

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta Zoologie a rybářství**



**Česká zemědělská  
univerzita v Praze**

**Gekkonidae - hodnocení rizika invaze zájmově chovaných  
druhů na území Evropské unie a Velké Británie**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Nicola Eberleinová**

**Obor studia: Speciální chovy**

**Vedoucí práce: Mgr. Oldřich Kopecký, Ph.D.**

© 2021 ČZU v Praze

## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Gekkonidae - hodnocení rizika invaze zájmově chovaných druhů na území Evropské unie a Velké Británie" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne \_\_\_\_\_

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala panu Mgr. Oldřichu Kopeckému, Ph.D. za vedení práce a své rodině a zejména příteli, za podporu.

# Gekkonidae - hodnocení rizika invaze zájmově chovaných druhů na území Evropské unie a Velké Británie

## Souhrn

Introdukce nových, potencionálně invazivních druhů je celosvětovým problémem. Invazivní druhy často negativně ovlivňují prostředí v místě jejich introdukce. Způsoby, kterými se invazivní druhy šíří, jsou různé. Mezinárodní obchod nepřináší pouze benefity, ale také se jeho pomocí nechtěně přesouvá velké množství živočichů. V problematice invazivních druhů je také velice významný obchod se zvířaty. Jedinci mohou chovatelům z ubikací uniknout nebo mohou být záměrně z ubikace vypuštěni. Počet introdukcí plazů a obojživelníků se zvyšuje. Důvodem je u těchto druhů zejména zájmový chov.

Invazivní druhy mohou mít celou řadu různých dopadů. Některé mohou být i pozitivní. Avšak většina z nich je negativních. Invazivní druhy mohou ovlivnit nejen biodiverzitu, ale také ekonomiku, a další různá odvětví.

V této práci je vyhodnoceno invazivní riziko, vybraných druhů z čeledi *Gekkonidae*, pro území Evropské unie a Velké Británie. Celkem bylo hodnoceno 87 druhů gekonů, pomocí modelu Wilgen-Richardson (route 2). Pro 26 druhů v seznamu nebylo možné vyhodnotit výsledné skóre, protože nebyly dostupné mapy původního výskytu. Pro většinu hodnocených druhů vyšla malá klimatická shoda, v budoucnu se však změnou klimatu mohou vytvořit vhodné podmínky pro uchycení invazivních druhů.

Jako nejvíce rizikové vyšly druhy následující: gekon obrovský (*Gekko gecko*), gekon východní (*Hemidactylus freantus*), gekon panenský (*Lepidodactylus lugubris*) a felsuma madagaskarská (*Phelsuma madagascariensis*).

Výsledky této práce, by mohly pomoci při úpravě legislativy týkající se invazivních druhů a případně upravit jejich import a export. Jedním z nejlepších způsobů jak řešit problém invazivních druhů je prevence introdukce.

**Klíčová slova:** gekon, invaze, model, EU, nepůvodní druh

# **Gekkonidae - evaluation of invasion risk of ornamental species for area of European Union and United Kingdom**

## **Summary**

Introduction of new, potentially invasive species is a worldwide issue. Invasive species often have negative impact on the environment where they have been introduced. Introduction pathways are diverse. International trade does not bring only benefits, a huge range of species are transported by it. Pet trade is also very important in the invasive species problem. Individuals can escape from their habitats or they can be released on purpose. The number of introductions of reptiles and amphibians grows. The main reason for it is pet trade.

Invasive species can have a range of impacts. Some can be positive. However, most of them are negative. Invasive species can affect not only the biodiversity, but they can also alter economics and other different branches.

Here is the invasive potential of different species of *Gekkonidae*, to the EU and UK evaluated. In total 87 species were evaluated, by the Wielgen – Richardson (route 2) model. For 26 species from the list the evaluation was impossible, because of a lack of maps, that show the natural habitat of the individual species. Most of the species have a low climate compatibility, however in the future the climate can be altered by climate change and because of that the environment could become suitable for invasive species.

Following species came out with the highest risk of becoming invasive: giant gecko (*Gekko gecko*), common house gecko (*Hemidactylus freantus*), common smooth gecko (*Lepidodactylus lugubris*) and *Phelsuma madagascariensis*.

The results could help with regulations regarding invasive species and eventually modify their import and export. One of the best ways to deal with invasive species is preventing the introduction itself.

**Keywords:** gecko, invasion, model, EU, non-native species

# Obsah

<b>1 Úvod</b> .....	<b>- 1 -</b>
<b>1.1 Invazivní biologie</b> .....	<b>- 1 -</b>
1.1.1 Průběh invaze.....	- 1 -
1.1.2 Způsoby introdukce .....	- 1 -
1.1.3 Možné dopady nepůvodních druhů .....	- 2 -
1.1.4 Prevence a způsoby eradikace invazivních druhů .....	- 6 -
1.1.5 Invazivní druhy v EU.....	- 7 -
1.1.6 Invazivní herpetofauna .....	- 7 -
1.1.7 Invazivní plazi .....	- 8 -
<b>1.2 Legislativa</b> .....	<b>- 9 -</b>
<b>1.3 Gekkonidae</b> .....	<b>- 10 -</b>
<b>2 Cíl práce</b> .....	<b>- 13 -</b>
<b>3 Metodika</b> .....	<b>- 14 -</b>
<b>3.1 Model Wilgen-Richardson (route 2)</b> .....	<b>- 14 -</b>
3.1.1 Klimatická shoda .....	- 14 -
3.1.1.1 Program Climatch v1.0 .....	- 14 -
3.1.2 Taxonomie .....	- 16 -
3.1.3 Introdukce .....	- 17 -
3.1.4 Pohlavní dospělost.....	- 17 -
3.1.5 Reprodukce .....	- 17 -
<b>4 Výsledky</b> .....	<b>- 18 -</b>
<b>4.1 Výsledky modelu Wilgen-Richardson (route 2)</b> .....	<b>- 18 -</b>
<b>5 Diskuze</b> .....	<b>- 22 -</b>
<b>5.1 Gekko gecko</b> .....	<b>- 26 -</b>
<b>5.2 Hemidactylus freantus</b> .....	<b>- 27 -</b>
<b>5.3 Lepidodactylus lugubris</b> .....	<b>- 29 -</b>
<b>5.4 Phelsuma madagascariensis</b> .....	<b>- 30 -</b>
<b>6 Závěr</b> .....	<b>- 31 -</b>
<b>7 Literatura</b> .....	<b>- 32 -</b>

# 1 Úvod

## 1.1 Invazivní biologie

Invazivní biologie se zabývá invazivními, tzv. nepůvodními živočišnými druhy s negativním dopadem na místa introdukce. Popsání a snaha vysvětlit a předpovědět důsledky invazivních druhů na celkovou biodiverzitu a životní prostředí, je každodenní prací mnoha ekologů a biologů (Sagoff 2018).

Invazivní druh je podle Mlíkovského & Stýbla (2006) - definován jako druh introdukovaný mimo svůj přirozený, dřívější nebo současný areál, zahrnuje jakoukoliv část, gamety, semena nebo propagule takového druhu, které jsou schopny přežít a následně se rozmnožit a zároveň, jehož introdukce a/nebo šíření ohrožuje biologickou diverzitu. Existence invazivních druhů je celosvětovým problémem a týká se nejrůznějších organismů. Jejich šíření patří, společně s destrukcí a fragmentací habitatů mezi urgentní problémy ochrany přírody na evropské i celosvětové úrovni (Scalera et al. 2012).

### 1.1.1 Průběh invaze

Invaze probíhá postupně v následujících krocích. Zpočátku druh žije ve svém domovském prostředí. Následně pomocí různých způsobů podstoupí transport, který musí pro úspěšnou invazi přežít (Sakai et al. 2001). V posledních desetiletích se čas potřebný na přesun neustále zkracuje, a tak dnes mohou organismy podstoupit přesun na jiný kontinent už za několik málo hodin. Mnohé zboží je přepravováno v klimatizovaných nákladních prostorech, takže stoupá množství druhů, které přepravu přežijí. Transporty jsou také stále častější, takže je převáženo stále více jedinců, což opět zvyšuje jejich šanci na přežití a osídlení vhodného nového prostředí (Nentwig 2014). V novém prostředí pak dochází k etablování/usazení (Sakai et al. 2001). Usazení je proces, kdy nepůvodní druh v novém prostředí začne úspěšně produkovat životaschopné potomstvo a jeho další přežití je pravděpodobné (Mlíkovský & Stýblo 2006). Mnohé druhy jsou introdukované na místa mimo svůj přirozený areál výskytu, ale ne všechny z nich se stanou invazivními. Následuje tzv. lag perioda, po které se druh začne šířit novou oblastí. (Sakai et al. 2001).

### 1.1.2 Způsoby introdukce

Způsoby zavlečení mohou být různé. Invazivní druhy přicházejí do nových, nepůvodních prostředí záměrným lidským vysazením i náhodou (Mlíkovský & Stýblo 2006).

Na rozdíl od přirozeného šíření druhů jsou nepůvodní zavlečené druhy rozšiřovány člověkem i přes biogeografické bariéry, a to velmi rychle (Nentwig 2014). Typy cest, kterými se druhy mohou šířit mimo svůj přirozený areál, můžeme rozdělit do dvou kategorií, a to na přirozené nebo s pomocí člověka. Přirozené cesty (tj. ty které nejsou ovlivněné člověkem), zahrnují vítr, proudy (včetně mořských nečistot) a další formy přirozených způsobů šíření druhů. Člověkem ovlivněné introdukční cesty jsou ty, které jsou způsobené nebo umocněné lidskou činností. Můžeme je dále rozdělit na dva typy – záměrně a nezáměrně. Záměrné způsoby jsou důsledkem úmyslného transportu druhu mimo svůj přirozený výskyt. Při nezáměrném transportu jsou druhy zavlečeny do nového areálu omylem. Jsou transportovány spojením s jinou lidskou aktivitou, například pomocí odpadní vody. Dále se může jednat o škůdce a nemoci importované pomocí květin, palivového dřeva a dalších produktů zemědělství. Také může dojít k importu pohybem vodních dopravních prostředků a přeshraničního pohybu lidí. Těmito a mnoha dalšími cestami se nepůvodní druhy šíří pomocí lidské činnosti (National Invasive Species Information Center 2020). Jako vektor slouží fyzický prostředek nebo zařízení (tj. letadlo, loď), v němž, nebo na němž, se druh přesouvá mimo svůj přirozený areál (minulý nebo současný). Živočichové se omylem přesouvají v obalech zboží, v kontejnerech a na vlacích či kamionech. Téměř při každém transportu rostlin a živočichů se spolu s nimi zavlečou i jejich choroby, škůdci a paraziti (Nentwig 2014).

