální	Porostní
Ekologická řada	Výška porostu —
Nadmořská výška —	Zakmenění +
Sklonitost —	Vzdálenost k nejbližšímu porostu s jasanem —
Zastoupení lesů v 50m obalové zóně +	Zastoupení porostů s jasanem v 50m obalové zóně (%) +
Srážky +	
Tvar reliéfu	

— negativní korelace

+ pozitivní korelace



nelesní půda

Ekologické řady

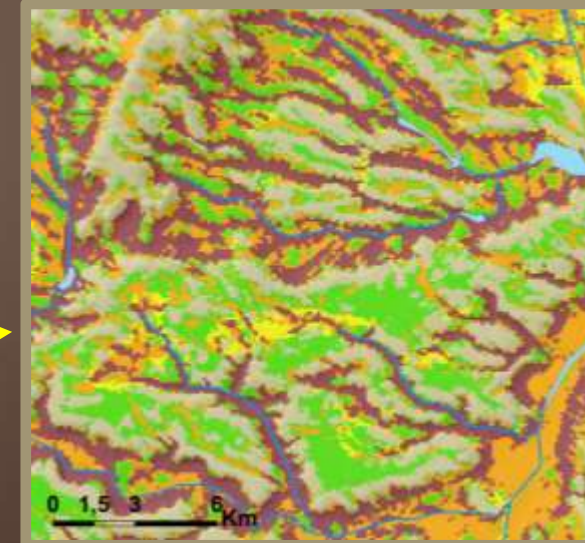
kyselá a extrémní

živná

obohacená humusem

obohacená vodou

oglejená a podmáčená



Tvary reliéfu

hluboko zaříznutá údolí a kaňony

mělká údolí

plošiny

otevřené svahy

vrcholy a hřebety

Statistické modelování

predikční modely a mapy pro druh *Hymenoscyphus fraxineus*, původce nekrózy jasanů



Výstupy z modelování

- ▶ 2 modely a predikční mapy

Model příznivosti prostředí pro patogen

- ▶ hodnocení relativní náchylnosti stanoviště k rozvoji choroby nezávislé na současných porostních charakteristikách

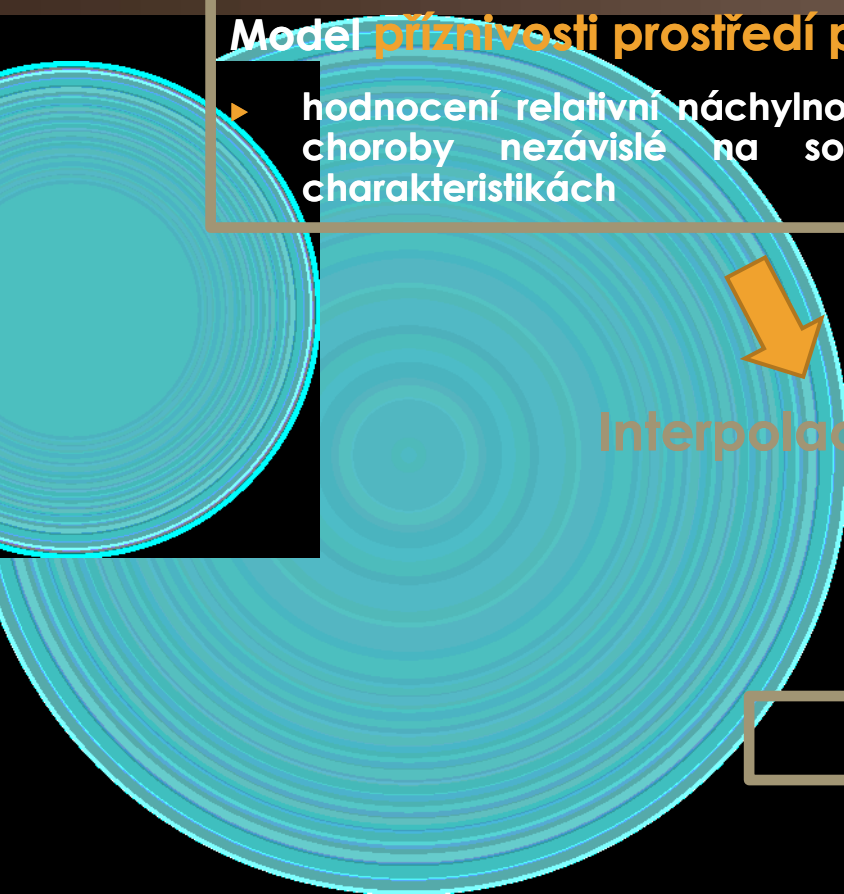
Model současného poškození porostů nekrózou jasanu

