

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA EKOLOGIE



Šíření nepůvodních rostlinných druhů
v lužních lesích České republiky
DIPLOMOVÁ PRÁCE

Diplomantka: Bc. Lenka Prokopová

Vedoucí práce: Ing. Jan Douša, Ph.D.

2023

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Lenka Prokopová

Aplikovaná ekologie

Název práce

Šíření nepůvodních rostlinných druhů v lužních lesích České republiky

Název anglicky

Spread of non-native plant species in floodplain forests of the Czech Republic

Cíle práce

Cílem práce bude zhodnotit změny zastoupení nepůvodních druhů v lužních lesích České republiky. Budou také zjištěny stanovištní podmínky, které šíření invazních druhů ovlivňují.

Metodika

K vypracování diplomové práce bude použit datový soubor opakovaných fytoocenologických snímků lužních lesů. Na jeho sběru se bude diplomantka částečně podílet. Na místech fytoocenologických snímků zapsaných v 50. a 60. letech 20. století bude vždy zapsán nový fytoocenologický snímek. Budou také analyzovány stanovištní podmínky, a to zejména půdní charakteristiky. Statistickými analýzami budou identifikovány nepůvodní druhy, které se v lužních lesích rozšířily a stanovištní faktory, které pravděpodobně přispěly k jejich šíření.

Doporučený rozsah práce

40-60 stran

Klíčová slova

lužní lesy, invazní druhy rostlin, fytocenologický snímek, trvalé plochy

Doporučené zdroje informací

- Matthews, J. W., McIntyre, S., Peralta, A. L., & Rodgers, C. (2020). Long-term assessment of alternative strategies for the restoration of floodplain forest in the presence of an invasive grass, *Phalaris arundinacea*. *Wetlands*, 40, 655–665.
- Mikulová, K., Jarolímek, I., Šibík, J., Bacigál, T., & Šibíková, M. (2020). Long-term changes of softwood floodplain forests—did the disappearance of wet vegetation accelerate the invasion process? *Forests*, 11, 1218.
- Petrášová, M., Jarolímek, I., & Medvecká, J. (2013). Neophytes in Pannonian hardwood floodplain forests—history, present situation and trends. *Forest Ecology and Management*, 308, 31–39.
- Řepka, R., Šebesta, J., Maděra, P., & Vahalík, P. (2015). Comparison of the floodplain forest floristic composition of two riparian corridors: species richness, alien species and the effect of water regime changes. *Biologia*, 70, 208–217.
- Slezák, M., Farkašovská, Š., & Hrivnák, R. (2020). Non-native plant species in alder-dominated forests in Slovakia: What does the regional-and the local-scale approach bring. *Folia Oecologica*, 47.
- Šebesta, J., Rogers, P. C., Maděra, P., Koutecký, T., Dufour, S., & Řepka, R. (2021). Long-term effects of mechanical site preparation on understorey plant communities in lowland floodplain forests. *Forest Ecology and Management*, 480, 118651.
-

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FZP

Vedoucí práce

Ing. Jan Douša, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie

Konzultant

ing. Anežka Holešťová

Elektronicky schváleno dne 24. 2. 2022

prof. Mgr. Bohumil Mandák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 25. 2. 2022

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 15. 03. 2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Šíření nepůvodních rostlinných druhů v lužních lesích České republiky 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 31.03.2023

.....
Bc. Lenka Prokopová

Poděkování

Chtěla bych poděkovat nejprve mému vedoucímu Ing. Janu Doudovi, Ph.D. a mé konzultantce Ing. Anežce Holeškové za rady, cenné připomínky, velkou trpělivost a laskavou pomoc při zpracování této diplomové práce. Za rady a připomínky děkuji také všem ostatním, kteří se podíleli na výzkumu lužních lesů.

Dále bych chtěla poděkovat svým přátelům za podporu při studiu. Mé spolužačce Bc. Nikole Korytové děkuji za spolupráci na skupinových projektech, pomoc při shánění materiálů ke zkouškám a hecování při zpracování této diplomové práce. Děkuji také spolužákovi Bc. Patriku Houserovi za spolupráci při nahánění nutrií a jimi okousaného materiálu a za sehnání dalších materiálů ke zkouškám. Všem také děkuji za nezapomenutelné zážitky ze závěrečné exkurze na Šumavě. Dále chci poděkovat také kamarádce Ing. Veronice Hešlarové za její elán a veškerou pomoc při mých úkolech v terénu a Denise Pečinkové za vzájemné povzbuzování při zpracování našich závěrečných prací.

Chci také poděkovat svému partnerovi Tomáši Kamasovi, kterého jsem poznala díky terénnímu sběru dat pro tuto diplomovou práci. Děkuji mu za obrovskou trpělivost a neskutečnou podporu při studiu a při zpracování této práce. I přes všechny mé nervové výkyvy se mnou vydržel, věřil mi a stál celou dobu při mně.

Děkuji také své rodině za veškerou pomoc a podporu při studiu a omlouvám se za všechny nervy, které se mnou měli. Mamince děkuji za všechny krabičky s jídlem, kterých nebylo nikdy dost a tatínkovi za pomoc při přípravě na některé zkoušky a vysvětlení zejména matematických věcí, kterým jsem někdy nerozuměla. Svě sestře děkuji za to, že mi vždy se vším dobře poradila, naučila mě spoustu užitečných studijních postupů a vždycky pro mě byla vzorem. Děkuji také našim kocourům Truffaldinovi a Čertíkovi za mazlení a vrnění při mých nervových fluktuacích a mému křečkovi, který mi zlepšil náladu, když se u něj znenadání objevilo dalších sedm malých přírůstků a vždy, když posiloval na stropě své klece.

Abstrakt

Lužní lesy jsou jedinečná a vzácná stanoviště s bohatou druhovou diverzitou. Jsou to ale také ekosystémy velmi citlivé na změny okolního prostředí a patří mezi nejvíce invadovaná stanoviště. Nepůvodní druhy rostlin v lužních lesích zapříčiňují snižování biodiverzity a mohou také negativně ovlivnit a měnit přirozené podmínky tohoto ekosystému. Je tedy důležité zjistit závažnost této problematiky a její možná řešení.

Výzkum probíhal v lužních lesích celé České republiky. Zejména v Polábí a Libickém luhu, v Litovelském Pomoraví a na jižní Moravě. Na těchto lokalitách byly zaznamenány jednotlivé fytoocenologické snímky a zjištěna pokryvnost jednotlivých druhů rostlin. Tyto druhy byly následně porovnány s katalogem nepůvodních rostlin České republiky a byla zhodnocena jejich invazivnost. Dále byly také zjištěny hodnoty pro různé faktory prostředí, které byly následně vyhodnoceny pomocí logistické regrese.

Výsledky nám ukázaly, že se v lužních lesích České republiky vyskytuje celkem 28 nepůvodních druhů a z toho 20 invazních. Z důvodu nedostatečné velikosti dat byl další výzkum zaměřen pouze na druh *Impatiens parviflora*, který byl na všech lokalitách nejhojnější. Pokryvnost tohoto druhu se za posledních sedmdesát let zvýšila o více než polovinu. Další analýzy zjistily, že tento druh roste zejména na stanovištích s vyšším obsahem fosforu a s nižším obsahem draslíku a hořčíku v půdě. Upřednostňuje spíše oblasti s vyšším obsahem půdní vlhkosti než sušší oblasti a teplejší klimatické podmínky než chladnější. Je to také poměrně tolerantní druh vůči zastínění.

V diskusi byly také zhodnoceny další okolnosti a možnosti odstranění a managementu nepůvodních rostlin. Pokryvnost a šíření druhu *Impatiens parviflora* však lze spíše jen omezit a snížit možnosti jejího dalšího šíření.

Pro biotop lužních lesů je tedy důležitá přiměřená ochrana a zajištění co nejvíce přirozenějšího prostředí a vodního režimu, aby jeho společenstva mohla nadále prosperovat a tento cenný ekosystém se zachoval i pro další generace.

Klíčová slova: lužní lesy, invazní druhy rostlin, fytoocenologický snímek, trvalé plochy

Abstract

The floodplain forests are unique and rare habitats with rich species diversity. However, they are also ecosystems that are very sensitive to changes in the surrounding environment and they are among the most invaded habitats. Non-native plant species in floodplain forests cause a decrease in biodiversity and can also negatively affect and change the natural conditions of this ecosystem. It is therefore important to determine the severity of this issue and its possible solutions.

The research was conducted in floodplain forests throughout the Czech Republic, especially in the Polabí and Libický luh, in the Litovelské Pomoraví and in southern Moravia. Individual phytocenological relevés were recorded at these locations, and the coverage of individual plant species was determined. These species were subsequently compared to the catalog of non-native plants in the Czech Republic and their invasiveness was evaluated. Values for various environmental factors were also determined and evaluated using logistic regression.

The results showed that there are a total of 28 non-native species in floodplain forests in the Czech republic, of which 20 are invasive. Due to the insufficient size of the data, further research focused only on the species *Impatiens parviflora*, which was the most abundant at all locations. The coverage of this species has increased by more than half over the past seventy years. Further analysis found that this species grows mainly in habitats with higher phosphorus content and lower potassium and magnesium content in the soil. It prefers areas with higher soil moisture content than drier areas and warmer climatic conditions than cooler ones. It is also relatively tolerant to shading.

In the discussion, other circumstances and possibilities for the removal and management of non-native plants were also evaluated. However, the coverage and spread of *Impatiens parviflora* can only be limited and the possibilities for its further spread reduced.

It is therefore important to provide adequate protection and ensure the most natural environment and water regime for the biotope of floodplain forests so that its communities can continue to thrive, and this valuable ecosystem is preserved for future generations.

Keywords: floodplain forests, invasive plant species, phytocenological relevé, permanent areas

Obsah

1.	Úvod.....	10
2.	Cíle práce	11
3.	Charakteristika lužních lesů v České republice	12
3.1	Vegetace lužního lesa	12
3.2	Členění lužního lesa	13
3.3	Ohrožení a vodní režim lužního lesa	15
4.	Charakteristika nepůvodních druhů rostlin	16
4.1	Rozdělení nepůvodních druhů rostlin.....	17
4.2	Nepůvodní druhy rostlin České republiky v číslech.....	19
4.3	Způsoby šíření nepůvodních druhů rostlin.....	19
4.4	Náchylnost stanovišť k nepůvodním druhům rostlin	21
4.5	Klasifikace a legislativa.....	23
5.	Nepůvodní druhy rostlin v Evropě a ve světě	24
6.	Historický stav nepůvodních rostlin a lužních lesů ČR	27
7.	Současný stav nepůvodních rostlin a lužních lesů ČR.....	29
8.	Metodika	32
8.1	Terénní sběr dat	32
8.2	Zpracování a analýza dat	33
9.	Výsledky	35
9.1	Popis výskytu nepůvodních druhů	35
9.2	Analýza <i>Impatiens parviflora</i>	36
10.	Diskuse.....	41
10.1	Nepůvodní druhy rostlin v lužních lesích a jejich šíření	41
10.2	Analýza <i>Impatiens parviflora</i>	43
10.3	Ochrana a management.....	44

11.	Závěr	46
12.	Přehled literatury a použitých zdrojů	47
13.	Přílohy	51

1. Úvod

Šíření nepůvodních druhů rostlin patří mezi hlavní hrozby pro ekosystémy a původní biotu na celém světě a způsobuje značné ekonomické a ekologické ztráty. Invazní druhy jsou hlavním prvkem globální změny a přispívají k degradaci ekosystémů a narušování ekosystémových služeb (Kalusová a kol. 2015). Rozsah šíření nepůvodních druhů se za poslední půlstoletí rychle zvýšil. Spolu s dalšími hnacími silami degradace ekosystému, jako je změna stanovišť a jejich využívání, znečištění životního prostředí, změna klimatu a související účinky, včetně ztráty klíčových druhů, ztráty opylovačů a změněného fungování ekosystému, přispívá šíření invazních druhů k poklesu biologické rozmanitosti na celém světě (Pyšek a Richardson 2010).

Lužní lesy jsou jedním z nejohroženějších ekosystémů v České republice. Pro tento biotop jsou typické časté disturbance a obohacování živin periodickými záplavami. V takových prostředích mají druhy, které jsou vysoce konkurenceschopné a dobře se regenerují, adaptivní výhodu. V aluviálních biotopech jsou tyto druhy také velmi účinně rozptylovány větrem nebo vodou a s takovými vlastnostmi budou pravděpodobně ve výhodě, pokud jde o jejich schopnost šířit se a přežít na narušených místech a soutěžit s původními rostlinami o zdroje. Za posledních tisíc let měl na šíření nepůvodních druhů nesmírný vliv také člověk. Introdukci druhů do ostatních částí světa usnadnil jejich transport k pěstebním nebo okrasným účelům. Proto druhy charakteristické pro narušená stanoviště mají vyšší šanci, že budou zanášeny na velké vzdálenosti, ať už záměrně nebo neúmyslně, než druhy ve vnitrozemských a horských stanovištích. Výzkum Kalusové a kol. 2013 navíc naznačuje, že aluviální biotopy mohou působit jako téměř univerzální příjemci invazních druhů pocházejících z různých donorových biotopů. Ukazují také, že aluviální stanoviště jsou nejen vysoce invazivní, ale také druhy původní v těchto stanovištích mají tendenci stát se úspěšnými invazními druhy v široké škále přijímajících stanovišť a ekoregionů.

V České republice je tomuto tématu věnována celkem značná pozornost, ale protože se lužní lesy neustále vyvíjí, jsou vzácným biotopem a zároveň i tolik ohroženým, chci ve své práci přispět k této problematice a podpořit její další výzkum.

2. Cíle práce

Cílem práce bude zhodnotit změny zastoupení nepůvodních druhů v lužních lesích České republiky. Budou také zjištěny stanovištní podmínky, které šíření invazních druhů ovlivňují.

3. Charakteristika lužních lesů v České republice

Lužní lesy jsou lesním biotopem, který se vyskytuje převážně v nížinných teplých oblastech v blízkosti potoků a říčních niv, na svahových lesních prameništích a v terénních sníženinách. Jsou to lesy podmáčené a vázané na pravidelný záplavový režim a vysokou hladinu podzemní vody, která občas vystupuje nad půdní povrch. Půdy jsou zpravidla těžší, jílovito-hlinité až jílovité fluvizemě nebo gleje bohaté na živiny. Za posledních 200 let expandovaly lužní lesy v nivách na místech dřívějšího kulturního bezlesí nebo řídkých lesů s krátkým obmýtím a proměnily se ve vysokokmenné hospodářské lesy nebo lesy ponechané samovolnému vývoji. Tento vývoj provázely změny druhového složení a struktury porostů. Současný stav a dynamika lužních lesů jsou tedy ovlivněny nejen podmínkami prostředí, ale také jejich původem a historickým managementem lokalit. Většina lužních lesů, takových, jaké je známe dnes, vznikla teprve nedávno v průběhu 19. a 20. století, a to díky sukcesi na opuštěných nivních loukách či mokřadech, nebo odstoupením od starších forem obhospodařování lesa k vysokému lesu s dlouhým obmýtím. Lužní lesy se v České republice vyskytují zejména v okolí velkých řek, a to na soutoku Vltavy a Labe a v Libickém luhu, v Litovelském Pomoraví a na soutoku Moravy a Dyje (Douda 2009, Chytrý a kol. 2010).

3.1 Vegetace lužního lesa

Stromové patro se skládá ze stromů, které dobře snášejí dočasné zamokření půdy nebo pravidelné záplavy. Jsou to například olše (*Alnus glutinosa*, *Alnus incana*), jasaný (*Fraxinus angustifolia*, *Fraxinus excelsior*), jílmý (*Ulmus laevis*, *Ulmus minor*), dub letní (*Quercus robur*), stromové vrby (*Salix alba*, *Salix fragilis*) a domácí druhy topolů (*Populus alba*, *Populus nigra*). V keřovém a bylinném patře se vyskytují zejména vlhkomilné druhy s širokou ekologickou amplitudou. Mohou se zde vyskytovat nejen typické druhy lesní vegetace, ale i druhy luční nebo ruderální. V keřovém patře je kromě juvenilních jedinců dominantních stromů hojný *Euonymus europaeus*, *Padus racemosa*, *Ribes nigrum* a *Sambucus nigra*. V bylinném patře se běžně vyskytují například druhy *Aegopodium podagraria*, *Alliaria petiolata*, *Anthriscus sylvestris*, *Caltha palustris*, *Geum urbanum*, *Glechoma hederacea*, *Lamium maculatum*, *Poa trivialis*, *Rubus caesius* a *Urtica dioica*. Mechové patro ve

většině lužních lesů není příliš rozvinuté. Mechy se vyskytují spíše jen na kmenech stromů nebo mrtvém dřevě (Chytrý a kol. 2010, Machar 2008).