### **1.1.3 Možné dopady nepůvodních druhů**

Celosvětová mobilita a globalizace způsobují neustálý nárůst počtu nepůvodních druhů. Naštěstí na novém místě nezdomácní všechny. Některé druhy jsou dlouho nenápadné a jen pomalu se přizpůsobují novým podmínkám. Některé se však zdatně rozšiřují a mají negativní dopad na své okolí. My je označujeme jako invazivní druhy (Nentwig 2014). Mlíkovský a Stýblo (2006) uvádí, že u invazivních druhů lze stejně jako druhů původních, hodnotit jejich význam, který nemusí být jednoznačně pozitivní ani negativní. Vždy záleží na vztahu s konkrétní entitou. Introdukce nepůvodního druhů přináší enormní benefity ve specifických sektorech. Lidé závisí na některých nepůvodních organismech, například když jsou využívány v zemědělství, chovu užitkových zvířat, rybářství, lesní produkci, medicíně, pro estetické účely, lovectví, nebo obchod s ornamentálními rostlinami (Scalera et al. 2012). Příkladem může být přibližně 50 000 nepůvodních druhů introdukovaných do USA. Jejich dopady jsou rozdílné a některé druhy jsou přínosné – (například kukuřice, rýže, či drůbež). Tyto nepůvodní druhy představují až 98 % potravin produkovaných v USA s hodnotou přibližně 800 bilionů dolarů ročně (v roce 1998) (Pimentel et al. 2000). Některé druhy



nepůvodních rostlin a živočichů jsou již dnes předmětem běžného hospodaření v krajině, a to nejen na zemědělských pozemcích. Tyto druhy nepůsobí na původní ekosystémy přímo likvidačně a mohou v omezené míře, a za dodržení jasných podmínek, v přírodě existovat bez fatálních důsledků (Mlíkovský & Stýblo 2006). Vysoký ekonomický profit není jediným případem, kdy mohou invazivní druhy mít pozitivní dopad na své okolí. V některých případech mohou představovat základní zdroj potravy pro domácí druhy (Scalera et al. 2012). Nicméně pravděpodobnost, že nový druh bude mít pozitivní dopady, je extrémně malá, a introdukce nového druhu by se měla pečlivě zvážit. Ve většině případů mohou stejně nakonec vést k dlouhodobému poškození ekosystému (Scalera et al. 2012). Přítomnost nového, nepůvodního druhu obvykle nepředstavuje obohacení druhové rozmanitosti, protože nové druhy často působí negativně na druhy domácí (Nentwig 2014), nebo celá nonhumánní společenstva, kterým zabírají místo (Mlíkovský & Stýblo 2006). A tím pádem vede naopak k ochuzení druhové rozmanitosti (Nentwig 2014). Mohou způsobit narušení biodiverzity a přírodních zdrojů pro budoucí generace (Scalera et al. 2012).

Podle Scalera et al. (2012) můžeme vlivy invazivních druhů rozdělit do několika kategorií. Konkrétně na vlivy na biodiverzitu, přírodní zdroje, lidské zdraví a ekonomické aktivity.

Ekosystém přímo i nepřímo nabízí lidmi využívané zdroje. Mezi produkty, které jsou získávané z ekosystému patří, voda, potrava, genetické zdroje, dřevo, léčiva a vláknina. Regulační benefity ekosystému zahrnují například klimatickou stabilitu, čištění vody, opylování a přirozenou redukci škůdců. Ekosystém také zajišťuje kvalitu půdy a cyklus živin. Jako kulturní zdroje počítáme rekreační, náboženské, spirituální a intelektuální obohacení a jiné ne materialistické benefity, které lidé získávají z ekosystému. Invazivní druhy mohou ovlivnit výše zmíněné benefity ekosystému a tím pádem ovlivnit lidskou pohodu. Například plzák španělský (*Arion vulgaris*) požírající produkty hortikultury, nebo slávička mnohotvárná (*Dreissena polymorpha*), která mění kvalitu vody a bio akumulaci (Scalera et al. 2012).

Blízce provázaná ekonomika, může být invazivními druhy také ovlivněná. Invazivní druhy mohou ekonomiku ohrozit hned v několika sektorech. Například ovlivněním zemědělství, lesnictví a rybářství. Biologické invaze mohou mít značný vliv na ekonomické aktivity například působením škod na infrastrukturu (Scalera et al. 2012). Mývalové a papoušci působí značné škody na fasádách a krovech domů. Mravenci, pokud se v masovém měřítku usídlí v elektronických zařízeních, mohou tato zařízení vyřadit z provozu nebo je zničit. Drobní mlži slávičky a korbikula asijská (*Corbicula fluminea*) mohou po milionech osídlit, a dokonce úplně ucpat vodárenská zařízení jako vodovody, výměníky tepla, filtrační

a chladicí systémy (a to i atomových elektráren), tak že vyvolávají nutnost nákladných čistících prací (Nentwig 2014). Slávička mnohotvárná (*Dreissena polymorpha*) může zapříčinit množství škod. Rychle porůstá ponořené plochy a může ucpat trubky nebo ventily (Hill 2015). Tento měkkýš na Ukrajině vnikl do vodního chladicího systému Černobylské atomové elektrárny (Scalera et al. 2012).

Invazivní druhy mohou ovlivnit krajinu a zemědělskou produkci, což může ohrozit lidské živobytí a zdraví. Pro socioekonomické rozsahy je těžké určit jejich rozsah a finanční ztráty. Nicméně je známo více případů škod v ekonomickém sektoru než ekologickém. Invazivní druhy způsobující ekonomické škody, jsou rychle odhaleny, jelikož je znepokojení lidé rychle nahlašují. Navíc ekonomičtí škůdci přitahují více vědecké pozornosti (Scalera et al. 2012). Příkladem, kdy kvůli invazivním mikroorganismům, rostlinám a živočichům vznikly v zemědělství opakovaně velké hospodářské škody, je plíseň bramborová nebo mšička révokaz (*Viteus vitifoliae*). Plíseň bramborová je severoamerická plíseň, která před 170 lety několikrát zničila sklizeň brambor v Irsku. Milion lidí zemřelo hlady a téměř dva miliony emigrovaly. Severoamerická mšička révokaz (*Viteus vitifoliae*) přinesla o něco málo později kolaps evropského vinařství (Nentwig 2014). V USA bobři introdukovaní z Kanady, kteří mimo jiné staví přehradu v odvodňovacích příkopech, do kterých následně může spadnout dobytek, zaseknout se a uhynout (Hill 2015). Podobných příkladů je více. Ve světě již bylo zdokumentováno přes tisíc druhů invazivních škůdců, kteří napadají potravinové zásoby. Jedná se především o hmyz. Každoročně je těmito druhy zničeno asi 20 % světové sklizně, což nevede jen k finančním škodám, ale v mnohých regionech světa i ke špatnému zásobování obyvatelstva potravinami a podvýživě. U mnoha původců chorob a parazitů napadajících užitková zvířata se jedná o invazivní duhy, které jsou již rozšířeny na celém světě. Kvůli jihoafrickému původci katarální horečky hovězího skotu, ovcí a koz, jenž se v Evropě vyskytuje teprve od nedávné doby, bylo v roce 2008 v EU provedeno celoplošné očkování veškerého tohoto dobytka, což stálo několik desítek milionů EUR (Nentwig 2014).

Je známo, že invazivní druhy mohou mít značný vliv na lidské zdraví (Hill 2015). Mohou být specifickým vektorem nemocí, nebo představovat přímou zdravotní hrozbu. Příkladem jsou invazivní druhy ohrožující lidské zdraví, mezi které patří kožní léze, způsobené kontaktem s mízou z bolševníku velkolepého (*Heracleum mantegazzianum*), nebo dýchací potíže a astma způsobené kontaktem s pylem ambrosie peřenolisté (*Ambrosia artemisiifolia*) (Scalera et al. 2012). Slávička mnohotvárná (*Dreissena polymorpha*) v sobě akumuluje toxiny, predací tohoto měkkýše toxiny postupují v potravním řetězci a mohou se dostat i do druhů, které jsou konzumovány lidmi (Hill 2015).

Invazivní druhy mohou způsobovat změny v ekosystému (Pimentel et al. 2000) a jako důsledek také mohou negativně ovlivnit celosvětovou biodiverzitu (Garner et al. 2020). Širokosáhlá ztráta habitatu je jedním z významných dopadů invazivních druhů. Korovice jedlovcová (*Adelges tsugae*) je invazivní druh hmyzu, s původním výskytem v Asii, který napadá a velice rychle zabíjí stromy rodu jedlovec (*Tsuga*) v USA. Lesy s výskytem těchto stromů představují domácí prostředí pro řadu živočichů, které je jejich úhynem zničené a druhy na něm závislé mohou čelit vymření (Hill 2015). Hybridizace mezi domácími a nepůvodními druhy by mohla představovat velkou hrozbu v různých ohledech, např. redukci genetické variability, přenosem genů a vytvořením ještě více škodlivých hybridů (Scalera et al. 2012). Invazivní druhy dále mohou vyhubit populace původních druhů predací, Nunez (2019) uvádí, že invazivní druhy mohou být úspěšní predátoři, protože druhy původní nejsou na jejich predaci evolučně přizpůsobeny. Biodiverzitu mohou ohrozit také přenosem nových nemocí. Přenos nemocí z invazivních druhů na druhy domácí je častý a může představovat pro domácí druhy velkou hrozbu. Je znám pokles druhů obojživelníků celého světa, kde mezi příčiny patří rozšíření plísňe (*Batrachochytrium denodrobatidis*). Změnou ekosystému jsou ohrožené především ostrovy a izolované kontinentální ekosystémy, jako jsou nádrže se sladkou vodou, kde invazivní druhy způsobují kaskádové efekty skrz všechny úrovně potravinové sítě. Například siven americký (*Salvelinus fontinalis*) soupeří o úkryt a preduje na domácích druzích ryb, mezi které také patří jiné lososovité ryby. Může to vést k nahrazení původních lososovitých ryb a negativně ovlivnit perlorodku říční (*Margaritifera margaritifera*), která je ohrožený druh, jejíž biologický cyklus je na nich závislý (Scalera et al. 2012). Mnohé druhy z celého světa jsou negativně ovlivněny invazivními druhy, i když nemají status ohroženého (Pimentel et al. 2000). Podobné případy jsou známé i v suchozemském prostředí (Scalera et al. 2012). Invazivní obratlovci mají často katastrofický efekt na populace druhů, na které mají přímý vliv (Feit et al. 2020). Celosvětově známé jsou již dnes katastrofální dopady vysazení králíků a koz v Austrálii a na mnoha menších izolovaných ostrovech (Mlíkovský & Stýblo 2006). Králík je výborným příkladem komplexních efektů, které introdukovaný druh může mít na ekosystém, do kterého byl zavlečen. Především ostrovy jsou ohroženy kaskádovým efektem způsobeným introdukcí králíků. Jedním z nejvíce negativních vlivů, které králíci mají je degradace a reorganizace habitatu. Upravováním kompozice rostlin a živočichů narušují stabilitu ekosystému (Scalera et al. 2012).

Lokálně i regionálně se vyvíjejí často velmi nákladné aktivity zaměřené proti invazím nepůvodních druhů (Mlíkovský & Stýblo 2006). Problematika invazivních druhů a jejich

dlouhodobý efekt na životní prostředí, není zcela známý (Scalera et al. 2012). Díky zvyšujícímu se množství případů známých v Evropě a také globálně se znepokojení týkající se invazivních druhů skutečně zvyšuje. Tato změna je také důsledkem různorodých dopadů invazivních druhů, nejen na biodiverzitu, ale také na lidské živobytí a zdraví (Scalera et al. 2012). Důležitou součástí prevence invazí je vzdělávání lidí o nebezpečích, které může přesouvání druhů mimo hranice svého přirozeného výskytu představovat (Hill 2015).

#### **1.1.4 Prevence a způsoby eradikace invazivních druhů**

Eradikace invazivních druhů je velice náročná nebo dokonce téměř nemožná, jakmile se druh etabluje (Scalera et al. 2012). Jsou však případy, kdy je eradikace reálná, Scalera et al. (2012) uvádí, že ze zkušenosti je možné omezit nebo zcela eradikovat populace norků amerických (*Neovison vison*) ve velkých areálech. Mezi způsoby kontroly invaze patří například manuální metody, jako je sběr, lov, rybolov (Nunez 2019). Jako příklad využití manuálních metod eradikace, může posloužit odchyt skokana volského (*Lithobates catesbeianus*) do pastí, jeho odstřel, nebo lov pomocí elektrického napětí (Scalera et al. 2012). V roce 2013 byly na Floridě loveni jedinci krajty tmavé (*Python bivittatus*). Lovu se mohla zúčastnit široká veřejnost a za každého jedince byla vypsána finanční odměna. Úspěch toho způsobu eradikace je však omezený (Hill 2015). Odlišný koncept, biologická regulace, zahrnuje výzkum a kultivaci přirozených predátorů (Nunez 2019). Scalera et al. (2012) uvádí, že je snaha omezit šíření skokana volského (*Lithobates catesbeianus*) pomocí izolace rybníčků sloužících k rozmnožování.

