

Univerzita Karlova  
Přírodovědecká fakulta  
katedra sociální geografie a regionálního rozvoje

Studijní program: Biologie  
Studijní obor: Učitelství biologie a zeměpisu pro SŠ



Bc. Nikola Holzknechtová

# **ROZŠÍŘENÍ INVAZNÍCH NEOFYTŮ V BŘEHOVÉ VEGETACI KAMENICE**

THE SPREAD OF INVASIVE NEOPHYTES IN THE  
RIPARIAN VEGETATION OF THE KAMENICE RIVER

*Diplomová práce*

Praha 2021

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Tomáš Matějček, Ph.D.

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 14.4.2021

Bc. Nikola Holzknechtová

**Poděkování:**

Ráda bych poděkovala svému školiteli RNDr. Tomáši Matějčkovi, Ph. D., za jeho ochotu, milou motivaci, rady a připomínky. Správě NP České Švýcarsko za povolení ke vstupu do území s nejvyšší ochranou. Za motivaci, podporu a hlídání dětí děkuji svému manželovi Pavlovi, Lídě, Zuzce a svým rodičům. Za pomoc s překladem a korekturami, když jsem si nevěděla rady, Hien, Šárce a Kátě. A v neposlední řadě moc děkuji Jirkovi za pomoc s mapami.

## Abstract

Watercourses and especially their riparian vegetation are habitats that are very sensitive to spreading of invasive plant species. Rivers create natural migration routes (corridors) and help propagules to spread quickly and easily. The theoretical part of this thesis is focused on plant invasions and covers also the most recent knowledge in the field of invasion ecology. In the practical part of this thesis the spread of invasive neophytes in the riparian vegetation of the Kamenice river in Northern Bohemia is described. The plant species were examined during the field survey along the entire stream of the Kamenice river. In total, common occurrence of 7 invasive taxa were recorded, namely *Impatiens parviflora*, *I. glandulifera*, *Reynoutria japonica*, *R. sachalinensis*, *R. bohemica*, *Solidago gigantea* and *S. canadensis*. The distribution of observed taxa along the stream as well as on the banks was relatively uneven.

**Key words:** neophytes, plant invasions, riparian vegetation, the Kamenice river

## Abstrakt

Vodní toky, resp. jejich břehová vegetace, jsou místem velmi náchylným k šíření invazních druhů rostlin. Řeky tvoří přirozené migrační cesty (koridory) a usnadňují tak snadné a rychlé šíření propagulí. Tato diplomová práce se ve své teoretické části věnuje problematice rostlinných invazí včetně nejnovějších poznatků z oboru invazní ekologie. V praktické části se zabývá rozšířením invazních neofytů v břehové vegetaci řeky Kamenice v severních Čechách. Mapování těchto druhů rostlin proběhlo terénním průzkumem podél celého toku Kamenice. Bylo zaznamenáno celkem 7 taxonů invazních neofytů. Běžně se vyskytovala netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*), netýkavka žláznatá (*I. glandulifera*), křídlatky (*Reynoutria japonica*, *R. sachalinensis*, *R. ×bohemica*) a zlatobýly (*Solidago gigantea* a *S. canadensis*). Rozložení mapovaných taxonů podél toku i v rámci břehů bylo poměrně nerovnoměrné.

**Klíčová slova:** neofyty, rostlinné invaze, břehová vegetace, Kamenice

## Obsah

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| Abstract.....                                        | 4  |
| Abstrakt.....                                        | 5  |
| 1 Úvod.....                                          | 8  |
| 2 Rostlinné invaze.....                              | 9  |
| 2.1 Základní terminologie.....                       | 9  |
| 2.2 Invazní proces .....                             | 11 |
| 2.2.1 Faktory ovlivňující invaze.....                | 13 |
| 2.3 Invaze v břehové vegetaci .....                  | 16 |
| 2.4 Invaze v ČR .....                                | 20 |
| 2.5 Dopady invazí .....                              | 23 |
| 2.6 Řešení invazí.....                               | 25 |
| 3 Charakteristika zmapovaných druhů .....            | 31 |
| 4 Vymezení a charakteristika sledovaného území ..... | 36 |
| 5 Metodika .....                                     | 45 |
| 6 Výsledky .....                                     | 48 |
| 7 Diskuze .....                                      | 57 |
| 7.1 Diskuze metodiky .....                           | 57 |
| 7.2 Diskuse výsledků .....                           | 57 |
| 8 Závěr .....                                        | 63 |
| 9 Použité zdroje .....                               | 65 |
| Literatura.....                                      | 65 |
| Internet.....                                        | 74 |
| Mapové zdroje .....                                  | 74 |
| Seznam příloh .....                                  | 75 |

## Seznam obrázků

|                                                                                                                                               |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Obrázek 1: Schéma hlavních bariér omezujících šíření invazních rostlin .....                                                                  | 11 |
| Obrázek 2: Rámec biologických invazí .....                                                                                                    | 13 |
| Obrázek 3: Znázornění živinové spirály řeky s regulovanými břehy izolující tok od okolí a řeky propojené s mokřadními ekosystémy v nivě ..... | 17 |
| Obrázek 4: Rozšíření netýkavky žláznaté ( <i>Impatiens glandulifera</i> ) v ČR.....                                                           | 19 |
| Obrázek 5: Vliv záplav na vegetaci údolních niv .....                                                                                         | 19 |
| Obrázek 6: Schéma úspěšnosti neofytů v procesu invaze.....                                                                                    | 21 |
| Obrázek 7: Nárůst kumulativního počtu lokalit s výskytem tří druhů rodu křídlatka ( <i>Reynoutria</i> ) v ČR .....                            | 22 |
| Obrázek 8: Náklady na rostlinné invaze v závislosti na načasování zásahu .....                                                                | 27 |
| Obrázek 9: Poloha povodí Kamenice v rámci České republiky.....                                                                                | 36 |
| Obrázek 10: Geologická charakteristika zájmového území .....                                                                                  | 37 |
| Obrázek 11: Hydrografická charakteristika zájmového území .....                                                                               | 40 |
| Obrázek 12: Pedologická charakteristika zájmového území.....                                                                                  | 41 |
| Obrázek 13: Mapa potenciální přirozené vegetace v zájmovém území.....                                                                         | 43 |
| Obrázek 14: Socioekonomická charakteristika zájmového území.....                                                                              | 44 |
| Obrázek 15: Rozložení stanovišť invazních neofytů podél toku Kamenice .....                                                                   | 50 |
| Obrázek 16: Rozložení netýkavky malokvěté podél toku Kamenice.....                                                                            | 51 |
| Obrázek 17: Rozložení zlatobýlu podél toku Kamenice .....                                                                                     | 52 |
| Obrázek 18: Rozložení netýkavky žláznaté podél toku Kamenice .....                                                                            | 53 |
| Obrázek 19: Rozložení křídlatky podél toku Kamenice .....                                                                                     | 54 |
| Obrázek 20: Rozložení ostatních druhů podél toku Kamenice .....                                                                               | 55 |
| Obrázek 21: Znázornění celkového zatížení toku Kamenice invazními neofyty.....                                                                | 59 |

## Seznam tabulek

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| Tabulka 1: Seznam zmapovaných invazních neofytů.....              | 31 |
| Tabulka 2: Geomorfologické členění povodí Kamenice.....           | 38 |
| Tabulka 3: Char. klimatických oblastí v povodí Kamenice .....     | 39 |
| Tabulka 4: Indikační hodnota pro světlo u sledovaných taxonů..... | 61 |

## Seznam grafů

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| Graf 1: Podíl taxonů na invadovanosti Kamenice..... | 48 |
| Graf 2: Rozložení taxonů dle břehů .....            | 55 |
| Graf 3: Rozložení jednotlivých druhů dle břehů..... | 56 |

# 1 Úvod

Tematika rostlinných invazí je velmi aktuální a důležitá, a to nejen z vědeckého hlediska, ale také např. pro zemědělství a další hospodářská odvětví. Jedná se tedy jak o problém ekologický, který je často dokonce zmiňován jako jedna z velkých ekologických katastrof (i když proti tomuto označení se někteří renomovaní autoři vymezují např. Pyšek & Sádlo 2004c), tak také o problém ekonomický. Jen v Evropě se ztráty způsobené invazními druhy (rostlin i živočichů) odhadují na 12 miliard eur ročně (Kettunen et al., 2008 in Primack et al., 2011) a na celém světě ročně až 5 % DPH (Pimentel et al. 2001).

Přemísťování rostlin člověkem, které je základním předpokladem pro jejich invaze, je běžné už několik stovek let. Jak se postupem času stávala doprava dostupnější a rychlejší, zrychlovala se také introdukce rostlin a zvyšovala pravděpodobnost rostlinné invaze. V podmínkách České republiky lze mluvit o poměrně vysokém riziku rozšíření invazních rostlin mimo jiné z důvodu vysoké hustoty liniových útvarů v krajině, podél kterých se často šíří semena (popř. ostatní části schopné rozmnožování) rostlin (Pyšek, 2005 in Vačkář, 2005). Takovým liniovým útvarem jsou také řeky. Lipský (1998) klasifikuje vodní toky, resp. koridory podél vodních toků, jako proudové koridory, které umožňují jednak pohyb vody a ostatních látek a materiálů, ale také velmi usnadňují šíření invazních druhů.

Cílem této diplomové práce je zejména zmapovat výskyt a rozšíření invazních druhů rostlin v břehové vegetaci řeky Kamenice. Dále pak doplnit problematiku rostlinných invazí o aktuální poznatky z české i zahraniční odborné literatury. Hledali jsme odpovědi na tyto výzkumné otázky:

- Do jaké míry jsou v břehové vegetaci Kamenice rozšířeny invazní neofyty?
- Existují odlišnosti ve výskytu invazních rostlin mezi územím národního parku a zbytkem toku?

Práce je rozdělena do sedmi hlavních kapitol. Po úvodu následuje řešeršní kapitola o rostlinných invazích, která shrnuje základní poznatky tohoto tématu a také uvádí některé novější informace o problematice. Obsahuje také základní terminologii. Třetí

kapitola se věnuje geografické charakteristice zájmového území. Další kapitola popisuje metodiku zpracování. Pátá a šestá kapitola se zabývají výsledky a jejich diskusí. Vše je nakonec shrnuto v závěrečné sedmé kapitole.

## 2 Rostlinné invaze

### 2.1 Základní terminologie

Různí autoři vysvětlují (ev. překládají) termíny vztahující se k rostlinným invazím odlišně. To bohužel působí často spíše zmatky a může to značně znesnadnit porovnávání výsledků napříč oborem. Podrobnější srovnání provedl například Matějček (2009). V této práci jsou (není-li uvedeno jinak) pojmy používány tak, jak je vysvětluje Richardson et al. (2000) a Pyšek et al. (2008).

Původní druh (*native species*) je na konkrétním území ten, který se zde vyskytl bez lidského přičinění. Tedy buď v dané lokalitě přímo vznikl nebo se na ni přesunul přirozenou cestou z jiného území, kde je druhem původním. Kupříkladu, jak uvádí Pyšek & Sádlo (2004a), ve střední Evropě jsou jako původní druhy uváděny téměř výlučně ty, které se u nás vyskytovaly mezi koncem poslední doby ledové (cca 10 000 let př. n. l.) a nástupem neolitu (cca 7 000 př. n. l.) (Matějček, 2007a). Nicméně dokázat původnost, resp. takový výskyt, lze spolehlivě jen z fosilních nálezů (Pyšek & Tichý, 2001; Richardson et al., 2000).

Oproti tomu jako druh nepůvodní (*alien species*; zavlečený, introdukovaný) označujeme takový, který se ve sledovaném území vyskytl jako důsledek lidské činnosti. Tedy že byl zavlečen člověkem, ať už úmyslně či neúmyslně, nebo se na dané území dostal přirozenými způsoby, avšak z území, kde už byl nepůvodním druhem (Pyšek, 2005; Richardson et al., 2000). Je třeba zde rozlišovat pojmy introdukce, jež popisuje ono zavlečení člověkem, a pojem migrace, který znamená přesun přirozenými cestami a mechanismy.

Dále se v literatuře setkáváme s pojmem přechodně zavlečený druh (*casual alien species*), který označuje rostliny zavlečené, avšak závislé na neustálém přísunu (zavlékání) rozmnožovacích částic, tzv. diaspor (Pyšek, 2001; Pyšek & Sádlo, 2004a).

Výskyt tzv. naturalizovaného druhu (*naturalized species*, zdomácnělý druh) není vázán na opětovné zavlečení, dokáže se bez vlivu člověka v přírodě rozmnožovat a jeho výskyt je tak trvalý (Pyšek, 2001; Pyšek & Sádlo, 2004a).

Skupinu invazních druhů (*invasive species*) můžeme logicky vyčlenit z množiny naturalizovaných, které však splňují určitá kritéria. Richardson et al. (2000) a uvádějí, jako hlavní kritérium tvorbu potomků schopných další reprodukce (často mají takových potomků nadměrné množství), dále vysokou rychlost šíření od mateřské rostliny<sup>1</sup>. Autoři se rozcházejí v tom, zda musí invazní druh působit nějaké škody, ať už finanční nebo environmentální. Avšak, jak se domnívá Pyšek (2005), invazivnost by měla být vyhodnocena čistě na základě vlastností druhu, nikoliv impaktu.

Šíří-li se druh na nějakém území velkou rychlostí, a obecně se chová obdobně jako invazní druhy, avšak na území je původní, mluvíme o druzích expanzivních. Taková expanze může mít i podobné důsledky jako způsobují invazní druhy (Pyšek & Tichý, 2001).

V našich (středoevropských) podmínkách se někdy podle doby zavlečení rozlišují archeofyty a neofyty. Zásadním mezníkem se uvádí rok 1500 (resp. 1492), tedy doba objevných plaveb, kdy započalo masivní propojení světa člověkem. Archeofyty jsou označovány rostliny zavlečené mezi počátkem neolitu a koncem středověku. Neofyty byly zavlečeny od začátku novověku do současnosti (Richardson et al., 2000; Pyšek, 2005; Pyšek & Sádlo, 2004a).

V literatuře se setkáváme ještě s pojmy invadovanost (*level of invasion*), invazibilita (*invasibility*) a invazivnost (*invasiveness*), které jsou si vzájemně podobné a čtenáři mohou činit problémy. Invadovanost je aktuální stav konkrétního území (či společenstva, stanoviště atp.), tedy míra, jakou je obsazeno invazními druhy. Invazibilita je pojem, který se také vztahuje k lokalitě (či společenstvu atp.) a hodnotí jeho náchylnost nebo rezistenci vůči invazím. Invazivnost je termín týkající se druhu, je to schopnost invadovat (Pyšek et al., 2008; Chytrý & Pyšek 2008).

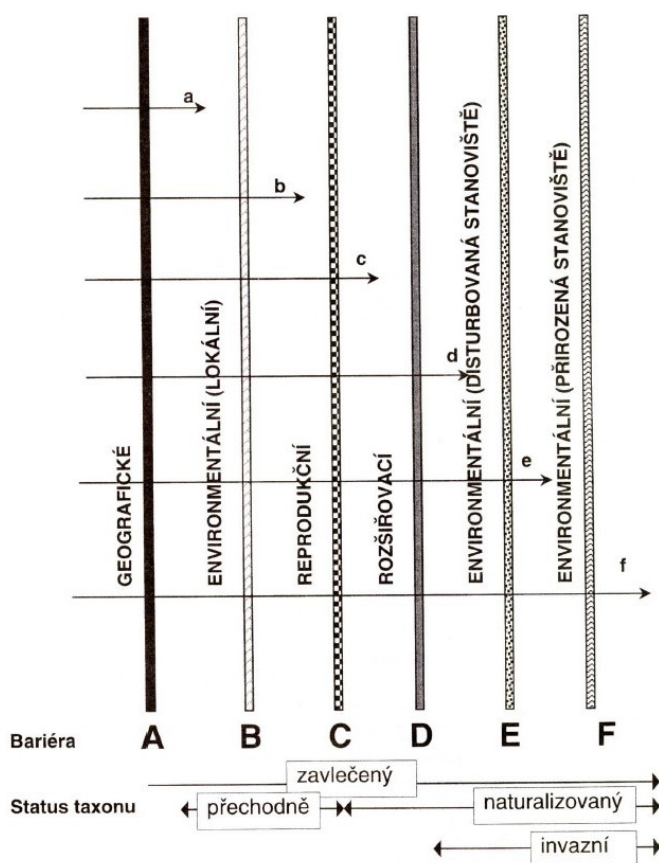
---

<sup>1</sup> Richardson et al. (2000) a Pyšek et al. (2004b) uvádějí jako kritérium pro vysokou rychlost více než 100 m za méně než 50 let pro rostliny s generativním rozmnožováním, pro druhy s vegetativním rozmnožováním je to více než 6 m za 3 roky.

Někteří autoři, například Pyšek et al. (2002), definují ještě skupinu postinvazních druhů. Jejich invaze proběhla, nicméně aktuálně jsou již začleněné do ekosystému, dále se nešíří ani jejich rozmnožování nemá invazní charakter. V praxi se tak takové druhy podobají výše zmíněným naturalizovaným druhům.

## 2.2 Invazní proces

Jedním ze základních kritérií, jak klasifikovat zavlečené rostliny je míra zdomácnění, tedy ve které fázi invazního procesu se právě druh na konkrétním území nachází. Zda jsou přechodně zavlečené, naturalizované nebo již přešly do stadia invaze (vysvětlení pojmů viz výše). Během tohoto vývoje musí druh překonat několikero geografických a ekologických bariér (viz obrázek 1), které mají vliv na rychlost nebo i zastavení introdukce (Pyšek & Sádlo, 2004a; Pyšek & Tichý, 2001; Richardson et al., 2000).

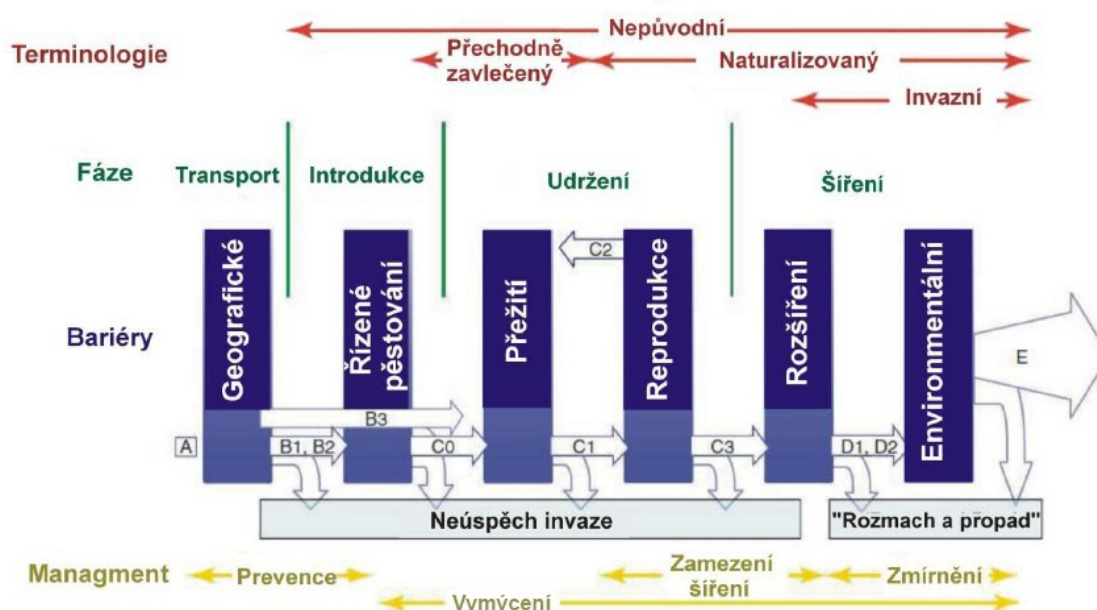


Obrázek 1: Schéma hlavních bariér omezujících šíření invazních rostlin. (vysvětlení v následujícím textu; převzato: Pyšek 2005)

Bariér zmíněných výše existuje dle Richardsona et al. (2000) celkem šest:

- A. Hlavní geografické bariéry – druh musí překonat velká území, která pro něj nejsou příznivá. Dle jeho vlastností to může být např. rozsáhlá vodní plocha, pohoří, poušť atp.
- B. Environmentální (lokální) bariéry – zejména klimatické nebo konkurenční podmínky v místě introdukce.
- C. Reprodukční bariéry – druh musí být schopen se rozmnožovat na novém území nezávisle na člověku. Pyšek a Tichý (2001) uvádějí, že po překonání této bariéry může nastat tzv. lag fáze (fáze opoždění, stagnace), kdy se druh adaptuje na místní podmínky, což trvá různě dlouho (např. u bolševníku velkolepého v České republice se uvádí cca 100 let).
- D. Rozšiřovací bariéry – překoná-li druh tuto bariéru, hovoříme již o invazním druhu. Aby se tak stalo, musí se rychle šířit na velkou vzdálenost.
- E. Environmentální bariéry (narušená stanoviště) – pokud druh překoná tuto bariéru je schopen obsazovat člověkem vytvořená či narušená stanoviště stejně nebo i lépe než původní druhy.
- F. Environmentální bariéry (přírozená stanoviště) – druh je schopen obsazovat i přírozená (ev. polopřírozená) stanoviště.

Systém překonávání bariér uvádí velmi podobně také Blackburn et al. (2011), který se pokusil o sjednocení dřívějších modelů invazního procesu. Stanovuje bariéry geografické – řízeného pěstování – přežití – reprodukce – rozšíření – environmentální (viz obrázek 2). Zásadní rozdíl oproti bariérám stanoveným Richardsonem et al. (2000) je ten, že nerozlišuje různá environmentální prostředí, jelikož druhy odlišně reagují na různé stupně narušení. Uvádí také, že i po překonání všech bariér může dojít u druhu k vymizení ev. poklesu populace a invazní proces tak může skončit neúspěchem.



Obrázek 2: Rámec biologických invazí (převzato z Bartoš 2013, dle Blackburna et al. 2011 a Pyška 2005)

### 2.2.1 Faktory ovlivňující invaze

Potřeba nalézt zákonitosti, které ovlivňují invaze, abychom byli schopni je co nejpřesněji předpovídat, a tedy jim i zabránit, je už v současnosti zájmem nejen vědeckým, ale často i zájmem ochrany přírody, dokonce čím dál častěji i politickým a ekonomickým zájmem. Klade to čím dál vyšší nároky na co nejpřesnější předpovědi a dokonalost predikčních modelů (Křivánek, 2006a). Bohužel faktorů, které invaze ovlivňují, je celá řada, včetně vlivu náhody (druh musí být tak říkajíc ve správnou chvíli na správném místě), a jejich předpovídání není tak jednoduché.

Na jedné straně máme vlastnosti konkrétních druhů, které jsou v invazním procesu. Tyto vlastnosti se ale během něj mohou i měnit, jelikož se rostlina může adaptovat na nové podmínky, jak tvrdí Pyšek & Tichý (2001). Dále také uvádějí, jaké vlastnosti se objevují ve výčtu úspěšných invazních druhů nejčastěji. Bývá to dobrá klíčivost semen, snadné a rychlé šíření, schopnost přežívání za nepříznivých podmínek, velká plodnost atp. Nesmíme ale přehlédnout fakt, že se tyto vlastnosti objevují velmi často i u rostlin, které invazními nejsou. Moravcová & Gioria

(2018) a Gioria et al. (2019) poukazují na to, že tvorba vytrvalejší semenné půdní banky<sup>2</sup> je vlastnost, která je jednou z nejvýznamnějších, jež ovlivňuje invazivnost druhů. Při porovnání druhů v České republice invazních a naturalizovaných (ale nikoliv invazních) bylo zjištěno, že invazní rostliny mají lehčí a kulatější semena, která vytvářejí vytrvalejší semennou půdní banku mnohem snáze. Nicméně brát v úvahu jen druhové vlastnosti je přílišné zobecnění a nelze takto invaze hodnotit, i když nám tyto informace mohou napomoci zhodnotit invazivnost daného druhu. Hodnocením vlastností invazních druhů se zabývalo několik autorů. Baker (1974) uvádí klíčení semen v různém čase a v širokém spektru podmínek, vysokou produkci semen a jejich dlouhou životnost, rychlý růst a vysokou schopnost regenerace z úlomků, schopnost šíření a opylení bez specifického opylovače, případně samosprašnost. Crawley et al. (1996) zmiňují navíc větší velikost invazních druhů i jejich semen, dobu květu výrazně brzkou či naopak pozdní oproti původním druhům. Dále můžeme zmínit velkou produkci biomasy a celkovou schopnost přežívat v nepříznivých podmínkách (Pyšek 2001a).