Od března do května je v lužních lesích vyvinut bohatý tzv. jarní bylinný aspekt. V tomto období, kdy ještě nevyrašily listy stromů a nevyrostla silná travinná vegetace, se do podrostu lužního lesa dostává více slunečního záření, a je tak umožněn růst pro světlomilné druhy. V jarním období tedy můžeme v lužních lesích najít například druhy *Allium ursinum*, *Anemone nemorosa*, *Anemone ranunculoides*, *Caltha palustris*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Corydalis cava*, *Corydalis intermedia*, *Corydalis solida*, *Ficaria verna*, *Gagea lutea*, *Galanthus nivalis*, *Leucojum vernum* a *Scilla vindobonensis* (Douda 2009).

3.2 Členění lužního lesa

Lužní lesy se člení na jednotlivé biotopy podle výskytu na horních, středních nebo dolních tocích řek. Směrem od horního toku k dolnímu se zpomaluje rychlost proudu. S rychlostí proudu se mění také charakter sedimentů, který může být štěrkovitý, písčitý nebo hlinitý. Na horních tocích řek dochází k cyklickým krátkodobým záplavám, jejichž rychlý proud silně narušuje vegetaci. Oproti tomu na dolních tocích řek dochází k záplavám v dlouhodobějších intervalech, obvykle jednou ročně na jaře. Záplavy jsou tedy delšího trvání, ale většinou nepřichází tak náhle a říční proud okolní vegetaci mechanicky příliš nenaruší. Záplavy tak můžeme považovat za disturbance se všemi jejich základními charakteristikami: frekvencí (periodicitou), trváním (dobou zaplavení nivy) a intenzitou (vyjádřenou mírou sedimentace anebo odnosu nivního materiálu během záplavy) (Chytrý a kol. 2010, Douda 2009).

Lužní lesy jsou také schematicky rozděleny podle převládajícího výskytu jednotlivých druhů dřevin na čtyři typy, které jsou podmíněny režimem záplavových disturbancí a hladinou podzemní vody. Na horních tocích se vyskytují horské olšiny s olší šedou. Na středních tocích řek a podél potoků v nížinách jsou údolní jasanovo-olšové luhy a na dolních tocích řek rozlišujeme lužní lesy na tvrdé a měkké luhy (Douda 2009, Chytrý a kol. 2010). Protože se v této práci zabývám hlavně luhy na dolních tocích, rozeberu více tvrdé a měkké luhy.

Měkké luhy se nacházejí ve větší blízkosti nížinných řek a na nejvíce zaplavovaných místech s vysokou hladinou podzemní vody. Název měkký je odvozen od stromů s měkkým dřevem, které jsou v těchto lužích dominantní. Vyskytují se zde

porosty tvořené zejména vrbou bílou (*Salix alba*) s příměsí vrby křehké (*Salix fragilis*), případně porosty s jejich křížencem *Salix × rubens*. Vrby představují nejúspěšnější stromové kolonizátory nově vzniklých říčních náplavů, ať už vyrůstají z úlomků větvíček nebo ze semen. Jsou ale omezeny svou silnou světlomilností, která limituje jejich růst v porostech dále od řeky, tedy i ve slepých ramenech, která jsou nejčastěji obklopena vzrostlým tvrdým luhem. V měkkých luzích roste dále také topol černý (*Populus nigra*) a v některých oblastech i topol bílý (*Populus alba*). Keřové patro tvoří nižší jedinci stromového patra a z keřů se zde vyskytují *Frangula alnus*, *Salix purpurea*, *Salix triandra*, *Salix viminalis* a *Sambucus nigra*. V bylinném patře převládají zejména vlhkomilné druhy *Aegopodium podagraria*, *Anthriscus sylvestris*, *Galium aparine*, *Glechoma hederacea*, *Lamium maculatum*, *Lysimachia vulgaris*, *Poa palustris*, *Rubus caesius* a *Symphytum officinale*. Na sušších místech dominuje *Urtica dioica*. V zamokřených porostech jsou hojné bahenní a vodní rostliny jako například *Alisma plantago-aquatica*, *Caltha palustris*, *Carex acuta*, *Carex acutiformis*, *Carex riparia*, *Galium palustre*, *Glyceria maxima*, *Iris pseudacorus*, *Lemna minor*, *Phragmites australis* a *Spirodela polyrhiza*. Místy se mohou vyskytovat i liány *Calystegia sepium*, *Humulus lupulus* a *Solanum dulcamara*. Mechové patro je slabě vyvinuté nebo úplně chybí (Chytrý a kol. 2010, Douda 2009).

V České republice se měkké luhy vyskytují v nížinných polohách České tabule, v moravských úvalech, v Moravské bráně a Ostravské pánvi, vzácně i na Chebsku, v okolí Prahy a v Třeboňské pánvi. Na většině lokalit jde o maloplošné, fragmentární nebo sekundární porosty. Celková rozloha biotopu v České republice je přibližně 2 700 ha (Chytrý a kol. 2010).

Tvrdé luhy se nacházejí ve větší vzdálenosti od řeky, jsou méně pravidelně zaplavovány a záplavy trvají kratší dobu. Charakterizuje je výskyt dřevin s tvrdým dřevem, jako je dub letní (*Quercus robur*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*) a jilmy (*Ulmus laevis* a *Ulmus minor*), které však v posledních desetiletích ustoupily vlivem grafiózy (onemocnění způsobené parazitickou houbou). Ve stromovém patře mohou být ještě přimíšeny *Acer campestre*, *Prunus padus* a *Tilia cordata*. Na vlhčích místech se může objevit také *Alnus glutinosa* a *Populus nigra*, na sušších potom *Carpinus betulus*. Keřové patro je tvořeno hlavně zmlazenými dřevinami stromového patra. Z keřů se zde může vyskytovat *Cornus sanguinea*, *Prunus padus*, *Sambucus nigra*. V lesích s vysokou populací zvěře a oborách může keřové patro chybět. V bylinném

patře se vyskytují převážně vlhkomilné až mezofilní druhy, jako je *Aegopodium podagraria*, *Anthriscus sylvestris*, *Brachypodium sylvaticum*, *Circaea lutetiana*, *Festuca gigantea*, *Galium aparine*, *Geum urbanum*, *Glechoma hederacea*, *Impatiens noli-tangere*, *Stellaria nemorum* a *Urtica dioica*. Mechové patro se vyskytuje jen slabě (Chytrý a kol. 2010, Douša 2009).

V České republice se tvrdé luhy vyskytují zejména v dolním Poohří, dolním Povltaví, v nivě řeky Labe od Jaroměře po Litoměřicko, v úvalech Moravy, u dolní Dyje, dolní Jihlavy a Svratky pod Brnem, v Poodří a Ostravské pánvi. Vzácně také v Třeboňské pánvi a v nivě řeky Bečvy. Celková rozloha biotopu v České republice je přibližně 23 700 ha (Chytrý a kol. 2010).

3.3 Ohrožení a vodní režim lužního lesa

Lužní lesy jsou jedinečným biotopem s vysokou druhovou diverzitou, bohužel ale také silně ohroženým. Hlavní hrozbu tvoří narušování vodního režimu krajiny. Regulace toků a odvodňování pozemků, které jsou doprovázeny poklesem hladiny podzemní vody a omezením pravidelných záplav. Lužní lesy jsou zvláště citlivé na změny v hydrologickém cyklu a slouží jako dobré indikátory změn životního prostředí, při jakýchkoliv změnách a regulacích vodního režimu. Oblasti s nízkou nadmořskou výškou jsou obecně citlivější na regulaci vody než oblasti s vysokou nadmořskou výškou, protože terén je rovnější a malé změny proudění mohou ovlivnit rozsáhlé oblasti. Odstranění nebo omezení rušivých účinků povodní a snížení hladin podzemních vod, které následují po regulaci řek, mění druhovou skladbu lužních lesů na lesní typy, které jsou charakteristické pro nezaplavené horské oblasti. Říční a pobřežní procesy ve většině krajín mají také ústřední ekologickou roli. Pobřežní ekosystémy nabízejí stanoviště mnoha druhům, fungují jako filtry mezi pevninou a vodou a slouží jako cesty pro šíření a migraci organismů. Velkým zásahem do vodního režimu je také vytváření přehrad a nádrží. Mnoho regulovaných řek má zásobní nádrže v horních oblastech a po proudu od těchto oblastí je neporušený kanál s regulovaným průtokem. V takových řekách může jediná nádrž ovlivnit průtok téměř v celé řece, což může způsobit změnu pobřežních zón a jejich společenstev a vést k zasolování a šíření nepůvodních druhů. Nejobecnějším efektem přehrad je, že se objem vody zvyšuje a zaplavuje suchozemské a pobřežní oblasti. V některých případech přehrady zvětšily objem stávajícího jezera, ale často byly tekoucí vody přeměněny na nádrže, což může

vézt k trvalé ztrátě stanovišť. Tento efekt je zvláště výrazný tam, kde jsou nádrže blízko hor, v suchých oblastech nebo na dalekém severu, kde jsou říční údolí obvykle nejproduktivnějšími krajinnými prvky. Vzhledem k tomu, že mnoho druhů v těchto prostředích je omezeno na dna údolí, rozsáhlé zadržování vody pravděpodobně zničí celé populace. Počáteční účinek záplavy na rostliny je prostřednictvím kořenového systému. Podmáčená půda se stává anoxickou, a to vede ke kyslíkovému stresu a případné likvidaci primárního kořenového systému. Spousta rostlin je schopná si vytvořit speciální adaptace a vyrovnat se s kyslíkovým stresem v půdě nebo vytvořit provzdušněné tkáně a další kořeny. Některé druhy však okamžitě přestanou růst a pokud jsou zcela zaplaveny, zemřou. Jiné budou reagovat prodloužením výhonků, které obnoví kontakt s otevřeným vzduchem (Nilsson a Berggren 2000).

Dalším problémem lužních lesů je šíření mezofilních lesních dřevin na suchých místech, jako jsou lípa, habr a javor babyka. Přítomnost dubu v porostech je vesměs pozůstatkem historického využívání pozemků jako pastevního nebo středního lesa. V dnešních vysokých lesích jsou při přirozené obnově světlomilné duby nahrazovány stinnými dřevinami, zejména jasanem a na sušších místech i lípou a habrem. Mnohé porosty lužních lesů jsou ohrožovány převodem na výsadby hybridních topolů a jiných nepůvodních dřevin a přezvěšením v oborách i mimo ně (Chytrý a kol. 2010). Lužní lesy jsou samozřejmě také silně postiženy šířením nepůvodních druhů rostlin, které je považováno za jednu z hlavních hrozeb pro rozmanitost přírodních ekosystémů. Této problematice se budu věnovat dále.

4. Charakteristika nepůvodních druhů rostlin

Šíření nepůvodních a invazních druhů je závažným celosvětovým problémem. V současné době není prakticky možné najít území, kde by se vedle původních druhů nevyskytovaly i nepůvodní druhy. Kolonizace České republiky byla a je značně ovlivněna naší jedinečnou polohou v „srdci Evropy“, kudy prochází řada jak přirozených, tak člověkem vytvořených migračních tras (ZO ČSOP Veronica 2014). Už v dávných dobách si lidé záměrně převáželi z různých částí světa rostliny, živočichy a další organismy pro svůj užitek, na okrasu či pro zábavu. Kromě toho se dostaly do nových oblastí další druhy nezáměrně, například jako plevele s půdou či rostlinami, nežádoucí příměsí v osivu, ulpělé na dopravních prostředcích a podobně. Všechny takové druhy tedy označujeme jako nepůvodní. Šíření nepůvodních druhů

v jejich novém areálu v některých případech urychluje globalizace, probíhající změna klimatu a v neposlední řadě přeměna krajiny člověkem. Dále jim napomáhá neregulované rozšiřování zástavby, neobhospodařování ploch zejména v příměstských oblastech a také široká nabídka okrasných či užitkových druhů. Nepůvodních, a tedy i invazních druhů ve všech částech světa proto stále přibývá. I když ty invazní tvoří jen asi 1–10 % nepůvodních druhů, jejich působení mívá nezřídka destruktivní dopad. Nejčastějším problémem bývá ohrožení původních druhů a stanovišť (Görner a kol. 2021). K šíření nepůvodních druhů přispívá také nadměrné zásobení ekosystémů živinami – eutrofizace. Invazi je proto třeba chápat nikoli jako izolovaný jev, ale jako součást širších změn probíhajících v krajině. Ty zahrnují kromě eutrofizace i změny v disturbančních režimech (Pyšek 2018).

4.1 Rozdělení nepůvodních druhů rostlin

Nepůvodní druhy se dělí podle doby, kdy se na naše území dostaly, na archeofyty a neofyty. Řadu dovezených druhů rostlin označovaných jako archeofyty, což jsou druhy rostlin zavlečené mezi neolitem a objevením Ameriky, dnes již vnímáme jako tradiční součást naší krajiny. Během své dlouhé přítomnosti již v české krajině naturalizovaly (zdomácněly) a nejsou širokou veřejností považovány za cizorodý prvek. Některé z nich mohou být dokonce v současné době díky ohrožení přísně chráněné. Velká část archeofytů preferuje spíše sušší biotopy, například suché trávníky nebo polní kultury v teplých oblastech. Výskyt archeofytů v sušších biotopech odráží skutečnost, že ve většině případů jde o druhy zavlečené k nám se zemědělstvím, nejčastěji tedy z kolébky zemědělství v suchých oblastech Blízkého východu nebo jižní Evropy. Archeofyty jsou tedy především polní plevely, které se k nám dostaly spolu s neolitickými zemědělskými plodinami, jako například chrpa modrá (*Centaurea cyanus*), vlčí mák (*Papaver rhoeas*), koukol polní (*Agrostemma githago*), kokoška pastuší tobolka (*Capsella bursa-pastoris*) nebo pcháč oset (*Cirsium arvense*). Mezi archeofyty patří také záměrně pěstované léčivé rostliny, jako je mydlice lékařská (*Saponaria officinalis*) (Görner a kol. 2021, Hejda a kol. 2018, Chytrý a kol. 2008, ZO ČSOP Veronica 2014).

Rostliny zavlečené zhruba po roce 1500 pak označujeme termínem neofyty. Přibližně do 70. let 19. století téměř rovnocenně přibývaly neofyty původem z Mediteránu a z ostatních částí Evropy. Poté zůstalo hlavním zdrojem české zavlečené

flóry Středomoří, následované druhy ze vzdálenějších oblastí, jako je Asie a Amerika. Neofyty často upřednostňují vlhčí místa, vyskytují se hlavně ve sladkovodních a pobřežních biotopech i když se nevyhýbají ani suchým stanovištím. Jsou to například křídlatky (rod *Reynoutria*), bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*), netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*) a žláznatá (*Impatiens glandulifera*), zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*) a dvouzubec černoplodý (*Bidens frondosa*) (Görner a kol. 2021, Hejda a kol. 2018, Chytrý a kol. 2008, ZO ČSOP Veronica 2014).

Část nepůvodních rostlin přežívá jen krátkodobě a populace jsou závislé na přísunu nových jedinců díky pravidelným aktivitám člověka a bez jeho přičinění by po čase ve volné přírodě vymizely. Určitá množina nepůvodních druhů se nicméně na novém území dokáže přizpůsobit místním podmínkám, překonají abiotické a reprodukční bariéry, vytvoří soběstačné populace a dojde tak k jejich zdomácnění. A některé z těchto druhů se po určité době začnou nekontrolovatelně šířit v novém prostředí a na značné vzdálenosti, což velmi často vede k ohrožení původní bioty. Takové druhy označujeme jako invazní (Görner a kol. 2021, Wagner a kol. 2017).

Mezi nejvýznamnější invazní dřeviny patří severoamerický trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*), který byl v České republice plošně vysazován na počátku 20. století a borovice vejmutovka (*Pinus strobus*) zavlečená například do pískovcových skalních měst. Dalšími invazními dřevinami jsou pajasan žláznatý (*Ailanthus altissima*), javor jasanolistý (*Acer negundo*), dub červený (*Quercus rubra*), střemcha pozdní (*Prunus serotina*) či mahonie cesmínolistá (*Mahonia aquifolium*) (Pyšek a Sádlo 2004). Invazní dřeviny mohou ovlivňovat ekosystémy hromaděním těžko rozložitelného listového opadu. Množství mrtvé biomasy, která se v podmínkách invadovaného areálu špatně rozkládá, je častým mechanismem, jak invazní rostliny dlouhodobě sníží diverzitu původních druhů. Stromy často navíc plní roli ekosystémových edifikátorů, které určují podmínky pro existenci naprosté většiny ostatních druhů daného společenstva. Nahrazení původních dominantních dřevin invazními proto zásadně mění celý ekosystém (Hejda a Pyšek 2018).

Mezi nejrozšířenější invazní byliny patří zejména ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*), dvouzubec černoplodý (*Bidens frondosa*), pcháč oset (*Cirsium arvense*), turanka kanadská (*Conyza canadensis*), ježatka kuří noha (*Echinochloa crus-galli*), netýkavka žláznatá (*Impatiens glandulifera*), netýkavka

malokvětá (*Impatiens parviflora*), locika kompasová (*Lactuca serriola*), křídlatky (rod *Reynoutria*), zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*) a zlatobýl obrovský (*Solidago gigantea*) (Pyšek a kol. 2022).