- ▶ závislost rozsahu poškození na porostních a environmentálních charakteristikách lesních porostů a jejich okolí

Interpolace do nehodnocených lesních porostů

Vizualizace predikcí v GIS

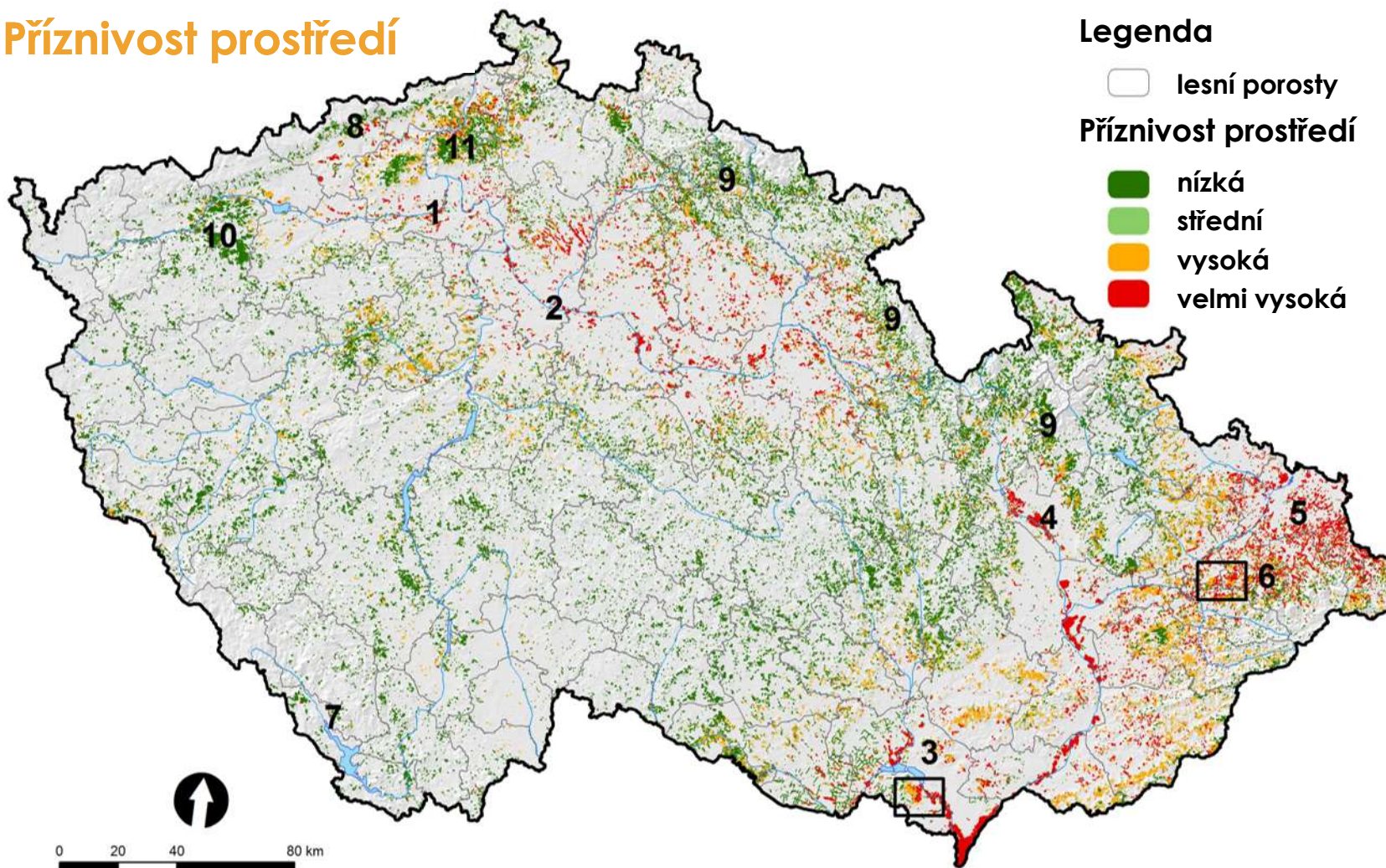
Výsledné predikční mapy



Výsledky 3a

predikční mapa příznivosti prostředí pro rozvoj nekrózy jasanů

Příznivost prostředí



Nejvíce ohrožené oblasti

- **úrodné nížiny podél velkých řek:** Ohře (1), Labe (2), Dyje (3), Morava (4)
- **vlhké oblasti při hranicích s Polskem a Slovenskem:** východní Slezsko (5), Beskydy (6)