Významným faktorem rostlinných invazí, a jak vyplývá z poznatků Pyška, Kučery & Jarošíka (2004) významnějším než vlastnosti druhu, jsou vlastnosti společenstva, tedy invazibilita. Na zavlečený druh v novém společenstvu číhá hodně nástrah, které ovlivňují, jak moc je náchylné nebo odolné vůči invazi. Chytrý & Pyšek (2009b) uvádějí zejména přítomnost herbivorů a patogenů, klimatické podmínky, konkurenční tlak od původních druhů.

Další faktory související s invazibilitou společenstev uvádějí Chytrý & Pyšek (2009c). Největší mírou invazibility trpí společenstva, jež jsou hodně nebo často disturbována (např. orná půda, ruderalní stanoviště, pobřežní vegetace). Stanoviště s přechodným přebytkem volných zdrojů, který vznikl narušením stanoviště (např. paseka po odstranění stromů – živiny v půdě, více světla). Zvýšení invazibility z důvodu volných zdrojů může způsobit i zvýšení jejich dodávek z okolí (např. hnojení orné půdy). Analogicky můžeme uvést jako společenstva nejméně invazibilní ta, která nejsou narušována a nemají volné zdroje, ale samozřejmě to nemusí platit vždy. Paradoxně, je-li společenstvo pravidelně disturbováno a tato narušení ustanou, může invazibilitu zvýšit

---

<sup>2</sup> Zásoba živých semen v půdě a na jejím povrchu.

právě takováto odchylka od standardního režimu (např. pravidelně sečená louka je málo náchylná k invazím, pokud ji sekat přestaneme, invazibilita se zvyšuje).

Některá obecná pravidla týkající se invazibility lze odvodit z pozorování invadovanosti na velkých územích, která zmiňují Chytrý & Pyšek (2008) nebo Chytrý & Pyšek (2009a):

- A. Ostrovy jsou invadovány více než pevnina. Důvodem je pravděpodobně existence volných nik, která říká, že ostrovy mají méně druhů a některé zdroje tak zůstávají nevyužity a biotopy neobsazeny. Toho velmi dobře dokáží využít zavlečené druhy<sup>3</sup>. Tuto teorii doplňuje ještě další<sup>4</sup>, která uvádí, že ostrovní druhy jsou méně konkurenceschopné z důvodu nižší diverzity v průběhu evoluce.
- B. Nový svět je invadován více než Starý svět. Středomoří je považováno za kolébku rostlinných invazí (většina nepůvodních druhů v rámci celého světa má původ v Evropě (Pyšek, 1998 in: Chytrý & Pyšek, 2008)).
- C. Temperátní a boreální zóna je více invadovaná než tropy. Tropy mají přirozenou rezistenci vůči nepůvodním druhům, a to pravděpodobně díky obrovskému množství biomasy a velké rychlosti obnovy po narušení.
- D. Nížiny jsou více invadovány než horské oblasti. Ačkoliv počty druhů s nadmořskou výškou obecně klesají, počty nepůvodních druhů v tomto směru klesají ještě rychleji. Pravděpodobně na to má vliv hustota osídlení a dopravní sítě, které také klesají s nadmořskou výškou a klesá tedy míra zavlékání člověkem. Dalším důvodem, zejména pro druhy horské, jsou nížiny, které se velmi často nacházejí mezi pohořími, působící v procesu introdukce jako geografické překážka.

Chytrý & Pyšek (2009b) učinili srovnání invadovanosti a invazibility na úrovni rostlinných společenstev v České republice, ve Velké Británii a v Katalánsku. Zjistili, že ačkoliv se oblasti liší svým charakterem (klíma, biogeografická historie, vliv člověka,

---

<sup>3</sup> Viz teorii ostrovní biogeografie (MacArthur & Wilson, 1967).

<sup>4</sup> Viz teorii Sax & Brown (2000)

styky s oblastmi odkud byly zavleány nepůvodní druhy) a liší se z valné většiny i druhy nepůvodních rostlin, které se v oblastech vyskytují, tak přesto data<sup>5</sup> o invadovanosti ze stejných společenstev těchto oblastí jsou si velmi podobná. Dle toho můžeme vytvořit domněnku, že jednotlivá společenstva mají specifické vlastnosti (jež mají vliv na invaze) a tyto vlastnosti jsou poměrně hodně nezávislé na geografické oblasti a skladbě nepůvodních druhů rostlin.

Hodnocením invadovanosti se zabývá například Catford et al. (2011), který navrhuje nejdříve třináct kritérií, která by měl mít vhodný ukazatel (indikátor) invadovanosti (např. ekologická smysluplnost, široká použitelnost a porovnatelnost, nezávislost na rozsahu, měřitelnost, spolehlivost, jednoznačnost, efektivnost vzhledem k nákladům, ohleduplnost k ekosystému a přirozené biotě, dostupnost dat). Dále zmiňuje dvanáct ukazatelů, hodnotí jejich výhody, nevýhody a užitečnost a z nich doporučuje k užívání dva nejvhodnější. A sice relativní bohatost nepůvodních druhů (*relative alien species richness*) a relativní hojnost nepůvodních druhů (*relative alien species abundance*). O obou těchto ukazatelích platí, že jsou nezávislé na velikosti území. První z nich říká, jak se změnila druhová bohatost. Druhý popisuje početnost, hustotu nebo pokryvnost nepůvodních druhů.

Chapman et al. (2019) se zabývali invadovaností sladkovodních ekosystémů ve Velké Británii v souvislosti s propojením s ohnisky lidské rekreační činnosti v jejich blízkosti. A dle jejich zjištění lze prohlásit, že zejména rybaření a další vodní sporty významně podporují náhodné šíření nepůvodních druhů. A pokud by bylo možné provést rozsáhlou studii konkrétních cest a mechanismů šíření v souvislosti s konkrétními taxony, bylo by snazší a účinnější i řízení invazí.

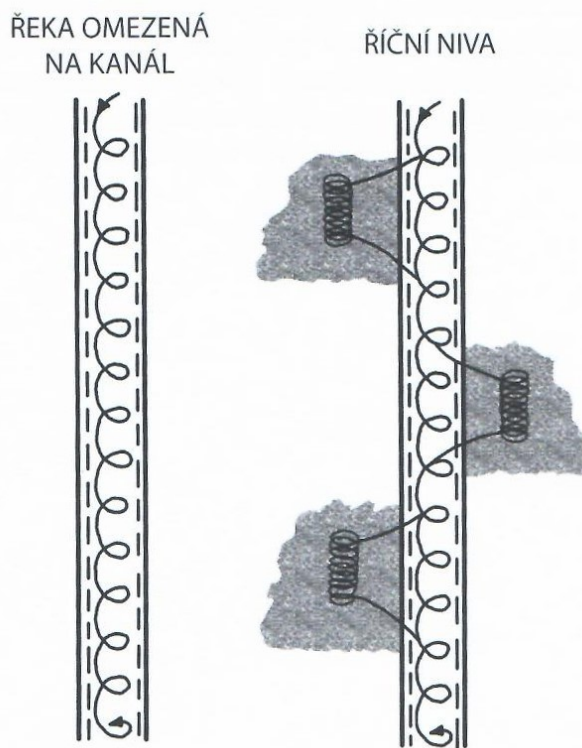
## 2.3 Invaze v břehové vegetaci

Vodní toky jsou tzv. proudovým (průtočným) koridorem a tvoří tak migrační cesty, regulují tok vody a umožňují šíření nejen minerálních látek, ale také šíření semen, resp. diaspor (Kovář 2014). To je i hlavní specifikum invazí v říčních (údolních) nivách,

---

<sup>5</sup> Data byla zaznamenána na fytocenologických snímcích.

resp. v břehové vegetaci. Obrázek 3 ukazuje schéma živinové spirály u toku s regulací břehů a tok doprovázený říční nivou.



Obrázek 3: Znázornění živinové spirály řeky s regulovanými břehy izolující tok od okolí a řeky propojené s mokřadními ekosystémy v nivě. (Převzato: Kovář 2014)

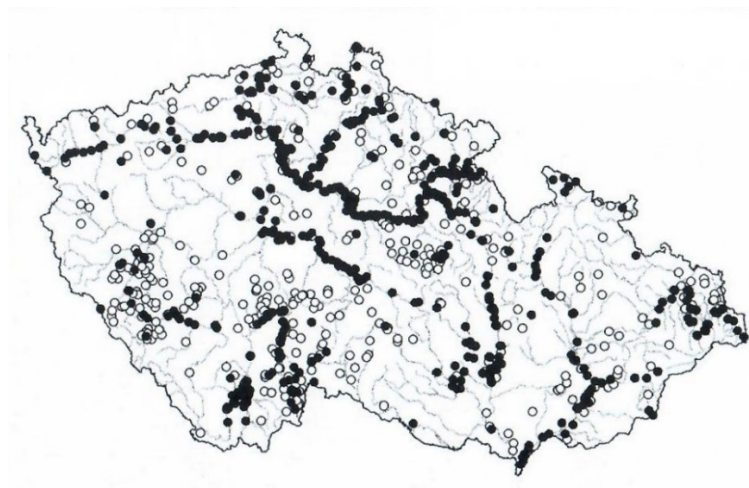
Jako břehová je označována vegetace v pásu podél vodního toku. Jeho šířka se může pohybovat cca mezi 5 a 15 metry. Zároveň platí podmínka, že je tato oblast nejméně jedenkrát ročně zaplavována (Matějček 2007b).

Oblast říční nivy definují např. Prach et al. (2003) jako oblast podél vodního toku, která je jím přímo ovlivňována formou pravidelných záplav (ev. pokud je takový vliv doložen v dřívějších dobách). Jde zároveň o specifický ekosystém, ve kterém je tok energie, hmoty a informací velmi rychlý, časoprostorová proměnlivost je zde vysoká a také je takový ekosystém velmi produktivní. Může být tzv. ekotonem, tedy okrajovým společenstvem na hranici dvou odlišných ekosystémů (v tomto případě vodní a suchozemské prostředí), pro něj je charakteristická druhová bohatost, ovšem často jen do doby, než je zatížen rostlinnou invazí.

Chuman et al. (2008) shrnují důvody šíření invazních neofytů v říčních nivách:

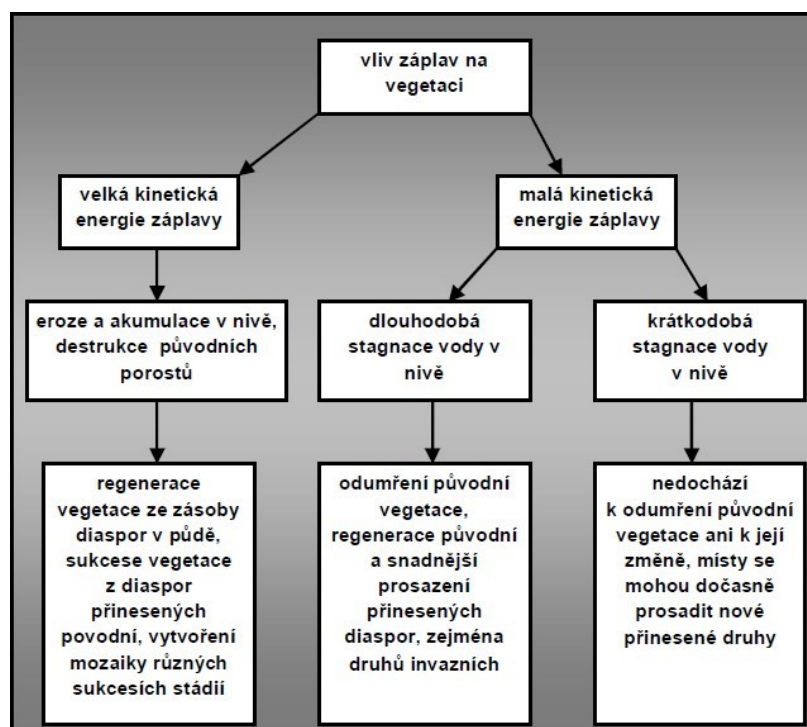
- A. Říční niva je velmi exponovaná a dynamická oblast.
- B. Vodní toky jsou „dopravními tepnami“ krajiny (rychlý transport diaspor).
- C. V říčních nivách a jejich blízkosti jsou koncentrována sídla a hospodářské činnosti lidí.
- D. Říční nivy jsou velkým zdrojem živin.
- E. Nivy jsou pravidelně narušovány povodněmi.
- F. Jedná se o člověkem často degradované území.

Přesuny organismů po proudu vodního toku i proti němu jsou zcela přirozené. Jsou běžné jak u druhů, které se na tento typ migrace specializují (hydrochorie) i u těch, které žádnou adaptaci nemají (Malanson, 1993 in: Prach et al., 2003). Tedy i invazní druhy se touto cestou hojně přesouvají, resp. šíří a invadují další stanoviště. Tento efekt ještě umocňují povodně. Jak uvádí například Richardson et al. (2007), jsou v takovém režimu silným proudem účinněji přenášena semena. Zároveň jsou také erodovány břehy a s erodovaným materiálem jsou často unášeny také další propagule (např. oddenky) invazních druhů. Eroze také vytváří výraznou distrubanci na březích a na těchto narušených místech se mohou jakékoliv diaspory dobře uchytit (Nobis et al. 2018). Jako příklad lze uvést netýkavku žláznatou (*Impatiens glandulifera*) podél toku Berounky. Ta se zde do roku 1995 nevyskytovala (nebyla uváděna) a po povodních v roce 1996 a 1997 se objevila podél celého sledovaného úseku toku, tj. mezi Plzní a Prahou (Rydlo, 2001 in: Prach et al., 2003). Z mapy na obrázku 4 je evidentní výskyt netýkavky žláznaté, jednoho z nejvýznamnějších invazních druhů u nás, zejména podél vodních toků (Prach et al. 2003).



Obrázek 4: Rozšíření netýkavky žláznaté (*Impatiens glandulifera*) v ČR (převzato: Prach et al. 2003)

Vliv záplav na vegetaci údolních niv řeší také Chuman et al. (2007). Souhrn je přehledně uveden na obrázku 5.



Obrázek 5: Vliv záplav na vegetaci údolních niv (převzato: Chuman et al. 2007)

Křídlatky, které jsou významnými invazním druhy po celém světě, se na valně většině invadovaných míst rozmnožují zejména vegetativně za pomoci oddenků a fragmentů stonků. Colleran et al. (2020) shrnují vliv tohoto druhu na erozi říčních břehů.

Uvádějí, že jakmile křídlatka obsadí lokalitu a vytlačí původní druhy, stabilita břehů je velmi narušena už jen absencí původního kořenového systému. Oddenky křídlatek tak zesilují účinky eroze, a to zejména při povodních. Erozní síly z křídlatek oddělují propagule, v tomto případě části oddenků a stonků, a větší proudění vytváří vyšší počet těchto částí. Ty jsou pak unášeny na menší i větší vzdálenosti dále po proudu. Lze proto říci, že vyvolaná eroze je hlavní hnací silou invaze křídlatky podél vodních toků. Autoři závěrem, na základě dosavadních poznatků, vyslovují hypotézu, že křídlatky mohou mít vliv na značné zvýšení škod způsobených povodněmi a také na odolnost proti povodním, nicméně že prostředky vynaložené na kontrolu tohoto druhu mohou situaci značně zlepšit a vyplatí se nejen finančně, ale také ekologicky.

Zelnik et al. (2020) se při mapování rozšíření invazních druhů rostlin v břehové vegetaci několika slovinských řek zaměřili také na generalizaci poznatků o jejich výskytu. Výzkum se týkal 414 vodních toků, z nichž pouze 38 nebylo vůbec zatíženo invazí. Z jejich výzkumu vyplývá, že zatížení invazními druhy roste se vzdáleností od pramene, se zvyšující se rychlostí toku a jeho hloubkou. Naopak pokles tohoto zatížení byl zaznamenán s narůstající nadmořskou výškou, s výškou a strukturou přirozené vegetace, šířkou a úplností břehu, také s vyšší mírou přirozeného využití okolí a také s celkovým stavem řečiště i břehů.

## **2.4 Invaze v ČR**

V porovnání se zbytkem světa se problém invazních rostlin zdaleka nezdá tak závažný, nicméně rozhodně není zanedbatelný a vliv invazních druhů na naši krajinu velmi rychle roste a území České republiky rozhodně můžeme označit za náchylné k invazím. Má to hned několik důvodů. Naše země je protkána velmi hustou sítí komunikací (silnic, železnic, vodních toků), máme zde vysokou hustotu osídlení, krajina je poměrně silně disturbována a nemalý vliv má i velmi vysoká míra eutrofizace, kterou má na svědomí intenzivní zemědělství a velké přísuny dusíku z průmyslu a živočišné výroby. Dále hraje vliv poloha mezi většími krajinnými celky (Alpy, Karpaty, panonský bazén, oblast s výrazně oceánicky ovlivněným klimatem a oblast s nízkou rozmanitostí stanovišť), které mohou být zdrojem invazních druhů a které jsou výše zmíněnými komunikacemi (ať už přírodními či antropogenními) dobře propojeny. (Pyšek & Tichý, 2001; Pyšek & Sádlo, 2004b; Pyšek, 2005).

Květena na území České republiky čítá něco mezi 2500 a 3000 druhů, přesný počet se liší dle taxonomického pojetí autorů. Kubát et al. (2002) jich uvádí 2750. Druhů nepůvodních zahrnuje 1454, z tohoto počtu je 985 taxonů klasifikováno jako přechodně zavlečené, 408 jako naturalizované a 61 jako invazní (Pyšek 2018). Výše zmíněné hodnoty odpovídají tzv. „pravidlu deseti“ neboli *Tens Rules* v angličtině, které formuloval Williamson (1996). Podle tohoto pravidla se pouze 5–20 % zavlečených druhů stane naturalizovanými. Mezi nejvíce invadované oblasti u nás patří okolí lidských sídel, nížiny velkých řek, severní části země se značně narušenou krajinou a teplé nížiny, jež jsou využívány pro zemědělství a lesnictví.

Jak uvádí Pyšek et al. (2012) z výše uvedených 1454 nepůvodních druhů je 350 archeofytů (24,1 %) a 1104 neofytů (75,9 %). Z 1104 neofytů je 847 přechodně zavlečených, 207 naturalizovaných (ale neinvazních) a 50 je invazních (viz též schéma na obrázku 6). Zároveň říkají, že 747 (51,4 %) taxonů k nám bylo introdukováno úmyslně a o zbylých předpokládají zavlečení neúmyslně. Dále autoři ještě předvídají budoucí vývoj na našem území. Vzhledem ke stálému tempu přibývání cizích druhů v České republice odhadují jejich počet v roce 2050 na 1264.



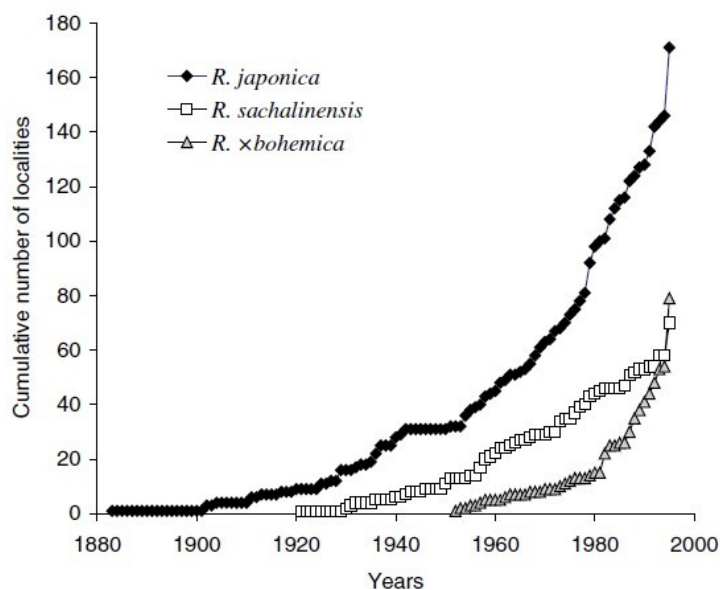
Obrázek 6: Schéma úspěšnosti neofytů v procesu invaze (upraveno autorkou)

Jehlík et al. (1998) stanovují 3 hlavní migrační cesty na území České republiky, přičemž tvrdí, že tyto cesty platí minimálně pro celou střední Evropu. Jde o cestu panonskou, východní a labskou. Panonskou cestou se k nám dostávají druhy směrem od Balkánu, zejména Podunajím a Pomoravím. Východní cesta byla v 1. pol. 20. století uplatňována nejméně, její význam vzrostl po roce 1946, spolu s nárůstem dovozu (zejména obilí) z bývalého SSSR, a tento vliv opět oslabil v 80. letech. Labská cesta je

v současnosti asi nejvýznamnější. Nepůvodní druhy (velmi často původem ze Severní Ameriky) se jí šíří přímo po Labi do labských přístavů v severních Čechách a dále pak i železniční a silniční dopravou.

Pyšek & Tichý (2001) podotýkají, že se problém invazí bohužel nevyhýbá ani chráněným územím. A to jak těm malým, kde bylo z celkového počtu zaznamenaných taxonů více než 15 % zavlečených (zkoumáno na reprezentativním vzorku 300 rezervací). U větších chráněných území je pak velkým problémem tlak na komerční využití, byť už bylo několikrát dokázáno, že vyšší počet návštěvníků s sebou nese v přímé úměrnosti také větší zasažení invazními druhy.

Nezanedbatelný podíl (13,3 %) nepůvodních druhů u nás tvoří také kříženci a hybridogenní taxony. Takových kříženců mezi původními a zavlečenými druhy je zaznamenáno 66 (Pyšek et al. 2002). Což nejen nahrává invazím jako takovým (Pyšek et al. 2003), ale zároveň tak mohou být ohroženy původní vzácné druhy, jejichž původní genetická identita je křížením ztracena (Pyšek 2005). Jako příklad, kdy má křížení vliv na intenzitu invadovanosti, lze uvést taxony *Reynoutria*, jak je vidět na obrázku 7). Podobný problém je popsán Křivánkem et al. (2004) u vrbovky žláznaté (*Epilopium ciliatum*), která se kříží s našimi původními vrbovkami, které tak ustupují do pozadí na genetické úrovni.



Obrázek 7: Nárůst kumulativního počtu lokalit s výskytem tří druhů rodu křídlatka (*Reynoutria*) v ČR (převzato: Mandák et al. 2004)

## 2.5 Dopady invazí

Ekosystémy nepostižené zavlečenými druhy už dnes téměř nenajdeme, v návaznosti na míru a rozšíření zásahů člověka. Už jen redukce původní vegetace ze zemědělských důvodů činí taková místa přístupnější nepůvodním druhům. Dopady v současné době stále zrcadlí historii kolonizace. Místa pod britským vlivem (USA, Austrálie a Nový Zéland, Jižní Afrika) jsou dodnes postižena nejvíce. Také klima má značný vliv, v podmínkách mediteránního charakteru je tento vliv patrný nejvíce, oproti tomu tropické lesy jsou na tom asi nejlépe, ačkoliv nejsou zdaleka tak odolné, jak se ještě nedávno předpokládalo (Pyšek & Tichý 2001).

