

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská
Excelentní výzkum EVA4.0



Fakulta lesnická
a dřevařská

**Rekonstrukce globální dynamiky invazí širopasých
(Hymenoptera: Symphyta)**

Diplomová práce

Autor: Bc. Tereza Ritschelová

Vedoucí práce: Mgr. Jiří Trombik, Ph.D.

2024

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Tereza Ritschelová

Lesní inženýrství

Název práce

Rekonstrukce globální dynamiky invazí širopasích (Hymenoptera: Symphyta)

Název anglicky

Reconstructing global symphyta (Hymenoptera: Symphyta) invasion dynamics

Cíle práce

- vytvořit databázi dokumentovaných nepůvodních druhů Symphyta v rámci vybraných světových regionů
- porovnat rozdíly mezi jednotlivými regiony a zhodnotit jednotlivé čeledi v rámci podřádu Symphyta z hlediska invazní biologie
- na základě vytvořené databáze a vybraných geografických a socioekonomických prediktorů vyhodnotit základní mechanismy invazí širopasích

Metodika

- na základě dostupné literatury a volně dostupných databází bude vytvořen seznam nepůvodních druhů Symphyta v rámci vybraných světových regionů
- získané údaje budou uloženy do databáze, doplněny o vybrané geografické a socioekonomické ukazatele za jednotlivé regiony a statisticky zpracovány
- bude srovnáván počet nepůvodních druhů Symphyta v jednotlivých regionech a zkoumán vztah mezi počtem nepůvodních druhů širopasích, vybranými prediktory a diversitou původních zástupců Symphyta v záměrných regionech

Harmonogram prací:

duben – listopad 2023- sestavování databáze nepůvodních Symphyta

srpen – listopad 2023 – sestavování databáze vybraných prediktorů

listopad 2023 – únor 2024 – literární rešerše, úvod práce

prosinec 2023 – březen 2024 – statistické zpracování výsledků

únor 2024 – duben 2024 – dokončení práce, grafické a statistické výstupy (výsledky), diskuze

Doporučený rozsah práce

40 stran

Klíčová slova

biologické invaze, druhová diversita, nepůvodní druhy, globální databáze

Doporučené zdroje informací

- Csóka, G., N Stone, G., Melika, G. "Non-native gall-inducing insects on forest trees: a global review." *Biological Invasions* 19 (2017): 3161-3181.
- de Jong, Y., et al "Fauna Europaea—all European animal species on the web." *Biodiversity Data Journal* 2 (2014): e4034.
- Hulme, P.E. "Trade, transport and trouble: managing invasive species pathways in an era of globalization." *Journal of Applied Ecology* 46 (2009): 10-18.
- Kirichenko, N., Augustin, S., Kenis, M. "Invasive leafminers on woody plants: a global review of pathways, impact, and management." *Journal of Pest Science* 92 (2019): 93-106.
- Liebholt, Andrew M., et al. "Global compositional variation among native and non-native regional insect assemblages emphasizes the importance of pathways." *Biological Invasions* 18 (2016): 893-905.
- Liebholt, Andrew M., et al. "Invasion disharmony in the global biogeography of native and non-native beetle species." *Diversity and Distributions* 27.11 (2021): 2050-2062.
- Macfarlane, R.P., Maddison, P.A., et al. "Phylum Arthropoda subphylum Hexapoda: Protura, springtails, Diplura, and insects." *New Zealand inventory of Biodiversity*, 2 (2010): 233-467.

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – FLD

Vedoucí práce

Mgr. Jiří Trombik, Ph.D.

Garantující pracoviště

Excelentní výzkum EVA4.0

Elektronicky schváleno dne 28. 7. 2023

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Vedoucí ústavu

Elektronicky schváleno dne 28. 7. 2023

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 10. 10. 2023

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Rekonstrukce globální dynamiky invazí širopasých (Hymenoptera: Symphyta) vypracovala samostatně a citovala jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použila, a které jsem rovněž uvedla na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědoma, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědoma, že odevzdáním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne:

.....

Podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Upřímně děkuji panu Mgr. Jiřímu Trombikovi, Ph.D. za trpělivé vedení a pomoc při zpracování mé diplomové práce.

Rekonstrukce globální dynamiky invazí širopasých (Hymenoptera: Symphyta)

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá biologickými invazemi se zaměřením na podřád Hymenoptera: Symphyta. Práce se věnuje různým aspektům biologických invazí, popisuje problematiku globalizace a globálního obchodu, které jsou hlavní příčinou šíření nepůvodních druhů, a zároveň identifikuje hlavní invazní druhy podřádu širopasých, mechanismy šíření a dopady na ekosystémy. Byla vytvořena databáze nepůvodních druhů Symphyta v pěti světových regionech (Severní Amerika, Evropa, Austrálie, Nový Zéland, Japonsko), která obsahuje 92 záznamů invazí 80 druhů širopasých. Nejvíce nepůvodních druhů (67) je zaznamenáno v Severní Americe, v ostatních regionech jde o nejvýše 9 zaznamenaných druhů. Historicky nejčastější je výskyt čeledi pilatkovití (Tenthredinidae), poslední dobou se častěji objevuje čeleď pilořtkovití (Siricidae). Výsledky práce poskytují pohled na problematiku invazí hmyzu Symphyta a mohou sloužit jako podklad pro prevenci a kontrolu invazí v budoucnosti.

Klíčová slova

Biologické invaze, druhová diversita, nepůvodní druhy, globální databáze

Reconstructing global symphyta (Hymenoptera: Symphyta) invasion dynamics

Abstract

The diploma thesis deals with biological invasions, focusing on the suborder Hymenoptera: Symphyta. It addresses various aspects of biological invasions, describing the issues of globalization and global trade, which are the main drivers of the spread of non-native species, and identifies the main invasive species of the sawflies suborder, the mechanisms of spread and the impacts on ecosystems. A database of non-native Symphyta species in five world regions (North America, Europe, Australia, New Zealand, Japan) was created, containing 92 invasion records of 80 sawfly species. The highest number of non-native species (67) is recorded in North America, whereas in the other regions there has no more than 9 recorded species. Historically, the species of Tenthredinidae family are the most common, recently the species of Siricidae family has become more frequent. The results of this work provide insight into the issue of Symphyta invasions and can serve as a basis for prevention and control of invasions in the future.

Keywords

Biological invasions, species diversity, non-native species, global database

Obsah

1	ÚVOD	10
2	CÍLE PRÁCE	12
3	LITERÁRNÍ REŠERŠE	13
3.1	GLOBALIZACE A ŠÍŘENÍ NEPŮVODNÍCH ORGANISMŮ	13
3.2	DEFINICE, TERMINOLOGIE A LEGISLATIVA SPOJENÁ S PROBLEMATIKOU NEPŮVODNÍCH DRUHŮ	14
3.3	PROCES A FÁZE INVAZE ORGANISMŮ	15
3.3.1	fáze <i>Transport a zavlečení</i>	16
3.3.2	fáze <i>Etablování</i>	16
3.3.3	fáze <i>Šíření</i>	17
3.3.4	fáze <i>Dopadů</i>	17
3.4	INVAZE HMYZÍCH ŠKŮDCŮ	17
3.5	ŠIROPASÍ (SYMPHYTA)	18
3.5.1	<i>Bionomie</i>	19
3.5.2	<i>Generační cyklus</i>	20
3.6	SYSTÉM ŠIROPASÝCH	20
3.6.1	<i>Argidae (pilatěnkoviti)</i>	20
3.6.2	<i>Cephidae (bodruškoviti)</i>	21
3.6.3	<i>Cimbicidae (paličatkoviti)</i>	21
3.6.4	<i>Diprionidae (hřebenuloviti)</i>	21
3.6.4.1	<i>Diprion pini</i> (Linné, 1758) (hřebenule borová)	22
3.6.5	<i>Pamphiliidae (ploskohřbetkoviti)</i>	23
3.6.5.1	<i>Cephalcia abietis</i> (Linné, 1758) (ploskohřbetka smrková)	23
3.6.6	<i>Pergidae (pergidoviti)</i>	24
3.6.7	<i>Siricidae (pilořitkoviti)</i>	24
3.6.7.1	<i>Sirex juvencus</i> (Linné, 1758) (pilořitka fialová)	25
3.6.8	<i>Tenthredinidae (pilatkoviti)</i>	26
3.6.8.1	<i>Tenthredininae (pilatky)</i>	26
3.6.8.2	<i>Selandriinae (pilanky)</i>	26
3.6.8.3	<i>Allantinae (pilenky)</i>	27
3.6.8.4	<i>Blennocampinae (pilušky)</i>	27
3.6.8.5	<i>Heterarthrinae (pilatičky)</i>	27
3.6.8.6	<i>Nematinae (pilačky)</i>	27
3.6.9	<i>Xiphydriidae (pilovrtkoviti)</i>	28
3.7	PŘÍKLAD INVAZNÍCH DRUHŮ ŠIROPASÝCH – <i>SIREX NOCTILIO</i> (FABRICIUS, 1773) (PILOŘITKA BOROVÁ)	28
4	METODIKA	31
4.1	DATABÁZE NEPŮVODNÍCH DRUHŮ SYMPHYTA	31
4.2	HODNOCENÍ VYBRANÝCH FAKTORŮ OVLIVŇUJÍCÍCH DYNAMIKU INVAZÍ ŠIROPASÝCH	32
5	VÝSLEDKY	33
5.1	DATABÁZE NEPŮVODNÍCH DRUHŮ SYMPHYTA	33
5.2	POČTY DRUHŮ	33
5.3	VLIV ROZLOHY REGIONŮ NA POČET PŮVODNÍCH A NEPŮVODNÍCH DRUHŮ	35
5.4	Spektrum čeledí	35
5.5	KUMULATIVNÍ POČTY INVAZÍ	38
5.6	VÝSKYT ČELEDÍ V ČASE	39
6	DISKUSE	42

7 ZÁVĚR.....	44
SEZNAM LITERATURY	45
SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ	53
SEZNAM TABULEK.....	54
SEZNAM OBRÁZKŮ	54
SEZNAM PŘÍLOH.....	54
PŘÍLOHY	55

1 Úvod

Globální obchod a mezinárodní vztahy se v dnešní době stávají důležitými součástmi světové ekonomiky. S růstem významu globálního obchodu je společnost vystavena novým výzvám, jako je ochrana rostlin a dalších rostlinných produktů před invazními škůdci a chorobami. Neúmyslné zavlékání nepůvodních druhů má ekonomické i ekologické dopady, které mohou být v některých případech devastující.

Globalizace eliminuje hranice, které bránily rostlinám a živočichům překonávat velké vzdálenosti mezi ekosystémy (McNeely, 2006). Problematika šíření a dopadů nepůvodních organismů představuje globální riziko pro přírodní ekosystémy, které vyžaduje celosvětově synchronizovaná řešení. Za tímto účelem vznikají mezinárodní úmluvy a spolupráce (Turbelin et al., 2017), v rámci kterých se státy a organizace snaží předcházet ohrožení ekosystémů, podporovat preventivní opatření a v neposlední řadě definovat pojmy související s problematikou nepůvodních druhů. Zároveň vznikají modely popisující příčiny, průběh a důsledky šíření nepůvodních druhů (Gippet et al., 2019; Blackburn et al., 2011).

Mnoho zástupců podřádu širopasých (Symphyta) patří mezi významné škůdce lesních ekosystémů. V rámci jednotlivých čeledí lze nalézt druhy, které se živí konzumací asimilačního aparátu dřevin, což vede k úbytku přírůstu a zvýšení rizika napadení dalšími škůdci a patogeny. Druhy konzumující nové jehlice způsobují deformace korun a rovněž úbytky na přírůstu (Zahradník, 2014). Druhy z čeledi Siricidae jsou technickými škůdci, produkují toxický hlen a přenášejí dřevokazné houby. Pilořítka borová (*Sirex noctilio*, Fabricius, 1773) po rozšíření do nepůvodního areálu na jižní polokouli způsobuje rozsáhlé škody na porostech exotických borovic (*Pinus* spp.) (Hurley et al., 2007).

Z hlediska invazí nejen širopasých je důležité sledovat způsob přenosu druhů v závislosti na jejich životní strategii. Zatímco druhy přezimující a přežívající v půdě se do nepůvodních oblastí výskytu historicky dostávali na lodích společně s půdním balastem, foliovorní hmyz s převozem rostlin, s rostoucím využíváním často nekvalitního dřeva jako obalového materiálu se šíří druhy, které se kuklí ve dřevě a stávají se pak součástí nákladů v přepravních kontejnerech, kde jsou využívány palety a jiné dřevěné výtuhy (Toy, Newfield, 2010; Brockerhoff et al., 2006).

Výzkum a analýza historických invazí jsou důležitými podklady pro předpovědi, management a prevenci zavlékání a šíření nepůvodních druhů (Gippet et al., 2019). Předkládaná práce se proto věnuje shromáždění databáze dokumentovaných invazí zástupců podřádu Symphyta, s cílem zhodnotit základní mechanismy a rozdíly mezi jednotlivými světovými regiony v šíření těchto potenciálních škůdců přírodních ekosystémů.

2 Cíle práce

- vytvořit databázi dokumentovaných nepůvodních druhů Symphyta v rámci vybraných světových regionů
- porovnat rozdíly mezi jednotlivými regiony a zhodnotit jednotlivé čeledi v rámci podřádu Symphyta z hlediska invazní biologie
- na základě vytvořené databáze a vybraných geografických a socioekonomických prediktorů vyhodnotit základní mechanismy invazí širopasých

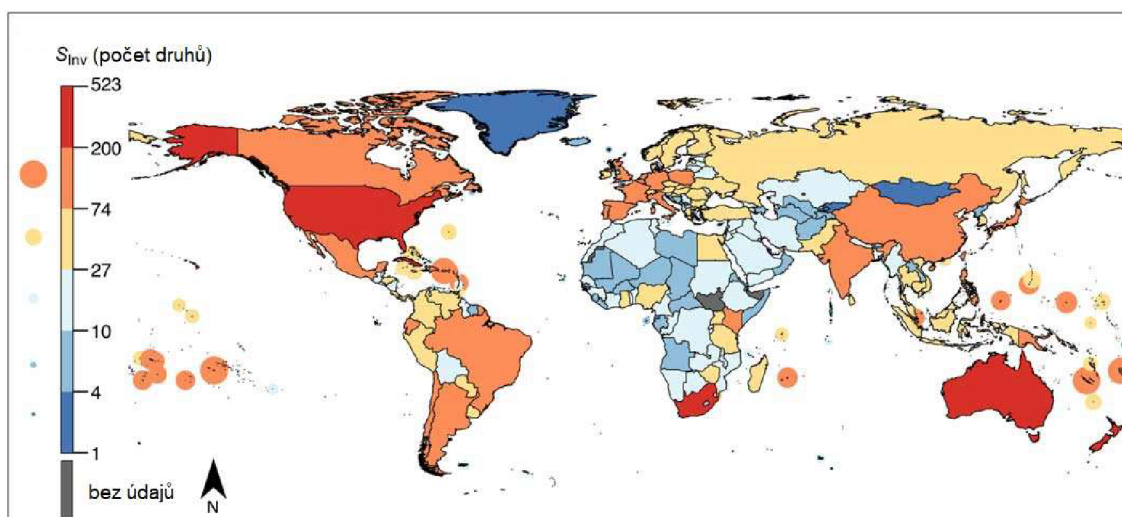
3 Literární rešerše

3.1 Globalizace a šíření nepůvodních organismů

Globalizace je fenoménem současného světa, který odstraňuje hranice mezi ekonomikami, kulturami a společnostmi na celém světě a vede k neustálému zrychlování pohybu nejen zboží, ale i informací a lidských zdrojů. Tento trend nepřináší pouze výhody, jako jsou inovace, rozvoj a širší přístup k informacím, ale i negativa, například v podobě prohlubování nerovností či vzájemného kulturního nepochopení (IMF, 2000). Pro přírodní i antropogenní ekosystémy představuje jeden z nejvýznamnějších negativních dopadů globalizace zvýšená frekvence a pravděpodobnost zavlékání a invazí nepůvodních druhů (Mooney, Cleland, 2001). Zároveň se zvětšuje potřeba spolupráce při řešení mezinárodních problémů, jakými může být právě invaze živočichů a rostlin nebo mitigace dopadů klimatických změn.