Nejnižší riziko poškození

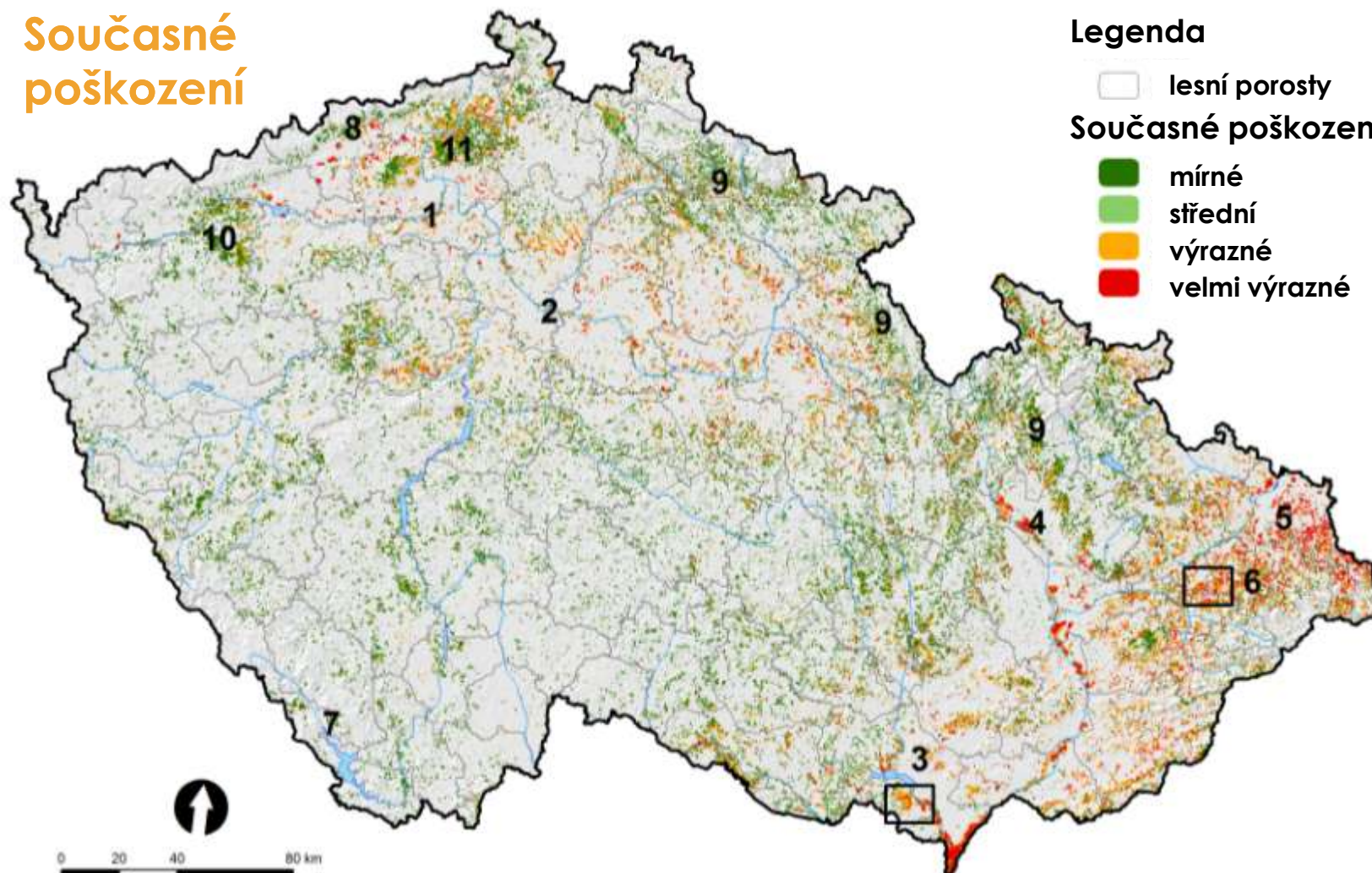
- **výše položené oblasti Českého masivu s nižšími srážkami a chudými kyselými půdami**

Šumava (7), Krušné hory (8) a Sudetská pohoří (9)
Doupovské hory (10), České středohoří (11)

Výsledky 3a

predikční mapa současné míry poškození lesních porostů nektrózou jasanů

Současné poškození



Současné poškození:

- ▶ mírné: **41 %** lesních porostů
- ▶ střední: **12 %**
- ▶ výrazné: **26%**
- ▶ velmi výrazné: **21%**