Sféra vlivu rostlinných invazí zasahuje širokou škálu oborů od biologie přes environmentalistiku, etiku, estetiku, zdravotnictví, ekonomii až po politiku. Ačkoliv je v České republice počet invazních druhů poměrně nízký, přesto způsobují značné potíže. Při pohledu do jiných oblastí lze spatřit roční ztráty jednotlivých států v řádech desítek až stovek miliard dolarů (Pimentel 2002 in: Pyšek 2005), a to jde přitom jen o ztráty čistě ekonomické.

Poměrně známý příklad invaze nepůvodního druhu se značnými hospodářskými i environmentálními dopady jsou tamaryšky (*Tamarix*) mediteránního původu invadující jihozápad USA. Jak popisuje Zavaletta (2000), vytváří tato rostlina husté porosty, které omezují nejen původní rostlinný pokryv, ale také značně mění hydrologický režim oblasti, jelikož spotřebovává více vody než původní vegetace, čímž způsobuje nedostatek vody a mimo jiné tak zvyšuje sedimentaci materiálu ve vodních tocích, což zvyšuje frekvenci i intenzitu povodní. Zvýšený odběr vody tamaryškem má za následek také nadměrné zasolování půdy. Dle odhadů by náklady na úplnou eradikaci byly astronomické, nicméně návratnost by byla přibližně 17 let, a dále by všechny pozitivní společenské, ekonomické a ekologické důsledky této likvidace převážily a byly trvalé.

Příkladem z tropických a subtropických oblastí Afriky a Asie je zástupce vodních druhů tokozelka nadmutá (*Eichhornia crassipes*), jejíž domovinou jsou americké tropy, kde zdaleka není nijak dominantní. V nové oblasti však rychle a hustě zarůstá velké plochy a zastiňuje tak hladinu ostatním vodním organismům. Vedle toho ale také znemožňuje rybolov na afrických jezerech (což je ale pro místní zásadní zdroj obživy).

Naštěstí je tokozelka alespoň na některých místech účinně omezována tzv. biologickou kontrolou (v tomto případě vypouštění škůdců), v Asii navíc našli pro tuto rostlinu využití coby krmiva (Hejda & Pyšek 2018).

Horáčková (2018) popisuje problém rostlinných invazí v říčních nivách ve vztahu ke společenstvům měkkýšů, jako zástupcům bezobratlých živočichů. Výzkum byl zaměřen na nivy 10 řek a potoků v povodí dolního toku Labe na našem území a v nich na 4 nejhojnější druhy invazních rostlin s rozdílnými životními strategiemi (3 druhy křídlatek (*Reynoutria japonica*, *R. sachalinensis* a *R. xbohemica*) a netýkavku žláznatou (*Impatiens glandulifera*)). Bylo potvrzeno, že všechny 4 druhy ovlivňují druhovou diverzitu i počty terestrických plžů. A navíc bylo dokázáno, že v případě tří druhů křídlatek byl jejich vliv druhově specifický, což je poměrně překvapivé. Všechny zmiňované druhy s výjimkou křídlatky české snižují druhovou bohatost měkkýších společenstev o 16–42 % a druhovou početnost plžů o 29–90 % a všechny druhy bez výjimky snižují počty druhů malých plžů téměř o polovinu. Je tedy evidentní, že rostlinné invaze mají značný vliv také na malakofaunu.

Rostlinné invaze nemají vliv jen na nižší či býložravé živočichy, ale čím dál více se objevují i doklady o vlivu na masožravce. Hardesty-Moore et al. (2020) uvádějí příklad z Kalifornie, kde zkoumali vliv invazního druhu trávy *Arundo donax* (trst' rákosovitá), která vytváří husté monokulturní porosty, na použitelnost stanovišť pro masožravce. Bylo prokázáno, že v místech, kde je hojně rozšířena tato rostlina, je nižší výskyt všech masožravců než na stanovištích s původní vegetací. Hojnost malých savců byla v porostech stejná nebo dokonce vyšší, což si autoři výzkumu vysvětlují tím, že porost *Arundo* jim poskytuje dobré útočiště. Celkově tato invazní rostlina mění druhovou skladbu a tím i dynamiku celého ekosystému a vztahy mezi trofickými úrovněmi.

Uvedené příklady dokládají, že problematika rostlinných invazí zdaleka není tak jednoduchá, jak by se mohla na první pohled zdát. Že zde nemluvíme o prosté výměně jednoho (původního) nebo i více druhů za jiný (invazní), ale že i zde se projevuje komplexnost fungování ekosystémů. A sice že, z našeho pohledu obyčejné, narušení stanoviště, nevědomé zavlečení několika semen nebo třeba hnojení může mít vliv (nejčastěji negativní, i když ani pozitivní není vyloučen) na mnoho ekosystémových složek a tím pádem i na ekosystém jako celek.

Asi nikdo nemá představu, že bychom se měli snažit stav krajiny vrátit do doby před začátkem neolitu, kdy to vše vlastně začalo, neboť vývoj krajiny je zkrátka přirozeným jevem (Pokorný & Sádlo 2004), nicméně ponechat ji takřikajíc jejímu osudu v současném stavu, kdy jsou na mnoha místech invazní rostliny výrazným faktorem určujícím dynamiku krajiny, by nebylo moudré. Avšak je třeba dělat rozdíly. Ne každý zavlečený druh způsobuje závažné problémy. Stejně jako jsou druhy, které, ač nepůvodní, nijak zvlášť v novém prostředí neškodí, známe také druhy domácí (např. třtina křovištní, *Calamagrostis epigejos*), které krajinu pozměňují mnohem výrazněji než velká část neofytů (Pyšek 2005).

## 2.6 Řešení invazí

Pro úspěšné řešení introdukovaných, resp. invazních druhů je především třeba se zaměřit tam, kde je to opravdu potřeba, tedy na druhy, které jsou skutečně nebezpečné. Jak míní Pyšek & Sádlo (2004c), nelze „hodit do jednoho pytle“ nebezpečné invazní druhy, jako je například bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*), a „mírumilovné kyticky, které jen rozhojňují druhovou diverzitu naší přírody“, jako například kejklířku skvrnitou (*Mimulus guttatus*) nebo rostliny, jež nám přinášejí mnoho užitku a nikterak nám neškodí, což je například vinná réva či ječmen.

Někteří autoři (Pyšek & Sádlo 2004c) jsou dokonce toho názoru, že ani taxony výrazně invazního charakteru nemusí nutně vyžadovat náš zásah. Jako příklad uvádí netýkavku žláznatou (*Impatiens glandulifera*), která se dnes vyskytuje na březích už většiny našich řek a zejména v době květu a při pohledu z větší vzdálenosti působí dojmem, že ve stínu jejích porostů už nic jiného neroste. Nicméně tomu tak není, i v případě, že dominuje, nikdy radikálně skladbu porostu nemění, a i ve společnosti tohoto druhu se udrží řada dalších (někdy i vzácných). Ve chvíli, kdy se n. žláznatá introdukuje na nové místo, extrémně rychle se rozšíří na velkou část, nicméně poté zpomalí a dále se již tolik nešíří, jak je vidět ve srovnání Jizery a Berounky. Na prvním zmiňovaném toku se netýkavka vyskytuje více než sto let, na druhý invadovala teprve v letech 1997–98 (a v několika málo letech se rozšířila podél valné části toku) a přitom je na obou tocích aktuálně situace skoro stejná.

Zároveň je dobré aplikovat přístup, který je v jiných oborech (typicky např. zdravotnictví) zcela běžný, a sice že je mnohonásobně snazší a ekonomicky výhodnější zařídit, aby k nežádoucímu jevu, v našem případě invazi, vůbec nedocházelo (Pyšek 2005; Prach et al. 2003). Taková prevence v případě invazí ovšem vůbec není jednoduchá. Většinu z nich dokonce zaznamenáme až když probíhají, jelikož jsou jednotlivé invaze velmi specifické a stačí nepatrně jiné podmínky, aby se rozhodlo o tom, zda k invazi dojde či ne (Pyšek & Sádlo 2004b). Proto jsou kladeny poměrně vysoké nároky na přesnost předpovědí. Jak shrnuje Krivánek (2004), je zde velká touha po predikčním modelu, který by se 100% přesností uměl určit druhy invazní, které je třeba likvidovat, i druhy bezpečné, aby nevznikaly ekonomické ztráty jejich nevyužitím v jakémkoliv odvětví. Zároveň by měl být schopen zahrnout prvek náhody a všechny možné proměnné, a navíc být jednoduchý a rychlý. Takový model bohužel neexistuje, ačkoliv se mnoho odborníků snaží tomuto ideálu přiblížit. Samozřejmě jakákoliv možnost předpovědi invaze může být velmi nápomocná, ať už invazi zabráni nebo její důsledky zmírní, jelikož budeme lépe připraveni.

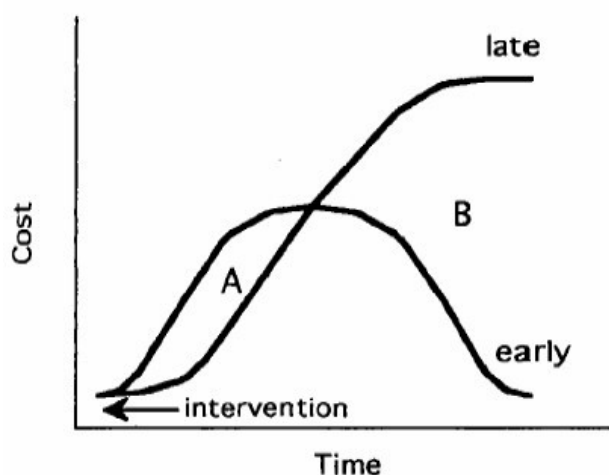
Částečně se takovou predikcí zabývá mimo jiné strategický dokument, který vytvořili Pergl et al. (2016). Slouží jako výchozí bod pro stanovení priorit v systémech prevence, včasného varování a řízení, zahrnuje tzv. Černý, Šedý a Varovný seznam pro Českou republiku. Stalo se tak po vzoru celoevropského dokumentu<sup>6</sup>. Práce kategorizuje nepůvodní druhy rostlin i živočichů do skupin dle potenciálního vlivu na prostředí (proto je vhodné, že má ČR svůj vlastní dokument, který může lépe zohledňovat specifitu prostředí), současný stav jejich rozšíření a předpověď budoucího vývoje, typ napadených lokalit a způsob a míru proveditelnosti opatření. Černý seznam (Black list, BL) popisuje druhy s velmi negativním dopadem a jsou dále tříděny do tří kategorií (BL1-BL3) dle míry nebezpečí. Šedý seznam (Grey list, GL) zahrnuje druhy s menším dopadem, ale pro něž je žádoucí určitá úroveň řízení a regulace. Na seznam varovný (watch list, WL) byly zařazeny druhy, u kterých zatím nebyl zaznamenán výskyt na našem území, ale panuje u nich obava, že by mohly kolonizovat ČR v budoucnu. U této poslední kategorie je žádoucí monitoring.

---

<sup>6</sup> EU (2014): Regulation (EU) No 1143/2014 of the European Parliament and of the Council of 22 October 2014 on the prevention and management of the introduction and spread of invasive alien species. Official Journal of the European Union, L 317, 35–55.

Možností předpovědí se v poslední době zabývali také Seebens et al. (2021), kteří se pokusili o první globální a mezidruhovou kvantitativní projekci počtu invazních druhů v rámci jednotlivých kontinentů až do roku 2050. Dle tohoto modelu se, stejně jako u jiných předpovědí, počítá se zvyšováním počtů, nicméně se autoři domnívají, že tento model by mohl pomoci k regulaci invazí, zároveň také připouštějí, že má-li být pokles signifikantní, je k tomu třeba mezinárodní politická vůle a spolupráce.

Když už invaze probíhá, mělo by být řešení nejen rychlé (na obrázku 8 je patrná závislost včasnosti zásahu na vynaložených nákladech), ale také promyšlené a koncepční. Jako příklad, kdy tomu tak nebylo, uvádí Pyšek (2004) vysekání netýkavky na jednom břehu řeky, která tvořila státní hranici. Ovšem hned příští rok se tam opět rozšířila, protože na opačném břehu k redukci nedošlo, a tak byly finance vynaloženy naprosto zbytečně. Pyšek (2004) také uvádí, že v České republice zatím nejsou širokou veřejností chápány rostlinné invaze jako závažný problém, což je, spolu s vysokými finančními náklady, hlavní problém boje s těmito invazemi. Jelikož vyžaduje právě vysokou vstupní investici a stejně tak dlouhodobou důslednou kontrolu. Odborných informací a výzkumů máme přitom pro naše území poměrně hodně.



Obrázek 8: Náklady na rostlinné invaze v závislosti na načasování zásahu (Chippendale 1991 cit. Hajzlerová 2010)

Pyšek & Sádlo (2004c), Blackburn et al. (2011) či Křivánek et al. (2004) uvádějí tři možné přístupy k omezení, resp. likvidaci invazních rostlin:

- A. Eradikace – úplné zničení všech populací včetně všech částí, které umožňují obnovení porostu. Tato metoda je nejrychlejší a nejúčinnější, ovšem také nejdražší.
- B. Kontrola – omezení výskytu druhu. Jde o likvidaci porostu jednak v zájmových územích a jednak okrajových populací sloužících jako zdroje pro šíření. Tato metoda nemá tak vysoké prvotní náklady jako eradikace, nicméně v dlouhodobém horizontu, který je nevyhnutelný, součet nákladů převyšuje. Je nutná kontrola a případně opakovaná aplikace metody, navíc je účinnost této metody nižší.
- C. Potlačení – zastavení šíření. Populace se tedy nijak neredukují, jen je snaha udržet tzv. status quo. Cílem je zabránit rozšíření do dalších stanovišť. Nutná je stálá kontrola.

Křivánek et al. (2004) dále zdůrazňují potřebu poznatků o lokalitě v níž má dojít k likvidaci invazního druhu a znalost invazního druhu samotného. Je třeba zajistit porost, aby nedošlo k opětovnému zarůstání vyčištěných ploch stejným nebo i jinými nežádoucími druhy, legislativní podporu zásahu a samozřejmě dostatek finančních prostředků. Pokud by nebylo z finančních důvodů možné zásah opakovat i několik sezón po sobě, jak je často nutné, je lépe se do likvidace vůbec nepouštět, jelikož průzkumy ukazují, že při jednorázovém zásahu dochází spíše k namnožení druhu než jeho redukci.

Metody samotné likvidace uvádějí Křivánek et al. (2004) mechanické (vysekávání, vytrhávání, vyrývání, orba, válcování), chemické (herbicide), fyzikální (zmrazování, infračervené záření, oheň) a biologické (biologičtí škůdci, pastevectví). Často se přistupuje ke kombinaci metod pro zvýšení účinnosti či optimalizaci nákladů. Každá z metod má také své nevýhody, někdy i převažující nad výhodami, jako je to například u fyzikálních metod, které jsou nákladné a v případě ohně i velmi nebezpečné. Využití některých druhů hmyzu, hub či patogenů jako biologické metody likvidace může být dokonce spojeno s rizikem jejich dalšího umělého rozšiřování a množení (v ČR se tento způsob proto nevyužívá). Nejčastější je u nás používání metody chemické v kombinaci s mechanickou.

Při volbě metody je třeba vzít v úvahu charakteristiku konkrétního druhu, přičemž odborných podkladů na toto téma už máme opravdu velké množství. Pyšek & Tichý (2001) uvádějí, že zatímco například u bolševníku je třeba důsledně zlikvidovat zejména zásobu semen jak v půdě, tak na rostlině samotné a malou část kořene, u křídlatek není třeba semena ničit vůbec, jelikož úmrtnost jejich semenáčků je téměř 100 %. Nicméně schopnost regenerovat z oddenků je u křídlatky extrémně dobře vyvinuta a nový porost může vzniknout z oddenku o váze 0,7 g, který se může zachytit a přemístit například na stroji provádějícím likvidaci stávajícího porostu (Křivánek et al. 2004).

Dobrou ukázkou toho, že na volbě likvidační metody záleží přináší Hutchinson et al. (2020). Popisují dva nejčastější přístupy k rostlinným invazím, a sice obnova ekosystému a podpora přirozených procesů, které upřednostňují původní druhy a vedle toho přímé ošetřování invazních druhů (například herbicidy). Nicméně podotýkají, že málokde se využívá obojí najednou. A to bylo právě předmětem jejich téměř desetiletého výzkumu, který se týkal invazního druhu *Lepidium latifolium* (řeřicha široolistá). Studie potvrdila lepší účinnost kombinace tradičních postupů likvidace (zde aplikace herbicidu) s obnovou přirozených ekologických funkcí. Kontrola invazí je tak účinnější než v případě použití jediné metody.

González et al. (2020) sledovali vliv folivorního brouka rodu *Diorhabda* (přezdívá se mu také tamaryšský brouk) na vegetaci tamaryšku (problematika byla detailněji popsána výše v kapitole 2.5 Dopady invazí) v nivách řek na americkém jihozápadě, kde byl brouk záměrně vysazen, po dobu 7 let (2010-2017). Výzkum ukázal, že v nivách došlo k poklesu výskytu tamaryšku v průměru o 75 % a místo něj se stal dominantním druhem *Pluchea sericea*, který je v oblasti původní. Tuto biologickou kontrolu lze tedy považovat za poměrně úspěšnou.

Uklidňujícím faktem snad je, že již nějakou dobu se problém invazí dostává i do zájmu politiků, jak dokládá například projekt DAISIE (**D**elivering **A**lien **S**pecies **I**nventories for **E**urope), který má za cíl inventarizaci evropských nepůvodních druhů či program ALARM (**A**ssessing **L**arge **S**cale **E**nvironmental **R**isks with **T**ested **M**ethods), který studuje obecně činitele ohrožující biodiverzitu (Pyšek et al. 2008b). Díky mezinárodní spolupráci z 20 zemí světa vznikla také databáze GloNAF (**G**lobal

Naturalized Alien Flora), která je soupisem naturalizovaných rostlinných druhů z celého světa a tvoří tak globální přehled (Pyšek 2018).

Trochu úsměvné „řešení“ nabízí Lepšová-Skácelová (2014), která uvádí několik svých zkušeností s pojídáním invazních rostlin, resp. jejich částí. Ochutnala a běžně konzumuje semena netýkavky malokvěté i žláznaté, netýkavkové semenáčky či mladé výhonky křídlatek. Autorka sama uvádí, že toto pojídání samozřejmě problém rostlinných invazí nevyřeší, nicméně nabízí způsob, jak z hojné přítomnosti těchto nezvaných hostů alespoň trochu těžit a připojuje také zmínku o využití v kosmetice.

### 3 Charakteristika zmapovaných druhů

Z počtu 50 invazních neofytů, které se vyskytují na našem území, bylo v zájmovém území, břehové vegetaci Kamenice, zaznamenáno těchto 7, resp. 10 taxonů:

Tabulka 1: Seznam zmapovaných invazních neofytů

| Latinský název                  | Český název           | Země původu     | První doložené zplanění na našem území | Způsob zavlečení  |
|---------------------------------|-----------------------|-----------------|----------------------------------------|-------------------|
| <i>Heracleum mantegazianum</i>  | bolševník velkolepý   | Evropa          | 1862                                   | úmyslné zavlečení |
| <i>Impatiens glandulifera</i>   | netýkavka žláznatá    | Asie            | 1896                                   | úmyslné zavlečení |
| <i>Impatiens parviflora</i>     | netýkavka malokvětá   | Asie            | 1870                                   | úmyslné zavlečení |
| <i>Quercus rubra</i>            | dub červený           | Severní Amerika | neuvádí se                             | úmyslné zavlečení |
| <i>Reynoutria japonica</i>      | křídlatka japonská    | Asie            | 1892                                   | úmyslné zavlečení |
| <i>Reynoutria sachalinensis</i> | křídlatka sachalinská | Asie            | 1869                                   | úmyslné zavlečení |
| <i>Reynoutria ×bohemica</i>     | křídlatka česká       | hybridní        | 1942                                   | úmyslné zavlečení |
| <i>Rudbeckia laciniata</i>      | třapatka dřípatá      | Severní Amerika | 1859                                   | úmyslné zavlečení |
| <i>Solidago canadensis</i>      | zlatobýl kanadský     | Severní Amerika | 1838                                   | úmyslné zavlečení |
| <i>Solidago gigantea</i>        | zlatobýl obrovský     | Severní Amerika | 1851                                   | úmyslné zavlečení |

Zdroj: Souborné dílo Květena České republiky: Bělohlávková (2004), Holub (1997), Slavík (1997, 2004), Koblížek (1990), Chrtek (1990). Údaj o prvním doloženém zplanění a způsobu zavlečení dle Pyška et al. (2012).

#### **Bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazianum*)**

Dvouletá až vytrvalá bylina původem ze Západního Kavkazu. Ve svém primárním areálu roste ve středně horském stupni v horských nivách, na okrajích horských lesů a podél vodních toků. Na našem území v lesních lemech, vlhkých loukách, ale i podél železničních a silničních koridorů, vodních toků či na rumišťích a rudérálních stanovištích

(Mandák 2006a). Nejstarší záznamy z České republiky pochází ze Slavkovského lesa, kde byl pěstován v zámeckém parku Lázní Kynžvart v roce 1862 a první záznam o zplanění v nedalekém okolí z roku 1877. Perlová et al. (2007) zmiňují, že v České republice za normálních podmínek vykvétou rostliny ve věku 3–4 roky, zatímco ve své domovině je to přibližně o dva až tři roky později, což lze přisuzovat náročnějším klimatickým podmínkám a kratší vegetační době. Bolševník zkrátka čeká, až se nahromadí minimální potřebné zdroje a pak okamžitě kvete. V nepříliš příznivých podmínkách původního areálu takto může čekat až 12 let, zatímco na našem území, kdy byl cíleně pěstován, dokáže vykvést již druhým rokem, a to může být jedním z důvodů úspěšné a hlavně rychlé invaze. O tomto taxonu koluje, dokonce i mezi odborníky, několik mýtů, které zmiňují a vyvracejí Perglová et al. (2007). Jde zejména o masivní produkci semen, kdy se uvádí více než 100 tis. na jednu rostlinu v jednom vegetačním období, skutečná produkce je u průměrného jedince okolo 20 tis. Dalším takovým mýtem je přežívání semen v půdní bance, které bývá mylně uváděno až 15 let, což je velmi nepravděpodobné. Z výzkumů vyplynulo, že po 3 letech přežívá v půdě už jen cca 1 % semen (ačkoli i to je pro tento druh více než dostatečné množství). Jde o velmi invazní druh, jehož likvidace je velmi náročná provedením i finančně a vyžaduje perfektní načasování (Mandák 2006a).

### **Netýkavka žláznatá (*Impatiens glandulifera*)**

Jednoletá bylina původem ze západní části Himaláje, kde roste podél řek a na okraji lesů (Mandák 2006). K nám byla dovezena jako okrasná rostlina, první záznam datujeme do roku 1846. První záznam o zplanění zmiňuje rok 1896 a plošnější šíření je udáváno na začátku 20. století (např. Jizera). Do konce 20. století byl již tento druh hlášen podél většiny větších toků (Prach 2001). Netýkavka žláznatá disponuje produkcí velkého množství semen a také téměř 100% klíčivostí. Dokáže, jak je obecně známo, růst na vlhkých až podmáčených stanovištích, ale zvládne i stanoviště poměrně suchá. Kvete sice až od poloviny léta, zato dlouhou dobu, často až do zámrazu (Skálová 2014) a tyto květy dokáží odlákat až 50 % opylovačů našim domácím druhům (Mandák 2006). Další informace o tomto druhu byly uvedeny v kapitolách 2.5 a 2.6 tohoto textu.