Důsledkem dlouhé geologické a evoluční historie se na různých kontinentech naší planety vyvinuly odlišné druhy organismů v různých ekosystémech. Geograficky izolované ekosystémy mají mnohdy tzv. endemické druhy, které se nevyskytují nikde jinde na světě. Výsledkem je větší druhové bohatství než v případě, kdy by veškerá plocha Země tvořila jeden kontinent. Přírodní bariéry, jako jsou oceány, hory, řeky a pouště, historicky zajišťují, že většina druhů zůstává izolována ve svém původním areálu rozšíření. Tento rámec poskytuje prostor pro definici pojmů původní a nepůvodní druhy (native/alien species) (McNeely, 2006). V posledních několika stovkách let se přirozené bariéry v důsledku lidské činnosti stávají neúčinnými.

Mezinárodní obchod přináší nové obchodní cesty, trhy a výrobky. Zvyšuje se rychlost pohybu lidí a zboží po světě umožňující živočichům i rostlinám překonávat velké vzdálenosti do nových stanovišť, což usnadňuje šíření invazních nepůvodních druhů (Obrázek 1; McNeely, 2006). Na invaze působí mnoho faktorů, které často souvisí s globalizací obchodu a lidskou činností nebo jsou jimi přímo ovlivněny (Mayerson, Mooney, 2007).



Obrázek 1 Počet invazních druhů v jednotlivých zemích (upraveno dle Turbelin et al., 2017)

3.2 Definice, terminologie a legislativa spojená s problematikou nepůvodních druhů

K nejvýznamnějším mezinárodním úmluvám patří Úmluva o biologické rozmanitosti (Convention on Biological Diversity, CBD), ke které přistoupilo 196 smluvních stran. Problematice invazí se věnuje mimo jiné i článek 8 písm. h), dle kterého každá strana „zabraňuje zavádění, kontroluje či hubí ty cizí druhy, které ohrožují ekosystémy, přírodní stanoviště nebo druhy“ (CBD, 1993).

Nejstarší ze smluv, přijatá v roce 1951 a revidována roku 1997, je Mezinárodní úmluva o ochraně rostlin (International Plant Protection Convention, IPPC). IPPC je mezivládní smlouva, která si dává za cíl ochranu rostlin, zemědělských produktů a přírodních zdrojů před škůdci rostlin. Vyvíjí, přijímá a podporuje uplatňování mezinárodních rostlinolékařských opatření (IPPC, 2024). Podle IPPC vznikly regionální organizace ochrany rostlin, pro příklad v Evropě Evropská a Středozevní organizace ochrany rostlin (European and Mediterranean Plant Protection, EPPO), pro region Kanady, Spojených států a Mexika vznikla The North American Plant Protection Organization (NAPPO).

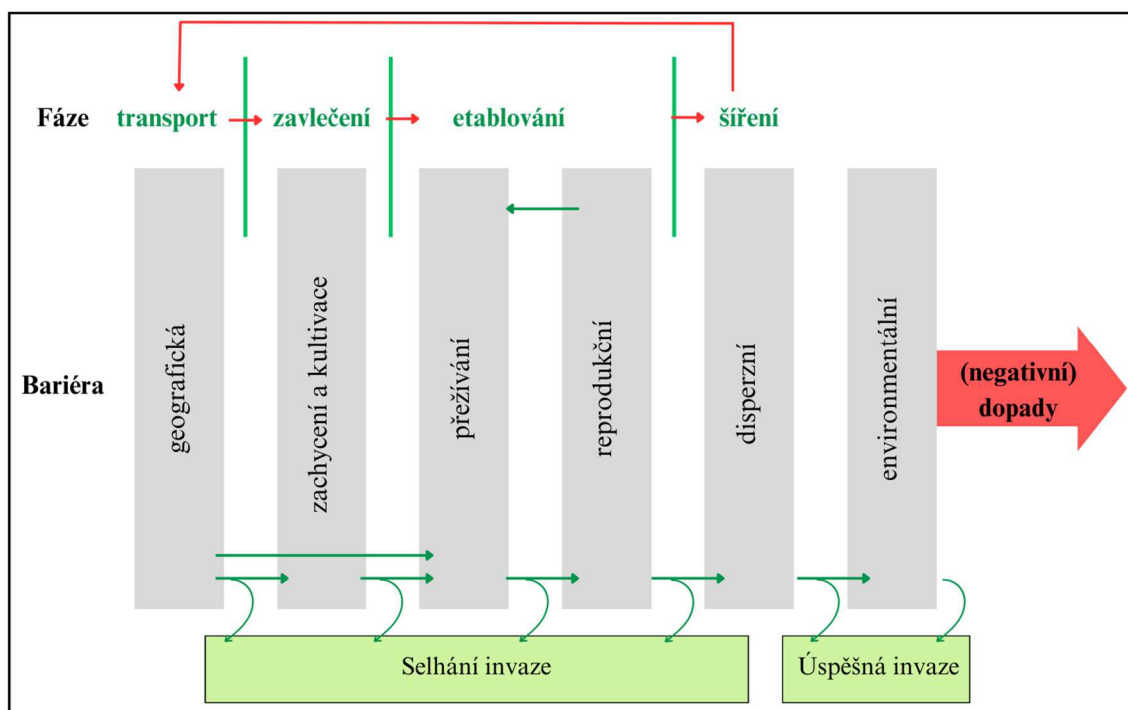
Podle nařízení EU č. 1143/2014 se nepůvodním druhem rozumí „živi jedinci druhu, poddruhu nebo nižšího taxonu živočichů, rostlin, hub nebo mikroorganismů zavlečených nebo vysazených mimo svůj přirozený areál; patří sem všechny části, gamety, semena, vejce nebo propagule těchto druhů, jakož i kříženci, odrůdy či plemena, které mohou přežít a následně se rozmnožovat.“

Stejně nařízení definuje invazní nepůvodní druh jako „nepůvodní druh, u něž bylo zjištěno, že jeho zavlečení či vysazení nebo šíření ohrožuje biologickou rozmanitost a související ekosystémové služby nebo na ně má nepříznivý dopad.“

Evropský parlament a Rada EU v roce 2016 přijaly Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2016/2031 ze dne 26. října 2016 o ochranných opatřeních proti škodlivým organismům rostlin, ve kterém přibývá definice karanténního škodlivého organismu (KŠO). Jde o škodlivý organismus, který se na potenciálně ohroženém území dosud nevyskytuje, může na toto území proniknout, usídlit se a šířit se na něm. Zároveň by jeho proniknutí, usídlení a šíření mělo na dané území nepřijatelný hospodářský, environmentální nebo sociální dopad. K zabránění proniknutí, usídlení nebo šíření KŠO existují proveditelná a účinná opatření, která mají za cíl zmírnit rizika a dopady.

3.3 Proces a fáze invaze organismů

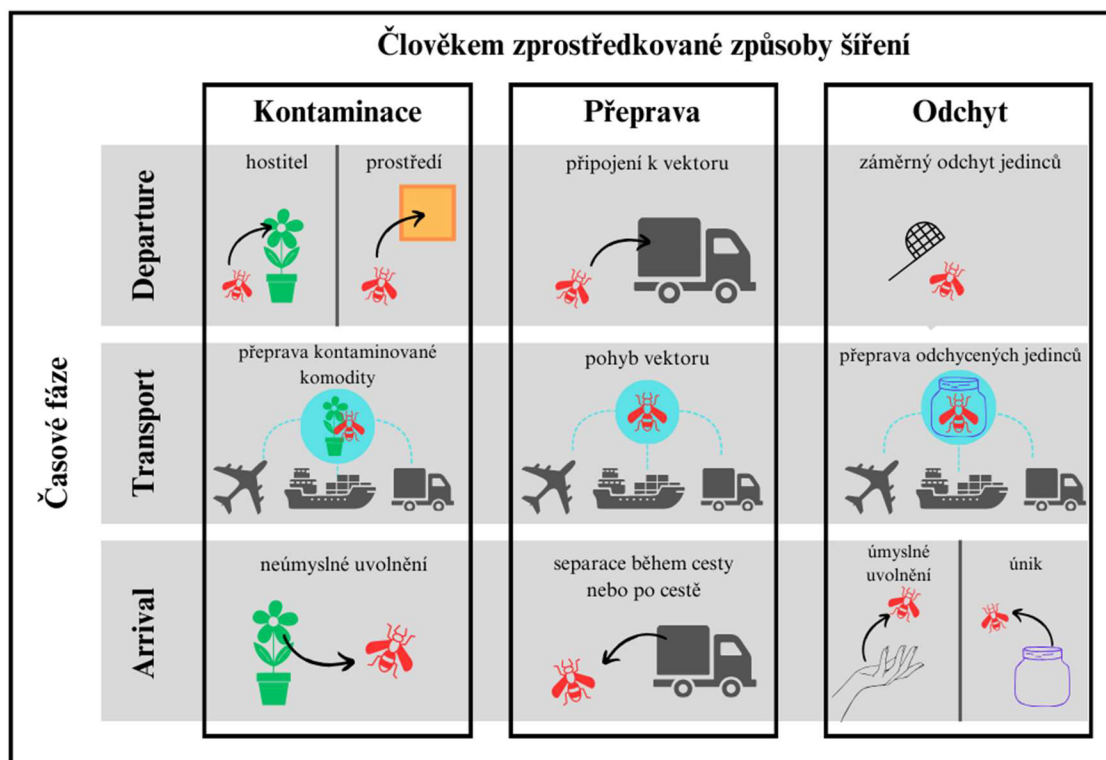
Model procesu invaze, tedy jak se z původního druhu stává druh nepůvodní a případně invazní, navrhl ve své práci Blackburn et al. (2011). V tomto modelu rozlišuje pět fází biologických invazí: (1) transport, (2) zavlečení, (3) etablování, (4) šíření a (5) (negativní) dopady (Obrázek 2).



Obrázek 2 Model procesu invaze (upraveno dle Blackburn et al., 2011)

3.3.1 fáze Transport a zavlečení

Gippet et al. (2019) rozlišují 3 fáze transportu: departure, transport, arrival (Obrázek 3). V první fázi (departure) dochází k opuštění přirozeného areálu. Organismus může být přichycen přímo ke zboží, například jako škůdce na své hostitelské rostlině, která je předmětem obchodu. Transport představuje fázi pohybu v rámci procesu šíření. Může být realizována různými prostředky, jako jsou automobily, vlaky, lodě či letadla. Při závěrečné fázi zavlečení (arrival) se organismus odděluje od zboží či obalového materiálu, a to i během cesty, nebo je v destinaci záměrně vypuštěn, například v rámci tzv. biocontrol, nebo neúmyslně uniká ze zajetí (Obrázek 3; Gippet et al., 2019; Harrower et al., 2018).



Obrázek 3 Člověkem zprostředkované šíření (upraveno dle Gippet et al., 2019)

3.3.2 fáze Etablování

K etablování nepůvodního druhu dochází, když opakovaná reprodukce a přežívání jedinců vede k populaci schopné udržet se ve volné přírodě (Blackburn et al., 2011). Přežití a reprodukce závisí na mnoha abiotických a biotických faktorech. Etablování rovněž závisí na charakteristikách zavlečených nepůvodních druhů. Například generalisté

se mohou živit různými zdroji nebo prosperovat v široké škále stanovišť, zatímco specialisté jsou často omezeni přístupem ke zdrojům (Liebhold, Tobin, 2008).

3.3.3 fáze Šíření

Šíření nepůvodního druhu lze popsat jako fázi expanze, kdy se rozsah nebo oblast, kterou druh zaujímá, zvětšuje. Šíření závisí na reprodukčním úspěchu druhu, lokalizovaném šíření potomků nebo propagulí a na šíření na dlouhé vzdálenosti podporované lidskou činností. Druhy s vysokou mírou reprodukce, jako je hmyz, který se rozmnožuje vícekrát za rok, nebo rostlina, která produkuje desítky tisíc semen, která se snadno rozptýlí, mají výhodu, zvláště pokud existuje také vysoká míra přežití potomků (Richardson, 2011).

3.3.4 fáze Dopadů

Konečná fáze invaze nastává u nepůvodních druhů, které způsobují negativní dopady na životní prostředí (ekologické), hospodářství nebo lidské zdraví (Simberloff et al., 2013). Tyto dopady zahrnují změny disturbančních režimů, změny v hydrologii a koloběhu živin, snížení biologické rozmanitosti nebo např. zvýšenou erozi půdy.

3.4 Invaze hmyzích škůdců

Hmyz (Insecta) představuje druhově nejbohatší skupinu organismů na světě s více než 1 milionem popsáných druhů (Brusca, Brusca, 2003) a odhaduje se, že hmyz představuje více než 50 % všech druhů na Zemi. Vzhledem k jejich druhové bohatosti a široké škále funkcí v ekosystémových procesech není překvapivé, že zástupci hmyzu se řadí také mezi prominentní invazivní druhy, a to jak z hlediska jejich počtu, tak jejich dopadů (např. Kenis et al., 2009). To platí i v případě hmyzích škůdců lesních ekosystémů, kdy pouze v Evropě je dokumentováno více než 200 nepůvodních druhů hmyzu (Roques et al., 2009), bez započítání záměrných introdukcí. Záměrné introdukce některých opylovačů a biologických kontrolních činitelů se však řídí jinými mechanismy než náhodné invaze. Většina nepůvodních druhů hmyzu byla přenesena náhodně s dováženým zbožím nebo nevědomě dopravena cestujícími (Brockhoff, Liebhold, 2017). Nejčastější cestou vedoucí k usídlení nepůvodních druhů hmyzu je dovoz živých rostlin za účelem výsadby. Dalším způsobem náhodného přenosu je neúmyslná přeprava s námořními kontejnery, stroji, loděmi či jinými dopravními prostředky (Toy, Newfield, 2010). Problémem je také využívání dřevěných obalových materiálů jako jsou palety

a výztuhy, které bývají vyrobeny z málo hodnotného dřeva často napadeného hmyzem a dalšími organismy (Brockhoff et al., 2006).

Informace o intercepci a etablování nepůvodních hmyzích škůdců a jejich početnosti nejsou konzistentní. Mnoho invazních druhů nebylo nikdy zachyceno. Nepřímé informace se zakládají na předpokladech vztahů mezi nepůvodním hmyzem a specifickými produkty nebo cestami, dále na záznamech o zachycení na hranicích při kontrolách a také na základě identifikace nebezpečí, kdy dochází k určení potenciálně rizikové cesty či konkrétního škodlivého organismu (Brockhoff, Liebhold, 2017). Tyto údaje zpravidla slouží jako podklady pro předpovědi a analýzy rizik.

Nejčastějším ekologickým dopadem invazí lesního hmyzu je poškození a zvýšená mortalita dřevin. Invazní druhy mohou způsobovat masivní úhyny, což vede k nepřímým důsledkům, mezi kterými jsou změny ve složení rostlinných druhů, dočasný nebo trvalý úbytek lesní fauny a změny procesů v lesních ekosystémech, což narušuje poskytování ekosystémových služeb. Příkladem může být bezprecedentní dopad zavlečení polníka jasanového (*Agilus planipennis* Fairmaire, 1888) do Severní Ameriky, které zapříčinilo masivní úhyn jasanů (Morin et al., 2017).

Ekonomické dopady jsou také neopomenutelným důsledkem invazí lesního hmyzu. Zahrnují výdaje na straně vlády, které investují do programů kontroly a managementu invazních druhů, dále dochází k významným ztrátám hodnot nemovitostí, protože dochází k estetickým a ekologickým změnám v krajině, které hmyz může způsobit. Stejně tak vlastníci lesních pozemků přicházejí o případné zisky za dříví, které hmyz poškodí (Brockhoff, Liebhold, 2017).

3.5 Širopasí (Symphyta)

Širopasí (Symphyta) jsou jedním z podřádů blanokřídlého hmyzu (Hymenoptera). Charakteristickým znakem širopasých je hrud' nasedající na zadeček v jeho plné šíři, na rozdíl od štíhlopasých. Nevzniká tedy tzv. vosí pas. Dalším typickým rysem širopasých je kladélko samiček uzpůsobené k nařezávání nebo navrtávání pokladu pro kladení vajíček. Velikost se pohybuje okolo 2 mm u nejmenších druhů, největší druhy dosahují až 4 cm. Převažuje tmavé, žluté nebo zelené zbarvení. Pestrých druhů se nevyskytuje mnoho, v těchto případech je nejčastější žluto-černá kombinace připomínající zbarvení vos. Larvy se převážně podobají housenkám motýlů, jsou eruciformního typu s dobře

vyvinutou hlavou kolmou k ose válcovitého těla, na kterém se vyskytují v pravidelném uspořádání drobné brvy sloužící k určování jednotlivých druhů. Zbarvení larev je různé v závislosti na prostředí, ve kterém žijí (Macek et al., 2020).