4.2 Nepůvodní druhy rostlin České republiky v číslech

V České republice se nachází celkem 1 576 nepůvodních druhů. Z toho 385 archeofytů (24,4 %) a 1 191 neofytů (75,6 %) a 75 invazních druhů (4,8 %). Podíl invazních druhů je u archeofytů a neofytů téměř stejný (4,7 %, resp. 4,8 %). Naturalizované neinvazní druhy tvoří 54,5 % archeofytů, ale pouze 17,4 % neofytů a poměr je obrácený u náhodného stavu, což platí pro 77,8 % neofytů a 40,8 % archeofytů. Příležitostné druhy jsou tedy nadměrně zastoupeny mezi neofyty a naturalizované druhy mezi archeofyty. To je způsobeno tím, že archeofyty v minulosti prošly procesem naturalizace a to, co dnes pozorujeme, jsou druhy, které se úspěšně naturalizovaly, a informace o těch, které selhaly a vyskytly se pouze jako náhodné, nejsou dostupné. Celkový počet nepůvodních druhů se za posledních 20 let zvýšil o 198 nepůvodních druhů. To představuje stálý nárůst celkového počtu nepůvodních druhů o 14,4 % během dvou desetiletí. Původní česká květena zahrnuje 2 287 druhů, takže celkové rostlinné bohatství na druhové úrovni je 3 672. Podíl nepůvodních druhů na české flóře je tedy 37,7 %. Nepůvodní druhy jsou relativně více rozšířené v nížinách než ve vyšších polohách České republiky. Za pozorovanými vzorci stojí tři hlavní faktory: klimatická omezení způsobená rostoucí nadmořskou výškou, invadovanost biotopů spojená s ekologickými podmínkami, využíváním půdy a režimy narušení a tlak diaspor způsobený člověkem (Pyšek a kol. 2022).

4.3 Způsoby šíření nepůvodních druhů rostlin

K šíření nepůvodních druhů rostlin, vyjma člověka, často napomáhá různými způsoby i příroda. Velmi intenzivně dochází k šíření invazních rostlin například říčními koridory v nivních ekosystémech. A právě v nivách řek a potoků v posledních desetiletích často dominují křídlatky (rod *Reynoutria*), netýkavka žláznatá (*Impatiens glandulifera*), slunečnice topinambur (*Helianthus tuberosus*) a další byliny. Dnes už víme, že invazní rostliny mohou přímo či nepřímo měnit vztahy mezi jednotlivými trofickými úrovněmi. To se děje například prostřednictvím společné introdukce vlastních opylovačů, roznašečů plodů a semen, herbivorů, predátorů i parazitů a chorob do nového areálu, čímž mohou ovlivnit populace původních organismů a

pozměnit tak významně jejich mutualistické vztahy. Velmi dobře jsou popsány případy, kdy konkrétní invazní rostliny tzv. transformers nadměrně využívají některé zdroje, nebo naopak narušují přirozené fungování ekosystémů tím, že je o limitní zdroje obohacují a mohou tak způsobit nevratné změny ve složení a struktuře rostlinných společenstev. Naštěstí jen zlomek z introdukovaných druhů se stává obtížným invadérem. Podle teorie pravidla desetiny asi 10 % introdukovaných druhů dosáhne stadia přechodného zavlečení, z nich dalších 10 % zdomácní a pouze jeden z 10 naturalizovaných druhů se stává později problematickým invazním druhem (Horáčková 2018, Mikulová a kol. 2020).

Na invazivnost rostlin může mít vliv také jejich zásoba semen a plodů neboli půdní semenná banka. V půdě a na jejím povrchu najdeme prakticky pod každou vegetací velké množství živých semen. Nové rostliny z ní mohou vzházet, jakmile nastanou vhodné podmínky k jejich vyklíčení, ale určitá část semen se v půdě postupně hromadí. Půdní banka je tak tvořena různě starými frakcemi semen a často v ní nacházíme i druhy, které na stanovišti již nerostou a jsou památkou na předchozí sukcesní stadia. Rostliny na tuto půdní zásobu spoléhají v časech nepříznivých pro tvorbu semen nebo při zničení nadzemní vegetace. Přechodnou půdní banku, kdy semena přežívají kratší dobu než jeden rok, resp. jednu vegetační sezonu vytváří například netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*) a netýkavka žláznatá (*Impatiens glandulifera*). Krátkodobě vytrvalou půdní banku, v níž semena přežívají v rozmezí od jednoho roku do pěti let tvoří například dvouzubec černoplodý (*Bidens frondosa*). Dlouhodobě vytrvalou půdní banku, ve které semena přežívají déle než pět let, tvoří například ambrosie peřenolistá (*Ambrosia artemisiifolia*). Také bylo zjištěno, že reprodukční vlastnosti jako produkce velkého množství semen či schopnost rychlého vyklíčení v rozličných podmínkách prostředí jsou společné pro mnohé invazní druhy. V případě zavlečených rostlinných druhů do České republiky bylo prokázáno, že invazní druhy ve srovnání s druhy naturalizovanými (ale neinvazními) mají lehčí a kulatější semena, což opět nepřímo ukazuje, že invazní druhy mají lepší předpoklady k tvorbě vytrvalé půdní banky. V současné době je již známo, že schopnost semen rostlinných druhů vytrvat v dostatečném množství v půdní bance je druhová vlastnost, která hraje významnou roli nejen při naturalizaci zavlečených druhů v novém prostředí, ale také v procesu, kdy se druh poté dále šíří na nová stanoviště a stává se tak invazním. Přechodně zavlečené svým výskytem závisejí na

stálém přísunu semen, plodů nebo vegetativních částí. Naturalizované druhy jsou schopny se v území pravidelně rozmnožovat a druhy invazní představují naturalizované druhy schopné šíření na značné vzdálenosti od mateřské populace a zpravidla na rozsáhlá území. Největší schopnost vytvářet trvalou půdní banku semen nacházíme u archeofytů, což je dáno pravděpodobně tím, že mezi archeofyty patří mnoho jednoletých polních plevelů, které jsou přímo závislé na zásobě semen v půdě. Moravcová a Gioria 2018 naznačují, že ačkoli schopnost tvorby vytrvalé půdní banky nezvýhodňuje neofyty ve srovnání s druhy původními, zvýhodňuje úspěšné invazní neofyty před těmi méně úspěšnými neinvazními (naturalizovanými). Invazní druhy ve srovnání s druhy neinvazními formují méně často přechodnou půdní banku, ale obě skupiny druhů se neliší ve schopnosti vytvářet vytrvalou půdní banku. Tvorba dlouhodobě vytrvalé půdní banky tedy zcela určitě představuje jednu z důležitých vlastností, která přispívá k úspěšnosti druhu v novém prostředí.

Rostlinné druhy zavlekané do České republiky různými způsoby se také liší co do úspěšnosti. Druhy introdukované úmyslně jako komodita (vysévané či vysazované do přírody, nebo zplaňující z kultury) naturalizují snadněji než druhy zavlekané neúmyslně. Jednou ze základních představ invazní ekologie je, že úspěšným invazním druhům se v místě zavlečení daří lépe než doma, zbaví se nepřátel, jsou schopny lépe využít zdroje a mnohdy mají vlastnosti, které jsou v invadovaném společenstvu nové. Mohutný a rychlý růst hrají v úspěšnosti většiny rostlinných invazí velmi důležitou úlohu. Řada vlastností se v literatuře objevuje pravidelně, u rostlin zahrnují výšku, rychlý prostorový růst spojený s vegetativním klonálním rozrůstáním, velkou plodnost, vyšší účinnost a rychlost fotosyntézy, rezistenci vůči herbivorii, účinné šíření, delší dobu kvetení, klíčení v širokém rozmezí podmínek nebo lepší přežívání semenáčků (Pyšek 2018).

4.4 Náchylnost stanovišť k nepůvodním druhům rostlin

Každý rostlinný druh je svým výskytem více či méně vázán na určité spektrum biotopů neboli přírodních stanovišť. Tyto vazby významně ovlivňují průběh a výsledek šíření invazních druhů. V původním areálu, kde jsou druhy doma, předurčují biotopy jejich ekologické adaptace. Mnohé z těchto adaptací jsou pak v případě zavlečení druhů mimo původní areál klíčové pro úspěšné zdomácnění v tamních biotopech. Po zavlečení do druhotného areálu se každý druh šíří v biotopech, na které

je adaptován, a ty jsou často podobné stanovištím, na nichž rostl v původním areálu. Ale mohou být i zcela odlišné. Základní charakteristiky původních biotopů úspěšných invazních druhů jsou podobné napříč různými klimatickými pásy a velmi rozdílnými biogeografickými oblastmi (Hejda a kol. 2018). Stanoviště nejvíce náchylná k šíření nepůvodních druhů zahrnují narušovaná místa ať už přirozeně nebo antropogenně s trvale velkou nebo kolísající dostupností základních zdrojů, jako je voda, živiny nebo světlo. Tato stanoviště zažívají krátká období výrazně zvýšené dostupnosti živin, například hnojením na orné půdě, ukládáním bahna bohatého na živiny z povodňových vod nebo narušováním rezidentní vegetace, která má za následek nižší příjem živin. Tato pozorování jsou v souladu s teorií kolísavé dostupnosti zdrojů, která naznačuje, že výskyt rychlých pulzů v dostupnosti zdrojů je klíčovým procesem určujícím invazibilitu stanovišť tím, že umožňuje novým druhům usadit se ve společenstvu (Chytrý a kol. 2008). Z přirozených, člověkem málo ovlivněných biotopů této charakteristice odpovídá zejména vegetace říčních niv, jako jsou pobřežní křoviny, bylinné lemy toků, sladkovodní močály, nivní louky a lužní lesy. Na těchto stanovištích řeka opakovaně a s různou intenzitou narušuje své okolí a zároveň při záplavách přináší živiny. Mnoho úspěšných invazních druhů pochází právě z pobřežní vegetace (Kalusová a kol. 2015). Kromě okolí řek existují i další přirozené biotopy, jež jsou často narušované přírodními procesy a představují významný zdroj nepůvodních druhů. Jsou to erodované svahy, lavinové dráhy nebo vulkanické substráty (Hejda a kol. 2018).

Naproti tomu nejméně napadená a odolná stanoviště vůči šíření invazních druhů jsou místa, ve stresovém prostředí (například nízká teplota nebo výrazné sucho), méně podléhají disturbancím a vyskytují se na půdách chudých na živiny, jako jsou slatiny, chudínská slatiniště a slatinné a podmáčené jehličnaté lesy. (Kalusová a kol. 2015). V ekologicky extrémních a na živiny chudých stanovištích, například rašeliništích, vřesovištích a vysokohorských pastvinách, nebyly nalezeny žádné nebo jen málo nepůvodních druhů (Chytrý a kol. 2008).

Důležitou roli při utváření zdrojových biotopů úspěšných invazních druhů hraje také člověk. Biotopy pod lidským vlivem bývají zpravidla narušovány v nepravidelných intervalech a obsahují dostatek živin, podobně jako pobřežní křoviny a nivní louky. Nejinvadovanější jsou tedy lidská sídla a jejich okolí, těžbou narušená krajina v severních částech země, nížiny velkých řek, a zemědělsky a lesnický

využívané klimaticky teplé nížiny (Pyšek 2018). Celosvětově proto patří mezi nejinvadovanější biotopy pobřežní křoviny, nivní louky a synantropní vegetace, což můžeme dobře pozorovat i v České republice (Hejda a kol. 2018).

4.5 Klasifikace a legislativa

Klasifikaci nepůvodních druhů, resp. výběr invazních druhů a jejich utřídění podle dopadů na přírodu a člověka, je možné rozdělit do tzv. černých (black lists) a šedých seznamů (gray lists). Černé seznamy obsahují nejvýznamnější invazní druhy, jejichž likvidace a management je prioritní. Šedé seznamy zahrnují druhy, které můžeme v krajině tolerovat a zasahovat proti nim v rámci údržby krajiny, protože jejich vliv je malý, ale nikoli zanedbatelný. Tyto druhy jsou odstraňovány například pouze v ochránářsky cenných lokalitách, kde mohou ohrozit původní společenstva, naopak v urbánních oblastech je leckde podporována výsadba dřevin z tohoto seznamu, neboť jsou odolné vůči znečištění či zasolení. Kromě černého a šedého seznamu existují ještě bílé seznamy (white lists) nepůvodních druhů, které lze pokládat za bezpečné. Vznikají jako speciální seznamy pro ochranu přírody, pro lesnictví apod. Specifickou kategorií je varovný seznam (watch list), obsahující nepůvodní druhy s očekávaným velkým dopadem a zároveň dosud nepřítomné v daném regionu, s potenciálem hrozby rozšíření z jiných oblastí nebo se vyskytující v daném území jen v kultuře (Pergl a kol. 2018).

Problémy s nepůvodními a invazními druhy jsou velice významné, a proto se řeší už i legislativní cestou. V české legislativě je problematika nepůvodních druhů řešena především v rámci zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, kde je, s ohledem na prevenci nepříznivých dopadů na přírodu a krajinu, rozšiřování geograficky nepůvodního druhu do krajiny vázáno na povolení příslušného orgánu ochrany přírody. Na unijní úrovni došlo k přijetí jednotné právní úpravy v oblasti invazních nepůvodních druhů nařízením č. 1143/2014, Evropského parlamentu a Rady (EU), o prevenci a regulaci zavlékání či vysazování a šíření invazních nepůvodních druhů. V tomto nařízení jsou také definovány pojmy nepůvodní druhy a invazní nepůvodní druhy. Nepůvodní druhy jsou podle tohoto nařízení jakýchkoliv živí 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. Invazní nepůvodní druh je 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 (Görner a kol. 2021). Klíčovou součástí nařízení je také seznam invazních nepůvodních druhů s významným dopadem na Unii, který je průběžně aktualizován. Pro uvedené druhy platí přísná nařízení. V současné době je seznam po třetí aktualizaci a jakmile vstoupí v platnost, bude zahrnovat 41 druhů rostlin. Z 10 druhů tohoto seznamu evidovaných v České republice jsou rozšířenými druhy *Ailanthus altissima*, *Asclepias syriaca*, *Elodea nuttallii*, *Heracleum mantegazzianum* a *Impatiens glandulifera*, pro něž byla zpracována podrobná managementová opatření. Nedávná aktualizace katalogu nepůvodních rostlin v České republice zahrnuje další tři druhy, které jsou na seznamu EU: *Heracleum sosnowskyi*, *Myriophyllum aquaticum* a *Myriophyllum heterophyllum*. Tyto druhy a jejich lokality musí být hlášeny dozoru každého členského státu, kde jsou zaznamenány. Průběžná aktualizace informací o regionálních nepůvodních flórách je důležitá pro sledování introdukcí nepůvodních druhů, jejich dynamiky v čase a potenciálních hrozeb uvalených na původní ekosystémy nepůvodními druhy, které teprve přijdou. Navíc pravidelné aktualizace o nepůvodních druzích ve stejné oblasti poskytují pohled na dynamiku úspěchu či neúspěchu druhu, protože přežití, usazování a šíření konkrétních druhů lze posuzovat v průběhu času (Pyšek a kol. 2022).

5. Nepůvodní druhy rostlin v Evropě a ve světě

Evropská chráněná území patří celosvětově mezi nejohroženější vzhledem k šíření invazních druhů a předpokládá se, že tato hrozba bude přetrvávat po celé 21. století. V letech 1992 až 2009 bylo prostřednictvím programů financování Evropské komise vynaloženo na boj proti invazním rostlinám více než 132 milionů eur. Obzvláště znepokojivé jsou přírodní a polopřirozené lesní biotopy, kde mohou být původní druhy dřevin vytlačeny a nahrazeny nepůvodními druhy stromů. Invazní nepůvodní druhy stromů mají tendenci být silně konkurenceschopné v procesech přirozené sukcese vegetace probíhajících v mnoha částech Evropy. (Campagnaro a kol. 2017).

Evropská mapa úrovně šíření nepůvodních druhů předpovídá nejvyšší úroveň šíření v mírně suchých a teplých nížinných oblastech, a to jak v západní Evropě

(například jihovýchodní Anglie nebo severozápadní Francie), tak v zemědělských oblastech ve střední a východní Evropě (například severní Německo, Polsko, Česká republika, Maďarsko a dolní údolí Dunaje) (Chytrý a kol. 2008). Studie Wagnera a kol. 2017 zjistila, že 47 % nepůvodních druhů v evropských lesích pochází z jiných evropských regionů. Trasy zavlečení nepůvodních rostlin do evropských lesů nebyly zatím příliš prozkoumány, ale Lambdon a kol. 2008 zjistili, že bez ohledu na stanoviště byla většina nepůvodních druhů z jiných částí Evropy vysazena spíše záměrně než náhodně. Krátké vzdálenosti mezi původním a nepůvodním areálem mohly usnadnit zavlečení druhů do přilehlých evropských oblastí.