Jakmile druh úspěšně založí populaci, je extrémně náročné se ho zbavit (Nunez 2019). Eradikace je nejen velice náročná ale také nákladná (Mlíkovský & Stýblo 2006), Scalera et al. (2012), uvádí, že předpokládaná cena eradikace invazivního druhu výše zmíněného skokana by stála 270 000 EUR pro pouze 5 rybníčků. Celková cena za eradikaci ve Francii, Německu, Nizozemí a Velké Británii je odhadovaná na 4,4 bilionů EUR. Také z tohoto důvodu je nejlepším řešením prevence invazí. Domácí mazlíčci jakéhokoliv typu by nikdy neměli být vypouštěni do volné přírody (Nunez 2019). Biologické invaze jsou rostoucím působitelem změn a společně se změnou klimatu jedním z nejvíce obtížně napravitelných (Scalera et al. 2012). Jelikož je na nová místa zavlékáno stále více druhů a stále větší počet jich zdomácňuje, je zřejmé, že v budoucnosti se bude počet invazivních druhů stále zvyšovat (Nentwig 2014). Nejlepším způsobem, jak se vypořádat se sociálními a biodiverzitními hrozbami, které invazivní druhy přinášejí, je kombinace mezi preventivními opatřeními, včasnou detekcí a rychlou reakcí na nové introdukce (Scalera et al. 2012). Přestože mnohé zákony a regulace

zasahující do problematiky invazivních druhů byly již vydány (Hill 2015), problém invazivních druhů a jejich dopady byly často podceňovány vinou nedostatku informací a absencí harmonizované legislativy na evropské úrovni (Scalera et al. 2012). Lze doporučit, aby vysazování nepůvodních druhů do polo volné (obory, rybníky apod.) a volné přírody bylo monitorováno, regulováno nebo zakázáno, podle míry potencionální jejich škodlivosti (Mlíkovský & Stýblo 2006). Cestovatelé a námořníci mohou pomoci např. čištěním bot, dopravních prostředků a náčiní před a po návštěvě destinace (Nunez 2019).

Problematické nepůvodních druhů se věnují významné mezinárodní instituce, jako Konvence o biologické diverzitě, IUCN nebo Evropská unie, a dále různé projekty jako DAISIE, ISI, LIFE, NEBIOTA, NOBANIS nebo RBIC. (Mlíkovský & Stýblo 2006).

### **1.1.5 Invazivní druhy v EU**

Počet domácích i nepůvodních druhů vyskytujících se v Evropě známe jen přibližně. Odborníci odhadují, že zde máme minimálně 100 000 domácích druhů (asi 15 % tvoří rostliny a 15 % houby, 70 % živočichové). Oproti nim stojí asi 12 000 doposud známých nepůvodních druhů (60 % rostliny, 5 % houby a 35 % živočichové). Z nich bylo asi 1300 zařazeno mezi invazivní (Nentwig 2014). Mezi invazivní druhy v Evropě patří například psík mývalovitý (*Nyctereutes procynoides*), který působí jako vektor onemocnění, nebo vodní hyacint (*Eichhornia crassipes*), který způsobuje ekonomické potíže, a mnoho dalších druhů (Scalera et al. 2012). Počet nepůvodních druhů je ale bezesporu ještě mnohem vyšší, jelikož především hmyz je prozkoumán velmi nedostatečně (Nentwig 2014). Trend mezinárodních přesunů lidí a zboží se zvyšuje a s ním i počet a vliv invazivních druhů, což se v Evropě může v budoucnu značně projevit. Navíc, klimatické změny by mohly vytvořit nové příležitosti pro invazivní druhy k usazení a následnému rozšíření (Scalera et al. 2012).

### **1.1.6 Invazivní herpetofauna**

Introdukce plazů a obojživelníků se exponenciálně zvyšuje minimálně od roku 1860, počet se každých čtyřicet let zdvojnásobí. Dle Krause (2003) patří 71 % introdukovaných druhů mezi ještěry a žáby. Mají taky největší úspěšnost při etabaci. Po nich následují želvy, hadi, ocasatí a krokodýli.

Hlavní způsoby introdukce herpetofauny jsou dva, neúmyslná introdukce pomocí transportu lodí převážející kontejnery a úmyslně skrz pet trade (obchod se zvířaty). Jedinci

mohou unikat ze svých ubikací, nebo mohou být vypouštěni úmyslně. Dohromady tyto dva způsoby tvoří 63 % veškerých introdukcí.

Kontejnerové lodě byly do roku 1960 hlavním způsobem introdukce. Výjimkou je desetiletí 1930, kdy hlavním způsobem introdukce bylo vypuštění velkého množství jedinců ve snaze kontroly škůdců. Počátkem třicátých let devatenáctého století se počet introdukcí pomocí pet trade začal dramaticky zvyšovat a v šedesátých letech hravě překonal počet introdukcí pomocí kontejnerových lodí (Kraus 2003).

Většina introdukcí proběhla na území Spojených států (250 introdukcí / 121 etablací), dále pak v Karibském regionu (123 introdukcí / 104 etablací) a na Pacifických ostrovech (117 introdukcí / 77 etablací). Pro každý region se prioritní způsob introdukce mění. Například pro Spojené státy je dominantní pet trade s 53,8 % ze všech introdukcí (Kraus 2003).

### 1.1.7 Invazivní plazi

Případy neúmyslného zavlečení jsou poměrně vzácné. Typickým příkladem mohou být plazi objevení v různých transpotech zboží ze zahraničí. Výrazně častější jsou zprávy o nálezech nepůvodních plazů uprchlých z terarijních chovů (Mlíkovský & Stýblo 2006). Jedním z problémů invazivních druhů je odhalení, jaký mají na prostředí skutečný vliv, a také odhad velikosti populace je především u plazů náročný (Wildlife Informer 2020). Běžným jevem se úniky plazů z domácích chovů staly až v posledních desetiletích. Příčinou byl prudký rozvoj teraristiky v České republice a potažmo i nárůst importů a odchovů různých skupin exotických plazů. Druhové spektrum uniklých plazů je velmi široké a frekvence nálezů jednotlivých druhů odpovídá aktuálním preferencím chovatelů a nabídce trhu (Mlíkovský & Stýblo 2006). Vyjma žely nádherné (*Trachemys scripta*) se v Evropě doposud nevyskytuje žádný nepůvodní druh plaza, který by ve větších počtech dlouhodoběji přežíval ve volné přírodě nebo přímo vykazoval schopnost aklimatizace či etablování (Mlíkovský & Stýblo). Přestože je želva nádherná (*Trachemys scripta*) zatím jediným invazivním plazem v Evropě, důsledky introdukce této želvy jsou různorodé. Je to způsobeno také rozmanitou škálou potravy, kterou želva požívá. Juvenilní jedinci jsou převážně karnivorní, dospělci jsou pak spíše omnivorní. Zasahují tak mnohé druhy rostlin a živočichů, včetně obojživelníků, plazů, malých savců a ptáků. V praxi predují na jakémkoliv živočichovi, kterého jsou schopny ulovit. Vliv na lokální biodiverzitu mohou mít také díky kompetici o krmivo, místa pro vyhřívání a hnízdění s domácími druhy želv. Ve volné přírodě se dožívají až čtyřiceti let. I když nedojde k reprodukci a založení populace, i jediná želva může mít vliv na prostředí kam byla introdukována. Podobně jako mnohé jiné druhy vodních želv, je také vektorem

salmonelózy, která je nebezpečná i pro lidi (Scalera et al. 2012). Podle Krause (2009) byla tato želva introdukována více než v 1400 případech do 89 různých zemí. V Evropě je přítomna ve 13 zemích, ale populace, kde se rozmnožují, jsou známy pouze z Německa a okolí Středozeří. Současná distribuce v zemích není známá přesně, vinou málo detailních informací, ale také díky velmi dynamickým změnám, způsobených vypouštěním želv chovaných jako domácí mazlíčci. Želva nádherná (*Trachemys scripta*), patří mezi nejčastěji obchodované druhy plazů (Scalera et al. 2012). Introdukce proběhly nejčastěji díky obchodu se zvířaty (Kraus 2009). Mezi způsoby managementu patří ruční odchyt, pomocí různých zařízení. Psi se dají použít k vyhledávání želv a jejich vajec, vejce také mohou být odstraněna pomocí pronásledování želvy na místo hnízdění (Scalera et al. 2012). Přestože je to v Evropě jediný etablovaný druh, je třeba mít na zřeteli, že například severní populace některých severoamerických druhů želv či hadů, které se nezdíka chovají v zajetí, jsou přizpůsobeny klimatickým podmínkám mírného pásu. Jedinci z těchto populací by pravděpodobně byli schopni se ve střední Evropě aklimatizovat a po dosažení vyšších populačních hustot negativně ovlivnit autochtonní faunu. Početnějším dovážením takových druhů a jejich možným únikům do volné přírody je proto třeba předcházet (Mlíkovský & Stýblo 2006).

## 1.2 Legislativa

K legislativním opatřením která se týkají invazivních druhů, patří regulace (EU) 114/2014. Jádrem regulace (EU) 1143/2014 je unijní seznam invazivních druhů. Druhy na seznamu jsou pod restrikcemi a opatřeními. Patří sem omezení chovu, importu, prodeje, rozmnožování. Po členských státech je požadováno přijmout opatření týkající se cest neúmyslné introdukce, přijmout opatření pro brzkou detekci a rychlou eradikaci těchto druhů a spravovat druhy, které jsou již široce rozšířeny na jejich území.

Evropská komise i členské státy mohou navrhnout dodatečně druhy k zahrnutí na unijní seznam dle odstavce 4 (4), této regulace, včetně posouzení rizikovosti.

Posouzení rizikovosti je jako první posouzeno vědeckým fórem. Poskytuje názor, zda je posouzení rizikovosti dostatečné dle odsouhlaseného procesu. Během posuzování rizikovosti je pozvána zúčastněná strana k podložení dodatečných důkazů, které by mohly posouzení rizikovosti vylepšit.

Návrhy schválené vědeckým fórem pokračují k výboru IAS. Ten prozkoumá, zda daný druh splňuje kritéria, aby mohl být přidán na listinu.

Komise předloží podnět k aktualizaci unijního seznamu, který je přístupný pro zpětnou vazbu veřejnosti. Po zvážení této zpětné vazby komise předkládá finální požadavek k aktualizaci unijního seznamu, komisi IAS. Jakákoliv aktualizace unijního seznamu je na základě pozitivního názoru komise IAS (European Commission 2014).

Další regulací týkající se invazivních druhů je zákon č.114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. Účelem tohoto zákona je přispět k udržení a obnově přírodní rovnováhy v krajině, k ochraně rozmanitosti forem života, přírodních hodnot a krás a k šetrnému hospodaření s přírodními zdroji. V části druhé jsou uvedeny základní povinnosti při ochraně přírody, mezi které mimo jiné patří také regulace týkající se nepůvodních druhů. Záměrné rozšíření geograficky nepůvodního druhu rostliny či živočicha do krajiny je možné jen s povolením orgánu ochrany přírody. Geograficky nepůvodní druh rostliny nebo živočicha je druh, který není součástí přirozených společenstev určitého regionu.

### 1.3 Gekkonidae

Tab. 1.: Zařazení čeledi gekonovití (*Gekkonidae*). Převzato z Myers et al. 2021

---

Říše	živočichové	<i>Animalia</i>
Kmen	strunatci	<i>Chondrata</i>
Podkmen	obratlovci	<i>Vertebrata</i>
Třída	plazi	<i>Reptilia</i>
Řád	šupinatí	<i>Squamata</i>
Podřád	ještěři	<i>Sauria</i>
Čeď	gekonovití	<i>Gekkonidae</i>

Gekoni (*Gekkonidae*) jsou hned pod scincích početně nejrozmanitější skupinou ještěřů. Je známo více než 900 druhů v 9 rodech, které žijí na všech kontinentech s výjimkou Antarktidy. (rozšíření čeledě gekonovití viz obr. 1). Ačkoliv jsou početní zvláště v tropech a subtropích, některé druhy žijí v chladnějších oblastech počítaje severní Itálii po jižní Nový Zéland. Několik z nich se přizpůsobilo i drsným horským podmínkám (Cogger et al. 2005).

