

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V
PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA EKOLOGIE



CÉVNATÉ ROSTLINY OKOLÍ CEST V CHKO
JIZERSKÉ HORY – JAKÝ VLIV MÁ NADMOŘSKÁ
VÝŠKA A KONTAKTNÍ BIOTOPY NA JEJICH
ROZŠÍŘENÍ?

VASCULAR PLANTS ALONG THE ROADS IN
THE JIZERSKÉ HORY MTS – THE EFFECT OF
ALTITUDE AND CONTACT HABITAT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Diplomant: Bc. Jan Titěra

Vedoucí DP: Ing. Karel Boublík, Ph.D.

Konzultant: RNDr. Petr Petřík, Ph.D.

Praha, 2016

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jan Titěra

Aplikovaná ekologie

Název práce

Cévnaté rostliny okolí cest v CHKO Jizerské hory – jaký vliv má nadmořská výška a kontaktní biotopy na jejich rozšíření?

Název anglicky

Vascular plants along the roads in the Jizerské hory Mts – the effect of altitude and contact habitat.

Cíle práce

Zmapovat výskyt cévnatých rostlin podél různých kategorií cest a na křižovatkách, v různých nadmořských výškách a v různých kontaktních biotopech (les vs. louka) a identifikace invazních druhů. Zjistit, zda se liší složení druhů v závislosti na typu cesty, kontaktním biotopu a nadmořské výšce.

Metodika

Shromáždit literární údaje o vektorech šíření rostlin, o šíření invazních druhů a o flóře okolí cest v Jizerských horách. V terénu zmapovat květenu na náhodně vybraných úsecích cest a na náhodně vybraných křižovatkách v různých nadmořských výškách a v různých kontaktních biotopech v CHKO Jizerské hory.

Vyhodnotit rozšíření nepůvodních druhů a ekologické strategie rostlin. Zpracovat získaná data a statisticky je vyhodnotit.

Doporučený rozsah práce

30–40 stran + přílohy

Klíčová slova

cesty, floristika, invazní druhy, Jizerské hory, silnice, vektory šíření

Doporučené zdroje informací

- Danihelka J., Chrtek J. Jr. & Kaplan Z., 2012: Checklist of vascular plants of the Czech Republic. *Preslia* 84: 647–811.
- Godefroid S. & Koedam N., 2004: The impact of forest paths upon adjacent vegetation: effects of the path surfacing material on the species composition and soil compaction. *Biological Conservation* 119: 405–419.
- Jäger E. J., Müller F., Ritz C. M., Welk E. & Wesche K., 2013: *Rothmaler Exkursionsflora von Deutschland (Gefäßpflanzen: Atlasband)*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, Berlin.
- 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.
- Sýkora T., 1971: Rostlinná společenstva lesních cest v severních Čechách. *Preslia* 43: 28–39.
- Višňák R., 2013: Rostliny lesních cest. In: Karpaš R., Višňák R., Vonička P. & kol. (eds): *Jizerské hory o rašeliniš ch, květeně a zvířeně 2. RK*, Liberec: 220–221.

Předběžný termín obhajoby
2015/16 LS – FŽP

Vedoucí práce
Ing. Karel Boublík, Ph.D.

Garantující pracoviště
Katedra ekologie

Konzultant
RNDr. Petr Petřík, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 16. 3. 2016

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 16. 3. 2016

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 18. 04. 2016

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, pod vedením Ing. Karla Boublíka, Ph.D. Další informace mi poskytl RNDr. Petr Petřík, Ph.D. (Botanický ústav Akademie věd ČR, v. v. i.). Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Praze 18. 4. 2016

Jan Titěra

Poděkování

Chtěl bych poděkovat vedoucímu diplomové práce Ing. Karlu Boublíkovi, Ph.D. za odborné vedení, trpělivost a rady při zpracování této diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat svému konzultantovi RNDr. Petru Petříkovi, Ph.D. za pomoc s přípravou metodiky a za pomoc při vyhodnocování získaných dat.

V Praze 18. 4. 2016

Jan Titěra

ABSTRAKT

Cílem diplomové práce bylo zmapovat výskyt cévnatých rostlin podél různých kategorií cest a na křižovatkách, v různých nadmořských výškách a v různých kontaktních biotopech (les vs. louka) a identifikovat invazní druhy. Druhy byly zmapovány celkem na 120 lokalitách, z toho 45 lokalit tvořily lesní cesty, 40 lokalit luční cesty a 35 lokalit lesní křižovatky. Byly nalezeny 3 silně ohrožené druhy a 5 druhů ohrožených. Z nalezených nepůvodních druhů byl zjištěn velký podíl druhů naturalizovaných a invazních, které by mohly potenciálně ohrožovat přirozená společenstva. Analýzou DCCA bylo zjištěno, že druhové složení invazních rostlin reaguje na jednotlivé environmentální proměnné statisticky významně. Dále byl zjištěn velký podíl konkurenčních strategií a malý podíl stres snášejících strategií. Dále bylo zjištěno, že druhové složení květeny reaguje na nadmořskou výšku statisticky vysoce významně. Analýzou DCA byla zjištěna příslušnost druhů ke kategoriím cest a křižovatek, stupni dopravy a ke kontaktním biotopům. Dále byla použita CCA analýza a bylo zjištěno, že druhové složení rostlin reaguje na přítomnost dřevin zastoupených v okolní vegetaci statisticky vysoce významně. Součástí práce také bylo shromáždění literárních údajů o vztahu květeny a cest, vektorech šíření rostlin a nepůvodních druhů a květeně cest Jizerských hor. V diskuzi pak byly výsledky porovnány s jinými pracemi a doplněny o vlastní poznatky autora. Přínos práce spočívá ve zmapování květeny cest a křižovatek na mnoha lokalitách v Jizerských horách, doplnění botanických údajů a v identifikaci invazních druhů potenciálně se rozšiřujících podél cest. Výsledky této práce by měly posloužit jako podklad k případným preventivním či ochranným opatřením prováděným v Jizerských horách.

Klíčová slova: cesty, floristika, invazní druhy, Jizerské hory, silnice, vektory šíření

ABSTRACT

The aim of the diploma thesis was to map the incidence of vascular plants along the various categories of roads and crossroads at different altitudes and in different contact habitats (forests × meadow) and identify invasive species. The species were mapped to a total of 120 sites, including 45 sites accounted for forest roads, 40 sites meadow paths and 35 sites forest crossroads. There were found 3 strongly endangered species and 5 endangered species. From the total non-native species was found a large proportion of naturalized and invasive species that could potentially threaten natural communities. DCCA analysis was found that the species composition invasive plant reacts to the individually environmental variables statistically significant. It was also found large share of competitive strategies, and a small share of stress-tolerant strategists. Furthermore, it was found that the species composition of the flora responds to altitude statistically highly significant. DCA analysis was found affiliation species to categories of roads and crossroads, level of traffic and to contact habitats. Furthermore was used CCA analysis. It was found that the species composition of the plant reacts to the presence of trees present in the surrounding vegetation statistically highly significant. Part of the work has also been gathering literature data about the relationship between flora and roads, vectors of spread plants and alien species and flora of roads in Jizera mountains. The results were compared with other works, and complemented by own knowledge of the author, in the discussion. Contribution of work consists in mapping the flora of roads and crossroads in many locations in Jizera mountains, botanical supplement data and the identification of potentially invasive species expanding along the roads. The results of this study should serve as a basis for preventive or protectionist measures implemented in Jizera mountains.

Keywords: trails, floristry, invasive species, Jizerské mountains, roads, propagation vectors

Obsah

1. Úvod	9
2. Cíle práce.....	10
3. Metodika.....	11
3.1 Literární rešerše	11
3.2 Příprava na terénní výzkum.....	11
3.3 Terénní mapování.....	13
3.4 Zpracování získaných dat	14
3.5 Vyhodnocení získaných dat.....	14
4. Literární rešerše	16
4.1 Vektory šíření rostlin a druhy nepůvodní.....	16
4.2 Vztah složení květeny kolem cest a nadmořské výšky	17
4.3 Vegetace podél silnic a cest.....	17
4.4 Antropogenní změny přičestní vegetace v KRNAP	20
4.5 Rostliny lesních cest v Jizerských horách	22
5. Charakteristika studijního území.....	23
6. Výsledky práce	25
7. Diskuse	42
8. Závěr.....	45
9. Přehled literatury a použitých zdrojů	47
10. Přílohy	55
10.1 Přehled lokalit.....	55
10.1.1 Lesní cesty	55
10.1.2 Luční cesty	59
10.1.3 Lesní křižovatky	62
10.2 Fotogalerie.....	66

1. Úvod

Silnice a cesty vytvářejí stanoviště se specifickými ekologickými podmínkami, které se podstatně liší od okolního přírodního prostředí (*Severin & kol. 2014*). Jde o specifické biotopy, kde jsou rostliny vystaveny častému a intenzivnímu mechanickému narušování. Druhové složení rostlin tvoří hlavně druhy jednoleté a ruderální (*Simonová, 2008*). Silnice a cesty také ovlivňují šíření invazních druhů, které mohou narušovat přirozená společenstva (*Trombulak & Frissell, 2000*).

Ve své diplomové práci se zabývám výzkumem cévnatých rostlin rostoucích podél náhodně vybraných úseků cest a na náhodně vybraných lesních křižovatkách v části CHKO Jizerské hory. Touto prací jsem přispěl tím, že jsem se zaměřil na výzkum květeny okolo cest, kterou přede mnou nikdo soustavně nezkoumal. Přínosem práce by měla být také identifikace potenciálně šířících se invazních druhů podél cest, které mohou ohrozit přirozená společenstva rostlinných druhů.

V minulosti se problematiky „přicestní“ vegetace v Jizerských horách dotkl pouze Tomáš Sýkora, když v roce 1971 v časopise *Preslia* uveřejnil článek s názvem *Rostlinná společenstva lesních cest v severních Čechách* (Sýkora 1971). V tomto článku uvádí šest cest v Jizerských horách, na kterých zapsal fytoocenologické snímky a popsal společenstva a uvádí také morfologii cest. Jeho práce však spadá do období, kdy síť cest v Jizerských horách vypadala podstatně jinak než dnes. Po imisních kalamitách v minulém století došlo k výraznému rozšíření cestní sítě a také k odlesnění. To vedlo ke změnám květeny rostoucí podél cest a k migraci rostlin z podhůří do vyšších poloh hor.

Dále květenu cest v Jizerských horách nastínil Richard Višňák (2013) v knize *Jizerské hory o rašeliništích, květeně a zvířené 2* v kapitole *Rostliny lesních cest*. Zde se pouze krátce zmiňuje o rostlinách rostoucích v okolí cest a dělí je do třech skupin (druhy trávníků, druhy pasekové a rostliny ruderálních biotopů). Soustavným mapováním cévnatých rostlin podél cest se však nezabýval. Ve stejné knize Richard Višňák v kapitole *Nepůvodní rostliny Jizerských hor* také pojednává o rostlinách šířících se ze zahrádek, nepůvodních druhích a invazních druhích ohrožujících přirozenou vegetaci.

V Jizerských horách také probíhá mapování invazních druhů *Reynoutria japonica*, *Reynoutria sachalinensis*, *Reynoutria ×bohemica*, *Lupinus polyphyllus*, *Impatiens glandulifera* a *Heracleum mantegazzianum*, které se týká především dílčích částí povodí, ve kterých jsou potom tyto druhy likvidovány. Celoplošným výzkumem invazních druhů podél cest v CHKO Jizerské hory se však nikdo nezabýval. Snahou mé práce je tyto poznatky obohatit o další získaná data, která by mohla sloužit jako podklad pro případná ochranná opatření.

2. Cíle práce

Cílem diplomové práce je:

a) Shromáždění literárních údajů o vegetaci rostoucí podél cest a silnic a sepsání potenciálního šíření invazních druhů podél nich.

b) Zmapování výskytu cévnatých rostlin podél různých kategorií cest a na křižovatkách, v různých nadmořských výškách a v různých kontaktních biotopech (les vs. louka) a identifikace invazních druhů.

c) Získaná data statisticky vyhodnotit. Ověřit platnost nulové hypotézy H_0 : Druhové složení nereaguje na gradient nadmořské výšky nebo alternativní hypotézy H_a : Druhové složení květeny reaguje na gradient nadmořské výšky. Dále ověřit platnost nulové hypotézy H_0 : Druhové složení invazních rostlin nereaguje na jednotlivé environmentální proměnné nebo alternativní hypotézy H_a : Druhové složení invazních rostlin reaguje na jednotlivé environmentální proměnné. Nakonec ověřit platnost nulové hypotézy H_0 : Druhové složení rostlin nereaguje na přítomnost dřevin zastoupených v okolní vegetaci nebo alternativní hypotézy H_a : Druhové složení rostlin reaguje na přítomnost dřevin zastoupených v okolní vegetaci. Výsledky potom vhodně interpretovat.

Očekávané vlastní přínosy práce spočívají jednak v terénním průzkumu cévnatých rostlin rostoucích podél cest a na křižovatkách, identifikaci invazních druhů a doplnění již provedených botanických průzkumů. Veškerá nově získaná data o výskytu cévnatých rostlin by potom mohla být využívána Správou CHKO Jizerské hory jak k ochranným, tak preventivním opatřením, popřípadě by mohla sloužit

jako podklad k dalším studiím a výzkumům, které se v Jizerských horách uskuteční v budoucnosti.