3.5.1 Bionomie

Dospělci bývají aktivní převážně během dne. Jejich život je relativně krátký s cílem spáření a zajištění potomků, závislý na živých rostlinách, na kterých se vyvíjejí larvy. Výživa dospělců se nejprve skládá jen z vody, později přijímají nektar, medovici nebo mízu z poraněných stromů. Některé druhy se dále živí pylem, velké druhy jsou obvykle dravé a loví hmyz.

Jako ostatní blanokřídlí mají i širopasí haplodiploidní určení pohlaví. Samci jsou haploidní a samice diploidní. Neoplozené samice využívají k lákání samců feromony (Macek et al., 2020).

Mnoho druhů širopasých je hostitelsky specifických. Převážná část druhů je vázána na cévnaté rostliny. Jen okolo 6 % střeoevropských druhů je polyfágních. Nejvíce jsou druhy vázány na vrbovité, růžovité, jehličnany a břízovité. Samice testuje vhodnost rostliny pomocí receptorů na tykadlech, ústních orgánech a na konci pochvy kladélka. Po vykladení jsou vajíčka pokryta sekretem, který je chrání před infekcemi a informuje ostatní samice druhu o obsazenosti této části rostliny (Macek et al., 2020).

Délku vývoje vajíček ovlivňuje vlhkost a teplota, kolísá v závislosti na druhu mezi 4 a 35 dny. Vylíhlé larvy ihned přijímají potravu, vyvíjejí se průměrně dva až tři týdny při rychlém a tři až čtyři měsíce při pomalém vývoji. Larvy většiny druhů jsou fytofágní. Fylofágní larvy, žijící volně na hostitelských dřevinách, konzumují převážně listy a jehlice, endofágní larvy se živí vnitřními tkáněmi a žijí uvnitř hostitelských dřevin. Patří sem minující a hálkotvorné druhy (Macek et al., 2020).

Po dokončení úživného žíru larvy vyhledávají vhodné místo k zakuklení a tvoří si kokon ze sekretu snovacích žláz, ve kterém zaujímají klidovou polohu předkukly. Ta po přezimování pokračuje ve vývoji v kuklu. V kukelní kutikule je před vylíhnutím plně vyvinutý dospělec, který zde může v případě nepříznivých podmínek setrvat i několik dní (Macek et al., 2020).

3.5.2 Generační cyklus

Velká část evropských druhů širopasých má jednogeneční cyklus, během kterého přezimují předkukly, a dospělci se líhnou až na jaře. V případě nepříznivých podmínek může dojít k prodloužení diapauzy až o několik let. Počet generací za rok je silně ovlivněn klimatickými podmínkami a dostupností potravních zdrojů. Na diapauzu působí nejen genetické faktory, ale i ty fyzikální, jako je fotoperioda, teplota a vlhkost. Líhnutí dospělců je často sladěno s fenologií hostitelské rostliny. Za optimálních podmínek mohou mít některé vícegenerační druhy až pět generací ročně, většinou jsou to generace dvě až tři (Macek et al., 2020).

3.6 Systém širopasých

V Tabulce 1 je uvedeno rozdělení širopasých podle nadčeledí a čeledí s uvedeným počtem rodů a druhů (Macek et al., 2020). V dalších kapitolách jsou blíže popsány ty čeledi, jejichž zástupci jsou dokumentováni jako úspěšné invazní organismy.

Tabulka 1 Systém širopasých (*Hymenoptera: Symphyta*) s celosvětovými počty druhů a rodů

Nadčeď	Čeď	Počet rodů	Počet druhů
Xyeloidea	Xyelidae	5	63
Tenthredinoidea	Blasticotomidae	2	12
	Argidae	58	897
	Pergidae	60	442
	Tenthredinidae	~400	~5500
	Cimbicidae	16	182
	Diprionidae	11	136
Pamphilioidea	Megalodontesidae	1	42
	Pamphiliidae	10	291
Cephoidea	Cephidae	21	160
Anaxyeloidea	Anaxyelidae	1	1
Siricoidea	Siricidae	11	111
Xiphidrioidea	Xiphidriidae	28	146
Orussoidea	Orussidae	16	82

3.6.1 Argidae (pilatěnkovití)

Pilatěnkovití jsou poměrně zavalité druhy, kovově zbarvené s oranžovým zadečkem, jejich velikost je 5–12 mm. Charakterizuje je hlava s otevřeným týlním otvorem a tykadla redukovaná na tři články, přičemž třetí článek je prodloužený. Vajíčka jsou kladena do zářezů listových žilek. Larvy mají pestré zelené zbarvení s výraznými

ochlupenými bradavkami. Žijí jednotlivě nebo společně na listnatých dřevinách. Přezimují jako předkukly v kokonu ve svrchní půdní vrstvě nebo opadaných listech. Dospělci se živí nektarem a pylem (Macek et al., 2020).

3.6.2 Cephidae (bodruškovití)

Bodruškovité charakterizuje štíhlé válcovité tělo dlouhé 4–18 mm. Tykadla jsou nitkovitá a mnohočláneková až s 35 články. Larvy jsou válcovité a nepigmentované, oči mají zakrnělé a poslední zadečkový článek mají zakončen krátkým trnovitým výčnělkem. Vytváří miny na stéblech trav nebo ve stoncích bylin a dřevin. Dospělci se živí nektarem a pylem z květů (Macek et al., 2020).

3.6.3 Cimbicidae (paličatkovití)

Paličatkovití jsou zavalité druhy velikosti 9–28 mm. Jejich zbarvení je tmavé až světlé, často kovové. Typická jsou paličkovitá tykadla složená ze čtyř až sedmi článků a velká hlava. Konec kladélka je obloukovitě ohnutý vzhůru. Obvykle zelené larvy mají válcovité tělo, v klidu jsou spirálovitě stočené na spodních stranách listů rostlin, aktivní jsou v noci, kdy se živí listy listnatých stromů. Při podráždění vystřikují obranný sekret ze speciálních žláz. Kuklí se v pevném kokonu v zemi, na větvích nebo v kůře, přezimují předkukly v kokonu. Dospělci se živí nektarem a cukernatými látkami, vajíčka kladou jednotlivě nebo hromadně do kapes listů. Často se vyskytuje partenogeneze (Macek et al., 2020).

3.6.4 Diprionidae (hřebenulovití)

Jedná se o druhy veliké 5–10 mm, s tmavým zbarvením, proměnlivou kresbou a krátce zavalitým tvarem těla. Pro hřebenulovité jsou typická tykadla složená z 14–32 článků, přičemž počet článků je vyšší u samců než u samic. Tykadla samic jsou charakteristicky jednoduše nebo dvojité hřebenitá s výrůstky na každém článku (Obrázek 4). Samice mají tykadla krátce pilovitá. Kladélko je krátké a nepřechýlující konec zadečku. Tělo larev je válcovité s kulatou hlavou, kresba bývá tmavá. Zbarvení závisí na způsobu života. Larvy žijící jednotlivě jsou zelené s podélnými



Obrázek 4 *Diprion pini* (Zdroj: Široký, 2023)

tmavými pruhy, jedná se o kryptické zbarvení. Druhy zůstávající společně mají výstražné zbarvení, které využívají jako obranu při ohrožení společně se synchronními reakcemi, jako jsou mrskavé pohyby a produkování sekretů. Dospělci žijí krátce, běžně nepřijímají potravu, zřídka vodu nebo cukernaté roztoky. Vajíčka samice kladou jednotlivě nebo hromadně na kladélkem nařiznuté jehlice. Snůšku překrývají ochranným sekretem, který tuhne na vzduchu. Larvy žijí na jehličnatých stromech, kde se většina druhů živí starším jehličím, jehlice okusují od špičky k bázi. Dospělé larvy padají na zem, kde si na základě teploty a vlhkosti prostředí volí místo pro zakuklení. Na povrchu nebo hlouběji v půdě si tvoří pevný kokon, ve kterém přezimují ve stádiu předkukly. V tomto stádiu mohou přežít i čtyři roky, fáze kukly trvá 1–2 týdny a dospělec opouští kokon vykousáním víčka. Samice vylučují ze zadečkových žláz pohlavní feromony, vývoj je ale často i partenogenetický (Macek et al., 2020).

3.6.4.1 *Diprion pini* (Linné, 1758) (hřebenule borová)

Hřebenule borová (Obrázek 4) je listožravý primární škůdce borových porostů ve věku 20–40 let v nižších polohách. Černoohnědí samci jsou menší než samice a mají výrazná hřebenovitá tykadla, zatímco samice jsou žlutohnědé. Dospělé housenice mají zhruba 25 mm, jsou světle žluté až žlutozelené s hnědou hlavou. Zpravidla má jednoletou generaci, rojení začíná na konci dubna a začátku května. Vzájemně se dotýkající vajíčka jsou kladena do zářezů na jehlice. Housenice se líhnou po 3–6 týdnech, žijí pohromadě a později se rozlézají. Přezimují v kokonech v půdě, na jaře se zakuklí a poté rojí (Zahradník, 2014).

Početné skupiny housenic okusují především starší jehlice z bočních stran bez poškození středové žilky. Při silném přemnožení jsou jehlice, včetně čerstvých, okousané až k bázi, na mladších větvíčkách může být okousaná kůra. V létě může docházet i k holožírům. To činí z hřebenule borové významného defoliátora borovic způsobujícího rozsáhlé škody především v tyčkovinách na chudých stanovištích. Gradacím předcházejí teplé a suché roky, dochází během nich k prosvětlovacím žírům, avšak uhyne méně než 10 % zasažených stromů (Zahradník, 2014).

3.6.5 Pamphiliidae (ploskohřbetkovití)

Ploskohřbetkovité charakterizuje shora zploštělé tělo, zbarvené kombinací žluté, oranžové, červené a černé. Jsou to středně velké druhy s pověrně velkou hlavou vzhledem k tělu. Z 18–36 článků složená tykadla jsou nitkovitá a dlouhá, třetí článek je prodloužený a vzniklý splynutím tří článků. Pod zadečkem skoro skryté kladélko je velmi krátké. Samice jím propichují list, na jehož opačnou stranu vykládou vajíčka jednotlivě nebo ve snůškách, které vyčnívají z povrchu listu. Larvy žijí samostatně nebo společně v zápředcích, kde se svlékají a přijímají potravu. Jejich tělo je sice speciálně anatomicky přizpůsobeno pohybu v předivových trubicích, ale je tím znemožněn pohyb mimo předivo. Dorostlé larvy předivo přestávají produkovat, opouští zápredek a padají na zem, kde si až 15 cm pod zemí zhotovují zemní komůrku. Na podzim se proměňují v pronymfu, vývojový předstupeň kukly s vyvinutýma očima, a zakuklují se po přezimování na jaře. Stádium kukly trvá většinou dva týdny, generační cyklus se však důsledkem přežžení může prodloužit na 2–4 roky. Podčeleď Cephalciinae se živí na jehličnanech, naopak podčeleď Pamphiliinae na listnatých dřevinách. Většina druhů je monofágní nebo oligofágní (Macek et al., 2020).

3.6.5.1 *Cephalcia abietis* (Linné, 1758) (ploskohřbetka smrková)

Ploskohřbetka smrková je primárním listožravým škůdcem smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) H. Karst, 1881), napadá hlavně starší prořídle smrkové porosty od 60 let věku v pahorkatinách a horách. Mezi pohlavími je výrazný pohlavní dimorfismus. Žlutočerný samec je menší než samice, ta je barevně proměnlivá. Housenice dorůstají 20–30 mm délky, jsou holé a světle zelené. Rojení probíhá koncem května a v červnu. Samice poté vylézají do korun stromů, kde kladou do zářezů po obou stranách na loňské jehlice. Vajíčka jsou světlá, později šedo-zelená. Housenice se líhnou po 2–4 týdnech a předou si hnízdo. Koncem srpna a v září zalézají do hrabanky, kde přežijí 2–3



Obrázek 5 *Cephalcia abietis* (Zdroj: Milan Zubrik, Forest Research Institute – Slovakia, Bugwood.org)

roky. Před kuklením se jim tvoří na bocích hlavy pupální oko. Dospělci se líhnou 2–3 týdny od zakuklení.

Napadení se projevuje nepravidelně v porostu rezavohnědým zbarvením částí korun, kde mají housenice spředené vaky, které zachycují trus, zbytky jehlic a exuvie (Obrázek 5). Žír postupuje od vrcholu koruny dovnitř, směrem od obvodu ke kmeni. Postižené jsou starší jehlice, k odumírání nedochází. Výrazná je ztráta přírůstu, vzniká riziko napadení dalšími škůdci a patogeny (Zahradník, 2014). Ploskohřbetky jsou vyhláškou Ministerstva zemědělství ČR č. 101/1996 Sb. začleněny mezi kalamitní hmyzí škůdce.

3.6.6 Pergidae (pergidovití)

Čeď pergidovitých je rozšířena v neotropickém a australoasijském biogeografickém regionu. Většina druhů se vyskytuje v Jižní Americe a v Austrálii, kde jsou dominantní čeledí. Morfologicky jde o druhy podobné pilatkám, odlišují se ale vzhledem a počtem článků tykadel. Běžný je sexuální dimorfismus, který se projevuje odlišnou barvou, velikostí a vzhledem tykadel. Mnoho australských druhů se živí převážně eukalypty. Většina z nich konzumuje listy nebo výhonky, některé minují. Larvy některých druhů se pohybují ve skupinách na zemi a požívají odumřelou nebo odumírající vegetaci (Schmidt, Smith, 2006).

Určité druhy defoliátorů mohou být ekonomicky významné. Poškozují brambory, eukalypty, pabuky nebo listy a výhonky guave. V Austrálii jsou larvy některých druhů po pozření toxické pro hospodářská zvířata (Schmidt, Smith, 2006).

3.6.7 Siricidae (pilořtkovití)

Pilořtkovití jsou středně velké až velké druhy s válcovitě protáhlým tělem, které je matně kovové nebo černohnědé se žlutou kresbou. Kladélko samic, pomocí jehož kladou vajíčka do dřeva, většinou přesahuje konec zadečku. Larvy mají nepigmentované tělo, na konci s trnovitým výběžkem usnadňujícím pohyb v chodbách a pěchování dutin. Samci se líhnou před samicemi, shromažďují se na korunách stromů, kde se páří. Oplozené samice vyhledávají oslabené stromy, do kterých skrz kůru do dřeva ve hloubce 1–2 cm vyvrtávají jamky. Do těch kladou po jednom vajíčku, do posledního otvoru vypouštějí sekret se spory symbiotických hub rodu pevníkovec (*Amylostereum Boidin*). Samice čerpají energii pouze z tukového tělesa, které vystačí zhruba jen 12 dní, a proto často

umírají vyčerpáním před vykladením celé snůšky. Larvy podčeledi Siricinae žijí ve dřevě jehličnatých dřevin, v listnatém dřevě žije podčeleď Tremecinae. Líhnou se v závislosti na klimatických podmínkách po 8 dnech až několika měsících, zároveň musejí nastat optimální podmínky k jejich vývoji. To závisí na dostatečném prorůstání dřeva myceliem hub, kterým se larvy živí. Dorostlé larvy se kuklí pod kůrou. Dospělci se prokousávají pod borku, kde mohou v případě nepříznivých podmínek zůstat až několik týdnů. Vývoj je závislý na kvalitě výživy a klimatických podmínkách, může trvat od deseti měsíců do dvou, vzácně až šesti let (Macek et al., 2020).

Činnost houby vyvolávající bílou hnilobu dřeva je klíčová pro nejvhodnější podmínky pro vývoj larvy. Oba organismy nejsou schopny samostatné existence.



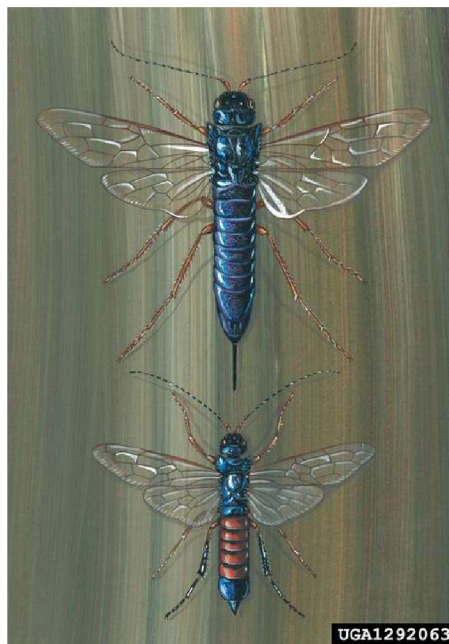
Obrázek 6 Technické poškození dřeva
(Zdroj: Gyorgy Csoka, Hungary Forest
Research Institute, Bugwood.org)

Symbióza spočívá ve využití pilořitky houbou jako svého přenašeče na další hostitele a larva pilořitky využívá houbu jako potravu. Houba rozkládá lignin do stravitelné podoby a současně oslabuje obranu stromu. Evolučně u pilořítek vznikla infekční kapsa na bázi kladélka, kterou si dospělec po vylíhnutí naplní arthrosporami symbiotické houby. Žír larev negativně ovlivňuje technické vlastnosti dřeva (Obrázek 6; Macek et al., 2020).