Podle Hejdy a Pyška 2018 mají invazní druhy eurasijského původu podstatně větší negativní vliv na diverzitu původních druhů v Severní Americe než srovnatelně dominantní severoamerické druhy v Evropě. Je tedy zřejmé, že výsledný vliv invaze souvisí také s tím, odkud a kam invaze probíhá. Napříč všemi stanovišti byly v Severní Americe obecně zjištěny vyšší podíly nepůvodních rostlin. Stanoviště mírného pásma v Severní Americe jsou v průměru více napadána nepůvodními druhy než evropská stanoviště. Ve východní části Severní Ameriky byl vyšší podíl nepůvodních druhů ze severní a střední Evropy a z oblasti Středomoří než podíl nepůvodních rostlin z Asie. V České republice pocházelo více neofytů z oblasti Středomoří a z jiných částí Evropy než ze Severní Ameriky (Kalusová a kol. 2015).

Většina evropských nepůvodních druhů, které napadají jiné kontinenty, pochází ze dvou různých stanovišť. Z aluviálních lesů a olšin ve všech makroklimatických zónách a z pobřežních dun severozápadní Evropy. Stále nejvyšší procento invazních druhů v pobřežních biotopech na celém světě a v pobřežním ekoregionu Severní Ameriky, pochází také z aluviálních lesů a pobřežních biotopů Evropy. Jejich úspěch může být způsoben některými vlastnostmi, jako je schopnost usadit se v narušených oblastech a úspěšně konkurovat jiným druhům (Kalusová a kol. 2013). Bylo také prokázáno, že mírné oblasti jsou napadány častěji než tropy, Nový svět více než Starý svět, ostrovy více než pevniny a krajiny bohaté na původní druhy více než krajiny chudé na původní druhy. Většina archeofytů ve střední a západní Evropě pochází ze sušších a teplejších oblastí jižní Evropy a Blízkého východu, tedy spíše suchých oblastí s vysokým zastoupením suché bezlesé vegetace, díky čemuž se lépe přizpůsobují subkontinentálnímu českému klimatu než například vlhkému britskému klimatu. Naproti tomu většina neofytů pochází z vlhčích oblastí s listnatými

širokolistými lesy Severní Ameriky nebo východní Asie. Obecně platí, že složení nepůvodních druhů rostlin je podobnější mezi různými stanovišti stejné oblasti než mezi stejnými stanovišti různých oblastí (Chytrý a kol. 2008). Podobný vzorec našel také Weber 1997 ve své analýze výskytu nepůvodních druhů rostlin v evropských zemích. Evropa je podle něj považována za odolnější vůči šíření invazních rostlin ve srovnání s jinými kontinenty v důsledku své odlišné historie a vývoje bioty. Úspěch evropských rostlinných druhů ve zbytku světa byl připisován evoluci plevelné flóry v Evropě v důsledku dlouhé interakce mezi člověkem a rostlinou a evoluce kolonizujících druhů, přizpůsobených narušení, během ústupu pleistocénních ledovců. Například trávy starého světa byly přizpůsobeny k pastvě a šlapání na rozdíl od trav v Novém světě a Austrálii. Druhy dovezené z kolonií do Evropy se ve velké míře nepodařilo etablovat, pravděpodobně proto, že lokality vhodné pro kolonizaci exotickými druhy již byly obsazeny evropskými druhy, především ze Středomoří. Tato odlišnost evropské nepůvodní flóry z jiných oblastí světa se odráží v jejím taxonomickém složení a geografickém původu. Tyto trendy však odpovídají obecnému pozorování, že v Evropě je silně narušená a přeměněná středomořská pánev zranitelnější vůči šíření invazních rostlin, zatímco zalesněné oblasti mírného pásma jsou vůči šíření invazních rostlin odolnější (Görner a kol. 2021).

Česká republika představuje, s ohledem na vyšší hustotu zalidnění, sídel a komunikací, ale i vzhledem k poloze ve středu kontinentu a geologické a klimatické členitosti, území z hlediska zavlékání nových druhů i dopadů invazních nepůvodních druhů poměrně citlivé a již značně zatížené. V evropském srovnání je Česká republika aktuálně mírně napadenou zemí. Nachází se na rozhraní Alp, Karpat, Panonské pánve a územím ovlivněným oceánickým klimatem (Görner a kol. 2021). Většina nepůvodních rostlin v České republice pochází z oblasti Středomoří (618 druhů, tj. 31,5 %), z ostatních částí Evropy (380 druhů, 19,4 %), z částí Asie (290 druhů, 14,1 %) a Severní Ameriky (262 druhů, 13,4 %). Příspěvky ostatních regionů (Střední Amerika, Jižní Amerika, Afrika, Austrálie) nepřesáhly 5 %. Severoamerické druhy tvoří největší skupinu mezi invazními druhy (27), což odpovídá 27,6 % všech invazních archeofytů a neofytů, následují středomořské druhy (23), druhy z jiných částí Evropy (17) a z jiných částí Asie. Zdá se, že tyto výsledky nepotvrzují dříve uváděný vzorec, že cesty, jimiž jsou nepůvodní druhy zavlečeny záměrně jako komodita (přímé vypuštění do přírody, únik z kultivace), vedou ke snadnější

naturalizaci a šíření než cesty neúmyslného zavlečení, ačkoli tyto druhy, které jsou zavlečeny neúmyslnými cestami a stanou se invazními, jsou stejně rozšířené jako záměrně zavlečené druhy (Pyšek a kol. 2022).

6. Historický stav nepůvodních rostlin a lužních lesů ČR

Nepůvodní druhy se k nám dostaly už v dávné historii zhruba před 7300 lety při počátcích neolitické zemědělské kolonizace, která u nás probíhala podobně jako v celé střední a západní Evropě. Z té doby existují záznamy o 34 archeofytech introdukovaných během tohoto 1400 let dlouhého období, což má za následek míru imigrace 2,4 druhů za století (Pyšek a kol. 2022). Lužní lesy byly už v té době vystaveny lidskému zásahu, a to především díky své poloze uprostřed zemědělsky obdělávané půdy. Tato neolitická kolonizace pak vyústila v tok o mnoha invazních vlnách a stala se tak první význačnou příležitostí, kterou člověk poskytl nepůvodním druhům. Hlavní vlny krajinných změn, doprovázené invazemi rostlin, přišly v eneolitu, v době bronzové, ve vrcholném středověku a naposledy celkem nedávno před zhruba 200 lety. Kulturní krajina se otevírala od neolitu (střední Čechy, jižní Morava) po středověk (chladné vrchoviny). Už v eneolitu tak vedle chladných lesnatých vrchovin existovaly teplé, zčásti bezlesé kulturní nížiny (Machar 2008, Pyšek a Sádlo 2004). Eneolitické období znamenalo zpomalení míry imigrace na 0,3 druhů za století. Introdukce pokračovala v době bronzové a železné víceméně stálým tempem 3,3 a 2,1 druhů za století. Pro období římské říše a stěhování národů jsou k dispozici pouze dva záznamy o nových archeofytech s mírou imigrace 0,3 druhů za století, což je v rozporu se situací v jižní a jihozápadní Evropě. Je to způsobeno tím, že se Česká republika nachází poměrně daleko od vlivu tehdejší římské říše. Míra imigrace archeofytů se ve středověkém období zvýšila na 8,6 a 10,0 druhů za století, po které následovala první vlna neofytů přivezených mezi 1500 a 1800 nl, s mírou imigrace 12,0 druhů za století (Pyšek a kol. 2022). Lužní lesy prošly už v raném středověku velkými změnami přírodních podmínek i změnami, které přinesla snaha lesníků pěstovat v oblasti kvalitní produkční lesy. Byla zde běžná pastva dobytka, zejména prasat a lužní lesy byly výrazně ovlivněny odlesňováním subalpínských a vysokohorských oblastí v povodí velkých řek. To způsobovalo kolísání průtoků a vedlo k častým povodním a také k rozsáhlé sedimentaci záplavových půd (Klím a kol. 2013). Podíl uzavřených lesů bránících migraci byl přesto značný a trval až do vrcholného středověku. Od 14. století byl vodní režim lužních lesů významně ovlivněn

lidskou činností související s vodním hospodářstvím, budováním přehrad, regulací toků pro mlýnské náhony, budováním záplavových břehů a regulací některých vodních toků (Machar 2008). Po roce 1800 se tempo zrychlilo, mezi lety 1800 a 1950 bylo zaznamenáno 526 nových druhů a v následujících 50 letech nejméně 373 druhů (Pyšek a kol. 2022). Od poloviny 19. století u nás probíhala průmyslová revoluce a v první půli 20. století patřila naše země k obchodně i ekonomicky nejrozvinutějším v Evropě. V druhé polovině 20. století se projevilo ekonomické napojení na východ. V Čierné pri Čope bylo jedno z největších nádraží v Evropě, jehož prostřednictvím dobylo střední Evropu mnoho druhů asijských i jihovýchodoevropských. Velký vliv na stav lužních lesů měla v té době regulace velkých řek a následné změny hladiny podzemní vody. Během tohoto období se u nás (stejně jako v ostatních evropských zemích) uzavřela tradice využívání krajiny podle neolitického vzoru. Nový typ krajiny, který se prosazuje zhruba od devadesátých let 20. století, je charakterizován ústupem fyzické přítomnosti člověka, menším počtem a zároveň větší razancí přímých lidských zásahů, ústupem zátěže vyvolané tradičním zemědělstvím, velkou rolí průmyslu i urbanizmu a dalším zesílením migračních možností (Pyšek a Sádlo 2004). Novodobé hydrologické změny dlouhodobě ovlivňují nivy velkých řek. Hydrologické hospodaření přetrvává od 20. století a různé managementové postupy dokázaly v lužních lesích snížit hladinu podzemní vody a prakticky eliminovat povodně. Vyšší množství nitrofilních a nepůvodních druhů v nivách velkých řek může ukazovat na dostupnost nevyužitých zdrojů způsobenou kolísáním živin v důsledku historických záplav a výskytem poruch, což je v souladu s teorií kolísavé dostupnosti zdrojů (Řepka a kol. 2015).

Z konkrétních historických dat, ze kterých vychází výsledky této práce se dříve v českých lužních lesích vyskytovalo méně nepůvodních rostlin a nebyly tolik rozšířené jako dnes. Z historických dat z let 1955-1970 bylo zjištěno, že se v lužních lesích vyskytovalo celkem 11 nepůvodních druhů a z toho 9 invazních. Mezi druhy, které patří pouze mezi nepůvodní byl jírovec maďal (*Aesculus hippocastanum*), který se po jednom vyskytoval v Polabí, Litovelském Pomoraví a na jižní Moravě a chrastice rákosovitá (*Phalaris arundinacea*), která byla poměrně hojně rozšířená v Polabí, méně hojná na jižní Moravě a v Litovelském Pomoraví. Invazních dřeviny se v lužních lesích vyskytovaly jen v ojedinělých snímcích. Byl to javor jasanolistý (*Acer negundo*) v Litovelském Pomoraví a dub červený (*Quercus rubra*) na jižní Moravě. V Polabí

pak rostla střeňka pozdní (*Prunus serotina*) a trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*). Z invazních bylin se v lužních lesích jižní Moravy ojediněle vyskytovala třapatka dřípata (*Rudbeckia laciniata*) a zlatobýl obrovský (*Solidago gigantea*) a ve dvou snímcích rostla astříčka kopinatá (*Symphotrichum lanceolatum*). V Polabí se ještě vyskytoval bohlav plamatý (*Conium maculatum*). Nejrozšířenějším druhem byla netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*), která byla nejvíce rozšířená v Polabí, ale pár jedinců se vyskytovalo i v Litovelském Pomoraví a na jižní Moravě (Bednář 1964, Horák 1960, Neuhäuslová-Novotná 1965).

7. Současný stav nepůvodních rostlin a lužních lesů ČR

Lužní lesy jsou velmi vzácným ekosystémem, který se v oblasti své potenciální přirozené existence aluviální krajiny vyskytuje jen v historicky omezeném rozsahu. Dochované zbytky lužních lesů představují v obvykle značně odlesněné a zemědělsky využívané krajině současných niv mimořádně cenná útočiště (Machar 2008). Biodiverzita lužních lesů je obecně považována za velmi vysokou a má nezastupitelný význam pro ekologickou stabilitu celé nivy i širšího povodí. Říční nivy jsou často ekosystémy, které jsou nejcitlivější na změny v okolním prostředí a mnoho nepůvodních rostlin významně ovlivňuje složení a diverzitu původních rostlinných společenstev. Lužní lesy jsou tak jedním z nejvíce invadovaných přírodních lesních stanovišť. Jsou považovány za zranitelné vůči nepůvodním druhům kvůli kombinovanému vlivu intenzivního antropogenního využívání (zemědělství, lesnictví, doprava, rekreace a stavebnictví), vysokému stupni hydrologické konektivity, která usnadňuje šíření diaspor, a vysoké prostorové a časové heterogenitě, která je těmto systémům vlastní. Lužní lesy jsou považovány za velmi náchylný biotop k šíření invazních rostlin, také proto, že jsou v těsném kontaktu s řekami, které jsou důležitým migračním koridorem a roznesou diaspory nepůvodních druhů během krátké doby i na velmi vzdálená místa. Dynamický vodní režim navíc způsobuje pravidelné přirozené narušování lužních lesů, což zintenzivňuje šíření a růst invazních druhů. Zápory nejen narušují původní vegetaci, ale také zanechávají holou půdu pro zakládání nových diaspor a dodávají nové živiny. Vegetační změny lužních lesů jsou také částečně strukturovány snížením četnosti záplav, což napomáhá ke zvýšení početnosti pohlavně se rozmnožujících jednoletých nepůvodních druhů na sušších lokalitách (Řepka a kol. 2015). Nárůst početnosti nepůvodních druhů může být způsoben několika faktory, jako je vysoký propagační tlak nepůvodních druhů, nárůst transportu, intenzifikace

využívání půdy člověkem, redukce a fragmentace lužních lesů a příznivější klimatické podmínky pro nepůvodní druhy rostlin v nížinách ve srovnání s horskými oblastmi (Slezák a kol. 2020). Disturbance mohou také usnadnit šíření nepůvodních druhů tím, že eliminují nebo snižují zastínění konkurentů nebo zvyšují úroveň zdrojů. Bouře a lesní požáry mohou také poskytnout nepůvodním druhům rostlin další příležitosti k šíření do lužních lesů. (Langmaier a Lapin 2020).

Lesy byly v minulosti těženy v masivním měřítku a přeměňovány na ornou půdu nebo jiný typ půdy. Proto je dnes většina evropských lesů složena z porostů, kde je průměrný věk stromů pouze 60 let. Lesy a zejména porosty se starými stromy jsou obecně považovány za odolnější vůči invazním rostlinám vzhledem ke specifickým abiotickým podmínkám v jejich bylinném patře, jako je hustý zápoj a silná vrstva opadu. Jejich vysoká biologická setrvačnost by mohla učinit lesy odolnější vůči invazním rostlinám (Wagner a kol. 2017). Lesní vegetace plní také různé ekologické funkce, včetně poskytování potravy a stanovišť pro vodní a suchozemské organismy, snižování teploty vodních toků prostřednictvím evapotranspirace a zastínění, zajištění koridoru pro pohyb bioty a ekosystémové služby související s člověkem, jako je snížení rizika povodní, rekreace a zajištění zdrojů dřeva. Zemědělství v blízkosti aluviálních nížin zvyšuje ukládání živin a pesticidů, a tím i eutrofizaci. Ke snižování stability říčních ekosystémů významně přispívá také intenzivní lesnictví, zásobárny vody a rekreační aktivity. Mezi polopřirozenými a přirozenými biotopy jsou lužní lesy silně napadeny nepůvodními rostlinami a mezi evropskými lesy vykazují nejvyšší míru invadovanosti měkké luhy (Mikulová a kol. 2020). Naproti tomu lužní olšiny se zdají být z této skupiny ovlivněny relativně méně (Slezák a kol. 2020).

Nivy velkých řek vytvářejí prostor pro rozvoj různých pobřežních ekosystémů. Přestože tyto ekosystémy dříve pokrývaly široké úseky podél řek, dnes z nich zůstal jen zlomek. Změny vodního režimu, hladiny podzemní vody a s tím spojené vegetační změny jsou typickými důsledky intenzivního využívání řek a vodního hospodářství. Zadržování sedimentů v přehradách způsobuje prohlubování dolního koryta a pokles hladiny podzemní vody podél řeky. Tento efekt může způsobit téměř úplnou ztrátu lužních lesů a příbuzných druhů. Takové odvodňování půdy se v budoucnu může ještě zhoršit v důsledku klimatických změn v lesích a projeví se především úhynem stromů způsobeným suchem a horkem. Navíc v dlouhodobě podmačených půdách je dostupnost živin díky pomalejšímu rozkladu nižší. Při vysychání plochy se urychluje

rozklad, zvyšuje se množství živin a vytvářejí se příznivé podmínky pro nadměrný rozvoj nepůvodních rostlin. Podle Mikulové a kol. 2020 byly vlhčí části lužních lesů odolnější vůči šíření invazních rostlin. Invazní druhy jsou často generalisté a zdá se, že ve vlhkých podmínkách je u většiny invazních druhů překročen horní práh půdní vlhkosti, takže se s tak extrémními podmínkami nedokážou vypořádat. Mezi největší hrozby lužních lesů způsobené invazními rostlinami patří hybridizace, přenos chorob, druhová konkurence a následné vytlačování původních druhů. Různé fáze regeneračního procesu jsou také ovlivněny nadzemní i podzemní konkurencí mezi sazenicemi stromů a rostlinnými druhy podrostového bylinného vegetačního krytu (Langmaier a Lapin 2020).