### **Netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*)**

Jednoletá bylina původem ze západní části Sibiře, západního Mongolska a středoasijských hor, kam můžeme zahrnout i západní část Himaláje. Ve svém primárním areálu se tento taxon vyskytuje zejména v okolí řek a potoků, na kamenitých horských svazích a obecně na vlhčích a stinných místech (v některých místech se vyskytuje až do nadmořské výšky 2600 m) (Mandák 2006, Slavík 1997). Jak v Evropě (1831), tak v České republice jsou nejstarší zmínky o výskytu z botanických zahrad. První informace o zplanění na našem území je datována mezi roky 1870 až 1890, a to ve středních a severozápadních Čechách, přičemž je možné, že do volné přírody se k nám netýkavka malokvětá dostala z botanické zahrady v německých Drážďanech. Současné rozšíření zahrnuje téměř celé naše území, proto i Prach (2001) hodnotí možnost úplné eliminace tohoto druhu u nás jako zcela zbytečnou a navrhuje důslednou ochranu posledních nezasazených lokalit.

### **Dub červený (*Quercus rubra*)**

Opadavý strom původem z východní části Severní Ameriky. Optimální stanoviště v původním areálu tohoto druhu jsou minerálně bohaté písčité až jílovité substráty v průměrných teplotách mezi 4 až 16 °C. Nicméně snese opravdu velmi rozmanité podmínky, kupříkladu zvládá větší zastínění než naše domácí druhy dubů (což neplatí o semenáčcích, u těch je to právě naopak, a to jim bývá osudným). U nás se vyskytuje zejména v lesích, na písčitých až jílovitých půdách a snáší krátkodobé zaplavení. První záznamy o pěstování u nás jsou z roku 1799 a dodnes je hojně pěstovaným druhem, ačkoliv v příznivých podmínkách předčí v růstu naše domácí druhy. Navzdory invaznímu charakteru je dub červený doporučován jako vhodný například do břehových porostů při revitalizaci říčních toků. I přesto, že rychle roste a intenzivně zmlazuje, se nechová tato dřevina příliš agresivně a její likvidaci lze omezit pouze na vzácná stanoviště (Křivánek 2006b).

### **Křídlatka (*Reynoutria* sp.)**

Na našem území se vyskytují celkem tři druhy křídlatek: japonská, sachalinská a česká. Všechny jsou vytrvalé byliny, jejichž vzrůst patří v Evropě mezi nejvyšší. Všechny tři taxony mají mohutné a velmi rozvětvené oddenky, které zajišťují velmi

rychlé a intenzivní šíření, jelikož generativně se u nás tyto druhy téměř nejsou schopné rozmnožovat (Pyšek & Mandák 2001). Křídlatka japonská (*R. japonica*), u nás nejrozšířenější, je původem z Japonska, kde zaujímá velmi pestré škálu stanovišť. Ruderální, podél řek a dokáže obsadit i vychládající lávová pole ve vyšších polohách. V ČR je často pěstovaná jako okrasná a zplňuje nejčastěji podél komunikací a vodních toků. Zplanění je u nás doloženo v roce 1892. Křídlatka sachalinská (*R. sachalinensis*) má primární areál na některých japonských ostrovech a na ostrovech Sachalin a Ullung-do. Tam obsazuje nejčastěji erodované břehy vodních toků v nížinách, v našich podmínkách je tomu podobně. Spontánní výskyt u nás je hlášen poprvé v roce 1869. Druh není rozšířen na takovém počtu lokalit jako předešlý taxon, ale vytváří o to mohutnější porosty. Křídlatka česká (*R. ×bohemica*) je křížencem obou předešlých druhů a jeho výskyt v ČR byl poprvé popsán v roce 1950. Není jisté, zda vznikl křížením přímo u nás, či byl jako kříženec introdukován z Asie, kde se oba rodičovské druhy taktéž překrývají. Tento hybridní taxon dokáže vytlačovat dokonce i oba rodičovské druhy, hojně se šíří a má největší porosty (Mandák 2006, Pyšek & Mandák 2001).

#### **Třapatka dřípatá (*Rudbeckia laciniata*)**

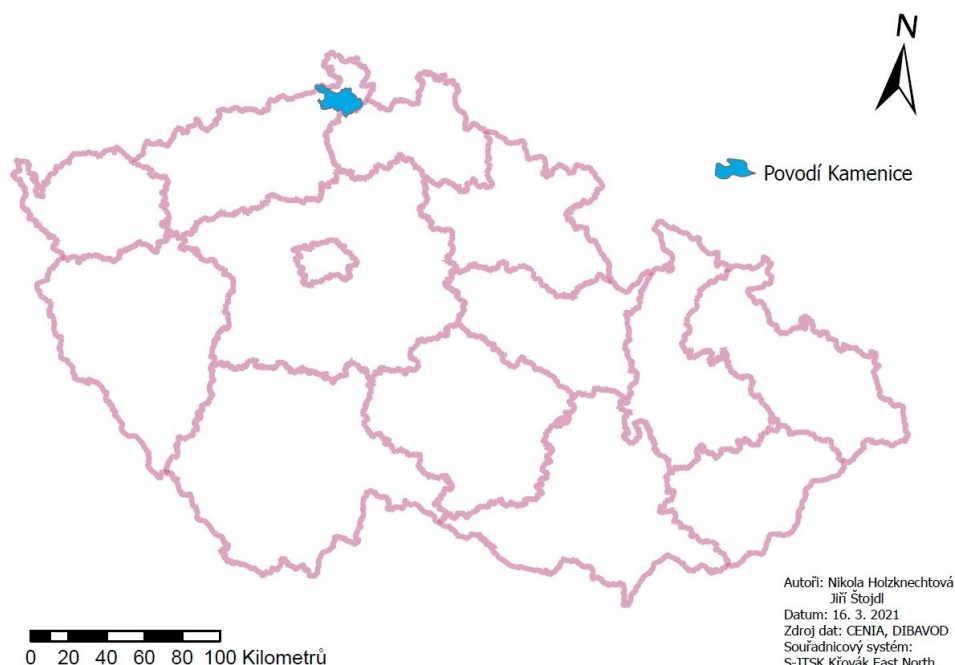
Vytrvalá bylina s plazivými oddenky původem ze severovýchodní Kanady a východní a střední části USA, kde roste na březích potoků a na vlhkých místech od nížin až po hory (Kořínková et al. 2006a). První zmínka z Evropy je doložena již roku 1615 (pařížská botanická zahrada). Na území České republiky se dostala pravděpodobně z Německa či Polska na začátku 19. století, první údaje o zplanění jsou z roku 1859 (Francírková 2001). Tento taxon lze nazvat velmi invazním, i když nečiní zdaleka takové problémy jako známější invazní druhy (zlatobýly, křídlatky atp.), což má několik důvodů. Ačkoliv snižuje diverzitu ve svém okolí, nejedná se o úplnou změnu, protože netvoří souvislé porosty. Nešíří se na příliš široké spektrum stanovišť, omezuje se na vodní toky v chladnějších oblastech. Etapu prudkého rozšiřování má druh již za sebou a ani z hojného pěstování v zahradách již není významně posilován. A jak dále uvádí Kořínková et al. (2006a), likvidace tohoto druhu by byla jen velmi obtížná pro možnosti šíření jak semeny, tak oddenky.

**Zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*), z. obrovský (*S. gigantea*)**

Vytrvalé byliny. Z. kanadský (*S. canadensis*) má primární areál rozšíření na většině území Severní Ameriky, kde roste na mýtinách, loukách, polích a okrajích cest. U nás má portfolio lokalit mnohem bohatější. Roste na periferiích obcí, rumišťích, v okolí hřbitovů a zahrad, na okrajích komunikací, železničních náspech a také na sušších březích řek. První doložené zplanění pochází z roku 1838. Zlatobýl obrovský (*S. gigantea*) má primární areál mnohem menšího rozsahu, zaujímá jižní Kanadu a USA, kde se vyskytuje na loukách, tmavých a vlhkých stanovištích a okrajích lesů. Do naší přírody se dostal v roce 1851 a najdeme ho na podobných lokalitách jako druh předchozí, nicméně je více vlhkomilný, a tedy například na březích vodních toků ho najdeme o něco častěji. Zlatobýly velmi rychle obsazují vhodná stanoviště, šíří se jak semeny (těch tvoří velké množství, jsou snadno šířitelná a dobře klíčí), tak i vegetativně odnožemi. Svým zastíněním a kořenovým systémem eliminují tyto druhy téměř kompletně ostatní vegetaci, a to zejména podél vodních toků (Kořínková et al. 2006, Pyšek 2001).

## 4 Vymezení a charakteristika sledovaného území

Řeka Kamenice pramení v Lužických horách na jihozápadním svahu Jelení skály (též zvana Konopáč) v nadmořské výšce 595 m n. m. Délka toku činí 35,6 km, po kterých se vlévá do Labe v Hřensku, jako její pravostranný přítok ve výšce 116 m n. m. Plocha povodí je 217,2 km<sup>2</sup> (ČHMÚ 2021). V Lužických horách Kamenice protéká Kytlickou vrchovinou a přitéká do Krušnohorské soustavy u České Kamenice v Růžovské pahorkatině a do Labe ústí v Děčínských stěnách. Nejvyšším bodem povodí Kamenice je Jedlová hora (774 m n. m.) (Štefáček 2008). Poloha Kamenice a jejího povodí je znázorněna na následujícím obrázku 9.

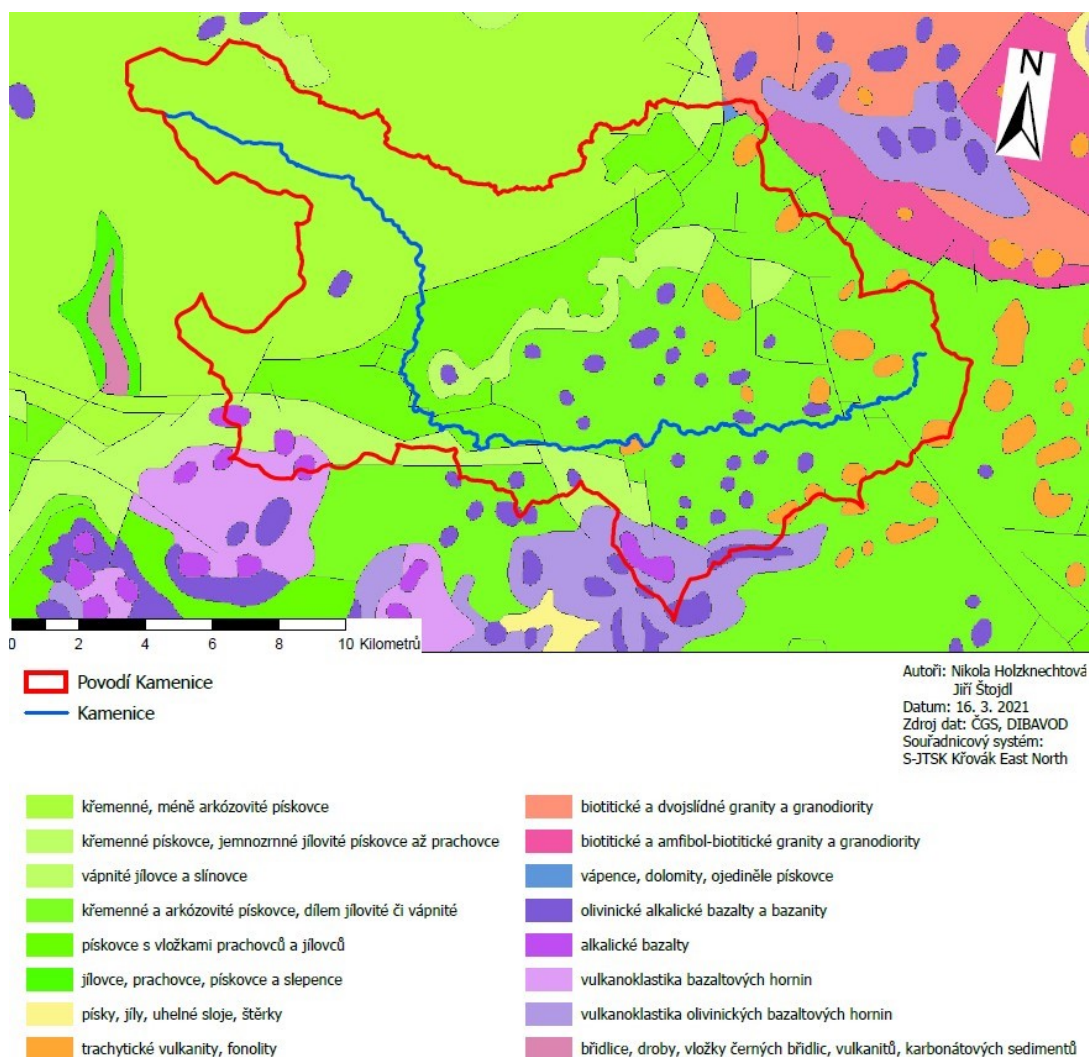


Obrázek 9: Poloha povodí Kamenice v rámci České republiky

### Geologická charakteristika

Celé povodí náleží pod geologickou jednotku Český masiv, dále do západosudetské oblasti. Což znamená, že povodí bylo geologicky utvářeno hercynským (variským) vrásněním v období středního devonu až svrchního karbonu (před 360 až 300 miliony let). Většina hornin však pochází z období svrchní křídly (před 80 miliony lety). V období zaplavení oblasti mořem vznikly mocné vrstvy usazenin, zejména křemenné kvádrové pískovce. Po ústupu moře (zhruba před 85 miliony let) zde zůstal zarovnaný povrch tvořený vápenitými, jílovitými, ale zejména písčitými sedimenty. Pískovec, který

velmi dobře podléhá hloubkové erozi, dal vzniknout mohutným skalním útvarům a skalním městům (dnes v oblasti známé např. Děčínské a Jetřichovické stěny či České Švýcarsko). Alpinské vrásnění (třetihory) mělo vliv zejména na Lužické hory, a tedy horní tok Kamenice. Vulkanickou činností zde vznikly útvary pod povrchem, které byly na několika málo místech později obnaženy (Zlatý vrch, Pustý zámek, na jižním okraji povodí např. známá Panská skála). Jedná se většinou o čedič, znělec či trachyt. V období čtvrtohor na území probíhala převážně už jen eroze (Chlupáč 2002). Geologickou stavbu povodí Kamenice ilustruje také obrázek 10.



Obrázek 10: Geologická charakteristika zájmového území

## Geomorfologická charakteristika

Dle Demka & Bíny (2012) je nejvyšší úroveň našeho členění georeliéfu nasazena na 4. řád evropského systému. Tedy naše provincie Česká vysočina, ve které se nachází celé zájmové území, náleží v rámci evropského systému vzestupně dále do Středoevropské vysočiny – Hercynid – Hercynské oblasti. Na úrovni nižších řádů – soustav – se povodí Kamenice rozkládá hned ve dvou z nich. Jde o soustavu Krkonošsko-jesenickou a soustavu Krušnohorskou. V rámci nich leží ve třech celcích: Lužické hory, Děčínská vrchovina a České středohoří. Do posledního jmenovaného celku zasahuje povodí jen velmi malou částí, a to do podcelku Verneřické středohoří. Jde o část povodí kolem obcí Česká Kamenice, Kamenický Šenov a Pysk. Část povodí na horním toku Kamenice spadá do celku Lužické hory, což je plochá hornatina se střední výškou 509 m n. m. na pískovcích svrchní křídý s průnikem neovulkanických hornin. Západní část povodí náleží do celku Děčínská vrchovina a podcelku Děčínské stěny. Jedná se o členitý reliéf převážně na kvádrových pískovcích svrchní křídý (stejně jako Lužické hory), místy dochází k pronikání bazaltoidních hornin. Typické jsou pro tento celek hluboce zaříznuté kaňony (např. údolí řeky Kamenice) a velmi členitý denudační reliéf (např. skalní města). Tabulka 3 uvádí ještě jednu přehledně geomorfologické části, do kterých povodí Kamenice náleží.

Tabulka 2: Geomorfologické členění povodí Kamenice (upraveno dle: Demek & Bína, 2012)

| Provincie Česká vysočina      |                             |                                    |                                |
|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Krkonošsko-jesenická soustava |                             | Krušnohorská soustava              |                                |
| Krkonošská podsoustava        |                             | Podsoustava Krušnohorská hornatina | Podkrušnohorská podsoustava    |
| Celek Lužické hory            |                             | Celek Děčínská vrchovina           | Celek České středohoří         |
| Podcelek Lužický hřbet        | Podcelek Kytlická hornatina | Podcelek Děčínské stěny            | Podcelek Verneřické středohoří |

## Klimatická charakteristika

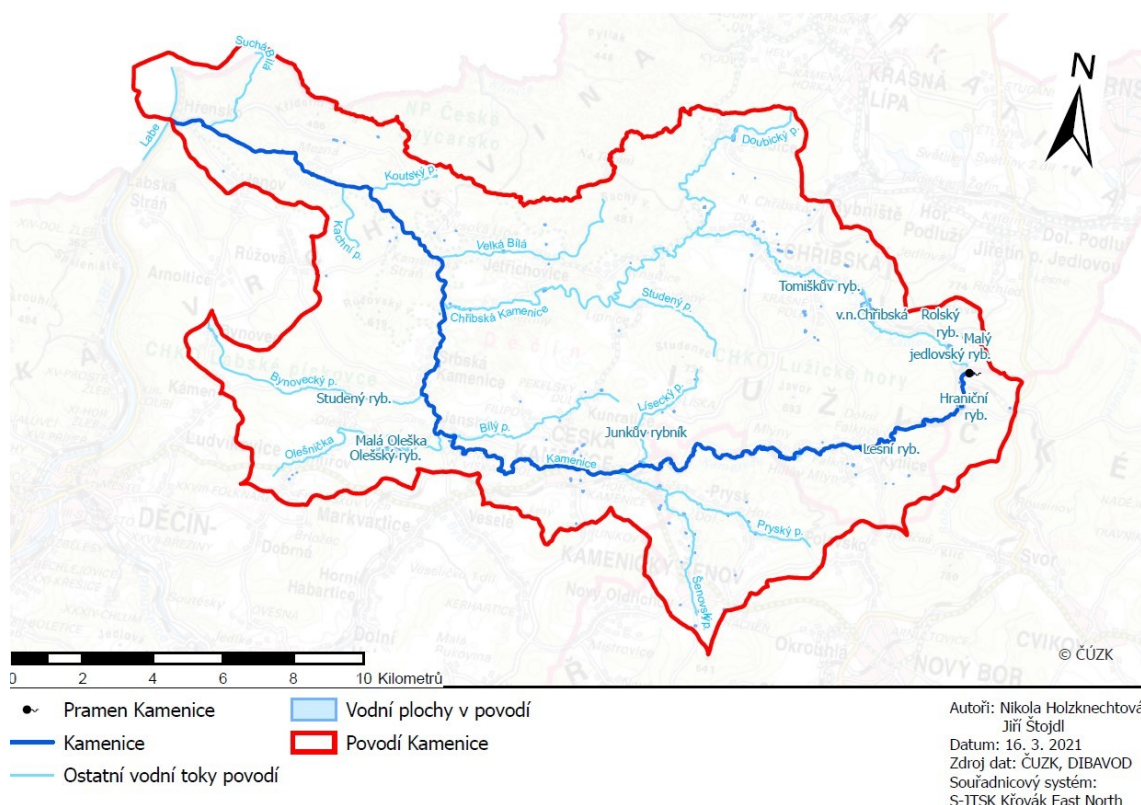
Dle Quittovy klimatické klasifikace se povodí Kamenice nachází ve čtyřech klimatických oblastech. Západní část spadá do teplé oblasti (T2), zbytek oblasti náleží dle klasifikace do skupiny mírně teplých (MT). V teplé oblasti (T2) se vyskytuje několik lokalit mírně teplého charakteru (MT2). Východní část území, tedy okraj Lužických hor, spadá do klimatické oblasti MT9 a mezi těmito částmi leží ještě oblast MT7. Charakteristika jednotlivých oblastí je uvedena v tabulce.

Tabulka 3: Char. klimatických oblastí v povodí Kamenice (Kol. autorů 2007)

|                                                        | <b>T2</b> | <b>MT2</b> | <b>MT7</b> | <b>MT9</b> |
|--------------------------------------------------------|-----------|------------|------------|------------|
| Počet letních dnů                                      | 50–60     | 20–30      | 30–40      | 40–50      |
| Počet dnů s průměrnou teplotou větší než 10 °C         | 160–170   | 140–160    | 140–160    | 140–160    |
| Počet mrazových dnů                                    | 100–110   | 110–130    | 110–130    | 110–130    |
| Počet letních dnů                                      | 30–40     | 40–50      | 40–50      | 30–40      |
| Průměrná teplota (°C) v lednu                          | –2– (–3)  | –3– (–4)   | –2– (–3)   | –3– (–4)   |
| Průměrná teplota (°C) v červenci                       | 18–19     | 16–17      | 16–17      | 17–18      |
| Průměrná teplota (°C) v dubnu                          | 8–9       | 6–7        | 6–7        | 6–7        |
| Průměrná teplota (°C) v říjnu                          | 7–9       | 6–7        | 7–8        | 7–8        |
| Průměrný počet dnů se srážkovým úhrnem větším než 1 mm | 90–100    | 120–130    | 100–120    | 100–120    |
| Srážkový úhrn (mm) ve vegetačním období                | 350–400   | 450–500    | 400–450    | 400–450    |
| Srážkový úhrn (mm) v zimním období                     | 200–300   | 250–300    | 250–300    | 250–300    |
| Počet dnů se sněhovou pokrývkou                        | 40–50     | 80–100     | 60–80      | 60–80      |
| Počet dnů zamračených                                  | 120–140   | 150–160    | 120–150    | 120–150    |
| Počet dnů jasných                                      | 40–50     | 40–50      | 40–50      | 40–50      |

## Hydrografická charakteristika

Délka toku Kamenice je udávána 35,6 km a je pravostranným přítokem Labe. Dle absolutní řádovosti jde o tok druhého řádu. Povodí je odvodňováno do Severního moře. Průměrný průtok Kamenice při ústí do Labe v Hřensku je  $2,65 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Nejvýznamnějším přítokem Kamenice je Chřibská Kamenice s délkou 21,8 km, která je pravostranným přítokem. Na Kamenici se nachází pouze jedna vodní plocha a sice Hraniční rybník, který leží na horním toku. V povodí, nedaleko obce Stará Oleška, jsou ještě dvě malé vodní nádrže (5,8 ha) Lesní I a II (Olešský rybník a Malá Oleška). A mírně na sever u obce Nová Oleška se nachází Studený rybník (Štefáček 2008). Lze říci, že vodní plochy nejsou nijak významné.