3.6.7.1 *Sirex juvencus* (Linné, 1758) (pilořitka fialová)

Pilořitka fialová (Obrázek 7) je sekundární dřevokazný škůdce jehličnatých dřevin, převážně smrku a borovice, ve středně starých a starých porostech. Výrazný pohlavní dimorfismus se projevuje odlišnou barvou a velikostí. Samci jsou menší, červenožlutě zbarvení, samice je leskle černo-fialová. Larvy dorůstají až 40 mm. K rojení dochází od června do srpna. Samice kladou vajíčka do závrťů poničených nebo jinými škůdci napadených stromů. Společně s vajíčkem je dřevo infikováno sporami hub, jejichž mycelii se larvy živí. Po dokončení žíru si tvoří kukelní kolébky pod povrchem kmene, kde se zakuklí a vyvíjí 2–3 roky (Zahradník, 2014).

Přítomnost piložitek je patrná podle výletových otvorů. Napadené je především pokácené neodkorněné dřevo a oslabené a odumírající stromy. Dříví je takto technicky poškozeno a jsou sníženy jeho technické vlastnosti (Zahradník, 2014). Představuje karanténní problém při použití napadeného dřeva na obalový materiál, ze kterého se později líhne. S rostoucím objemem obchodu se rozšiřuje areál výskytu (Zahradník, Háva, 2021).



Obrázek 7 *Sirex juvencus*
(Zdroj: Robert Dzwonkowski,
Bugwood.org)

3.6.8 Tenthredinidae (pilatkovítí)

Nejpočetnější a současně morfologicky a ekologicky velice rozmanitá čeleď. Většina druhů žije volně na různých rostlinách, některé druhy minují uvnitř rostlinných tkání. Celosvětově je známo přes 6 000 druhů ve více než 350 rodech. Čeleď se dělí do sedmi podčeledí, z nichž šest se vyskytuje v palearktické oblasti, tedy i na území České a Slovenské republiky. Podčeleď Susaninae se vyskytuje v nearktické oblasti (Macek et al., 2020).

3.6.8.1 Tenthredininae (pilatky)

Patří sem často nápadně zbarvené velké druhy. Dospělci se živí pyllem, ale některé druhy jsou dravé a loví menší hmyz včetně menších druhů pilatek. Na rostlinách žijící larvy jsou aktivní v noci, ve dne jsou spirálovitě stočeny v úkrytu ve vegetaci nebo na zemi. V zemní komůrce přezimují předkukly. Jedná se o polyfágní druhy žijící na různých nepříbuzných druzích rostlin (Macek et al., 2020).

3.6.8.2 Selandriinae (pilanky)

Larvy se vyvíjejí na kapradinách, přesličkách, šachorovitých či lipnicovitých. Některé druhy na mechorostech, zřídka na širokolistých bylinách. Letová perioda je velmi časná na začátku jara (Macek et al., 2020).

3.6.8.3 Allantinae (pilenky)

Vajíčka jsou kladena poblíž báze listu do hlavní žilky na bylinách a listnatých dřevinách. Dorostlé larvy přezimují v zemním kokonu nebo zavrtané ve stoncích, v borce, v měkkém dřevě nebo větvičkách (Macek et al., 2020).

3.6.8.4 Blennocampinae (pilušky)

Nesourodá skupina většinou krátce zavalitých druhů s charakteristickými znaky předních křídel. Larvy jsou hladké nebo ostnitě a vyvíjejí se na bylinách včetně trav i na dřevinách (Macek et al., 2020).

3.6.8.5 Heterarthrinae (pilatičky)

Malé až drobné druhy s tělem kratším než 6 mm, které se rozlišují podle typického popisu křídel. Larvy minují v listech dřevin a bylin. Skeletují spodní nebo horní epidermální vrstvu listů (Macek et al., 2020).

3.6.8.6 Nematinae (pilařky)

Nesourodá skupina zahrnující druhy velké 3–12 mm. Larvy se vyskytují na listnatých a jehličnatých dřevinách a bylinách včetně trav. Zpravidla druhy konzumují listy zevně, menší část druhů minuje v listech nebo letorostech, některé druhy se vyvíjejí ve vlastních hálkách (Macek et al., 2020).

Pilatka smrková (*Pristiphora abietina*, Christ, 1791) je primárním listožravým škůdcem mladých porostů smrku ve věku 10–30 let v nadmořských výškách do



500 m n. m., ve vyšších polohách výjimečná. Dospělci jsou 5–6 mm dlouzí, samec je menší než samice, zbarvení je černožluté.

Obrázek 8 Housenice *Pristiphora abietina*
(Zdroj: Petr Kapitola, Central Institute for
Supervising and Testing in Agriculture,
Bugwood.org)

Světle zelené housenice dorůstají 15 mm (Obrázek 8). Rojení začíná koncem dubna a končí ve druhé polovině května. Vajíčka jsou kladena jednotlivě na vnější stranu vyvíjejících se jehlic nebo do narašených pupenů, housenice se líhnou

po 3–6 dnech. Ty koncem června a v první polovině července slézají na zem, kde se zapřádají a přezimují v hrabance. Další rok v dubnu se část kuklí, část přezimuje jeden rok.

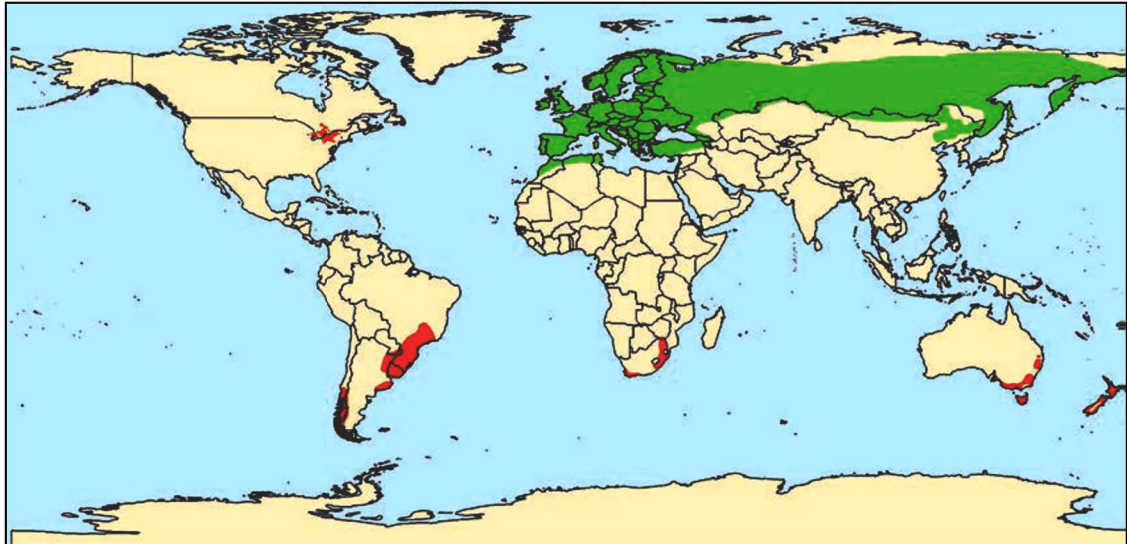
Poškozené jehlice s nakladenými vajíčky žloutnou, usychají a nedorostou běžné délky. Žír probíhá jen na čerstvých jehlicích, zůstávají holé výhony. Pokud se žíry opakují, koruna se deformuje a stromy krní a pomalu odrůstají, dochází tak ke ztrátám na přírůstu (Zahradník, 2014).

3.6.9 Xiphydriidae (pilovrtkovití)

Jde o druhy velikosti 8–20 mm s válcovitým protáhlým tělem a hrubě vrásčitou hlavou a hrudí. Pro pilovrtkovité je charakteristická kulatá hlava s vyklenutým temenem nasedající na krčkovitě prodloužené předoprsí. Tykadla jsou nitkovitá, složená z 13–19 článků. Nepigmentované larvy mají válcovité tělo s nápadně vyhrbenou hrudí a hrotovitým výběžkem na konci. Využívají se ve dřevě nemocných listnatých stromů v symbióze s dřevnatkovými (*Xylariaceae*) houbami z rodů *Daldinia* (Ces. & De Not.) a *Entonaema* (Möller). Podobně jako u pilořitek samice během kladení přenášejí na bázi kladélka částice symbiotických hub, jejichž podhoubím se mladé larvy živí, starší konzumují i dřevo. Dorostlé larvy se kuklí volně v chodbách blízko povrchu. Vývoj bývá jednoletý, za nevhodných podmínek dvouletý. K technickému znehodnocení dřeva dochází při větším napadení larvami (Macek et al., 2020).

3.7 Příklad invazních druhů širopasých – *Sirex noctilio* (Fabricius, 1773) (pilořitka borová)

Pilořitka borová je druh původní v Eurasii a severní Africe napadající především borovice (*Pinus spp.*). Ve svém původním areálu sice není považována za významného škůdce, ale po náhodném zavlečení do zemí jižní polokoule se projevil negativní hospodářský dopad na výsadby exotických borovic (Obrázek 9; Hurley et al., 2007). První z těchto invazí byla zaznamenána na Novém Zélandu kolem roku 1900, následovala Austrálie (1951), Uruguay (1980), Argentina (1985), Brazílie (1988), Jihoafrická republika (1994) a Chile (2000) (Hurley et al., 2007). V roce 2005 byla potvrzena etablovaná populace *S. noctilio* ve Spojených státech amerických (Hoebeke et al., 2005), kde je považována za vysoce rizikového lesního škůdce vzhledem k negativnímu dopadu na porosty borovic na jižní polokouli (Evans, 2016).



Obrázek 9 Globální rozšíření původních a nepůvodních populací *Sirex noctilio*. Původní areál znázorněn zeleně, nepůvodní červeně. (Liebhold, Hajek, 2019)

Samice kladou vajíčka do kůry stresovaných stromů (Obrázek 10). Jejich oslabení může být vyvoláno abiotickými činiteli, jako je sucho, přílišná konkurence nebo nedostatek živin. Společně s vajíčky je vylučován toxický hlen a přenášeny spory symbiotické dřevokazné houby *Amylostereum areolatum* (Chaillet ex. Fr.) Boidin 1958 (pevníkovec ztlustlý) (Ireland, 2018). K mortalitě stromů přispívá *A. areolatum* infikováním a vysoušením dřevní hmoty, čímž současně vytváří vhodné mikroprostředí pro vajíčka a larvy. Pomocí širokého spektra enzymů dochází zároveň k degradaci celulózy, hemicelulózy a pektinu (Fu et al., 2020). Larvy získávají živiny z houbového mycelia, které využívají jako potravu (Morgan, 1968), ačkoli Thompson et al. (2013) prokázali, že v tkáních *S. noctilio* převažují látky tvořící dřevní hmotu. Předpokládá se, že larvy vyvrhují úlomky dřeva na houbou kolonizované larvální chodby, kde dochází nejrychleji k enzymatickému rozkladu. To podporuje „hypotézu vnějšího bachoru“, podle které se



Obrázek 10 Technické poškození dřeva (Zdroj: Stanislaw Kinelski, Bugwood.org)

larvy živí uvolněným škrobem a cukry, které vznikají v důsledku vnějšího trávení houbovými enzymy.

Předmětem mnoha výzkumů je aktivní ochrana. Jedním z nejdůležitějších nástrojů je využití přirozených nepřítel, mezi které patří v Austrálii introdukovaná žlabatka *Ibalia leucospoides* (Hochenwarth, 1785), jejíž využití vyžaduje další zkoumání (Slippers et al., 2015). Hojněji využívaným přirozeným nepřitelem *S. noctilio* je hlístice *Deladenus siricidicola* (Bedding, 2009).

4 Metodika

Na základě dostupné literatury a volně dostupných databází byl vytvořen seznam nepůvodních druhů Symphyta v rámci vybraných světových regionů, získané údaje byly uloženy do databáze, doplněny o vybrané ukazatele za jednotlivé regiony a statisticky zpracovány. Veškeré práce při tvorbě databáze byly provedeny v program MS Excel.

4.1 Databáze nepůvodních druhů Symphyta

Seznam nepůvodních druhů podčeledi širopasých vycházel z databáze International Non-native Insect Establishment (Turner et al. 2021), doplněný a aktualizovaný na základě dalších volně dostupných databází (např. GBIF.org, 2023). Výsledný seznam obsahoval záznamy o (1) regionu, kde v byl druh etablován; (2) roku objevení druhu v nepůvodním regionu; (3) původní biogeografický areál rozšíření druhu; (4) taxonomické zařazení (řád, čeleď, rod a druh).

Součástí výsledné databáze nejsou druhy, které (1) mají původní areál rozšíření ve více biogeografických oblastech (holoarktické a kosmopolitní druhy); (2) mají stejný areál původního výskytu a areál invazní; (3) mají rozšíření v nepůvodním areálu omezené na izolované oblasti (není dokumentováno etablování druhu v přírodních ekosystémech nepůvodního areálu) a (4) byly záměrně introdukované (bicontrol agents atp.). Seznam byl standardizován, aby se předešlo duplicitě kvůli existenci synonym a překlepů.

Volba vybraných regionů byla ovlivněna dostupností dokumentovaných záznamů. Regiony, které obsahují dostatečný počet spolehlivých záznamů a byly využity v rámci tvorby práce jsou: Severní Amerika (NA), Evropa (EP), Austrálie (AU), Nový Zéland (NZ) a Japonsko (JP). Regiony se výrazně odlišují rozlohou, ale pokrývají rozsáhlou geografickou rozmanitost (např. severní a jižní polokoule, tropické a mírné podnebí, kontinentální a ostrovní oblasti). Tyto regiony se většinou shodují se zeměmi s vysoce rozvinutým hospodářstvím, což může představovat nevyhnutelné zkreslení.

Pro vymezení původního areálu rozšíření nepůvodních druhů bylo využito rozdělení biogeografických oblastí podle Wallace (1876), tedy oblast Nearktická, Palearktická, Afrotropická, Indomalajská, Australasijská, Neotropická a Oceánská, přičemž Palearktická oblast byla rozdělena na evropskou a asijskou část. Antarktická oblast vzhledem ke své povaze nebyla využita.

4.2 Hodnocení vybraných faktorů ovlivňujících dynamiku invazí širopasých

Databáze nepůvodních druhů podčeledi širopasých byla pro každý z 5 regionů doplněna o diversitu a zastoupení původních zástupců Symphyta jako celkový počet popsaných původních druhů v rámci jednotlivých regionů. Počty druhů původních zástupců Symphyta vycházely z volně dostupných databází a odborných zdrojů: pro NA web BugGuide.net (2023), Plant Parasites of Europe (2023) pro EP; Naumann (1991) pro AU; Berry (2007) pro NZ a databáze MOKUROKU (2023) pro JP. Získané údaje byly využity pro vyhodnocení rozdílů zastoupení původních a nepůvodních druhů v jednotlivých čeledích mezi regiony, tyto rozdíly byly testovány na statistickou významnost na základě Chí-kvadrát testu. Vztah mezi původní a nepůvodní druhovou bohatostí byl hodnocen na základě Spearmanova korelačního koeficientu.

Dále byl podobným způsobem hodnocen vliv rozlohy regionů na počty původních a nepůvodních druhů. Rozlohy regionů i počty druhů byly log-transformovány pro obě osy a byly vypočteny korelační koeficienty mezi proměnnými. Veškeré statistické analýzy byly provedeny v programu TIBCO Statistica. S ohledem na nízký počet dokumentovaných invazí v regionech (<10; viz. kapitola Výsledky) byly pouze testovány rozdíly v celkovém počtu nepůvodních druhů pro všechny regiony.

5 Výsledky

5.1 Databáze nepůvodních druhů Symphyta

Výsledná databáze (Příloha 1) obsahuje 92 záznamů dokumentovaných invazí v zájmových regionech. Seznam obsahuje záznamy latinských názvů nepůvodních druhů. Každý je zařazen do čeledi, své původní biogeografické oblasti rozšíření a je u něj zaznamenán nepůvodní region a rok, ve kterém byl v nepůvodním regionu objeven.