Podle několika studií patří mezi nejvýznamnější invazní dřeviny lužních lesů javor jasanolistý (*Acer negundo*), pajasan žláznatý (*Ailanthus altissima*), jasan pensylvánský (*Fraxinus pennsylvanica*), topol kanadský (*Populus × canadensis*), střemcha pozdní (*Prunus serotina*), dub červený (*Quercus rubra*) a trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*) (Campagnaro a kol. 2017, Chytrý a kol. 2010, Langmaier a Lapin 2020, Mikulová a kol. 2020). Mezi nejvýznamnější invazní byliny lužních lesů patří hvězdnice kopinatá (*Aster lanceolatus*), dvouzubec černoplodý (*Bidens frondosus*), netýkavka žláznatá (*Impatiens glandulifera*), netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*), křídlatky (rod *Reynoutria*), zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*) a zlatobýl obrovský (*Solidago gigantea*). Kromě *Aster lanceolatus* a rodu *Reynoutria* jsou všechny tyto byliny zařazeny mezi 20 nejrozšířenějších invazních rostlin vůbec v celé České republice. (Horáčková 2018, Chytrý a kol. 2010, Langmaier a Lapin 2020, Mikulová a kol. 2020, Nilsson a Berggren 2000, Pyšek a kol. 2022, Řepka a kol. 2015, Slezák a kol. 2020).

Lužní lesy jsou výjimečným ekosystémem s vysokou biodiverzitou a jedinečným prostředím. Jsou ale také velice ohroženy nepůvodními druhy rostlin. Je tedy důležité tento biotop přiměřeně chránit a zajistit mu co nejpřirozenější vodní režim, aby jeho společenstva mohla nadále prosperovat a tento ekosystém se zachoval i pro další generace.

Výsledky této práce by měly poskytnout odpovědi na následující hypotézy. První hypotéza udává předpoklad, že se bude početnost nepůvodních rostlin spíše zvyšovat zejména v důsledku antropogenních narušení a vyšší konkurenceschopnosti

u nepůvodních druhů. Druhým předpokladem je, že se rostliny budou více šířit na stanovištích s teplejším klimatem a vyšší půdní vlhkostí, která je v lužních lesích typická. Na růst rostlin by měl mít vliv také obsah látek v půdě (Ca, K, Mg, P), pH půdy a zastínění stromovým patrem, které je v lužních lesích poměrně vysoké.

8. Metodika

8.1 Terénní sběr dat

Výzkum probíhal v lužních lesích České republiky, konkrétněji na lokalitách v Polabí, v Litovelském Pomoraví a v Jihomoravském kraji. Sběr vzorků probíhal na základě historických dat českých botaniků Neuhäuslové (Polabí), Bednáře (oblast Litovelské Pomoraví) a Horáka (Jihomoravský kraj) a dat Ústavu pro hospodářskou úpravu lesů pro Polabí a jižní Moravu z let 1955–1970. Jejich záznamy byly doplněny půdními charakteristikami jako je pH, obsah živin (P, Ca, Mg, K) a zrnitost. Souřadnice byly zjištěny díky historickým lesnickým mapám (v měřítku 1:10 000), do kterých všichni autoři označili polohy svých lokalit. Na některých lokalitách byl lesní porost od prvního odběru vzorků vykácen a znovu vysazen. Z toho důvodu byl v okruhu 100 m vybrán náhradní věkově přiměřený lesní porost. K historickým a současným plochám byly také přiřazeny kontrolní plochy, které byly založeny v lesních porostech podobného stáří jako původní lesní porosty v letech prvního odběru vzorků. Pokud nebylo možné nahradit zkoumané plochy za těchto podmínek, byly odstraněny z celého souboru dat.

Sběr současných dat probíhal vždy v létě v letech 2019–2022. Pomocí GPS navigace a historických souřadnic byla zjištěna poloha pro studovanou plochu. Na každé ploše byl vybrán středový strom, který byl označen červenou barvou. Příklady takto označených stromů jsou také zaznamenány na obrázcích ve fotodokumentaci. Plocha pak byla zaměřena v okruhu tohoto stromu o velikosti 200 m² nebo 500 m² v závislosti na historických datech. Na každé studované ploše pak byla zapsána celková odhadnutá pokryvnost stromového, keřového a bylinného patra v procentech a jednotlivé pokryvnosti druhů stromového, keřového a bylinného patra podle devítičlenné Braun-Blanquetovy stupnice (Braun-Blanquet 1951, Westhoff a van der Maarel 1978). Při určování druhů rostlin byl, vedle vlastních znalostí, použit také Klíč ke květeně (Kubát a kol. 2002, Kaplan a kol. 2019). Nomenklatura rostlinných druhů

byla sjednocena podle Danihelka a kol. (2012). Nakonec byly ještě odebrány půdní vzorky ze 4 různých míst studované plochy, které byly následně smíchány. Pokaždé bylo odebráno cca 5 cm půdy. Všechny půdní vzorky pak byly analyzovány v laboratoři Botanického ústavu Akademie věd České republiky. Z těchto analýz pak byla získána data proměnných prostředí (pH, P, Ca, Mg, K) a zrnitost. V příloze ve fotodokumentaci je 7 obrázků (obr. 9–15) lužních lesů získaných při terénním sběru dat. Já jsem se osobně podílela jen na snímkování na jižní Moravě, proto tato fotodokumentace zahrnuje jen jihomoravské lokality.

8.2 Zpracování a analýza dat

Sesbíraná data byla přepsána do programu R-VEG. Poté byl proveden výběr a identifikace nepůvodních druhů rostlin porovnáním sesbíraných dat s katalogem nepůvodních rostlin České republiky (Pyšek a kol. 2022). Z tohoto katalogu byly vybrány druhy, které byly alespoň neofytní, nebo alespoň invazní, případně obojí. Pomocí programu Microsoft Excel byla z těchto dat vytvořena tabulka 1 souhrn nepůvodních druhů ve všech snímcích, ve které byl také proveden přepočítání výskytů jednotlivých druhů na procenta. Veškeré statistické analýzy pro *Impatiens parviflora* byly provedeny v programu R-studio. Nejprve byla data výskytů přepsána pouze na prezenční, tedy na 1 pokud se druh ve snímku vyskytoval a 0 pokud ve snímku nebyl přítomen. Pomocí logistické regrese byla zjištěna signifikance pro jednotlivé faktory. Nejdříve byly provedeny testy pro výskyt na jednotlivých plochách (historické, současné, kontrolní) a vytvořen sloupcový graf. Poté byly veškeré další testy prováděny jen pomocí současných a kontrolních dat, historická data byla odstraněna. Pro veškeré analýzy byly použity faktory proměnných prostředí (pH, P, Ca, Mg, K) a zrnitost 0,25–2 mm. Dále faktor E3 – stromové patro, u kterého nám jeho hodnota poskytuje informace o velikosti zastínění podrostu a faktor průměrné roční teploty, jehož hodnoty byly zjištěny z dat Českého hydrometeorologického ústavu. Také faktory aridita, průtok Q1 a průtok Q355 – tyto tři faktory mají naměřené hodnoty pouze v letních měsících, a byly také zjištěny z dat Českého hydrometeorologického ústavu. Aridita porovnává převahu výparu nad srážkami a udává nám míru sucha v daném území. Q1 představuje frekvenci výskytu povodní s průtokem dosaženým pouze v 1 % nejchladnějších dnů v roce. Tato proměnná se používá jako indikátor každoročních povodní. Q355 značí minimální průtok řeky dosažený během 1 % nejteplejších dnů v roce a používá se jako indikátor minimálního průtoku v období

sucha. Tabulka 2 a 3 zobrazuje výsledky testování logistické regrese. Tyto tabulky obsahují několik sloupců. První sloupec označuje jednotlivé faktory a přímkou procházející osou y, která znázorňuje konstantní hodnotu, která vyjadřuje odhad průměrné hodnoty (výstupní) závislé proměnné při nulové hodnotě (vstupní) nezávislé proměnné, pokud jsou ostatní vstupní proměnné rovny nule. V Druhém sloupci je odhad parametru modelu, který představuje odhadovanou hodnotu parametru pro daný prediktor. Třetí sloupec standardní chyba odhadu parametru, vyjadřuje, jak moc se může odhad parametru lišit od skutečné hodnoty, pokud by byl model odhadnut na jiném vzorku dat. Čtvrtý sloupec z-hodnota, vyjadřuje, jak daleko je odhad parametru vzdálen od nuly v jednotkách standardní odchylky. Poslední sloupec obsahuje p-hodnotu, což je statistický ukazatel, který se používá k vyhodnocování významnosti statistických výsledků. Konkrétně se jedná o pravděpodobnost, že by byl výsledek dosažen náhodou, pokud by platila nulová hypotéza, tedy předpoklad, že mezi sledovanými veličinami neexistuje žádný vztah. Po provedení testu p-hodnota udává, jak významný rozdíl je mezi soubory dat. Pokud je p-hodnota menší než určená hladina významnosti, v tomto případě $\alpha = 0,05$, nulová hypotéza je zamítnuta a je potvrzeno, že mezi sledovanými veličinami existuje statisticky významný vztah a jsou signifikantní. Naopak, pokud je p-hodnota větší než hladina významnosti, nejsou dostatečné důkazy pro zamítnutí nulové hypotézy a výsledek by tak mohl být pouhým náhodným jevem. Po otestování byly pro signifikantní faktory vytvořeny jednotlivé grafy pomocí ggplot2 (balíček Vegan). Hodnoty pro *Impatiens parviflora* jsou vždy v grafu zobrazeny na ose y a hodnoty pro jednotlivé faktory jsou zobrazeny na ose x. Grafy zobrazují zejména modrou přímkou, která reprezentuje modelovou předpověď pro pravděpodobnost pozitivního výsledku v závislosti na hodnotě nezávislé proměnné. V okolí této přímky je šedé pole, které znázorňuje konfidenční interval. Tento interval ukazuje rozsah hodnot, ve kterém se s určitou pravděpodobností nachází skutečná regresní přímka. Zeleně jsou zde znázorněny bodové hodnoty jednotlivých faktorů, pro které je vpravo zobrazena i legenda k ještě přehlednějším odlišení jednotlivých hodnot faktorů.

9. Výsledky

9.1 Popis výskytu nepůvodních druhů

Celkem se na studovaných plochách nacházelo 28 nepůvodních druhů. Z toho 4 archeofyty, 24 neofytů a 20 invazních druhů rostlin. Popis konkrétních druhů a jejich výskytů je zaznamenán v tabulce 1 níže. Zastoupení většiny druhů rostlin však nebylo příliš vysoké a data pro větší analýzy tak nebyla dostačující. Proto byla pro větší analýzy použita pouze data nejhojněji se vyskytujícího druhu, kterým byla netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*), která je také zaznamenána na obrázku 16 ve fotodokumentaci.

Tabulka 1: Souhrn nepůvodních druhů ve všech snímcích. Druhy jsou rozděleny na invazní (Inv) a neofytní (Neo), kde 1 = ano/neofyt, 0 = ne/archeofyt. Tabulka také zobrazuje celkový počet výskytů druhů ve všech snímcích a celkový počet výskytů druhů ve všech snímcích v procentech. (H – historické, S – současné, K – kontrolní)

Druh	Inv	Neo	Počet výskytů			Výskyt v procentech		
			H	S	K	H	S	K
<i>Acer negundo</i>	1	1	1	2	3	1 %	1 %	2 %
<i>Aesculus hippocastanum</i>	0	1	3	1	0	2 %	1 %	0 %
<i>Ailanthus altissima</i>	1	1	0	0	1	0 %	0 %	1 %
<i>Arrhenatherum elatius</i>	1	0	0	2	1	0 %	1 %	1 %
<i>Symphotrichum lanceolatum</i>	1	1	2	2	1	1 %	1 %	1 %
<i>Bidens frondosus</i>	1	1	0	1	0	0 %	1 %	0 %
<i>Cirsium arvense</i>	1	0	0	1	3	0 %	1 %	2 %
<i>Conium maculatum</i>	1	0	4	0	0	2 %	0 %	0 %
<i>Conyza canadensis</i>	1	1	0	1	0	0 %	1 %	0 %
<i>Erigeron annuus agg.</i>	1	1	0	0	1	0 %	0 %	1 %
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	1	1	0	1	1	0 %	1 %	1 %
<i>Galeobdolon argentatum</i>	0	1	0	0	1	0 %	0 %	1 %
<i>Impatiens glandulifera</i>	1	1	0	10	10	0 %	6 %	6 %
<i>Impatiens parviflora</i>	1	1	34	116	90	20 %	70 %	56 %
<i>Juglans nigra</i>	0	1	0	1	4	0 %	1 %	2 %
<i>Juncus tenuis</i>	0	1	0	0	1	0 %	0 %	1 %
<i>Oxalis stricta</i>	0	1	0	0	1	0 %	0 %	1 %
<i>Parthenocissus inserta</i>	1	1	0	3	1	0 %	2 %	1 %
<i>Phalaris arundinacea</i>	0	1	29	11	12	17 %	7 %	7 %
<i>Populus x canadensis</i>	1	1	0	15	9	0 %	9 %	6 %
<i>Populus balsamifera</i>	0	1	0	0	1	0 %	0 %	1 %
<i>Prunus cerasifera</i>	1	0	0	2	4	0 %	1 %	2 %
<i>Prunus serotina</i>	1	1	1	0	0	1 %	0 %	0 %
<i>Quercus rubra</i>	1	1	1	15	29	1 %	9 %	18 %
<i>Ribes rubrum</i>	0	1	0	4	10	0 %	2 %	6 %
<i>Robinia pseudoacacia</i>	1	1	1	4	5	1 %	2 %	3 %
<i>Rudbeckia laciniata</i>	1	1	1	0	0	1 %	0 %	0 %
<i>Solidago gigantea</i>	1	1	1	2	2	1 %	1 %	1 %
Celkový počet snímků			167	165	161			

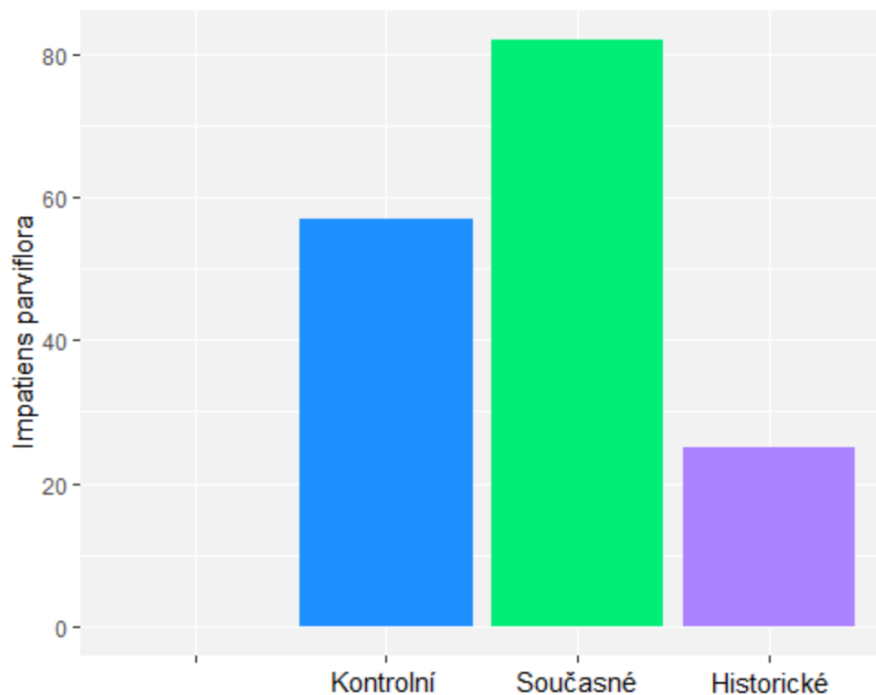
9.2 Analýza *Impatiens parviflora*

Analýza druhu *Impatiens parviflora* ukázala, že se její pokryvnost během let zvýšila o více než dvojnásobek. Signifikantní vztahy pro současné a historické snímky jsou zobrazeny v tabulce 2. Znázornění početnosti výskytu *Impatiens parviflora* je zobrazeno na obrázku 1. Na tomto sloupcovém grafu jsou sečteny pouze prezenční data, zda se tedy *Impatiens* ve snímku vyskytovala či nikoliv. Rozdíl výskytu v historických a současných snímcích je tedy značný.

