

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra ekologie



**Porovnání míry invadovanosti PR Hruboskalsko a
PR Klokočské skály v CHKO Český ráj**

Bakalářská práce

Autorka práce: Natálie Kolombová

Vedoucí práce: Ing. Karel Boublík, Ph.D.

© 2024 ČZU v Praze

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Natálie Kolombová

Aplikovaná ekologie

Název práce

Porovnání míry invadovanosti PR Hruboskalsko a PR Klokočské skály v CHKO Český ráj

Název anglicky

The comparison of the level of invasion in the Hruboskalsko and Klokočské skály Nature Reserves in the Český ráj Protected Landscape Area (northern Bohemia)

Cíle práce

PR Hruboskalsko a PR Klokočské skály v CHKO Český ráj se liší různou hustotou cestní sítě, mírou turistického zatížení a zastoupením různých typů lesní vegetace. Cílem je vymapovat současné rozšíření invazních druhů cévnatých rostlin v těchto rezervacích a porovnat jejich invadovanost v závislosti na výše zmíněných faktorech prostředí.

Metodika

V PR Hruboskalsko a PR Klokočské skály v CHKO Český ráj autorka zmapuje aktuální rozšíření a stanoví přibližnou početnost invazních druhů cévnatých rostlin. Invadovanost přírodních rezervací se pokusí vysvětlit faktory, kterými se obě rezervace liší: hustota cestní sítě, míra turistického zatížení a zastoupení typů lesní vegetace (např. na základě výsledků mapování Natura 2000). Jednotlivé invazní druhy stručně představí a navrhne vhodné možnosti jejich likvidace.

Doporučený rozsah práce

15-30 stran + přílohy (např. mapy rozšíření druhů)

Klíčová slova

cévnaté rostliny, invazní ekologie, ochrana přírody, severní Čechy, vegetace

Doporučené zdroje informací

- Chytrý M., Pyšek P., Tichý L., Knollová I. & Danihelka J. (2005): Invasions by alien plants in the Czech Republic: a quantitative assessment across habitats. – *Preslia* 77: 339–354.
- Chytrý M. & Pyšek P. (2009): Kam se šíří zavlečené rostliny? 1.–3. – *Živa* 57: 11–14, 60–63, 110–112.
- Chytrý M., Wild J., Pyšek P., Jarošík V., Dendoncker N., Reginster I., Pino J., Maskell L.C., Vilà M., Pergl J., Kühn I., Spangenberg J.H. & Settele J. (2012): Projecting trends in plant invasions in Europe under different scenarios of future land-use change. – *Global Ecology and Biogeography* 21: 75–87.
- Chytrý M., Wild J., Pyšek P., Tichý L., Danihelka J. & Knollová I. (2009): Maps of the level of invasion of the Czech Republic by alien plants. – *Preslia* 81: 187–207.
- Pyšek P., Danihelka J., Sádlo J., Chrtek J. Jr., 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. & Jarošík V. (2010): Habitats and land use as determinants of plant invasions in the temperate zone of Europe. – In: Perrings C., Mooney H. & Williamson M. (eds), *Bioinvasions and globalization. Ecology, economics, management, and policy*, Oxford University Press, Oxford, pp. 66–79.
- Pyšek P., Chytrý M., Moravcová L., Pergl J., Perglová I., Prach K. & Skálová H. (eds) (2008): *Rostlinné invaze v České republice: situace, výzkum a management*. – *Zprávy České botanické společnosti, Materiály* 23: 1–222.
- Pyšek P., Chytrý M., Pergl J., Sádlo J. & Wild J. (2012): Plant invasions in the Czech Republic: current state, introduction dynamics, invasive species and invaded habitats. – *Preslia* 84: 575–629.
- Wagner V., Chytrý M., Jiménez-Alfaro B., Pergl J., Hennekens S., Biurrún I., Knollová I., Berg C., Vassilev K., Rodwell J.S., Škvorc Ž., Jandt U., Ewald J., Jansen F., Tsiripidis I., Botta-Dukát Z., Casella L., Attorre F., Rašomavičius V., Čušterevska R., Schaminée J.H.J., Brunet J., Lenoir J., Svenning J.-C., Kaçki Z., Petrášová-Šibíková M., Šilc U., García-Mijangos I., Campos J.A., Fernández-González F., Wohlgemuth T., Onyshchenko V. & Pyšek P. (2017): Alien plant invasions in European woodlands. – *Diversity and Distributions* 23: 969–981.
- Wagner V., Večeřa M., Jiménez-Alfaro B., Pergl J., Lenoir J., Svenning J.-C., Pyšek P., Agrillo E., Biurrún I., Campos J.A., Ewald J., Fernández-González F., Jandt U., Rašomavičius V., Šilc U., Škvorc Ž., Vassilev K., Wohlgemuth T. & Chytrý M. (2021): Alien plant invasion hotspots and invasion debt in European woodlands. – *Journal of Vegetation Science* 32: e13014.

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Karel Boublík, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie

Elektronicky schváleno dne 18. 3. 2022

prof. Mgr. Bohumil Mandák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 3. 2022

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 11. 03. 2024

1906

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci „Porovnání míry invadovanosti PR Hruboskalsko a PR Klokočské skály v CHKO Český ráj“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

Svým podpisem také stvrzuji, že se tištěná verze mé práce shoduje s elektronickou verzí, která byla odevzdána přes Univerzitní informační systém.

V Praze dne 22.03.2024

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu své bakalářské práce panu Ing. Karlu Boublíkovi, Ph. D., za věnovaný čas, cenné rady a připomínky. Dále bych chtěla poděkovat své rodině a přátelům, kteří při mně stáli po celou dobu studia.

V Praze dne 22.03.2024

Porovnání míry invadovanosti PR Hruboskalsko a PR Klokočské skály v CHKO Český ráj

Souhrn

Invazní rostliny představují v současné době velké riziko ohrožení biodiverzity přirozených ekosystémů. Práce se zaměřuje na problematiku invazních rostlin v CHKO Český ráj, přesněji na dvě vybrané přírodní rezervace: Hruboskalsko a Klokočské skály. Během léta roku 2022 byly vymapovány invazní druhy cévnatých rostlin vyskytující se na území obou zmíněných přírodních rezervací. Bylo zjištěno, že se v obou rezervacích vyskytují v hojném počtu stejné druhy invazních dřevin, kterými jsou *Pinus strobus*, *Quercus rubra* a *Robinia pseudoacacia*. Z invazních bylin se v obou rezervacích vyskytuje nejhojněji *Impatiens parviflora* a dále v nízkém počtu *Solidago canadensis*. Invazní rostlina, která se vyskytuje pouze v PR Hruboskalsko je *Impatiens glandulifera* a v PR Klokočské skály se vyskytuje na jednom místě *Reynoutria japonica*. Výskyt invazních druhů je porovnán z hlediska hustoty cestní sítě a míry turistického zatížení rezervací. Dále je porovnáno zastoupení různých typů lesní vegetace na míru invadovanosti.

Klíčová slova: cévnaté rostliny, invazní ekologie, ochrana přírody, severní Čechy, vegetace

The comparison of the level of invasion in the Hruboskalsko and Klokočské skály Nature Reserves in the Český ráj Protected Landscape Area (northern Bohemia)

Summary

Invasive plants are currently a significant threat to the biodiversity of natural ecosystems. The thesis focuses on the issue of invasive plants in the Český ráj Protected Landscape Area, more specifically on two selected nature reserves: Hruboskalsko and Klokočské skály. During the summer of 2022, invasive vascular plant species were mapped in the territory of both nature reserves. It was found that the same species of invasive trees, which are *Pinus strobus*, *Quercus rubra* and *Robinia pseudoacacia*, occur in abundance in both reserves. Of the invasive herbs, *Impatiens parviflora* is the most abundant in both reserves, followed by *Solidago canadensis* in low numbers. The invasive plant that occurs only in PR Hruboskalsko is *Impatiens glandulifera* and in PR Klokočské skály there is *Reynoutria japonica* only in one place. The occurrence of invasive species is compared in terms of density of the road network and the level of tourist load in the reserves. Also, the representation of different forest vegetation types is compared to the level of invasion.

Keywords: invasive ecology, nature conservation, northern Bohemia, vascular plants, vegetation

Obsah

| | |
|---|----|
| 1 Úvod..... | 1 |
| 2 Cíl práce | 2 |
| 3 Literární rešerše..... | 3 |
| 4 Popis mapovaných území..... | 7 |
| 4.1 Přírodní rezervace Hruboskalsko | 8 |
| 4.2 Přírodní rezervace Klokočské skály | 11 |
| 5 Metodika..... | 13 |
| 5.1 Hustota cestní sítě..... | 13 |
| 5.2 Míra turistického zatížení..... | 14 |
| 5.3 Zastoupení různých typů lesní vegetace..... | 14 |
| 6 Výsledky | 17 |
| 6.1 Porovnání míry invadovanosti | 20 |
| 7 Invazní druhy rostlin..... | 24 |
| 7.1 <i>Pinus strobus</i> – borovice vejmutovka | 24 |
| 7.2 <i>Quercus rubra</i> – dub červený | 24 |
| 7.3 <i>Robinia pseudoacacia</i> – trnovník akát..... | 25 |
| 7.4 <i>Impatiens glandulifera</i> – netýkavka žláznatá..... | 27 |
| 7.5 <i>Impatiens parviflora</i> – netýkavka malokvětá | 28 |
| 7.6 <i>Solidago canadensis</i> – zlatobýl kanadský | 28 |
| 7.7 <i>Reynoutria japonica</i> – křídlatka japonská..... | 29 |
| 8 Diskuse..... | 31 |
| 8.1 Možnosti likvidace invazních druhů rostlin..... | 32 |
| 9 Závěr..... | 36 |
| 10 Literatura | 38 |
| 10.1 Internetové zdroje | 45 |
| 10.2 Legislativní zdroje..... | 46 |
| 11 Samostatné přílohy | I |

Seznam použitých zkratk

AOPK – Agentura ochrany přírody a krajiny

CHKO – chráněná krajinná oblast

NDOP – Nálezová databáze ochrany přírody

PR – přírodní rezervace

TCCM – targeted chemical control methods

ZCHÚ – zvláště chráněné území

Seznam obrázků

| | |
|--|----|
| Obrázek 1 Mapované území | 8 |
| Obrázek 2 Lesní biotopy v PR Hruboskalsko. Skupina ostatní zahrnuje zbylé biotopy z kap. 4.1. | 15 |
| Obrázek 3 Lesní biotopy v PR Klokočské skály. Skupina ostatní zahrnuje zbylé biotopy z kap. 4.2. | 16 |
| Obrázek 4 Borovice vejmutovka (<i>Pinus strobus</i>) rostoucí na okraji skalní plošiny v PR Hruboskalsko nedaleko vyhlídky U Lvíčka. | 19 |
| Obrázek 5 Porovnání početnosti jedinců, kteří rostli ve větších skupinách v obou přírodních rezervacích. PR Hruboskalsko – zeleně a PR Klokočské skály – oranžově. Bodové výskyty druhů zde nejsou znázorněny. | 20 |
| Obrázek 6 Paseka vzniklá po těžbě dřeva zarostlá invazní netýkavkou malokvětou (<i>Impatiens parviflora</i>). Místo se nachází v PR Hruboskalsko nedaleko kempu Sedmihorky. | 21 |
| Obrázek 7 Cesta vzniklá po těžbě dřeva zarostlá invazní netýkavkou malokvětou (<i>Impatiens parviflora</i>). Místo se nachází v PR Hruboskalsko nedaleko zámku Hrubá Skála. | 22 |
| Obrázek 8 Vzrostlé borovice vejmutovky (<i>Pinus strobus</i>) v zapojeném lesním porostu v PR Hruboskalsko nedaleko vyhlídky U Lvíčka. | 22 |
| Tabulka 1 Porovnání hustoty cestní sítě s průměrnou denní a roční návštěvností. | 23 |

1 Úvod

Invaze představují v dnešní době celosvětové ohrožení biodiverzity přirozených ekosystémů. Ve faktorech snižujících biologickou rozmanitost se řadí hned na druhé místo, za přímou likvidaci stanovišť (Křivánek 2006).

Rostlinné invaze začaly být obrovským problémem hlavně z důvodu růstu lidské populace na Zemi a s tím spojeným rychlejším a dostupnějším transportem jakýchkoli komodit na velké vzdálenosti (Pimentel 2011).

Invazní druhy patří k hlavním příčinám extinkce původních druhů v různých typech prostředí (Roy 2023). Celosvětově je prokázáno, že v 60 % případů byly invazní druhy hlavním faktorem při vymření původního druhu (Botanický ústav AV ČR 2023).

Nepůvodní druhy rostlin, zejména ty invazní, způsobují v novém areálu rozsáhlé škody především na lesních a zemědělských pozemcích, což způsobuje vysoké náklady na jejich likvidaci (Kollmann a kol. 2007). Mezivládní platforma pro biologickou rozmanitost a ekosystémové služby uvádí, že za rok 2019 dosáhly celosvětové ekonomické náklady proti invazním nepůvodním druhům 423 miliard dolarů. Hodnotící zpráva o invazních nepůvodních druzích a jejich kontrole uvádí, že po celém světě zdomácnělo více než 37 000 nepůvodních druhů rostlin i živočichů a z toho je kolem 3 500 invazních (Botanický ústav AV ČR 2023).

V České republice se vyskytuje 1576 geograficky nepůvodních druhů rostlin, z čehož je jich 75 s invazním potenciálem (Pyšek a kol. 2022). Z hlediska výskytu invazních nepůvodních rostlin v chráněné krajinné oblasti (CHKO) Český ráj jsou neproblematictějšími druhy: křídlatka japonská (*Reynoutria japonica*), křídlatka sachalinská (*Reynoutria sachalinensis*), křídlatka česká (*Reynoutria bohemica*), netýkavka žláznatá (*Impatiens glandulifera*), slunečnice topinambur (*Helianthus tuberosus*), bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*) a borovice vejmutovka (*Pinus strobus*) (Plán péče o CHKO Český ráj na období 2014–2023). Se zaměřením na přírodní rezervace Hruboskalsko a Klokočské skály je největším problematickým druhem invazní dřevina: *Pinus strobus*. V mladších výsadbách v obou rezervacích je problematický výskyt dubu červeného (*Quercus rubra*) (Plán péče o PR Hruboskalsko na období 2019–2027, Plán péče o PR Klokočské skály na období 2017–2031).

2 Cíl práce

Hlavním cílem práce je vymapování veškerých invazních druhů cévnatých rostlin v PR Hruboskalsko a v PR Klokočské skály, které se nacházejí v CHKO Český ráj. Získaná data z obou oblastí mezi sebou porovnáme na základě zkoumaných faktorů, které mohou ovlivňovat míru invadovanosti. Těmito faktory jsou:

- i) hustota cestní sítě a turistické zatížení lokalit a
- ii) zastoupení různých typů lesní vegetace.