5.2 Počty druhů

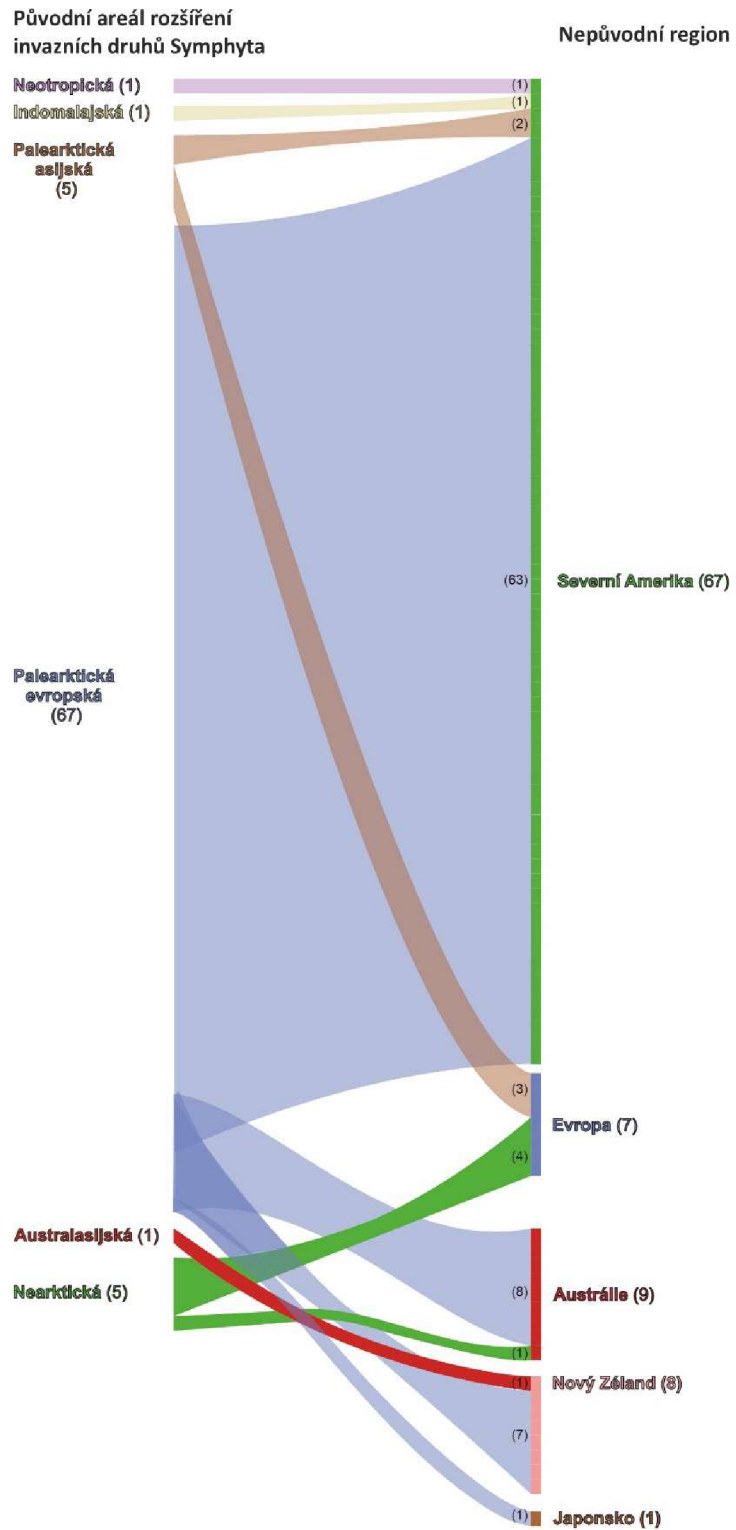
V databázi je zaznamenáno 80 druhů širopasých (Symphyta). Nejvíce nepůvodních druhů je zaznamenáno v Severní Americe (67), následuje Austrálie (9), Nový Zéland (8), Evropa (7) a Japonsko s jedním nepůvodním druhem (Tabulka 2). Vzhledem k počtu nepůvodních druhů má Nový Zéland největší počet nepůvodních druhů v poměru k původním druhům. Nejméně nepůvodních druhů v poměru k původním druhům má Japonsko a Evropa.

Tabulka 2 Počty nepůvodních a původních druhů širopasých v jednotlivých regionech

Region	Nepůvodní druhy	Původní druhy	Poměr
Severní Amerika	67	1147	0,058
Austrálie	9	165	0,055
Nový Zéland	8	3	2,667
Evropa	7	830	0,008
Japonsko	1	640	0,002

Původním areálem rozšíření je nejčastěji Palearktická evropská oblast (Obrázek 11). Z té pochází 67 invazních druhů, ze kterých je 63 nepůvodních v regionu Severní Ameriky. V regionu Evropy jsou zaznamenány druhy z Palearktického asijského (3 druhy) a Nearktického (4 druhy) areálu. Mezi nejúspěšnější druhy patří pilatka třešňová (*Caliroa cerasi*, Linné, 1758), která je invazní ve všech regionech (NA, AS, NZ, JP) a zároveň je jedinou zaznamenanou invazí širopasých v Japonsku. Ve třech regionech (NA, AS, NZ) je invazní pilatka hřebenorohá (*Cladius pectinicornis*, Geoffroy in Fourcroy, 1785), pilatka hálčivá (*Pontania proxima*, Audinet-Serville, 1823) a pilořitka borová (*S. noctilio*). Jediný druh z Australasijského areálu s přirozeným areálem v Austrálii (*Phylacteophaga froggatti*, Riek, 1955) je invazní v regionu Nového Zélandu.

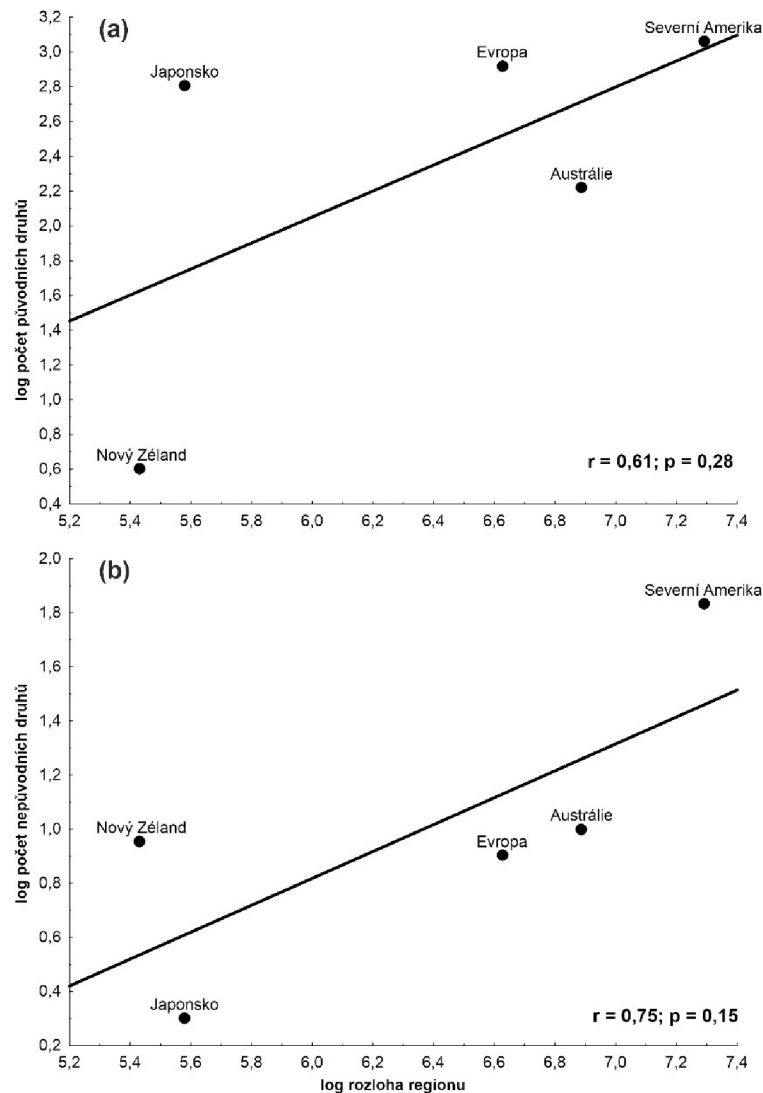
Obrázek 11 Původní areály rozšíření invazních druhů Symphyta a jejich nepůvodní areály, šířky sloupců odpovídají jednotlivým počtům druhů uvedených v závorce. Překryté spojnice jednoho původního areálu s více regiony představují druhy, které se etablovaly ve více regionech



5.3 Vliv rozlohy regionů na počet původních a nepůvodních druhů

Jak u původních, tak u nepůvodních druhů širopasých byl nalezen pozitivní vztah s rozlohou regionu (Obrázek 12), i s ohledem na nízký počet zkoumaných regionů však nejsou tyto vztahy statisticky signifikantní ($p > 0,05$).

Obrázek 12 Vztah mezi rozlohou regionu a počtem původních (a) a nepůvodních (b) druhů *Symphyla*



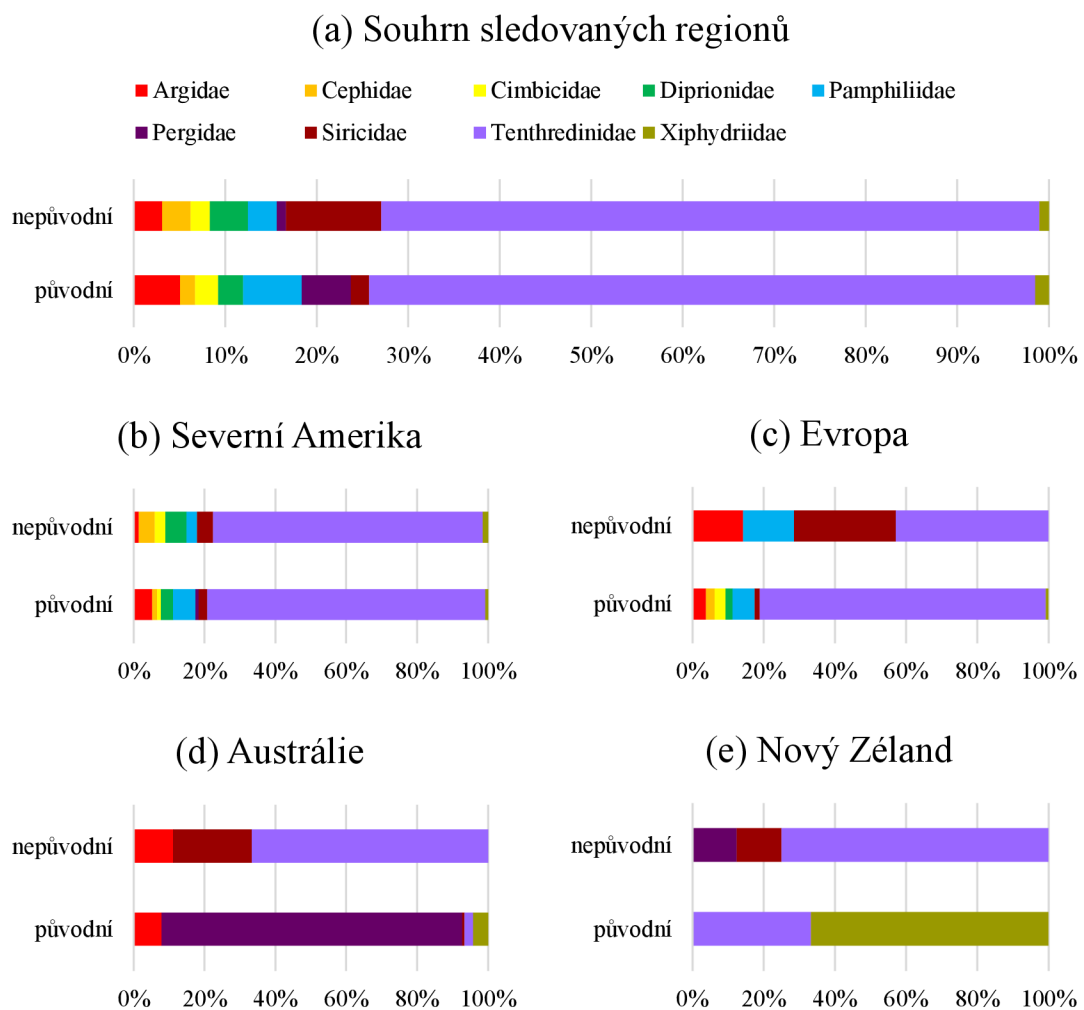
5.4 Spektrum čeledí

Jak u původních, tak u nepůvodních druhů je druhově nejbohatší čeleď Tenthredinidae. Druhá nejpočetnější čeleď původních druhů je Pamphiliidae, u nepůvodních druhů je to čeleď Siricidae (Tabulka 3).

V původním složení čeledí Širopasých ve všech sledovaných regionech (Obrázek 13a, Tabulka 3) dominuje čeleď Tenthredinidae téměř 73% zastoupením (2 027 druhů),

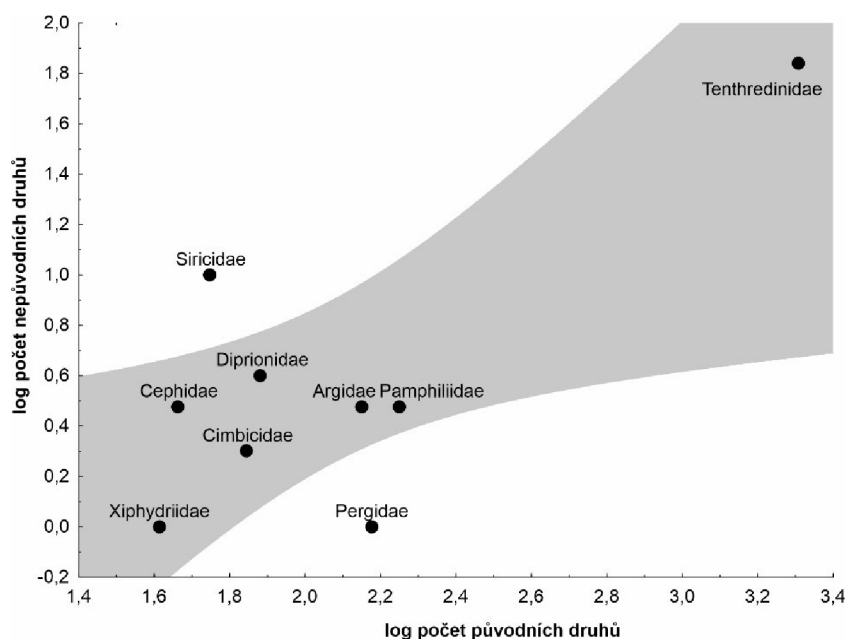
zatímco ostatní čeledi se pohybují v rozmezí od 1 do 6 %. Druhou nejpočetnější čeledí původních druhů je čeleď Pamphiliidae (178 druhů), oproti tomu druhou nejvíce zastoupenou čeledí u nepůvodních druhů je čeleď Siricidae s 10 % (10 druhů), převládá čeleď Tenthredinidae s 72 % (69 druhů).

Obrázek 13 Procentuální zastoupení čeledi v jednotlivých regionech (a–e)



Mezi procentuálním zastoupením čeledí v původním a nepůvodním spektru čeledí byl nalezen statisticky významný rozdíl ($X^2 = 43,3; 8 = 12, p < 0,01$). Mezi nepůvodními druhy je procentuálně více zastoupena čeleď Siricidae, naopak méně invazních druhů je v porovnání s původním spektrem čeledi Pergidae (Obrázek 14).

Obrázek 14 Vztah mezi původními a nepůvodními počty druhů v jednotlivých čeledích širopasých. Šedý areál zobrazuje interval spolehlivosti 95% lineární regrese.



V regionu Severní Ameriky (Obrázek 13b) se dominantní čeleď Tenthredinidae zastoupením blíží k 80 % v případě původních (900 druhů) i nepůvodních (51 druhů) druhů. Procentuální zastoupení nepůvodních druhů mírně vzrostlo u čeledi Cephidae, Diprionidae a Siricidae.

V regionu Evropy (Obrázek 13c) dominuje původním druhům čeleď Tenthredinidae zastoupena 80 % (667 druhů). Ostatní čeledi jsou zastoupeny rovnoměrně v rozsahu od 1 do 6 %. V případě nepůvodních druhů klesá zastoupení čeledi Tenthredinidae na 42 % (3 druhy), čeleď Siricidae je zastoupena téměř 30 % (2 druhy), dále jsou zastoupeny čeledi Argidae a Pamphiliidae necelými 15 %.