Tabulka 2: Výsledky logistické regrese pro kontrolní, současné a historické snímky – $\alpha = 0,05$ (kontrolní snímky byly použity jako referenční kategorie pro modelování vztahu mezi závislou a nezávislými proměnnými. Přímka procházející osou y v modelu zobrazuje pravděpodobnost výskytu závislé proměnné v kontrolních snímcích, když jsou všechny nezávislé proměnné nulové. Protože kontrolní snímky sloužily jako referenční kategorie, nebyly explicitně zahrnuty jako nezávislá proměnná v modelu)

Faktor	Odhad parametru modelu	Standardní chyba	z-hodnota	p-hodnota
Přímka procházející osou y	0.03572	0.18901	0.189	0.85011
Současné	0.81565	0.27657	2.949	0.00319
Historické	-1.33863	0.29427	-4.549	5.39e-06

Obrázek 1: Graf součtu prezencí *Impatiens parviflora* v kontrolních, současných a historických snímcích



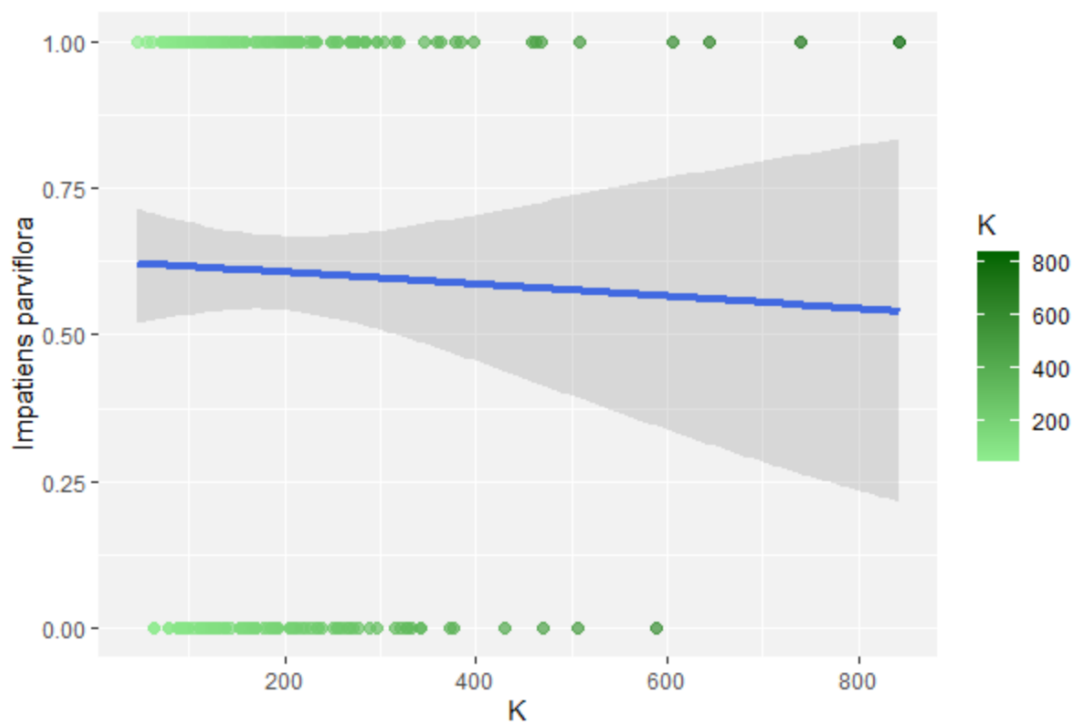
Dále jsou zobrazeny výsledky jednotlivých proměnných. V tabulce 3 jsou zobrazeny výsledky modelu logistické regrese pro jednotlivé faktory. Pro faktory, které v modelu vyšly signifikantně byly vytvořeny grafy, které jsou zobrazeny níže. Širší vysvětlivky hodnot a proměnných jsou popsány v metodice.

Tabulka 3: Výsledky logistické regrese pro jednotlivé faktory – $\alpha = 0,05$

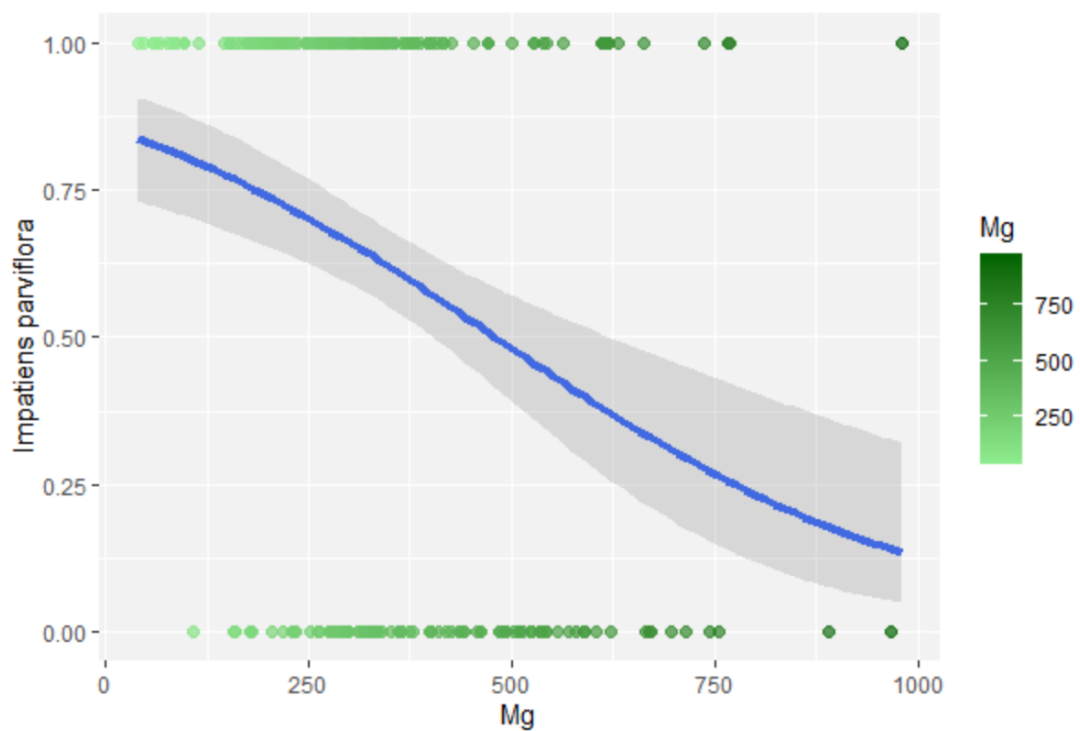
Faktor	Odhad parametru modelu	Standardní chyba	z-hodnota	p-hodnota
Přímka procházející osou y	7.225e+01	3.524e+01	2.050	0.04033
E3	-5.714e-03	8.856e-03	-0.645	0.51879
Zrnitost 0,25-2 mm	4.403e-02	2.652e-02	1.661	0.09677
pH	-4.005e-01	3.559e-01	-1.125	0.26042
Ca	1.958e-04	1.920e-04	1.020	0.30772
K	5.030e-03	2.423e-03	2.076	0.03794
Mg	-4.631e-03	2.179e-03	-2.125	0.03359
P	-2.873e-02	1.131e-02	-2.541	0.01106
Průměrná roční teplota	-1.200e+01	5.416e+00	-2.215	0.02675
Aridita	-5.294e+01	2.035e+01	-2.602	0.00927
Q1	-6.120e+01	2.731e+01	-2.241	0.02505
Q355	3.499e+00	1.454e+00	2.407	0.01609

Signifikantně vyšly tedy faktory pro K, Mg, P, průměrnou roční teplotu, ariditu, Q1 a Q355. Faktory pro pokryvnost stromového patra, zrnitost, pH a Ca nejsou v tomto modelu významné. Přímký, které mají rostoucí trend se vyskytují u faktorů pro P, průměrnou roční teplotu, Q1 a Q355. S rostoucími hodnotami těchto faktorů roste i pravděpodobnost výskytu *Impatiens*. Přímka s klesajícím trendem se vyskytuje u faktorů pro K, Mg a ariditu. S rostoucími hodnotami těchto faktorů klesá pravděpodobnost výskytu *Impatiens*. Výsledky tedy ukazují, že se *Impatiens parviflora* vyskytuje převážně na stanovištích s vyšším obsahem P a s nižším obsahem K a Mg. Upřednostňuje stanoviště s vyšším obsahem půdní vlhkosti než sušší stanoviště, a také jsou pro ni vhodnější stanoviště s teplejším klimatem než místa s nižšími teplotami.

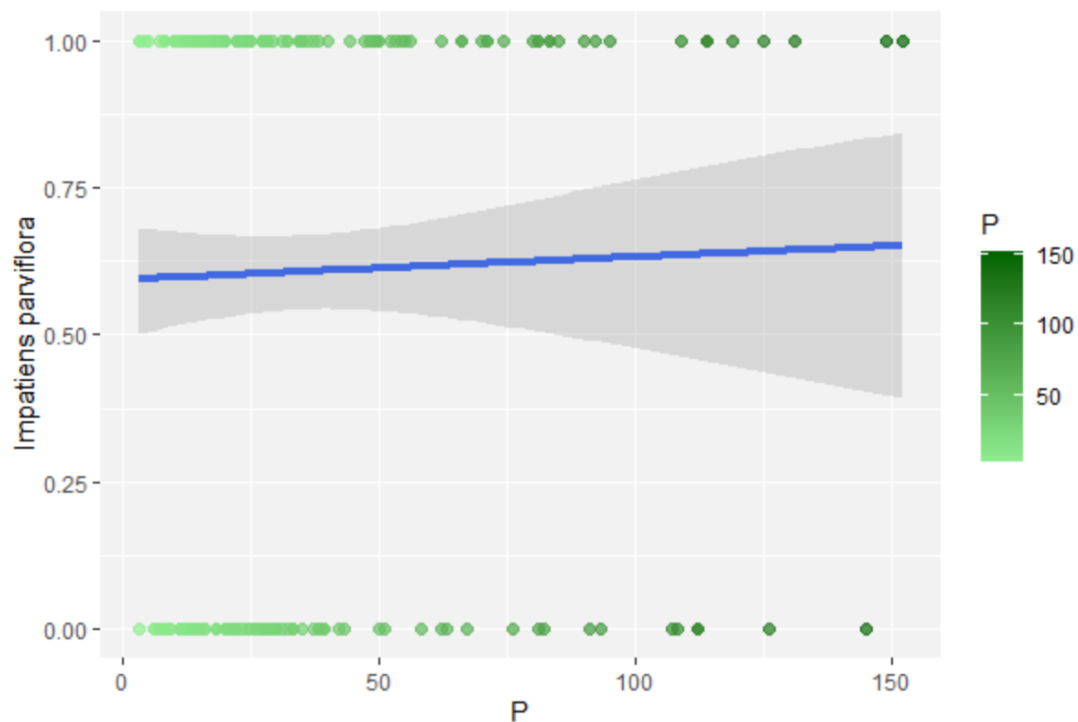
Obrázek 3: Graf logistické regrese zobrazující vliv draslíku (K) na pravděpodobnost výskytu *Impatiens parviflora*



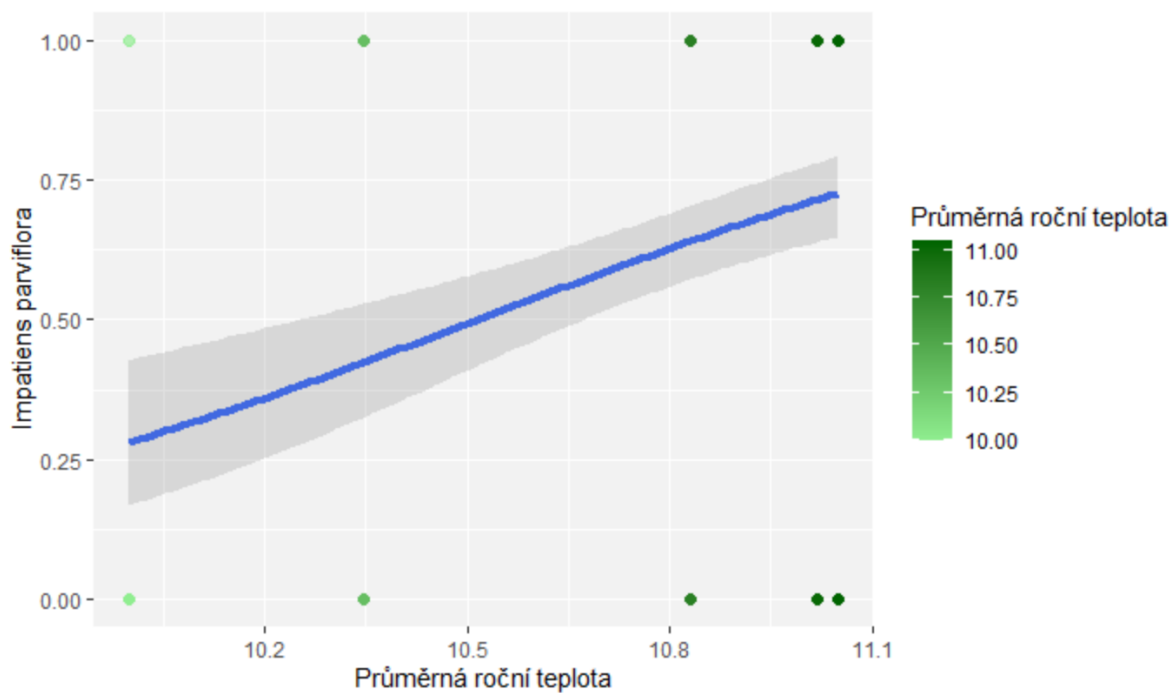
Obrázek 2: Graf logistické regrese zobrazující vliv hořčíku (Mg) na pravděpodobnost výskytu *Impatiens parviflora*



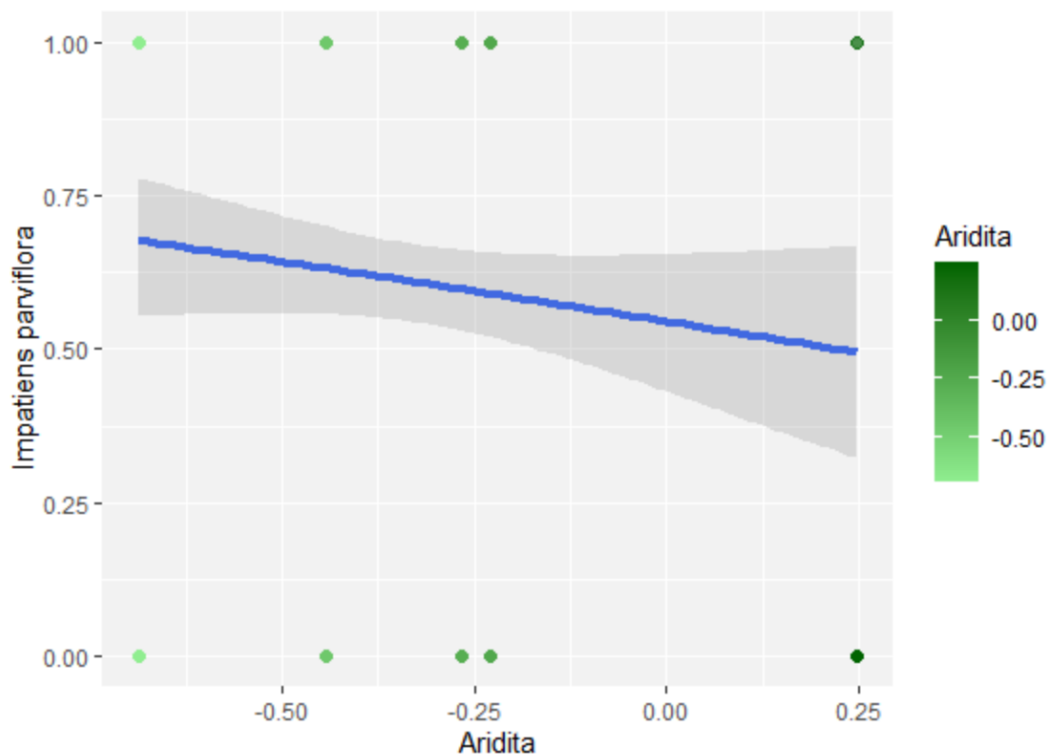
Obrázek 5: Graf logistické regrese zobrazující vliv fosforu (P) na pravděpodobnost výskytu *Impatiens parviflora*