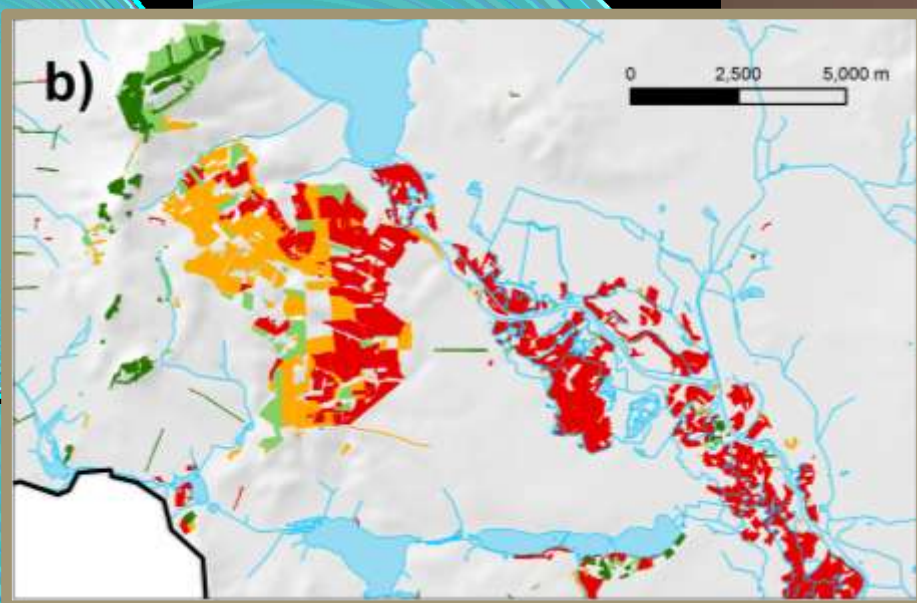
Vyšší lokální variabilita

- ▶ způsobená rozdíly v porostních charakteristikách (výška porostu) a izolovaností porostu od ostatních porostů s jasanem

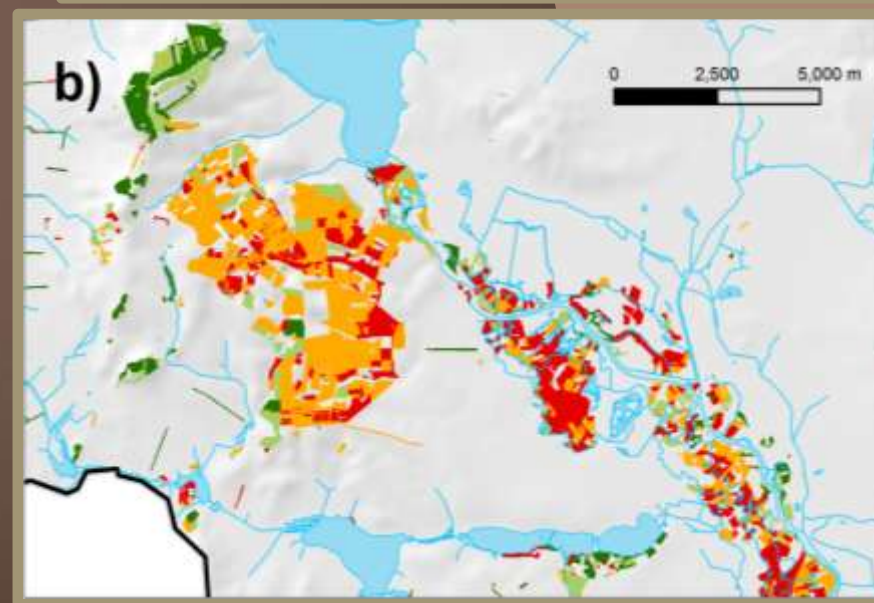
Predikční modely a mapy pro druh *Hymenoscyphus fraxineus*

Rozdíly mezi mapami

- ▶ na příkladu krajiny jižní Moravy mezi Pavlovskými kopci a údolím řeky Dyje



Příznivost prostředí pro patogen a rozvoj choroby
environmentální prediktory



Současné poškození porostů
environmentální + porostní prediktory

Predikční modely a mapy pro druh *Hymenoscyphus fraxineus*

Aplikace map v ochraně přírody

Evropsky významné lokality (EVL)