V regionu Austrálie (Obrázek 13d) dominuje původním druhům čeleď Pergidae (140 druhů) zastoupena téměř 85 %. Čeleď Argidae zastupuje 8 % (13 druhů). Do 5 % jsou zastoupeny čeledi Tenthredinidae, Siricidae a Xiphydriidae. V případě nepůvodních druhů dominuje čeleď Tenthredinidae 67 % (6 druhů), čeleď Siricidae 23 % a čeleď Argidae 12 %.

V regionu Nového Zélandu (Obrázek 13e) jsou zastoupeny původní čeledi Xiphydriidae dvěma druhy (66,5 %) a Tenthredinidae jedním druhem (33,5 %). Dominantní nepůvodní čeleď se 75% zastoupením je čeleď Tenthredinidae (6 druhů), čeleď Pergidae a Siricidae je rovnoměrně zastoupena jedním druhem.

Tabulka 3 Počet původních a nepůvodních druhů v čeledích ve sledovaných regionech

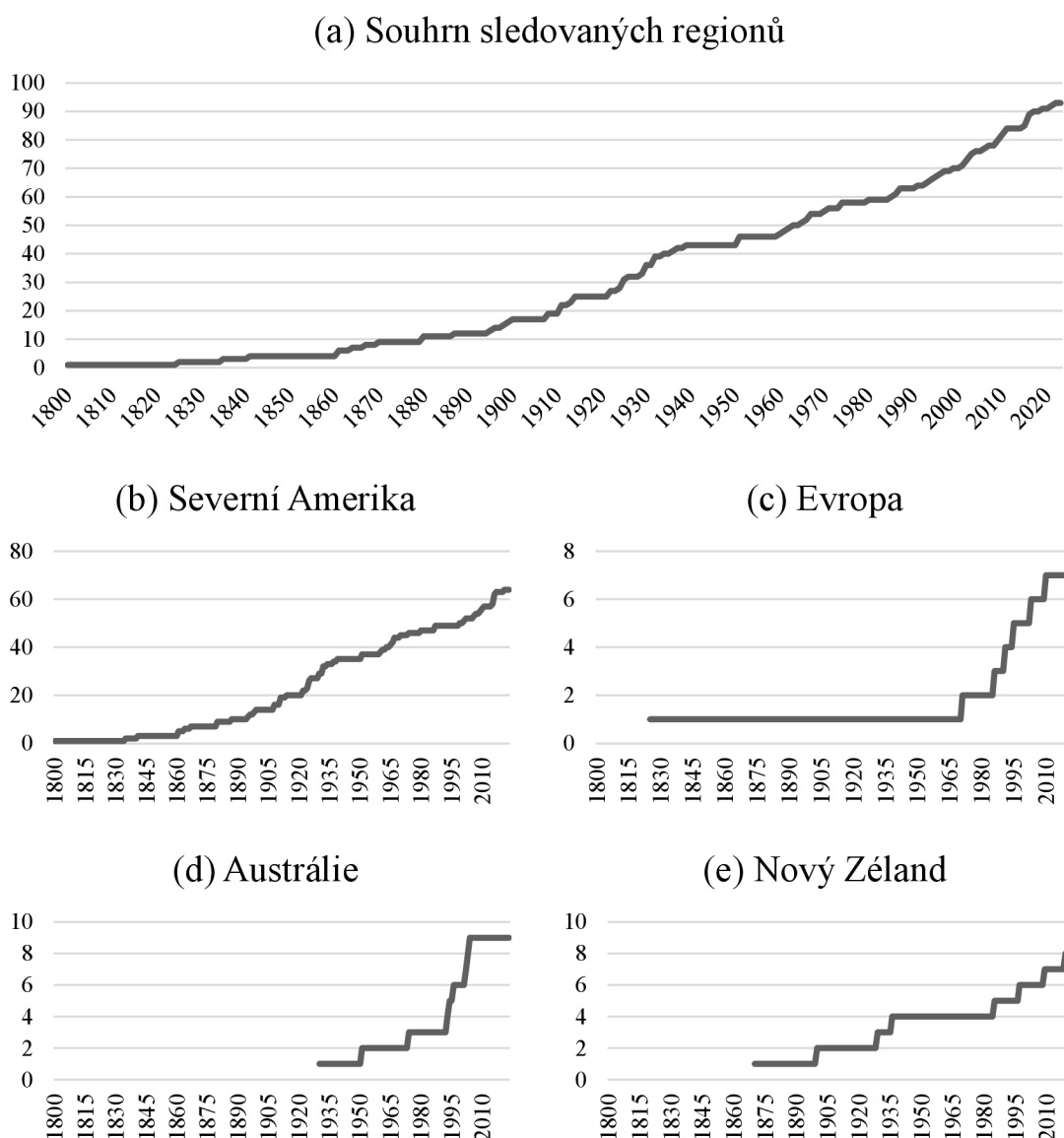
Čeď	Původní druhy	Nepůvodní druhy
Tenthredinidae	2027	69
Pamphiliidae	178	3
Pergidae	150	1
Argidae	141	3
Diprionidae	76	4
Cimbicidae	70	2
Siricidae	56	10
Cepidae	46	3
Xiphydriidae	41	1

5.5 Kumulativní počty invazí

Ve všech sledovaných regionech je množství invazí v letech 1800–1880 relativně nízké (9 invazí), poté začíná růst. Počty stagnují okolo roku 1915 a poté od roku 1939 do roku 1950. Okolo roku 1960 začínají téměř konstantně růst (Obrázek 15a).

Region Severní Ameriky skoro kopíruje trendy všech sledovaných regionů (Obrázek 15b). V regionu Evropy počíná růst počtu invazí po roce 1970 (Obrázek 15c). V Austrálii po roce 1930, skokově stoupá od roku 2000 (Obrázek 15d). V regionu Nového Zélandu jsou invaze datovány od roku 1870, strmý nárůst začíná od roku 1985 (Obrázek 15e).

Obrázek 15 Vývoj počtů invazí v čase v jednotlivých regionech (a–e)



5.6 Výskyt čeledí v čase

Ve všech sledovaných regionech převažují v průběhu let invaze zástupců čeledi Tenthredinidae (Obrázek 16a, Tabulka 4). V letech 1800-1880 bylo jejich zastoupení 100 %. Čeď Cephidae se vyskytuje v letech 1881-1900 a v letech 2001–2025, kdy zastupuje 33 %, vždy jedním druhem. Čeď Diprionidae se objevuje v letech 1901-1920 (1 druh) a 1921-1940 (3 druhy) v hodnotě 16,7 %. V letech 1941–1960 čeď Siricidae představuje 25 % (1 druh), zatímco v letech 1981–2000 již 40 % (4 druhy).

V regionu Severní Ameriky (Obrázek 16b) rovněž dominuje čeď Tenthredinidae. Čeď Diprionidae se objevuje v letech 1901–1920 (1 druh) a 1921–1940 (3 druhy). Počínaje obdobím 1961–1980 se začíná objevovat zastoupení čeledi Siricidae, které je

nejvyšší v období 1981–2000, vždy se ale jedná o jeden druh. Tři druhy byly pro absenci informace o roku invaze vynechány.

V regionu Evropy (Obrázek 16c) jsou invaze zaznamenány v letech 1800–1880 a poté až v letech 1961–1980. První invaze do Evropy je zaznamenána v roce 1825 a jedná se o druh *Nematus tibialis* (Newman, 1837), další invaze následuje v roce 1971 druhem *Pachynematus itoi* (Okutani, 1955). V obou rocích se jedná o čeleď Tenthredinidae. V letech 1981–2000 byla s 66,5 % invazní čeleď Siricidae (2 druhy) a 33,5 % tvořila čeleď Pamphiliidae (1 druh). V letech 2001–2025 byla zastoupena čeleď Argidae a Tenthredinidae, obě jedním druhem (50 %).

V regionu Austrálie (Obrázek 16d) záznamy začínají od let 1921–1940 100% zastoupením čeledi Argidae (1 druh). Čeleď Siricidae zastupuje jedním druhem v letech 1941–1960 (100 %) a v letech 1981–2000 (33,5 %). Ostatní období zastupuje čeleď Tenthredinidae, v letech 2001–2025 třemi druhy.

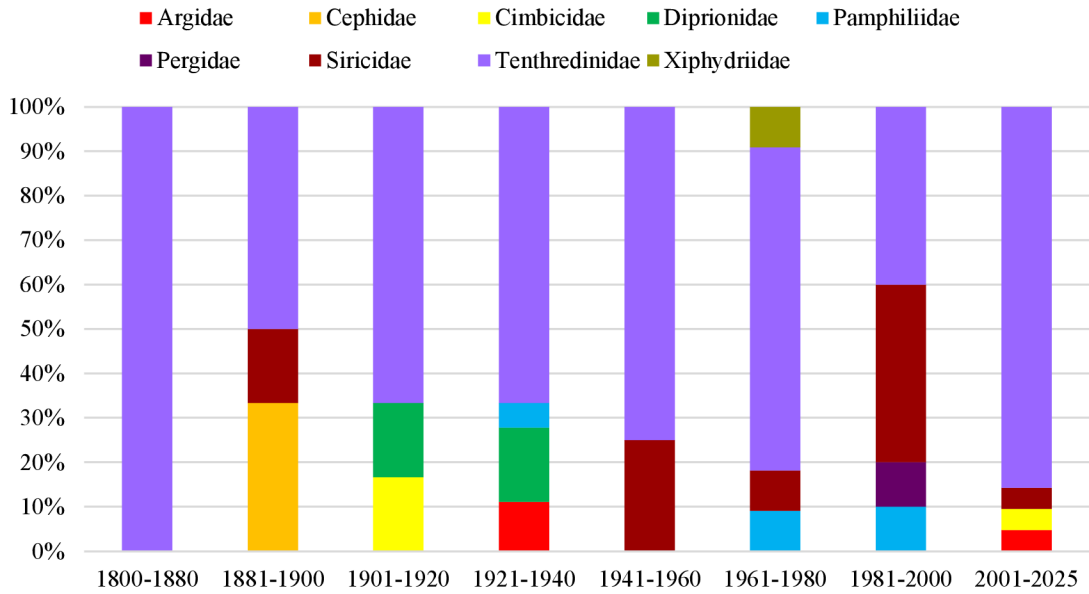
V regionu Nového Zélandu (Obrázek 16e) je 100% zastoupení čeledi Tenthredinidae v obdobích 1800–1880 (1 druh), 1921–1940 (2 druhy) a 2001–2025 (2 druhy). V letech 1981–2000 tvoří společně s čeledí Pergidae po jednom druhu 50 %. V roce 1900 je zde dokumentovaná první invaze čeledi Siricidae druhem *S. noctilio*.

Tabulka 4 Počet druhů v jednotlivých čeledích v čase

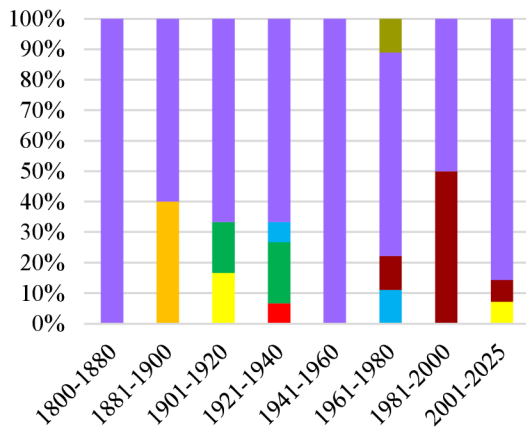
Sledované regiony	Argidae	Cephalidae	Cimbicidae	Diprionidae	Pamphiliidae	Pergidae	Siricidae	Tenthredinidae	Xiphydriidae
1800-1880	—	—	—	—	—	—	—	11	—
1881-1900	—	2	—	—	—	—	1	3	—
1901-1920	—	—	1	1	—	—	—	4	—
1921-1940	2	—	—	3	1	—	—	12	—
1941-1960	—	—	—	—	—	—	1	3	—
1961-1980	—	—	—	—	1	—	1	8	1
1981-2000	—	—	—	—	1	1	4	4	—
2001-2025	1	—	1	—	—	—	1	18	—

Obrázek 16 Procentuální zastoupení čeledí v čase (a–e)

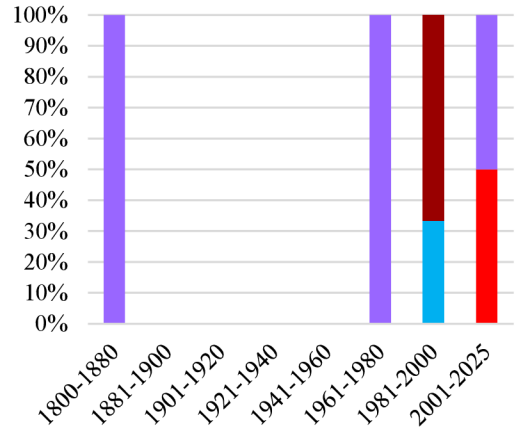
(a) Souhrn sledovaných regionů



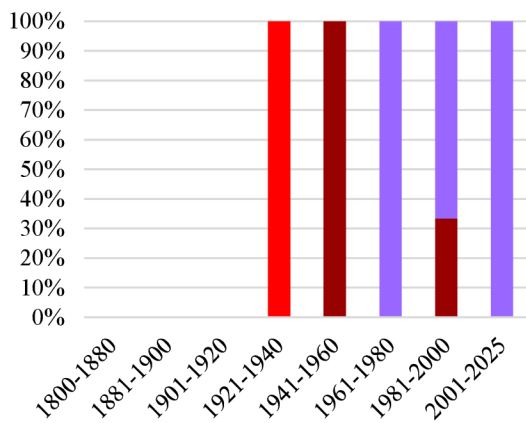
(b) Severní Amerika



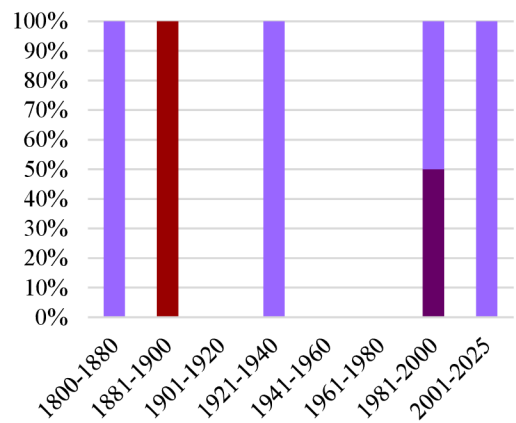
(c) Evropa



(d) Austrálie



(e) Nový Zéland



6 Diskuse

Na základě dostupných dat byla vytvořena databáze nepůvodních druhů Symphyta (Příloha 1). Navzdory statistické nevýznamnosti lze pozorovat pozitivní vztah mezi počtem původních i nepůvodních druhů Symphyta a rozlohou regionu (Obrázek 12). Vztah mezi druhovou bohatostí a rozlohou je známým biogeografickým fenoménem, který byl pozorován prakticky v každém taxonu a světové oblasti (Lomolino, 2000) včetně společenstev původních i nepůvodních druhů (Blackburn et al., 2016).

Nejvíce druhů pochází z evropské části Palearktického biogeografického regionu a nejvíce nepůvodních druhů je dokumentováno v Severní Americe. Podobně je asymetrie v počtu a vzájemné výměně nepůvodních druhů hmyzu mezi Evropou a Severní Amerikou již zdokumentována u řádů Coleoptera, Hemiptera a Lepidoptera (Isitt et al., 2024). V ostatních zkoumaných regionech je počet invazí širopasých relativně nízký, ale lze pozorovat nárůst dokumentovaných nepůvodních druhů od konce druhé světové války (Obrázek 15).

Rostoucí obchodní aktivity vedou k větší pravděpodobnosti a intenzitě zavlékání nepůvodních druhů a jejich šíření, proto je mezinárodní obchod považován za nejvýznamnější cestu invazí hmyzu (Brockerhoff, Liebhold, 2017; Bonnamour et al., 2023). Fytosanitární opatření aplikovaná v mezinárodním obchodu s živými rostlinami, dřevem a plodinami téměř jistě vedla ke snížení počtu etablovaných nepůvodních druhů. Platnost a účinnost těchto opatření lze datovat do druhé poloviny 20. století (Allen et al. 2017), zatímco značná část asymetrie v počtech nepůvodních druhů mezi Evropou, Severní Amerikou a Australasií se nahromadila již do roku 1950 (Obrázek 15). Biologická bezpečnost je tedy nepravděpodobným hnacím motorem těchto asymetrií (Isitt et al., 2024).