*Gekkonidae* jsou obvykle štíhlí ještěři malého vzrůstu, s poměrně velkou, plochou hlavou (Burnie & Šmaha 2009). Jejich velikost se pohybuje od 5 do 40 cm (Felix 1988).



Oči gekonů jsou velké a postrádají oční víčka (Burnie & Šmaha 2009). Navlhčují si je pomocí dlouhého a širokého jazyka (Felix 1988). Pro gekony je charakteristická aktivita v noci nebo za soumraku (při východu a před západem slunce) (Cogger et al. 2005), ale je i řada druhů s denní aktivitou (Hanzák 1969). Noční aktivita je pro gekony výhodná především proto, že jim chybí konkurence jiných ještěřů v době, kdy mají k dispozici velké množství potravy; tj. hmyzu a pavouků. Žádná jiná velká skupina ještěřů se nesespecializovala v takové míře na noční aktivitu (Cogger et al. 2005). Denní a noční gekony můžeme od sebe rozeznat pomocí různých odlišností. Například pomocí zřítelnice. Noční druhy ji mají šterbinovou a denní kulatou (Burnie & Šmaha 2009). Denní druhy jsou barevnější, zejména rod *Phelsuma* (Cogger et al. 2005). Druhy s aktivitou noční jsou obvykle zbarveni do hněda nebo šeda (Hanzák 1969). Výjimkou je však například gekon obrovský (*Gekko gecko*), který je modravý s oranžovými skvrnami (Cogger et al. 2005). Zbarvení gekonů, zejména intenzita barev (Felix 1988), se přizpůsobuje prostředí, ve kterém žijí (Hanzák 1969). Některým druhům pomáhají splynout s prostředím zvláštní kožní záhyby kolem čelistí (Burnie & Šmaha 2009).

Většina druhů má na prstech lamelovitě uspořádané lístkovité šupiny a tisíce droboučkových háčků (Felix 1988), které jim umožňují šplhat po svislých nebo převislých plochách s hladkým povrchem (Hanzák 1969). Některé druhy afrických gekonů rodu *Lygodactylus* mají ke šplhání takto přizpůsobený i ocas (Felix 1988). Ke šplhání jim také pomáhají ostré dráčky (Cogger et al. 2005).

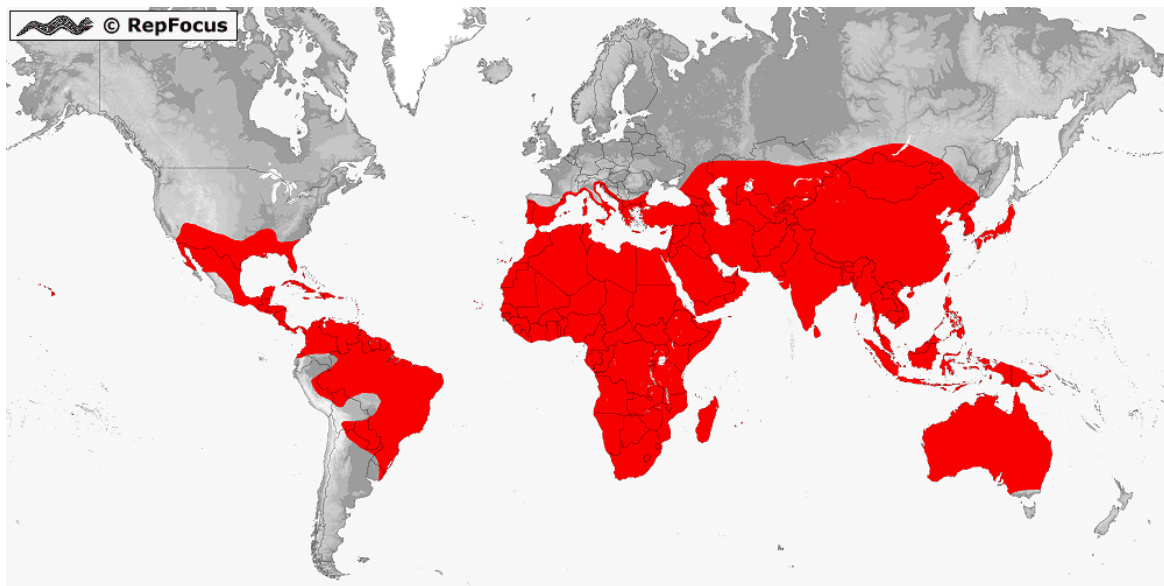
Ocas je poměrně křehký, u některých druhů zploštělý (Hanzák 1969), jsou druhy, které ho mají naopak ztlustělý a slouží jako zásobárna energetických látek. Gekoni mají schopnost ocásek odvrhnout, k čemuž dochází často při bezprostředním ohrožení ještěra. Dorostlé části ocásků se obvykle od původních nápadně liší uspořádáním šupin, strukturou a někdy i tvarem (Felix 1988). Hanzák (1969) uvádí, že je i relativně běžný nárůst ocásků dvou. Po odvržení nový ocas už nemá obratle (Felix 1988).

Nejběžnější zdroj potravy je pro gekony hmyz. Velké druhy gekonů, dorůstající až 40 cm, se živí i menšími obratlovci (Hanzák 1969), jako jsou například mláďata hlodavců, drobných ptáků a především jiní drobní ještěři. Dobrým příkladem je gekon obrovský (*Gekko gecko*), u kterého bylo zjištěno, že útočí i na hady (Cogger et al. 2005). Některé druhy mají rády také sladké ovoce nebo s oblibou lízají sladké rostlinné šťávy (Felix 1988).

S výjimkou několika novozélandských druhů, které jsou živorodé, kladou gekoni vejce (Hanzák 1969). U živorodých gravidita může trvat až jeden rok a podobně jako u ostatních gekonů mají v každém vrhu jen dvě mláďata (Cogger et al.). Vejce jsou pergamenovitá, na vzduchu rychle po naklazení zaschnou, bílá a jsou přilepována pod kůru stromů a podobně

(Hanzák 1969). Gekoni podčeledi *Gekkonidae* a *Spahaerodactylinae* mají vejce s tvrdou skořápkou, která jsou vysoce odolná proti vyschnutí a mohou vydržet i delší pobyt ve slané vodě (Svojka et al. 2005). Burnie & Šmaha (2009) uvádí, že vlastnosti vajec mohou být jedním z důvodů proč jsou gekoni při šíření tolik úspěšní. Několik druhů již úspěšně kolonizovalo obrovské geografické oblasti. Například gekon východní (*Hemidactylus freantus*) je rozšířen od Indie přes jihovýchodní Asii až do oblasti Tichého oceánu (Cogger et al. 2005).

Obr. 1. Mapa výskytu *Gekkonidae* (převzato z RepFocus)



## **2 Cíl práce**

Introdukce invazivního druhu s sebou může nést mnohé negativní následky, ekonomické i ekologické. Zejména pak snížení biodiverzity. Včasné určení, odhad schopnosti invaze druhů, které by mohly být potencionálně invazivní, a zamezení jejich invaze, je jedním z možných způsobů, jak problém invazivních druhů řešit. Cílem této práce je zhodnocení potencionálního rizika invaze vybraných druhů pomocí modelu Wilgen-Richardson (route 2) na území Evropské unie a Velké Británie, které jsou dováženy na území České republiky.

## 3 Metodika

Seznam druhů vybraných k posuzování rizikovosti byl převzat z práce Kopecký et al. (2019). Seznam byl vytvořen na základě nabídky druhů v České republice. K identifikaci druhů plazů, kteří jsou nabízeni v zemích EU, byly vybrány druhy uvedené v materiálech Customs Administration. Pro kompletaci seznamu potencionálně invazivních druhů, byly prozkoumány online ceníky pěti vedoucích českých prodejců ornamentálních zvířat a domácích producentů těchto zvířat. Dále byly provedeny konzultace s prodejci a producenty k objasnění dotazů nebo získání doplňujících informací týkajících se obchodu s plazy především jejich dostupnost na trhu. Průzkum byl vytvořen v průběhu roku 2016 (Kopecký et al. 2019).

### 3.1 Model Wilgen-Richardson (route 2)

Potencionální invazivní rizikovost vybraných druhů se vypočítala pomocí modelu Wilgen-Richardson (route 2). Model rizikovost vypočítá na základě šesti otázek, které se vyplňují pro každý druh individuálně. První otázka nebyla doplňována. Dotazuje se na typ živočicha, pro kterého se bude rizikovost počítat. Konkrétně se jedná o krokodýly, ještěry, hady, želvy, mloky a žáby. Dalších pět otázek je potřeba pro každý druh individuálně doplnit. Týkají se klimatické shody, taxonomie, předpokládaných introdukcí, pohlavní dospělosti a počtu snůšek nebo vrhů mláďat ročně. Jako odpovědi se vždy zadávají číselné hodnoty.

#### 3.1.1 Klimatická shoda

Na otázku, What is the average climate match for the species across the area of interest? (Jaká je klimatická shoda pro druh s oblastí zájmu), se odpovědělo pomocí zpracovaných dat získaných z programu Climatch v1.0.

##### 3.1.1.1 Program Climatch v1.0

Climatch v1.0 je volně přístupný program na [Climatch \(agriculture.gov.au\)](http://Climatch (agriculture.gov.au)). Program mezi sebou porovnává klimatické stanice a jejich shodu ohodnotí na stupnici od 0 do 10.

Pomocí tohoto programu je možné porovnat klima oblasti, kde se daný druh přirozeně vyskytuje, s klimatem Evropské unie a Velké Británie. Porovnávala se pouze místa, kde se druh vyskytuje přirozeně, bez oblastí jeho umělé introdukce. Oblast výskytu se hledala na mapě, pomocí veškerých dostupných zdrojů. Příkladem může být obr. 2, na kterém je mapa, v níž je vyznačen areál výskytu druhu *Tarentola annularis*.

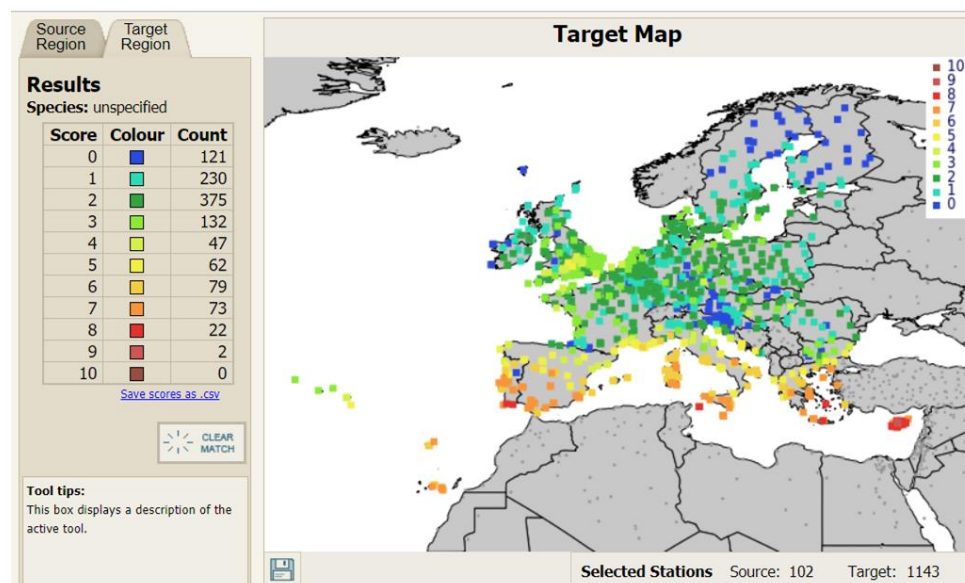
V programu je možné porovnat stanice target region (cílový region) se stanicemi source region (zdrojový region). Jako první se označil target region, pomocí dokumentu ve formě cml, ve kterém byly označeny všechny klimatické stanice na území Evropské unie a Velké Británie. Následně se v sekci target region zvolilo data set world stations (světové stanice). Jako source region se označily klimatické stanice odpovídající mapě přirozeného výskytu druhu.