3 Literární rešerše

Biologické invaze představují proces, při kterém se původní druh na určitém území dostane mimo svůj přirozený areál výskytu (Blackburn a kol. 2011). Způsoby zavlečení do sekundárního areálu mohou být úmyslné nebo neúmyslné. Invaze v novém prostředí vzniká tehdy, když se daný druh usadí a začne se opakovaně rozmnožovat (Roy 2023).

Nepůvodní rostliny představují druhy, které rozšířily svůj areál i do oblastí, kde se dříve nevyskytovaly (Richardson a kol. 2000). Jedná se o jakoukoli část rostliny, která je v novém prostředí schopna přežít a začít se rozmnožovat (Mlíkovský, Stýblo 2006). Nejčastěji byly nepůvodní druhy do nového prostředí přivezeny člověkem, buď úmyslně jako okrasné rostliny do zahrad a parků nebo omylem, např. při přepravě vlakem nebo lodí (Pyšek, Richardson 2006). Dalším antropogenním faktorem při zavlékání nepůvodních druhů jsou možné úniky semen z botanických zahrad (Roy 2023). Avšak i bez lidské činnosti se dokážou druhy šířit do nového území, např. silný vítr unáší semena rostlin na velké vzdálenosti nebo se semena zachytí na peří stěhovavých ptáků, kteří jim zajistí transport (Richardson a kol. 2000). Vyšší pravděpodobnost v úspěšnosti uchycení v sekundárním areálu mají skupiny druhů s většími počty jedinců zavlečených v rámci jedné akce i opakované introdukce daného druhu. Hlavním problémem při neúspěšném zavlečení může být nízký počet introdukovaných jedinců, nízká genetická variabilita nebo příliš odlišné podmínky v novém prostředí. Na úspěšnost zavlečení nepůvodního druhu mají vliv také faktory prostředí (např. lidská činnost, klima, přírodní disturbance) a také vlastnosti daného druhu (např. životní cyklus) (Roy 2023).

Archeofyty jsou druhy rostlin zavlečené před rokem 1500 n. l., které pocházely hlavně z Blízkého východu a Středozeří (Pyšek a kol. 2010). V České republice se vyskytuje 385 archeofytů zavlečených od počátku neolitu do konce středověku (Pyšek a kol. 2012, 2022). V současnosti má na šíření archeofytů velký vliv zemědělská produkce (Chytrý a kol. 2008). Skupinu archeofytů tvoří převážně eurasijské plevele, které se na naše území začaly dostávat s neolitickými zemědělskými plodinami. Patří mezi ně např. pcháč oset (*Cirsium arvense*), chrpa modrá (*Centaurea cyanus*), ale také léčivé rostliny jako je např. mydlice lékařská (*Saponaria officinalis*). Některé archeofyty jsou u nás zařazeny do Červeného seznamu, např. koukol polní

(*Agrostemma githago*), jablečnick obecný (*Marrubium vulgare*) (Sádlo 2014). Archeofyty jsou vázány na oblasti s nízkými srážkami a snadno odvodňované půdy (Chytrý a kol. 2008). Jejich domovem jsou oblasti, kde převažuje suché klima a vysoký podíl nelesních společenstev. Proto i na našem území vyhledávají místa s podobnými nebo dokonce stejnými životními podmínkami (Chytrý, Pyšek 2009). Stanoviště s nejvyšším podílem archeofytů ve studii Chytrý a kol. (2008) byla orná půda, často sešlapávané porosty, jednoletá rumištní vegetace a antropogenně vzniklé vysokobylinné porosty.

Neofyty jsou druhy, které se dostaly do Evropy po roce 1500 n. l. a pocházejí převážně ze Severní Ameriky a Asie. Neofyty byly rozšířeny lidmi po objevení Ameriky a některé našly v naší krajině vyhovující podmínky a tím pádem se začaly i rozmnožovat a staly se invazními (Buček 2006). V České republice se aktuálně vyskytuje 1191 neofytů (Pyšek a kol. 2022). Mezi neofyty patří např. lupina mnoholistá (*Lupinus polyphyllus*), pětour maloborný (*Galinsoga parviflora*), javor jasanolistý (*Acer negundo*), pajasan žláznatý (*Ailanthus altissima*) (Řepka 2014). Nejvyšší zastoupení neofytů v krajině je zjištěno na nezapojených antropogenně vytvořených plochách bylinné vegetace a v narušených lesních porostech, které se nacházejí okolo lidských sídel, především v nížinách a pahorkatinách (Chytrý, Pyšek 2009). Vyšší míra invaze neofyty byla také zaznamenána v listnatých lescích a na útesech a zdech (Chytrý a kol. 2008). Do skupiny invazních neofytů, které se rozšířily po celé České republice, se řadí především netýkavka žláznatá (*Impatiens glandulifera*), křídlatky (*Reynoutria* sp. div.), zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*) nebo bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*) (Marková, Hejda 2011).

Nepůvodní rostliny, které se jakoukoliv cestou dostaly do nového areálu se v budoucnu mohou stát druhy; příležitostně se vyskytujícími, naturalizovanými nebo invazními (Pyšek a kol. 2004).

Nepůvodní příležitostně se vyskytující rostliny obsadí nové území, ale nedokážou zde vytvořit udržitelné pravidelně se rozmnožující populace a jsou závislé na opakované introdukci reprodukčního materiálu z původní oblasti (Pyšek a kol. 2012).

Naturalizované (zdomácnělé) druhy v invadovaném území, bez lidské nebo přírodní činnosti, vytvářejí několik soběstačných populací za sebou (Richardson a kol. 2000). Druhy z této skupiny udržují své populace na sekundárním území minimálně po dobu 10 let, především obnovou ze semen, cibulí či oddenků (Pyšek a kol. 2004).

Invazní druhy rostlin produkují oproti naturalizovaným mnohokrát více reprodukčního materiálu. Od mateřské populace se šíří na různé vzdálenosti a rychle vytváří samovolně se obnovující populace (Pyšek a kol. 2012). Invazní nepůvodní druh svým výskytem a šířením ohrožuje biologickou diverzitu invadovaného stanoviště (Mlíkovský, Stýblo 2006).

Podle nařízení Evropského parlamentu a rady Evropské unie 1143/2014 o prevenci a zvládnání zavlékání a šíření invazních nepůvodních druhů je invazním nepůvodním druhem označen cizí druh, u kterého bylo zjištěno, že jeho vysazování nebo šíření ohrožuje či má nepříznivý dopad na biologickou rozmanitost a související ekosystémové služby.

Některé invazní druhy rostlin dokáží svým výskytem měnit podmínky prostředí, ve kterém se právě vyskytují. Svým působením mohou dané prostředí obohacovat o zdroje nebo jej nadměrně využívat. Tyto druhy označujeme jako „transformers“ (Horáčková 2018). Do této kategorie patří např. podražec nádherný (*Aristolochia littoralis*), modráska srdčitá (*Pontederia cordata*) (Foxcroft 2019). Avšak patří mezi ně i u nás rostoucí křídlatky (*Reynoutria* sp. div.). Při invazi lužního lesa křídlatkami se výrazně snížily počty původních jedinců, druhová diverzita a životaschopnost porostu. Při jejich výskytu se zvyšuje koncentrace P ve svrchní vrstvě půdy a může se měnit obsah C a N (Gentili 2022).

V současné době je v ČR zjištěno 1576 druhů nepůvodních rostlin. Největší část z nepůvodních rostlin s počtem 1084 tvoří skupina druhů příležitostně se vyskytujících. Skupina naturalizovaných rostlin čítá 417 druhů a zbylých 75 druhů je invazních (Pyšek a kol. 2022). Nepůvodní druhy rostlin jsou s ohledem na jejich škodlivost vůči lidem a životnímu prostředí rozděleny do šedých a černých seznamů. V šedém seznamu jsou uvedeny nepůvodní druhy rostlin, které nezpůsobují v invadovaném prostředí rozsáhlé změny a používají se např. k výsadbám ve městech. Výskyt těchto druhů je nutné eliminovat pouze v ochránářsky cenných lokalitách např.

netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*). V černém seznamu jsou uvedeny invazní druhy rostlin, které mohou významně měnit invadované území a jejich likvidace je zásadní např. trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*). Mimo tyto seznamy existuje ještě bílý seznam, který obsahuje soupis bezpečných nepůvodních druhů (Pergl a kol. 2018). Ve střední Evropě je nejvyšší měrou invaze archeofyty i neofyty postižena zemědělská půda. Nejméně invadovanými biotopy jsou rašeliniště a horské jehličnaté lesy, avšak na tento fakt může mít velký vliv především izolovanost stanovišť od zdrojů šíření nepůvodních druhů (Chytrý a kol. 2008). Území České republiky je náchylnější k rostlinným invazím z několika důvodů, především kvůli tomu, že je protkáno řadou přirozených i antropogenně vytvořených migračních tras a člověkem přetvořeným krajinným reliéfem (Pyšek a kol. 2012). Nejvíce invadované plochy v ČR jsou zemědělské pozemky v nížinách, městské části a jejich okolí, narušená místa po těžbě a zaplavované oblasti velkých řek. Z hlediska invadovanosti naší země jsou nejvíce postiženy jižní, střední a východní Čechy a jižní Morava (Pyšek a kol. 2017).

Podle průzkumu se v CHKO Český ráj ve sledovaném období 1999–2003 vyskytovalo 14 invazních druhů rostlin. Z nalezených 14 druhů se 8 z nich vyskytovalo plošně a zbytek bodově (Křivánek 2004, 2006).

Podél vodních toků v CHKO činí největší problém výskyt topinamburu hlíznatého (*Helianthus tuberosus*), netýkavky žláznaté (*Impatiens glandulifera*), křídlatky japonské (*Reynoutria japonica*), zlatobýlu kanadského (*Solidago canadensis*) a bodově bolševníku velkolepého (*Heracleum mantegazzianum*). Výskyt těchto druhů je nejhojnější podél toku řeky Jizery. Z invazních dřevin se v CHKO vyskytují trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*), dub červený (*Quercus rubra*) a borovice vejmutovka (*Pinus strobus*). Největší hrozbou pro reliktní bory ve skalních městech, např. Hruboskalsko, Klokočské a Prachovské skály, je *Pinus strobus* (Křivánek 2006). Mezi dlouhodobé cíle CHKO Český ráj patří mimo jiné ochrana před napadením a případná eradikace všech nepůvodních, invazních i expanzivních druhů rostlin na vzácných lokalitách a v ohrožených společenstvech (Plán péče o CHKO Český ráj na období 2014–2023).

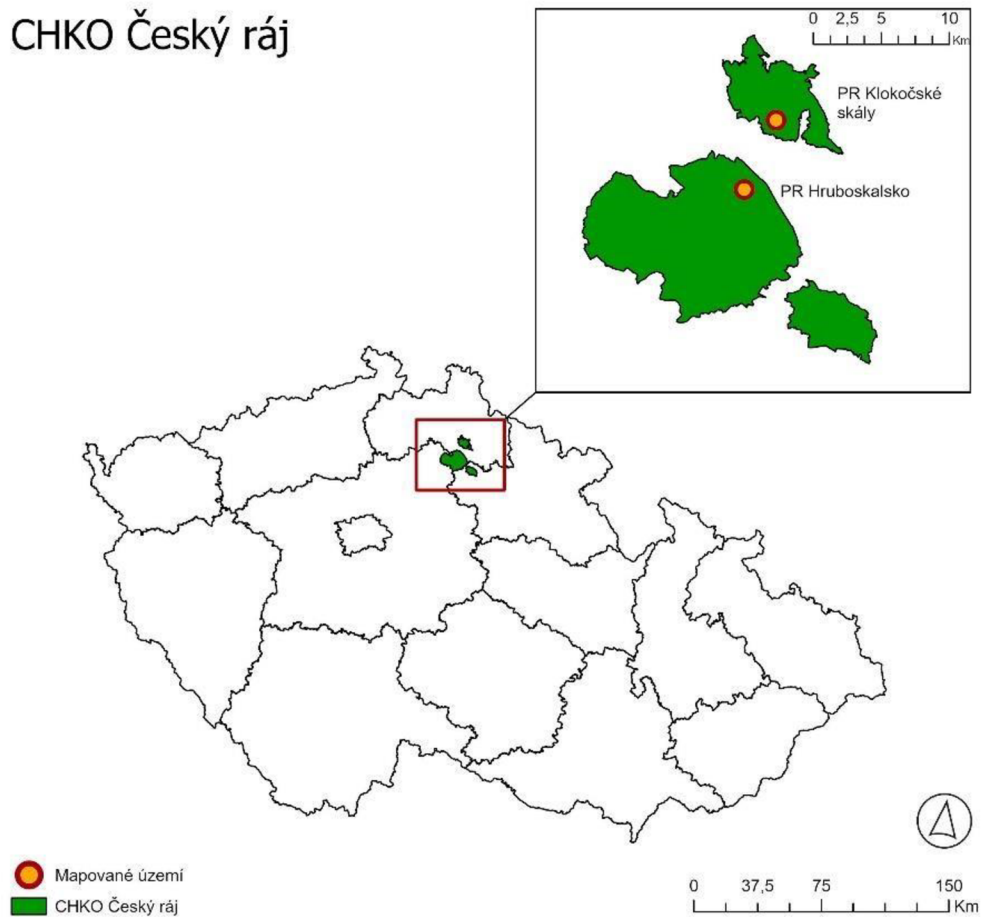
4 Popis mapovaných území

Obě mapované oblasti se nacházejí na severu České republiky v CHKO Český ráj (obr. 1). Tato chráněná krajinná oblast je nejstarší v ČR a vznikla v roce 1955. V roce 2002 došlo k jejímu rozšíření a v současnosti pokrývá plochu 18 170,5 ha (drusop.nature.cz).

Nejvyšším vrcholem je hora Kozákov (744 m n. m.), která vznikla vulkanickou činností. Důležitým symbolem oblasti jsou Trosky, které vyvřely během třetihorní sopečné činnosti a nacházejí se v nadmořské výšce 488 m. Další výjimečné části oblasti jsou skalní města Betlémsko-klokočské a Hruboskalské u Turnova, v okolí Malé Skály, Prachovské skály, Drábské světničky, Příhrazské skály, skalní města Podtroseckých údolíček, Borecké u Rovenska pod Troskami (Ziegler 2006). CHKO patří k povodí Jizery, do kterého ústí řada přítoků (Libuňka, Klenice, Kněžmostka a Žehrovka) (Tomsa 2002). Průměrná roční teplota vzduchu za období 1991–2020 se pohybuje mezi 7–9 °C. Průměrné roční srážky jsou přibližně 700–850 mm (chmi.cz).