3. Metodika

3.1 Literární rešerše

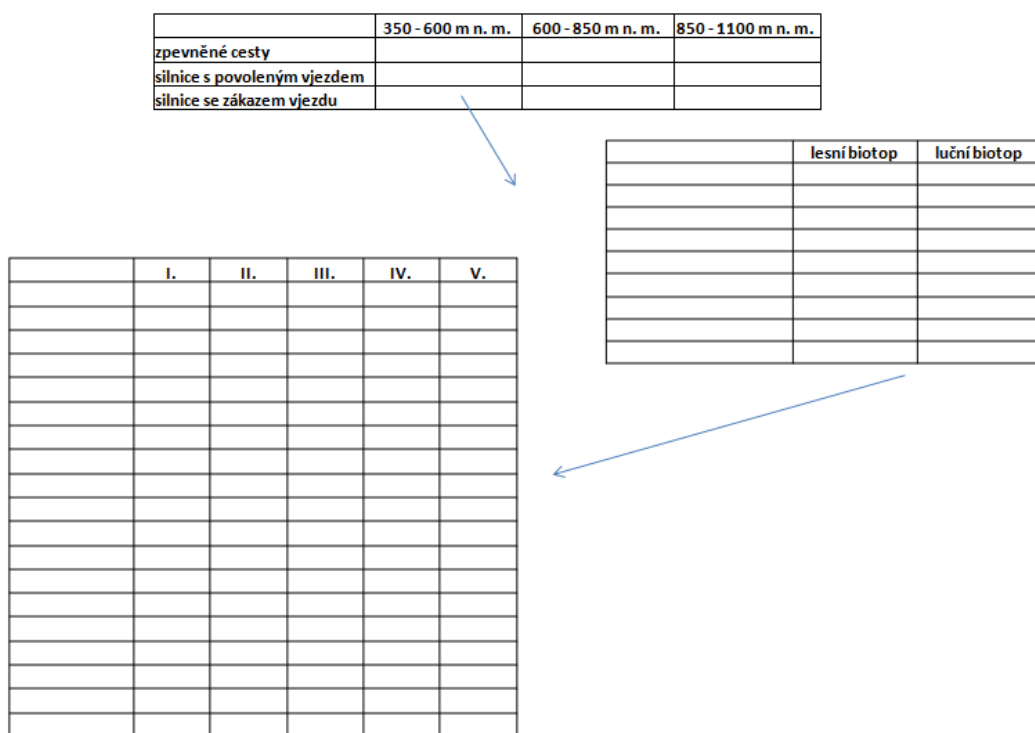
V literární rešerši jsem se zaměřil na různé vektory šíření rostlin. Píši o nepůvodních rostlinných druzích, zaměřuji se na jejich charakteristiku, popisuji proces invaze a také se zaměřuji na výskyty invazních druhů vzhledem k nadmořské výšce. V dalších kapitolách charakterizuji vztah vegetace k nadmořské výšce a vegetaci podél silnic a cest. V těchto kapitolách jsem se snažil vycházet převážně ze zahraničních zdrojů literatury, jednalo se především o odborné vědecké články. Dále charakterizuji vegetaci podél cest v sousedních Krkonoších a vycházím zde z již provedených výzkumů, kterých bylo v této oblasti poměrně velké množství. V poslední kapitole shrnuji ve stručnosti znalosti o rostlinách v okolí lesních cest v Jizerských horách.

Dále stručně popisuji charakteristiku studijního území. V rámci charakteristiky studijního území jsem se zaměřil hlavně na geologické, půdní a klimatické poměry a na závěr v pár větách popisuji charakteristiku cestní sítě v Jizerských horách.

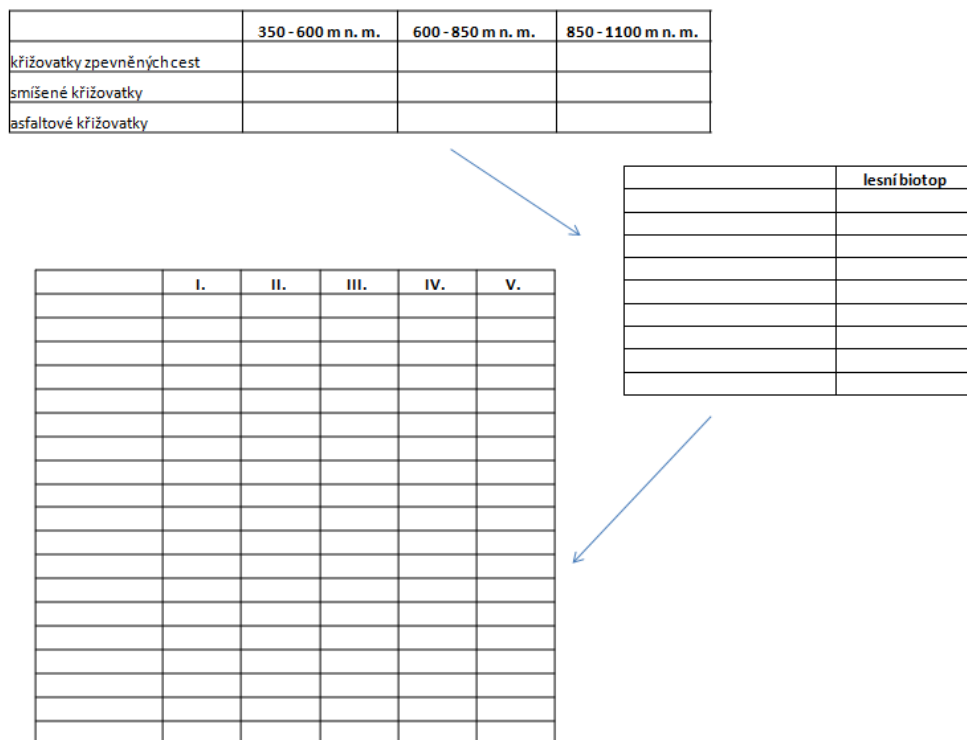
3.2 Příprava na terénní výzkum

Před započítím terénních prací bylo zapotřebí náhodně vybrat úseky cest a křižovatky, aby se daly mezi sebou vzájemně porovnat a následně statisticky zanalyzovat. Náhodný výběr jsem provedl v programu ArcGIS 10. 2. Obstaral jsem si mapovou vrstvu lesních cest a biotopů. Obě vrstvy jsem využil společně s vrstvou Základních map České republiky jako podklad pro následné analýzy potřebné pro požadovaný výběr. Následně jsem postupoval tak, že jsem si vytvořil tři oblasti o stejném rozpětí nadmořských výšek (po 250 m). Za použití funkce intersect jsem propojil výše uvedené vrstvy a vytvořil jsem 17 nových vrstev. Každá vrstva zahrnovala určitou kategorii cesty/silnice [3 kategorie (silnice se zákazem vjezdu; silnice pro veřejnou dopravu; zpevněné cesty)], v určitém biotopu (lesním; lučním) a v určitém rozsahu nadmořských výšek [3 kategorie (350–600 m n. m.); (600–850 m

n. m.); (850–1100 m n. m.)]. Potom jsem provedl náhodný výběr pomocí funkce Create Random Points a vygeneroval náhodné body [5 z každé kategorie (I.–V.)]. Pokud se daná skupina v zájmovém území nenacházela, tak jsem jí z výběru vyloučil. Celkem jsem tak vygeneroval 85 bodů. Stejný výběr jsem provedl i pro křižovatky, ale pouze pro lesní biotopy, jelikož lučních křižovatek nebyl v Jizerských horách dostatek. Opět jsem vytvořil nové vrstvy, do kterých jsem ještě navíc zvektorizoval průniky různých kategorií cest, a vznikly tak nové kategorie, které zahrnovaly smíšené (tvořené jednou asfaltovou a jednou zpevněnou cestou) a asfaltové křižovatky a křižovatky zpevněných cest. Opět jsem vyloučil skupiny, které se v zájmovém území nenacházely a vygeneroval jsem tak 35 náhodných bodů. Na základě této přípravy jsem získal mapky, které jsem potom v terénu používal jako podklad pro terénní mapování.



Obr. č. 1: Schéma postupu náhodného výběru úseků cest.



Obr. č. 2: Schéma postupu náhodného výběru křižovatek.

3.3 Terénní mapování

S připravenými mapovými podklady jsem mohl začít provádět terénní výzkum. Určování druhů cévnatých rostlin v terénu jsem prováděl podle knihy *Exkursionsflora von Deutschland (Gefäßpflanzen: Atlasband)* od Jägera (2013). Názvy druhů uváděných ve výsledcích jsem sjednotil podle *Seznamu cévnatých rostlin květeny České republiky* od Jiřího Danihelky & kol. (2012). V terénu jsem odměřil 50 m na délku a to po obou stranách cesty. Při terénním mapování jsem zaznamenával květeny na koruně cesty a 2 m od její hrany směrem do okolní vegetace a to po obou jejích stranách. Lesní křižovatky jsem mapoval tak, že jsem zaznamenával květeny uprostřed křižovatky a květeny do vzdálenosti 2 metrů od korun přilehlých cest. Každou přilehlou cestu jsem mapoval po délce 20 m. Na lokalitách jsem také zaznamenával okolní vegetaci stromového patra. Druhy, které se mi nepodařilo určit na místě, jsem sebral a určil dodatečně.

3.4 Zpracování získaných dat

Po skončení terénního průzkumu jsem poznámky z terénu přepsal do elektronické podoby. Seznam lokalit mapovaných úseků cest a křižovatek uvádím v příloze. Každou mapovanou lokalitu jsem označil číslem, pojmenoval, uvedl její zeměpisné souřadnice, nadmořskou výšku a vzdálenost od nejbližší obce. Poslední tři zmíněné informace jsem zjišťoval z internetových stránek www.mapy.cz. Vzdálenost lokality od nejbližší obce udávám v kilometrech, pokud se jedná o vzdálenost kratší než 1 km, uvádím ji v metrech. Zaznamenané druhy ke každé lokalitě jsem přepsal do programu Microsoft Office Excel, kde jsem v první tabulce do jednotlivých sloupců uvedl čísla lokalit a do řádků pod sebou uvádím nalezené druhy. V další tabulce uvádím okolní vegetaci, kde zahrnuji pouze stromové patro. Stejně informace uvádím i pro tabulky s invazními druhy, které jsem opět zpracoval pro lesní a luční cesty i pro křižovatky. V těchto tabulkách vycházím z katalogu nepůvodní flóry České republiky Pyška & kol. (2012). V poslední tabulce zařazuji nalezené druhy do jednotlivých skupin podle jejich strategií z vyhledávacího a informačního systému (Bioflor: http://www2.ufz.de/bioflor/taxonomie/taxonomie.jsp?ID_Taxonomie=862) cévnatých rostlin v Německu a dělím je do 7 skupin (s, c, r, csr, cr, cs a sr). Dále jsem nalezené druhy zařadil podle stupně ohrožení (C2, C3, C4 a ostatní) podle Jiřího Danihelky & kol. (2012).

3.5 Vyhodnocení získaných dat

Vyhodnocení získaných dat jsem provedl v programu Juice (Tichý, 2002). Zde jsem hodnotil věrnost druhů k jednotlivým kategoriím pomocí hodnot fidelity (phi koeficientu), která byla vyhodnocena výpočtem Fisherova exaktního testu na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ za účelem odstranění nesignifikantních výskytů druhů (Chytrý & kol., 2002). Dále jsem v programu Juice (Tichý, 2002) vyhodnotil lineární regresí závislost mezi nepůvodními druhy a Ellenbergovými indikačními hodnotami pro světlo jako hlavního faktoru, který ovlivňuje druhové složení květeny.

Potom jsem využil program CANOCO (Braak & Šmilauer, 2012) na provedení statistických analýz. Nejdříve jsem použil k vyhodnocení dat gradientovou analýzu, která dává do vztahu druhovou skladbu a gradienty prostředí. Vysvětlující

proměnnou (environmental variables) je nadmořská výška a vysvětlovanými proměnnými (response variables) jsou nalezené druhy (Lepš & Šmilauer, 2000).

Rozhodl jsem se, že použiji statistickou metodu CCA (kanonickou korespondenční analýzu). Je to metoda přímé gradientové analýzy, která vyhodnocuje data o druhovém složení a zároveň pracuje s proměnnými prostředí (v mém případě s nadmořskou výškou). Jedná se o unimodální techniku, jelikož druhy mohou mít svá maxima výskytů kdekoliv, na rozdíl od lineárních technik, jejichž použití je možné, když mají druhy svá maxima buď při maximální nebo při minimální hladině proměnné prostředí (Herben & Münzbergová, 2003).

V další analýze jsem použil statistickou metodu DCA (detrendovanou korespondenční analýzu). Vyloučil jsem vliv nadmořské výšky a provedl parciální analýzu. Hodnotil jsem vztah druhů k jednotlivým kategoriím cest a křižovatek, stupni dopravy a ke kontaktním biotopům. DCA patří mezi nepřímou gradientovou (trendu zbavenou) analýzu využívající opět unimodální techniku.

Zvlášť jsem statisticky vyhodnocoval i invazní druhy ve vztahu ke kategoriím cest, křižovatek, stupni dopravy, k nadmořské výšce a ke kontaktním biotopům. Na vyhodnocení jsem použil statistickou metodu DCCA (detrendovanou kanonickou korespondenční analýzu). Jedná se o přímou analýzu, jelikož jsou data o prostředí přímo zahrnuté do analýzy (nadmořská výška). Dále se využívá unimodální techniky, jelikož se jedná o dlouhý gradient a druhy mají svá maxima výskytů kdekoliv (Herben & Münzbergová, 2003).