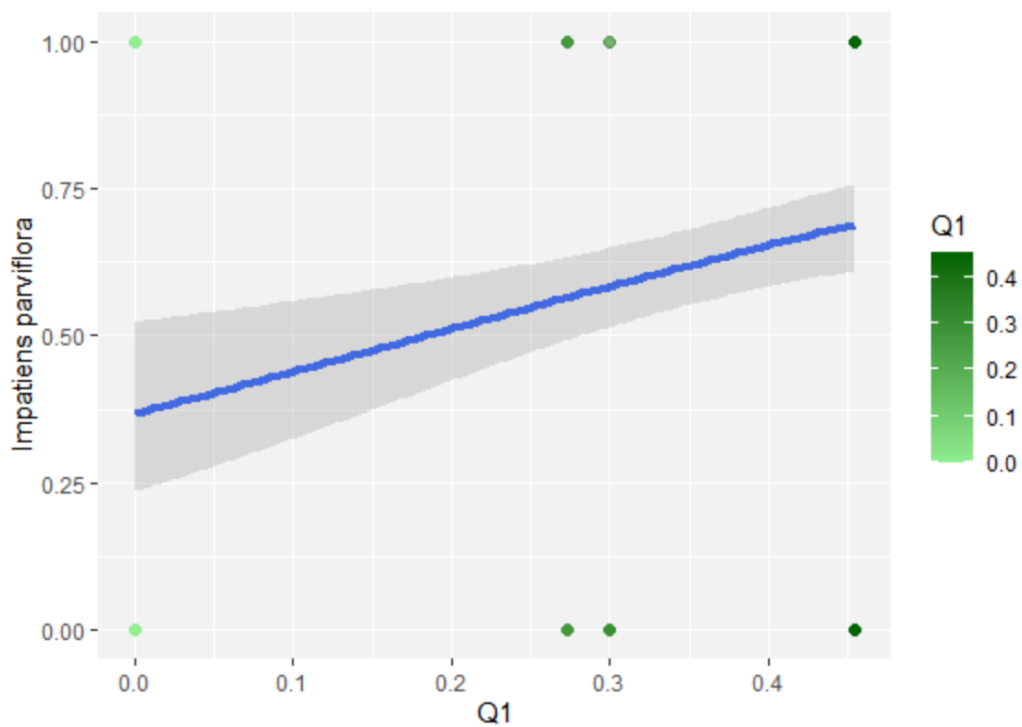
Obrázek 4: Graf logistické regrese zobrazující vliv průměrné roční teploty na pravděpodobnost výskytu *Impatiens parviflora*



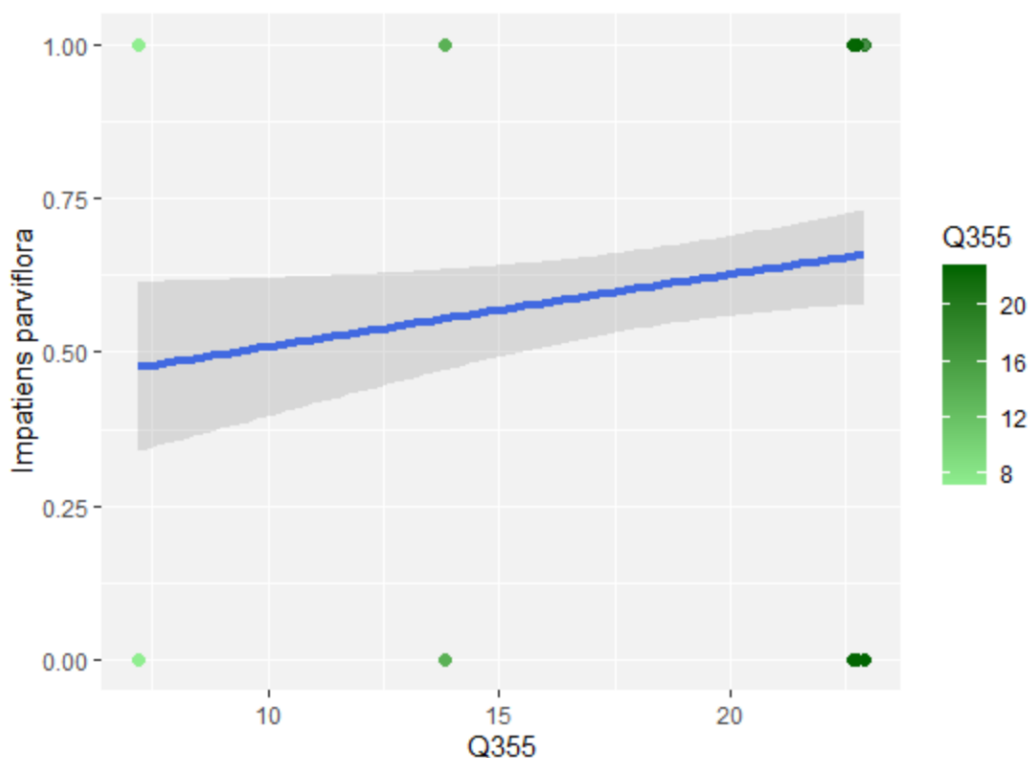
Obrázek 7: Graf logistické regrese zobrazující vliv letní aridity na pravděpodobnost výskytu *Impatiens parviflora*



Obrázek 6: Graf logistické regrese zobrazující vliv letního průtoku (Q1) na pravděpodobnost výskytu *Impatiens parviflora*. Q1 představuje roční frekvenci výskytu povodní.



Obrázek 8: Graf logistické regrese zobrazující vliv letního průtoku (Q355) na pravděpodobnost výskytu *Impatiens parviflora*. Q355 představuje minimální průtok v období sucha.



10. Diskuse

10.1 Nepůvodní druhy rostlin v lužních lesích a jejich šíření

Porovnání současných výsledků s historickými daty ukazuje, že početnost nepůvodních druhů rostlin lužních lesů České republiky se s přibývajícím lety zvyšuje. V historických datech se vyskytovalo celkem 11 nepůvodních druhů a z toho 9 invazních. V současných datech se vyskytovalo 28 nepůvodních druhů z toho 20 invazních. Můžeme tedy říct, že se za posledních 70 let počet nepůvodních druhů v lužních lesích zvýšil o více než dvojnásobek. Rychlost šíření nepůvodních druhů je tedy poměrně vysoká. Poměr počtu nepůvodních a invazních druhů však zůstává v podstatě stejný. Tento výsledek zároveň také potvrzuje mou první hypotézu, že početnost nepůvodních druhů rostlin s přibývajícím léty narůstá. K zavlečení nepůvodních druhů do lužních lesů napomáhají především řeky, které svým tokem můžou roznést diaspory nepůvodních druhů v poměrně krátkém čase i na velké vzdálenosti. Nárůst početnosti nepůvodních druhů rostlin pak může být způsoben zejména intenzivním antropogenním využíváním lesní půdy člověkem, ke kterému

dochází například v důsledku pěstebních opatření, přípravy lesních půd, zakládání plantáží a těžby dřeva, které mohou následně vést k redukci a fragmentaci lužních lesů. K šíření nepůvodních druhů může napomocet také přirozená obnova lesa, kdy se při prořezávání lesů zvýší dostupnost světla a živin, které se tak stanou dostupnější jak pro původní, tak i pro nepůvodní druhy rostlin. Vlivem vysokého propagačního tlaku nepůvodních druhů pak dojde k zesílení konkurenčního boje o omezené zdroje. Také pouhá výstavba lesních cest může podpořit šíření semen prostřednictvím pohybu kontaminované půdy a stavebního materiálu. Úspěšnost nepůvodních rostlin v lužních lesích může být také připisována výskytem častých disturbancí a obohacováním půd živinami v důsledku periodických záplav (Langmaier a Lapin 2020). Zavlečený druh pak přichází do nového prostředí mezi druhy, s nimiž nesdílí společnou evoluční minulost, a nemá proto často v novém prostředí tak silné konkurenty ani přirozené nepřátele (herbivory, nebo různé typy patogenů), jako v původním areálu. Svě typické nepřátele zanechal zavlečený druh většinou v původním areálu, nebo jim nové prostředí z nějakého důvodu nevyhovuje, a nešíří se tak spolu s ním. Velmi záleží také na tom, zda je zavlečena celá rostlina případně i se substrátem, nebo pouze semena. Pokud jsou zavlečena pouze semena, je šance přenosu přirozených nepřátel nižší. Pokud je naopak transportována rostlina se substrátem, je šance přenosu nepřátel mnohem vyšší, protože se většinou jedná o drobné až mikroskopické organismy jako jsou například hmyz, viry nebo houby. Nepůvodní druhy tak mohou být ohroženy i nepřáteli z nového území. Může se stát, že se nepůvodní druh stane terčem tamních širokospektrých herbivorů nebo patogenů. S velkou pravděpodobností však bude jeho životaschopnost ve srovnání s původními druhy ovlivněna mnohem méně. Někdy se také může stát, že dotyčný nepřítel dorazí se zpožděním a může tak dojít k introdukci ať už úmyslné či neúmyslné. Úmyslné dovezení a rozmnožení herbivora nebo parazita je podstatou biologického boje. Vysazení takových organismů však musí předcházet detailní testování. Je třeba se vyhnout situaci, kdy by nově dovezený činitel biologické kontroly nebyl dostatečně specifický a napadal domácí původní druhy nebo zemědělské plodiny. Zavlečený druh může být také zvýhodněn tím, že nemusí investovat zdroje do chemické (jedy a odpuzující látky) nebo morfologické (trny) obrany proti nepřítelům, a tyto zdroje může investovat do nárůstu biomasy, což zvyšuje jeho konkurenční schopnosti. Úspěch invazních druhů bývá také přičítán jejich specifickým vlastnostem, díky kterým se mohou v novém areálu lépe prosadit, protože druhy s podobnými vlastnostmi se v něm nevyskytují. Další možností je, že

jsou ve svých vlastnostech lepší. Jejich semena lépe klíčí, rostliny rychleji rostou, prospívají v širším spektru podmínek prostředí, hojněji a déle kvetou, produkují větší množství semen, jsou schopny samoopylení, nepotřebují specializované opylovače, a pokud jsou vytrvalé, pak dobře regenerují z úlomků oddenků. To vše jsou vlastnosti, které od pěstovaných druhů požadují lesníci, zemědělci a zahrádkáři. V poslední době jsou populární rostliny, které se obejdou bez větší zahradnické péče. Tyto druhy vysazované do bezúdržbových záhonů jsou pak dalším možným zdrojem invazí. Významnou skupinou, ze které se snadno mohou stát invazní rostliny, jsou energetické plodiny schopné vyprodukovat vysokou biomasu během krátkého času. Díky této vlastnosti by při úniku mimo kultury byly snadno schopné velmi úspěšně konkurovat druhům domácím. V některých případech může dojít i k mezidruhovému křížení mezi nepůvodními druhy, a může tak vzniknout ještě významnější invazní druh. Může také dojít ke křížení i s některým z domácích druhů, což může způsobit ztrátu genetické identity nejen u rostliny domácí, ale někdy i u rostliny vzácné (ZO ČSOP Veronica 2014).

10.2 Analýza *Impatiens parviflora*

Impatiens parviflora je jednoletá bylina, která původně pochází ze západních částí Sibiře, Mongolska a Himálaje. V České republice se začala šířit v poslední třetině 19. století. Za zdroj tehdejšího šíření jsou považovány zejména botanické zahrady, zámecké parky a školní botanické zahrady. Šíření do volné přírody napomohly hlavně vodní toky, tehdy stavěné železnice a úmyslné či neúmyslné přenášení rostliny do dalších zahrad a zámeckých parků. Šíření druhu na větší vzdálenosti je závislé především na lidské činnosti. Významný vliv má například silniční, železniční i říční doprava, přemísťování zeminy a těžného dřeva i rozšiřování semen na podrážkách chodců. Význam má také šíření vodními toky. Na antropogenních stanovištích vytváří člověk nejvhodnější podmínky mechanickým poškozováním původních bylinných porostů, kypřením a obnažováním povrchu půdy. Mlíkovský a Stýblo 2006 uvádí, že rychlost šíření *Impatiens parviflora* je asi 24 km za rok. Je všeobecně považována za významný invazní druh v evropských listnatých lesích mírného pásma s významným vlivem na obnovu lesa. Úspěšnost růstu a šíření *Impatiens* je obvykle připisována její široké ekologické nise. Je schopná dobře prosperovat i v jiných lesích s různými vlhkostními a živnými podmínkami (Slezák a kol. 2020).

Analýza pro *Impatiens parviflora* ukázala, že se vyskytuje zejména na stanovištích s vyšší půdní vlhkostí a teplejším klimatem, což potvrzuje mou druhou hypotézu. Tyto podmínky jsou také zároveň typické pro lužní lesy. Výsledky také ukázaly, že roste na stanovištích s vyšším obsahem fosforu, který může být způsoben vysokou úrovní eutrofizace v okolní krajině a nánosem živin periodickými záplavami. Dále bylo zjištěno, že se *Impatiens* vyskytuje na půdách s nižším obsahem draslíku a hořčíku. Tyto nízké hodnoty mohou být způsobeny půdními vlastnostmi nebo vlivem jiných faktorů prostředí. Všechny tyto podmínky prostředí, jsou tedy vhodné pro růst a výskyt *Impatiens parviflora*. Ostatní faktory vyšly nesignifikantně a nemůžeme tedy předpokládat jejich větší vliv na *Impatiens*. Proměnná pro stromové patro (E3) zastupovala vliv zastínění, který podle výsledků neměl na *Impatiens* významný vliv a můžeme tedy předpokládat, že je schopná snášet vyšší hodnoty zastínění. Také výzkum Langmaier a Lapin 2020 poukazuje na fakt, že je *Impatiens parviflora* odolná vůči stínu. Zrnitost v 0,25-2 mm vyšla také nevýznamně. Nicméně podle studie Řepky a kol. 2015 je například v nivě řeky Dyje *Impatiens parviflora* silně zastoupena díky vyššímu podílu písčitého substrátu v aluviální půdě. Dalším faktorem, u kterého nebyl zjištěn významnější vliv bylo pH. V různých typech lužních lesů však může pH půdy určovat kolísání celkové druhové bohatosti podrostu. Pozitivní lineární vztah nalezený ve studii Slezáka a kol. 2020 říká, že na živiny bohatá a produktivní místa s vysokou hodnotou půdní pH jsou náchylnější k invazím rostlin a podporují výskyt nepůvodních druhů. Kyselé půdy s nízkými hodnotami pH zároveň působí jako důležitá ekofyziologická omezení pro mnoho cévnatých rostlin, včetně rostlin nepůvodních. Nesignifikantně vyšly také výsledky pro vápník, u kterého tedy také nemůžeme předpokládat žádný významnější vliv. Tyto výsledky vytvořily základní přehled podmínek stanovišť, kde se *Impatiens parviflora* nejčastěji vyskytuje. Vzhledem k tomu, že *Impatiens* má negativní dopad nejen na lužní lesy, informace o tom, na jakých stanovištích se vyskytuje, by mohly být užitečné pro další plánování a management, a také mohou pomoci při rozvoji strategií pro omezení jejího šíření.

10.3 Ochrana a management

Ekosystém lužních lesů je silně ohrožen nepůvodními druhy rostlin a je zapotřebí ho chránit a snažit se zachovat jeho prostředí v co nejpřirozenějším stavu. Boj s nepůvodními druhy je poměrně těžký a většinou není možné druhy úplně vymýtit, ale je možné dopad invazních rostlin alespoň zmírnit a omezit jejich výskyt snížením

jejich populační hustoty a vitality. Mezi doporučená mechanická opatření pro nepůvodní bylinné druhy rostlin ovlivňující obnovu původních ekosystémů patří vytrhávání a vyrývání, kosení a pastva. U nepůvodních dřevin také kácení, kroužkování, případně sběr semen a plodů. Dalším možným opatřením může být také použití herbicidů, které je také možné kombinovat i s mechanickými metodami. Kombinace metod bývá většinou nejúčinnější, ale vzhledem k ochraně celkového ekosystému lužních lesů a ochraně vod bych používání herbicidů příliš nedoporučovala. V některých případech se používá také biologická kontrola, ale ta je možná jen zřídka (Berchová-Bímová a kol. 2019, Botanický ústav AV ČR a AOPK ČR 2016, Langmaier a Lapin 2020). Důležitý je také celkový management území lužních lesů, který vyžaduje zachování přirozené dřevinné skladby, udržování nízkých stavů zvěře, citlivé revitalizace říčních systémů a umělé povodňování na místech s omezenými přirozenými záplavami (Chytrý a kol. 2010). Druh *Impatiens parviflora* se vyskytuje takřka na celém území České republiky v mnoha různých stanovištích, a proto je likvidace tohoto druhu prakticky nemožná. Výskyt a další šíření tohoto druhu můžeme tedy jen částečně omezit, což je žádoucí zejména v chráněných oblastech s cennými ekosystémy a vzácnými typy vegetace. Velká většina semen, která *Impatiens* vyprodukuje v jednom roce klíčí příštího jara. Je také poměrně citlivá na mechanické narušení, proto je v rámci managementu vhodné provádět vytrhávání menších populací tohoto druhu, a to na jaře před dozráním semen (květen–červen). V případě větších populací je možné využít i metodu kosení, a to obvykle v červenci. Teoreticky by byla možná i aplikace herbicidů, ale většinou se neprovádí (Mlíkovský a Stýblo 2006, Švehláková a kol. 2019). Důležité je také zmínit, že problematika šíření nepůvodních druhů, ochrany a managementu je řešena také v rámci celé české republiky. Pro řešení hlavních způsobů zavlékání a šíření invazních nepůvodních druhů do a v rámci České republiky byl v loňském roce vytvořen akční plán pro řešení problematiky prioritních způsobů šíření invazních nepůvodních druhů v České republice 2023-2028. Tento akční plán je primárně zaměřen na omezení prioritních způsobů šíření invazních nepůvodních druhů s významným dopadem na Unii s tím, že navržená opatření současně významně přispějí k omezení rizik šíření nežádoucích nepůvodních druhů a rozvoji jejich invazí obecně, například v rámci opatření k monitoringu a výzkumu, včetně zajištění preventivního hodnocení invazního potenciálu druhů, jejichž šíření na území České republiky nově hrozí (MŽP 2022).