Program přiřadil stanice target region do stupnice 0-10 na základě jejich klimatické shody se stanicemi source region. Vyhodnocení klimatické shody pro druh *Tarentola annularis* pomocí programu Climatch v.10 můžeme vidět na obr. 3. Zpracovaly se hodnoty, které dosahovaly klimatické shody 6 a více. Počet klimatických stanic se shodou 6 a více se vynásobil číslem dle úrovně shodnosti. Pro klimatické stanice se shodností na úrovni šest jedničkou, pro shodnost pět dvěma, takto se pokračovalo dál až ke shodnosti jedna, u které se počet klimatických stanic, vynásobili číslem šest. Výsledek násobení se vydělil celkovým počtem klimatických stanic v target region (1143). Vždy vyšlo číslo větší než nula a zároveň menší než jedna. Toto číslo se následně použilo ve výpočtu pomocí modelu Wilgen-Richardson (route 2).

Obr. 2. Mapa výskytu pro druh *Tarentola annularis* (převzato od Gary Nafis)



Obr. 3. Klimatická shoda pro druh *Tarentola annularis* vytvořená v programu



Climatch v.1.0

### 3.1.2 Taxonomie

Pro každý druh, u kterého byla zkoumána potencionální invazivita, byl hledán druh v co nejužší příbuznosti (například druh ve stejném rodě, nebo čeledi), který má přirozený výskyt na území Evropské unie nebo Velké Británie. Na základě taxonomické kategorie, ve které se nacházel druh příbuzný (žijící v Evropské unii nebo Velké Británii), se k potencionálně invazivnímu druhu přiřadila hodnota 1-9 (dle taxonomické kategorie).

Hodnocení bylo přiřazeno následovně:

- druh (class), hodnota 1
- podčeleď (subfamily) 2
- čeleď (family) 3
- nadčeleď (superfamily) 4
- infrařád (infraorder) 5
- podřád (suborder) 6
- řád (order) 7
- podtřída (subclass) 8
- třída (class) 9

Výsledná hodnota se zadala do pole pro odpověď na druhou otázku.

### 3.1.3 Introdukce

Dále se model ptá na počet introdukcí, které druh podnikne v budoucích pěti letech. Maximální hodnota, kterou lze přiřadit je 7. Jako způsob vyhodnocení této otázky bylo zvoleno vycházet z počtu introdukcí, které pro jednotlivé druhy již proběhly. Počty proběhlých introdukcí byly hledány v souboru Kraus Herp database 2009. Zde jsou uvedeny jednotlivé druhy a počty jejich introdukcí. Jednotlivé introdukce jsou uvedeny, pro každý stát kam byly introdukovány zvlášť. Například felsuma (*Phelsuma laticauda*) byla introdukována jednou do Francouzské Polynésie, jednou na Havaj a jednou na Komorské ostrovy. Veškeré introdukce byly sečteny a výsledná hodnota byla zadána do tabulky (v případě felsuma (*Phelsuma laticauda*) hodnota 3) . Jelikož hodnota 7 je horním limitem, byla přiřazována u druhů, u kterých součet introdukcí byl právě 7, anebo více.

### 3.1.4 Pohlavní dospělost

Pohlavní dospělost je věk, ve kterém je jedinec schopen reprodukce. Pohlavní dospělost se hledala pro každý druh zvlášť, hledání probíhalo pomocí veškerých dostupných zdrojů. I přesto nebyla pohlavní dospělost u některých druhů známa, nebo nalezena. V těchto případech byla použita data druhu nejbližší příbuzného. Do modelu se pohlavní dospělost zadávala v měsících. Pokud zdroje uváděly rozmezí, jako tomu bylo například u druhu gekon mosquardův (*Paroedura bastardi*), jehož jedinci dosahují pohlavní dospělosti v 6-7 měsících, byl z rozmezí vypočítán průměr (v případě tohoto druhu 6,5).

### 3.1.5 Reprodukce

Jako poslední je otázka reprodukce. Model se ptá na počet snůšek, který je jedinec schopen vyprodukovat v období jednoho roku. Pro živořodé se počítá s počtem vrhů mláďat. Reprodukční schopnost by mohla být ovlivněna prostředím, ve kterém jedinec žije. Proto byla hledána data zaznamenaná u volně žijících jedinců, tím pádem nebyla informace zkreslena. Hledalo se pomocí veškerých dostupných zdrojů. U některých druhů nebyla data dostupná nebo známá. V tom případě se našel druh v co nejbližší příbuznosti, u kterého byla reprodukční data dostupná, a jeho data je použily pro druh zkoumaný.

## 4 Výsledky

Níže jsou uvedeny výsledky potencionální rizikovosti invaze vybraných druhů gekonů na území Evropské unie a Velké Británie, které byly vyhodnoceny pomocí modelu Wilgen-Richardson (route 2).

### 4.1 Výsledky modelu Wilgen-Richardson (route 2)

Bylo hodnoceno 87 vybraných druhů gekonů, pomocí modelu Wilgen-Richardson (route2). Pro 26 druhů nebylo možné získat výsledné skóre, jelikož chyběla data, která nebylo možno nijak nahradit. Nejnižší skóre vyšlo u druhu ploskorep (*Uroplatus phantasticus*) s hodnotou 2,1. Nejvyšší rizikové skóre vyšlo 6,94 a to u následujících dvou druhů: felsuma madagaskarská (*Phelsuma madagascariensis*) a gekon panenský (*Lepidodactylus lugubris*).

Výsledky jsou uvedeny v tab. 2.

Tab. 2: výsledky hodnocení pomocí modelu Wilgen-Richardson (route 2)

Latinský název	Český název	Skóre	Kategorie
<i>Aeluroscalabotes felinus</i>	Gekončík kočičí	4,2	High
<i>Blaesodactylus antongilensis</i>	Gekon	2,94	Moderate
<i>Blaesodactylus sakalava</i>	Gekon	2,94	Moderate
<i>Cnemaspis africana</i>	Gekon	2,94	Moderate
<i>Cnemaspis barbouri</i>	Gekon Barbourův	2,94	Moderate
<i>Cnemaspis quattuorseriata</i>	Gekon Sternfeldův	2,94	Moderate
<i>Coleonyx elegans</i>	Gekončík mexický	3,66	High
<i>Coleonyx mitratus</i>	Gekončík středoamerický	3,66	High
<i>Cyrtodactylus fumosus</i>	Gekon	2,4	Moderate
<i>Cyrtopodion scabrum</i>	Gekon šupinkatý	4	High
<i>Elasmodactylus tetensis</i>	Gekon	2,4	Moderate
<i>Elasmodactylus tuberculosus</i>	Gekon tlustoprstý	2,4	Moderate
<i>Eublepharis macularius</i>	Gekončík noční	3,66	High
<i>Geckolepis polylepis</i>	Gekon mnohošupinatý	2,4	Moderate
<i>Gehyra vorax</i>	Gekon	-	
<i>Gekko badenii</i>	Gekon	2,58	Moderate
<i>Gekko gecko</i>	Gekon obrovský	6,58	Extremely high
<i>Gekko grossmanni</i>	Gekon	2,58	Moderate



<i>Gekko monarchus</i>	Gekon mramorovaný	4,18	High
<i>Gekko ulikovskii</i>	Gekon zlatý	2,98	Moderate
<i>Gekko vittatus</i>	Gekon pruhovaný	-	
<i>Gonatodes albogularis</i>	Gekon	-	
<i>Goniurosaurus lichtenfelderi</i>	Gekon	4,2	High
<i>Hemidactylus ansorgii</i>	Gekon	-	
<i>Hemidactylus brooki</i>	Gekon	-	
<i>Hemidactylus fasciatus</i>	Gekon páskovaný	2,76	Moderate
<i>Hemidactylus frenatus</i>	Gekon východní	6,76	Extremely high
<i>Hemidactylus imbricatus</i>	Gekon	2,58	Moderate
<i>Hemidactylus platyurus</i>	Gekon	-	
<i>Hemidactylus prashadi</i>	Gekon indický	2,58	Moderate
<i>Hemidactylus ruspolii</i>	Gekon Ruspolův	-	
<i>Hemidactylus squamulatus</i>	Gekon Tornierův	-	
<i>Hemidactylus tanganicus</i>	Gekon tanzánský	-	
<i>Hemitheconyx caudicinctus</i>	Gekončik africký	2,28	Moderate
<i>Holodactylus africanus</i>	Gekončik východoafrický	3,66	High
<i>Homopholis fasciata</i>	Gekon skvrnitý	-	
<i>Lepidodactylus lugubris</i>	Gekon panenský	6,94	Extremely high
<i>Lygodactylus capensis grottei</i>	Gekonek pemsbský	-	
<i>Lygodactylus gutturalis</i>	Gekonek ugandský	2,58	Moderate
<i>Lygodactylus kimhowelli</i>	Gekon Kimhowellův	-	
<i>Lygodactylus klemmeri</i>	Gekonek Klemmerův	2,4	Moderate
<i>Lygodactylus luteopicturatus</i>	Gekonek soví	-	
<i>Lygodactylus miops</i>	Gekonek Güntherův	2,94	Moderate
<i>Lygodactylus scheffleri</i>		-	
<i>laterimaculatus</i>	Gekonek Schefflerův		
<i>Lygodactylus williamsi</i>	Gekon modrý	2,94	Moderate
<i>Matoatoa brevipes</i>	Gekon	2,94	Moderate
<i>Pachydactylus bibroni</i>	Gekon	-	
<i>Pachydactylus rangei</i>	Gekon	-	
<i>Paroedura androyensis</i>	Gekon Grandidierův	2,94	Moderate
<i>Paroedura bastardi</i>	Gekon Mosquardův	2,94	Moderate

<i>Paroedura masobe</i>	Gekon	2,94	Moderate
<i>Paroedura picta</i>	Gekon madagaskarský	2,94	Moderate
<i>Phelsuma dubia</i>	Felsuma	-	
<i>Phelsuma laticauda</i>	Felsuma zlatoocasá	4,54	High
<i>Phelsuma lineata</i>	Felsuma pruhovaná	3,34	High
<i>Phelsuma madagascariensis</i>	Felsuma madagaskarská	6,94	Extremely high
<i>Phelsuma madagascariensis grandis</i>	Felsuma madagaskarská	2,94	Moderate
<i>Phelsuma madagascariensis kochi</i>	Felsuma madagaskarská	2,94	Moderate
<i>Phelsuma quadriocellata</i>	Felsuma paví	2,94	Moderate
<i>Ptychozoon kuhli</i>	Gekon létavý	2,76	Moderate
<i>Ptyodactylus guttatus</i>	Gekon	-	
<i>Ptyodactylus hasselquistii</i>	Gekon širokoprstý	-	
<i>-Ptyodactylus ragazzi</i>	Gekon	-	
<i>Rhacodactylus auriculatus</i>	Pagekon hrbolkohlavý	4,2	High
<i>Rhacodactylus chahoua</i>	Pagekon lišejníkový	3,54	High
<i>Rhacodactylus ciliatus</i>	Pagekon řasnatý	4,2	High
<i>Sphaerodactylus sputator</i>	Gekonek	-	
<i>Stenodactylus petrii</i>	Gekon saharský	4,26	High
<i>Stenodactylus sthenodactylus</i>	Gekon úzkoprstý	4,26	High
<i>Tarentola annularis</i>	Gekon prstýnkový	4,72	High
<i>Tarentola delalandii</i>	Gekon	4,54	High
<i>Tarentola mauretanic</i>	Gekon zední	-	
<i>Teratoscincus roborowskii</i>	Gekon Roborowského	-	
<i>Teratoscincus scincus</i>	Gekon zázračný	-	
<i>Tropicolotes steudneri</i>	Gekonek Steudnerův	-	
<i>Tropicolotes tripolitanus</i>	Gekonek písečný	3	High
<i>Underwoodisaurus milii</i>	Pagekon Miliův	5,46	Extremely high
<i>Ebenavia inunguis</i>	Gekon	2,98	Moderate
<i>Uroplatus eburni</i>	Ploskorep	2,28	Moderate
<i>Uroplatus guentheri</i>	Ploskorep Guentherův	2,46	Moderate

<i>Uroplatus fimbriatus</i>	Ploskorep třásní	2,52	Moderate
<i>Uroplatus henkeli</i>	Ploskorep Henkelův	2,58	Moderate
<i>Uroplatus phantasticus</i>	Ploskorep	2,1	Moderate
<i>Chondrodactylus turneri</i>		-	
<i>Phyllopezus pollicaris</i>		4,2	High
<i>Stenodactylus mauretanicus</i>		3,48	High

## 5 Diskuze

Zhodnocení rizikovosti odhalilo druhy, u kterých je největší pravděpodobnost stát se invazivními a způsobit škody ekologické, ekonomické, nebo jiné škody. Také pomáhá vytvořením preventivních opatření, jako například omezení obchodu s daným druhem (Masin et al. 2014). Celkově bylo hodnoceno 87 vybraných druhů gekonů. Nebylo možné vyhodnotit invazivní riziko u všech druhů. Celkem u 26 druhů nebylo možné udělat klimatickou shodu. U 25 z nich nebyly nalezeny mapy původního výskytu. U gekona zedního (*Tarentola mauretanic*), mapa nalezena byla, ale v areálu nebyly žádné klimatické stanice, takže klimatickou shodu nebylo možné zhotovit. Tyto druhy tak bylo nutné z hodnocení vyřadit.