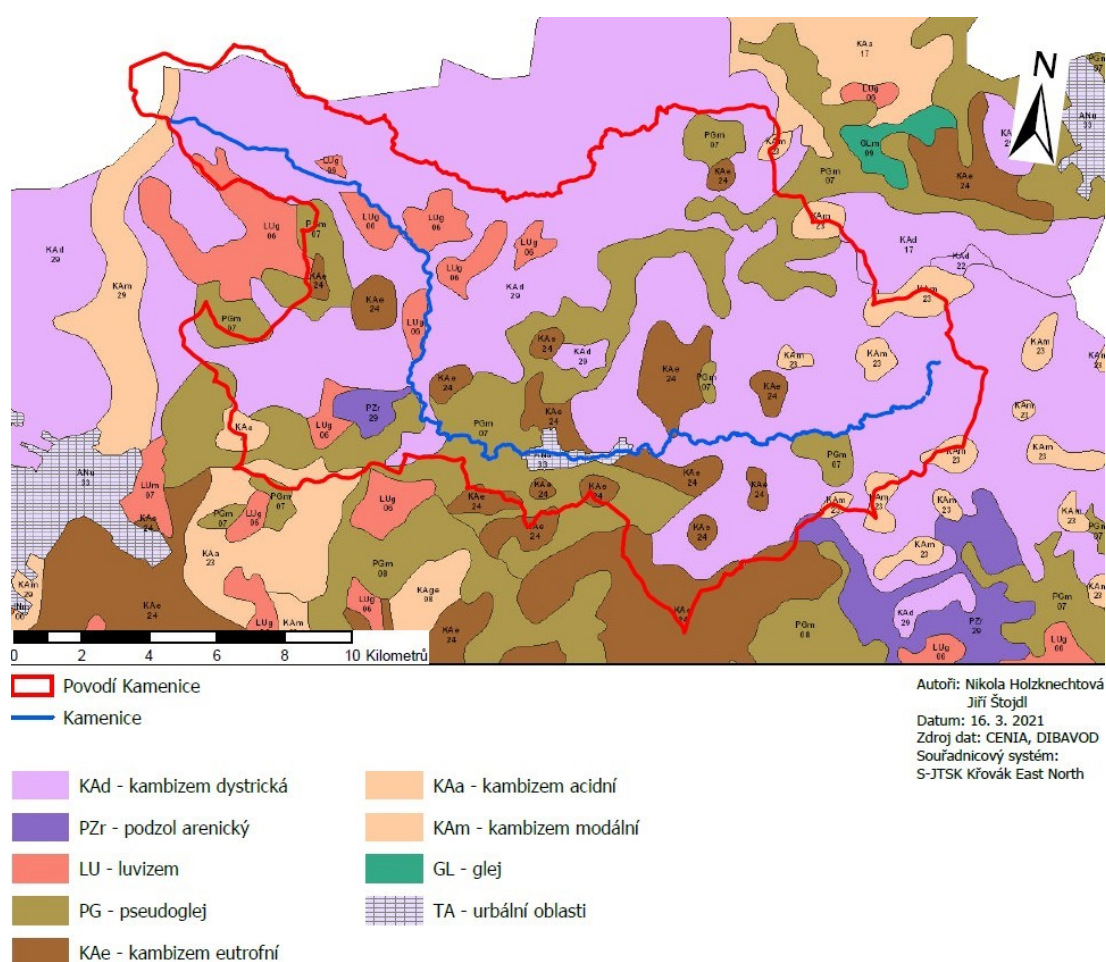


Obrázek 11: Hydrografická charakteristika zájmového území

## Pedologická charakteristika

Převládajícím půdním typem v povodí jsou podzoly, a to zejména tam, kde se nacházejí pískovcové sedimenty. Běžně jde o půdní typ vyšších oblastí, nicméně zde se jedná o humusoželezitý podzol z písků v nižších oblastech, který často vzniká pod

borovými doubravami. Je to půdní typ lesů, luk a pastvin. Hojně rozšířeným půdním typem oblasti jsou kambizemě, typické pro vrchoviny a pahorkatiny s ročním úhrnem srážek 500–900 mm. Jsou to půdy vývojově mladé. Dále v povodí Kamenice nalezneme pseudogleje, což jsou těžké kyselé půdy s vysokým obsahem organických látek. Na nivy vodních toků a zamokřená území se často váže výskyt glejových půd, je tomu tak i v případě Kamenice. Je to půda, která v minulosti byla nebo stále je zaplavována. Vyskytuje se zejména na horním toku Kamenice. Na středním toku najdeme poslední půdní typ oblasti, fluvizem. Tento typ je také zpravidla vázán na říční nivy a jde o velmi mladou půdu. V povodí sledovaného toku je to nejméně rozšířený půdní typ (Tomášek 2007).

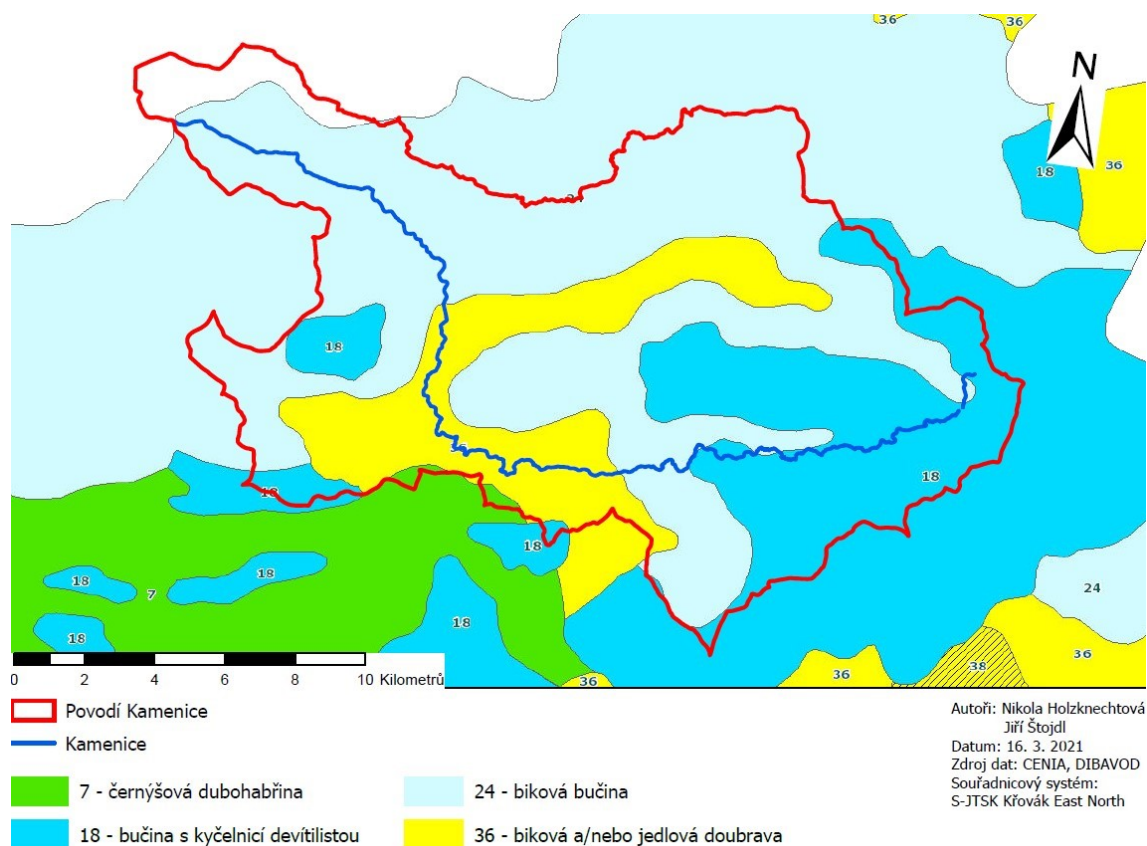


Obrázek 12: Pedologická charakteristika zájmového území

## Biogeografická charakteristika

Podle biogeografického členění řadíme povodí Kamenice do hercynské subprovincie, konkrétně ji tvoří 3 biogeografické regiony. Největší část povodí spadá do Děčínského bioregionu, dále pak Lužického bioregionu a Verneřického bioregionu. V Děčínském bioregionu je lesní pokryv 74 % z celkové plochy. Nejvíce je zastoupen lesní biotop subkontinentální borové doubravy, v menší míře acidofilní bučiny. Dělí se na fyto geografické okresy Růžovská tabule, Jetřichovické skalní město a Českokamenická kotlina. Lužický bioregion pokrývá lesní plocha ze 77 %. Z lesních biotopů jsou nejvíce zastoupené acidofilní bučiny a květnaté bučiny s dominantním bukem lesním. Lužický bioregion je totožný s fyto geografickým okresem Lužické hory. Verneřický bioregion má z celkové plochy pouze 31 % lesních porostů, je zde značné zastoupení travních porostů a orné půdy. Tento bioregion (fyto geografický okres Lovečkovické středohoří) však není pro povodí Kamenice příliš významný, do území zasahuje pouze velmi malá část (Culek et al. 2005).

Potenciální přirozenou vegetaci v povodí Kamenice tvoří z větší části biková bučina, dále bučina s kyčelníci devítilistou a biková a/nebo jedlová doubrava. Na nepatrné části povodí se vyskytuje ještě černýšová dubohabřina. (Neuhäuslová et al. 1998). Rozložení těchto oblastí v povodí znázorňuje obrázek 13.

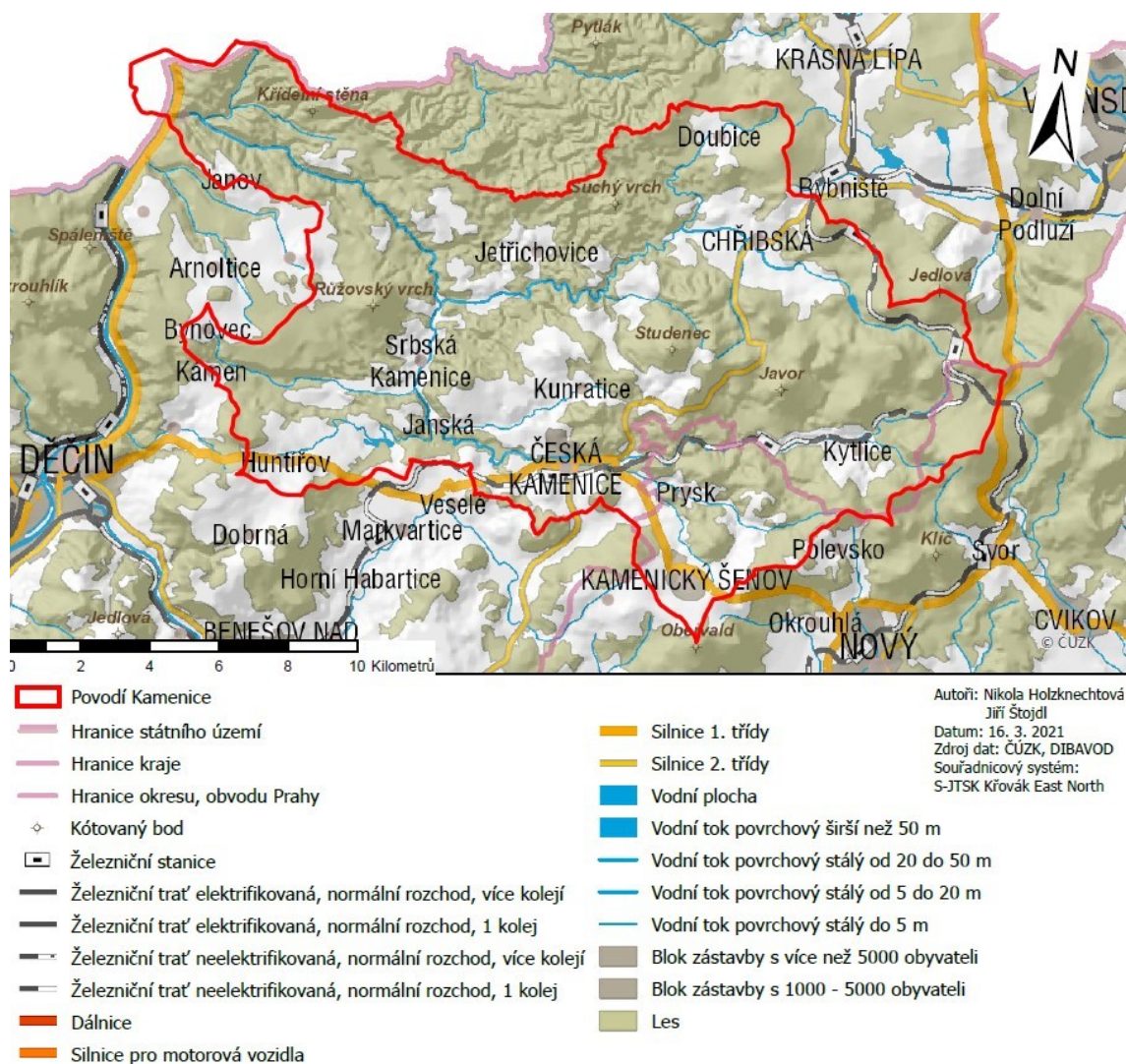


Obrázek 13: Mapa potenciální přirozené vegetace v zájmovém území

### Socioekonomická charakteristika

Valná většina území se rozkládá v Ústeckém kraji, jen nepatrná část zasahuje do kraje Libereckého, na jehož území se nachází například i pramen Kamenice. V povodí se nenachází žádná velká města, největší obcí je město Česká Kamenice, kterým tok přímo protéká. Dále Kamenice protéká obcemi Kytlice, Jánská, Srbská Kamenice a Hřensko. Dopravní síť v oblasti není příliš hustá. Nenachází se zde žádná rychlostní komunikace, železniční koridor nebo významný silniční nebo železniční uzel. Nicméně tok Kamenice je více než z poloviny své délky v těsné blízkosti jediné železniční trati v povodí nebo silniční komunikace nebo u obou těchto komunikací současně. Celé povodí řeky Kamenice leží v lokalitách, které jsou přírodně významné a náleží jim větší či menší stupeň ochrany. Z velkoplošných chráněných území nelze nejmenovat CHKO Lužické hory, CHKO Labské pískovce a zejména NP České Švýcarsko. Maloplošných chráněných území se zde nalézá velké množství např. NPR Růžák, NPP Pravčická brána, PR Pavlínino údolí, PP Meandry Chřibské Kamenice a mnoho dalších. Kromě zvýšené

ochrany a péče s sebou tyto významné oblasti však nesou i větší zatížení oblasti cestovním ruchem. Přímo na řeku Kamenici turisty láká zpřístupnění části soutěsek. Pomocí lodiček lze proplout směrem z Hřenska celou Edmundovu (Tichou) a Divokou soutěsku, které se nacházejí v klidovém území národního parku (dříve I. zóna NP).



Obrázek 14: Socioekonomická charakteristika zájmového území

## 5 Metodika

Data o výskytu invazních neofytů v břehové vegetaci Kamenice byla získána terénním průzkumem v září až říjnu v roce 2013<sup>7</sup>. Toto období bylo zvoleno ze dvou důvodů. Je to stále ještě doba květu valné většiny očekávatelných taxonů a zároveň je to doba, kdy lze očekávat nižší průtoky zvoleného toku, a to vzhledem ke známé nutnosti alespoň část toku brodit.

Mapování bylo provedeno podél celého toku Kamenice s výjimkou několika málo nepřístupných úseků. Část nepřístupných břehů byla dílem soukromých pozemků po obou stranách toku, nicméně nešlo o významně dlouhé úseky. Část toku (cca 900 m) v soutěskách byla vynechána z důvodu nepřístupného terénu, resp. nemožného brodění toku. Valná většina terénního průzkumu proběhla pomocí pěšího mapování ze břehu. Část v Edmundově (cca 700 m) a Divoké soutěsce (cca 350 m), proběhla mapováním z lodi turistické atrakce a část terénního průzkumu, tam, kde nebylo možné mapování ze břehu, proběhla mapováním přímo z řeky při jejím brodění.

Podle mapy bylo nalezeno prameniště Kamenice na jihozápadním svahu Jelení hory. Pramen neudávají všechny mapy stejně, bylo proto třeba nejdříve ověřit, kde a jak tok začíná. Pramen představuje zamokřená bažinatá plocha přibližně o ploše 4 m<sup>2</sup> a ve sledovaném období dosahoval hloubky přibližně 50-80 cm. Další postup směřoval po proudu řeky, přičemž některé úseky byly mapovány ve směru proti proudu.

Novák et al. (1986) považuje za břehovou vegetaci pás vegetace podél vodního toku, který bývá přibližně jednou ročně zaplavován a jeho šířka je z jedné strany ohraničena vodní hladinou a z druhé břehovou hranou. Toto pojetí bylo i výchozím hodnocením pro tento terénní průzkum.

Při samotném mapování vegetace, tedy zaznamenávání výskytu invazních neofytů, byl zjišťován a zaznamenáván:

- výskyt jednotlivých taxonů,
- počet jedinců (ev. porostu) každého nalezeného taxonu,

---

<sup>7</sup> Z důvodu dlouhodobého přerušení studia, došlo ke zpracování diplomové práce až nyní.

- jejich poloha.

V případě potřeby přesného určení druhu bylo přímo v terénu využito klíče od Kubáta et al. (2002).

Ačkoliv došlo ke snaze určit přesně všechny invazní druhy v zájmovém území, jak je popsáno níže, pro účely tohoto mapování byly společně posuzovány tyto příbuzné taxony:

- *Reynoutria japonica*, *R. sachalinensis* a *R. ×bohemica*
- *Solidago canadensis* a *Solidago gigantea*

U rodu *Reynoutria* (křídlatka) byl v zájmovém území dle základních rozlišovacích znaků určen druh *R. japonica* (k. japonská), záměna za druh *R. sachalinensis* (k. sachalinská) není pravděpodobná z důvodu odlišnosti, záměna za hybridní druh *R. ×bohemica* (k. česká) zase není pravděpodobná z důvodu místa výskytu (Pladias 2021). Nicméně ani v jednom z případů záměnu nelze úplně vyloučit.

V případě rodu *Solidago* (zlatobýl) je v břehové vegetaci řeky Kamenice pravděpodobný výskyt druhů *S. gigantea* (z. obrovský) a *S. canadensis* (z. kanadský). Konkrétní druh byl zjišťován pouze u několika jedinců. Ve všech zjištěných případech šlo o druh *S. canadensis*. Přesné určování všech jedinců nebylo prováděno z důvodu výskytu na opačném břehu, než ze kterého bylo aktuálně prováděno mapování a také z důvodu časového. Proto průzkum nevylučuje ani přítomnost jedinců druhu *S. gigantea*.

Pro záznam polohy nalezených neofytů ev. poznámek k charakteru toku byla použita mobilní aplikace pro záznam GPS Locus Map a následné zpracování probíhalo v počítačovém programu MS Excel.

Pro tvorbu přehledových map a map ilustrujících jednotlivé charakteristiky zájmového území byl použit program ArcGIS Pro 2.7.2. Jako podkladové mapy byla využita data z portálu ČÚZK a DIBAVOD. Pro znázornění četnosti výskytu jednotlivých druhů byla použita metoda heat-map. Tato metoda graficky znázorňuje intenzitu jevu, kdy jsou hodnoty reprezentovány barevným přechodem. V místech, kde dochází k překryvu dochází ke sčítání hodnot. V této práci byly zaznamenány body (stanoviště)

normovány počtem jedinců na stanovištích a mapy s touto metodou tak znázorňují hustotu výskytu jedinců invazních neofytů (celkově či zvlášť pro každý druh), přičemž zobrazená intenzita se vztahuje k břehové linii.

Počet jedinců byl ve většině případů zjišťován odhadem. Pokud se druhy vyskytovaly v malém počtu (do 20 jedinců), byly spočítány s přesností na jednotky. Druhy ve vyšším počtu jedinců byly odhadovány s přesností na desítky. Porosty s četností jedinců v řádech mnoha stovek až tisíců se v území nevyskytovaly. Odhady vyšších počtů byly prováděny přesným spočítáním jedinců na vybraném vzorku menší plochy. Zjištěný počet byl dále vynásoben odhadovaným opakováním této plochy v celém souvislém porostu.

Během terénního průzkumu byla pořizována fotodokumentace invazních neofytů i charakteru toku.

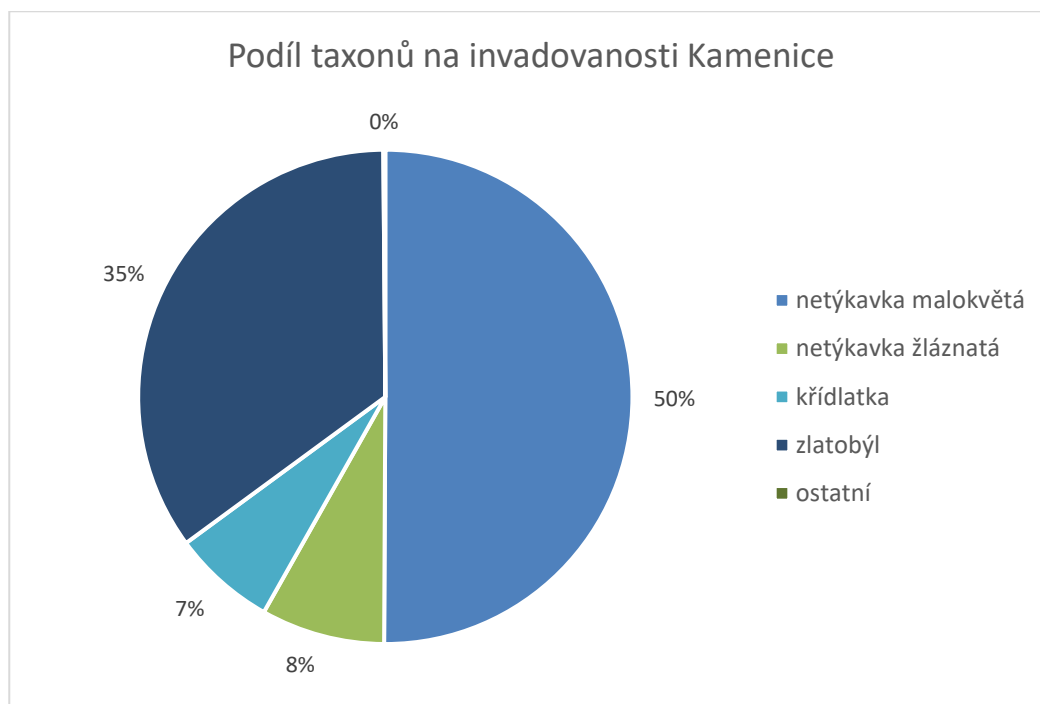
K vytvoření schémat byl použit online nástroj OrgPad, dostupný z [www.orgpad.com](http://www.orgpad.com).

## 6 Výsledky

Při terénním mapování invazních neofytů v břehové vegetaci řeky Kamenice bylo zaznamenáno celkem 7 taxonů. Jak již bylo zmíněno, druhy rodů křídlatka (*Reynoutria*) a zlatobýl (*Solidago*) byly posuzovány společně, celkový počet taxonů lze tedy případně uvést i ve výši 10, pokud bychom tyto druhy vnímali odděleně.

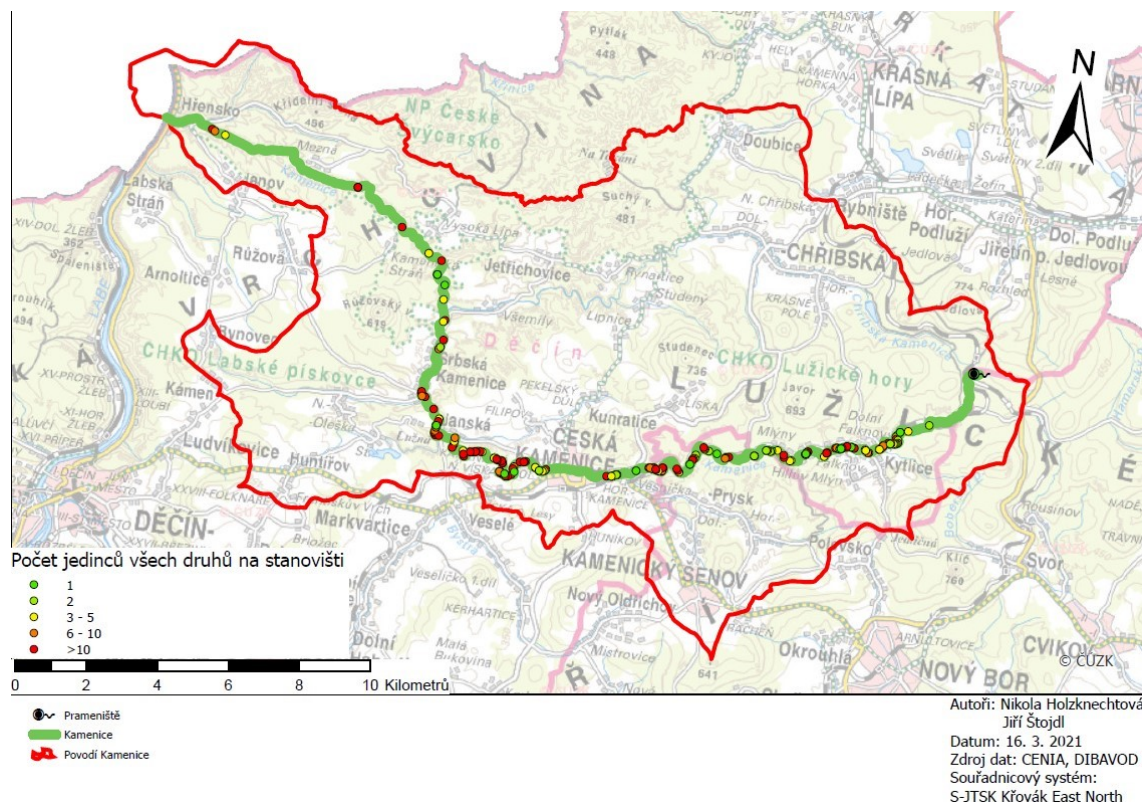
Významné zastoupení se týkalo jen čtyř druhů, a to netýkavky malokvěté (*Impatiens parviflora*), netýkavky žláznaté (*Impatiens glandulifera*), zlatobýlu (*Solidago* sp.) a křídlatky (*Reynoutria* sp.). Zastoupení dalších tří druhů, dubu červeného (*Quercus rubra*), bolševníku velkolepého (*Heracleum mantegazianum*) a třapatky dřípáté (*Rudbeckia laciniata*), bylo početně zanedbatelné.