V souvislosti se zakládáním evropských kolonií v oblastech Severní Ameriky procházelo toto území mnoha dramatickými změnami, jejichž součástí bylo záměrné i náhodné zavlékání evropských rostlin, což zapříčinilo trvalé změny v rostlinných společenstvech (Lenzner et al., 2018). Tento historický vývoj a úzké vztahy mezi hmyzem a rostlinami mohou vysvětlovat, proč je u mnoha skupin hmyzu Evropa nejčastějším původním areálem rozšíření a Severní Amerika má z tohoto regionu mnohonásobně větší počet invazních druhů (Isitt et al., 2024). Rovněž je třeba u novodobých invazí počítat s časovou prodlevou mezi zavlékáním a objevením

invazních druhů, kvůli které mohou v regionech existovat dosud neobjevené nepůvodní druhy (Essl et al., 2011).

Rozdíly mezi zastoupením čeledí v původních a nepůvodních společenstvech Symphyta (Obrázek 13 a 14) ve zkoumaných regionech lze vysvětlit pomocí teorie ostrovní disharmonie, která byla použita k popisu systematického nadměrného a nedostatečného zastoupení určitých taxonů na ostrovech (Carlquist, 1965). Jednotlivé čeledi širopasých se značně odlišují svou životní strategií. Druhově nejpočetnější čeleď Tenthredinidae tvoří velkou část původních i nepůvodních druhů (Obrázek 13). Zavlékání zástupců čeledi Tenthredinidae, kteří primárně přezimují v půdě, může být historicky vysvětleno převozem balastu (půda, kameny, dřevní kůra) zatěžujícího plachetnice před rokem 1900. Lindroth (1957) tímto způsobem vysvětluje šíření nepůvodních střevlíkovitých (Carabidae) z Evropy do Severní Ameriky, Liebhold et al. (2021) potom invaze drabčíkovitých (Staphylinidae). Do začátku 20. století byly obchodní cesty a převoz zboží intenzivní především mezi Evropu a Severní Amerikou (Pascali, 2017) a mohou tedy dále přispívat k pozorované asymetrii v počtu nepůvodních druhů mezi těmito regiony.

V posledních desetiletích se s rozvojem globálního obchodu mezi nepůvodními druhy širopasých kromě čeledi Tenthredinidae dostává do popředí čeleď Siricidae, u které je recentně dokumentován nárůst počtu invazí (Obrázek 16). Tento trend je možné vysvětlit rostoucím využíváním nekvalitního, případně i neošetřeného, dřeva na obalový materiál (Brockhoff et al., 2006), ve kterém se mohou vyskytovat kukly pilořitkovitých.

7 Závěr

- Byla vytvořena databáze nepůvodních zástupců Symphyta pro 5 světových regionů. V databázi je zaznamenáno celkem 92 invazí 80 druhů.
- 67 invazních druhů je dokumentováno v Severní Americe, u 63 z nich je původním areálem rozšíření Palearktická evropská oblast.
- Podobně jako u jiných skupin hmyzu byla u širopasých dokumentována asymetrie v počtu a vzájemné výměně nepůvodních druhů mezi Evropou a Severní Amerikou.
- Čeleď Tenthredinidae tvoří velkou část původních i nepůvodních druhů, u recentních invazí je procentuálně více zastoupena čeleď Siricidae.
- S ohledem na rostoucí počet dokumentovaných invazí ve všech regionech od konce druhé světové války, je patrné, že kombinace faktorů, jako je globalizace, pohyb zboží a životní strategie nepůvodních druhů, sehrává klíčovou roli v pravděpodobnosti a intenzitě zavlékání nepůvodních Symphyta.
- Pravděpodobně se většina druhů nerozšířila do všech oblastí s vhodným hostitelem a klimatickými podmínkami, zejména v měnícím se klimatu. Vzhledem k narůstající intenzitě obchodu, pohybu rostlinného zboží a používání dřevěných obalových materiálů, lze v budoucnu očekávat další nárůst v počtu a šíření nepůvodních širopasých.

Seznam literatury

ALLEN, Eric, Meghan NOSEWORTHY a Michael ORMSBY, 2017. Phytosanitary measures to reduce the movement of forest pests with the international trade of wood products. *Biological Invasions* [online]. **19**(11), 3365-3376 [cit. 2024-04-05]. ISSN 1387-3547. Dostupné z: doi:10.1007/s10530-017-1515-0

BEDDING, Robin A., 2009. Controlling the Pine-Killing Woodwasp, *Sirex noctilio*, with Nematodes. *Use of Microbes for Control and Eradication of Invasive Arthropods* [online]. Dordrecht: Springer Netherlands, **2009**(1), 213-235 [cit. 2024-03-25]. ISBN 978-1-4020-8559-8. Dostupné z: doi:10.1007/978-1-4020-8560-4_12

BERRY, J. A., 2007. *Checklist of New Zealand Hymenoptera* [online]. [cit. 2024-03-30]. Dostupné z: <https://www.landcareresearch.co.nz/tools-and-resources/collections/new-zealand-arthropod-collection-nzac/databases-and-holdings/hymenoptera/checklist-of-new-zealand-hymenoptera/version-6>

BLACKBURN, Tim M., Petr PYŠEK, Sven BACHER, James T. CARLTON, Richard P. DUNCAN, Vojtěch JAROŠÍK, John R.U. WILSON a David M. RICHARDSON, 2011. A proposed unified framework for biological invasions. *Trends in Ecology & Evolution* [online]. **26**(7), 333-339 [cit. 2024-03-28]. ISSN 01695347. Dostupné z: doi:10.1016/j.tree.2011.03.023

BLACKBURN, Tim M., Steven DELEAN, Petr PYŠEK a Phillip CASSEY, 2016. On the island biogeography of aliens: a global analysis of the richness of plant and bird species on oceanic islands. *Global Ecology and Biogeography* [online]. **25**(7), 859-868 [cit. 2024-04-05]. ISSN 1466-822X. Dostupné z: doi:10.1111/geb.12339

BONNAMOUR, Aymeric, Rachael E. BLAKE, Andrew M. LIEBHOLD, Helen F. NAHRUNG, Alain ROQUES, Rebecca M. TURNER, Takehiko YAMANAKA a Cleo BERTELSMEIER, 2023. Historical plant introductions predict current insect invasions. *Proceedings of the National Academy of Sciences* [online]. 2023-06-13, **120**(24), 1-7 [cit. 2024-04-05]. ISSN 0027-8424. Dostupné z: doi:10.1073/pnas.2221826120

BROCKERHOFF, E. G. a A. M. LIEBHOLD, 2017. Ecology of forest insect invasions. *Biological Invasions* [online]. **19**(11), 3141-3159 [cit. 2024-03-13]. ISSN 1387-3547. Dostupné z: doi:10.1007/s10530-017-1514-1

BROCKERHOFF, Eckehard G, John BAIN, Mark KIMBERLEY a Milos KNÍŽEK, 2006. Interception frequency of exotic bark and ambrosia beetles (Coleoptera: Scolytinae) and relationship with establishment in New Zealand and worldwide. *Canadian Journal of Forest Research* [online]. 2006-02-01, **36**(2), 289-298 [cit. 2024-03-13]. ISSN 0045-5067. Dostupné z: doi:10.1139/x05-250

BRUSCA, Richard C. a Gary J. BRUSCA, 2003. *Invertebrates*. 2. Sinauer Associates. ISBN 9780878930975.

BugGuide.net [online], 2004. [cit. 2024-03-30]. Dostupné z: <https://bugguide.net/node/view/112>

CARLQUIST, Sherwin John, 1965. *Island life: A natural history of the islands of the world*. Natural History Press.

ČESKO. Vyhláška č. 101/1996 Sb., Ministerstva zemědělství, kterou se stanoví podrobnosti o opatřeních k ochraně lesa a vzor služebního odznaku a vzor průkazu lesní strážce. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010–2024 [cit. 23. 3. 2024]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1996-101>

ENTOMOLOGICAL LABORATORY, FACULTY OF AGRICULTURE, KYUSHU UNIVERSITY, 2023. *Database MOKUROKU* [online]. [cit. 2024-03-30]. Dostupné z: <https://insectdb.kyushu-u.ac.jp/mokuroku/index-e.html>

ESSL, Franz, Stefan DULLINGER, Wolfgang RABITSCH, et al., 2011. Socioeconomic legacy yields an invasion debt. *Proceedings of the National Academy of Sciences* [online]. 2011-01-04, **108**(1), 203-207 [cit. 2024-04-04]. ISSN 0027-8424. Dostupné z: doi:10.1073/pnas.1011728108

EVANS, Alexander, 2016. The Speed of Invasion: Rates of Spread for Thirteen Exotic Forest Insects and Diseases. *Forests* [online]. **7**(12) [cit. 2024-03-25]. ISSN 1999-4907. Dostupné z: doi:10.3390/f7050099

FOUQUIN, Michel a Jules HUGOT, 2016. *Two Centuries of Bilateral Trade and Gravity data: 1827-2014: CEPII Working Paper*. 1. Paris. ISSN 1293-2574. Dostupné také z: http://www.cepii.fr/pdf_pub/wp/2016/wp2016-14.pdf

FU, Ningning, Ming WANG, Lixiang WANG, Youqing LUO, Lili REN a Garret SUEN, 2020. Genome Sequencing and Analysis of the Fungal Symbiont of *Sirex noctilio*, *Amylostereum areolatum*: Revealing the Biology of Fungus-Insect Mutualism. *MSphere* [online]. 2020-06-24, **5**(3), e00301-20 [cit. 2024-03-25]. ISSN 2379-5042. Dostupné z: doi:10.1128/mSphere.00301-20

GBIF.org [online], 2023. [cit. 2023-11-30]. Dostupné z: <https://www.gbif.org/>

GIPPET, Jérôme MW, Andrew M LIEBHOLD, Gyda FENN-MOLTU a Cleo BERTELSMEIER, 2019. Human-mediated dispersal in insects. *Current Opinion in Insect Science* [online]. **35**, 96-102 [cit. 2024-03-13]. ISSN 22145745. Dostupné z: doi:10.1016/j.cois.2019.07.005

HARROWER, C. A., R. SCALERA, S. PAGAD, K. SCHONROGGE, and H. E. ROY. 2018. "Guidance for Interpretation of CBD Categories on Introduction Pathways." Technical note prepared by IUCN for the European Commission. <https://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/519129/1/N519129CR.pdf>

HOEBEKE, E. Richard, Dennis A. HAUGEN a Robert A. HAACK, 2005. *Sirex noctilio*: Discovery of a Palearctic Siricid Woodwasp in New York. *Newsletter of the Michigan Entomological Society*. **50**(1&2), 24-25.

HURLEY, Brett P., Bernard SLIPPERS a Michael J. WINGFIELD, 2007. A comparison of control results for the alien invasive woodwasp, *Sirex noctilio*, in the southern hemisphere. *Agricultural and Forest Entomology* [online]. **9**(3), 159-171 [cit. 2024-03-25]. ISSN 1461-9555. Dostupné z: doi:10.1111/j.1461-9563.2007.00340.x

INTERNATIONAL MONETARY FUND [IMF], 2000. *Globalization: Threat or Opportunity?* [online]. [cit. 2024-02-28]. Dostupné z: <https://www.imf.org/external/np/exr/ib/2000/041200to.htm>

IPPC, 2024. International Plant Protection Convention. *International Plant Protection Convention* [online]. [cit. 2024-03-29]. Dostupné z: <https://www.ippc.int/en/>

IRELAND, Kylie B., Lindsay BULMAN, Andrew J. HOSKINS, Elizabeth A. PINKARD, Caroline MOHAMMED a Darren J. KRITICOS, 2018. Estimating the potential geographical range of *Sirex noctilio*: comparison with an existing model and relationship with field severity. *Biological Invasions* [online]. **20**(9), 2599-2622 [cit. 2024-03-25]. ISSN 1387-3547. Dostupné z: doi:10.1007/s10530-018-1721-4

ISITT, Rylee, Andrew M. LIEBHOLD, Rebecca M. TURNER, et al., 2024. Asymmetrical insect invasions between three world regions. *NeoBiota* [online]. 2024-01-08, **90**, 35-51 [cit. 2024-04-04]. ISSN 1314-2488. Dostupné z: doi:10.3897/neobiota.90.110942

KENIS, Marc, Alain ROQUES, Alberto SANTINI a Andrew M. LIEBHOLD, 2017. Impact of Non-native Invertebrates and Pathogens on Market Forest Tree Resources. In: VILÀ, Montserrat a Philip E. HULME, ed. *Impact of Biological Invasions on Ecosystem Services* [online]. Cham: Springer International Publishing, s. 103-117 [cit. 2024-04-03]. ISBN 978-3-319-45119-0. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-319-45121-3_7

LENZNER, Bernd, Franz ESSL a Hanno SEEBENS, 2018. The Changing Role of Europe in Past and Future Alien Species Displacement. In: ROZZI, Ricardo, Roy H. MAY, F. Stuart CHAPIN III, et al., ed. *From Biocultural Homogenization to Biocultural Conservation* [online]. Cham: Springer International Publishing, s. 125-135 [cit. 2024-04-04]. Ecology and Ethics. ISBN 978-3-319-99512-0. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-319-99513-7_8

LIEBHOLD, Andrew M. a Ann E. HAJEK, 2019. Global biogeography of *Sirex noctilio* with emphasis on North America. In: HAJEK, Ann E., Laurel J. HAAVIK a Fred M. STEPHEN, ed. *Biology and Ecology of Sirex noctilio in North America*. 1. Morgantown, West Virginia: USDA Forest Service, s. 1-9. ISBN FHAAS-2019-01.

LIEBHOLD, Andrew M. a Patrick C. TOBIN, 2008. Population Ecology of Insect Invasions and Their Management. *Annual Review of Entomology* [online]. 2008-01-01, **53**(1), 387-408 [cit. 2024-03-30]. ISSN 0066-4170. Dostupné z: doi:10.1146/annurev.ento.52.110405.091401

LIEBHOLD, Andrew M., Rebecca M. TURNER, Rachael E. BLAKE, et al., 2021. Invasion disharmony in the global biogeography of native and non-native beetle

species. *Diversity and Distributions* [online]. **27**(11), 2050-2062 [cit. 2024-04-04]. ISSN 1366-9516. Dostupné z: doi:10.1111/ddi.13381

LINDROTH, C. H., 1957. *The Faunal Connections Between Europe and North America*. Wiley.

LO, Melody, W. Charles SAWYER a Richard L. SPRINKLE, 2007. The link between economic development and the income elasticity of import demand. *Journal of Policy Modeling* [online]. **29**(1), 133-140 [cit. 2024-03-31]. ISSN 01618938. Dostupné z: doi:10.1016/j.jpolmod.2006.07.001

LOMOLINO, Mark V., 2000. Ecology's most general, yet protean 1 pattern: the species-area relationship. *Journal of Biogeography* [online]. **27**(1), 17-26 [cit. 2024-04-05]. ISSN 0305-0270. Dostupné z: doi:10.1046/j.1365-2699.2000.00377.x

MACEK, Jan, Ladislav ROLLER, Karel BENEŠ, Kamil HOLÝ a Jaroslav HOLUŠA, 2020. *Blanokřídli České a Slovenské republiky*. Praha: Academia. Atlas (Academia). ISBN 978-80-200-2999-7.

MCNEELY, Jeffrey A., 2006. As the world gets smaller, the chances of invasion grow. *Euphytica* [online]. **148**(1-2), 5-15 [cit. 2024-03-28]. ISSN 0014-2336. Dostupné z: doi:10.1007/s10681-006-5937-5

MEYERSON, Laura A. a Harold A. MOONEY, 2007. Invasive alien species in an era of globalization. *Frontiers in Ecology and the Environment* [online]. **5**(4), 199-208 [cit. 2024-03-30]. ISSN 1540-9295. Dostupné z: doi:10.1890/1540-9295(2007)5[199:IASIAE]2.0.CO;2

MOONEY, H. A. a E. E. CLELAND, 2001. The evolutionary impact of invasive species. *Proceedings of the National Academy of Sciences* [online]. 2001-05-08, **98**(10), 5446-5451 [cit. 2024-04-02]. ISSN 0027-8424. Dostupné z: doi:10.1073/pnas.091093398

MORGAN, F. David, 1968. Bionomics of Siricidae. *Annual Review of Entomology* [online]. **13**(1), 239-256 [cit. 2024-03-25]. ISSN 0066-4170. Dostupné z: doi:10.1146/annurev.en.13.010168.001323

MORIN, Randall S., Andrew M. LIEBHOLD, Scott A. PUGH a Susan J. CROCKER, 2017. Regional assessment of emerald ash borer, *Agrilus planipennis*, impacts in forests of the Eastern United States. *Biological Invasions* [online]. **19**(2), 703-711 [cit. 2024-04-03]. ISSN 1387-3547. Dostupné z: doi:10.1007/s10530-016-1296-x

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2016/2031 ze dne 26. října 2016 o ochranných opatřeních proti škodlivým organismům rostlin, o změně nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 228/2013, (EU) č. 652/2014 a (EU) č. 1143/2014 a o zrušení směrnic Rady 69/464/EHS, 74/647/EHS, 93/85/EHS, 98/57/ES, 2000/29/ES, 2006/91/ES a 2007/33/ES, 2016. In: . EUR-Lex [právní informační systém]. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R2031>

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 1143/2014 ze dne 22. října 2014 o prevenci a regulaci zavlékání či vysazování a šíření invazních nepůvodních druhů, 2014. In: . EUR-Lex [právní informační systém]. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R1143>

NAUMANN, ID, 1991. Hymenoptera. In: *Insects of Australia*. Melbourne: CSIRO Publishing.