Jako nedostatek v hodnocení se může počítat problematika s dostupností informací, kdy u některých druhů nebyly veškeré potřebné informace dostupné. Týká se to především druhů s malým areálem výskytu nebo druhů relativně nedávno popsanych. V těchto případech byly informace doplněny (mimo klimatické shody) na základě dostupných informací u druhu co nejbližší příbuzného. Substituce informací může výsledky zkreslit. Díky použití informací od nejbližší příbuzného druhu, by však měly být odlišnosti minimální.

Nejvyššího skóre dosahovaly druhy s velkým počtem proběhlých introdukcí. Například felsuma madagaskarská (*Phelsuma madagascariensis*), dosáhla skóre 6,94. Ve srovnání s ní felsuma madagaskarská (*Phelsuma madagascariensis grandis*) dosahuje skóre pouze 2,94. Pro tyto druhy byly doplněny téměř všechny hodnoty stejné, liší se pouze v počtu introdukcí, kdy felsuma madagaskarská (*Phelsuma madagascariensis*), dosáhla limitující hodnoty 7 a v případě felsumy madagaskarské (*Phelsuma madagascariensis grandis*) neproběhly žádné introdukce, tudíž dosahuje hodnoty 0.

Druhy s dlouhým juvenilním obdobím mají nižší pravděpodobnost introdukce, než druhy které dosahují schopnosti reprodukce do dvou let života (Wilgen & Richardson 2012).

Nejvyšší rizikové skóre vyšlo pro druhy gekon panenský (*Lepidodactylus lugubris*) a felsuma madagaskarská (*Phelsuma madagascariensis*). Oba druhy ale mají nulovou klimatickou shodu. Druh s nejvyšší klimatickou shodou je *Stenodactylus mauretanicus*, jeho rizikové skóre však nepatří mezi nejvyšší. Velký rozdíl mezi jmenovanými druhy je počet proběhlých introdukcí, kdy u druhů s nejvyšším skóre byla dosazena limitující hodnota 7 a u *Stenodactylus mauretanicus* nebyly podle Kraus herb database (2009) zaznamenány žádné proběhlé introdukce.

V práci Lucie Konrádové (2020), která měla za cíl posoudit invazivní riziko obchodovaných druhů nadčeledi *Gekkota* pro území Evropské unie, vyšly nejrizikovější druhy následující;

- gekon východní (*Hemidactylus freantus*),
- gekon panenský (*Lepidodactylus lugubris*)
- gekon prstýnkový (*Tarentola annularis*)

Podle modelu Wilgen-Richardson pro území Evropské unie a Velké Británie jsou druhy s nejvyšším skóre následující:

- gekon obrovský (*Gekko gecko*), skóre 6,58
- gekon východní (*Hemidactylus freantus*), skóre 6,76
- gekon panenský (*Lepidodactylus lugubris*), skóre 6,94
- felsuma madagaskarská (*Phelsuma madagascariensis*), skóre 6,94

Nejvíce rizikové druhy vyšly v obou pracích podobně. U druhů, kde podle modelu Wilgen-Richardson (route2) patří mezi nejvíce rizikové a v práci Konrádové (2020) nejsou zařazeny mezi nejvíce rizikové, vyšel následující risk rank; gekon obrovský (*Gekko gecko*), low, felsuma madagaskarská (*Phelsuma madagascariensis*) serious (Konrádová 2020). Gekon prstýnkový (*Tarentola anulatis*) dosahuje podle modelu Wilgen-Richardson (route 2), skóre 4,72. Invazivní rizikovost může být nižší kvůli malému počtu předešlých introdukcí, pouze třech. Druh ovšem ale má druhou nejvyšší úroveň klimatické shody. Rozdílnost výsledků může být způsobena rozdílností metod použitých k hodnocení. V práci Konrádové (2020) byly druhy hodnoceny pomocí programu AS-ISK v 2.0, ve kterém se druhy hodnotí jednotlivě na základě 55 otázek, které je potřeba pro každý druh individuálně doplnit (Konrádová 2020). Je možné, že díky většímu počtu informací, které jsou potřeba do programu AS-ISK doplnit, vyjdou přesnější výsledky. Avšak v porovnání s výsledky modelu Wilgen-Richardson (route 2) vyšly výsledky obdobné, přestože model zahrnuje méně otázek a tím pádem menší počet informací. Program AS-ISK hodnotí potenciální rizikovost invaze na základě otázek kde některé mají podobné znaky jako otázky v modelu Wilgen-Richardson (route 2). Podobné otázky jsou v sekcích 2. klima, distribuce a riziko introdukce, 3. invazivní jinde, 6. reprodukce (Konrádová 2020). Zbylé sekce (1. domestikace a kultivace, 4. nežádoucí vlastnosti, 5. využívání zdrojů, 7. disperzní mechanismy, 8. vlastnosti tolerance, 9. klimatické změny) (Konrádová 2020), nejsou v modelu Wilgen-Richardson (route 2) brány v potaz a mohou způsobit rozdílnost výsledků. Velké množství informací, které je třeba zadat do programu AS-ISK, představuje náročnou rešerši dat a s tím spojenou potenciální chybovost

při nacházení informací. U druhů, kde je malá dostupnost informací to přináší větší množství substitucí na základě příbuzných druhů, které mohou výsledky zkreslovat. Také je potřeba u jednotlivých informací zadat míru jistoty správnosti informace. Individuální hodnocení jistoty odpovědi může způsobit rozdílné výsledky u různých hodnotitelů (Konrádová 2020).

V modelu Wilgen-Richardson (route 2) se jistota správnosti nijak nehodnotí. Nevznikají tedy odlišnosti díky individuálnímu hodnocení.

Druh taxonomicky nejbližší příbuzný danému druhu byl hledán pro každý hodnocený druh zvlášť. Hodnota 1 byla přiřazena pro druhy, které jsou ve stejném rodě jako druh přirozeně žijící na území Evropské unie nebo Velké Británie. Hodnotu jedna získal například také jeden z druhů, který vyšel mezi nejvíce rizikovými. Gekon východní (*Hemidactylus freantus*) Patří do stejného rodu jako gekon turecký (*Hemidactylus turcicus*), který se nachází na území Evropské unie. Když je zavlečený druh blízce příbuzný domácímu druhu, mohou spolu v některých případech mít plodné potomky. Tato mezidruhovú hybridizace (křížení), se v přirozených podmínkách vyskytuje zřídka, jelikož druhy, které se vývojově vzdálily běžně dělí nějaká bariéra. Pokud však vývojově dostatečně vzdálené nejsou, a za pomoci člověka se opět setkají, mohou se začít křížit. Pokud je vzniklá smíšená populace geneticky bližší nepůvodnímu druhu, domácí druh v dlouhodobé perspektivě zaniká (Nentwig 2014). Z tohoto důvodu by druhy v blízké taxonomické příbuznosti mohly představovat vyšší riziko než druhy nepůvodní, taxonomicky vzdáleně příbuzné. Jako příklad může sloužit evropská kočka divoká (*Felis silvestris*), které se v některých oblastech kříží se zdivočelými kočkami domácími (*Felis catus*) a ztrácejí svojí genetickou jedinečnost, nebo japonský jelen sika (*Cervus nippon*), který se kříží s jelenem evropským (*Cervus elaphus*) a ztrácí tím svou svébytnost (Nentwig 2014).

Pro veškeré druhy byla vytvořena klimatická shoda. Jelikož jsou gekoni ektotermní, je pro ně teplota prostředí klíčová. Masin (2014) uvádí, že ve své práci ke srovnání klimatické shody využívá odlišnou metodu. Klimatickou shodu hodnotí na základě šesti proměnných, u kterých se předpokládá že mají vliv na fyziologickou toleranci, metabolismus a termoregulaci želv. Konkrétně se jedná o; nejnižší teplotu v nejchladnějším měsíci, nejvyšší teplotu v nejteplejším měsíci, úhrn srážek v nejsušším období, úhrn srážek v nejvlhčejším období, roční solární radiaci a Normalized Difference Vegetation Index, míra hodnotící světelné spektrum na základě stavu vegetace. Tímto způsobem jsou brány v potaz klimatické extrémny, díky kterým se ze seznamu vyloučí druhy neschopné se s nimi vyrovnat.

Problém mohou představovat změny klimatu, které by mohly vytvořit nové příležitosti pro invazivní druhy k usazení a následnému rozšíření (Scalera et al. 2012). Znamenalo by to,

že i druhy s nízkou klimatickou shodou by se mohly v budoucnu na území Evropské unie a Velké Británie uchytit. Podle Cogger et al. (2005) jsou některé druhy čeledě *Gekkonidae* přizpůsobeny životu v drsných horských podmínkách.

Jsou druhy nebo dokonce i celé rody gekonů, které mají schopnost obývat městské prostředí a využívat ho k termoregulaci. Příkladem může být rod *Phelsuma* (Konrádová 2020). Daří se jim dobře na zdech budov, na které světlo láká vhodnou hmyzí potravu (Cogger et al. 2005). Tato adaptace jim může pomoci při obsazování nových oblastí, jelikož obdobná městská prostředí můžeme najít celosvětově. Důkazem by mohl být gekon východní (*Hemidactylus freantus*).

Zvolený způsob doplnění informace ohledně počtu introdukcí může mít určitá úskalí. Doplnovaly se údaje introdukcí již proběhlých. Nebralo se ale v potaz, kolik z nich bylo úspěšných a kolik ne. Zaznamenání pouze úspěšných introdukcí by mohlo u některých druhů změnit výsledky. U jiných druhů, jako například u gekona obrovského (*Gekko gecko*), by se výsledné skóre nezměnilo, jelikož proběhlo 17 úspěšných introdukcí na území Floridy (Kraus 2009). Posuzování rizikovosti pouze na základě proběhlých introdukcí, by mohlo být problémové. Ne u všech introdukcí je známo, zda byly úspěšné nebo ne. Na druhou stranu celkový počet introdukcí (úspěšných i neúspěšných) přináší širší rámec informací. Neúmyslné introdukce ukazují schopnost druhu se šířit, nejčastěji s nákladem nebo pomocí pet trade. V případech introdukcí neúspěšných by se druh mohl časem dostat na území, na kterém jsou pro něj výhodné podmínky a tam se rozšířit a popřípadě poškodit biodiverzitu.