Turistika v Českém ráji započala ještě před vznikem samotné CHKO. V rozsáhlejším měřítku se začala rozvíjet už v 19. století. Z důvodu vysoké turistické návštěvnosti je zde i vyšší hustota cestní sítě. Zlatá stezka Českého ráje je červeně značená turistická trasa, která spojuje nejvýznamnější části CHKO (vyjma Prachovských skal) (Markvart 2006). Tato trasa vede napříč celou přírodní rezervací Hruboskalsko (mapy.cz). V PR Klokočské skály i v PR Hruboskalsko lze provozovat turistiku pěší, na kole nebo jízdu na koni. Přes 50 % z celkového součtu všech návštěvníků, kteří míří do Českého ráje, tvoří rodiny s dětmi. Zahraniční návštěvníci zaujímají asi 30 % z celkového počtu (Maierová 2006). I když turistický ruch znamená pro Český ráj velmi důležitý zdroj finančních prostředků, má i řadu úskalí. K hlavním z nich patří právě rekreační zátěž, která může nenávratně poškodit přírodní hodnoty, kvůli kterým se oblast původně stala chráněnou (Málková 2006).

CHKO Český ráj



Obrázek 1 Mapované území

4.1 Přírodní rezervace Hruboskalsko

PR Hruboskalsko se rozkládá mezi obcemi Karlovice, Hrubá Skála a Kacanovy (střed PR Hruboskalsko – 50,5523161 N, 15,1841717 E). Nachází se 3 km jihovýchodně od města Turnov. Nadmořská výška se pohybuje v rozmezí 260–421 m n. m. (mapy.cz). Celková rozloha činí 220,44 ha (drusop.nature.cz). Rezervace byla vyhlášena v roce 1998 (Mrkáček 2002).

Horniny zde zastoupené jsou křemenné pískovce a méně jílovito-prachovité pískovce. Na většině území převažuje půdní typ podzol arenický místy doplněný kambizemí arenickou a kambizemí dystrickou. U potůčků je zastoupen pseudoglej kambický (geology.cz). Na plošinách kvádrových pískovců je litozem typická (Tomsa 2002).

V PR se nachází pískovcové skalní město, které patří k nejcennějším v celé České republice. Předmětem ochrany je zde skalní město se zachovalými segmenty reliktních borů (Mrkáček 2002).

Podle aktuálního plánu péče pro PR Hruboskalsko (2019–2027) je území pokryto z 97 % lesním porostem.

Nejvíce zastoupeným biotopem jsou lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami (X9A), které byly silně ovlivněny lidskou činností a jejich skladba byla vysoce pozměněna (Mikeska 2008, Chytrý a kol. 2010). Procentuálně pokrývá tento biotop 37,2 % z celkové rozlohy ZCHÚ. V minulosti byly lesy silně hospodářsky využívány, a proto byly původní bučiny s příměsí jedle nahrazeny smrkem ztepilým (*Picea abies*) a borové doubravy z velké části monokulturními bory s dominancí borovice lesní (*Pinus sylvestris*) (Mikeska 2008).

Na některých plochách v rezervaci byly vysazovány nepůvodní rychle rostoucí a odolné dřeviny, kvůli hospodářskému využívání lesů, zejména *Pinus strobus* a *Quercus rubra*, které nyní páchají největší škody (Mrkáček 2002).

Druhý nejvíce zastoupený biotop s 27,4 % tvoří acidofilní bučiny (L5.4) a hned za nimi s 11,1% zastoupením květnaté bučiny (L5.1).

Acidofilní bučiny se v PR vyskytují na vlhčích místech mezi skalami. Nejzachovalejší segmenty zaujímají skalnaté plošiny na přechodu k borům. Ostatní části bučin byly změněny výsadbou *Picea abies* a *Pinus sylvestris*. Bylinné patro je zde velmi chudé, ale zato s vysokou pokryvností, kterou tvoří převážně brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*) a metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*), omezeně kaprad' rozložená (*Dryopteris dilatata*) či bika bělavá (*Luzula luzuloides*).

V květnatých bučinách je různorodá věková skladba a převládají zde buky lesní (*Fagus sylvatica*) a duby zimní (*Quercus petraea* agg.) s příměsí např. habr obecný (*Carpinus betulus*), lípa malolistá (*Tilia cordata*), jedle bělokora (*Abies alba*), javor klen (*Acer pseudoplatanus*). Bylinné patro začala hojně pokrývat invazně se šířící *Impatiens parviflora* (Mikeska 2021). Na některých svazích rostou bukové lesy typu *Fagetum nudum*. Nejzachovalejší druhová skladba dřevin se rozprostírá ve fragmentech bučin *Melico-Fagetum* (Mikeska 2008).

Boreokontinentální bory (L8.1) zaujímají přibližně 9 % území. Na okrajích skalních masivů a skalních věžích jsou zachovalé reliktní bory (Mikeska 2008).

Stromové patro má různorodou věkovou strukturu s převahou *Pinus sylvestris* a břízy bělokoré (*Betula pendula*). Příměs boreokontinentálních borů tvoří *Fagus sylvatica*, *Picea abies* a jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*). Keřové a bylinné patro je zpravidla velmi omezené, někdy chybí úplně. Na mnoha místech na Hruboskalsku převažují keříčky brusnice borůvky (*Vaccinium myrtillus*), brusnice brusinky (*V. vitis-idaea*) a místy vřesu obecného (*Calluna vulgaris*) (Mikeska 2021).

Velká část tohoto biotopu byla v minulosti přeměněna na monokulturní bory, tím se výrazně změnilo i bylinné patro a porosty se staly homogenní (Mikeska 2008).

Roztroušeně skalní plošiny a hrany skal po celé rezervaci porůstá štěrbinová vegetace silikátových skal a drolin (S1.2) s 1% zastoupením z celkové plochy rezervace a brusnicová vegetace skal a drolin (T8.3) pokrývající 10,8 % (Mikeska 2008). Určujícími druhy štěrbinové vegetace v PR jsou různé acidofyty, na vlhkém substrátu bukovník kaprad'ovitý (*Gymnocarpium dryopteris*), papratka samičí (*Athyrium filix-femina*), bukovinec osladičovitý (*Phegopteris connectilis*). Na suchém substrátu jsou určujícími druhy: *Avenella flexuosa*, *Vaccinium myrtillus*, kaprad' rozložená (*Dryopteris dilatata*). Místy mohou být tyto porosty velmi chudé s dominantním zastoupením osladiče obecného (*Polypodium vulgare*).

V brusnicové vegetaci skal a drolin dominuje *Vaccinium myrtillus* občas doplněné *Vaccinium vitis-idaea*. Omezeně se může vyskytovat i *Calluna vulgaris* (Mikeska 2021).

Kolem pramenů za Lázněmi Sedmihorky a u rybníčka pod Valdštejnem se rozprostírají údolní jasanovo-olšové luhy (L2.2) s dominancí olše lepkavé (*Alnus glutinosa*), které jsou doplněny jasanem ztepilým (*Fraxinus excelsior*) a javorem klenem (Mikeska 2021).

Na velmi malých segmentech přírodní rezervace se podle mapování biotopů (aopkcr.maps.arcgis.com) dále vyskytují vlhké acidofilní doubravy (L7.2), subkontinentální borové doubravy (L7.3), hercynské dubohabřiny (L3.1), mezofilní ovsíkové louky (T1.1), urbanizovaná území (X1) a lesní paseky a holiny (X10).

4.2 Přírodní rezervace Klokočské skály

PR Klokočské skály se rozkládá severo-východně od města Turnov mezi obcemi Klokočí, Rohliny a Chutnovka (střed PR Klokočské skály – 50,6002228 N, 15,2078939 E). Vzdušnou čarou je vzdálena přibližně 5 km od PR Hruboskalsko. Nadmořská výška se pohybuje mezi 340–458 m n. m. (mapy.cz). Přírodní rezervace zaujímá rozlohu 236,58 ha (drusop.nature.cz) a byla vyhlášena v roce 1985 (Faltysová 2002).

Nejvíce zastoupenými půdními typy jsou kryptopodzol arenický, kambizem arenická a hnědozem modální. Na malých segmentech se ještě vyskytuje ranker modální a kambizem oglejená (geology.cz). Okraje skal pokrývají litozemě s rankery typickými a kambickými (Faltysová 2002). Geologické podloží je tvořeno křemennými pískovci, které jsou místy překryté sprašovými hlínami (geology.cz). Hlavním předmětem ochrany jsou souvislé skalní útvary z kvádrových pískovců a zachovalé segmenty reliktních borů (Faltysová 2002).

Podle plánu péče pro Klokočské skály (2017–2031) je uvedeno procentuální zastoupení různých typů biotopů, které byly určovány podle katalogu biotopů ČR (Chytrý a kol. 2010).

Stejně jako v Hruboskalsku jsou nejrozšířenějším biotopem lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami (X9A), které pokrývají 48,68 % z celkové rozlohy rezervace. Především *Pinus strobus* zde ohrožuje reliktní bory a potlačuje *Pinus sylvestris*, zejména nad osadou Klokočí.

Druhým nejzastoupenějším biotopem jsou boreokontinentální bory bez lišejníků (L8.1B). Část porostu na skalách zastupují segmenty zakrslých přirozených reliktních borů. Bory se prolínají se šterbinovou vegetací silikátových skal a drolin (S1.2), která porůstá minerálně chudé kvádrové pískovce. Na hranách skal a skalních terasách se vyskytuje biotop brusnicové vegetace skal a drolin (T8.3).

Ve druhovém složení na suchých místech plošin převládá *Vaccinium myrtillus* a *Avenella flexuosa*, místy se rozprostírají souvislé plochy *Vaccinium vitisidaea* (Faltysová 1992). Na skalních blocích roste *Polypodium vulgare* a *Calluna vulgaris* (Vacková 1996). V převážné části rezervace dominuje v bylinném patře hasivka orličí (*Pteridium aquilinum*) (Faltysová 1992).

Acidofilní bučiny a jedliny (L5.4) jsou zastoupeny na 7,02 % a květnaté bučiny a jedliny (L5.1) pokrývají jenom 0,03 % ZCHÚ (Plán péče o PR Klokočské skály na období 2017–2031). V západní části rezervace je půda vlhčí a bohatší, a roste se zde např. šťavel kyselý (*Oxalis acetosella*), konvalinka vonná (*Convallaria majalis*), pstroček dvoulistý (*Maianthemum bifolium*).

Nejvýznamnější částí Klokočských skal z botanického hlediska je Zelený důl, kde se v relativně nízké nadmořské výšce vyskytují významné horské druhy, kterými jsou žebrovice různolistá (*Blechnum spicant*) a čípek objímavý (*Streptopus amplexifolius*). Dále se zde vyskytuje věsenka nachová (*Prenanthes purpurea*).

Přírodní rezervace je výrazně ovlivněna různými druhy původních i nepůvodních plevelů, které do ní vstupují z přiléhajících silnic (Faltysová 1992).

Podle mapování biotopů (aopkcr.maps.arcgis.com) se na území dále vyskytují suché acidofilní idoubravy (L7.1), subkontinentální íborové doubravy (L7.3) a na vlhčích místech v okolí potůčků údolní jasanovo-olšové luhy (L2.2). Z biotopů, které byly buď silně přetvořené lidskou činností nebo přímo člověkem vytvořené, se zde vyskytují segmenty urbanizovaného území (X1), intenzivně obhospodařované louky (X5), lesní kultury s nepůvodními listnatými dřevinami (X9B), lesní paseky a holiny (X10) a nálety pionýrských dřevin (X12B).

5 Metodika

V PR Hruboskalsko a PR Klokočské skály jsem během léta 2022 zmapovala výskyt invazních druhů cévnatých rostlin. Nalezené druhy jsem zaznamenala do map s kontrolou polohy GPS v aplikaci mapy.cz. Všechna shromážděná data o lokalizaci jedinců jsem přenesla do mapového serveru MapoMat+. Ze vzniklých mapových výstupů jsem do práce použila výřezy, které charakterizují aktuální stav invadovanosti v obou přírodních rezervacích. Výřezy map charakterizují celé přírodní rezervace Hruboskalsko (Příloha 1.1) a Klokočské skály (Příloha 2.1).

5.1 Hustota cestní sítě

Pojmem hustoty lesní cestní sítě se rozumí průměrná délka lesních cest v metrech na hektar lesa (Bystrický a kol. 2020).

Všechny cesty, které procházejí nebo obléhají PR Hruboskalsko a PR Klokočské skály, byly změřeny v aplikaci mapy.cz nástrojem pro měření délky.

V PR Hruboskalsko turistické trasy se zpevněným povrchem měří 7 km, turistické trasy s nezpevněným povrchem 6,7 km. Neznačené trasy křižující rezervaci měří 10 km. Přilehlé silnice a cyklostezky jsou dlouhé 3 km.

V PR Klokočské skály jsou pouze turistické trasy s nezpevněným povrchem, které jsou dlouhé 5,2 km. Neznačené trasy rozprostřené po celé rezervaci měří celkem 11,4 km. Přilehlé silnice a cyklostezky jsou dlouhé 6,2 km.

Vypočítání hustoty cestní sítě v obou přírodních rezervacích (Bystrický a kol. 2020):

$$\text{Vzorec: } H = \frac{D}{S}$$

H – hustota lesních cest v m.ha⁻¹ (průměrná délka lesních cest v m/ha přírodní rezervace)

D – délka cest v m

S – plocha přírodní rezervace v ha

Výpočet pro PR Hruboskalsko: $H = \frac{26700}{220,44} = \underline{121,12 \text{ m.ha}^{-1}}$ (tab. 1)

Výpočet pro PR Klokočské skály: $H = \frac{22800}{236,58} = \underline{96,58 \text{ m.ha}^{-1}}$ (tab. 1)

5.2 Míra turistického zatížení

Monitoring turistického zatížení chráněných území se v České republice začal rozvíjet po roce 2000. Poprvé byl tento průzkum financován ze strany AOPK v roce 2014 a probíhal v různých CHKO. Tato iniciativa vznikla především kvůli tlaku na ekologickou stabilitu chráněných území, která právě kvůli turistickému přetížení lokalit může být nenávratně narušena (Zahradník a kol. 2019).

Turistické zatížení lokalit bylo vytaženo z dat shromážděných Správou CHKO Český ráj. V září roku 2015 z iniciativy Agentury ochrany přírody a krajiny za pomoci Partnerství, o.p.s., začal monitoring návštěvnosti v PR Hruboskalsko. Data o počtu návštěvníků sleduje sčítač TRAFx Trail Counter. Zařízení je umístěno na stromě v ptačí budce, místem zde prochází zelená a červená turistická trasa od hradu Valdštejn a Pelešan směrem k rozcestí u Kavčín a dále pokračuje k Hrubé Skále. Nejnovější data byla sbírána od 1. ledna do 31. prosince 2020, kdy však byly výsledné hodnoty významně ovlivněny nástupem pandemie koronaviru. Roční návštěvnost byla zaznamenávána u Valdštejna, kde se nachází jedna z hlavních vstupních cest do hradu a Hruboskalských pískovců. V sobotu 7. dubna byla zaznamenána nejvyšší turistická návštěvnost a sledovaným bodem prošlo 1341 lidí. Výraznou odchylku od denního průměru tvoří svátky a víkendy, které narůstají ještě asi o 69 % návštěvníků.