V součtu všech druhů se v zájmovém území vyskytovalo 3846 jedinců invazních neofytů. Podíl jednotlivých druhů na invadovanosti břehové vegetace Kamenice ukazuje graf 1. Celou polovinu všech jedinců tvoří netýkavka malokvětá. Druhým nejpočetnějším druhem byl zlatobýl s 35 %. Srovnatelné jsou co do početnosti druhy křídlatka a netýkavka žláznatá, které jsou podél toku zastoupeny 7 a 8 %. Ostatní, méně početné druhy, souhrnně zabírají pouze 0,1 %.



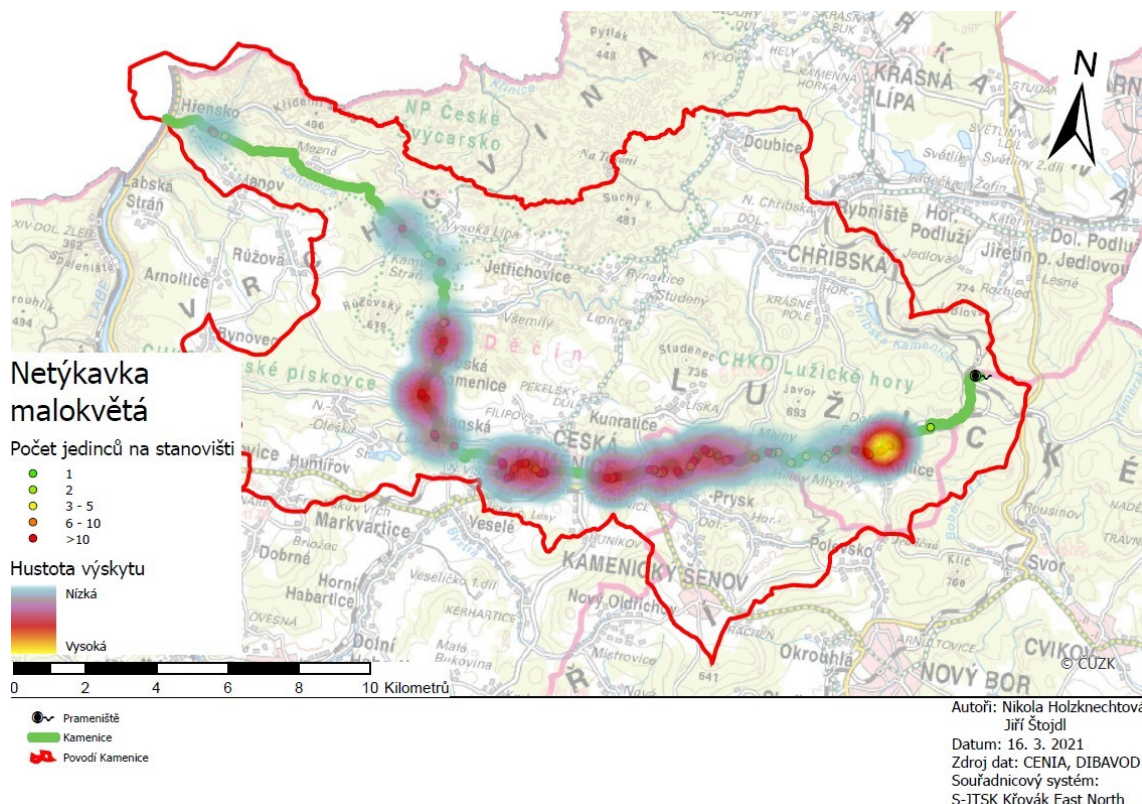
Graf 1: Podíl taxonů na invadovanosti Kamenice (zdroj: autorka)

První část toku mezi pramenem a obcí Kytlice je invazními neofyty téměř nezasazena. Nachází se zde jen několik málo jedinců netýkavky malokvěté a křídlatky. Situace se ovšem dramaticky mění ihned s počínající zástavbou Kytlice, kde je výskyt invazních rostlin již velmi značný, což pokračuje po celou dobu v této obci. Obec se dělí na několik místních částí, největší hustota zástavby je v samotných Kytlicích, a právě v těchto místech je nejvyšší četnost nálezů. Dále po proudu četnost klesá, nicméně ne o mnoho. Situace se výrazněji mění až na začátku města Česká Kamenice, kde se na velmi krátkém úseku toku vyskytuje vysoké množství jedinců invazních druhů. Vzápětí je však tok veden umělým korytem s vysokými stěnami, který vede skrze celé město. Výjimkou jsou dva krátké úseky. První, dlouhý přibližně 100 m, kde je pravý břeh přirozený a druhý, dlouhý přibližně 250 m, kde jsou břehy ponechány přirozené oba (v případě levého břehu jde o něco kratší vzdálenost), což dává šanci k uchycení mimo jiné invazním rostlinám, které toho v tomto případě využívají. S koncem České Kamenice končí i umělé koryto a opět je to ihned patrné i na výskytu sledovaných taxonů, který je hojný až do obce Srbská Kamenice, kde výrazně řídne. Za touto obcí řeka vtéká do národního parku České Švýcarsko a tím i do soustavy soutěsek vysokých místy téměř 150 m. V první části tohoto úseku toku, která je veřejnosti nepřístupná, je míra invadovanosti poměrně nízká. Přibližně poslední kilometr před ústím do řeky Labe je řeka vedena v obci Hřensko opět umělým korytem a výskyt sledovaných druhů je zde nulový. Hrubý přehled stanovišť s výskytem invazních neofytů poskytuje obrázek 15.



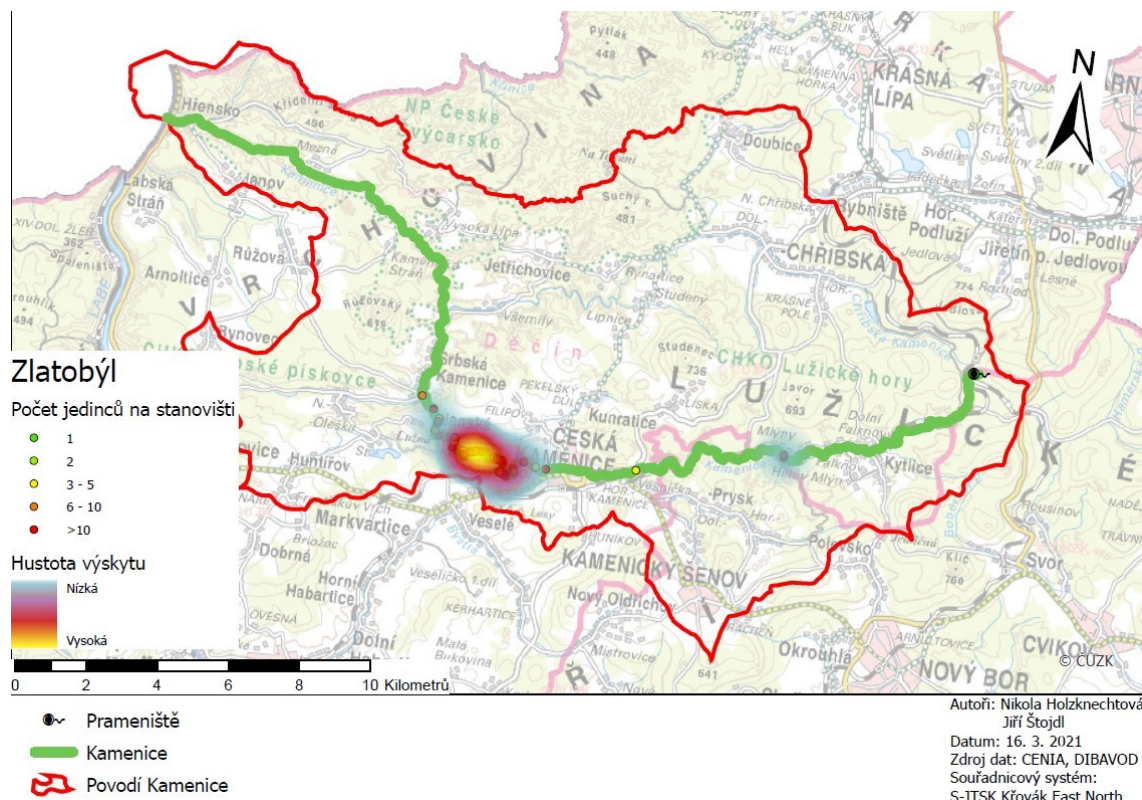
Obrázek 15: Rozložení stanovišť invazních neofytů podél toku Kamenice

Rozložení jednotlivých druhů v rámci celého toku nebylo rovnoměrné. Nejpočetnějším invazním neofytem byla netýkavka malokvětá. Jedinců tohoto druhu bylo při terénním průzkumu zaznamenáno 1929, což tvoří přibližně 50 % ze všech nalezených jedinců všech druhů. Tento taxon byl nejrozšířenější nejen co do počtu jedinců, ale vyskytoval se podél celého toku (s výše vymezenými výjimkami), jak ukazuje mapa na obrázku 16.



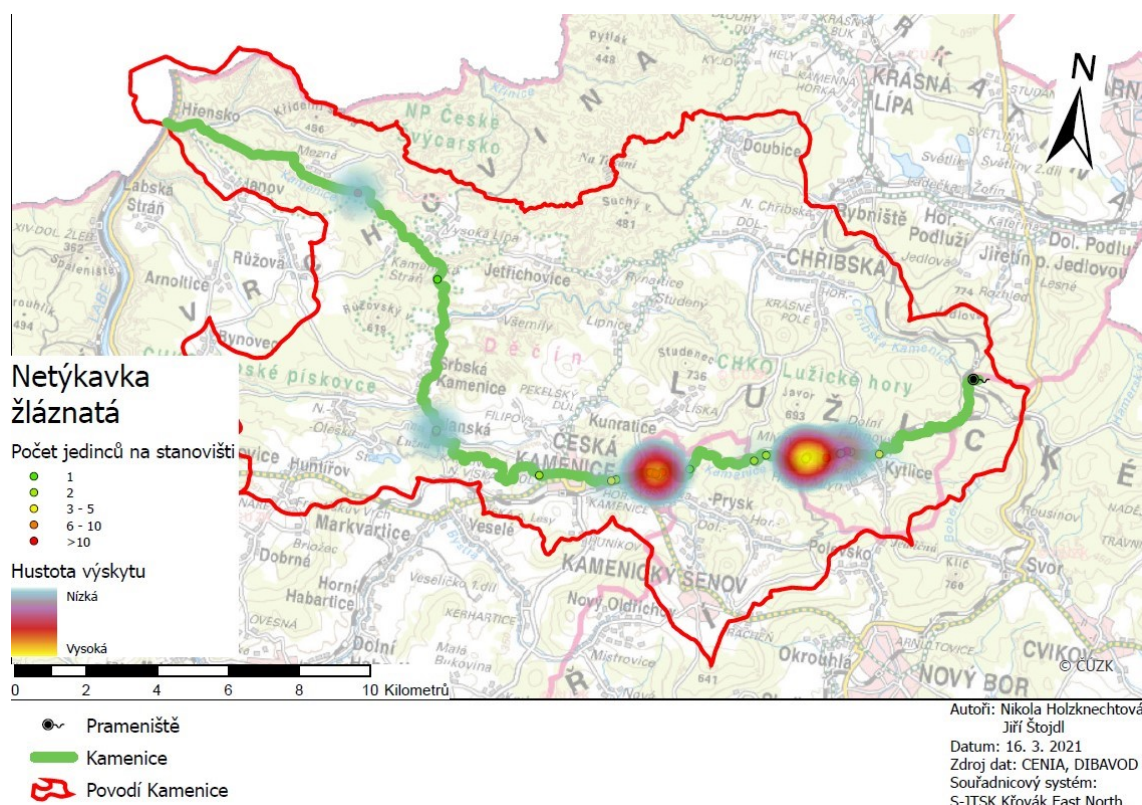
Obrázek 16: Rozložení netýkavky malokvěté podél toku Kamenice

Druhým nejpočetnějším druhem byl zlatobýl s 1346 nalezenými jedinci (35 % jedinců všech druhů). Naprostá většina jedinců tohoto druhu se vyskytovala pouze v úseku mezi obcemi Česká Kamenice a Srbská Kamenice. Mimo tento úsek se vyskytly pouze 2 stanoviště výše po proudu, a to na konci obce Kytlice v části Mlýny (přibližně 60 jedinců) a pak na začátku České Kamenice v místě výluky umělého koryta, která byla zmíněna výše (3 jedinci). Rozložení zlatobýlu podél toku Kamenice ilustruje mapa na obrázku 17.



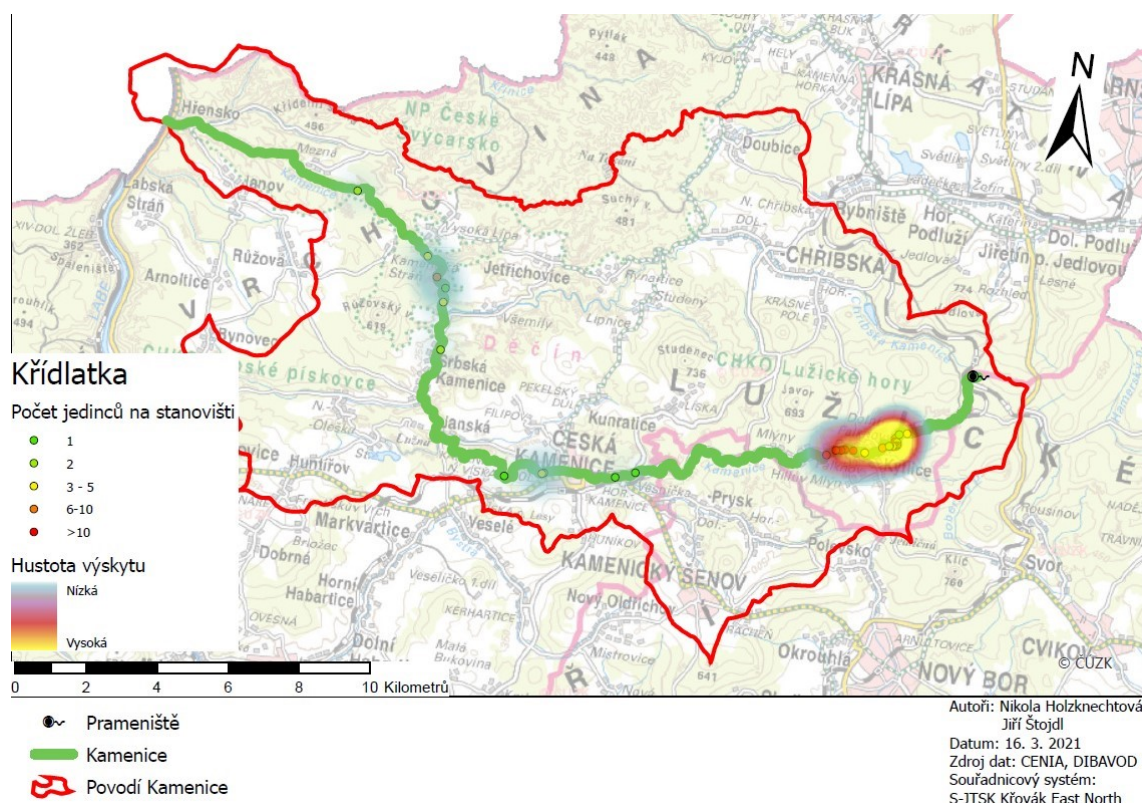
Obrázek 17: Rozložení zlatobýlu podél toku Kamenice

Třetím nejpočetnějším druhem v zájmovém území byla netýkavka žláznatá se 312 jedinci (8 %). Jak je patrné z mapy na obrázku 18, rozložení tohoto druhu podél toku bylo opět výrazně nepravidelné. Výrazný byl výskyt na konci obce Kytlice (část Falknov a Hillův mlýn) a na počátku České Kamenice, v místě, na kterém už na pravém břehu začíná zástavba, ale koryto je ještě přirozené. Dílčí výskyt byl zaznamenán v centrální části Kytlic, v České Kamenici v místě výluky umělých břehů, v obci Jánská a na západním konci Divoké soutěsky.



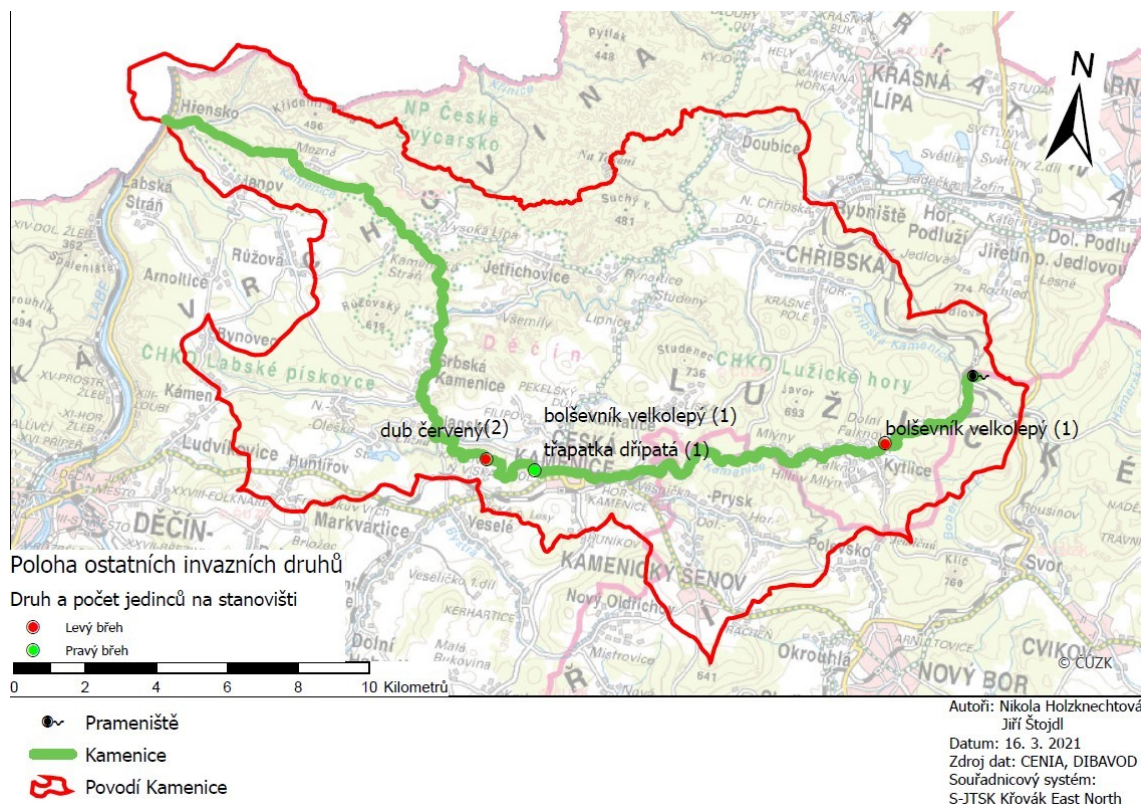
Obrázek 18: Rozložení netýkavky žláznaté podél toku Kamenice

Posledním taxonem s významnějším výskytem byla křídlatka o počtu 260 jedinců (7 %). Rozložení křídlatky podél řeky Kamenice bylo velmi disproportionální, jak ukazuje mapa na obrázku 19. Valná většina jedinců byla zaznamenána zejména na začátku a dále také v průběhu obce Kytlice. Několik málo jedinců bylo zmapováno před Českou Kamenicí a za ní. Dále bylo několik stanovišť s menším množstvím jedinců nalezeno v soutěskách, zejména ve Ferdinandově (první ze soutěsek za Srbskou Kamenicí).



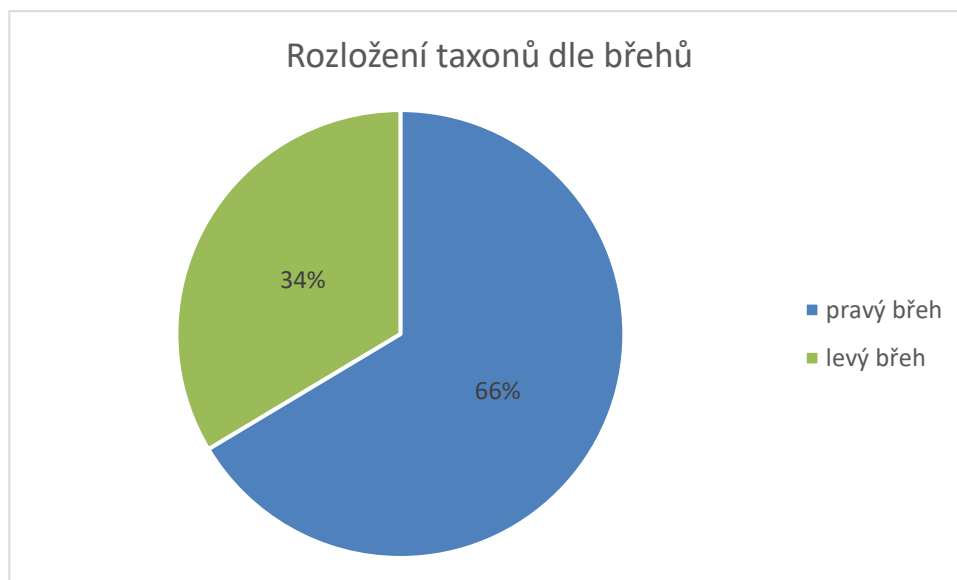
Obrázek 19: Rozložení křídlatky podél toku Kamenice

V břehové vegetaci Kamenice se vyskytly ještě tři další druhy, ovšem v extrémně nízkém počtu. Bolševník velkolepý (2 jedinci) byl zaznamenán na začátku obce Kytlice, již v místě zástavby a dále na konci České Kamenice v blízkosti zemědělského objektu. Tamtéž byl nalezen také jediný zástupce třapatky dřipaté ve sledovaném území. Posledním druhem v břehové vegetaci Kamenice byly dva exempláře dubu červeného mezi obcemi Česká Kamenice a Janská (v místě, kde Kamenice protéká areálem bývalé podzemní továrny Rabštejn). Lokace těchto nepočetných druhů je souhrnně zaznamenána na mapě na obrázku 20.