PASCALI, Luigi, 2017. The Wind of Change: Maritime Technology, Trade, and Economic Development. *American Economic Review* [online]. 2017-09-01, **107**(9), 2821-2854 [cit. 2024-04-05]. ISSN 0002-8282. Dostupné z: doi:10.1257/aer.20140832

Plant Parasites of Europe [online], c2001-2024. [cit. 2024-03-30]. Dostupné z: <https://bladmineerders.nl/>

RICHARDSON, David M., ed., 2011. *Fifty years of invasion ecology : the legacy of Charles Elton*. 1. Wiley-Blackwell. ISBN 978-1-4443-3585-9.

ROQUES, Alain, Wolfgang RABITSCH, Jean-Yves RASPLUS, Carlos LOPEZ-VAAMONDE, Wolfgang NENTWIG a Marc KENIS, 2009. Alien Terrestrial Invertebrates of Europe. In: *Handbook of Alien Species in Europe* [online]. Dordrecht: Springer Netherlands, s. 63-79 [cit. 2024-04-03]. ISBN 978-1-4020-8279-5. Dostupné z: doi:10.1007/978-1-4020-8280-1_5

SCHMIDT, Stefan a David R. SMITH, 2006. An Annotated Systematic World Catalogue of the Pergidae (Hymenoptera). *Contributions of the American Entomological Institute*. **34**(3), 1-207. ISSN 0569-4450.

SIMBERLOFF, Daniel, Jean-Louis MARTIN, Piero GENOVESI, et al., 2013. *Impacts of biological invasions: what's what and the way forward* [online]. **28**(1), 58-66 [cit. 2024-04-03]. ISSN 01695347. Dostupné z: doi:10.1016/j.tree.2012.07.013

SLIPPERS, Bernard, Brett P. HURLEY a Michael J. WINGFIELD, 2015. Sirex Woodwasp: A Model for Evolving Management Paradigms of Invasive Forest Pests: A Model for Evolving Management Paradigms of Invasive Forest Pests. *Annual Review of Entomology* [online]. 2015-01-07, **60**(1), 601-619 [cit. 2024-03-25]. ISSN 0066-4170. Dostupné z: doi:10.1146/annurev-ento-010814-021118

THOMPSON, Brian M., Robert J. GREBENOK, Spencer T. BEHMER a Daniel S. GRUNER, 2013. Microbial Symbionts Shape the Sterol Profile of the Xylem-Feeding Woodwasp, *Sirex noctilio*. *Journal of Chemical Ecology* [online]. **39**(1), 129-139 [cit. 2024-03-25]. ISSN 0098-0331. Dostupné z: doi:10.1007/s10886-012-0222-7

TOY, S.J. a M.J. NEWFIELD, 2010. The accidental introduction of invasive animals as hitchhikers through inanimate pathways: a Newzealand perspective. *Revue Scientifique et Technique de l'OIE* [online]. 2010-04-01, **29**(1), 123-133 [cit. 2024-03-13]. ISSN 0253-1933. Dostupné z: doi:10.20506/rst.29.1.1970

TURBELIN, Anna J., Bruce D. MALAMUD a Robert A. FRANCIS, 2017. Mapping the global state of invasive alien species: patterns of invasion and policy responses. *Global Ecology and Biogeography* [online]. **26**(1), 78-92 [cit. 2024-04-03]. ISSN 1466-822X. Dostupné z: doi:10.1111/geb.12517

TURNER, Rebecca, Rachael BLAKE a Andrew M. LIEBHOLD, 2021. *International Non-native Insect Establishment Data* [online]. [cit. 2024-03-30]. Dostupné z: doi:10.5281/zenodo.5245302

Úmluva o biologické rozmanitosti, 1993. In: *EUR-Lex*. Dostupné také z: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:21993A1213\(01\)&qid=1619793270100&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:21993A1213(01)&qid=1619793270100&from=EN)

WALLACE, Alfred Russel, 1876. *The Geographical Distribution of Animals*. 1. Cambridge University Press. Dostupné z: <https://doi.org/10.1017/cbo9781139097109>.

ZAHRADNÍK, Petr a Jiří HÁVA, 2021. *Pilořitky rodu Sirex Linnaeus* [online]. 1-4 [cit. 2024-03-23]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/355378557_Piloritky_rodu_Sirex_Linnaeus

ZAHRADNÍK, Petr, ed., 2014. *Metodická příručka integrované ochrany rostlin pro lesní porosty*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce. ISBN 978-80-7458-057-4.

Seznam použitých zkratk a symbolů

AU – Austrálie

CBD – Convention on Biological Diversity (Úmluva o biologické rozmanitosti)

CEPII – Centre d'Études Prospectives et d'Informations Internationales (francouzský institut pro výzkum v mezinárodní ekonomii)

EPPO – European and Mediterranean Plant Protection (Evropská a Středozevní organizace ochrany rostlin)

EP – Evropa

HDP (GDP) – hrubý domácí produkt (Gross domestic product)

IPPC – International Plant Protection Convention (Mezinárodní úmluva o ochraně rostlin)

JP – Japonsko

KŠO – karanténní škodlivý organismus

NA – Severní Amerika

NAPPO – The North American Plant Protection Organisation

NZ – Nový Zéland

Seznam tabulek

TABULKA 1 SYSTÉM ŠIROPASÝCH (HYMENOPTERA: SYMPHYTA) S CELOSVĚTOVÝMI POČTY DRUHŮ A RODŮ	20
TABULKA 2 POČTY NEPŮVODNÍCH A PŮVODNÍCH DRUHŮ ŠIROPASÝCH V JEDNOTLIVÝCH REGIONECH	33
TABULKA 3 POČET PŮVODNÍCH A NEPŮVODNÍCH DRUHŮ V ČELEDÍCH VE SLEDOVANÝCH REGIONECH.....	38
TABULKA 4 POČET DRUHŮ V JEDNOTLIVÝCH ČELEDÍCH V ČASE	40

Seznam obrázků

OBRÁZEK 1 POČET INVAZNÍCH DRUHŮ V JEDNOTLIVÝCH ZEMÍCH (UPRAVENO DLE TURBELIN ET AL., 2017)	14
OBRÁZEK 2 MODEL PROCESU INVAZE (UPRAVENO DLE BLACKBURN ET AL., 2011)	15
OBRÁZEK 3 ČLOVĚKEM ZPROSTŘEDKOVANÉ ŠÍŘENÍ (UPRAVENO DLE GIPPET ET AL., 2019)	16
OBRÁZEK 4 DIPRION PINI (ZDROJ: ŠIROKÝ, 2023)	21
OBRÁZEK 5 CEPHALCIA ABIETIS (ZDROJ: MILAN ZUBRIK, FOREST RESEARCH INSTITUTE – SLOVAKIA, BUGWOOD.ORG)	23
OBRÁZEK 6 TECHNICKÉ POŠKOZENÍ DŘEVA (GYORGY CSOKA, HUNGARY FOREST RESEARCH INSTITUTE, BUGWOOD.ORG)	25
OBRÁZEK 7 SIREX JUVENCUS (ZDROJ:ROBERT DZWONKOWSKI, BUGWOOD.ORG)	26
OBRÁZEK 8 HOUSENICE PRISTIPHORA ABIETINA (ZDROJ: PETR KAPITOLA, CENTRAL INSTITUTE FOR SUPERVISING AND TESTING IN AGRICULTURE, BUGWOOD.ORG).....	27
OBRÁZEK 9 GLOBÁLNÍ ROZŠÍŘENÍ PŮVODNÍCH A NEPŮVODNÍCH POPULACÍ SIREX NOCTILIO. PŮVODNÍ AREÁL ZNÁZORNĚN ZELENĚ, NEPŮVODNÍ ČERVENĚ. (LIEBHOLD, HAJEK, 2019)	29
OBRÁZEK 10 TECHNICKÉ POŠKOZENÍ DŘEVA (ZDROJ: STANISLAW KINELSKI, BUGWOOD.ORG)	29
OBRÁZEK 11 PŮVODNÍ AREÁLY ROZŠÍŘENÍ INVAZNÍCH DRUHŮ SYMPHYTA A JEJICH NEPŮVODNÍ AREÁLY, ŠÍŘKY SLOUPCŮ ODPOVÍDAJÍ JEDNOTLIVÝM POČTŮM DRUHŮ UVEDENÝCH V ZÁVORCE. PŘEKRYTÉ SPOJNICE JEDNOHO PŮVODNÍHO AREÁLU S VÍCE REGIONY PŘEDSTAVUJÍ DRUHY, KTERÉ SE ETABLOVALY VE VÍCE REGIONECH	34
OBRÁZEK 12 VZTAH MEZI ROZLOHOU REGIONU A POČTEM PŮVODNÍCH (A) A NEPŮVODNÍCH (B) DRUHŮ SYMPHYTA	35
OBRÁZEK 13 PROCENTUÁLNÍ ZASTOUPENÍ ČELEDÍ V JEDNOTLIVÝCH REGIONECH (A–E)	36
OBRÁZEK 14 VZTAH MEZI PŮVODNÍMI A NEPŮVODNÍMI POČTY DRUHŮ V JEDNOTLIVÝCH ČELEDÍCH ŠIROPASÝCH. ŠEDÝ AREÁL ZOBRAZUJE INTERVAL SPOLEHLIVOSTI 95% LINEÁRNÍ REGRESE.	37
OBRÁZEK 15 VÝVOJ POČTŮ INVAZÍ V ČASE V JEDNOTLIVÝCH REGIONECH (A–E)	39
OBRÁZEK 16 PROCENTUÁLNÍ ZASTOUPENÍ ČELEDÍ V ČASE (A–E)	41

Seznam příloh

PŘÍLOHA 1 DATABÁZE NEPŮVODNÍCH DRUHŮ SYMPHYTA	55
---	----

Přílohy

Příloha 1 Databáze nepůvodních druhů Symphyta

Rod a druh	Čeleď	Původní biogeografická oblast	Nepůvodní region	Rok invaze
<i>Amauronematus viduatus</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Austrálie	2002
<i>Ametastegia glabrata</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Austrálie	1993
<i>Caliroa cerasi</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Austrálie	2004
<i>Cladius pectinicornis</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Austrálie	1974
<i>Nematus oligospilus</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Austrálie	2003
<i>Pontania proxima</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Austrálie	1994
<i>Schizocerella pilicornis</i>	Argidae	Nearktická	Austrálie	1930
<i>Sirex noctilio</i>	Siricidae	Palearktická evropská	Austrálie	1951
<i>Tremex fuscicornis</i>	Siricidae	Palearktická evropská	Austrálie	1996
<i>Aproceros leucopoda</i>	Argidae	Palearktická asijská	Evropa	2003
<i>Cephalcia alashanica</i>	Pamphiliidae	Palearktická asijská	Evropa	1986
<i>Nematus lipovskyi</i>	Tenthredinidae	Nearktická	Evropa	2010
<i>Nematus tibialis</i>	Tenthredinidae	Nearktická	Evropa	1825
<i>Pachynematus itoi</i>	Tenthredinidae	Palearktická asijská	Evropa	1971
<i>Sirex areolatus</i>	Siricidae	Nearktická	Evropa	1995
<i>Urocerus albicornis</i>	Siricidae	Nearktická	Evropa	1991
<i>Caliroa cerasi</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Japonsko	1914
<i>Amauronematus viduatus</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Nový Zéland	2009
<i>Caliroa cerasi</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Nový Zéland	1870
<i>Cladius grandis</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Nový Zéland	2019
<i>Cladius pectinicornis</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Nový Zéland	1936
<i>Nematus oligospilus</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Nový Zéland	1997
<i>Phylacteophaga froggatti</i>	Pergidae	Australasijská	Nový Zéland	1985

Rod a druh	Čeď	Původní biogeografická oblast	Nepůvodní region	Rok invaze
<i>Pontania proxima</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Nový Zéland	1929
<i>Sirex noctilio</i>	Siricidae	Palearktická evropská	Nový Zéland	1900
<i>Abia aenea</i>	Cimbicidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1911
<i>Abia fasciata</i>	Cimbicidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	2016
<i>Acantholyda erythrocephala</i>	Pamphiliidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1925
<i>Allantus basalis</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1911
<i>Allantus cinctus</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1867
<i>Allantus nigrifibialis</i>	Tenthredinidae	Palearktická asijská	Severní Amerika	1911
<i>Allantus viennensis</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1967
<i>Aneugmenus padi</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1930
<i>Ardis sulcata</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1937
<i>Arge ochropus</i>	Argidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1934
<i>Athalia cornubiae</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	2007
<i>Caliroa annulipes</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	2001
<i>Caliroa cerasi</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1799
<i>Caulocampus acericaulis</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	2016
<i>Cephalcia lariciphila</i>	Pamphiliidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1974
<i>Cephus cinctus</i>	Cephidae	Palearktická asijská	Severní Amerika	1999
<i>Cephus pygmeus</i>	Cephidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1887
<i>Cladius grandis</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1880
<i>Cladius pectinicornis</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	2010
<i>Craesus alniastri</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1930
<i>Diprion similis</i>	Diprionidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1914
<i>Endelomyia aethiops</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1841
<i>Eriocampa ovata</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1951

Rod a druh	Čeď	Původní biogeografická oblast	Nepůvodní region	Rok invaze
<i>Eriotremex formosanus</i>	Siricidae	Indomalajská	Severní Amerika	1970
<i>Eupareophora parca</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	2011
<i>Eutomostethus ephippium</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1835
<i>Eutomostethus luteiventris</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1932
<i>Euura atra</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	—
<i>Fenella nigrita</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1967
<i>Fenusa dohrnii</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	2015
<i>Fenusa pumila</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1861
<i>Fenusa pusilla</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1925
<i>Fenusa ulmi</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1898
<i>Fenusella hortulana</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1924
<i>Fenusella nana</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1966
<i>Gilpinia frutetorum</i>	Diprionidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1932
<i>Gilpinia hercyniae</i>	Diprionidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1922
<i>Halidamia affinis</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1951
<i>Hemichroa crocea</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1961
<i>Heptamelus ochroleucus</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	—
<i>Heterarthrus nemoratus</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1908
<i>Hoplocampa brevis</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1965
<i>Hoplocampa testudinea</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1939
<i>Liliacina diversipes</i>	Tenthredinidae	Neotropická	Severní Amerika	1987
<i>Macrophya punctumalbum</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1932
<i>Monophadnus pallescens</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1861
<i>Monostegia abdominalis</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1908
<i>Monsoma pulveratum</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	2009

Rod a druh	Čeleď	Původní biogeografická oblast	Nepůvodní region	Rok invaze
<i>Nematus ribesii</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1896
<i>Nematus salicis</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	—
<i>Neodiprion sertifer</i>	Diprionidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1925
<i>Nesoselandria morio</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	2016
<i>Pachynematus clitellatus</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	2006
<i>Pontania proxima</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1864
<i>Pristiphora abbreviata</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1895
<i>Pristiphora appendiculata</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	2017
<i>Pristiphora erichsonii</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1880
<i>Pristiphora geniculata</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1926
<i>Pristiphora rufipes</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1963
<i>Profenusa thomsoni</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1960
<i>Scolioneura betuleti</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	2021
<i>Sirex noctilio</i>	Siricidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	2002
<i>Stethomostus fuliginosus</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1922
<i>Strongylogaster macula</i>	Tenthredinidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	2016
<i>Trachelus tabidus</i>	Cepidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1899
<i>Urocerus sah</i>	Siricidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1987
<i>Xiphydria prolongata</i>	Xiphydriidae	Palearktická evropská	Severní Amerika	1980