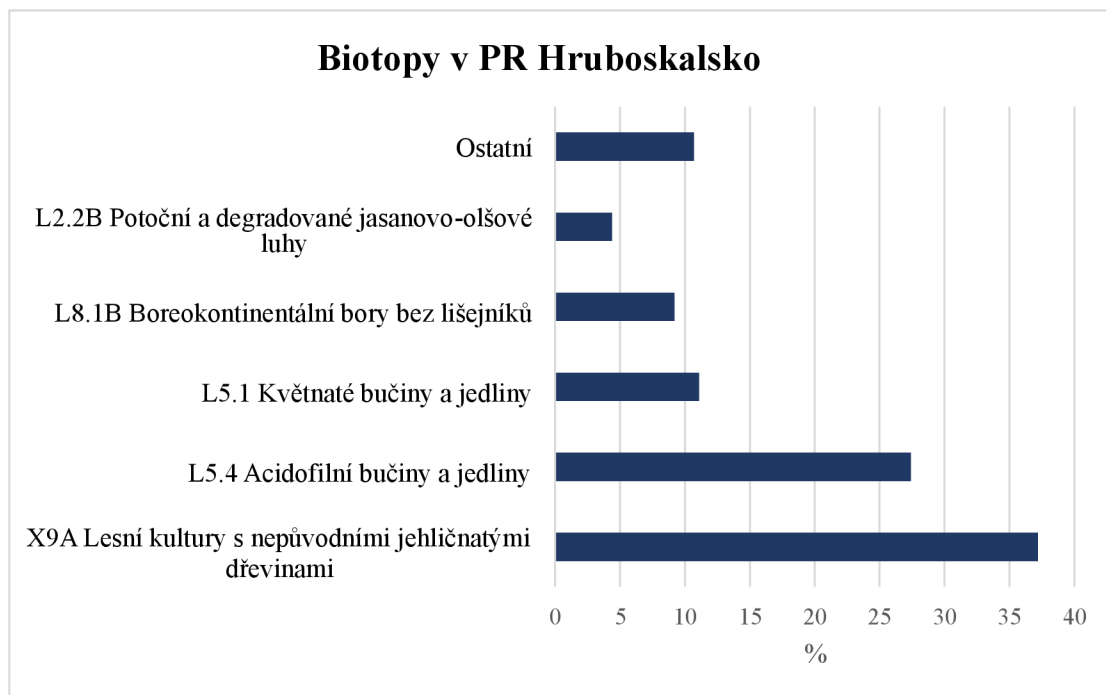
V PR Klokočské skály doposud neproběhlo takto podrobné sledování návštěvnosti jako v PR Hruboskalsko. Data z Klokočských skal pocházejí z období od 2. srpna 2021 do 30. června 2022. Zde bylo sledovací zařízení na počet vstupů umístěno u jeskyně Postojna. Den s nejvyšší návštěvností ve sledovaném období čítal 292 turistů.

5.3 Zastoupení různých typů lesní vegetace

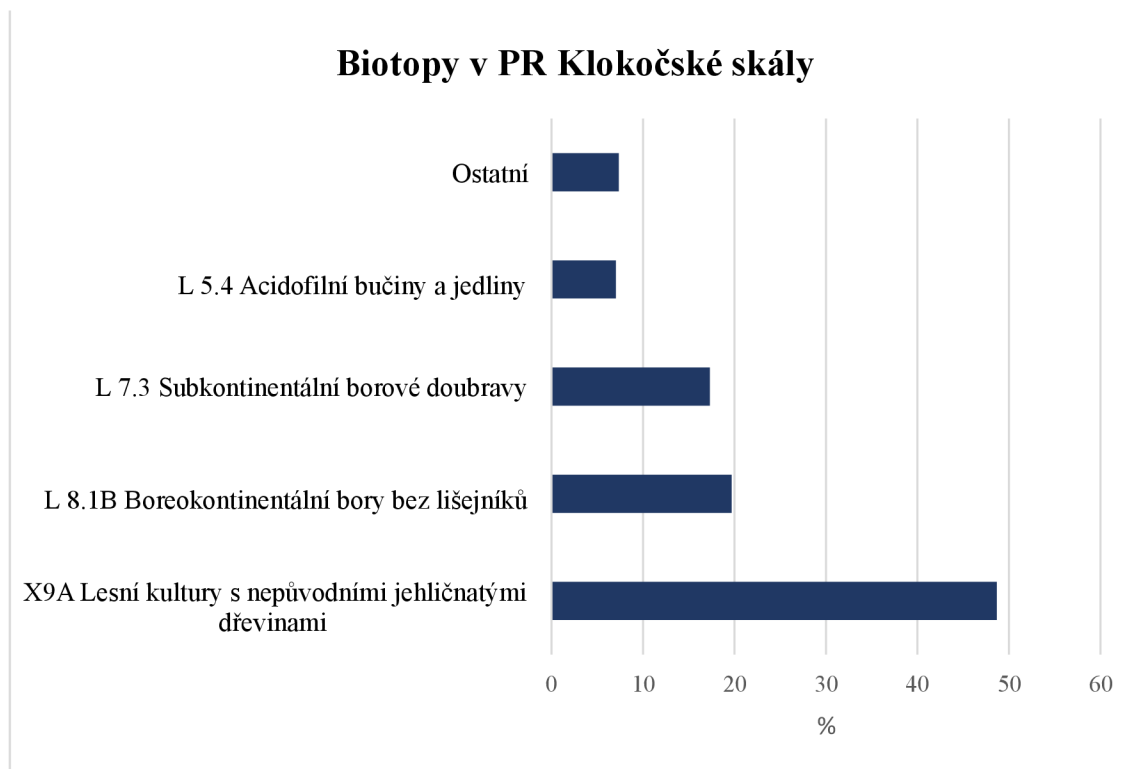
Všechny zastoupené lesní porosty jsou rozepsány v popisu mapovaných území u obou přírodních rezervací zvlášť. V PR Hruboskalsko i v PR Klokočské skály převládají lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami. V PR Hruboskalsko činí plocha 37,2 % z celkové rozlohy 220,44 ha (obr. 2) a v PR Klokočské skály je to 48,68 % z celkové rozlohy 236,58 ha (obr. 3). V minulosti byly v obou rezervacích dřeviny jako *Pinus strobus* a *Quercus rubra* hojně vysazovány. Nyní tyto dřeviny na některých místech v obou rezervacích samy zmlazují. Složení zbytku lesní vegetace v

rezervacích se liší zastoupením bučin a borů (Plán péče o PR Hruboskalsko na období 2019–2027, Plán péče o PR Klokočské skály na období 2017–2031). V PR Klokočské skály převládají bory (obr. 3), a naopak v PR Hruboskalsko bučiny (obr.2).

Na místech, kde byla lesní vegetace narušena např. těžbou dřeva byly invazní byliny (především *Impatiens parviflora*) rozšířeny hojněji než na místech zapojených.



Obrázek 2 Lesní biotopy v PR Hruboskalsko. Skupina ostatní zahrnuje zbylé biotopy z kap. 4.1.



Obrázek 3 Lesní biotopy v PR Klokočské skály. Skupina ostatní zahrnuje zbylé biotopy z kap. 4.2.

6 Výsledky

V PR Hruboskalsko je z invazních dřevin nejhojnější *Pinus strobus*. Hlavní těžiště výskytu se rozprostírá mezi Mariánskou vyhlídkou a Saharou, kde roste zhruba 100 dospělých jedinců a směrem k arboretu Bukovina v oblasti Malebného údolí dalších zhruba 100 jedinců (Příloha 1.5). Nad Angrovou stezkou v oblasti vyhlídky U Lvička, která se nachází na Zlaté stezce Českého ráje, roste přibližně 50 jedinců dospělých vejmutovek (Příloha 1.4) a na okrajích skal jsou na mnoha místech uchyceny její semenáčky (obr. 4). Zbytek jedinců se vyskytuje spíše bodově.

Druhou nejhojnější invazní dřevinou v Hruboskalsku je *Quercus rubra*. Skupina s nejvyšším počtem jedinců se rozprostírá naproti kempu v Sedmihorkách s počtem kolem 27 dospělých jedinců (Příloha 1.4). Pod arboretem Bukovina (v mapě – botanická zahrada) se nachází skupina čítající přibližně 26 dospělých jedinců (Příloha 1.5). Směrem k arboretu od Josefova pramenu se vyskytuje skupina zhruba 15 jedinců (Příloha 1.5). Zbylé výskyty jsou spíše bodové s počtem do 5 jedinců.

Poslední nalezenou invazní dřevinou v PR Hruboskalsko je *Robinia pseudoacacia*. Nejrozsáhlejší akátový porost se nachází na okraji rezervace a Lázní Sedmihorky (Příloha 1.5). Menší skupina akátů se vyskytuje u kempu Sedmihorky (Příloha 1.3).

Nejhojnější invazně se šířící bylinou v přírodní rezervaci je jednoznačně *Impatiens parviflora*. Tento druh netýkavky se v PR vyskytuje zejména na holinách, podél potoků a rybníků v Sedmihorkách (Příloha 1.4), ale také podél zpevněných i nezpevněných cest. Nejvyšší pokryvnost je v okolí Hrubé Skály (Příloha 1.6) a ve skalách u hradu Valdštejn (Příloha 1.2). Na třech místech v rezervaci se vyskytuje druh *Impatiens glandulifera*, který roste ve skupinách do 10 jedinců. Dvě skupiny se nalézají na okraji lesa za obcerstvením u hradu Valdštejn (Příloha 1.2) a jedna samostatná skupina se nachází na okraji cesty nedaleko kempu v Sedmihorkách (Příloha 1.3).

Posledním nalezeným druhem v rezervaci je *Solidago canadensis*. Skupina tohoto druhu se nachází vedle populace *Impatiens glandulifera* u kempu v Sedmihorkách (Příloha 1.3).

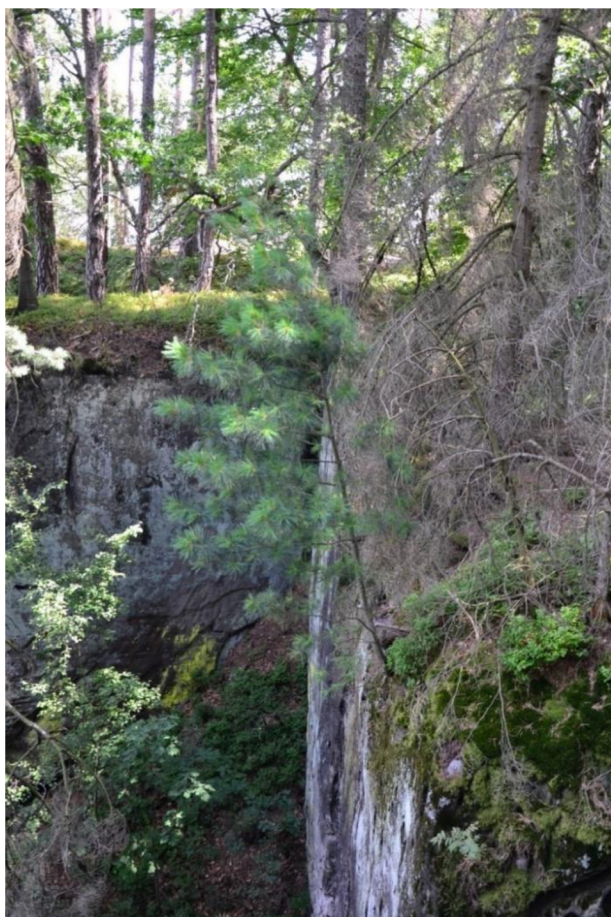
V PR Klokočské skály z invazních dřevin dominuje *Quercus rubra* a *Pinus strobus* (Příloha 2.1). Hlavní těžiště výskytu obou druhů je u vstupu do rezervace z obce Klokočí směrem ke zřícenině hradu Rotštejn (Příloha 2.2). Druh *Quercus rubra* má roztroušený výskyt zhruba 50 stromů podél cesty na svazích v Zeleném dole (Příloha 2.2). V této části rezervace bylo vidět, že byl v minulosti seřezáván a nyní zmlazuje. Hojněji se vyskytuje při vstupu do rezervace z obce Záholice, kde roste okolo 70 jedinců (Příloha 2.4). *Pinus strobus* nedaleko zříceniny hradu Rotštejn tvoří skupinu zhruba 60 vzrostlých jedinců (Příloha 2.3).

Robinia pseudoaccacia roste ve skupinách okolo zříceniny hradu Rotštejn, další skupina je při vstupu do rezervace na konci obce Jivina (Příloha 2.3). Nejrozsáhlejší akátiny jsou na stráních podél silnic v oblasti obce Rohliny (Příloha 2.4).

Z jednoletých invazních bylin se zde vyskytuje *Impatiens parviflora*. Nejhojnější výskyt v celém území je na zamokřené půdě podél potoka v Zeleném dole (Příloha 2.2). Zbylé nálezy jsou zejména na okrajích lesa a podél silnic obléhajících rezervaci.

Na jedné lokalitě v rezervaci se vyskytuje *Solidago canadensis* (Příloha 2.4).

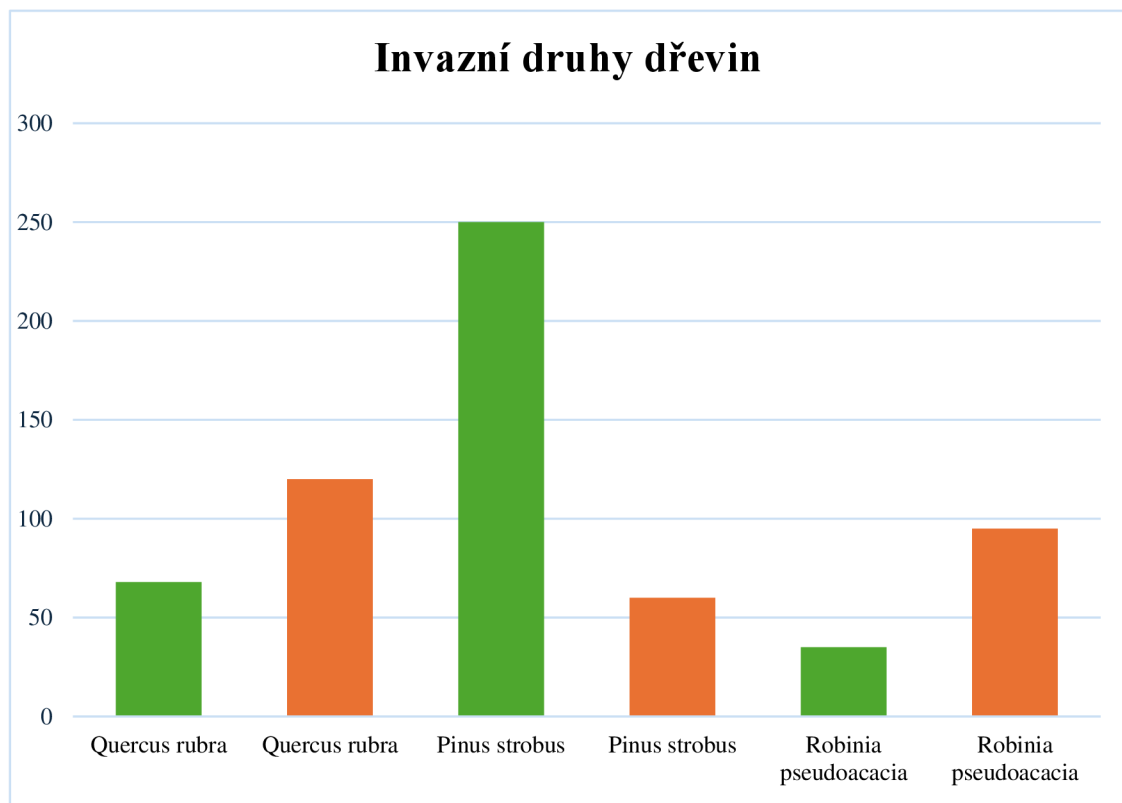
Na okraji rezervace u silnice v zatáčce před obcí Rohliny roste skupina s přibližně 20 jedinci druhu *Reynoutria japonica* (Příloha 2.4). Druhá skupina křídlatek leží na soukromém pozemku asi 150 m před vstupem do rezervace z obce Klokočí.