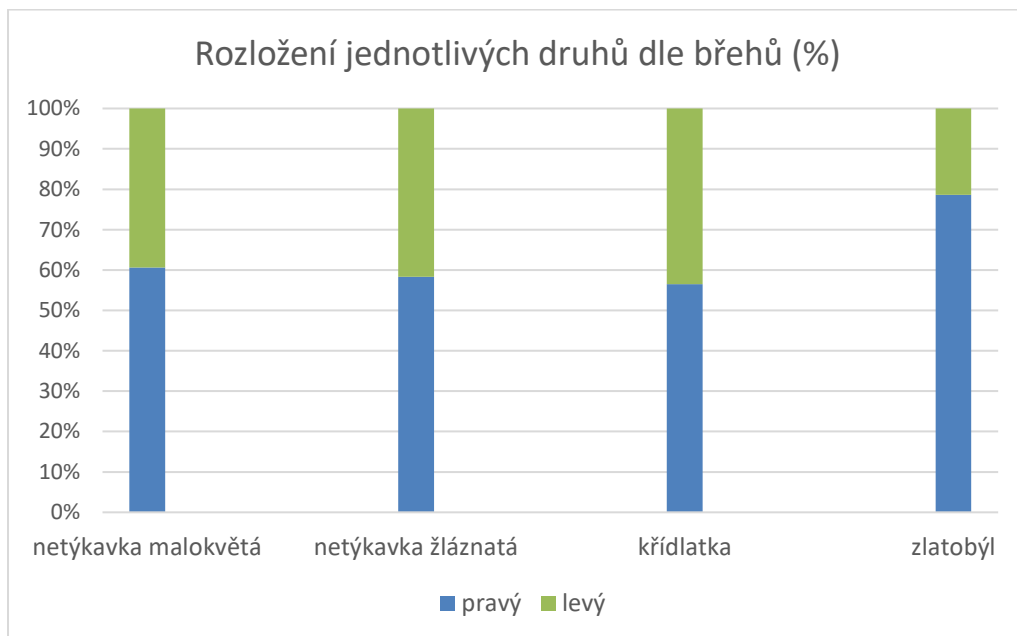
Obrázek 20: Rozložení ostatních druhů podél toku Kamenice

Zajímavým jevem ve výskytu sledovaných taxonů bylo jejich rozložení mezi pravým a levým břehem. Dvě třetiny všech zaznamenaných jedinců rostly na pravém břehu toku, jak ukazuje graf 2.



Graf 2: Rozložení taxonů dle břehů (zdroj: autorka)

Rozmístění dle břehů u jednotlivých taxonů v zájmovém území znázorňuje graf 3. Je z něj patrné, že všechny sledované taxony (s významným výskytem) se ve větší míře vyskytovaly na pravém břehu. Nejvýraznější je tato disproporce u zlatobýlu.



Graf 3: Rozložení jednotlivých druhů dle břehů (zdroj: autorka)

## **7 Diskuze**

### **7.1 Diskuze metodiky**

Metodika terénního průzkumu použitá v této práci byla vytvořena autorkou. Její hlavní předností je poměrně velká přesnost sesbírání dat, a to jednak v počtu jedinců a jednak v záznamu polohy jednotlivých porostů. Dále je přínosem metodiky mapování podél celého toku, pohled na zatížení invazními rostlinami je zde komplexní.

Zcela optimální nebylo načasování terénního průzkumu na září až říjen. Ačkoliv všechny nalezené invazní druhy podle očekávání kvetly, nejedná se o hlavní dobu květu u dalších druhů, které se mohly podél toku vyskytovat a být tak snáze přehlédnuty.

Hlavní nevýhodou použité metodiky sběru dat je nemožnost porovnání výsledků s jinými výzkumy. Pro podobné účely je v poslední době hojně využívána Metodika mapování upravenosti vodních toků a údolních niv (MUTON) navržená Matějčkem (2009). Ta umožňuje nejen srovnání s ostatními toky, ale také snadné a rychlé porovnávání různých úseků téhož toku. To je vhodné zejména v praxi ochrany přírody, při hodnocení, resp. porovnání míry zatížení invazemi napříč vodními toky. Pro vyhodnocení některých toků či jejich úseků jako míst se zachovalou původní břehovou vegetací, což je předpoklad pro ochranu stávajícího stavu. Případně identifikaci extrémně zatížených oblastí, kde je třeba aplikovat vhodná opatření. V této metodice je zaznamenáván počet jedinců odhadem pomocí logaritmické stupnice (1 = 1–9 jedinců, 2 = 10–99 jedinců, 3 = 100–999 jedinců atd.) a to vždy za předem určený segment o délce přibližně 500 m. Tato metodika předpokládá mapování jen v několika (6–10) sousedících segmentech, nikoliv celého toku, tak, aby pokrývaly různé geografické a ekologické podmínky.

Bylo by jistě přínosné provést terénní mapování pomocí obou metodik a porovnat mezi sebou výsledky. Zároveň by bylo vhodné provést mapování s odstupem času, jelikož čas hraje v problematice rostlinných invazí významnou roli.

### **7.2 Diskuse výsledků**

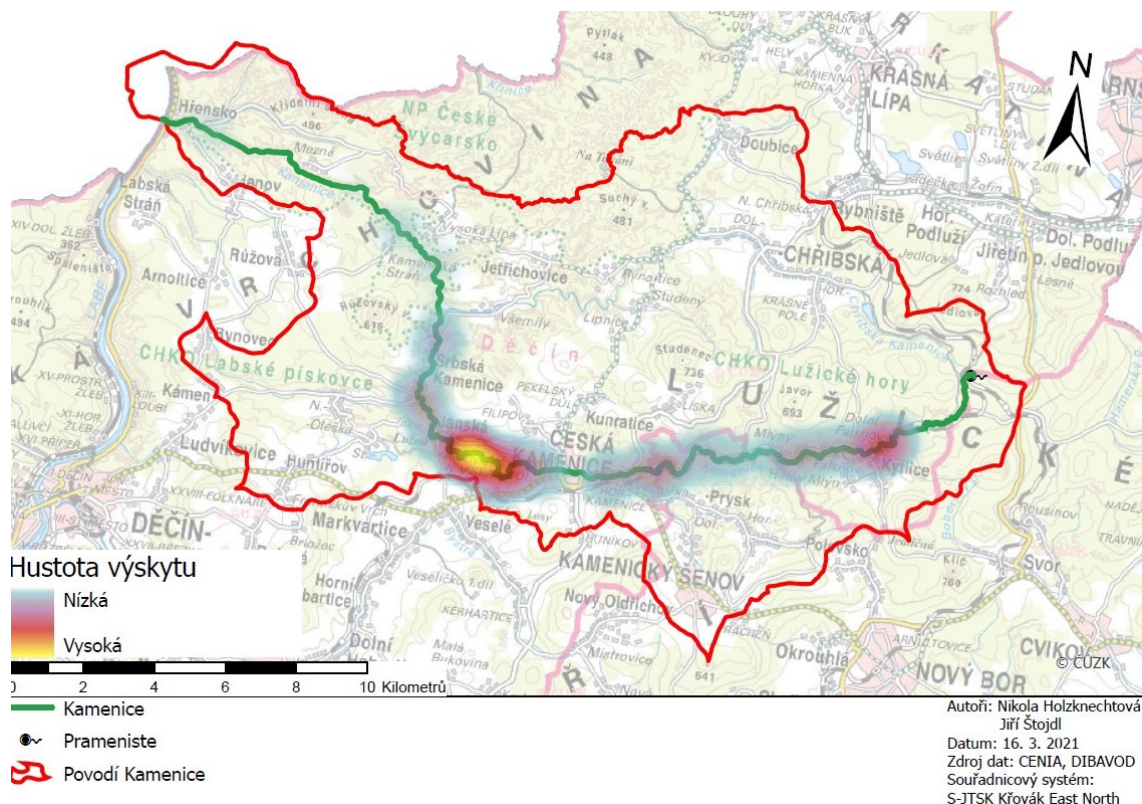
Při srovnání počtu zastoupených druhů invazních neofytů v podobně zaměřených výzkumech můžeme dojít k závěru, že Kamenice je z tohoto hlediska podprůměrným

tokem. Je to pravděpodobně dáno několika faktory. Povodí České Kamenice se nachází celé na chráněném území (NP České Švýcarsko, CHKO Labské pískovce, CHKO Lužické hory), a tedy zde lze očekávat vyšší míru kontroly rostlinných invazí. Na druhou stranu jsou takové oblasti vyhledávány turisty. Povodí Kamenice má také nízkou hustotu dopravních koridorů (ačkoliv se silnice i železnice nachází poměrně blízko sledovaného toku v přibližně dvou třetinách jeho délky). Také se zde nenachází žádný významný dopravní uzel ani žádná velká města. Celkovou invadovanost břehové vegetace nelze příliš porovnat s jinými toky, jak bylo vysvětleno v kapitole výše.

Takřka nulové zasažení první části toku od pramene k obci Kytlice můžeme vysvětlit tím, že do té doby tok neprotéká žádnou jinou obcí, ani jinak významně antropogenně zatíženou částí a okolní využití půdy je výhradně lesnické. Zároveň je v této části řeka poměrně rychlá a její břehy jsou prudké.

Vysokou invadovanost v Kytlicích lze vysvětlovat vlivem člověka. V několika zahradách zde roste křídlatka, která odtud může přirozeně opakovaně zplaňovat. Také břehy jsou zde již mírnější. Pochopitelná je absence výskytu v České Kamenici z důvodu umělých břehů. Zároveň je vidět schopnost invazních rostlin využít rychle vhodné stanoviště pro své rozšíření, což ukazuje zejména netýkavka malokvětá v krátkých prolukách umělých břehů v této obci.

Mezi Českou Kamenicí a Jánskou je zatížení invazními neofyty nejhorší z celého toku, pokud jde o počet jedinců (grafické znázornění na mapě na obrázku 21).



Obrázek 21: Znázornění celkového zatížení toku Kamenice invazními neofyty

Lze usuzovat, že je to dílem polohy za nejhustěji osídlenou obcí, jejíž zahrady mohou být zdrojem diaspor. Zároveň zde má tok pro vegetaci nevhodné břehy a případné diasporu se tedy mohou v oblasti za obcí více kumulovat. V okolí se také nachází několik zemědělských objektů. Všechny tyto faktory mohou způsobovat zvýšený přísun semen či jiných propagulí. Zemědělské využití půdy v okolí je zde obecně vyšší než v jiných částech toku, což může způsobovat vyšší přísun živin (tzv. eutrofizace), stejně tak čistírna odpadních vod (ČOV) za Českou Kamenicí v bezprostřední blízkosti řeky. Tato čistírna používala až do roku 2012 technologie, které neodstraňovaly vhodným způsobem z odpadní vody fosfor (Vodohospodářské stavby, 2012). V době terénního průzkumu tak zvýšená emise živin z tohoto zařízení mohla být s velkou pravděpodobností na vegetaci patrná.

Zejména zlatobýl, který má v této lokalitě opravdu hojné zastoupení, reaguje pozitivně na zvýšený přísun dusíku, jak uvádí Ren et al. (2020). Ve své studii se zaměřili na vliv oteplení a množství dusíku na fenotypovou plasticitu<sup>8</sup> zlatobýlu kanadského. Na

<sup>8</sup> Schopnost organismu vytvářet různý fenotyp v závislosti na vnějších podmínkách.

pěstovaných jedincích bylo zjištěno, že zvýšený přísun dusíku způsobil zvýšení biomasy. Oteplování samo o sobě žádný podobný efekt nemělo, nicméně v kombinaci obou těchto faktorů se celková produkce rostlin zvyšovala nejvíce. Byly zjištěny pozitivní změny biochemických parametrů, morfologie a rozmístění. V praxi to tedy znamená, že globální oteplování a zvýšené emise dusíku společně napomáhají invazi zlatobýlu prostřednictvím fenotypové plasticity, ale také činí napadená stanoviště vhodnějším pro růst tohoto druhu.

Za obcí Srbská Kamenice, kde je soutok s největším přítokem sledované řeky Chřibskou Kamenicí, začíná NP České Švýcarsko a výskyt invazních druhů zde výrazně klesá. Je to zapříčiněno několika faktory. Skalní stěny soutěsek samy tvoří břehy toku, na mnoha místech spadají přímo do vody, a možnost většího rozšíření jakékoliv vegetace, a tedy i té invazní, je zde v podstatě nemožná. Také je zde omezený pohyb lidí, až na konec Ferdinandovy soutěsky řeka není v blízkosti žádné turistické trasy (ty se vyskytují až v okolí Dolského mlýna, který je známou turistickou atrakcí). Správa národního parku se zaměřuje i na řízení invazních druhů na svém území. Jak popisuje Härtel et al. (2014), správa NP si uvědomuje přítomnost těchto druhů na svém území, zná riziko vyšší invazibility pískovcového podkladu a snaží se zavádět vhodná opatření na regulaci rizikových druhů a celkové kontroly. Zmiňuje také, že křídlatka byla na území NP systematicky likvidována už před vznikem NP (2000), a dnes se tento druh drží pod kontrolou. Dle informačního letáčku národního parku o nepůvodních druzích (Marková & Nagel 2011) byla v okolí Dolského mlýna (a také z Pavlina údolí na Chřibské Kamenici) křídlatka odstraněna. Nicméně během terénního průzkumu bylo v okolí místa zaznamenáno 10 jedinců tohoto taxonu, což může do budoucna představovat riziko opětovného rozšíření v lokalitě.

Nejvyšší a také nejvíce rozptýlený výskyt měla netýkavka malokvětá, která je v mnoha ohledech tzv. generalistou, tedy si ze všech zmiňovaných rostlin nejlépe poradí se širokým spektrem podmínek. Někteří autoři, jako například Baležentienė (2019) či Jurová et al. (2019) uvádějí, že tento druh svými sekundárními metabolity na bázi fenolu ovlivňuje negativně klíčivost a růst okolních rostlin, jelikož jsou tyto látky fytotoxické. To může být také jednou z klíčových vlastností pro tak úspěšné šíření tohoto invazního druhu, jehož výskyt už je velmi běžný.

Vliv na výskyt a rozmístění invazních druhů mohly mít také povodně, které povodí Kamenice postihly od června 2009 do srpna 2010 celkem čtyřikrát. První tři byly způsobeny silnými přívalovými dešti, poslední vydatnými dlouhotrvajícími srážkami. Všechny tyto povodňové události byly doprovázeny průtoky s vydatností přibližně stoleté vody, při poslední z nich byla tato hranice dokonce výrazně překročena a byla nejvýznamnější za celou dobu pozorování (Kubát et al. 2010). Vlivy povodní jsou popsány v kapitole 2.3 Invaze v břehové vegetaci, podobné lze očekávat i v tomto případě.

Disproporční rozložení jedinců invazních neofytů na oba břehy by mohlo být pravděpodobně dáno tím, že Kamenice je řekou situovanou výrazně ve směru východ–západ. Břehy jsou tedy ve velké části toku orientovány na sever (levý břeh) či na jih (pravý břeh). Na pravém břehu lze v těchto podmínkách očekávat o něco vyšší míru slunečního svitu. Tabulka 5 uvádí ke každému druhu s podstatným výskytem ve sledovaném území indikační hodnotu pro světlo (ze souboru Ellenbergových indikačních hodnot) dle Chytrého et al. (2018).

Tabulka 4: Indikační hodnota pro světlo u sledovaných taxonů (zdroj: Pladias 2021, upraveno autorkou)

| Název taxonu                                            | Indikační hodnota pro světlo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| netýkavka malokvětá<br>( <i>Impatiens parviflora</i> )  | 4x (generalista) – přechod mezi hodnotami 3 (rostlina stinných míst, vyskytující se při méně než 5 % rozptýleného záření dopadajícího na volnou plochu, ale také na světlejších místech) a 5 (rostlina polostinných míst, výjimečně rostoucí na plném světle, ale většinou při více než 10 % rozptýleného záření dopadajícího na volnou plochu) |
| netýkavka žláznatá<br>( <i>Impatiens glandulifera</i> ) | 6 – výskyt vzácně při méně než 20 % rozptýleného záření dopadajícího na volnou plochu                                                                                                                                                                                                                                                           |
| křídlatka<br>( <i>Reynoutria sp.</i> )                  | 7 – rostlina částečně světlých míst, většinou rostoucí na plném světle, ale také ve stínu do 30 % rozptýleného záření dopadajícího na volnou plochu                                                                                                                                                                                             |

|                                     |                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| zlatobýl<br>( <i>Solidago sp.</i> ) | 7 – rostlina částečně světlých míst, většinou rostoucí na plném světle, ale také ve stínu do 30 % rozptýleného záření dopadajícího na volnou plochu |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Z uvedených charakteristik nelze jednoznačně potvrdit vyslovenou hypotézu, nicméně určitý trend patrný je. V případě zlatobýlu, který je dle těchto hodnot značně světlomilný, by téměř 80% výskytu na pravém břehu teorii odpovídalo. V případě ostatních druhů to zdaleka tak signifikantní není. U netýkavky malokvěté je třeba vzít v úvahu její obecnou toleranci k širokému spektru životních podmínek.

## 8 Závěr

Cílem této práce bylo zmapovat výskyt a rozšíření invazních neofytů v břehové vegetaci řeky Kamenice. Během terénního průzkumu byl zjištěn výskyt celkem 7 taxonů: netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*), netýkavka žláznatá (*Impatiens glandulifera*), křídlatka (*Reynoutria sp.*), zlatobýl (*Solidago sp.*), bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*), dub červený (*Quercus rubra*) a třapatka dřípátá (*Rudbeckia laciniata*). Významný výskyt se týkal pouze prvních čtyř taxonů, ostatní byly zaznamenány v počtu pouze několika málo jedinců.

Druhým cílem práce bylo doplnit problematiku rostlinných invazí o aktuální poznatky z české i zahraniční odborné literatury. V práci se mimo jiné objevují informace z několika posledních let od několika autorů. Jako příklady lze jmenovat předpověď invazí do roku 2050 (Seebens et al. 2021), vliv rostlinných invazí na masožravce (Hardesty-Moore et al. 2020) či měkkýše (Horáčková 2018), ukázky regulace invazních druhů (Hutchinson et al. 2020 či González et al. 2020) nebo také zhodnocení rostlinných invazí v ČR Pyškem (2018).

Byly zodpovězeny výzkumné otázky. Do jaké míry jsou v břehové vegetaci Kamenice rozšířeny invazní neofyty? Celkový počet jedinců všech taxonů byl 3852. Nejvíce ze všech taxonů byla v zájmovém území zastoupena netýkavka malokvětá, a to v 50 % všech nálezů invazních neofytů. Druhé největší zastoupení měl taxon zlatobýl, 35 % všech nálezů. Srovnatelné zastoupení, 8 a 7 %, měly taxony netýkavka žláznatá a křídlatka. Výskyt ostatních druhů byl zanedbatelný. Počet zastoupených taxonů invazních neofytů ve sledovaném území není příliš vysoký. Stejně tak počet jedinců jednotlivých druhů.

Existují odlišnosti ve výskytu invazních rostlin mezi národním parkem a zbytkem toku? Ano, v tomto případě se výskyt výrazně lišil. Na území NP byla invadovanost výrazně nižší. Je to pravděpodobně dáno tím, že v této části řeka protéká zejména skalními soutěskami, místy spadajícími přímo do vody. Dále je to dáno péčí NP (likvidace invazních druhů).

Ačkoliv zvolená metodika není standardní a výsledky nelze dobře porovnávat s výzkumy na jiných tocích, je poměrně přesná. Práce rozšířila řadu výzkumů na toto

téma o další lokalitu, což může být využito při dalším studiu rostlinných invazí na našem území.

## 9 Použité zdroje

### Literatura

- Baker, H. G. (1974): The evolution of weeds. In: Annual Review of Ecology and Systematics, 5: 1–24.
- Baležentienė, L. (2019). Germination response to phytotoxicity of *Impatiens parviflora*. Biologija, 65(1), 34–40.
- Bartoš, J., (2013): Sledování výskytu neofytů v povodí Smutné. Diplomová práce, 82 s. Depon. in: Geografická knihovna PřF UK, Praha.
- Bělohávková R. (2004): *Rudbeckia* L. – třapatka. – In: Slavík B., Štěpánková J. & Štěpánek J. (eds.): Květena České republiky 7, Academia, Praha: 316–320.
- Blackburn, T. M., Pyšek, P., Bacher, S., Carlton, J. T., Duncan, R. P., Jarošík, V., Wilson, J. R. U., Richardson D. M. (2011): A proposed unified framework for biological invasions. Trends in Ecology and Evolution, 26: 333–340.
- Catford, J. A. (2011): Quantifying levels of biological invasion: towards the objective classification of invaded and invulnerable ecosystems. Global Change Biology, 18: 44–62.
- Colleran, B., Lacy, S. N., Retamal, M. R. (2020): Invasive Japanese knotweed (*Reynoutria japonica* Houtt.) and related knotweeds as catalysts for streambank erosion. River Research and Applications, 36, 9: 1962–1969.
- Crawley, M. J. et al. (1996): Comparative ecology of the native and alien flora of the British Isles. In: Biol. Trans. R. Soc. B, 351: 1251–1259.
- Culek, M., Buček, A., Grulich, V., Hartl, P., Hrabica, A., Kocián, J., Kyjovský, Š. & Lacina, J. (2005): Biogeografické členění České republiky. II. díl. Praha: AOPK ČR, 589 s.
- Demek, J. & Bína, J. (2012): Z nížin do hor – Geomorfologické jednotky České republiky. Academia, Praha: 343 s.

- EU (2014): Regulation (EU) No 1143/2014 of the European Parliament and of the Council of 22 October 2014 on the prevention and management of the introduction and spread of invasive alien species. Official Journal of the European Union, L 317, 35–55.
- Francírková, T. (2001): Třapatka dřípatá. In: Pyšek, P. & Tichý, L.: Rostlinné invaze. Rezekvítek, Brno, 35–36.
- Gioria, M., Le Roux, J. J., Hirsch, H., Moravcová, L. & Pyšek, P. (2019): Characteristics of the soil seed bank of invasive and non-invasive plants in their native and alien distribution range. *Biological Invasions*, 21: 2313–2332.
- González, E., Shafroth, P. B., Lee, S. R., Ostojá, S. M., Brooks, M. L. (2020): Combined effects of biological control of an invasive shrub and fluvial processes on riparian vegetation dynamics. *Biological Invasions*, 22: 2339–2356.
- Hajzlerová, L. (2010): Rozšíření invazních neofytů v břehové vegetaci Tiché Orlice. Bakalářská práce. Ústav pro životní prostředí, PřF UK, Praha.
- Hardesty-Moore, M., Orr, D. & McCauley, D.J. (2020): Invasive plant *Arundo donax* alters habitat use by carnivores. *Biological Invasions*, 22: 1983–1995.
- Hejda, M. & Pyšek, P. (2018): Environmentální a hospodářské důsledky rostlinných invazí. *Živa*, 5: 220–225.
- Holub J. (1997): *Heracleum* L. – bolševník. – In: Slavík B., Chrtek J. jun. & Tomšovic P. (eds), Květena České republiky 5, Academia, Praha: 386–395.
- Horáčková, J. (2018): Invazní rostliny v nivách – problém pro měkkýší společenstva. *Živa*, 5: 243–245.
- Hutchinson, R. A., Fremier, A. K., Viers, J. H. (2020): Interaction of restored hydrological connectivity and herbicide suppresses dominance of a floodplain invasive species. *Restorion Ecology*, 28, 6: 1551–1560.
- Chippendale, J., F. (1991) Potential returns to research on rubber vine (*Cryptostegia grandiflora*). M. S. Thesis. University of Queensland, Brisbane. In: Hajzlerová,

- L. (2010): Rozšíření invazních neofytů v břehové vegetaci Tiché Orlice. Bakalářská práce. Ústav pro životní prostředí, PřF UK, Praha.
- Chlupáč, I. (2002): Geologická minulost České republiky. Academia, Praha: 436 s.
- Chapman, D. S., Gunn, I. D. M., Pringle, H. E. K., Siriwardena, G. M., Taylor, P., Thackeray, S. J., Willby, N. J., Carvalho, L. (2019): Invasion of freshwater ecosystems is promoted by network connectivity to hotspots of human activity. *Global Ecology and Biogeography*, 29, 4: 645–655.
- Chuman, T., Lipský, Z., Matějček, T. (2008): Stav poznání o vlivu extrémních záplav na vegetaci údolních niv. In: Langhammer (ed.) a kol.: Změny v krajině a povodňové riziko. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, katedra fyzické geografie a geoekologie, Praha: 226–232.
- Chuman, T., Šefrna, L. & Zádorová, T. (2007): Následky extrémních záplav na vegetaci a půdní kryt na příkladu nivy Sázavy. In: Langhammer, J. (ed.): Změny v krajině a povodňové riziko. Sborník příspěvků ze semináře Povodně a změny v krajině. Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze, Praha: 115–119.
- Chrtek J. (1990): *Reynoutria* Houtt. – křídlatka. – In: Hejný S., Slavík B., Hrouda L. & Skalický V. (eds), Květena České republiky 2, Academia, Praha: 362–366.
- Chytrý, M. & Pyšek, P. (2008): Invaze nepůvodních druhů v rostlinných společenstvech. *Zprávy Čes. Bot. Společ.*, 43, Mater. 23: 17–40.
- Chytrý, M. & Pyšek, P. (2009a): Kam se šíří zavlečené rostliny? 1. Rozdíly v invadovanosti velkých území. *Živa*, 1: 11–14.
- Chytrý, M. & Pyšek, P. (2009b): Kam se šíří zavlečené rostliny? 2. Invadovanost a invazibilita rostlinných společenstev. *Živa*, 2: 60–63.
- Chytrý, M. & Pyšek, P. (2009c): Kam se šíří zavlečené rostliny? 3. Obecné příčiny invazibility společenstev. *Živa*, 3: 110–112.
- Chytrý M., Tichý L., Dřevojan P., Sádlo J. & Zelený D. (2018): Ellenberg-type indicator values for the Czech flora. *Preslia* 90: 83–103.