Dále jsem statisticky vyhodnocoval vztah druhů k okolní vegetaci (ke stromovému patru). Na vyhodnocení jsem použil statistickou metodu CCA (kanonickou korespondenční analýzu). Za proměnné jsem zvolil nalezené druhy stromového patra okolní vegetace. Vysvětlovanými proměnnými pak byly jednotlivé nalezené druhy.

Další statistickou metodou jsem vyhodnotil vztah mezi procentuálním výskytem nepůvodních druhů a Ellenbergovými indikačními hodnotami pro faktor světlo. Hodnotu pro faktor světlo jsem přiřadil každému nepůvodnímu druhu. Obě veličiny jsou spojitě a lineárně závislé, proto jsem provedl jednoduchou lineární regresi. Index determinace R^2 udává kvalitu regresního modelu. Kolik procent rozptylu vysvětlované proměnné je vysvětleno modelem a kolik zůstalo nevysvětleno.

4. Literární řešerše

4.1 Vektory šíření rostlin a druhy nepůvodní

Rostlinné druhy se šíří pomocí různých vektorů. Jedná se o vektory abiotické (vítr, voda) a biotické (pomocí živočichů, antropogenně) (Vlasta, 2015). Speciální případ tvoří agestochorie, jedná se o zavlékání a šíření rostlinných diaspor pomocí dopravy. Tento způsob šíření umožňuje přenášení rostlinných diaspor na velké vzdálenosti. Diaspory ulpívají na podvozcích, pneumatikách nebo v nákladních prostorech. Rostlinné diaspory se mohou šířit okolo silnic, železnic a také lodní dopravou. Podél silnic se rostliny dobře šíří do vyšších poloh podhůří a hor. Vliv na jejich šíření má také ve velké míře těžba dřeva (Kalníková, 2009).

S dopravou se samozřejmě šíří i druhy nepůvodní. Jsou to druhy, které u nás nemají přirozený výskyt od konce poslední doby ledové (přibližně před 10 000 lety) (Mlíkovský & Stýblo, 2006). Nepůvodní druhy dělíme na archeofyty (zavlečené před rokem 1500) a neofyty (zavlečené po roce 1500) (Tichá, 2013). Z celkového počtu nepůvodních druhů je pouze malé procento druhů invazních. Jsou to druhy, které produkují velké množství semen, šíří se na velké vzdálenosti a výrazně poškozují biotopy, do kterých pronikají (Mlíkovský & Stýblo, 2006). Celý proces invaze můžeme rozdělit do několika fází. První fází je introdukce nepůvodního druhu (alien) do nového prostředí. Tato fáze je obvykle zprostředkována lidmi. Další fází je uchycení (establishment) a v poslední fázi se druh stává invazním (invasive) (Kunc, 2008).

Mnoho ekologických studií ukázalo, že se počty nepůvodních druhů s rostoucí nadmořskou výškou zmenšují mnohem rychleji než počty původních druhů. Nížiny jsou obvykle silně invadovány, zatímco horské oblasti mají nepůvodních druhů málo. Příčiny menší invadovanosti horských oblastí spočívají především v řídkém osídlení a menší intenzitě dopravy na horách. To vede k menšímu přísunu diaspor nepůvodních druhů, a to i v historickém pohledu (nížiny byly dříve a hustěji osídleny). Další příčinou může být ta, že nížiny vytvářejí bariéru, která omezuje invaze horských druhů, na rozdíl od invazí nížinných druhů, které podobnou bariéru nemají (Chytrý & Pyšek, 2009). Na horách jsou také drsnější klimatické podmínky, které ne všechny druhy zvládají, a to včetně druhů invazních.

4.2 Vztah složení květeny kolem cest a nadmořské výšky

Zásadním geografickým faktorem, který určuje rozmístění vegetace je nadmořská výška. Z ní vyplývá výšková stupňovitost vegetace (Matějček, 2007). Závislost vegetace na vzrůstající nadmořské výšce souvisí s redukcí počtu druhů (Nagy & kol., 2003), klesající produktivitou (Kikvidze & kol., 2004) a velikostí rostlinných orgánů (Fabbro & Körner, 2004).

Dalším faktorem ovlivňujícím vegetaci jsou atmosférické změny, které se projevují snižujícím se atmosférickým tlakem, a následným poklesem obsahu kyslíku a oxidu uhličitého, které jsou zvláště důležité pro život rostlin. S rostoucí nadmořskou výškou se také snižuje atmosférická teplota, která ovlivňuje okolní vlhkost, a zvyšuje se ultrafialové záření. Další faktory představuje historie a izolace horské bioty, která je spojená s mechanismy fyziologické a morfologické adaptability (Körner, 2007).

4.3 Vegetace podél silnic a cest

Ekologie silnic je nyní považována za speciální odvětví krajinné ekologie (Forman, 2002). Hlavní studované problémy, které ekologie silnic studuje, se týkají dopadu silnic na metapopulace (Laursen, 1981; Murguira & Thomas, 1992), na mortalitu velkých savců (Bruinderink & Hazebroek, 1996; Orłowsky & Nowak 2004, 2006), efektu na morfologii a biodiverzitu krajiny (Andres, 1990; Haas, 1995; Robek & Matthies, 1996; Trombulak & Frissell, 2000; Riitters & Wickham, 2003) a roli silnic jako bariér (Jaeger & Holderegger, 2005; Rieley & kol., 2006) nebo koridorů pro migraci zvířat nebo invazních druhů (Křištofik, 1988; Vermeulen & Opdam, 1995; Christen & Matlack, 2006). Silniční sítě jsou lidské složky v otevřené krajině, které přinášejí mnoho negativních vlivů na okolní přírodu. Může se jednat o šíření plevelů a nepůvodních druhů podél silnic, které představují koridory v místních ekosystémech a ty znamenají velký problém pro přirozená společenstva (Šerá, 2008).

Důležitá je role zelených pásů podél silnic v krajinné struktuře (Forman, 2002). Zelené pásy se liší v charakteru zapojení stromů, keřů a bylin a v požadavcích na dodatečné údržby (výsadba, čištění, další setí, řezání, použití herbicidů). Vegetační složení zelených pásů je rozdílné u různých typů silnic. Vznikají tak různé krajinné typy. Pro praktické řešení je důležité studovat zvlášť vegetační doprovody, které

tvoří stromy, keře nebo travní společenstva (Šerá, 2008). Stromy a keře doprovázejí silnice a formují rostlinná společenstva rostoucí podél silnic. Zde tvoří dominantu, ale mohou být i terčem kritiky z hlediska dopravní bezpečnosti (Andres, 2001; Cackowski & Nasar, 2003) na rozdíl od bylinného patra (Šerá, 2008).

Problémem z hlediska ochrany životního prostředí je výsadba nepůvodních nebo exotických dřevin, často s velmi velkým invazním potenciálem (Pyšek & kol., 2002). Výsadba těchto dřevin napomáhá k jejich šíření do přírodních a polopřírodních společenstev (Anderson, 1999). Důležité je nejenom druhové složení stromů, ale také jejich počet a množství (Šerá, 2004).

V bylinných společenstvech obvykle dominují trvalky a hemikryptofyty, plevele také vytváří velmi početné skupiny. Rostliny krajnic mají zpravidla tendenci k anemochorii nebo zoochorii (Šerá, 2004). Strategie šíření semen pomocí větru je velmi výhodná, protože z důvodu projíždějících vozidel vznikají místní turbulence, které napomáhají rostlinám uplatňovat tuto strategii (Schmidt, 1989; Zwaenepoel & kol., 2006) a vytváří jakési koridory pro jejich šíření (Grime & kol., 1988). Nejvíce zastoupené druhy rostoucí podél silnic jsou silně konkurenční druhy (C-stratégové) a ruderalní druhy (R-stratégové) (Šerá, 2008). Při porovnání požadavků druhů rostoucích podél různých silničních tříd bylo zjištěno, že druhy rostoucí podél dálnic se liší v požadavcích na světlo a vlhkost od druhů rostoucích u silnic II. tříd. Druhy rostoucí podél dálnic potřebují světlo a jsou schopné přečkat sucho, podobně jako druhy rostoucí ve velkých městech (Kowarik, 1990). Rozdíly v požadavcích na teplotu nebyly u druhů rostoucích podél různých tříd silnic zaznamenány (Šerá, 2008).

Důležitou část vlivu dopravy na okolní vegetaci tvoří nepřímé dopady provozování a údržby silnic (Forman, 2002). Ve střední Evropě to hlavně znamená solení silnic v zimě. Druhy citlivé na solení silnic mizí a místo nich nastupují druhy k zasolení půdy tolerantní, z nichž některé lze označit i jako slanomilné, které se v Evropě podél silnic v současnosti šíří (Scott & Davison, 1985). V České republice bylo podél silnic zaznamenáno okolo 20 slanomilných druhů (Pyšek & kol., 2002), z nichž asi nejznámější a nejvíce rozšířený druh je zblochanec oddálený (*Puccinellia distans*) (Šerá, 2005; Wróbel & kol., 2006).

Cesty představují stanoviště s velmi specifickými podmínkami prostředí, často podstatně odlišnými od okolí, mohou však mít i pozitivní efekt na bohatství cévnatých rostlin (Severin & kol., 2014). Dále se vyznačují narušujícími režimy, které se podstatně liší od narušujících režimů v jejich okolí a ve volné krajině. Se svojí specifickou vlhkostí, teplotou a obsahem živin mají vliv na složení rostlinných druhů rostoucí na nich a v jejich okolí (Spellerberg, 1998; Trombulak & Frissell, 2000). Tento efekt je obzvlášť relevantní ve strmých horských oblastech, kde cesty procházejí napříč svahy (Wemple & Jones, 2003).

Cesty mají vliv na podmínky prostředí v jejich bezprostředním okolí, ale mohou také ovlivňovat přirozená společenstva v různých vzdálenostech od jejich okrajů (Spellerberg, 1998). Tento vliv se postupně se vzrůstající vzdáleností od cesty snižuje (Watkins & kol., 2003). Efekt cesty na životní prostředí souhrnně zahrnuje narušení během konstrukce cesty a znečištění silničním materiálem a dopravou (Angold, 1997). Určité rostlinné druhy se váží na specifické typy povrchových materiálů (Godefroid, 2004). Vápencové cesty mohou vytvořit lokálně neutrální nebo slabě zásaditou půdu v přilehlých acidofilních společenstvech (Godefroid, 1999).

Lesní cesty mají významný vliv na okolní rostlinná společenstva a ten se projevuje zvyšováním množství ruderalních druhů a druhů náročných na dusík. Ruderalní druhy preferují okolí cest pokrytých asfaltem, dolomitem nebo pískem (Godefroid, 2004). V ekosystémech s převahou živinově chudých půd dominují stres tolerantní druhy (Cale & Hobbs, 1991; Hobbs & Huenneke, 1992). Nejdůležitějším faktorem, který ovlivňuje vegetaci lesních cest, jsou antropické zásahy, které mají specifickou povahu, jelikož se omezují hlavně na období těžby. S tím úzce souvisí i stupeň mechanické destrukce a stupeň obohacení dusíkem (Sýkora, 1971).

Velký význam z hlediska výskytu rostlinných druhů podél cest má intenzita utužení půd. Ta je velmi korelovaná s druhovým složením a pokryvem. Kapacita druhů odolávajících sešlapu je silně spojena s životními formami (Bratton, 1985; Sun & Liddle, 1991) a ekologickými strategiemi rostlin (Grime & kol., 1988). Mezi nejvýznamnější druhy odolávající sešlapávání patří jílek vytrvalý (*Lolium perenne*) a jetel plazivý (*Trifolium repens*). Mezi nejvýznamnější druhy s negativní korelací k sešlapávání patří např. medyněk vlnatý (*Holcus lanatus*) a pryskyřník prudký (*Ranunculus acris*) (Crawford & Liddle, 1977).

Vzhledem k tomu, že je zhutnění půdy ve vzájemném vztahu s dalšími aspekty biotických a abiotických složek prostředí, je jasné, že sešlapávání vyvíjí větší tlak na vegetaci (Roovers, 2003) a má na ni přímé i nepřímé efekty (Liddle, 1975; Liddle, 1997). Přímé efekty jsou pozorované jako mechanické poškození rostlinné tkáně, zatímco nepřímé vlivy jsou hlavně výsledkem utužení půdy. Se zvyšující se půdní kompakcí druhová diverzita významně klesá. S utužením půdy je pozitivně korelováno zastoupení holé země, které se systematicky zvyšuje směrem do center cest. Zhutnění půdy má explicitní vypovídací schopnost pro změnu vegetace podél cest a vzrůstá směrem ke středu cesty. Ve středu cesty je procentuální pokryvnost cévnatých rostlin nižší ve srovnání s nenarušenou zónou (Roovers, 2003). Rostliny ve středu cesty v lesním porostu mají změněné abiotické podmínky (více přímo dopadajících srážek a slunečního svitu, méně kořenů stromů), na rozdíl od rostlin rostoucích v lesním porostu (Chappel & kol., 1971; Dale & Weaver, 1974).

Životní formy rostlin často charakterizují resistenci rostlin k vnějším vlivům (Hall & Kuss, 1989). Rostliny s výše založenými pupeny (chamaefyty a fanerofyty) jsou více citlivé k sešlapávání, než rostliny s obnovovacími pupeny u země nebo v zemi (hemikryptofyty a geofyty) (Liddle, 1975; Liddle, 1997). Většina hemikryptofytů se nachází ve středu cesty (Bates, 1935; Liddle & Greig-Smith, 1975; Hall & Kuss, 1989)

4.4 Antropogenní změny přicestní vegetace v KRNAP

Intenzivní botanické výzkumy vegetace podél cest proběhly v Krkonoších. Jelikož se jedná o sousední pohoří Jizerských hor a Jizerské hory jsou společně s Krkonošemi součástí Krkonoško-jizerského krystalinika, přišlo mi vhodné se o nich zmínit. Pro obě pohoří je společné nejenom geologické podloží, ale také půdní substrát následně na něm vytvořený. Obě pohoří patří do stejné klimatické oblasti a také byla v minulém století výrazně zasažena imisními kalamitami, které vedly ke změnám společenstev ve vyšších polohách hor.