Obrázek 4 Borovice vejmutovka (*Pinus strobus*) rostoucí na okraji skalní plošiny v PR Hruboskalsko nedaleko vyhlídky U Lvička.

6.1 Porovnání míry invadovanosti

V PR Hruboskalsko i v PR Klokočské skály se z invazních dřevin vyskytují *Pinus strobus*, *Quercus rubra* i *Robinia pseudoacacia*. Z výsledků mého mapování vyplývá, že *Pinus strobus* je rozšířenější v PR Hruboskalsko (obr. 5) a naopak *Quercus rubra* je hojnější v PR Klokočské skály (obr. 5). Druh *Robinia pseudoacacia* je více zastoupen při okrajích silnic a v okolí zříceniny hradu Rotštejn v PR Klokočské skály. V PR Hruboskalsko se vyskytuje pouze na dvou místech.



Obrázek 5 Porovnání početnosti jedinců, kteří rostli ve větších skupinách v obou přírodních rezervacích. PR Hruboskalsko – zeleně a PR Klokočské skály – oranžově. Bodové výskyty druhů zde nejsou znázorněny.

Z invazních druhů bylin se v obou rezervacích vyskytuje hojně *Impatiens parviflora* a na několika místech *Solidago canadensis*. *Impatiens parviflora* je v PR Hruboskalsko nejhojnější na zamokřených lokalitách, podél potůčků a rybníčků, což platí i pro PR Klokočské skály. Vyšší zastoupení a celkové rozšíření po rezervaci má *Impatiens parviflora* v PR Hruboskalsko. *Solidago canadensis* se v obou přírodních rezervacích vyskytuje pouze na jedné lokalitě. V PR Klokočské skály se vyskytuje jedna skupina druhu *Reynoutria japonica*. V PR Hruboskalsko je na třech lokalitách zaznamenán výskyt několika jedinců *Impatiens glandulifera*.

V PR Hruboskalsko je vyšší početnost invazních rostlin v závislosti na hustotě cestní sítě především u invazních bylin. Druh *Impatiens parviflora* je nejvíce rozšířen podél turistických tras, lesních cest (obr. 6) a na pasekách po těžbě (obr. 7), při kterých vznikly nové cesty od těžké techniky, které však nejsou do výpočtu hustoty cestní sítě zahrnuty. Druhy *Impatiens glandulifera* a *Solidago canadensis* se vyskytovaly pouze u zpevněných turistických tras. Druh *Robinia pseudoacacia* rostl pouze podél silnic přiléhajících k rezervaci. Druh *Quercus rubra* byl rozšířen převážně podél turistických tras. Druh *Pinus strobus* se vyskytoval bodově podél cest, větší skupiny se nacházely spíše v zapojeném lesním porostu a u méně používaných turistických tras.

V PR Klokočské skály byly výsledky podobné. Druh *Impatiens parviflora* se vyskytoval podél lesních turistických tras a při okrajích rezervace v příkopech u silnic. Druhy *Solidago canadensis* a *Reynoutria japonica* se vyskytovaly pouze na jednom místě na okraji silnic přiléhajících k rezervaci. Hlavním těžištěm výskytu druhu *Robinia pseudoacacia* byly břehy nad příkopy podél silnic. Druhy *Quercus rubra* a *Pinus strobus* rostly podél silnic, turistických tras, ale i v zapojeném porostu (obr. 8).



Obrázek 6 Paseka vzniklá po těžbě dřeva zarostlá invazní netýkavkou malokvětou (*Impatiens parviflora*). Místo se nachází v PR Hruboskalsko nedaleko kempu Sedmihorky.



Obrázek 7 Cesta vzniklá po těžbě dřeva zarostlá invazní netýkavkou malokvětou (*Impatiens parviflora*). Místo se nachází v PR Hruboskalsko nedaleko zámku Hrubá Skála.



Obrázek 8 Vzrostlé borovice vejmutovky (*Pinus strobus*) v zapojeném lesním porostu v PR Hruboskalsko nedaleko vyhlídky U Lvička.

Celková návštěvnost PR Hruboskalsko za rok 2020 činí 108 871 průchodů. Průměrná denní návštěvnost vychází na 297 průchodů (tab. 1). Ve sledovaném období nebyl na lokalitě zaznamenán jediný den s nulovou návštěvností.

Celková návštěvnost PR Klokočské skály za rok 2021–2022 činí 16 710 průchodů. Průměrná denní návštěvnost byla 52 vstupů (tab. 1). Ve sledovaném období bylo zaznamenáno 43 dnů s nulovou návštěvností.

| Faktory | PR Hruboskalsko | PR Klokočské skály |
|--|-----------------|--------------------|
| Hustota cestní sítě (m.ha ⁻¹) | 121,12 | 96,58 |
| Návštěvnost | | |
| Denní | 297 | 52 |
| Roční | 108 871 | 16 710 |

Tab. 1 Porovnání hustoty cestní sítě s průměrnou denní a roční návštěvností.

7 Invazní druhy rostlin

V této kapitole jsou popsány druhy invazních cévnatých rostlin, které jsem zjistila při mapování v přírodních rezervacích Hruboskalsko a Klokočské skály v CHKO Český ráj.

7.1 *Pinus strobus* – borovice vejmutovka

Druh *Pinus strobus* pochází z východu Severní Ameriky a roku 1705 byl úmyslně zavezen do Evropy. V Kanadě i USA patří k základním dřevinám používaným v lesním hospodářství (Skalická 1988).

Tento druh borovice dorůstá až 50 m s široce rozloženou vejčitou korunou (Dostál 1989). K hlavním determinačním znakům této borovice patří šedo zelená kůra a tenké jehlice srostlé po 5 ve svazečku (Skalická 1988). Šišky mají válcovitý tvar a měří v rozmezí od 10 do 20 cm (Dostál 1989). Semena jsou křídlatá (Dostál 1989) a vypadávají na jaře dalšího roku. Borovici vejmutovce vyhovují vlhké, čerstvé, hlinité až písčité půdní podmínky ve vyšších polohách. Přirozeně neroste na velmi suchých půdách a v místech se stagnující vodou (Skalická 1988).

Semenáčky zvládají vyrůst na stinných místech v podrostu, rychle rostou, vytváří kvalitní dřevní hmotu a hojně zmlazují (Kaňák 2004, Hadincová a kol. 2008). Především díky těmto vlastnostem začala být využívána i českými lesníky už na konci 18. století (Višňák 1997).

Invazní šíření bylo zaznamenáno především v pískovcových skalních masivech, které se nacházejí na Kokořínsku, v Labských pískovcích a v Českém Švýcarsku. Zejména v těchto biotopech dokáže potlačovat borovici lesní a vytvářet kompaktní porosty (Berchová Bímová a kol. 2019). Sestupuje i do vlhkých a chladných roklí, kde konkuruje smrku ztepilému.

Silná vrstva opadu z jehličí borovice vejmutovky zamezuje zmlazování ostatních druhů dřevin, vyjma jí samotné (Kaňák 2004). Pozitivní vlastností opadu je snížení evaporace z půdy (Hadincová a kol. 2008).

7.2 *Quercus rubra* – dub červený

Druh *Quercus rubra* je opadavý listnatý strom, který dorůstá výšky 25 až 30

(45) m. Borka kmene je zpočátku šedozelená, hladká a později lehce vrásčitá (Koblížek 1990). Listy přisedají dlouhými řapíky na červenohnědé větve a na podzim se zbarvují do oranžové, hnědočervené až rudé barvy (Dostál 1989, Koblížek 1990).

Původní rozšíření se rozkládá od Nového Skotska, Minnesoty a Kansasu na jih po Texas a Floridu, kde obsazuje široké spektrum stanovišť s odlišnými klimatickými podmínkami. Do Evropy byl úmyslně zavlečen ze Severní Ameriky roku 1691. V roce 1799 byl zaznamenán první výskyt v ČR a dnes je zařazen do skupiny invazních neofytů (Koblížek 1990).

Dub červený má nižší nároky na světelné podmínky než naše původní druhy dubů a nejvíce mu vyhovují polostinná stanoviště. Optimální půdní podmínky jsou na hlinitých až jílovitých, minerálně bohatých a čerstvě vlhkých substrátech, avšak zvládá růst i na mnoha dalších. Nenajdeme ho na příliš suchých, velmi zamokřených a zaplavovaných stanovištích. Ve volné přírodě České republiky zasahuje do nadmořské výšky 500–600 m n. m. (Koblížek 1990).

U nás začal být používán v městských, parkových, ale i lesních výsadbách a nyní se dokáže samovolně šířit. Dokáže se přizpůsobit velkému spektru podmínek, a proto obsazuje různé biotopy od lužních lesů bohatých na živiny po lesy na chudém pískovcovém podkladu (Kaplan a kol. 2022).

V lesním hospodářství se začal hojně využívat především kvůli tomu, že naše původní dubové porosty byly silně poškozeny tracheomykózním onemocněním. Výhodné je jeho použití i na místech při rekultivacích a melioracích, protože zvládá růst na silně degradovaných a chudých půdách (Podrázský 2017). Oproti původním druhům ČR je dub červený odolnější na pozdní mrazíky a hmyzí škůdce, zejména díky pozdějšímu rašení (Koblížek 1990). K dalším vlastnostem tohoto druhu patří vysoká tolerance k znečištěnému ovzduší. V lesním hospodářství je oceňován hlavně vysokou klíčivostí a značnému uchycení semenáčků (Berchová Bímová 2019).

7.3 *Robinia pseudoacacia* – trnovník akát

Druh *Robinia pseudoacacia* je opadavý strom s lichozpeřenými listy dorůstající až 30metrové výšky. Bílá hroznovitá květenství se objevují od května do června a během září se přeměňují v úzké lusky naplněné 4–10 tmavými semeny. Plody přetrvávají na stromech do dalšího vegetačního období (Call 2002, Křivánek 2014).

Listy jsou na krátkých řapících a mají eliptický až vejčitý tvar (Dostál 1989). Kmen stromu bývá šedavý s výrazně členitou borkou. Na mladých větvích se objevují trny vzniklé z palistů (Berchová Bímová a kol. 2019).

Původní areál zaujímá ve střední a východní části Severní Ameriky na Apalačském pohoří, Pensylvánii až po Georgii směrem na západ do Montany a Oklahomy (Call 2002). První zmínky o výskytu trnovníku v Evropě pochází z roku 1601 z Francie, kde zahradník Jean Robin obdržel zásilku s několika lusky (Křivánek 2014). V současnosti v Evropě spadá mezi 20 nejinvasivnějších druhů (Vítková 2014). Ve Střední Evropě nejčastěji napadá suché písčité trávníky, nivy vodních toků a zemědělskou neobhospodařovanou krajinu (např. vinice, pole), které dokáže rychle a efektivně obsazovat agresivními kořenovými výmladky (Vítková 2014, Vítková a kol. 2016a).

V lesních výsadbách byl prvně použit na našem území v 60. letech 18. století (Vítková a kol. 2004). V České republice je nejčastější výskyt zaznamenán v termofytiku, méně v mezofytiku a jen zřídka v oreofytiku. Zdomácněl na celém území především kvůli hojným výsadbám (Chrtková 1995). Těžiště výskytu je zaznamenáno především na Jižní Moravě ve středních Čechách a v některých částech severních Čech. Vyjma Českomoravské vrchoviny a hraničních pohoří se akát vyskytuje roztroušeně po celé ČR (Vítková a kol. 2004). Celkový rozsah zasažených ploch akátovými porosty v České republice čítá 14 087 ha (Vítková a kol. 2016b).

Na přelomu 19. a 20. století proběhly v řadě zemí střední Evropy výsadby akátin. V ČR se osazovaly především disturbovaná stanoviště, erozí zasažené svahy a místa podél železnic (Vítková, Sádlo 2018). Používá se hlavně kvůli vysoké přizpůsobivosti na široké spektrum stanovišť, velmi rychlému růstu oproti ostatním původním dřevinám a kvalitní dřevní hmotě, také je to významná medonosná dřevina (Vítková a kol. 2016a).

Akáty spadají do čeledi bobovitých (*Fabaceae*), a tak mají schopnost vázat vzdušný dusík, kterým obohacují půdu (Vítková a kol. 2016b). V podrostové vegetaci začínou postupně dominovat nitrofilní a ruderalní druhy rostlin např. svízel přítula (*Galium aparine*) a kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*) (Sádlo a kol. 2017).

V akátových porostech bývá velmi husté keřové a bylinné patro, díky řídké koruně dopadá na podrost více světla (Vítková a kol. 2016b). Akáty mají také schopnost tzv.

alelopatie, což může způsobit omezení růstu a vývoje okolních rostlin (Kuneš a kol. 2019). Avšak alelopatické účinky nejsou prokázány v přirozeném prostředí. Proto se ovlivnění druhového složení podrostové vegetace přikládá spíše změně stanovištních podmínek obohacením půdy o dusík (Vítková 2014).

7.4 *Impatiens glandulifera* – netýkavka žláznatá

Druh *Impatiens glandulifera* je jednoletá bylina, která může být vysoká 1 až 2 m (ojediněle 2,5 m). Stonek je dutý se vzpřímeným růstem s narůžovělým odstínem. Vstřícně rostoucí listové čepele mají kopinatě vejčitý tvar a na okraji jsou zubaté. Netýkavky mají hroznovitá květenství a květy jsou v růžových, tmavě fialových i bílých odstínech (Balogh 2008). K hlavním znakům rodu netýkavek patří exploze tobolek při dozrání, čímž se účinně šíří. Vymrštěná semena z tobolek dopadnou nejčastěji na vodní hladinu, a přestože se potopí, po čase se vyplaví spolu s organickým materiálem na břeh, kde vyklíčí (Pyšek 2014). Také je častěji rozšiřována člověkem oproti netýkavce malokvěté (Perrins a kol. 1993). Kvůli těmto vlastnostem je v současnosti zařazena k nejinvaznějším druhům rostlin střední Evropy (Pyšek 2014). Vyhovují jí vlhké až zamokřené půdy s vysokým obsahem živin v nížinách až pahorkatinách (Dostál 1989).