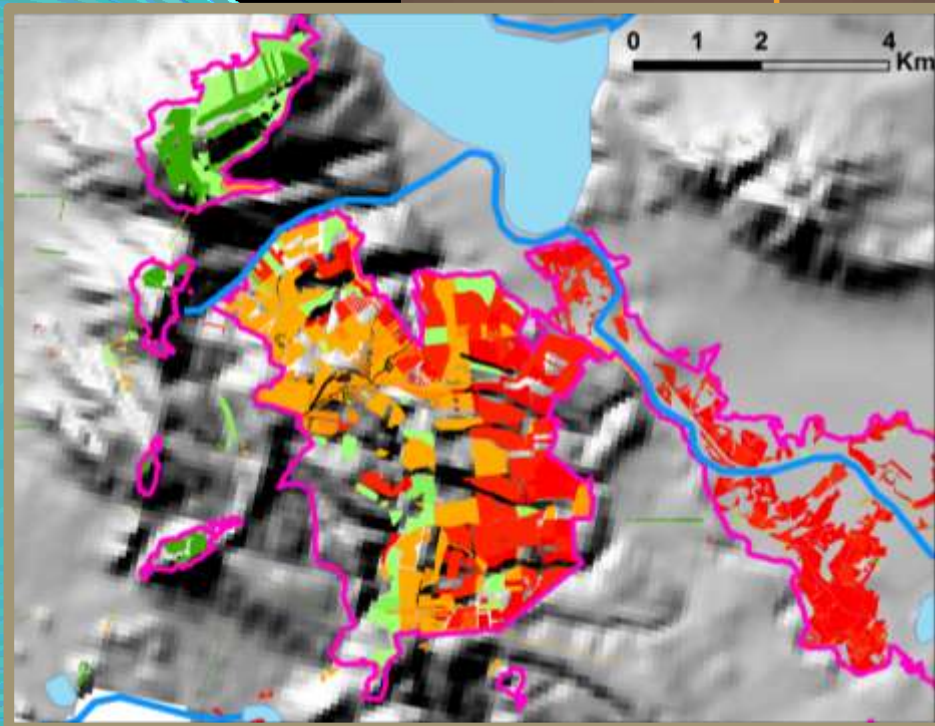
chráněné v rámci soustavy NATURA2000 podle SMĚRNICE RADY 92/43/EHS o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin

EVL Děvín
nízká-střední
příznivost prostředí
pro rozvoj choroby

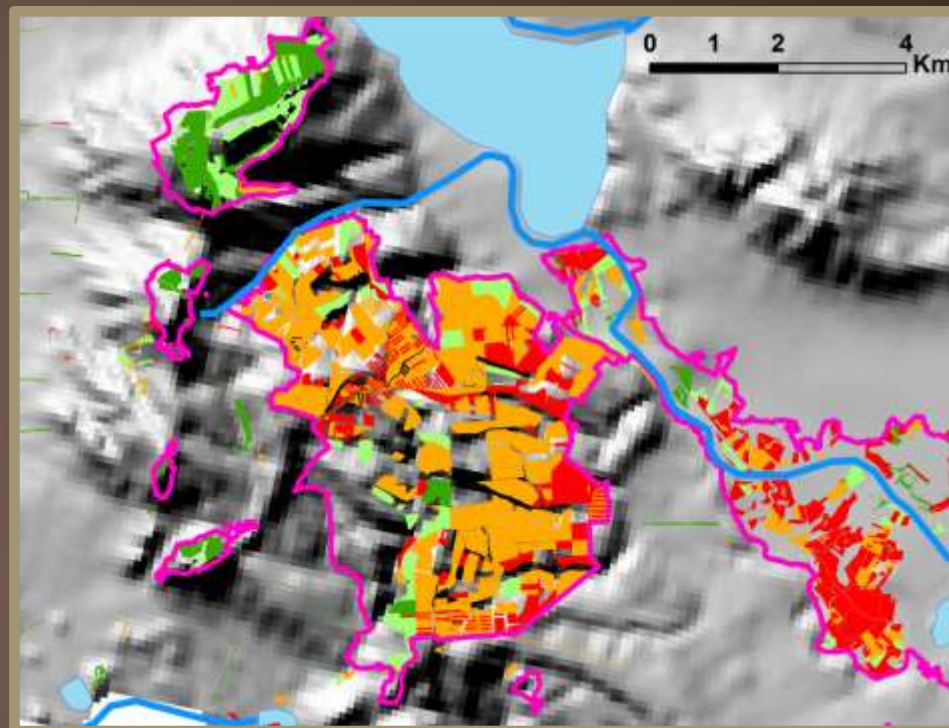
EVL Milovický les
Z: střední-vysoká
V: velmi vysoká

EVL Niva Dyje
velmi vysoká
příznivost prostředí

Příznivost prostředí



Současné poškození



EVL Niva Dyje
velmi vysoká příznivost prostředí
variabilní současné poškození

rozdílný současný management pro jednotlivé porosty

Expertní modelování

predikční model a mapa pro druh *Phytophthora cinnamomi*

Podklady

- ▶ **literární rešerše ekologických a epidemiologických dat pro daný patogen** (rozšíření patogenu, způsob šíření a přežívání, biologie a ekologie druhu, onemocnění + příznaky, seznam hostitelů + jejich citlivost vůči patogenu)
→ analýza faktorů ovlivňujících šíření a přežívání patogenu
- ▶ **geodatabáze podkladových vrstev o krajině ČR** (např. o klimatu, substrátu, reliéfu, krajinném pokryvu)