Řada cest v Krkonoších byla v minulosti zpevněna chemicky cizorodým materiálem. V 70. letech minulého století se upřednostňoval dolomit, zatímco v 80. letech spíše melafyr (Vítková & kol., 2012). Zpevnění bazickými materiály je hlavní příčinou změn vegetace cest v Krkonoších (Vítek & kol., 2007). V blízkosti cest způsobuje hrubozrnný dolomitický vápenec zvyšování půdní reakce z velmi kyselé

až na slabě zásaditou. Změny zejména v půdní reakci, obsahu vápníku i hořčíku jsou výrazné a dlouhodobé. Ačkoliv byl na mnoha místech vápenec překryt chemicky vhodnějším materiálem, přesto má jeho dlouhodobý vliv odraz ve změnách druhové diverzity vegetace (Málková & Kůlová, 1995). Alochtonní navážky dolomitického vápence vedou k vysokému podílu nežádoucích druhů (Málková, 2004). Jedná se především o alochtonní a apofytické druhy, které upřednostňují půdy se zvýšeným obsahem bází a dusíku (Málková, 2001).

Pokud dojde k odnosu bazického materiálu, je třeba ho z porostů co nejrychleji odstranit, protože rychle prorůstá bylinami a po několika týdnech je jeho odstranění neproveditelné. Působením bazického materiálu se zdvojnásobil počet druhů, které rostou u cest. Patří však až na výjimky mezi druhy ochranně bezcenné (Vítek & kol., 2007).

V posledních letech proto probíhá postupné odstraňování bazických hornin z jednotlivých cest, které se nahrazují kyselým substrátem (Vítková & kol., 2012), je to jediné účinné řešení. Snaha je tedy zachovat přírodní nenarušené struktury a druhovou diverzitu rostlinných druhů s původním genofondem (Málková & Kůlová, 1995). Rozsah pozměněné vegetace se obecně zvětšuje, ale na některých místech vykázal i zmenšení. Nejzasazenější místa indikují druhy šťovík alpský (*Rumex alpinus*) a pcháč různolistý (*Cirsium heterophyllum*). U některých cest však nejsou změny vegetace zaznamenány, jedná se o cesty uzavřené, zpevněné místním materiálem nebo nezpevněné (Vítek & kol., 2007).

Autochtonní druhy upřednostňují půdy kyselé a s velmi nízkou zásobou dusíku, jedná se o druhy acidofilní a nitrofilní (Málková, 2005). Autochtonní taxony jsou soustředěny na zachovalé zbytky přirozených fytocenóz a na plochy jen slabě degradované antropickými zásahy (Málková, 2004). Acidofilní taxony mohou klíčit na vápnitěm podkladě, ale po spotřebování zásobních látek je další růst inhibován substrátem.

Další vlivy na vegetaci podél cest mají pojezdy rolbou, jarní frézování sněhu (Harčarik, 2005; Drahný, 2007) a turistika. Působení určitých ekologických faktorů se neprojevuje izolovaně, ale v poměru k ostatním činitelům, které mohou zesilovat nebo zeslabovat jejich působení. Ekologický význam jednotlivých faktorů se tedy mění podle komplexu doprovodných činitelů i vývojového stadia rostlinných porostů

(Málková & Kůlová, 1995). Obecně platí, že čím je cesta déle používaná, frekventovanější, v horším technickém stavu a blíže sídlům, tím se zvyšuje počet apofytů a alochtonních druhů v lemovém porostu (Málková, 1992).

Z hlediska ochrany přírody představuje ruderalizace květeny Krkonoš zcela nežádoucí jev, spojený s neúměrně se zvyšujícím antropickým tlakem na všechny složky přírody (Málková & Kůlová, 1995). Na obnovu cest se nyní využívá porfyrický štěrk (Štursa, 1997) a žulový písek. Odstraněný alochtonní materiál se využívá k opravám cest v níže položených a méně zranitelných partiích pohoří. Proces regenerace po rekonstrukcích cest je však pomalý (Vítková & kol., 2012).

4.5 Rostliny lesních cest v Jizerských horách

Druhovou diverzitu v Jizerských horách výrazně zvyšují nelesní plochy, které jsou často důsledkem lidské činnosti. Patří k nim i lesní cesty. Jejich síť je dnes v Jizerských horách velmi hustá. Často jde přitom o cesty zpevněné a se širokým profilem, který zahrnuje korunu vozovky, krajnice a příkopy. Cestní síť je ještě místy rozšířena o skládky dřeva a výhybny. Šířka cest a velký rozsah antropogenních půd představují důležité podmínky pro uchycení a dlouhodobé přežívání rostlin, které v lese jinak nerostou. Jsou to druhy z podhorských luk, různých lad a mnoha dalších biotopů, které významně obohacují relativně uniformní flóru horských lesů. Šíří se větrem nebo za přispění dopravních prostředků.

V budoucnu bude rozšíření světlomilných rostlinných druhů částečně na ústupu, jelikož bude docházet k odrůstání přilehlého lesního porostu a snižování světelného požitku. Velká část nově rozšířených rostlin na širokých průsecích ale pravděpodobně přežije dlouhodobě a některé mohou pronikat do světlých míst v lesích (Višňák, 2013).

Višňák (2013) uvádí tři skupiny druhů květeny jizerskohorských lesních cest. Tyto tři skupiny jsou tvořeny druhy trávníků, druhy pasekovými a druhy ruderálních biotopů.

První skupina je nejpočetnější a nachází uplatnění na sušších půdách a dostatečně osluněných místech. Z druhů sem patří kostřava červená (*Festuca rubra*), medyněk měkký (*Holcus mollis*), smilka tuhá (*Nardus stricta*), metlice trsnatá (*Deschampsia cespitosa*), jílek vytrvalý (*Lolium perenne*), psárka luční (*Alopecurus pratensis*) a

další druhy. Sýkora (1971) mapoval květenu ještě před odlesněním Jizerských hor, proto některé druhy nezaznamenal nebo zaznamenal, ale jenom v malé početnosti. Druh *Festuca rubra* neuvádí vůbec, druhy *Holcus mollis* a *Lolium perenne* uvádí, ale se zanedbatelnou pokryvností. Naopak druh *Nardus stricta* uvádí na mapovaných lokalitách s poměrně velkou pokryvností.

Do druhé skupiny podle Višňáka (2013) patří druhy pasekové. Z druhů uvádí třtinu chloupkatou (*Calamagrostis villosa*), třtinu křovištní (*Calamagrostis epigeios*), metličku křivolakou (*Avenella flexuosa*) a sítinu rozkladitou (*Juncus effusus*) a další druhy. Sýkora (1971) *Calamagrostis epigeios* vůbec neuvádí, opět se jedná o druh, který obsadil rozvolněné plochy po odlesnění Jizerských hor, až potom co Sýkora provedl terénní průzkumy.

Do poslední skupiny podle Višňáka (2013) patří rostliny rudérálních biotopů. Mezi ně patří nitrofilní druhy. Z druhů uvádí pcháč rolní (*Cirsium arvense*), pýr plazivý (*Elytrigia repens*), kerblík lesní (*Anthriscus sylvestris*), bršlici kozí nohu (*Aegopodium podagraria*), kopřivu dvoudomou (*Urtica dioica*) a další druhy. Sýkora (1971) tyto druhy ve svém výčtu vůbec neuvádí. V území se buď vůbec nevyskytovaly, a nebo se vyskytovaly vzácně a s malou pokryvností.

Sýkora (1971) dále rozlišuje květenu lesních cest na druhy primárních stádií se silným kořenovým systémem. Zařazuje mezi ně *Agrostis tenuis*, *Carex leporina*, *Juncus effusus* a *Juncus squarrosus*. Dále vylišuje druhy dalšího stupně vývoje. Mezi ně zařazuje *Nardus stricta*, *Calluna vulgaris* a *Vaccinium myrtillus*.

Mezi druhy primárních stádií bych zařadil většinu nalezených druhů. Mezi druhy dalšího stupně vývoje bych kromě *Calluna vulgaris*, *Nardus stricta* a *Vaccinium myrtillus* zařadil další druhy. Patří mezi ně *Vaccinium vitis-idaea*, *Crataegus monogyna*, *Filipendula ulmaria*, *Pinus mugo*, *Prunus padus*, *Rubus fruticosus* agg., *Sambucus nigra* a další.

5. Charakteristika studijního území

Studijní území se nachází v Jizerských horách, kde jeho jižní hranici tvoří hranice CHKO Jizerské hory a na severu, severozápadě a severovýchodě je studijní území ohraničené silnicí, která vede z Raspenavy přes Smědavu do Tanvaldu. V této oblasti probíhal terénní výzkum, který byl proveden v létě roku 2015.

Studijní území náleží dle geomorfologického členění ČR (*Demek & Mackovčín, 2006*) do provincie Česká vysočina, Krkonoško-jesenické soustavy a Krkonošské podsoustavy. V rámci ní se vyčleňuje celek Jizerské hory (417 km²).

Dle fytogeografického členění patří zájmové území do fytochorionu 92 a – Jizerské hory lesní, pouze lokalita Albrechtice u Frýdlantu už patří do fytochorionu 48 b – Liberecká kotlina.

Reliéf území byl formován třetihorní tektonikou, intenzivními procesy zvětrávání a odnosem hornin během terciéru i pleistocénu. Centrální část pohoří má charakteristický vzhled paroviny s nepřítliš vysokými hřbety a izolovanými vrchy, oddělenými širokými úvalovitými údolími. Kerná hornatina je omezená zejména na severu výrazným zlomovým svahem vůči Frýdlantské pahorkatině. Plochý povrch Jizerských hor se suky a mělkými sníženinami s rašeliništi se sklání od severu k jihu. Okraje hor jsou rozřezány hlubokými údolími vodních toků s četnými exfoliačními klenbami. Časté jsou izolované skály a skalní hradby, které byly vytvořené kryogenní modelací (*Demek, 1987*).

Centrální část Jizerských hor tvoří granitoidy Krkonoško-jizerského plutonu, okraje potom horniny krystalinika a kontaktního pláště. Ve čtvrtohorách vznikala zejména ložiska rašeliny, která jsou pro Jizerské hory zvláště typická. Jedná se o větší počet ložisek různé rozlohy s mocností od 1 do 5 m.

Z dominantních půdních typů jsou v nejnižších polohách Jizerských hor rozšířeny kambizemě, ve vyšších polohách kryptopodzoly a ve vrcholových partiích podzoly. Ve svažitéch terénech s výchozy podloží jsou dále rozšířeny rankery, případně i litozemě a půdy podobných vlastností, naopak v rovinnatém terénu spíše vyšších poloh se hojně vyskytují půdy zrašelinělé a rašelinné (organozemě). Nivy vodotečí vyplňují fluvizemě a gleje (*Tomášek, 1992, 1995 a, b, c*).

Klimaticky patří území Jizerských hor k oblastem mírně chladným a bohatším na srážky. Průměrná celoroční teplota vzduchu ve stanicích Bedřichov – přehrada a Desná – Souš je 4,6 °C a ve vegetačním období (duben až září) 10,3 °C. Na stanicích v podhůří v Liberci a v Hejnicích se průměrná teplota pohybuje od 7,2 °C do 7,7 °C a ve vegetačním období dosahuje 12,9 °C až 13,2 °C.

Roční množství srážek je od cca 800 mm v podhůří až do 1700 mm v 900 m n. m (*Kulasová & Bubeničková, 2009*).

Podle fytogeografického členění (Skalický, 1988) se studijní území kryje s fytogeografickým okresem 92 Jizerské hory, který se dále dělí na tři podokresy: Jizerské hory lesní, Jizerské louky a Černá Studnice. Posledně jmenovaný podokres do studijního území již nezasahuje.

Cestní síť je v Jizerských horách poměrně hustá. K výstavbě cest výrazně přispěla imisní kalamita v minulém století. Převážnou většinu cest tvoří panelové betonové cesty se zeleným pásem uprostřed nebo asfaltové cesty bez prostředního zeleného pásu. Další kategorii tvoří cesty zpevněné, jedná se o cesty písčité nebo cesty z drceného materiálu (např. šterkové). V Jizerských horách nechybí ani drobné lesní cesty, které nejsou zpevněné žádným materiálem a jejich hlavní část je tvořena zeminou, balvany nebo kořeny stromů. Na vnějších okrajích hor se vyskytují asfaltové silnice pro veřejnou dopravu, na jejichž koruně neroste žádná vegetace a vegetace na okrajích těchto komunikací je výrazně ovlivňována údržbou silnic (solením) a v některých částech poměrně hustou dopravou.

6. Výsledky práce

Sběr dat proběhl v létě 2015 jihozápadně od silnice Frýdlant – Tanvald v části CHKO Jizerské hory. Celkem jsem zmapoval 45 lokalit náhodně vybraných lesních a 40 lokalit lučních cest. Zmapoval jsem také 35 lesních křižovatek.