Regulace introdukcí pomocí omezení obchodu se zvířaty se zdá být jedním z možných řešení. Jako příklad tohoto způsobu řešení může snaha o zastavení šíření želvy nádherné (*Trachemys scripta*) v České republice. V ČR byly pozorovány tři poddruhy této želvy. Nejčastěji *trachemys scripta elegans*, poté *trachemys scripta* a *trachemys scripta troosti*. Byla introdukována kvůli své dřívější oblíbenosti jako domácí mazlíček. Lidé si domů do akvária kupovali malé želvičky, které jim ale přerostly a nezodpovědně se rozhodli vypustit želvu do přírody (Holer et al. 2020). Jedná se o nejčastěji chovaný druh sladkovodních želv v zajetí. Pro druhy na unijním seznamu platí zákaz dovozu a převozu druhů v rámci EU, uvádění na trh, zákaz držení, chovu, rozmnožování a vypouštění do volné přírody (Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky 2021). Způsoby, kterými invazivní organismu ovlivňují přirozený ekosystém, zůstávají s malým porozuměním. Například ropucha obecná (*Bufo marinus*) se extenzivně rozšířila naskrz tropickou Austrálií, v období posledních sedmdesáti let. Nicméně zhodnocení jejího ekologického dopadu zůstávají anekdotické (Greenlees et al. 2006).

Introdukce gekona východního (*Hemidactylus freantus*) na Mauriciu a jeho dopad na jeho ekosystém může posloužit jako příklad toho co invazivní druhy mohou způsobit. Gekon východní (*Hemidactylus freantus*) je zodpovědný za minulé a současné narušení populace domácího druhu gekona *Phelsuma ornata*, skrz kompetici o sdílené zdroje a introdukci parazitů. Tyto dva druhy mají podobné potravní spektrum a jejich přesah je velký především v období kdy je potravy nedostatek a pohybová aktivita je u obou druhů zvýšená. V tomto období *P. ornata* mění svou potravní preferenci, mezitím co gekon východní (*Hemidactylus freantus*) využívá sdílený potravní zdroj. Ve snaze kompenzace potravy je zvýšený počet případů kanibalismu u druhu *P. ornata*. Na místech, kde se invazivní gekon vyskytoval sympatricky s původním druhem, byl zvýšený počet ektoparazitických roztočů na hostiteli, způsobující přímý negativní efekt na kondici gekona *P. ornata*. (Cole 2005). Mezi další původní druhy, ovlivněné invazivním gekonem patří *Nactus durrelli* a menší noční gekon (*Nactus coindemirensis*). Interakce s gekonem východním (*Hemidactylus freantus*) způsobily vytlačení obou druhů původních gekonů a predaci menšího gekona nočního (*Nactus coindemirensis*) (Cole 2005). Kraus (2009) uvádí, že na Mauriciu byl gekon východní (*Hemidactylus freantus*) introdukovaný pouze jedenkrát a není známo, jakým způsobem introdukce proběhla. Více o tomto invazivním druhu gekona níže.

## 5.1 Gekko gecko

Přirozeně se vyskytuje v Bangladéši, Myanmaru, Thajsku až Singapuru, v tropickém deštném pralese. Ideální teplotní rozpětí je 24-27 °C (Klátil 2004). Přestože u tohoto druhu vyšla nulová klimatická shoda, vyšel tento druh jako jeden z nejvíce rizikových. Míru rizikovosti ovlivňuje počet proběhlých introdukcí, který je u gekona obrovského (*Gekko gecko*) vysoký. Počet introdukcí přesahuje limit, který je možno doplnit do modelu, proto mu byla přiřazena hodnota 7. Ve skutečnosti byl introdukovaný pětadvacetkrát, a to do devíti různých zemí. Při většině introdukcí posloužil jako vektor nákladový prostor, nebo pet trade. Pouze dvě z těchto introdukcí byly učiněny naschvál. Jednou ze zemí introdukce je například Florida (Kraus 2009).

Běžně se prodávají jako domácí mazlíci (Corl 1999). Jedním z důvodů, proč je gekon obrovský (*Gekko gecko*) s oblibou chován, může být jeho velikost a zajímavé zbarvení. Dospělí jedinci tohoto druhu dorůstají až 40 cm, mají hnědě až namodrale zbarvené tělo. Na tomto základním zbarvení se nacházejí modrobílé a oranžové skvrny (Svojka et al. 2005). Je vhodný i pro začínající teraristy (Cogger et al. 2005). V některých částech jižní Asie jsou



dokonce považováni jako předzvěst štěstí, majetku a plodnosti. Častěji je ale považován, stejně jako šváby a sarančata, za škůdce (Corl 1999).

Díky své velikosti je schopen predovat i na velkých druzích hmyzu. Byl pozorován dospělý jedinec toho druhu, při úspěšné predaci sarančete (*Romalea microptera*). Gekon měl chyceného, dospělého jedince sarančete, napříč v čelistech (Beauchamp 2010). Poté se přesunul na jinou zeď, kde saranče pozřel. Celý proces trval přibližně deset minut bez jakýchkoliv potíží. Opakovaným zkoumáním (1,3 a 24 hodin) po této události byl pozorován gekon i jeho okolí, ale nebyly nalezeny žádné známky regurgitace (Beauchamp 2010). V nových oblastech by gekon mohl být významným škůdcem, právě také díky predaci i poměrně velkých druhů hmyzu.

Gekon obrovský (*Gekko gecko*) je teritoriální. Své teritorium si brání před gekony jiného druhu nebo i jedinci druhu vlastního. Zajišťují si tím menší kompetici o potravu (Corl 1999).

V poměru s ostatními zkoumanými druhy má gekon obrovský (*Gekko gecko*) relativně vysoký počet snůšek. Velký počet mláďat v období jednoho roku mu může být prospěšný při rozšiřování nově založených populací.

## 5.2 Hemidactylus freantus

Gekon východní (*Hemidactylus freantus*) je domácím druhem lokality velké části Asie, sahající od jižní Indie po Indonésii (Csurhes & Markula 2009). Patří mezi nejinvazivnější druhy na světě (Hopskin et al. 2020). Vykazuje největší nepřirozený reál výskytu ze všech gekkonidů a byl introdukovaný na mnoho oceánských ostrovů na celém světě (Somawera 2020). Je rozšířen od Indie přes jihovýchodní Asii až do oblasti Tichého oceánu (Cogger et al. 2005). Počet introdukcí přesahuje horní limit modelu, proto mu byla přiřazena hodnota 7. Skutečný počet proběhlých introdukcí je 97. Byl introdukovaný více než do padesáti států. Z celkového počtu introdukcí byly pouze tři uskutečněny pomocí pet trade (Kraus 2009). Hlavním způsobem introdukce je celosvětový pohyb nákladních lodí, který napomohl jeho rozšíření (Csurhes & Markula 2009). Jedna introdukce proběhla pomocí zoo obchodu (Kraus 2009). Na mnoha lokalitách se vyskytuje společně s domácími druhy gekony, které často značně převyšuje v početnosti (Barnett et al. 2018).

Díky přítomnosti na všech kontinentech (mimo Antarktiky), je to jasná hrozba pro domácí druhy gekonů a jejich ekosystém (Texas Invasive Species Institute 2014). Příkladem země, kam byl druh introdukovaný, může být Austrálie či Pacifické ostrovy. Gekon východní (*Hemidactylus freantus*) na Pacifické ostrovy úspěšně vnikl a osídlil je a zdá se, že prospívá.

(Garner et al. 2020). Byly popsány případy agresivního chování například vůči druhu gekon panenský (*Lepidodactylus lugubris*). V některých případech jim gekon východní (*Hemidactylus freantus*) ukousl ocas nebo sežral celé jedince. (Texas Invasive Species Institute 2014). V Austrálii je druh rozšířený přes 50 let a v posledních dvou desetiletích masivně zvětšuje areál svého rozšíření v osídlených areálech severní a východní Austrálie. Především v obydlených lokalitách toto šíření s rychlostí pokračuje. Je až znepokojující, že je gekon východní (*Hemidactylus freantus*) čím dál častěji objevován ve volné přírodě, v některých případech ve vysokých počtech (Csurhes & Markula 2009). Austrálie je centrum původu gekonů a jejich rozmanitosti (Hoskin 2011). Tento druh má dobře dokumentované dopady na gekony v jiných částech světa, kam byl zavlečen. Je to silný soupeř a existují důkazy o tom, že dokáže překonat domácí druhy gekonů v různých situacích (Hoskin 2011). Je schopen s nimi soupeřit a možná je i nahradit (Csurhes & Markula 2009). Vinou tohoto druhu se mnohé domácí druhy budou muset přesunout na jinou část území než byly původně. Některé druhy byly i vyhubeny (Cole et al. 2005).

Gekon východní (*Hemidactylus freantus*) vykazuje velký sklon pro kompetiční tlak na jiné druhy gekonů s podobnou velikostí a adaptací na život v obydlených areálech. Také má sklony k větší agresivitě a teritorialitě, a je více tolerantní k vnitrodruhové kohabitaci a kompetici. Tyto vlastnosti mu dovolují úspěšně v kompetici překonat domácí druhy gekonů a odebrat jim možnost využívat koncentrované zdroje potravy (Texas Invasive Species Institute 2014). Tento gekon má noční aktivitu. Je velice dobře přizpůsoben lovu hmyzu, který se hromadí u umělého osvětlení. Zdá se, že dokonce více než většina domácích druhů gekonů daného areálu. (Texas Invasive Species Institute 2014). Je schopen dominovat v oblastech s vysokou nabídkou potravy (například dobře osvětlené lidské stavby) (Garner et al. 2020).

Jejich agrese a schopnost kohabitace při překonávání domácích druhů, je činí nebezpečným invazivním druhem (Texas Invasive Species Institute 2014).

Podle studie Barnetta et al. (2018) může díky vysoké hustotě osídlení lokalit gekonem východním (*Hemidactylus freantus*) ovlivnit parazitaci domácích druhů (Barnett et al. 2018), například přinášením nových druhů parazitů (Hoskin 2011).

Ranná detekce zavlečených jedinců je klíčem ke kontrole invaze (Hopskin et al. 2020).

Zdá se, že v tropickém a subtropickém podnebí se těmto gekonům dobře daří (Csurhes & Markula 2009). Nicméně s územím Evropské unie a Velké Británie má nulovou klimatickou shodu. Přesto vyšlo invazivní riziko vysoké. Díky životu ve městském prostředí jej mohou využívat k termoregulaci. Teplota ve velkých městech je vůči teplotě ve volné přírodě i o několik stupňů vyšší.

Tento druh gekona je oviparní. Jejich vejce jsou kulatá a mají pevnou skořápku, což je činí více odolnými vůči vlhku a zvyšuje to jejich šanci na přežití při přesunech (Wu 2021). Je to jednou z vlastností, která činí tento druh úspěšný v tomto směru (Cogger et al. 2005). Samice vejce přilepují k různým plochám. Minimální inkubační teplota je 28 stupňů celsia. (Wu 2021).

Patří do stejného rodu jako gekon turecký (*Hemidactylus turcicus*), který se nachází na území Evropské unie.

### 5.3 *Lepidodactylus lugubris*

Vzhledem k dostupným informacím o biologii a ekologii daného druhu je druh velmi úspěšný v kolonizaci nových území. (Konrádová 2020). V tichooceánské oblasti je zvláště rozšířeným druhem (Cogger et al. 2005). Gekon panenský (*Lepidodactylus lugubris*) je partenogenetický gekon, který rozšiřuje oblast svého výskytu v období posledního desetiletí (Nania et al. 2020). Partenogeneze může být z hlediska rozšiřování na nová území výhodná. Samice mají schopnost se rozmnožovat bez oplodnění vajec a tudíž i bez potřeby samce (Cogger et al. 2005). K založení nové populace stačí přesun pouze jednoho jedince. Vejce tohoto druhu jsou velice odolná díky vápenité skořápce (Cogger et al. 2005). Navíc v porovnání s ostatními hodnocenými druhy má nejvyšší počet snůšek za rok. Rychlá reprodukční schopnost mu může také být prospěšná při zakládání nové populace a následně i při jejím rozšiřování.

Vysoký počet introdukcí zvyšuje jeho potencionální šanci introdukce na území Evropské unie a Velké Británie. Do modelu byla zadána hodnota 7, přestože skutečný počet proběhlých introdukcí je 39 (Kraus 2009). Zmínky o tomto invazivním druhu jsou z několika tropických a subtropických zemí z pěti kontinentů. Většinu z nich kolonizoval v nedávné době (Nania et al. 2020). Nejčastěji byl tento druh zavlečen na nové území společně s přepravovaným materiálem. Pouze dvě introdukce proběhly pomocí obchodu se zvířaty a jedna introdukce je vinou zoo obchodu (Kraus 2009).