Charakteristika patogenu

- ▶ Patří mezi 100 nejhorších invazních druhů na světě. Přezdívku "**biologický buldozer**" si tento patogen vysloužil kvůli širokému spektru hostitelů a tudíž schopnosti decimovat celé ekosystémy.
- ▶ rozšířen celosvětově v tropických, subtropických a temperátních oblastech
- ▶ 300 rodů a tisíce druhů citlivých hostitelů
- ▶ největší problémy a škody v Austrálii + ve všech ekosystémech s mediteránním podnebím
- ▶ Předpovědní modely rozšíření zahrnující **globální oteplování** předpokládají do budoucnosti přesun hlavních ohnisek onemocnění do vyšších nadmořských výšek.
- ▶ v ČR zaznamenán v r. 2007, invazní status = šířící se

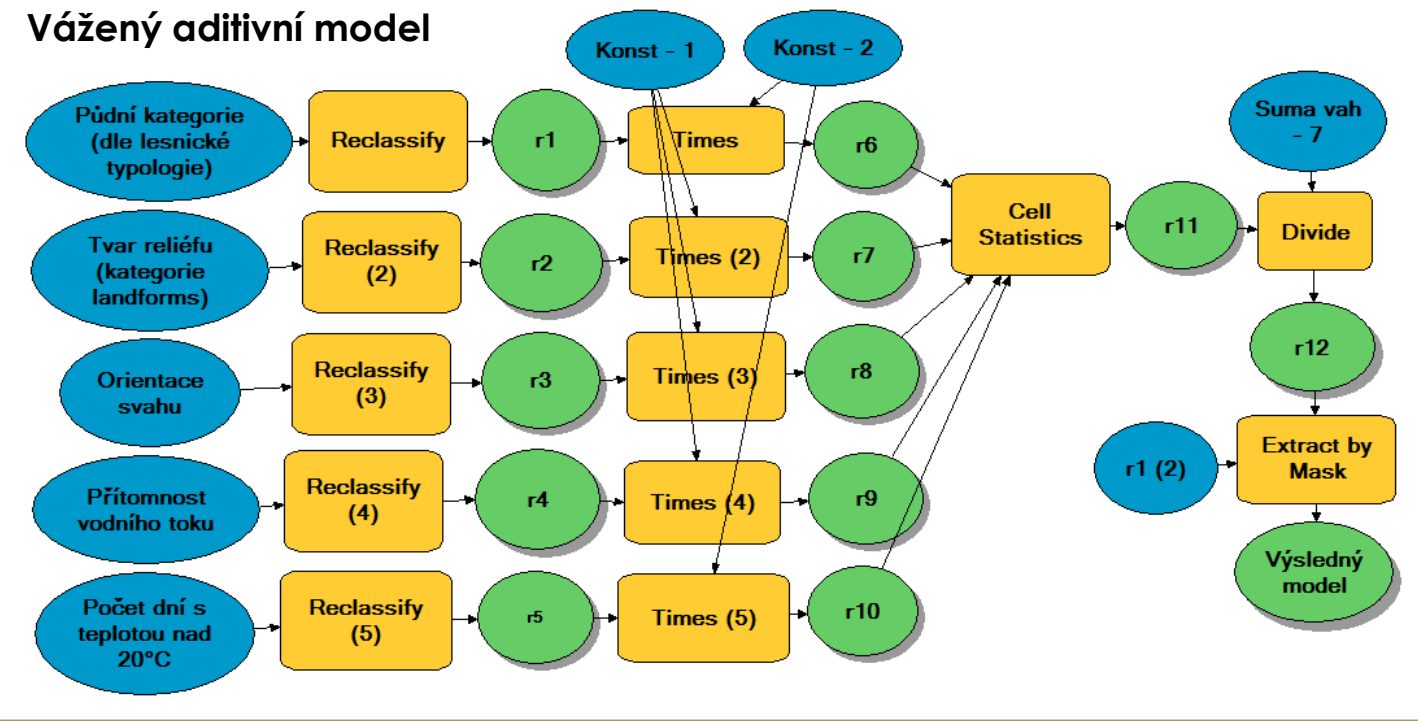
Expertní modelování

predikční model a mapa pro druh *Phytophthora cinnamomi*

Postup

- definování koncepčního modelu na základě literární rešerše
- výběr nejdůležitějších prediktorů
- převod rozsahu hodnot vybraných prediktorů na dílčí indexy příznivosti pro patogen s rozsahem hodnot od 0 (zcela nepříznivé prostředí) do 1 (nejpříznivější prostředí)
- určení vah (důležitosti) jednotlivých prediktorů pro výpočet výsledného kompozitního indexu příznivosti prostředí pro patogen (pomocí váženého aditivního modelu)
- vytvoření a výpočet modelu v prostředí ArcGIS s využitím nástroje Model Builder
- vizualizace výsledného prediktivního modelu pomocí mapy