Pochází z oblasti západní Himaláje, kde zasahuje až do 3 000 m nadmořské výšky (Slavík 1997). Pro své medonosné vlastnosti a zajímavý okrasný charakter byla přivezena do Anglie roku 1839 (Slavík 1996). Zplanění do volné přírody bylo zejména ze zahrad, díky svým vlastnostem si ji oblíbila řada zahrádkářů. Má dlouhou vegetační dobu, rychlý růst, a především je u ní snadné množení. První výsadby v České republice proběhly v roce 1846 a nalezena ve volné přírodě byla 50 let poté (Slavík 1997). K první naturalizaci došlo nejpravděpodobněji v Turnově podél řeky Jizery (Slavík 1996). V ČR je nejvíce rozšířena na březích podél řek, omezeněji kolem potoků a rybníků (Slavík 1997). Z celkového pokrytí různých typů biotopů činily břehy řek 53,4 % ze všech mapovaných lokalit (Pyšek, Prach 1995). Výskyt byl zaznamenán již Dostálem (1989) v povodí velkých řek, zejména v Třeboňské pánvi, v Polabí, v Pomoraví a v dolním Podyjí, dále podél Odry, Svitavy, Orlice a Svratky. Populace v ČR mají vysoce invazní chování právě v aluviích řek (Mandák 2006). V poslední době bylo zjištěno, že se netýkavka žláznatá rozšiřuje z břehových porostů

na neobhospodařované louky a lesní mýtiny. Mimo břehové porosty se šíří autochorně, kdy vystřeluje svá semena až do 7metrové vzdálenosti (Skálová, Čuda 2014).

7.5 *Impatiens parviflora* – netýkavka malokvětá

Impatiens parviflora patří mezi nejhojnější neofyty na území České republiky (Pyšek a kol. 2022). Netýkavka malokvětá je jednoletá bylina se vzpřímeným růstem a dosahuje výšky 0,2–1,5 m. Kromě prvního páru listů nasedají zbylé listy na stonek střídavě a mají zašpičatělé vejčitý tvar. Má hroznovitá květenství se žlutými květy (Coombe 1956).

Primárně se tento druh vyskytuje v západní části Sibiře, Himálaje, Mongolska a sousední turánské oblasti. Postupně se rozšířila do Severní Ameriky, severní Afriky, Evropy a zvětšila svůj areál v Asii (Slavík 1997). V druhotném areálu napadá široké spektrum stanovišť. Nejvíce obsazuje disturbované plochy s nižším počtem původních druhů a zastíněná vlhká místa s vysokým obsahem živin. Avšak její výskyt je zaznamenán i na suchých, otevřených a živinami chudých stanovištích (Florianová, Münzbergová 2018). Počátky zplaňování netýkavek malokvětých jsou přisuzovány hlavně botanickým zahradám. První únik byl zaznamenán v roce 1831 z botanické zahrady v Ženevě a postupem času se přidávaly další, ke kterým patří i naše botanická zahrada v Praze (Slavík 1996).

Impatiens parviflora má oproti *I. glandulifera* pomalejší růst semenáčků, vyšší specializaci na stanoviště, nižší mrazuvzdornost a menší počet vyprodukovaných semen (Perrins a kol. 1993). U obou popisovaných netýkavek byla zjištěna klíčivost až k 95 % (Perglová a kol. 2009).

7.6 *Solidago canadensis* – zlatobýl kanadský

Solidago canadensis je světlomilná vytrvalá bylina dorůstající od 0,6 do 1,5 (1,7) m (Slavík 2004).

Na stonek rostliny přisedají úzké kopinaté na rubu pýřité a pilovité listy. Listy se odspodu rostliny směrem nahoru zmenšují a spodní postupně odumírají (Dostál 1989). Během července se začínají objevovat na rostlinách laty plné úborů s malými žlutými květy, které se v září mění v malé a lehké nažky (Berchová Bimová 2019).

Chmýr je díky nízké hmotnosti lehce unášen větrem na delší vzdálenosti a semena mají vysokou klíčivost. K dalšímu způsobu šíření slouží zlatobýlu podzemní oddenky (Slavík 2004).

Primární areál se rozprostírá skoro po celé Severní Americe. První výskyt v Evropě je datován z roku 1648 z Francie. Zavlečený byl dále do východní Asie, na Nový Zéland a do Austrálie (Slavík 2004). Tento druh se řadí do skupiny neofytů, které se ve volné přírodě České republiky začaly objevovat v průběhu 19. století (Pyšek a kol. 2012). Byl vysazován do zahrad a parků, odkud se začal šířit zejména na urbanizovaná stanoviště (podél silnic, železnic a průmyslových zón), ale i na břehy řek (Višňák 1997, Slavík 2004). Oproti ostatním invazním rostlinám je zlatobýl méně náročný na obsah živin v půdě a snáší lépe sucho (Slavík 2004).

Podle Slavíka (2004) se druh vyskytoval nejvíce v severní části středních Čech, v severních a severovýchodních Čechách, na Plzeňsku, ve střední, severovýchodní a východní Moravě a Slezsku.

7.7 *Reynoutria japonica* – křídlatka japonská

Reynoutria japonica má vzpřímený růst a dorůstá až 2,5 m. Listy jsou široce vejčité s výraznou žilnatinou po obou stranách. Květenství tvoří lata mnohokvětých lichoklasů s malými bílými květy (Chrtek 1990).

Primární areál křídlatky se rozprostírá v Japonsku, Koreji a Číně, kde zasahuje až do 4000 m nadmořské výšky (Chrtek 1990). V původním areálu populace křídlatek pokrývají široké spektrum stanovišť. V horských polohách porůstají vychladlá lávová pole. Rozprostírají se podél vodních toků, na rudérálních stanovištích a pastvinách (Mandák 2006). Populace podél řek se šíří odlomenými částmi stonků nebo oddenků, které jsou proudem vody unášeny a vyplaveny na odhalených březích. Díky vysoké regenerace schopnosti dokáží i v novém areálu obsadit různé biotopy. U křídlatky japonské byla potvrzena dvakrát vyšší regenerace z oddenků nežli ze stonků. Proto opakované narušování oddenkového systému může výrazně přispívat k jejich šíření. Druhy křídlatek rodu *Reynoutria* mění životní podmínky v místě výskytu a tím vytlačují ostatní druhy. Také přispívají k půdním erozím (Bímová a kol. 2003).

V Evropě, zejména ve střední a severní, začala být pěstována jako dekorativní rostlina v roce 1825. V České republice zplaňuje po celém území a zarůstá plochy narušované lidskou činností, rumišťe, okraje silnic, železnic apod. (Chrtek 1990).

8 Diskuse

Cesty vybudované lidskou činností se mohou významně podílet na šíření nepůvodních druhů rostlin. Ve studii Trombulak a Frissel (2000) jsou popisovány tři aspekty podporující invazi podél silnic. Prvním faktorem je změna podmínek, která probíhá při výstavbě silnic a s ní spojené odstranění veškeré původní vegetace. Dalším faktorem je možnost snazšího pohybu lidí a živočichů, kteří mohou zajistit šíření nepůvodních druhů. Pro invazní rostliny je obnažená a často disturbovaná půda podél silnic vhodným stanovištěm, ze kterého se mohou postupně rozšiřovat do okolní vegetace. S výsledky mého mapování se shoduje, že některé invazní druhy rostlin invadovaly disturbované plochy podél silnic. Výskyt pouze u silnic byl zaznamenán u křídlatky v PR Klokočské skály a zlatobýlu v obou přírodních rezervacích. Akáty v PR Klokočské skály rostly na obnažených březích nad příkopy silnic lemujících rezervaci.

Studie Vítkové a kol. (2012) se zabývala antropogenními vlivy spojenými s turistickým ruchem na změnu vegetace v Krkonošském národním parku. Ze studie vyplývá, že mezi nejvýznamnější antropogenní faktory s negativním dopadem na vegetaci patří eutrofizace půdy, sešlap a průjezd vozidel, které způsobují vyšší riziko půdní eroze. V Krkonošském národním parku měla také významný vliv na šíření nepůvodních a apofytických druhů rostlin výstavba nových cest s použitím alochtonních materiálů, které změnil chemismus půdy. V PR Hruboskalsko i v PR Klokočské skály rostla netýkavka malokvětá v hojném počtu na cestách vytvořených těžkou technikou po těžbě dřeva.

Petřík a Pergl (2008) uvádějí, že délka cestní sítě pozitivně korelovala pouze s výskytem naturalizovaných druhů rostlin v oblasti Ještědského hřebetu. Pro všechny skupiny studovaných druhů (původní, nepůvodní, naturalizované a invazní) měla významný pozitivní vliv na šíření délka vodního toku. Vyšší procentuální zastoupení netýkavky malokvěté bylo u vodních toků a v zamokřených oblastech v obou rezervacích.

Podle výsledků Novákové (2016) má největší vliv na šíření nepůvodních rostlin ve sledovaném území CHKO Křivoklátsko nadmořská výška. Studie od Petříka a Pergla (2008) ukazuje, že hustota invazních druhů rostlin klesá s rostoucím

zastoupením lesních ploch a s rostoucí nadmořskou výškou. S vyšším pokryvem křovin nebyla tato negativní korelace prokázána.

Invadovaností různých typů biotopů se zabírala studie Chytrý a kol. (2008), ve které bylo zjištěno, že neofyté dávají často přednost disturbovaným lesním porostům, jako jsou plantáže listnatých stromů a lesní mýtiny po těžbě dřeva. Vysoké procentuální zastoupení netýkavky malokvěté bylo na pasekách vzniklých po těžbě dřeva, které byly především v PR Hruboskalsko.

8.1 Možnosti likvidace invazních druhů rostlin

V ČR zajišťuje sledování a míru rozšíření invazních rostlin Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky (zákon č. 114/1992 Sb.).

Eradikace invazních druhů rostlin je nejefektivnější při dodržování základních kroků podle Berchové Bímové (2019).

1. Zmapovat oblast terénními průzkumy či za pomoci databází, které zachycují výskyt druhů, např. NDOP AOPK, Pladias.
2. U každé nalezené populace se zhodnotí: densita, vitalita porostu a jestli se zde vyskytuje populace opakovaně.
3. Určí se míra ohroženosti invadovaných habitatů.
4. Musí se zjistit možné vektory šíření, které představují zejména vodní toky, turistika atd. a další možnosti šíření.
5. Musí se zhodnotit všechny možnosti šíření za použití všech předešlých kroků.
6. Porovná se efektivita možné likvidace z hlediska finanční a časové náročnosti.
7. Nakonec se musí zajistit opakovaný monitoring ohrožených lokalit.

Likvidace invazních druhů rostlin se provádí buď mechanickými, nebo chemickými způsoby. Mezi mechanické metody patří pastva, kosení, sečení, vytrhávání, vyrývání, kroužkování, řez a kácení. Při chemické likvidaci se používají totální a selektivní herbicidy. Při nejúčinnějším odstraňování nepůvodních druhů je vhodná kombinace obou zmíněných metod, avšak tento postup mnohdy není možný z

hlediska ochrany vod a životního prostředí (Pergl a kol. 2016). Velmi účinnou metodou v boji proti invazním dřevinám je TCCM. Při této metodě se aplikují herbicidy přímo na konkrétní dřevnaté části vyvinutých rostlin, čímž se eliminuje možnost poškození necílových druhů a okolního prostředí (Dufour-Dror 2013).

Pinus strobus je nutné likvidovat především v chráněných územích, jelikož má schopnost zmlazování daleko od semenných stromů (Hadincová a kol. 2008). Při účinné likvidaci vejmutovky je hlavní odstranit semenné stromy na skalních výchozech, horních částech svahů a hřebenech. Odstranění plodných stromů se provádí nejčastěji kácením a méně kroužkováním. S odstupem 3 až 5 let se vykácená plocha zbavuje náletů ručně či za pomoci křovinořezu (Pergl a kol. 2016).

U druhu *Quercus rubra* je nutné přistoupit ke kombinaci mechanického a chemického postupu. Prvním způsobem je kroužkování a aplikace herbicidu. Při druhém postupu se strom nejprve pokácí a v prvním roce se z něj odstraní výmladky. Druhým rokem opakovaně obrazí a na listy se aplikuje herbicid před skončením vegetační sezóny. Tento postup se musí opakovat nejčastěji po dobu 3 let (Pergl a kol. 2016).

U druhu *Robinia pseudoacacia* byla potvrzena nejúčinnější metoda likvidace mladých jedinců pomocí manuálního loupání kůry a okamžité aplikace herbicidu. Celý proces likvidace je nejvhodnější provádět ve druhé polovině vegetační sezony. Tato metoda má nejvyšší účinnost u mladých dřevin při tloušťce kmínku asi 3 cm. Při zásahu musí být strhnut pouze pruh kůry o přibližné délce 20 cm a zasahující do obvodu kmínku z 60–75 %. Loupání kůry se provádí nejlépe žabkou nebo u větších jedinců mačetou a k následné aplikaci se používá plochý štětec. U vzrostlých a starších jedinců je lepší provádět metodu navrtávání (injektáže) (Stejskal 2021).

Impatiens glandulifera je nejúčinnější likvidovat ručním vytrháváním před prvním kvetením. Vytržené rostliny se musí buď položit kořeny vzhůru na okolní vegetaci nebo odlomit kořeny a lodyhy nejlépe dvakrát zlomit (Pergl a kol. 2016).

Impatiens parviflora je doporučeno likvidovat pouze v chráněných oblastech s cennými ekosystémy, a to vytrháváním nebo sečením před uzráním semen (Mandák 2006).

Při odstraňování druhu *Solidago canadensis* je doporučován management pravidelného kosení a pastvy. Dále se na malých plochách může uplatnit vytrhávání

nebo vyrývání jedinců, nejlépe před kvetením, s kombinací aplikace herbicidu na listy (Pergl a kol. 2016).

Reynoutria japonica se likviduje pomocí aplikace herbicidu na listy nebo vykopáním celé rostliny i s oddenky. Při aplikaci herbicidu však nemusíme zasáhnout celou rostlinu a zbylé oddenky mohou opětovně vyrůst. Další metodou je odstranění nadzemních částí rostliny s následnou desikací (vysušením) a poté aplikace herbicidu na zbylé spodní části rostliny. Tato metoda přinesla velmi pozitivní výsledky v omezení křídlatky především v obytných zónách a zahradách (Lawson a kol. 2021).