Nalezl jsem 3 silně ohrožené druhy z kategorie C2 (*Nasturtium officinale*, *Pyrola rotundifolia* a *Pedicularis sylvatica*). Dále jsem našel 5 ohrožených druhů z kategorie C3 (*Epilobium parviflorum*, *Epilobium obscurum*, *Gentiana asclepiadea*, *Juncus acutiflorus* a *Pyrola minor*). Potom jsem našel 9 druhů z kategorie C4, které vyžadují pozornost. Patří mezi ně druhy: (*Blechnum spicant*, *Cicerbita alpina*, *Comarum palustre*, *Epilobium palustre*, *Hylotelephium telephium*, *Trientalis europaea*, *Veronica montana*, *Viola biflora* a *Viola tricolor*). Ostatní nalezené druhy nepatří do žádné z kategorií stupně ohrožení.

Nejvíce druhů jsem našel u kategorií silnic se zákazem vjezdu v nadmořských výškách 350 až 600 m, a to v lesních biotopech 129 druhů a v lučních 116 druhů. Nejméně druhů u všech kategorií cest jsem našel u kategorií silnic s vjezdem zakázán (850-1100 m n. m.). V lesních biotopech to bylo 98 a v lučních 93 druhů. Na lesních křižovatkách jsem našel nejvíce druhů u kategorie smíšených křižovatek

(600-850 m n. m.), a to 118 druhů. Nejméně druhů jsem zaznamenal u kategorie asfaltových křižovatek (850-1100 m n. m.), a to 95.

V mapovaném území jsem našel 27 archeofytů a 26 neofytů. Nejvíce lokalit s neofyty a archeofyty jsem zaznamenal u lučních cest a nejméně u lesních křižovatek (obr. č. 3). Dále jsem zjistil, že z kategorií nepůvodních druhů naprosto převažuje kategorie druhů naturalizovaných oproti kategoriím druhů s přechodným výskytem a druhů invazních (obr. č. 4). Nejvíce druhů s přechodným výskytem a druhů naturalizovaných bylo nalezeno na lučních cestách. Nejméně druhů s přechodným výskytem a druhů naturalizovaných bylo nalezeno na lesních křižovatkách (obr. č. 5). Počet nalezených invazních druhů byl na lesních křižovatkách 5, na lesních cestách 6 a na lučních cestách 8. Z invazních druhů jsem zjistil, že je nejvíce invazních jednoletek a nejméně invazních dřevin (tab. č. 1). Počet invazních druhů u různých kategorií lučních cest byl stejný na rozdíl od kategorií lesních cest, kde se jednotlivé počty invazních druhů lišily (tab. č. 2). Dále jsem zjistil, že nejvíce invazních druhů se vyskytuje v nadmořské výšce 350 až 600 m a nejméně v nadmořské výšce 850 až 1100 m (obr. č. 6). Počty lokalit s přítomností jednotlivých invazních druhů na lesních cestách byly největší u druhů: ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*), netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*), pcháč rolní (*Cirsium arvense*) a pětour srstnatý (*Galinsoga quadriradiata*). Počty lokalit s přítomností jednotlivých invazních druhů na lučních cestách byly největší u druhů: ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*), pcháč rolní (*Cirsium arvense*), turanka kanadská (*Conyza canadensis*) a zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*) (tab. č. 3). Zjistil jsem, že na mapovaných lokalitách je celkově nejvíce c a csr strategů. Nejméně jsem zaznamenal sr a s strategů (obr. č. 7). Nejvíce c a csr strategů je i u kategorií lesních a lučních cest a lesních křižovatek, nejméně je pak u těchto kategorií sr a s strategů (obr. č. 8).

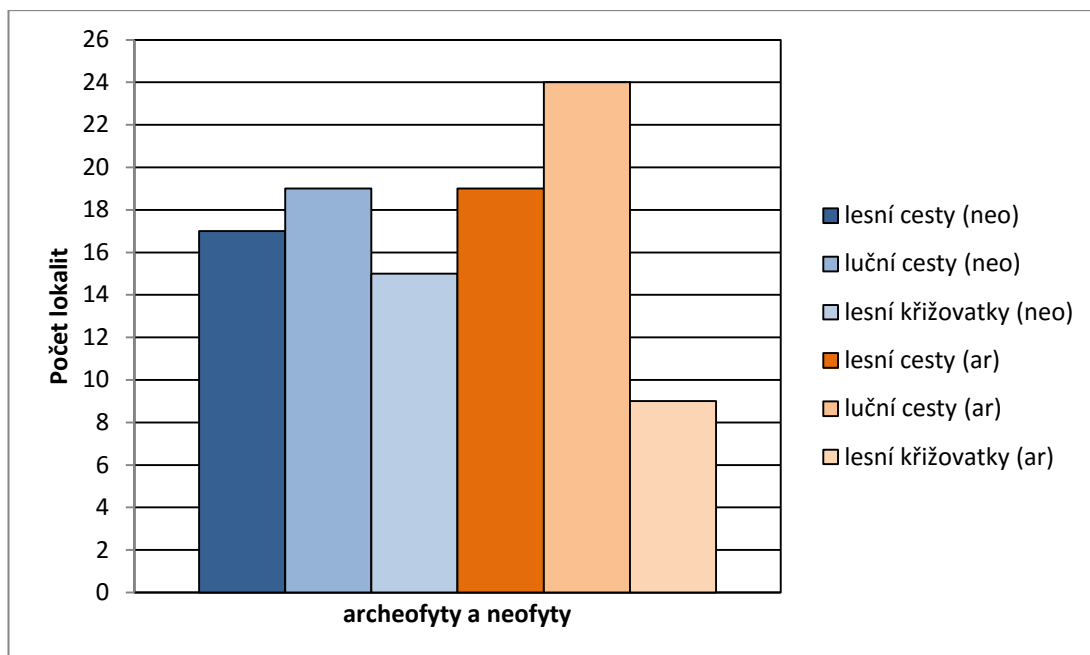
Dále jsem hodnotil věrnost druhů k jednotlivým kategoriím pomocí hodnot fidelity (phi koeficientu). Z parciálních analýz jednotlivých kategorií cest a křižovatek vychází, že k lesním cestám zpevněným v nadm. v. 350-600 m nejvíce přísluší druhy: *Digitalis purpurea*, *Phegopteris connectilis* a *Maianthemum bifolium*, v nadm. v. 600–850 m potom druhy: *Luzula luzuloides*, *Prunus padus* a *Prenanthes purpurea* a v nadm. v. 850-1100 m druh *Gnaphalium sylvaticum*. K lučním cestám zpevněným v nadm. v. 350-600 m nejvíce přísluší druhy: *Arrhenatherum elatius* a

Polygonum aviculare agg., v nadm. v. 600–850 m potom druhy: *Potentilla erecta*, *Veronica chamaedrys* a *Persicaria maculosa* a v nadm. v. 850–1100 m druhy: *Salix aurita*, *Ranunculus acris* a *Juncus filiformis*.

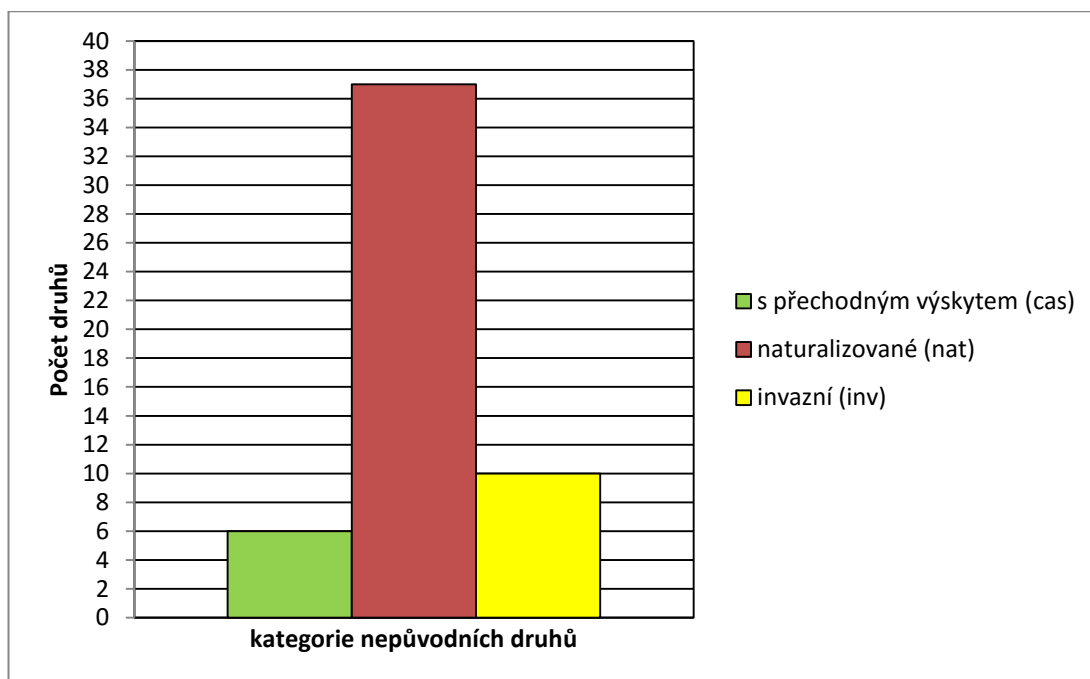
K silnicím se zakázaným vjezdem na lesních cestách v nadm. v. 350–600 m nejvíce přísluší druhy: *Maianthemum bifolium*, *Carex pilulifera* a *Silene dioica*, v nadm. v. 600–850 m potom druhy: *Stachys sylvatica*, *Impatiens parviflora* a *Poa nemoralis* a v nadm. v. 850–1100 m druhy: *Carex muricata* agg., *Carex pallescens* a *Nardus stricta*. K silnicím se zakázaným vjezdem na lučních cestách v nadm. v. 350–600 m nejvíce přísluší druhy: *Arrhenatherum elatius* a *Phleum pratense* v nadm. v. 600–850 m potom druhy: *Cirsium heterophyllum*, *Myosotis arvensis* a *Heracleum sphondylium* a v nadm. v. 850–1100 m druh: *Euphrasia officinalis*.

K silnicím s povoleným vjezdem na lesních cestách v nadm. v. 350–600 m nejvíce přísluší druhy: *Equisetum arvense* a *Mycelis muralis*, v nadm. v. 600–850 m potom druhy: *Galeobdolon montanum*, *Viola riviniana* a *Impatiens noli-tangere* a v nadm. v. 850–1100 m druhy: *Juncus conglomeratus*, *Carex leporina* a *Vaccinium myrtillus*. K silnicím s povoleným vjezdem na lučních cestách v nadm. v. 350–600 m nejvíce přísluší druhy: *Hylotelephium telephium*, *Salix caprea* a *Leontodon hispidus* subsp. *glabratus* a v nadm. v. 600–850 m potom druhy: *Silene vulgaris*, *Artemisia vulgaris* a *Crepis biennis*.

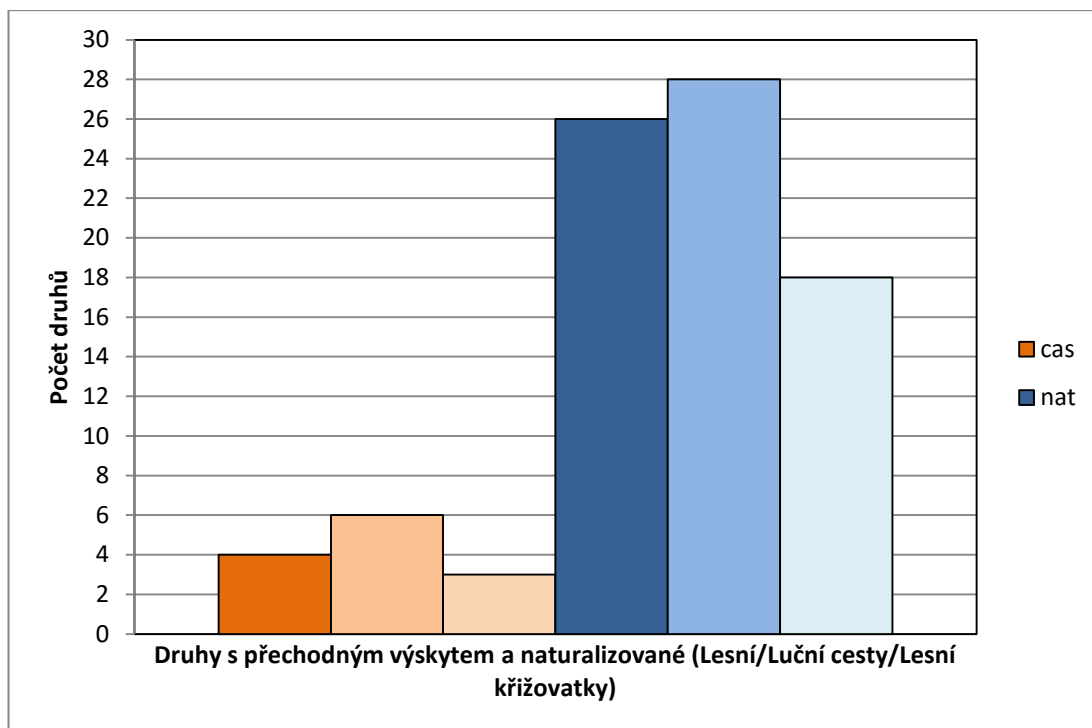
K lesním křižovatkám zpevněných cest v nadm. v. 350–600 m nejvíce přísluší druh *Rubus idaeus* a v nadm. v. 600–850 m potom druhy: *Galium verum*, *Digitalis purpurea* a *Dryopteris carthusiana*. K lesním křižovatkám smíšeným v nadm. v. 350–600 m nejvíce přísluší druhy: *Persicaria maculosa*, *Acer pseudoplatanus* a *Rubus idaeus*, v nadm. v. 600–850 m potom druhy: *Prenanthes purpurea*, *Lysimachia nummularia* a *Salix fragilis* a v nadm. v. 850–1100 m potom druhy: *Fagus sylvatica* a *Melampyrum pratense*. K lesním křižovatkám asfaltovým nadm. v. 600–850 m nejvíce přísluší druhy: *Sagina procumbens* a *Rumex acetosella* a v nadm. v. 850–1100 m potom druhy: *Salix caprea*, *Juncus tenuis* a *Juncus effusus*.