- Jehlík, V. (ed.) (1998): Cizí expanzivní plevely České republiky a Slovenské republiky. Academia, Praha, 506 s.
- Jurová, J., Matoušková, M., Wajs-Bonikowska, A., Kalembe, D., Renčo, M., Sedlák, V., Gogalová, Z., Poráčová, J., Šalamún, P., Grulová, D. (2019): Potential Phytotoxic Effect of Essential Oil of Non-Native Species *Impatiens parviflora* DC. *Plants*, 8 (7), 241.
- Koblížek J. (1990): *Quercus* L. – dub. – In: Hejný S., Slavík B., Hroudá L. & Skalický V. (eds), Květena České republiky 2, Academia, Praha: 21–35.
- Kol. autorů (2007): Atlas podnebí Česka. Český hydrometeorologický ústav, Praha-Olomouc, 255 s.
- Kořínková, D., Sádlo, J. & Mandák, B. (2006a): *Rudbeckia laciniata* - třapatka dřípátá. In: Mlíkovský, J. & Stýblo, P. (eds.): Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky. ČSOP, Praha: 167.
- Kořínková, D., Sádlo, J. & Mandák, B. (2006b): *Solidago canadensis* - zlatobýl kanadský. In: Mlíkovský, J. & Stýblo, P. (eds.): Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky. ČSOP, Praha: 182–183.
- Kořínková, D., Sádlo, J. & Mandák, B. (2006c): *Solidago gigantea* - zlatobýl obrovský. In: Mlíkovský, J. & Stýblo, P. (eds.): Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky. ČSOP, Praha: 184.
- Kovář, P. (2014). Ekosystémová a krajinná ekologie. Univerzita Karlova v Praze, Karolinum, Praha. 170 s.
- Křivánek, M. (2006a): Biologické invaze a možnosti jejich předpovědi. In: Acta Pruhoniciana, 84, VUKOZ, Průhonice, 73 s.
- Křivánek, M. (2006b): *Quercus rubra* – dub červený. In: Mlíkovský, J. & Stýblo, P. (eds.): Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky. ČSOP, Praha: 153–154.

- Křivánek, M., Sádlo, J. & Bímová, K. (2004): Odstraňování invazních druhů rostlin. In: Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy Natura 2000. Ministerstvo životního prostředí ČR, Edice Planeta, XII, č. 8: 23–27.
- Kubát, J. (ed.)(2010): Vyhodnocení povodní v srpnu 2010 – souhrnná zpráva. Český hydrometeorologický ústav, 131 s.
- Kubát, K., Hrouda, L., Chrtek, J. jun., Kaplan, Z., Kirschner J. & Štěpánek, J. (eds.) (2002): Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha, 928 s.
- Lepšová-Skácelová, O. (2014): Sníme naše nepřátele. In: ZO ČSOP Veronica: Aktuální stav invazních druhů v ČR – Informační materiál o invazních druzích. AOPK ČR: 18.
- Lipský, Z. (1998): Krajinná ekologie pro studenty geografických oborů. Skripta PřF UK, Praha, 129 s.
- Mandák, B. (2006a): *Heracleum mantegazzianum* - bolševník velkolepý. In: Mlíkovský, J. & Stýblo, P. (eds.): Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky. ČSOP, Praha: 101–102.
- Mandák, B. (2006b): *Impatiens glandulifera* – netýkavka žláznatá. In: Mlíkovský, J. & Stýblo, P. (eds.): Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky. ČSOP, Praha: 109–110.
- Mandák, B. (2006c): *Reynoutria japonica* - křídlatka japonská. In: Mlíkovský, J. & Stýblo, P. (eds.): Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky. ČSOP, Praha: 160–161.
- Mandák, B. (2006d): *Reynoutria sachalinesis* - křídlatka sachalinská. In: Mlíkovský, J. & Stýblo, P. (eds.): Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky. ČSOP, Praha: 161–162.
- Mandák, B. (2006e): *Reynoutria ×bohemica* – křídlatka česká. In: Mlíkovský, J. & Stýblo, P. (eds.): Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky. ČSOP, Praha: 159.

- Mandák, B., Pyšek, P. & Bímová, K. (2004): History of the invasion and distribution of Reynoutria taxa in the Czech Republic: a hybrid spreading faster than its parents. Preslia, 76: 15–64.
- Mandák, B. & Sádlo, J. (2006): *Impatiens parviflora* - netýkavka malokvětá. In: Mlíkovský, J. & Stýblo, P. (eds.): Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky. ČSOP, Praha: 110–111.
- Marková, I., Nagel, R. (2011): Nepůvodní druhy Českého Švýcarska – Křídlatka japonská. Informační brožura správy NP ČŠ, s. 12.
- Matějček, T. (2007a): Malý geografický a ekologický slovník: příručka pro školy i veřejnost. Nakladatelství České geografické společnosti. 132 s.
- Matějček, T. (2007b): Sledování výskytu invazních druhů rostlin v říčních nivách. In: Langhammer, J. (ed.): Změny v krajině a povodňové riziko. Sborník příspěvků semináře Povodně a změny v krajině. Praha: PŘF UK a MŽP ČR, s. 121–126.
- Matějček, T. (2009): Rozšíření invazních neofytů v břehové vegetaci vodních toků. Dizertační práce. Katedra fyzické geografie a geoekologie, PřF UK, Praha, 131 s.
- Mlíkovský, J. & Stýblo, P. (eds.) (2006): Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky. ČSOP, Praha, 496 s.
- Moravcová, L. & Gioria, M. (2018): Jak může půdní semenná banka ovlivnit invazivnost rostlin? Živa, 5: 231–232.
- Neuhäuslová, Z. et al. (1998): Mapa potencionální přirozené vegetace České republiky. Textová část. Academia, Praha, 341 s.
- Nobis, A., Nowak, A. & Rola, K. (2018): Do invasive alien plants really threaten river bank vegetation? A case study based on plant communities typical for *Chenopodium ficifolium* - An indicator of large river valleys. PLoS ONE 13, č. 3, s. 1–15.
- Novák, L., Ibllová, M. & Škopek, V. (1986): Vegetace v úpravách vodních toků a nádrží. SNTL - Nakladatelství technické literatury, n. p., Praha, 243 s.

- Pergl, J., Sádlo, J., Petrusek, A., Laštůvka, Z., Musil, J., Perglová, I., Šanda, R., Šefrová, H., Šíma, J., Vohralík, V., Pyšek, P. (2016): Black, Grey and Watch Lists of alien species in the Czech Republic based on environmental impacts and management strategy. *NeoBiota*, 28, 1–37.
- Perglová, J., Pergl, J., Pyšek, P., Moravcová, L. (2007): Bolševník velkolepý – mýty a fakta o ekologii invazního druhu. *Živa*, 4: 153–157.
- Pimentel, D., McNair, S., Janecka, J., Wightman, J., Simmonds, C., O'Connell, C., Wong, E., Russel, L., Zern, J., Aquino, T., Tsomondo, T. (2001): Economic and environmental threats of alien plant, animal, and microbe invasions. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 1, 84, 1–20.
- Pokorný, P. & Sádlo, J. (2004): Zelení cizinci a nové krajiny 6. Neolit skončil, zapomeňte! *Vesmír* 83: 388–403.
- Prach, K. (2001a): Netýkavka malokvětá. In: Pyšek, P. & Tichý, L.: *Rostlinné invaze. Rezekvítek*, Brno, 28–29.
- Prach, K. (2001b): Netýkavka žláznatá. In: Pyšek, P. & Tichý, L.: *Rostlinné invaze. Rezekvítek*, Brno, 29–30.
- Prach, K., Pithart, D. & Francírková, T. (eds.) (2003): *Ekologické funkce a hospodaření v říčních nivách*. Botanický ústav AV ČR, Třeboň: 121 s.
- Primack, R. B., Kindlmann & Jersáková J. (2011): *Úvod do biologie ochrany přírody*. Praha: Portál, 157–170.
- Pyšek, P. (2001a): Které biologické vlastnosti usnadňují invazi rostlinných druhů? In: *Zprávy České Botanické společnosti*, Praha, 36, Mater. 18: 21–30.
- Pyšek, P. (2001): Zlatobýl kanadský, z. obrovský. In: Pyšek, P. & Tichý, L.: *Rostlinné invaze. Rezekvítek*, Brno, 39–40.
- Pyšek, P. (2001): Bolševník velkolepý. In: Pyšek, P. & Tichý, L.: *Rostlinné invaze. Rezekvítek*, Brno, 16–18.
- Pyšek, P. (2004): Invaze nás mohou nemile překvapit. *Ekolist* 7/04, Praha.

- Pyšek, P. (2018): Rostlinné invaze v současném světě – fakta, příčiny a souvislosti. *Živa*, č. 5, s. 214–217.
- Pyšek, P. (2005): Zavlečené a invazní druhy jako indikátory změn biodiverzity. In: Vačkář, D. (ed.): *Ukazatele změn biodiverzity*. Praha: Academia, 129–146.
- Pyšek, P., Brock, J. H., Bímová, K., Mandák, B., Jarošík, V., Koukolíková, I., Pergl, J. & Štěpánek, J. (2003): Vegetative regeneration in invasive Reynoutria (Polygonaceae) taxa: The determinant of invasibility at the genotype level. *American Journal of Botany* 90 (10): 1487–1495.
- Pyšek, P., Danihelka, J., Sádlo, J., Chrtěk Jr., J., Chytrý, M., Jarošík, V., Kaplan, Z., Krahulec, F., Moravcová, L., Pergl, J., Štajerová, K. & Tichý, L. (2012): Catalogue of alien plants of the Czech Republic (2nd edition): checklist update, taxonomic diversity and invasion patterns. *Preslia*, 84: 155–255.
- Pyšek, P., Chytrý, M., Moravcová, L., Pergl, J., Perglová, I., Prach, K. & Skálová, H. (2008): Návrh české terminologie vztahující se k rostlinným invazím. *Zprávy Čes. Bot. Společ.* 43, Mater. 23: 219–222.
- Pyšek, P., Jarošík, V., Chytrý, M. & Pergl, J. (2008b): Projekty 6. rámcového programu Evropské unie zaměřené na biologické invaze: DAISIE a ALARM. *Zprávy Čes. Bot. Společ.* 43, Mater. 23: 199–211.
- Pyšek, P. & Mandák, B. (2001): Křídlatka japonská, k. sachalinská a k. česká. In: Pyšek, P. & Tichý, L.: *Rostlinné invaze*. Rezekvítek, Brno, 23–25.
- Pyšek, P. & Sádlo, J. (2004a): Zavlečené rostliny. Sklízíme, co jsme zaseli? *Vesmír*, 83: 35–40.
- Pyšek, P. & Sádlo, J. (2004b): Zavlečené rostliny – jak je to u nás doma? *Vesmír*, 83: 80–85.
- Pyšek, P., Sádlo, J. & Mandák, B. (2002): Catalogue of alien plants of the Czech republic. *Preslia*, 74: 97–186
- Pyšek, P. & Tichý, L. (2001): *Rostlinné invaze*. Rezekvítek, Brno, 40 s.

- Ren, G.-Q., Yang, H.-Y., Li, J., Prabakaran, K., Dai, Z.-C., Wang, X.-P., Jiang, K., Zou, Ch. B., Du, D.-L. (2020): The effect of nitrogen and temperature changes on *Solidago canadensis* phenotypic plasticity and fitness. *Plant Species Biology*, 35, 4, 283–299.
- Richardson, D. M., Holmes, P. M., Esler, K. J., Galatowitsch, S. M., Stromberg, J. C., Kirkman, S. P., Pyšek, P. & Hobbs, R. J. (2007): Riparian vegetation: degradation, alien plant invasions, and restoration prospects. *Diversity and Distributions*, 13: 126–139.
- Richardson, D. M., Pyšek, P., Rejmánek, M., Barbour, M. G., Panetta, F. D. & West C. J. (2000): Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions*, 6: 93–107.
- Sádlo, J. & Pyšek, P. (2004c): S vlky výt: alternativy boje proti zavlečeným druhům rostlin. *Vesmír*, 83: 140–145.
- Seebens, H., Bacher, S., Blackburn, T. M., Capinha, C., Dawson, W., Dullinger, S., Genovesi, P., Hulme, P. E., Kleunen, M. v., Kühn, I., Jeschke, J. M., Lenzner, B., Liebhold, A. M., Pattison, Z., Pergl, J., Pyšek, P., Winter, M., Essl, F. (2021): Projecting the continental accumulation of alien species through to 2050. *Glob Change Biol.*; 27: 970–982.
- Skálová, H. (2014): Invaze netýkavky žláznaté v České republice. In: ZO ČSOP Veronica: Aktuální stav invazních druhů v ČR – Informační materiál o invazních druzích. AOPK ČR: 16–18.
- Slavík B. (1997): *Impatiens* L. – netýkavka. – In: Slavík B., Chrtek J. jun. & Tomšovic P. (eds), Květena České republiky 5, Academia, Praha: 230–240.
- Slavík B. (2004): *Solidago* L. – zlatobýl. – In: Slavík B., Štěpánková J. & Štěpánek J. (eds), Květena České republiky 7, Academia, Praha: 114–123.
- Štefáček, S. (2008): Encyklopedie vodních toků Čech, Moravy a Slezska. Baset, Praha, 743 s.
- Tomášek, M. (2007): Půdy České republiky. Česká geologická služba, Praha, 67 s.

Wotton, D. M., Grove, P. B., Kelly, D. (2020): Does habitat manipulation enhance native woody seedling recruitment in a dryland river floodplain? *New Zealand journal of Ecology*, 44, 2: 1–9.

Zavaleta, E. (2000): The Economic Value of Controlling an Invasive Shrub. *Ambio A Journal of th Human Environment*. 29 (8): 462–467.

Zelnik, I., Klenovšek, V. M., Gabersčik, A. (2020): Complex Undisturbed Riparian Zones Are Resistant to Colonisation by Invasive Alien Plant Species. *Water*, 12, 2, 345.

### **Internet**

ČHMÚ: Evidenční list hlásného profilu č. 250 [cit. 13.3.2021]  
[https://hydro.chmi.cz/hpps/hpps\\_prfbk\\_detail.php?seq=307092](https://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seq=307092)

Pladias - databáze české flóry a vegetace. [www.pladias.cz](http://www.pladias.cz) [cit. 19.3.2021]

Vodohospodářské stavby – Konstrukce Media (2012): Česká Kamenice má novou čistírnu odpadních vod [cit. 27.3.2021] <http://www.vodohospodarske-stavby.cz/clanek/ceska-kamenice-ma-novou-cistirnu-odpadnich-vod/>

### **Mapové zdroje**

Databáze DIBAVOD. Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. M. [cit. březen 2021]  
<http://www.vuv.cz/oddeleni-gis>

Portál veřejně správy České republiky [cit. březen 2021] <http://www.geoportal.cenia.cz>

## **Seznam příloh**

Příloha 1: Mapa fytogeografických oblastí v zájmovém území

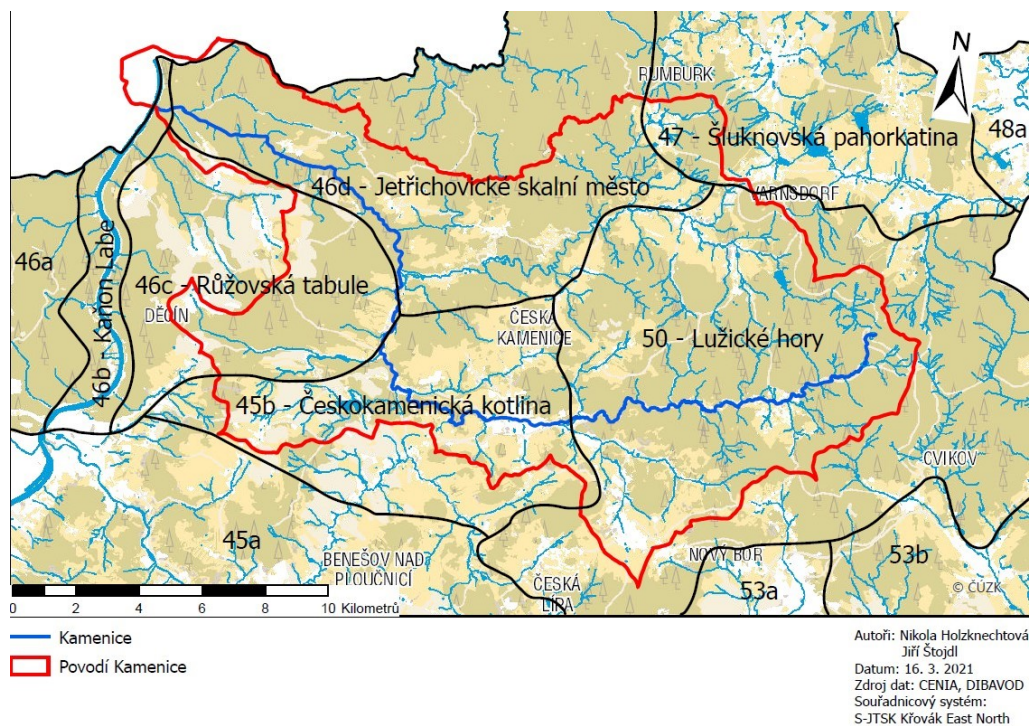
Příloha 2: Mapa geomorfologických podcelků zájmového území

Příloha 3: Mapa velkoplošných chráněných území v zájmové oblasti

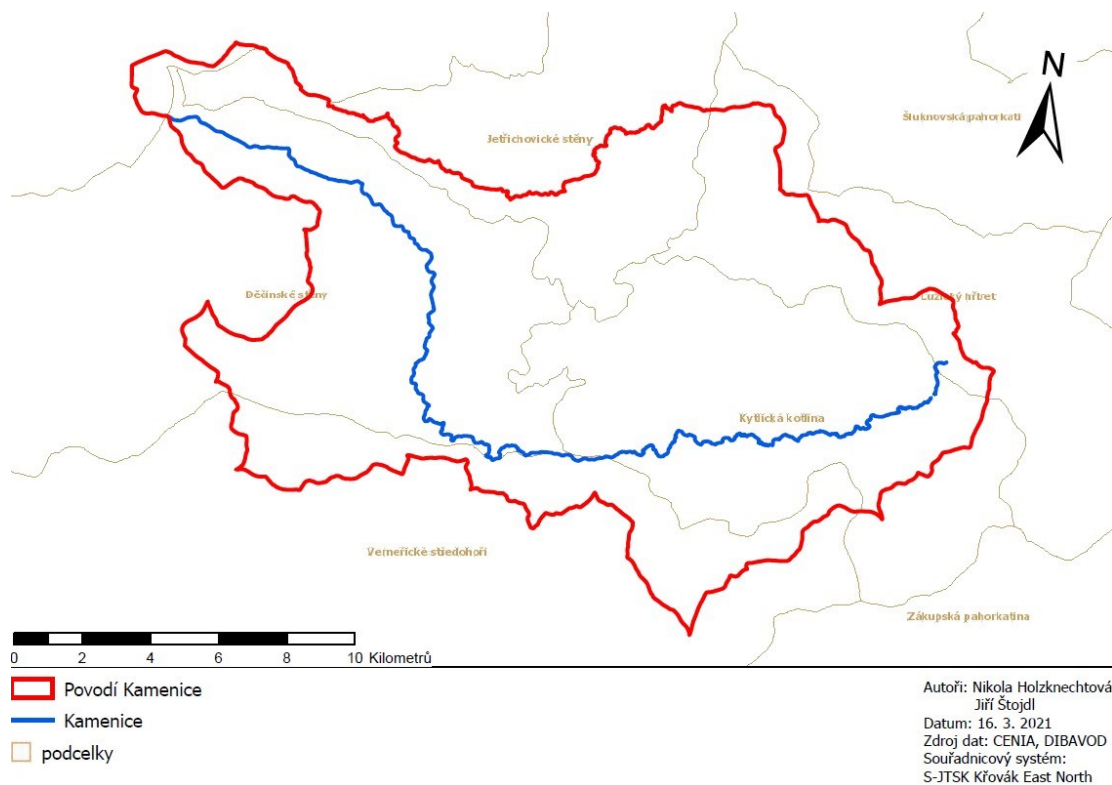
Příloha 4: Koryto řeky Kamenice mezi Kytlicemi a Českou Kamenicí

Příloha 5: Koryto řeky Kamenice na začátku České Kamenice

Příloha 6: Koryto řeky Kamenice v soutěskách



Příloha 1: Mapa fyto geografických oblastí v zájmovém území

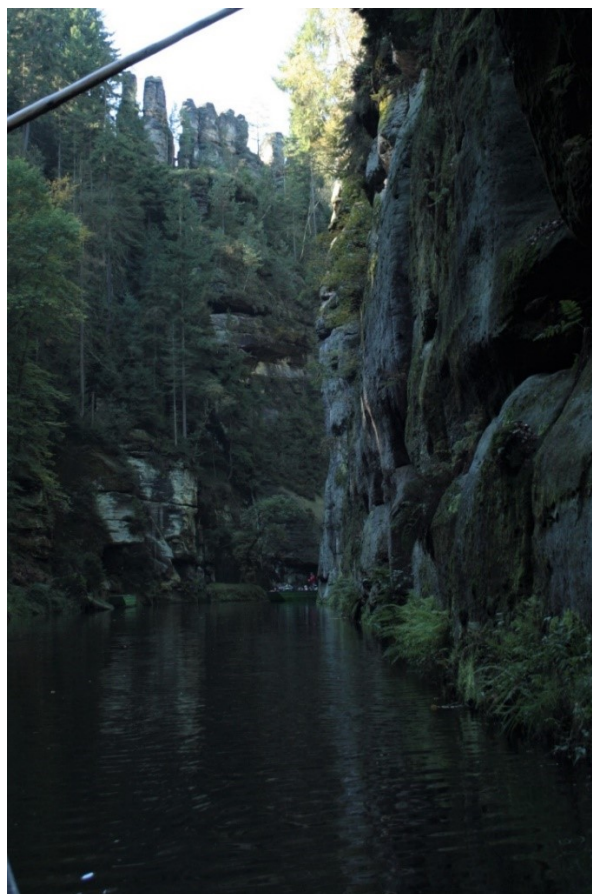


Příloha 2: Mapa geomorfologických podcelků zájmového území





Příloha 5: Koryto řeky Kamenice na začátku České Kamenice



Příloha 6: Koryto řeky Kamenice v soutěškách