V PR Hruboskalsko je z invazních dřevin nejrozšířenější *Pinus strobus*, proto by bylo vhodné provést likvidaci semenných stromů a s odstupem času sledovat jejich zmlazení. Jelikož se na některých místech v rezervaci jedná o skupiny čítající i 100 jedinců, bylo by vhodné vzniklé paseky osázet původními druhy dřevin. Semenáče a mladé jedince borovice vejmutovky by bylo dobré ručně odstranit z okrajů skal a ze skalních štěrbin. U vzrostlých stromů *Robinia pseudoacacia* a *Quercus rubra* by bylo vhodné provést metodu TCCM a poté sledovat, zda dojde ke zmlazení. U mladých jedinců a výmladků by bylo vhodné provést metodu loupání kůry s následnou aplikací herbicidu. Z invazních bylin je v PR Hruboskalsko nejrozšířenější druh *Impatiens parviflora*, který by bylo vhodné na vzniklých pasekách po kácení dřeva a podél vodních toků sekat křovinořezem před uzráním semen. Avšak bez vynaložení opakovaných nákladů na likvidaci tohoto druhu je management zbytečný. U druhu *Impatiens glandulifera* by bylo vhodné ruční vytrhání všech jedinců před začátkem kvetení, aby se zamezilo dalšímu šíření. Vytrhaným rostlinám je nutno zlomit na několikrát stonek a zbylé kořeny otočit k nebi. Nalezené jedince druhu *Solidago canadensis* by bylo vhodné vyrýt před nasazením květů.

V PR Klokočské skály patří k nejrozšířenějším druhům *Quercus rubra* a *Robinia pseudoacacia*, proto by i zde bylo vhodné provést u vzrostlých jedinců metodu TCCM. U mladých jedinců a výmladků, které jsou nejrozšířenější u vstupů do rezervace, by byla vhodná eradikace pomocí loupání kůry s následnou aplikací herbicidu. U druhu *Pinus strobus* je klíčové pokácet semenné stromy na skalních výchozech a ručně vytrhat semenáče z okrajů skal. U *Impatiens parviflora* by bylo vhodné, před uzráním semen, provést vytrhání nebo posečení křovinořezem podél

potoka v Zeleném dole. U druhu *Reynoutria japonica* by bylo dobré použít metodu desikace nadzemních částí s použitím herbicidu na zbylé části rostlin, jelikož je výskyt zaznamenán pouze na jedné lokalitě. Jedince druhu *Solidago canadensis* by bylo vhodné vyrýt před kvetením.

9 Závěr

Z hlediska rozšíření invazních druhů bylin byly v obou rezervacích nejvíce invadovány okraje lesních cest, paseky vzniklé těžbou dřeva a zamokřené oblasti podél potoků a rybníků. V obou rezervacích na těchto místech převládala invazně se šířící netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*). Z invazních dřevin převládá v obou rezervacích borovice vejmutovka (*Pinus strobus*) a dub červený (*Quercus rubra*). Obě dřeviny byly v minulosti v rezervacích hojně vysazovány. V současnosti tyto druhy v obou rezervacích zmlazují na okrajích skal, mezi skalami i v zapojeném lesním porostu. Borovice vejmutovka je ve vyšším počtu zastoupena v PR Hruboskalsko. Rozšíření dubu červeného je v obou rezervacích relativně stejné a je roztroušené po celé ploše. Trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*) je více zastoupen v PR Klokočské skály, kde porůstá okraje a stráně nad příkopy silnic lemujících rezervaci. Ani v jedné přírodní rezervaci nerostly akáty v zapojeném lesním porostu. Všechny druhy invazních rostlin mají hojnější výskyt podél cest, silnic a také v blízkosti hradů Rotštejn, Valdštejn a zámku Hrubá Skála.

U všech nalezených druhů invazních rostlin by bylo vhodné sledovat vývoj případného dalšího šíření. V obou přírodních rezervacích by bylo nutné zahájit postupnou eradikaci invazních dřevin, kterými jsou borovice vejmutovka, dub červený a trnovník akát. Z invazních bylin by bylo žádoucí v obou rezervacích eliminovat možnost dalšího šíření zlatobýlu kanadského (*Solidago canadensis*). Jedince této rostliny je nutné vyrýt ještě před kvetením. V PR Klokočské skály by bylo na místě zlikvidovat populaci křídlatky japonské (*Reynoutria japonica*) u silnice, aby se zamezilo možnému šíření do rezervace. V PR Hruboskalsko by bylo žádoucí odstranit jedince netýkavky žláznaté (*Impatiens glandulifera*).

Ze zaznamenaných dat shromážděných Správou CHKO Český ráj týkajících se návštěvnosti vyplývá, že rezervace Hruboskalsko je více jak pětinašobně navštěvovanější než rezervace Klokočské skály. V PR Hruboskalsko dosahuje délka všech turistických tras necelých 14 km, zatímco v PR Klokočské skály jsou turistické trasy dlouhé pouze 5,2 km. PR Hruboskalsko je daleko atraktivnější přírodní rezervací nejen z hlediska hustoty cestní sítě, ale také lepší dostupností z Turnova, vyšším počtem hradů a zámků (Valdštejn a Hrubá skála), blízkým kempem s koupalištěm v Sedmihorkách, ale také z hlediska horolezectví. Všechny tyto faktory

určují celkovou vyšší návštěvnost, která bohužel může vést až k turistickému přetížení rezervace.

Práce poskytla aktuální informace o výskytu invazních druhů dřevin a bylin v PR Hruboskalsko a PR Klokočské skály v CHKO Český ráj a bude předána Správě CHKO k využití při managementu invazních druhů.

10 Literatura

- BALOGH L., 2008: Himalayan balsam (*Impatiens glandulifera* Royle). In: BottaDukát Z. (ed.): The most important invasive plants in Hungary. Institute of Ecology and Botany, Hungarian Academy of Sciences, Vácrátót, Hungary. 129–137.
- BÍMOVÁ K., MANDÁK B., PYŠEK P., 2003: Experimental study of vegetative regeneration in four invasive *Reynoutria* taxa (Polygonaceae). *Plant Ecology* 166. 1–11.
- BÍMOVÁ BERCHOVÁ K., ČERVENÝ J., KADLECOVÁ M., KOPECKÝ M., PATOKA J., PECHAROVÁ E., PETRUS D., SIMON O., VARDARMAN J., VOJÍK M., 2019: Monitoring ohrožení zájmových lokalit invazními nepůvodními druhy – Metodika MŽP, Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy. 174.
- 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. 333–339.
- BUČEK A., 2006: Invazní neofyty v krajině. In: Dvorský M. (ed.): *Veronica* 2. Regionální sdružení ČSOP, Brno. 14–15.
- BYSTRICKÝ R., PODLIPNÁ J., SIROTA I., NAVRÁTIL V., PROCHÁZKA J., 2020: Metodický postup č. 1 Posuzování parametrů lesní cestní sítě – hodnocení efektivnosti investic. Český svaz vědeckotechnických společností z.s., Praha. 26.
- CALL J. L., 2002: Analysis of intraspecific and interspecific interactions between the invasive exotic tree-of-heaven (*Ailanthus altissima* [Miller] Swingle) and the native black locust (*Robinia pseudoacacia* L.). Master Thesis in biology, Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksburg, Virginia, USA. 80.
- COOMBE E. D., 1956: *Impatiens parviflora* DC. *Journal of Ecology* 44. British Ecological Society. 701–713.
- DOSTÁL J., 1989: *Nová květena ČSSR 1*. Academia, Praha.
- DOSTÁL J., 1989: *Nová květena ČSSR 2*. Academia, Praha.
- DUFOUR-DROR J. M., 2013: Guide for the control of invasive trees in natural areas in Cyprus: Strategies and technical aspects. Department of Forest, Republic of Cyprus. 25.
- FALTYSOVÁ H., 1992: Přírodní rezervace Klokočské skály – Inventarizační průzkum vegetačního krytu. 17.

FALTYSOVÁ H., 2002: Přírodní rezervace Klokočské skály. In: Mackovčín P., Sedkáček M., Kuncová J. (eds.): Chráněná území ČR Liberecko, svazek III. AOPK ČR a EkoCentrum Brno, Praha. 174–175.

FLORIANOVÁ A., MÜNZBERGOVÁ Z., 2018: Drivers of natural spread of invasive *Impatiens parviflora* differ between life-cycle stages. *Biological Invasions* 20. 2121–2140.

FOXCROFT L. C., SPEAR D., VAN WILGEN N. J., MCGEOCH M. A., 2019: Assessing the association between pathways of alien plant invaders and their impacts in protected areas. *NeoBiota* 43. 1–25.

GENTILI R., FERRÉ CH., CARDARELLI E., CARONNI S., MONTAGNANI CH., ABUEL KHAIR D., CITTERIO S., COMOLLI R., 2022: Performing as a transformer species? The invasive alien *Reynoutria bohemica* changes ecosystem properties in a riparian woodland. *Weed research An International Journal of Weed Biology, Ecology and Vegetation Management* 62. 381–458.

HADINCOVÁ V., KÖHNLEINOVÁ I., MAREŠOVÁ J., ŠAJTAR L., 2008: Šíření borovice vejmutovky v lesích České republiky. *Živa* 3. 108–110.

HORÁČKOVÁ J., 2018: Invazní rostliny v nivách – problém pro měkkýší společenstva. *Živa* 5. 243–245.

CHRTEK J. (1990): *Reynoutria* Houtt. – křídlatka. In: Hejný S., Slavík B., Hrouda L., Skalický V. (eds.): Květena České republiky 2. Academia, Praha. 362–366.

CHRTKOVÁ A., 1995: *Robinia* L. – trnovník. In: Slavík B., Smejkal M., Dvořáková M., Grulich V. (eds.): Květena České republiky 4. Academia, Praha. 361–362.

CHYTRÝ M., JAROŠÍK V., PYŠEK P., HÁJEK O., KNOLLOVÁ I., TICHÝ L., DANIHELKA J., 2008: Separating habitat invasibility by alien plants from the actual level of invasion. *Ecology* 89/6. 1541–1553.

CHYTRÝ M., PYŠEK P., 2009: Kam se šíří zavlečené rostliny? 2. Invadovanost a invazibilita rostlinných společenstev. *Živa* 2. 60–63.

CHYTRÝ M., KUČERA T., KOČÍ M., GRULICH V., LUSTYK P., 2010: Katalog biotopů České republiky. Ed. 2. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.

KAŇÁK J., 2004: Zkušenosti s introdukovanými druhy borovic v arboretu Sofronka a jejich použití v imisních oblastech Krušných hor. *Introdukované dřeviny a jejich produkční a ekologický význam*. Kostelec nad Černými lesy, KPL FLD ČZU, Praha. 10.

KAPLAN Z., DANIHELKA J., CHRTEK J. Jr., PRANČL J., GRULICH V.,

JELÍNEK B., ÚRADNÍČEK L., ŘEPKA R., ŠMARDA P., VAŠUT R. J., WILD J., 2022: Distributions of vascular plants in the Czech Republic, Part 11. *Preslia* 94. 335–427.

KOBLÍŽEK J., 1990: *Quercus* L. – dub. In: Hejný S., Slavík B., Hrouda L., Skalický V. (eds.): Květena České republiky 2. Academia, Praha. 21–35.

KOLLMANN J., BANUELOS M. J., NIELSEN S. L., 2007: Effects of virus infection on growth of the invasive alien *Impatiens glandulifera*. *Preslia* 79. 33–44.

KŘIVÁNEK M., 2004: Zhodnocení činnosti státní správy a jiných organizací v ČR proti rostlinným invazím. *Ochrana přírody* 59/5. 146–149.

KŘIVÁNEK M., 2006: Invazní druhy vyšších rostlin v CHKO Český ráj a dopad jejich šíření na biologickou rozmanitost. In: Borgis S., Coleman S., Čihulková M. (eds.): 50 let CHKO Český ráj. Z Českého ráje a podkrkonoší – supplementum 11. *Gentiana*, Jilemnice. 169–176.

KŘIVÁNEK M., 2014: Akáty změnilly svět/trnovník akát. In: Nentwig W. (ed.): Nevítaní vetřelci, Invazní rostliny a živočichové v Evropě. Academia, Praha. 63–70.

KUNEŠ I., BALÁŠ M., GALLO J., ŠULITKA M., SURAWEERA CH., 2019: Trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*) a jeho role ve středoevropském a českém prostoru. *Zprávy lesnického výzkumu*, Praha. 181–190.

LAWSON J. W., FENNEL M., SMITH M. W., BACON K. L., 2021: Regeneration and growth in crowns and rhizome fragments of Japanese knotweed (*Reynoutria japonica*) and desiccation as a potential control strategy. *PeerJ* 9. 1–21.

MAIEROVÁ H., 2006: Turistika v Českém ráji. Sdružení Český ráj a jeho aktivity. In: Borgis S., Coleman S., Čihulková M. (eds.): 50 let CHKO Český ráj. Z Českého ráje a podkrkonoší – supplementum 11. *Gentiana*, Jilemnice. 346–351.

MÁLKOVÁ J., Vliv turistiky na vegetaci a půdu. In: Borgis S., Coleman S., Čihulková M. (eds.): 50 let CHKO Český ráj. Z Českého ráje a podkrkonoší – supplementum 11. *Gentiana*, Jilemnice. 352–358.

MANDÁK B., 2006: *Impatiens glandulifera* (Royle, 1835) – netýkavka žláznatá. In: Mlíkovský J., Stýblo P. (eds.): Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky. ČSOP, Praha. 109.

MANDÁK B., 2006: *Impatiens parviflora* (DC., 1824) – netýkavka malokvětá. In: Mlíkovský J., Stýblo P. (eds.): Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky. ČSOP, Praha. 110.

MANDÁK B., 2006: *Reynoutria japonica* Houtt. var. *japonica*, 1777 – křídlatka japonská. In: Mlíkovský J., Stýblo P. (eds.): Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky. ČSOP, Praha. 160.

MARKOVÁ Z., HEJDA M., 2011: Invaze nepůvodních druhů rostlin jako enviromentální problém. *Živa* 1. 10–14.

MARKVART K., 2006: Značené turistické trasy v Českém ráji. Historie, současnost a výhled do budoucnosti. In: Borgis S., Coleman S., Čihulková M. (eds.): 50 let CHKO Český ráj. Z Českého ráje a podkrkonoší – supplementum 11. Gentiana, Jilemnice. 343–345.

MIKESKA M., 2008: Detailní lesnicko-typologické vymezení stanovišť. Závěrečná zpráva. Přírodní rezervace Hruboskalsko. Plán péče na období 2019–2027. AOPK ČR, Správa CHKO Český ráj, Turnov.

MIKESKA M., 2021: Botanický inventarizační průzkum – PR Hruboskalsko. AOPK ČR, Evropský fond pro regionální rozvoj v rámci Operačního programu Životní prostředí.

MLÍKOVSKÝ J., STÝBLO P., 2006: Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky. ČSOP. Praha. 496.

MRKÁČEK Z., 2002: Přírodní rezervace Hruboskalsko – charakteristika, lesnictví. In: Mackovčín P., Sedkáček M., Kuncová J. (eds.): Liberecko, Chráněná území ČR, svazek III. AOPK ČR a EkoCentrum Brno, Praha. 212–213.