Obr. č. 3: Počet lokalit s archeofyty a neofyty na lesních a lučních cestách a na křižovatkách.



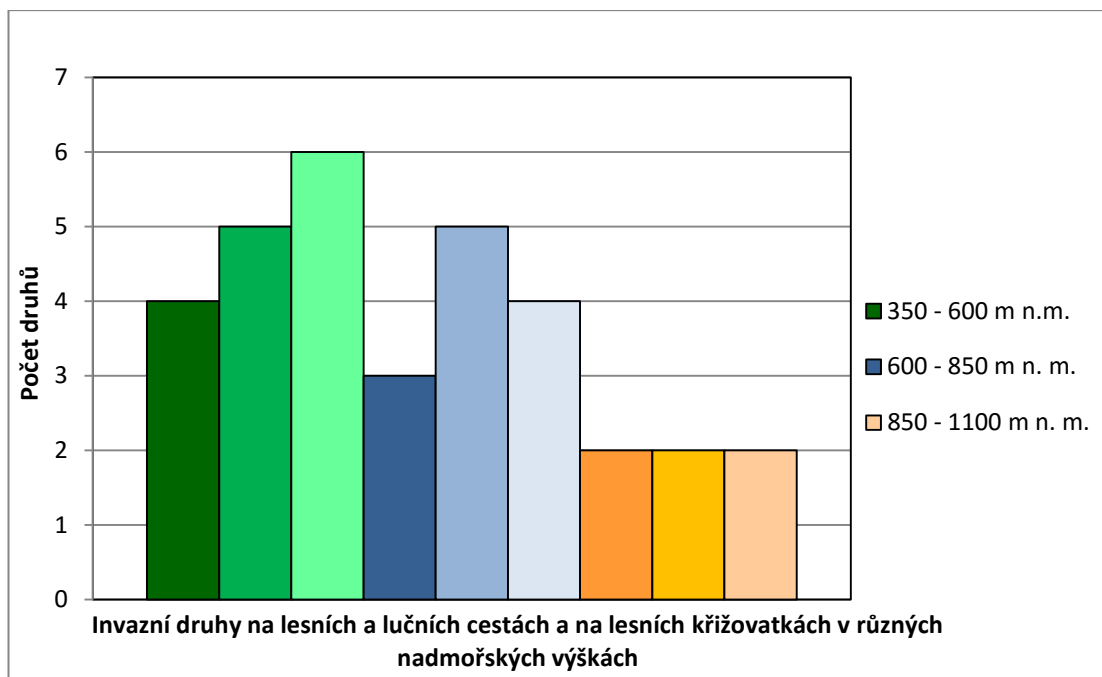
Obr. č. 4: Počet druhů v jednotlivých kategoriích nepůvodních druhů.



Obr. č. 5: Počet nalezených druhů s přechodným výskytem a druhů naturalizovaných na lesních a lučních cestách a na křižovatkách.

Tab. č. 1: Počet nalezených druhů v jednotlivých kategoriích invazních druhů.

invazní jednoletky	5
invazní trvalky	3
invazní dřeviny	2



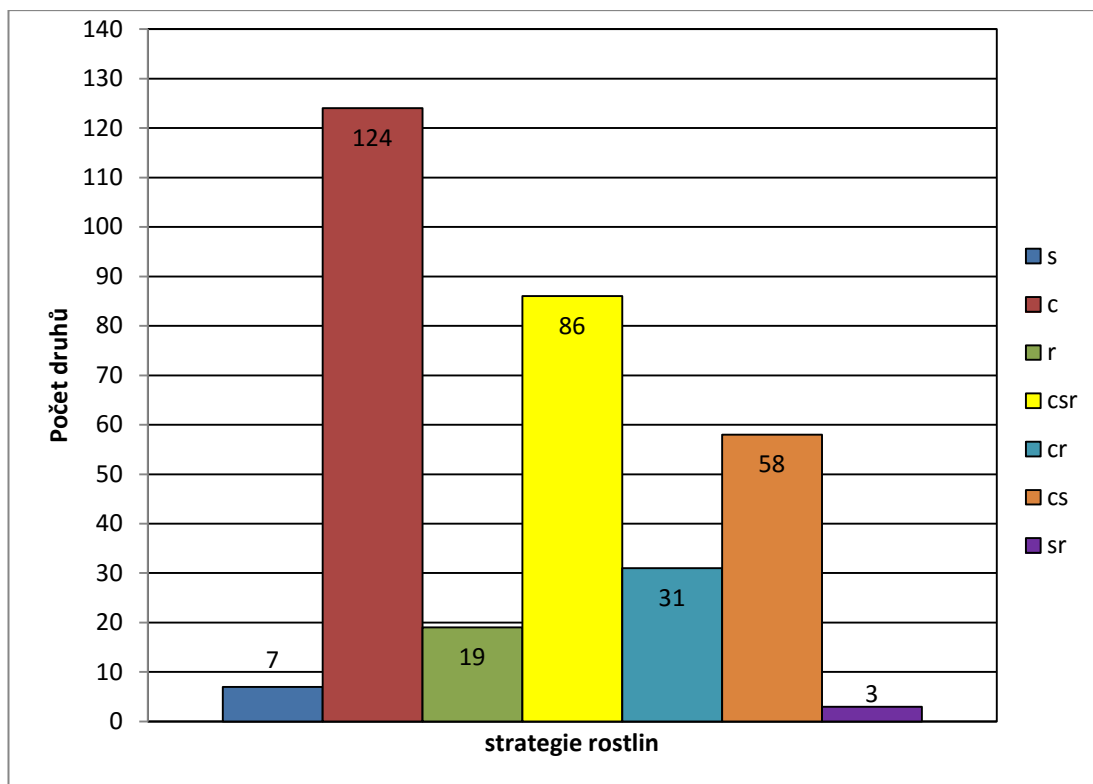
Obr. č. 6: Počet invazních druhů v různých nadmořských výškách na lesních a lučních cestách a na křižovatkách.

Tab. č. 2: Počet invazních druhů u různých kategorií cest na lučních a lesních cestách.

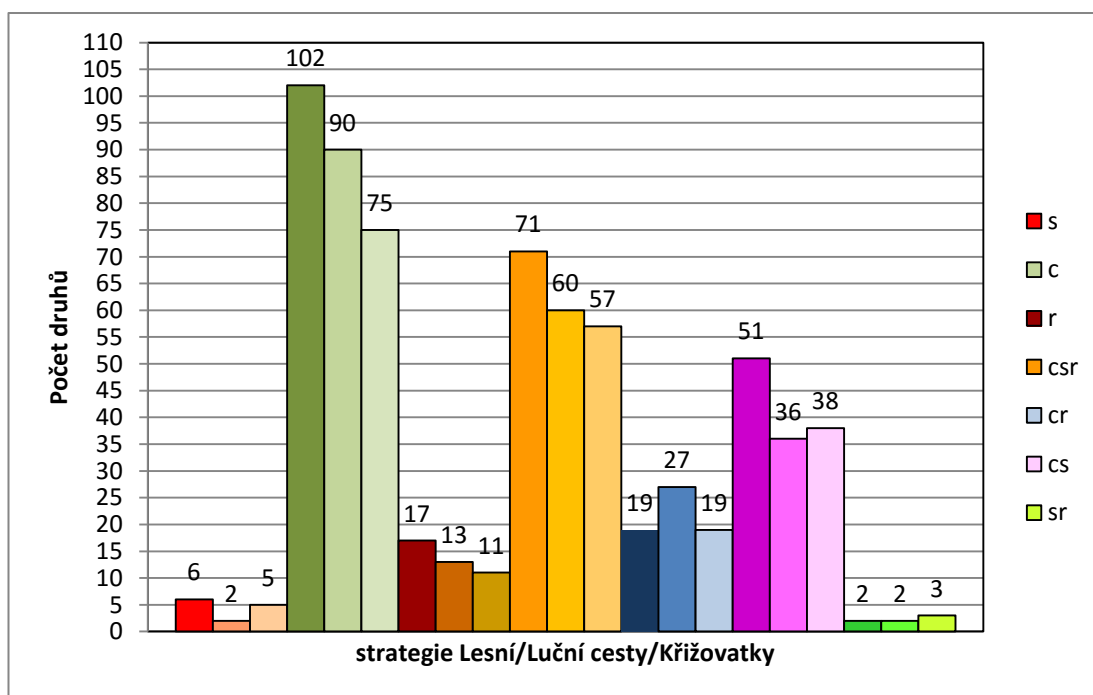
	zpevněné cesty	silnice (vjezd zakázán)	silnice (vjezd povolen)
Luční cesty	5	5	5
Lesní cesty	2	5	4

Tab. č. 3: Počty lokalit s přítomností jednotlivých invazních druhů na lesních a lučních cestách a na křižovatkách.

invazní druh	počet lokalit (les)	počet lokalit (louka)	počet lokalit na křižovatkách
<i>Arrhenatherum elatius</i>	4	18	2
<i>Cirsium arvense</i>	11	13	12
<i>Conyza canadensis</i>	0	4	4
<i>Erigeron annus</i> agg.	0	1	0
<i>Galinsoga quadriradiata</i>	3	1	1
<i>Impatiens parviflora</i>	9	2	0
<i>Quercus rubra</i>	1	0	2
<i>Sisymbrium loeselii</i>	0	1	0
<i>Solidago canadensis</i>	0	3	0
<i>Symphoricarpos albus</i>	1	0	0



Obr. č. 7: Počet druhů s jednotlivými strategiemi.

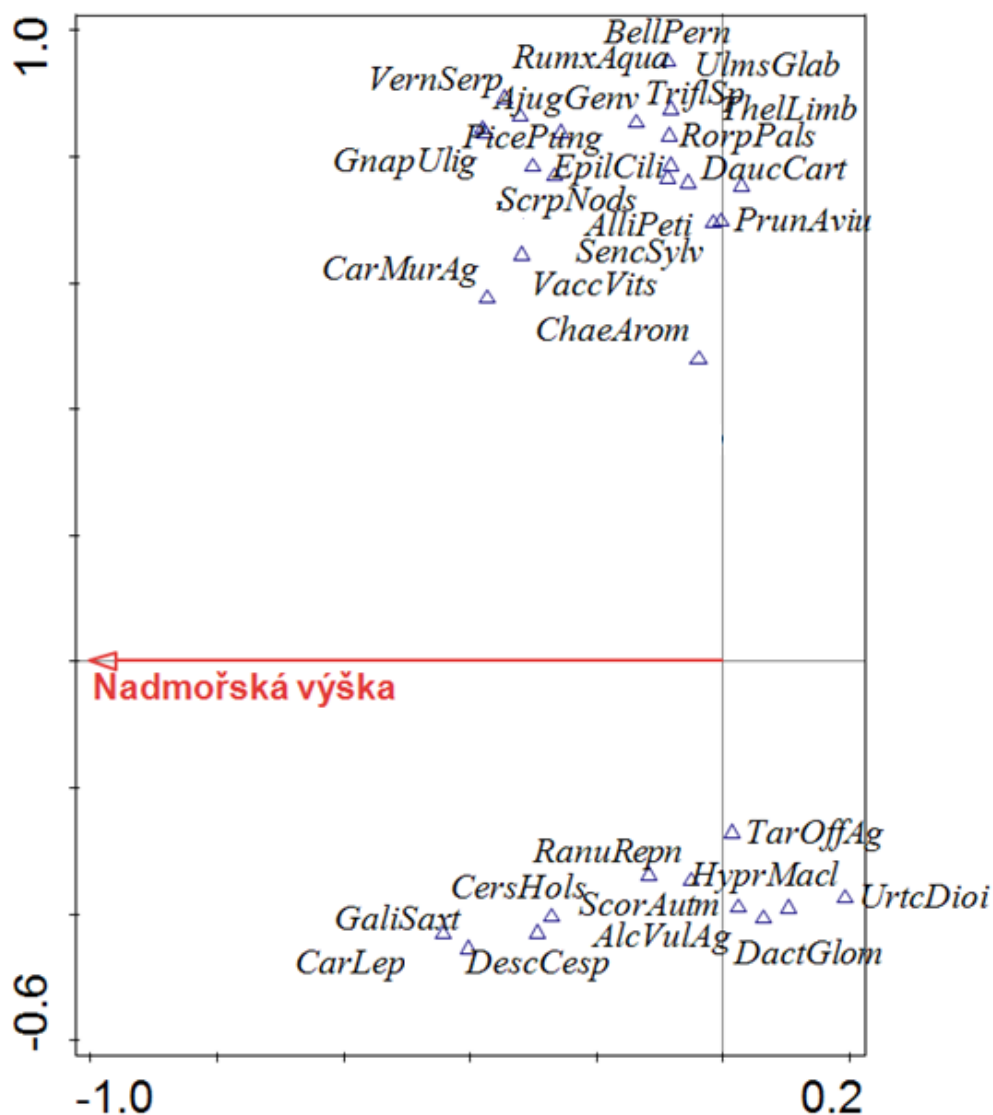


Obr. č. 8: Zastoupení druhů s jednotlivými strategiemi na lesních a lučních cestách a na křižovatkách.