Klimatická shoda byla v případě tohoto druhu nulová. Na nových územích preferuje lokality s vyššími srážkami a teplotami (Nania et al. 2020). Je schopen využívat městského prostředí (Konrádová 2020), které mu může pomoci při termoregulaci. Ve městech, kde žije milion a více obyvatel je průměrně o 1-3 °C tepleji než v přírodě. Na večer je teplotní rozdíl až 12 °C (Zielinsky 2014). Další výhodou mohou být jeho odolná vajíčka, která se inkubují při nižších teplotách (Konrádová 2020).

## 5.4 *Phelsuma madagascariensis*

*Phelsuma madagascariensis* je domácím druhem pro Madagaskar. S územím Evropské unie a Velké Británie má nulovou klimatickou shodu, přesto dosáhla nejvyššího skóre. Dosáhla limitního počtu invazí, hodnoty 7. Skutečný počet introdukcí je 8. Rozdíl v počtu introdukcí skutečných a zadaných do modelu není tak výrazný jako u ostatních druhů s vysokým skóre. Byla introdukována na Havaj a na Floridu. Většina introdukcí (konkrétně 5), proběhlo pomocí pet trade. U třech dalších posloužily jako vektor prostředky mezinárodní dopravy (Kraus 2009). V porovnání s ostatními hodnocenými druhy nedosahuje pohlavní dospělosti ani počet snůšek krajních hodnot; jsou spíše průměrné.

V porovnání s ostatními druhy, u kterých vyšlo vysoké skóre, je pro tento druh jen minimum informací o důsledcích jeho introdukce.

## 6 Závěr

Z výsledků je patrné, kteří zástupci čeledi *Gekkonidae* představují největší potencionální invazivní riziko pro území Evropské unie a Velké Británie. V některých případech se jedná o druhy, které jsou známé svým invazivním potencionálem a negativními důsledky na místa introdukce. Velké množství potencionálně rizikových druhů dosahuje nízké klimatické shody, avšak změny klimatu by mohly do budoucna vytvořit vhodné podmínky pro uchycení nových invazivních druhů (Scalera et al. 2012).

Dle Mashin et al. (2014) vzniká introdukce plazů a obojživelníků především jako důsledek obchodu se zvířaty. Prevence je jedním z nejlepších způsobů řešení invazí. Jakmile totiž druh založí populaci, je extrémně náročné se ho zbavit (Nunez 2019). Bohužel, doposud vinou nedostatku informací, povědomí a absenci obsáhlé a harmonizované legislativy na evropské úrovni byly problémy invazivních druhů a jejich dopady často podceňovány (Scalera et al. 2012).

Vyhodnocení druhů, které představují nejvyšší invazivní riziko může pomoci v prevenci introdukce invazivních druhů. Mezi preventivní opatření patří například regulace nebo zákaz chovu, jako tomu je například u želvy nádherné (*Trachemys scripta*).

## 7 Literatura

Action on Invasives. CABI. Explore the impacts of invasive species. 2021. Available from [Explore the impacts of invasive species - Invasive Species \(invasive-species.org\)](https://invasive-species.org) (accessed 2.2021).

Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. 2021. Seznam nepůvodních druhů s významným dopadem na Unii. Resort životního prostředí. Available from [Seznam invazních nepůvodních druhů s významným dopadem na Unii \(nature.cz\)](https://nature.cz) (accessed 3.2021)

Bachman S, Biggs B, Budden A, Clubbe C, Hargreaves S, Newton R, Nic LE, Petrokofsky G, Willimas E. 2016. Invasive Species. Royal Botanic Gardens, Kew

Barnett L, Phillips BL, Heath A, Coates A, Hoskin C. The impact of parasites during range expansion of an invasive gecko. *Parasitology*. **145**:1-10

Beauchamp J, Mazzotti F. 2010. GEKKO GECKO (Tokay Gecko). Prey. *Herpetological Review*. **41**: 222

Cerha. 1999. Scinkové, varani a ještěrky. Polaris. Frenštát pod Padhoštěm

Burnie D, Šmaha J. 2009. Zvíře. *Obrazová encyklopedie živočichů všech kontinentů*. Knižní klub. Praha

Cogger HG, Coull E, Foirshaw J, McKay G, Zweifel RG. 2005. *Zvířata: velká encyklopedie: savci, ptáci, obojživelníci, plazi*. 2. Svojk & Co. Praha

Cole NC, 2005, The ecological impact of the invasive house gecko *Hemidactylus freantus* upon endemic Mauritian geckos. [dissertation]. University of Bristol. Bristol.

Cole NC, Jones CG, Harris S. 2005. The need for enemy-free space: the impact of an invasive gecko on island endemics. *Biol Conserv*. **125(4)**: 467–74

Corl J. 1999. Gekko gecko. Animal Diversity Web. Available from [ADW: Gekko gecko: INFORMATION \(animaldiversity.org\)](https://animaldiversity.org) (accessed 2.2021).

- Csurhes S, Markula A. 2009. Pest animal risk assessment: Asian house gecko *Hemidactylus freantus*. Biosecurity Queensland. 1-20
- Česká národní rada. 1992. Zákon České národní rady o ochraně přírody a krajiny. Pages 666-692 in Sběrka zákonů č. 144/1992 částka 28. Česká republika
- Episcopio-Sturgeon DJ, Pienaar EF. 2020. Investigating Support for Management of the Pet Trade Invasion Risk. *The Journal of Wildlife Management*. 1-14
- European Commission. 2014. Regulation (EU) 1143/2014. List of Invasive Alien Species of Union concern. Brussel
- Feit B, Dempster T, Jessop TS, Webb JK, Letnic M. 2019. A tropical cascade initiated by an invasive vertebrate alters the structure of native reptile communities. *Global Change Biology*. **26**: 2829-2840
- Felix J. 1988. *Zvířata celého světa 13 Ještěři*. Státní zemědělské nakladatelství. Praha
- Garner AM, Pamfile AM, Hamad EJ, Kindig R, Taylor JT, Unsworth CK, Niewiarowski PH. 2020. Home-field advantage: native gecko exhibits improved exertion capacity and locomotor ability in structurally complex environments relative to its invasive counterpart. *Frontiers in Zoology*. **17**: 1-11
- Greenlees MJ, Brown GP, Webb JK, Phillips BL, Shine R. 2006. Effects of an invasive anuran [the cane toad (*Bufo marinus*)] on the invertebrate fauna of a tropical Australian floodplain. *Animal Conservation*. **9**: 431-438
- Hanzák J. 1969. *Světlem zvířat 4. díl Pláštěnci, bezlebeční, ryby, obojživelníci a plazi*. Albatros, Praha
- Hill J. 2015. Invasive Species: How They Affect the Environment. EnvironmentalScience.org. Available from [How Invasive Species Impact the Environment | EnvironmentalScience.org](https://www.environmentalscience.org/invasive-species) (accessed on 4.2021).

Holer T, Hataš P, Caska T. 2020. Želva nádherná (*Trachemys scripta*) Herpetology.cz Fieldherping & Terraristics. Available from [Želva nádherná \(Trachemys scripta\) \(herpetology.cz\)](https://www.herpetology.cz) (accessed 2.2021).

Hopkins JM, Higgie M, Hoskin CJ. 2020. Calling behaviour in the invasive Asian house gecko (*Hemidactylus freantus*) and implications for early detection. Wildlife Research <https://www.publish.csiro.au/wr/WR20003>

Hoskin CJ. 2011. The invasion and potential impact of the Asian House Gecko (*Hemidactylus freantus*) in Australia. Wiley Online Library. **3**: 240-251

Ko-Huan L, Tien-Hsi C, Gaus S, Simon C, Yi-Ju Y, Si-Min L. 2019. A check list and population trends of invasive amphibians and reptiles in Taiwan. ZooKeys. **829**: 85-130

Konrádová L. 2020. Hodnocení invazivního rizika u chovaných druhů nadčeledi *Gekkota* pro území Evropské unie [BSc. Thesis]. Česká zemědělská univerzita, Praha

Kopecký et al. 2019. Potential Invasion Risk of Pet Traded Lizards, Snakes, Crocodiles, and Tuatara in the EU on the Basis of a Risk Assessment Model (RAM) and Aquatic Species Invasiveness Screening Kit (AS-ISK). Diversity. **11**: 164

Kraus F. 2003. Invasion Pathways for Terrestrial Vertebrates. Pages 68-92

Masin S, Bonardi A, Padoa-Schioppa E, Bottoni L, Ficetola GF. 2014. Risk of invasion by frequently traded freshwater turtles. Biol Invasions. **16**: 217-231

Mlíkovský J, Stýblo P. 2006. Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky. ČSOP. Praha

Myers P, Espinosa C, S Parr, T Jones, GS Hammond, TA DEwea. 2021. Gemmonidae. Animal Diversity Web. Available from <https://animaldiversity.org/accounts/Gekkonidae/classification/> (accessed 3.2021).



Nania D, Flecks M, Rodder D. 2020. Continuous expansion of the geographic range linked to realized niche expansion in the invasive Mourning gecko *Lepidodactylus lugubris* (Duméril & Bibron, 1936). Plos One. **15**: 1-16

Nentwig W. 2014. Nevítaní vetřelci Invazivní rostliny a živočichové v Evropě. Academia

Nunez CH. National Geographic. 2019. Invasive species facts and information. National Geographic. Available from [Invasive species facts and information \(nationalgeographic.com\)](https://ndk.cz/view/uuid:25f578a0-1025-11ea-a20e-005056827e51?page=uuid:9c464b49-32b4-47c5-9fc3-56c673e0bf76&fulltext=gecko%20gekko) <https://ndk.cz/view/uuid:25f578a0-1025-11ea-a20e-005056827e51?page=uuid:9c464b49-32b4-47c5-9fc3-56c673e0bf76&fulltext=gecko%20gekko> (accessed 2.2021).

Pimentel D, Lach L, Zuniga R, Morrison D. 2000. Environmental and Economic Costs of Nonindigenous Species in the United States. BioScience. **1**: 53-65

Sagoff M. 2018. What Is Invasion Biology?. Ecological Economics. **154**: 22-30

National Invasive Species Information Center. Pathways. 2020. US. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Available from [Pathways | National Invasive Species Information Center](#) (accessed 2.2021).

Sakai et al. 2001. The Population Biology of Invasive Species. Annual Review of Ecology and Systematics. **32**: 305-332

Scalera R, Genovesi P, Essl F, Ranitsch W. 2012. The impacts of invasive alien species in Europe. EEA Technical report. **16**: 1-55

Somaweera R, Yeoh PB, Jucker T, Clarke RH, Webber BL. 2020. Historical context, current status and management priorities of introduced Asian house geckos at Ashmore Reef, north-western Australia. BioInvasions Records. **9**: 408-420

Šifnerová K. 2015. *Lepidodactylus lugubris*. GEKONI. Available from [Lepidodactylus lugubris - GEKONI \(webgarden.cz\)](#) (accessed 2.2021).

Texas Invasive Species Institute. 2014. COMMON HOUSE GECKO. Texas State University, San Marcos. Available from <http://www.tsusinvasives.org/home/database/hemidactylus-frenatus> (accessed 2.2021).

Wildlife Informer. 2020. Wildlife Informer. Available from <https://wildlifeinformer.com/invasive-reptiles-in-florida/> (accessed 2.2021).

Wu K. 2017. Hemidactylus frenatus. Animal Diversity Web. Available from [ADW: Hemidactylus frenatus: INFORMATION \(animaldiversity.org\)](http://animaldiversity.org) (accessed 2.2021).

Zielinski S. 2014. Why the City Is (Usually) Hotter than the Countryside. Smithsonian MAGAZINE. Available from <https://www.smithsonianmag.com/science-nature/city-hotter-countryside-urban-heat-island-science-180951985/> (accessed 2.2021).