NOVÁKOVÁ Z., 2016: Fyzickogeografické aspekty rozšíření nepůvodních druhů rostlin v CHKO Křivoklátsko. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Katedra fyzické geografie a geoekologie, Praha. 63 s. (diplomová práce). „nepublikováno“. Dep. Digitální repozitář UK v Praze.

PERGL J., PERGLOVÁ I., VÍTKOVÁ M., POCO VÁ L., JANATA T., ŠÍMA J., 2016: Likvidace vybraných invazních druhů rostlin. Standarty péče o přírodu a krajinu. AOPK ČR & Botanický ústav AV ČR, Praha. 1–22.

PERGL J., ŠÍMA J., GÖRNER T., PĚKNICOVÁ J., 2018: Biologické invaze a související právní nástroje. *Živa* 5. 126–129.

PERGLOVÁ I., PERGL J., SKÁLOVÁ H., MORAVCOVÁ L., JAROŠÍK V., PYŠEK P., 2009: Differences in germination and seedling establishment of alien and native *Impatiens* species. *Preslia* 81. 357–375.

PERRINS J., FITTER A., WILLIAMSON M., 1993: Population Biology and Rates of Invasion of Three Introduced *Impatiens* Species in the British Isles. *Journal of Biogeography* 20. 33–44.

PETŘÍK P., PERGL J., 2008: Faktory ovlivňující rozšíření nepůvodních druhů cévnatých rostlin na Ještědském hřbetu. *Zprávy České Botanické společnosti, Praha*. 51–61.

PIMENTEL D., 2011: *Biological Invasions Economic and Environmental Costs of Alien Plant, Animal and Microbe Species*. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton. 463.

PODRÁZSKÝ V., ŠÁLEK L., KUPKA I., 2017: Možnosti využívání geograficky nepůvodních druhů dřevin při obnově lesních porostů v ČR – sborník z odborného semináře. Česká zemědělská univerzita – Fakulta lesnická a dřevařská, Praha. 78.

PYŠEK P., PRACH K., 1995: Invasion Dynamics of *Impatiens glandulifera* – a century of spreading reconstructed. *Biological Conservation* 74. 41–48.

PYŠEK P., RICHARDSON D. M., REJMÁNEK M., WEBSTER L. G., WILLIAMSON M., KIRSCHNER J., 2004: Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. *Taxon* 53. 131–143.

PYŠEK P., RICHARDSON D. M., 2006: The biogeography of naturalization in alien plants. *Journal of Biogeography* 33. 2040–2050.

PYŠEK P., CHYTRÝ M., JAROŠÍK V., 2010: Habitats and Land Use as Determinants of Plant Invasion in the Temperate Zone of Europe. In: Perrings Ch. (eds.): *Bioinvasions and Globalization, Ecology, Economics, Management and Policy*. University press, Oxford. 66–79.

PYŠEK P., DANIHELKA J., SÁDLO J., CHRTEK J. Jr., 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., 2014: Tajemství nápadné rostliny/netýkavka žláznatá. In: Nentwig W. ed.: *Nevítaní vetřelci, Invazní rostliny a živočichové v Evropě*. Academia, Praha. 47–54.

PYŠEK P., CHYTRÝ M., PERGL J., SÁDLO J., WILD J., 2017: Chapter 8: Plant Invasions in the Czech Republic. In: Chytrý M., Danihelka J., Kaplan Z., Pyšek P. (eds.): *Flora and Vegetation of the Czech Republic*. Springer, Cham. 339–399.

PYŠEK P., SÁDLO J., CHRTEK J. Jr., CHYTRÝ M., KAPLAN Z., PERGL J., POKORNÁ A., AXMANOVÁ I., ČUDA J., DOLEŽAL J., DŘEVOJAN P., HEJDA M., KOČÁR P., KORTZ A., LOSOSOVÁ Z., LUSTYK P., SKÁLOVÁ H., ŠTAJEROVÁ K., VEČEŘA M., VÍTKOVÁ M., WILD J., DANIHELKA J., 2022:

Catalogue of alien plants of the Czech Republic (3rd edition): species richness, status, distributions, habitats, regional invasion levels, introduction pathways and impacts. *Preslia* 94. 447–577.

RICHARDSON M. D., PYŠEK P., REJMÁNEK M., BARBOUR G. M., PANETTA D. F., WEST J. C., 2000: Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and Distributions* 6. 93–107.

ROY H. E., PAUCHARD A., STOETT P., RENARD TRUONG T., LIPINSKAYA T., VICENTE J. R., 2023: Chapter 1: Introducing biological invasions and the IPBES thematic assessment of invasive alien species and their control. In: Roy H. E., Pauchard A., Stoett P., Renard Truong T. (eds.): *Thematic Assessment Report on Invasive Alien Species and their Control of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. IPBES secretariat, Bonn, Germany. 1–61.

ŘEPKA R., 2014: Vetřelci a invazní rostliny v krajině – pohled neinvazního botanika. *Veronica* 2. 6–9.

SÁDLO J., 2014: Podle skutků poznáte je. *Veronica* 2. 2–4.

SÁDLO J., VÍTKOVÁ M., PERGL J., PYŠEK P., 2017: Towards site-specific management of invasive alien trees based on the assessment of their impacts: the case of *Robinia pseudoacacia*. *NeoBiota* 35. 1–34.

SKALICKÁ A., 1988: *Pinus* L. – borovice. In: Hejný S., Slavík B., Chrtek J., Tomšovic P., Kovanda M. (eds.): *Květena České socialistické republiky* 1. Academia, Praha. 289–308.

SKÁLOVÁ H., ČUDA J., 2014: Invaze netýkavky žláznaté v České republice. *Živa* 6. 271–273.

SLAVÍK B., 1996: Rod *Impatiens* v České republice. *Preslia* 67, Praha. 193–211.

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.

STEJSKAL R., 2021: Metody cílené aplikace 2. část: Ošetření mladých jedinců invazních dřevin. *Ochrana přírody* 5. 22–25.

TOMSA T., 2002: CHKO Český ráj. In: Mackovčín P., Sedkáček M., Kuncová J. (eds.): *Chráněná území ČR Liberecko, svazek III. AOPK ČR a EkoCentrum Brno*, Praha. 195–209.

TROMBULAK S. C., FRISSELL CH. A., 2000: Review of Ecological Effects of Roads on Terrestrial and Aquatic Communities. *Conservation Biology* 14. 18–30.

VACKOVÁ D., 1996: Přehled taxonů cévnatých rostlin (souhrn všech nálezů k r. 1996). Přírodní rezervace Klokočské skály. Plán péče na období 2017–2031. AOPK ČR, Správa CHKO Český ráj, Turnov.

VIŠŇÁK R., 1997: Invazní neofyty v severní části České republiky. In: Pyšek K., Prach K. (eds.): *Invazní rostliny v české flóře*. Česká botanická společnost, Praha. 105–115.

VTÍKOVÁ M., TONIKA J., VTÍEK O., 2004: Habitat characteristics of *Robinia pseudacacia* stands in Bohemia. *Zprávy České botanické společnosti*, 39, Praha. 139–153.

VÍTKOVÁ M., VÍTEK O., MÜLLEROVÁ J., 2012: Antropogenní změny vegetace nad horní hranicí lesa v Krkonošském národním parku s důrazem na vliv turistiky. *Opera Corcontica* 49. 5–30.

VÍTKOVÁ M., 2014: Management of Black Locust Stands. *Životné prostredie*, 48/2. 81–87.

VÍTKOVÁ M., MÜLLEROVÁ J., SÁDLO J., PERGL J., PYŠEK P., 2016a: Black locust (*Robinia pseudoacacia*) beloved and despised: a story of an invasive tree in Central Europe. *Forest Ecology and Management* 384. 287–302.

VTÍKOVÁ M., PERGL J., SÁDLO J., 2016b: Black locust: from global ecology to local management – a case study from the Czech Republic. In: Krumm F., Vítková L. (eds.): *Introduced tree species in European forests: opportunities and challenges*. European Forest Institute. 306–318.

VÍTKOVÁ M., SÁDLO J., 2018: Akát jako příklad uplatnění diferencovaného managementu. *Živa* 5. 238–241.

ZAHRADNÍK D., BANAŠ M., ŠVAJDA J., 2019: Visitor Monitoring in the Protected Area Management of the Czech Republic. *Životné prostredie* 53/3. 147–152.

ZIEGLER V., 2006: Vznik hodnot Českého ráje. In: Borgis S., Coleman S., Čihulková M. (eds.): *50 let CHKO Český ráj. Z Českého ráje a podkrkonoší – supplementum* 11. Gentiana, Jilemnice. 11–16.

10.1 Internetové zdroje

BOTANICKÝ ÚSTAV AV ČR, ©2023: Nová zpráva o invazních nepůvodních druzích nabízí účinný nástroj k zamezení jejich šíření (online) [cit. 2024.02.15], dostupné z <https://www.ibot.cas.cz/cs/2023/09/05/nova-zprava-o-invaznichnepuvodnich-druzich-nabizi-ucinny-nastroj-k-zamezeni-jejich-sireni/>

ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV, ©2021: Územní srážky (online) [cit. 2022.11.20], dostupné z <https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/uzemnisrazky#>.

ČGS, ©2022, Půdní mapa 1: 50 000. Praha, Česká geologická služba (online) [cit. 2022.11.25] dostupné z <http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapyonline/mapove-aplikace>.

ČGS, ©2022, Geovědní mapa 1: 25 000. Praha, Česká geologická služba (online) [cit. 2022.11.25] dostupné z <http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapyonline/mapove-aplikace>.

Digitální registr ÚSOP, maloplošná zvláště chráněná území ©2023: drusop.nature.cz, AOPK ČR (online) [cit. 2023.03.11], dostupné z <https://drusop.nature.cz/portal/>.

MAPY.CZ, ©2022: Mapy.cz. Seznam.cz, a. s. (online) [cit. srpen–listopad 2022], dostupné z <https://mapy.cz/turisticka?x=15.6252330&y=49.8022514&z=8>.

MAPOVÁNÍ BIOTOPŮ, ©2018: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR (online) [cit. 2022.12.21], dostupné z <https://aopkcr.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=c38db59779714a78aec4c731152b0290>.

Plán péče o CHKO Český ráj na období 2014–2023, ©2014: drusop.nature.cz, AOPK ČR (online) [cit. 2024.03.10], dostupné z https://drusop.nature.cz/ost/chrobjekty/zchru/index.php?SHOW_ONE=1&ID=2336.

Plán péče o PR Hruboskalsko na období 2019–2027, ©2018: drusop.nature.cz, AOPK ČR (online) [cit. 2024.03.10], dostupné z https://drusop.nature.cz/ost/chrobjekty/zchru/index.php?SHOW_ONE=1&ID=1935.

Plán péče o PR Klokočské skály na období 2017–2031, ©2018: drusop.nature.cz, AOPK ČR (online) [cit. 2024.03.10], dostupné z https://drusop.nature.cz/ost/chrobjekty/zchru/index.php?SHOW_ONE=1&ID=918&pageposzchru=&SELECT_ID_USE_FILTERzchru=&SELECT_ID_CHECK_ALLzchru=&EXPORT_ALL_step=&ORDER_BYchrob_planypece_most=dd_aopk.

10.2 Legislativní zdroje

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

Nařízení Evropského parlamentu a rady Evropské unie 1143/2014 o prevenci a zvládnání zavlékání a šíření invazních nepůvodních druhů

11 Samostatné přílohy

PR HRUBOSKALSKO

Příloha 1.1 Mapa PR Hruboskalsko se všemi nalezenými invazními druhy cévnatých rostlin. Invazní druhy dřevin: *Pinus strobus* – modrá, *Quercus rubra* – červená, *Robinia pseudoacacia* – zelená. Invazní druhy bylin: *Impatiens parviflora* – fialová, *Impatiens glandulifera* – oranžová, *Solidago canadensis* – žlutá. MapoMat+.

Příloha 1.2 Podrobnější mapa výskytu *Impatiens parviflora* (fialová), *Impatiens glandulifera* (oranžová), *Pinus strobus* (modrá) a *Quercus rubra* (červená). MapoMat+.

Příloha 1.3 Podrobnější mapa výskytu *Impatiens parviflora* (fialová), *Impatiens glandulifera* (oranžová), *Solidago canadensis* (žlutá), *Pinus strobus* (modrá) a *Robinia pseudoacacia* (zelená). Největší skupina *Quercus rubra* (červená) naproti kempu v Sedmihorkách. MapoMat+.

Příloha 1.4 Podrobnější mapa výskytu *Impatiens parviflora* (fialová). Větší skupiny *Pinus strobus* (modrá) a *Quercus rubra* (červená). MapoMat+.

Příloha 1.5 Podrobnější mapa výskytu hlavního těžiště *Pinus strobus* (modrá) a *Quercus rubra* (červená). Hlavní těžiště výskytu *Robinia pseudoacacia* (zelená) u Lázní Sedmihorky. Zaznamenaný výskyt *Impatiens parviflora* (fialová). MapoMat+.

Příloha 1.6 Podrobnější mapa zaměřená na okolí zámku Hrubá Skála. Zaznamenaný výskyt *Impatiens parviflora* (fialová) a invazních dřevin *Pinus strobus* (modrá) a *Quercus rubra* (červená). MapoMat+.

PR KLOKOČSKÉ SKÁLY

Příloha 2.1 Mapa PR Klokočské skály se všemi nalezenými invazními druhy cévnatých rostlin. Invazní druhy dřevin: *Pinus strobus* – modrá, *Quercus rubra* – červená, *Robinia pseudoacacia* – zelená. Invazní druhy bylin: *Impatiens parviflora* – fialová, *Solidago canadensis* – žlutá, *Reynoutria japonica* – růžová. MapoMat+.

Příloha 2.2 Podrobnější mapa výskytu hlavního těžiště *Pinus strobus* (modrá) a *Quercus rubra* (červená). Zaznamenaný výskyt větších skupin druhu *Robinia pseudoacacia* (zelená). Invazní druhy bylin: *Impatiens parviflora* (fialová) a *Solidago canadensis* (žlutá). MapoMat+.

Příloha 2.3 Podrobnější mapa zaměřená na okolí zříceniny hradu Rotštejn. Větší skupiny dřevin *Robinia pseudoacacia* (zelená), *Quercus rubra* (červená) a *Pinus strobus* (modrá). Výskyt malých skupin *Impatiens parviflora* (fialová). MapoMat+.

Příloha 2.4 Podrobnější mapa výskytu hlavního těžiště *Robinia pseudoacacia* (zelená) a *Quercus rubra* (červená). Zaznamenané výskyty několika stromů *Pinus strobus* (modrá). Jediné místo výskytu v rezervaci u *Reynoutria japonica* (růžová) a *Solidago canadensis* (žlutá). Roztroušený výskyt *Impatiens parviflora* (fialová). MapoMat+.