Na obr. č. 9 vidíme kvalitativní charakteristiku prostředí (nadmořskou výšku), která je označena šipkou ve směru, v jakém roste její hodnota a druhy, které jsou představeny body (symboly), které označují optimum druhu.

Statisticky jsem testoval závislost druhů na nadmořské výšce. Hodnota testovací statistiky převedená do pravděpodobnostní škály (p – value) vyšla s hodnotou $p = 0,002$. Tato hodnota kvantifikuje pravděpodobnost realizace hodnoty testovací statistiky při platnosti nulové hypotézy. Ho tedy můžeme zamítnout dokonce na hladině významnosti $\alpha = 0,01$, jde tedy o statisticky vysoce významný rozdíl. Druhové složení květeny tedy reaguje na nadmořskou výšku statisticky vysoce významně.

Z ordinačního grafu si můžeme povšimnout, že ve vyšších nadmořských výškách se vyskytují druhy: ostřice měkoostenná agg. (*Carex muricata* agg.), protěž bažinná (*Gnaphalium uliginosum*), ostřice zaječí (*Carex leporina*), svízel hercynský (*Galium saxatile*), metlice trsnatá (*Deschampsia cespitosa*) a rozrazil douškolistý (*Veronica serpyllifolia*). V nižších nadmořských výškách se vyskytují druhy: mrkev obecná (*Daucus carota*), třešeň ptačí (*Prunus avium*), pampeliška lékařská agg. (*Taraxacum officinale* agg.), kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*), srha laločnatá (*Dactylis glomerata*), jilm horský (*Ulmus glabra*) a třezalka skvrnitá (*Hypericum maculatum*).



Obr. č. 9: Rozšíření druhů v závislosti na nadmořské výšce (CCA analýza). *Legenda:* BellPern – *Bellis perennis*; RumxAqua – *Rumex aquaticus*; UlmGlab – *Ulmus glabra*; VernSerp – *Veronica serpyllifolia*; AjugGenv – *Ajuga genevensis*; TriflSp. – *Trifolium* sp.; TheLimb – *Thelypteris limbosperma*; RorpPals – *Rorippa palustris*; PicePung – *Picea pungens*; GnepUlig – *Gnaphalium uliginosum*; EpilCili – *Epilobium ciliatum*; DaucCart – *Daucus carota*; ScrpNods – *Scrophularia nodosa*; AlliPeti – *Alliaria petiolata*; PrunAviu – *Prunus Avium*; SencSylv – *Senecio sylvatica*; CarMurAg – *Carex muricata* agg.; VaccVits – *Vaccinium vitis-idaea*; ChaeArom – *Chaerophyllum aromaticum*; TarOffAg – *Taraxacum officinale* agg.; RanuRepn – *Ranunculus repens*; HyprMacl – *Hypericum maculatum*; CersHols – *Cerastium holosteoides*; UrtcDioi – *Urtica dioica*; GaliSaxt – *Galium saxatile*;

ScorAutm – *Scorzoneroideis autumnalis*; *AlcVulAg* – *Alchemilla vulgaris* agg.;
CarLep – *Carex leporina*; *DescCesp* – *Deschampsia cespitosa*; *DctGlom* – *Dactylis glomerata*.

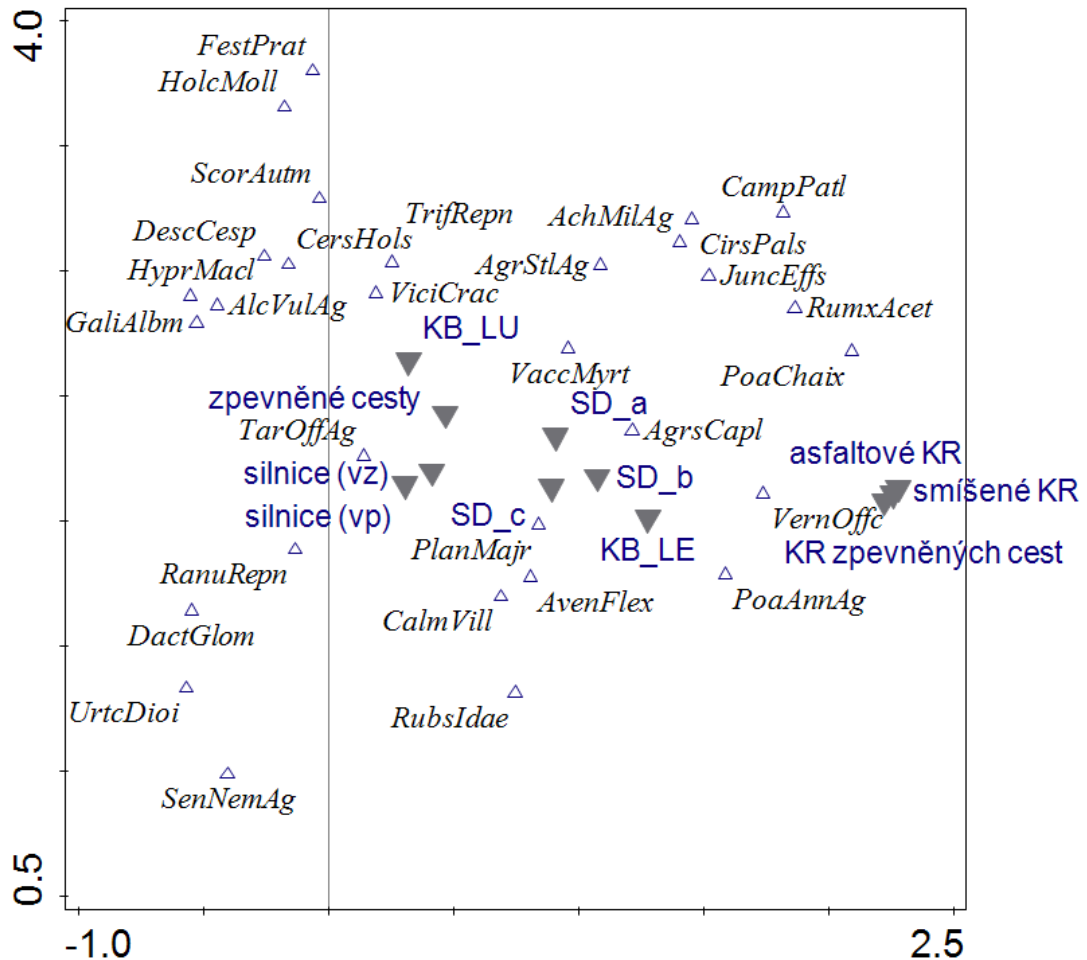
Tab. č. 4: Souhrnná tabulka se statisticky nejvýznamnějšími ordinačními osami (DCA analýza).

	osa 1	osa 2	osa 3	osa 4
vlastní čísla	0,4674	0,2763	0,1448	0,1189
délka gradientu	2,63	3,33	2,48	2,06

V tabulce č. 4 jsou uvedena vlastní čísla, která udávají koeficienty, o které se změnila velikost vektorů. Nejvíce se změnila velikost vektoru na ose 1, a to o 0,4674 a nejméně se změnila na ose 4. Dále jsou v tabulce uvedené délky gradientů, které jsou reprezentovány vektory. Nejvíce se změnila délka gradientu na ose 2 a to o 3,33.

Na obr. č. 10 vidíme jednotlivé kategorie cest a křižovatek, jež představují kvalitativní charakteristiky prostředí a jsou značeny jako centroidy. Dále vidíme jednotlivé druhy, které jsou představeny skóry, které tvoří vrcholy zvonovitých křivek pro jednotlivé druhy [druhy v těchto bodech (těžištích) nabývají svého optima]. Optimum se počítá jako vážený průměr z pozic jednotlivých kategorií (vzorků), kde váhami jsou početnosti druhů v nich. Skóre druhů pak bývají poblíž bodů těch kategorií, ve kterých je jejich abundance nejvyšší.

Z ordinačního grafu můžeme interpretovat následující závěry. Kontaktnímu biotopu lučnímu nejvíce přísluší druh vikev ptačí (*Vicia cracca*), silnicím s vjezdem zakázán nejvíce přísluší druh pampeliška lékařská agg. (*Taraxacum officinale* agg.), kategorii se stupněm dopravy s velkou frekvencí vozidel nejvíce přísluší druh jitrocel větší (*Plantago major*) a kontaktnímu biotopu lesnímu nejvíce přísluší druh lipnice roční agg. (*Poa annua* agg.). Naopak druhy kostřava luční (*Festuca pratensis*) a medyněk měkký (*Holcus mollis*) nepřísluší k žádným kategoriím lesních křižovatek.



Obr. č. 10: Závislost druhů ve vztahu k jednotlivým kategoriím cest a křižovatek, stupni dopravy a druhu biotopu. *Legenda:* SD – stupeň dopravy (a – nejméně frekventované; b – mírně frekventované; c – hodně frekventované); KB_LU – kontaktní biotop luční; KB_LE – kontaktní biotop lesní; silnice (vz) – silnice (vjezd zakázán); silnice (vp) – silnice (vjezd povolen); KR – křižovatky; *FestPrat* – *Festuca pratensis*; *HolcMoll* – *Holcus mollis*; *ScorAutm* – *Scorzoneroideis autumnalis*; *DescCesp* – *Deschampsia cespitosa*; *HyprMacl* – *Hypericum maculatum*; *CersHols* – *Cerastium holosteoides*; *TriflRepn* – *Trifolium repens*; *AchMilAg* – *Achillea millefolium* agg.; *CampPatl* – *Campanula patula*; *AlcVulAg* – *Alchemilla vulgaris* agg.; *GaliAlbm* – *Galium album*; *ViciCrac* – *Vicium cracca*; *AgrStlAg* – *Agrostis stolonifera* agg.; *CirsPals* – *Cirsium palustris*; *JuncEffs* – *Juncus effusus*; *RumxAcet* – *Rumex acetosa*; *VaccMyrt* – *Vaccinium myrtillus*; *PoaChaix* – *Poa chaixii*; *TarOffAg* – *Taraxacum officinalis* agg.; *AgrsCapl* – *Agrostis capillaris*; *RanuRepn* – *Ranunculus repens*; *PlanMajr* – *Plantago major*; *VernOffc* – *Veronica officinalis*; *DactGlom* – *Dactylis glomerata*; *CalmVill* – *Calamagrostis villosa*; *AvenFlex* –

Avenella flexuosa; *PoaAnnAg* – *Poa annua* agg.; *UrtcDioi* – *Urtica dioica*; *RubsIdae* – *Rubus idaeus*; *SenNemAg.* – *Senecio nemorensis* agg.

Tab. č. 5: Souhrnná tabulka s jednotlivými ordinačními osami, které vysvětlují nejvíce variability (DCCA analýza).

	osa 1	osa 2	osa 3	osa 4
vlastní čísla	0,5987	0,1387	0,00337	0,0247
délka gradientu	4,35	1,15	5,2	2,46
vysvětlená variabilita	44,54	54,85	57,36	59,2

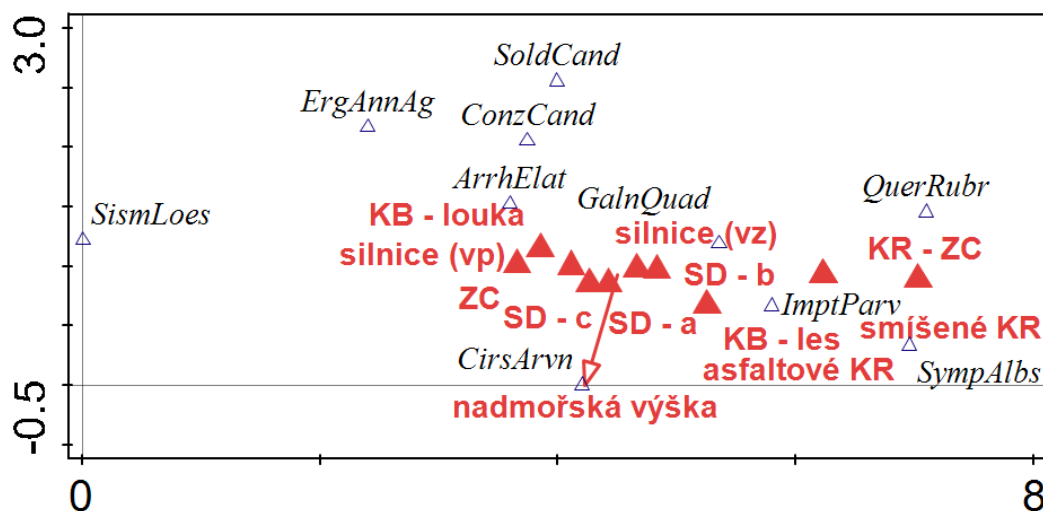
V tab. č. 5 jsou uvedena vlastní čísla (koeficienty, o které se změnila velikost vektorů). Nejvíce se změnila velikost u vektoru, který představuje osu 1 a to o 0,5987, nejméně pak u vektoru, který představuje osu 4. Délka gradientu se nejvíce změnila u osy 3 a osy 1, nejméně u osy 2. Celková vysvětlená variabilita jednotlivými environmentálními proměnnými je poměrně vysoká. Osa 1 vysvětluje nejvíce variability, a to 44,54 %, všechny 4 osy dohromady vysvětlují 59,2 % variability, s tím že nárůst vysvětlené variability mezi 3. a 4. osou představuje necelá 2 %.