Prediktor	Váha
Půdní podmínky	2
Teplota	2

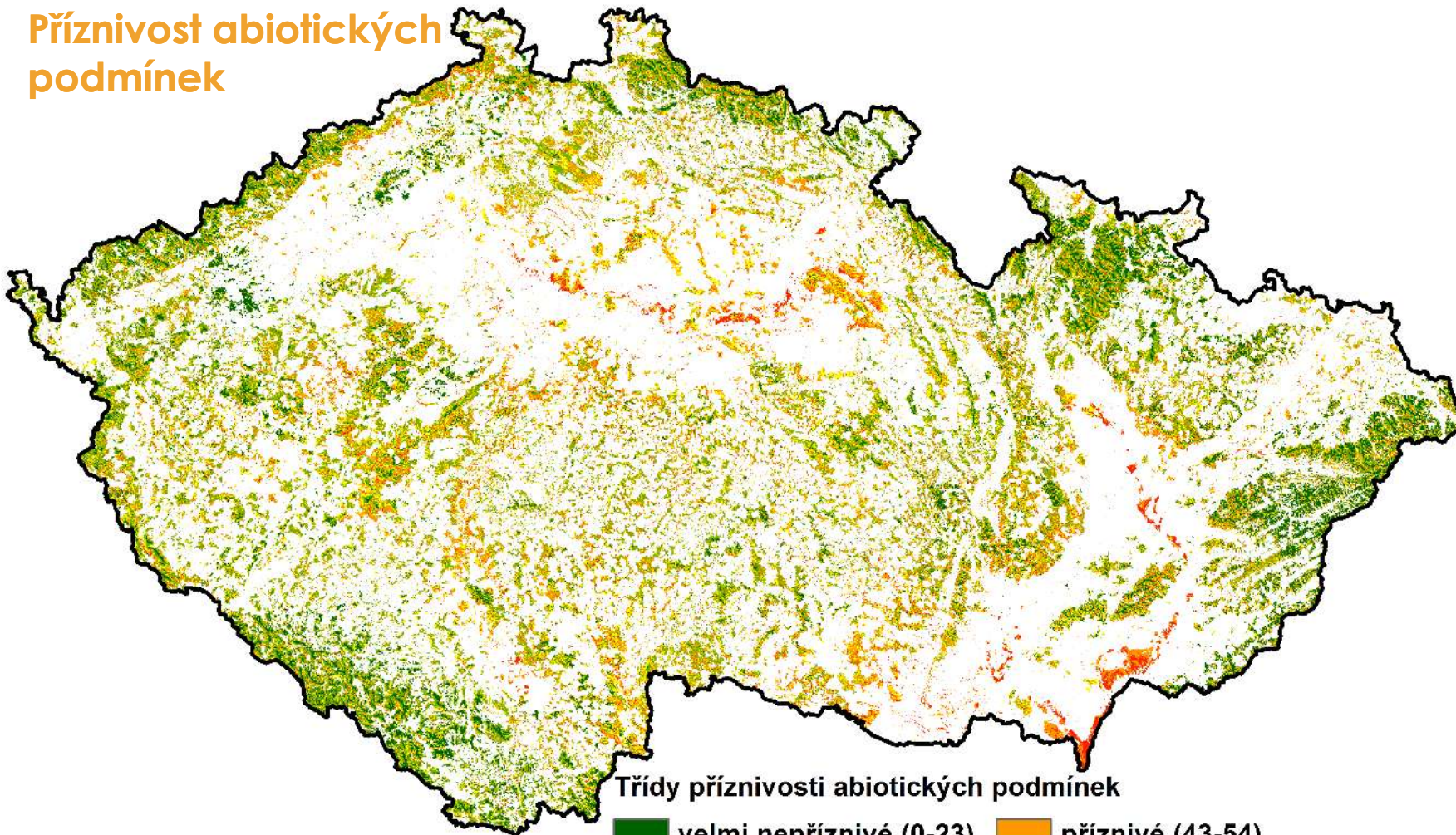


Orientace svahu	S, V			Z				J, rovina
Přítomnost vodního toku	NE							ANO

Výsledky 3b

predikční mapa příznivosti abiotických podmínek prostředí pro *Phytophthora cinnamomi*

Příznivost abiotických podmínek



Třídy příznivosti abiotických podmínek

velmi nepříznivé (0-23)	příznivé (43-54)
nepříznivé (24-33)	velmi příznivé (55-90)
středně příznivé (34-42)	