11. Závěr

Cílem této diplomové práce bylo popsat velikost šíření nepůvodních druhů rostlin v lužních lesích a zjistit podmínky prostředí, které jejich šíření podporují. Zároveň poskytnout odpovědi na hypotézy, jestli se bude početnost nepůvodních rostlin zvyšovat a jestli se rostliny budou více šířit na stanovištích s teplejším klimatem a vyšší půdní vlhkostí, které jsou pro lužní lesy typické.

Výsledky ukázaly, že se v lužních lesích České republiky vyskytuje celkem 28 nepůvodních druhů rostlin z toho 20 invazních. Před 70 lety se v lužních lesích vyskytovalo jen 11. nepůvodních druhů a z toho 9 invazních. Rychlost šíření druhů je tedy poměrně vysoká. Z důvodu nedostatečných dat byly bližší podmínky prostředí analyzovány jen u nejhojnějšího druhu *Impatiens parviflora*. Tento druh za posledních 70 let zvýšil svou pokryvnost o více než polovinu. Upřednostňuje zejména stanoviště s vyšším obsahem fosforu a s nižším obsahem draslíku a hořčíku v půdě. Prosperuje také na stanovištích s vyšší půdní vlhkostí a méně snáší sušší podmínky. Upřednostňuje také spíše stanoviště s teplejším klimatem než s chladnějším. Je to také druh poměrně tolerantní k vyššímu zastínění.

Byly také zhodnoceny možnosti managementu u nepůvodních druhů rostlin v lužních lesích. Druh *Impatiens parviflora* však už, z důvodu svého rozsáhlého výskytu téměř v celé republice, není možné zcela odstranit. Je však možné tento druh alespoň omezit v růstu a velikosti jeho dalšího šíření.

Výsledky této práce by mohly přispět k lepšímu pochopení problematiky invazních druhů rostlin v lužních lesích a k vytvoření efektivních opatření pro jejich ochranu. Mohou poskytnout také cenné informace pro další studie a plánování managementu lužních lesů s ohledem na podmínky pro růst a prosperitu *Impatiens parviflora*.

12. Přehled literatury a použitých zdrojů

- Bednář V., 1964: Phytosociological study of floodplain forests in Hornomoravský úval region (Czech). *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Facultas Rerum Naturalium* 16: 5–71.
- Berchová-Bímová K., Kadlecová M., Vojík M., 2019: Hodnocení efektivity likvidace invazních druhů rostlin. *Fakulta životního prostředí, Česká zemědělská univerzita, Praha*.
- Botanický ústav AV ČR., AOPK ČR., 2016: Likvidace vybraných invazních druhů rostlin. *Praha*.
- Braun-Blanquet J., 1951: *Pflanzensoziologie: Grundzüge der Vegetationskunde*. Springer Verlag, Wien.
- Campagnaro T., Brundu G., Sitzia T., 2018: Five major invasive alien tree species in European Union forest habitat types of the Alpine and Continental biogeographical regions. *Journal for Nature Conservation* 43: 227-238.
- Danihelka J., Chrtěk J., Kaplan Z., 2012: Checklist of vascular plants of the Czech republic. *Preslia* 84: 647–811.
- Douda J., 2009: O vegetační proměnlivosti a původu současných lužních lesů. *Živa* 2: 56–59.
- Görner T., Šíma J., Jan Pergl J., 2021: Invazní nepůvodní druhy s významným dopadem na evropskou unii: jejich charakteristiky, výskyt a možnosti regulace. *AOPK ČR, Praha*.
- Hejda M., Chytrý M., Pyšek P., 2018: Biotopy jako zdroje i příjemci nepůvodních druhů rostlin. *Živa* 5: 218–220.
- Hejda M., Pyšek P., 2018: Environmentální a hospodářské důsledky rostlinných invazí. *Živa* 5: 220–225.
- Horáčková J., 2018: Invazní rostliny v nivách – problém pro měkkýší společenstva. *Živa* 5: 243–245.
- Horák J., 1960: Contribution of the ecological characteristics of floodplain forest communities dominated by *Fraxinus angustifolia* Vahl. *Sborník Vysoké školy zemědělské v Brně. Řada C, 1960/4: 237–269*.
- Chytrý M., Maskell L. C., Pino J., Pyšek P., Vilà M., Font X., Smart S. M., 2008: Habitat invasions by alien plants: a quantitative comparison among Mediterranean, subcontinental and oceanic regions of Europe. *Journal of Applied Ecology* 45: 448–458.
- Chytrý M., Pyšek P., Wild J., Pino J., Maskell L. C., Vilà M., 2008: European map of alien plant invasions based on the quantitative assessment across habitats. *Diversity and Distributions* 15: 98–107.
- Chytrý M., Kučera T., Kočí M., Grulich V., Lustyk P. (eds.), 2010: *Katalog biotopů České republiky*. AOPK ČR, Praha.

- Kalusová V., Chytrý M., Kartesz T. J., Nishino M., Pyšek P., 2013: Where do they come from and where do they go? European natural habitats as donors of invasive alien plants globally. *Diversity and Distributions* 19: 199–214.
- Kalusová V., Chytrý M., Peet K. R., Wentworth R. T., 2015: Intercontinental comparison of habitat levels of invasion between temperate North America and Europe. *Ecology* 96(12): 3363–3373.
- Kaplan Z., Danihelka J., Chrtek J. jun., Kirschner J., Kubát K., Štech M., Štěpánek J. (eds.), 2019: Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha.
- Klimo E., Kulhavý J., Prax A., Menšík L., Hadaš P., Mauer O., 2013: Functioning of South Moravian Floodplain Forests (Czech Republic) in Forest Environment Subject to Natural and Anthropogenic Change. *International Journal of Forestry Research* 2013.
- Kubát K., Hrouda L., Chrtek J. jun., Kirschner J., Štěpánek J. (eds.), 2002: Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha.
- Lambdon P. W., Pyšek P., Basnou C., Hejda M., Arianoutsou M., Essl F., Jarošík V., Pergl J., Winter M., Anastasiu P., Andriopoulos P., Bazos I., Brundu G., Celesti-Grapow L., Chassot P., Delipetrou P., Josefsson M., Kark S., Klotz S., Kokkoris Y., Kühn I., Marchante H., Perglová I., Pino J., Vila M., Zikos A., Roy D., Hulme P. E., 2008: Alien flora of Europe: Species diversity, temporal trends, geographical patterns and research needs. *Preslia* 80: 101–149.
- Langmaier M., Lapin K., 2020: A systematic review of the impact of invasive alien plants on forest regeneration in European temperate forests. *Frontiers in Plant Science* 11: 524969.
- Machar I., 2008: Floodplain forests of Litovelské Pomoraví and their management. *Journal of Forest Science* 54(8): 355–369.
- Mikulová K., Jarolímek I., Šibík J., Bacigál T., Šibíková M., 2020: Long-Term Changes of Softwood Floodplain Forests—Did the Disappearance of Wet Vegetation Accelerate the Invasion Process?. *Forests* 11: 1218.
- Mlíkovský J., Stýblo P. (eds.), 2006: *Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky*. ČSOP, Praha.
- Moravcová L., Gioria M., 2018: Jak může půdní semenná banka ovlivnit invazivnost rostlin?. *Živa* 5: 231–232.
- MŽP., 2022: Akční plán pro řešení problematiky prioritních způsobů šíření invazních nepůvodních druhů v České republice 2023–2028. Praha.
- Nařízení č. 1143/2014, Evropského parlamentu a Rady (EU), o prevenci a regulaci zavlékání či vysazování a šíření invazních nepůvodních druhů, v platném znění.
- Neuhäuslová-Novotná Z., 1965: Floodplain forest communities of the Elbe and Ohře river (German). *Vegetace ČSSR, Ser. A*, 1: 387–497, 509–517.

- Nilsson C., Berggren K., 2000: Alterations of riparian ecosystems caused by river regulation: Dam operations have caused global-scale ecological changes in riparian ecosystems. How to protect river environments and human needs of rivers remains one of the most important questions of our time. *BioScience* 50(9): 783-792.
- Pergl J., Šíma J., Görner T., Pěkníková J., 2018: Biologické invaze a související právní nástroje. *Živa* 5: 126–129.
- Pyšek P., Sádlo J., 2004: Zavlečené rostliny – jak je to u nás doma?. *Vesmír* 83: 80–85.
- Pyšek P., Richardson D. M., 2010: Invasive Species, Environmental Change and Management, and Health. *The Annual Review of Environment and Resources* 35: 25–55.
- Pyšek P., 2018: Historie, definice, hypotézy a budoucnost biologických invazí. *Živa* 5: 210–213.
- Pyšek P., 2018: Rostlinné invaze v současném světě – fakta, příčiny a souvislosti. *Živa* 5: 214–217.
- Pyšek P., Sádlo J., Chrtek J. Jr., Chytrý M., Kaplan Z., Pergl J., Pokorná A., Axmanová I., Čuda J., Doležal J., Dřevojan P., Hejda M., Kočár P., Kortz A., Lososová Z., Lustyk P., Skálová H., Štajerová K., Večeřa M., Vítková M., Wild J., Danihelka J., 2022: Catalogue of alien plants of the Czech Republic (3rd edition): species richness, status, distributions, habitats, regional invasion levels, introduction pathways and impacts. *Preslia* 94: 447–577.
- Řepka R., Šebesta J., Maděra P., Vahalík P., 2015: Comparison of the floodplain forest floristic composition of two riparian corridors: species richness, alien species and the effect of water regime changes. *Biologia* 70/2: 208–217.
- Slezák M., Farkašová Š., Hrivnák R., 2020: Non-native plant species in alder-dominated forests in Slovakia: what does the regional- and the local-scale approach bring?. *Folia Oecologica* 47(2): 100–108.
- Švehlák H., Stalmachová B., Olszewski P., Nováková J., Grabowski J., Neustupa Z., 2019: Příručka k managementu invazních druhů rostlin v Orlové a Mszane. *Vysoká škola báňská, Technická univerzita, Ostrava*.
- Wagner V., Chytrý M., Jiménez-Alfaro B., Pergl J., Hennekens S., Biurrun I., Knollová I., Berg C., Vassilev K., Rodwell J., Škvorec Ž., Jandt U., Ewald J., Jansen F., Tsiripidis I., Botta-Dukát Z., Casella L., Attorre F., Rašomavičius V., Čušterevska R., Schaminée J., Brunet J., Lenoir J., Svenning J., Kački Z., Petrášová-Šibíková M., Šilc U., García-Mijangos I., Campos J. A., Fernández-González F., Wohlgemuth T., Onyshchenko V., Pyšek P., 2017: Alien plant invasions in European woodlands. *Diversity and Distributions* 23.9: 969–981.
- Weber E. F., 1997: The alien flora of Europe: a taxonomic and biogeographic review. *Journal of Vegetation Science* 8: 565-572.
- Westhoff V., van der Maarel E., 1978: The Braun-Blanquet Approach. *Classification of Plant Communities* 5(1): 287-399.

Zákon č. 114/1992 Sb., České národní rady o ochraně přírody a krajiny, v platném znění.

ZO ČSOP Veronica, 2014: Aktuální stav invazních druhů v ČR, Informační materiál o invazních druzích. AOPK ČR, Brno.

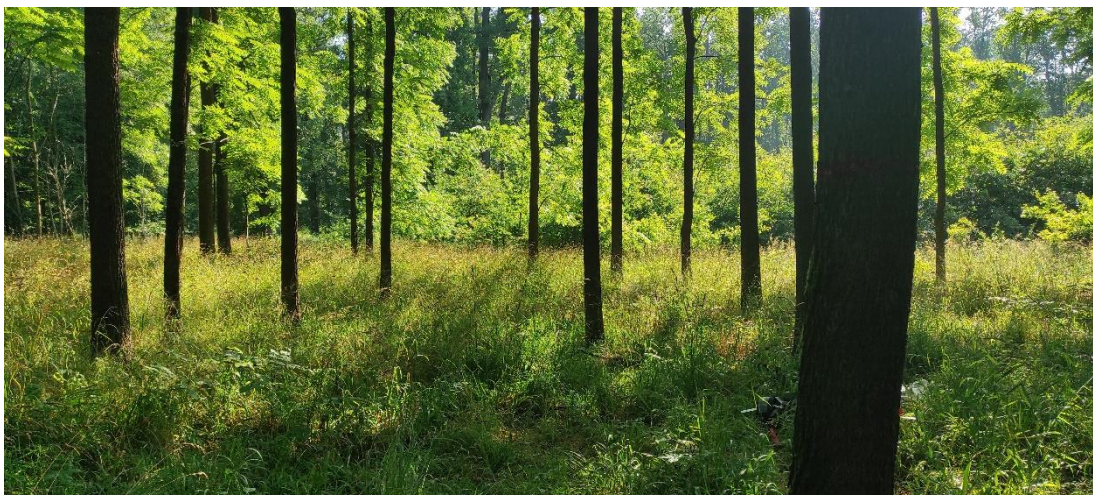
13. Přílohy

Fotodokumentace

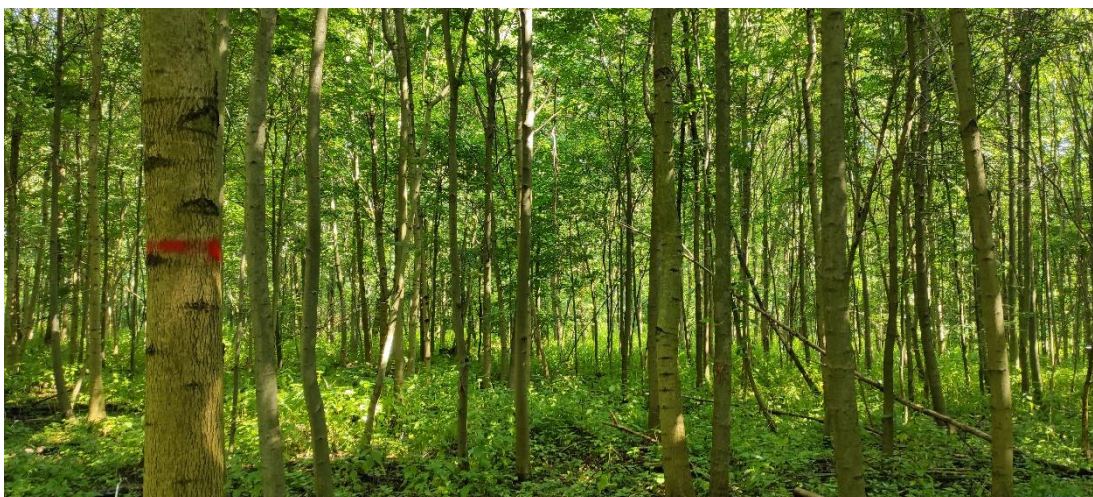
Obrázek 9: Lužní les – Otrokovice



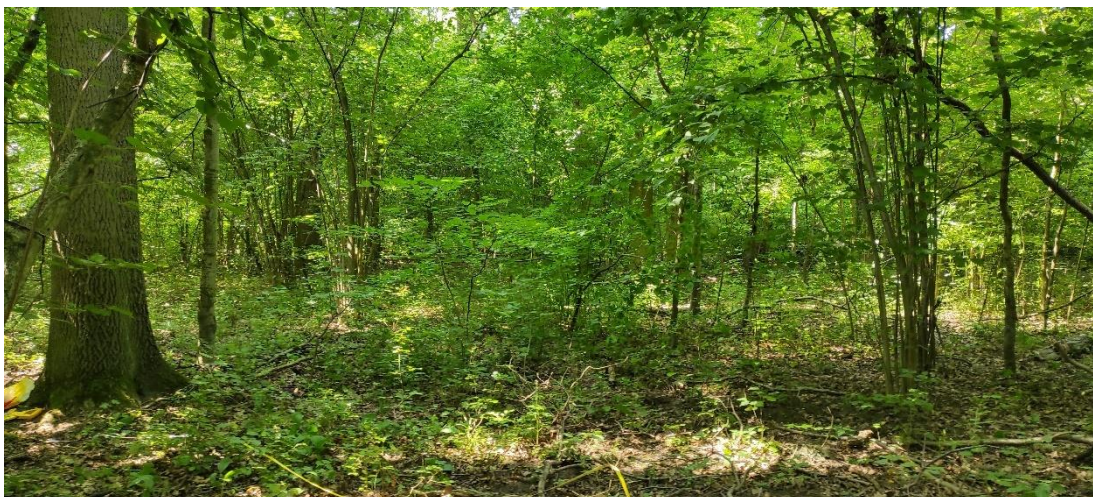
Obrázek 10: Lužní les – Otrokovice



Obrázek 11: Lužní les – Otrokovice



Obrázek 12: Lužní les – Bulhary



Obrázek 13: Lužní prales – Národní přírodní rezervace Ranšpurk



Obrázek 14: Lužní les – Lanžhot



Obrázek 15: Lužní les – Moravská Nová Ves



Obrázek 16: Netýkavka malokvětá – *Impatiens parviflora*