Výstup modelování

mapa znázorňující kompozitní index příznivosti s hodnotami v rozmezí od 0 do 90



kategorizace do 5 tříd pomocí metody přirozených zlomů („natural breaks“)



Predikční mapa tříd příznivosti abiotických podmínek prostředí pro patogen

Závěry

Současná situace v ČR

- ▶ invazními patogeny **vážně ohroženo 7 druhů lesních dřevin**:
jilm horský, j. vaz a j. habrolistý (*Ophiostoma novo-ulmi*)
olše lepkavá a o. šedé (*Phytophthora xalni*)
jasan ztepilý a j. úzkolistý (*Hymenoscyphus fraxineus*)
- ▶ **lokální invaze**:
kloubnatka smrková (*Gemmamyces piceae*) plošně likvidující smrk pichlavý v Krušných horách
bradavkatka parazitická (*Eutypella parasitica*) poškozující všechny domácí druhy javorů ve Slezsku
pronikání patogenů z r. *Phytophthora* do lužních lesů ve středních Čechách a na jižní Moravě
šíření a nárůst významu druhu *Mycosphaerella pini* způsobujícího červenou sypavku borovic

Problémy, které lze očekávat v následujících dekádách

- ▶ masivní pronikání nepůvodních druhů r. *Phytophthora* (např. polyfágní *P. plurivora*) do listnatých lesů
- ▶ zdomácnění *P. cinnamomi* v termofytiku
- ▶ invaze *P. ramorum* a plošné poškození modřínů
- ▶ další ohniska sazné nemoci javorů (*Cryptostroma corticale*) v souvislosti s environmentálním stresem

Věříme, že naše výstupy

1. aktualizovaný **přehled** invazních nepůvodních patogenů dřevin ČR
2. **mapový atlas** potenciální distribuce klíčových invazních patogenů a jejich impaktu na lesní ekosystémy ČR
3. **metodika** obsahující detekci těchto organismů a návrh vhodných mitigačních a adaptačních opatření

mohou sloužit jako **přínosné nástroje** pomáhající při řešení problematiky invazních patogenů dřevin v ČR a při snaze snižovat dopad těchto organismů v krajině.



Invazní patogeny dřevin v ČR, jejich naturalizace a předpokládaný dopad v krajině

DĚKUJI ZA POZORNOST

EVA CHUMANOVÁ

Oddělení biologických rizik, Výzkumný ústav Silva Taroucy
pro krajinu a okrasné zahradnictví, Průhonice

Eva.Chumanova@vukoz.cz

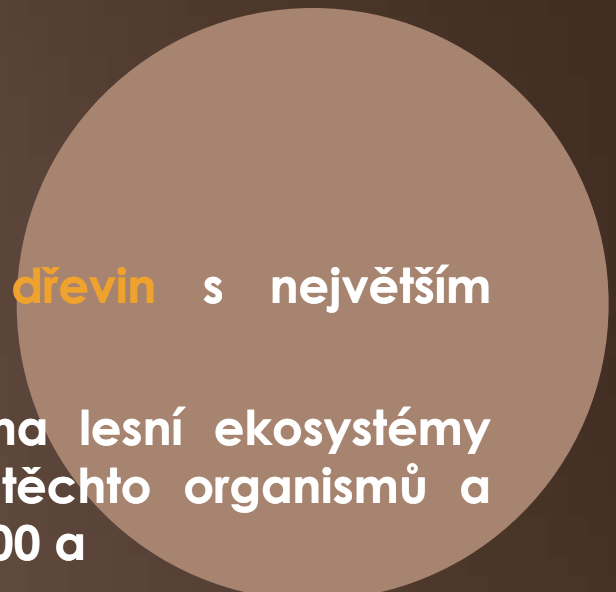
Tato studie byla podpořena Technologickou agenturou ČR [TH03030306].





Projekt TAČR: Invazní nepůvodní mikroorganismy jako riziko pro lesní ekosystémy ČR. Identifikace, analýza impaktu a návrh mitigačních a adaptačních opatření se zaměřením na zvláště chráněná území.

HLAVNÍ CÍLE:

- 
- 
1. identifikovat **klíčové druhy invazních houbových patogenů dřevin** s největším předpokládaným impaktem na přírodní prostředí ČR
 2. vytvořit **mapový atlas jejich potenciální distribuce** a impaktu na lesní ekosystémy včetně souhrnné mapy celkové míry zátěže krajiny invazemi těchto organismů a vizualizace možných dopadů na síť ZCHÚ a biotopy sítě NATURA 2000 a
 3. vypracovat **metodiku** obsahující **detekci** těchto organismů a návrh vhodných mitigačních a adaptačních **opatření**.
- 