Na obr. č. 11 vidíme vztah invazních druhů k nadmořské výšce, která je označena šipkou ve směru, v jakém roste její hodnota a k jednotlivým kategoriím cest a křižovatek, stupňů dopravy (a-c) a kontaktních biotopů.

Hodnota testovací statistiky převedená do pravděpodobnostní škály (p – value) má hodnotu $p = 0,012$. Ho tedy můžeme zamítnout na hladině významnosti $\alpha = 0,05$, jde tedy o statisticky významný rozdíl. To potvrzuje platnost alternativní hypotézy H_a , že druhové složení invazních rostlin reaguje na jednotlivé environmentální proměnné statisticky významně.

Z ordinačního grafu můžeme interpretovat závěry, že kontaktnímu biotopu lučnímu nejvíce přísluší druh ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*), smíšeným křižovatkám nejvíce přísluší druh pámelník bílý (*Symphoricarpos albus*), křižovatkám zpevněných cest nejvíce přísluší druh dub červený (*Quercus rubra*) a kategorii se stupněm dopravy s velkou frekvencí vozidel nejvíce přísluší druh pcháč

rolní (*Cirsium arvense*). Naopak druh hulevník Loeselův (*Sisymbrium loeselii*) nepřísluší k žádné lesní křižovatce.



Obr. č. 11: Invazní druhy ve vztahu k nadmořské výšce, kategoriím cest a křižovatek, stupni dopravy a druhu biotopu. *Legenda*: SD – stupeň dopravy (a – nejméně frekventované; b – mírně frekventované; c – hodně frekventované); KB – kontaktní biotop; silnice (vz) – silnice (vjezd zakázán); silnice (vp) – silnice (vjezd povolen); KR - křižovatky, ZC – zpevněné cesty; *SismLoes* – *Sisymbrium loeselii*; *SoldCand* – *Solidago canadensis*; *ErgAnnAg* – *Erigeron annuus* agg.; *ConzCand* – *Conyza canadensis*; *ArrhElat* – *Arrhenatherum elatius*; *GalnQuad* – *Galinsoga quadriradiata*; *QuerRubr* – *Quercus rubra*; *ImptParv* – *Impatiens parviflora*; *CirsArvn* – *Cirsium arvense*; *SympAlbs* – *Symphoricarpos albus*.

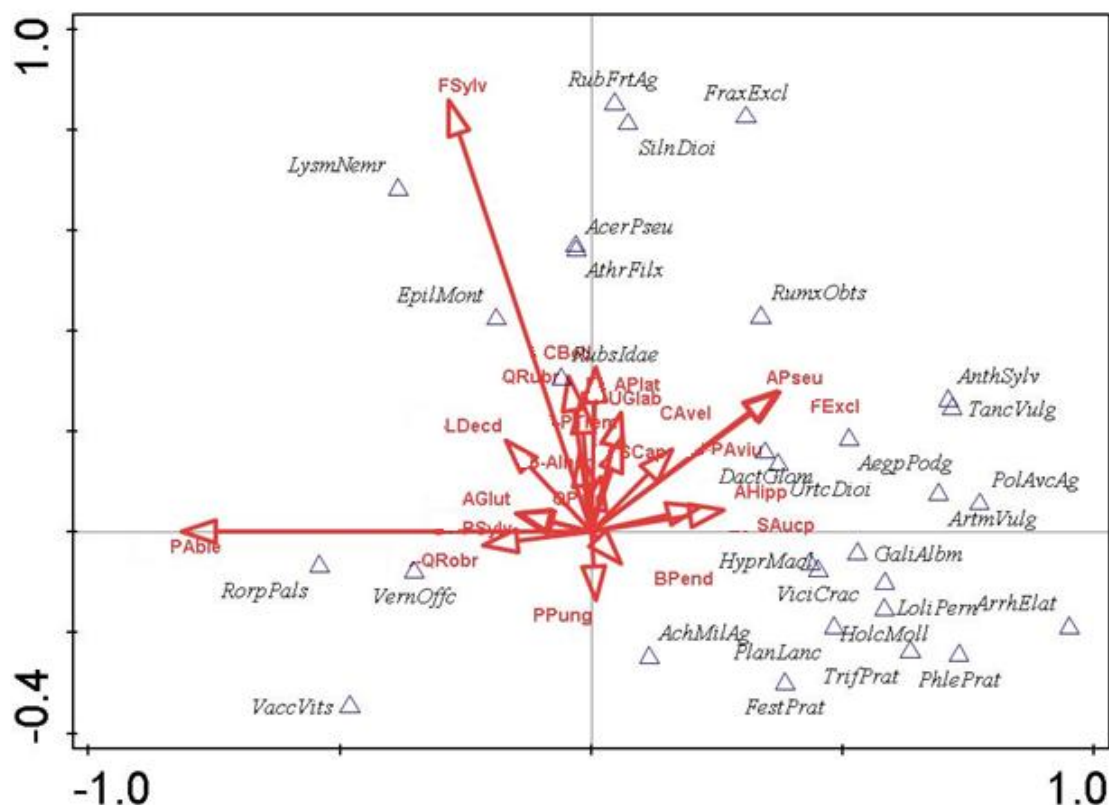
Tab. č. 6: Souhrnná tabulka s jednotlivými ordinačními osami, které vysvětlují nejvíce variability (CCA analýza).

	osa 1	osa 2	osa 3	osa 4
vlastní čísla	0.182	0.142	0.090	0.049
korelace mezi kanonickými osami	0.755	0.797	0.677	0.772
vysvětlená variabilita	21.0	37.3	47.7	53.3

V tab. č. 6 jsou uvedena vlastní čísla (koeficienty, o které se změnila velikost vektorů). Nejvíce se změnila velikost u vektoru, který představuje osu 1, a to o 0,182, nejméně pak u vektoru, který představuje osu 4. Hodnoty korelace mezi kanonickými osami jsou poměrně vysoké a blíží se 1, to znamená, že jednotlivé vysvětlující osy jsou mezi sebou málo korelované a vysvětlují poměrně hodně variability v datech. Všechny 4 osy pak vysvětlují 53,3 % variability, s tím že nejvíce variability vysvětluje první osa, a to 21 %.

Na obr. č. 12 vidíme vztah nalezených druhů k okolní vegetaci stromového patra. Nalezené dřeviny jsou označeny šipkami, kde jejich jednotlivé vrcholy představují optimum pro daný druh dřeviny. Hodnota testovací statistiky převedená do pravděpodobnostní škály (p – value) má hodnotu $p = 0,002$. Ho tedy můžeme zamítnout dokonce na hladině významnosti $\alpha = 0,01$, jde tedy o statisticky vysoce významný rozdíl. Druhové složení rostlin tedy reaguje na přítomnost dřevin zastoupených v okolní vegetaci statisticky vysoce významně.

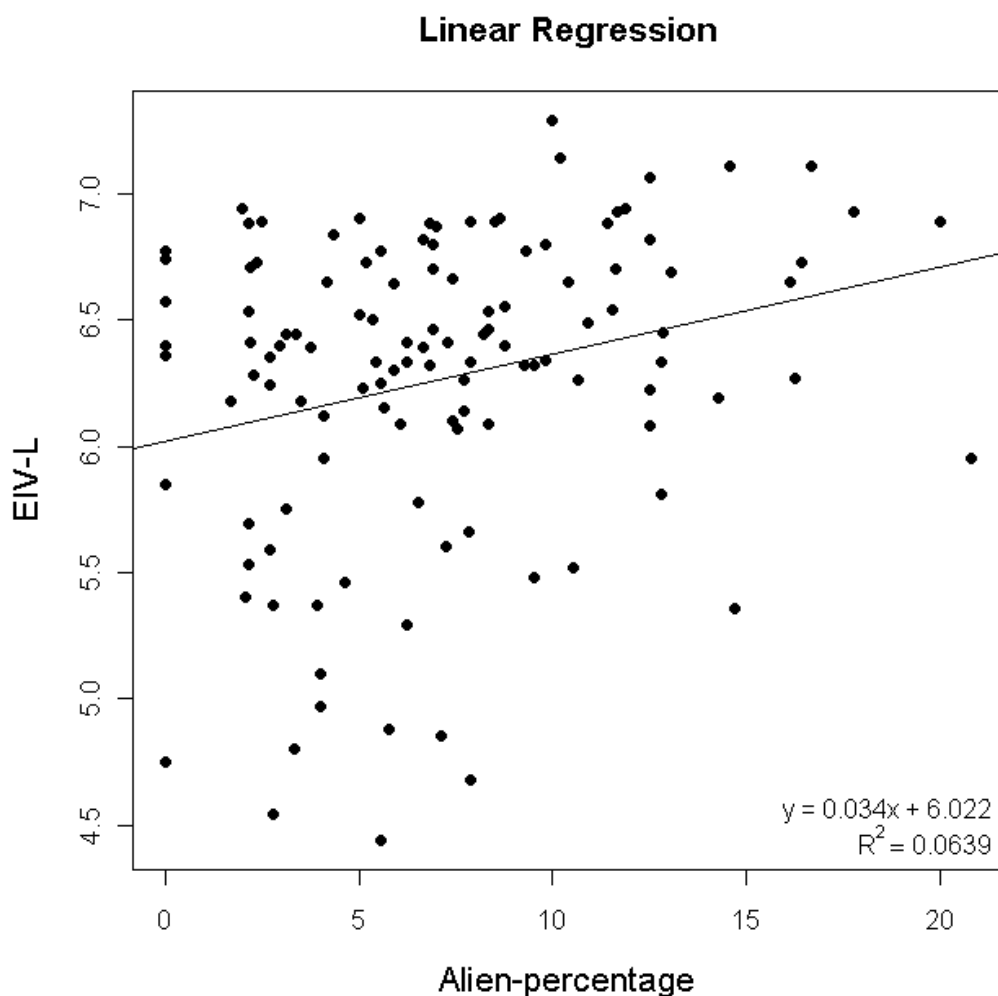
Z ordinačního grafu můžeme interpretovat závěry, že při zastoupení buku lesního (*Fagus sylvatica*) v okolní vegetaci se vyskytují na lokalitách nejvíce druhy: vrbina hajní (*Lysimachia nemorum*), ostružiník křovitý (*Rubus fruticosus* agg.) a silenka dvoudomá (*Silene dioica*). Při zastoupení smrku ztepilého (*Picea abies*) v okolní vegetaci se vyskytují na lokalitách nejvíce druhy: rukev bažinná (*Rorippa palustris*) a brusnice brusinka (*Vaccinium vitis-idaea*). Při zastoupení javoru klenu (*Acer pseudoplatanus*) a jasanu ztepilého (*Fraxinus excelsior*) v okolní vegetaci se nejvíce daří druhům: šťovík tupolistý (*Rumex obtusifolius*), kerblík lesní (*Anthriscus sylvestris*), vratič obecný (*Tanacetum vulgare*) a bršlice kozí noha (*Aegopodium podagraria*).



Obr. č. 12: Nalezené druhy ve vztahu k okolní vegetaci stromového patra E3. *Legenda E3*: FSylv – *Fagus sylvatica*, PABie – *Picea abies*, LDecd – *Larix decidua*, QRobr – *Quercus robur*, PPung – *Picea Pungens*, BPend – *Betula pendula*, SAucp – *Sorbus aucuparia*, AHipp – *Aesculus hippocastanum*, FExcl – *Fraxinus excelsior*, PAViu – *Prunus avium*, CAvel – *Corylus avellana*, QRub – *Quercus rubra*, UGlab – *Ulmus glabra*, APlat – *Acer platanoides*, AGLut – *Alnus glutinosa*, SCap – *Salix caprea*, CBet – *Carpinus betulus*, PSylv – *Pinus sylvestris*, PTrem – *Populus tremula*, QPet – *Quercus petraea*, AIn – *Alnus incana*, TCor – *Tilia cordata*, BPub – *Betula pubescens*; *Legenda E1,E2*: LysmNemr – *Lysimachia nemorum*, EpilMont – *Epilobium montanum*, RubFrAg – *Rubus fruticosus* agg., FraxExcl – *Fraxinus excelsior*, SilnDioi – *Silene dioica*, AcerPseu – *Acer pseudoplatanus*, AthrFilx – *Athyrium filix-femina*, RumxObts – *Rumex obtusifolius*, RubsIdae – *Rubus idaeus*, DactGlom – *Dactylis glomerata*, UrtcDioi – *Urtica dioica*, AegPodg – *Aegopodium podagraria*, AnthSylv – *Anthriscus sylvestris*, TancVulg – *Tanacetum vulgare*, PolAvcAg – *Polygonum aviculare* agg., ArtmVulg – *Artemisia vulgaris*, RorpPals – *Rorippa palustris*, VernOffc – *Veronica officinalis*, VaccVits – *Vaccinium vitis-idaea*, HyprMacl – *Hypericum maculatum*, GaliAlbm – *Galium album*, ViciCrac – *Vicia cracca*, LoliPern – *Lolium perenne*, ArrhElat – *Arrhenatherum elatius*, AchMilAg –

Achillea millefolium agg., *PlanLanc* – *Plantago lanceolata*, *HolcMoll* – *Holcus mollis*, *FestPrat* – *Festuca pratensis*, *TrifPrat* – *Trifolium pratense*, *PhlePrat* – *Phleum pratense*.

Na obr. č. 13 vidíme nezávisle proměnnou světlo (osa y) a závisle proměnnou procentuální výskyt nepůvodních druhů (osa x). $R^2 = 0,0639$, to znamená, že touto statistickou analýzou jsem vysvětlil 6 % rozptylu vysvětlované proměnné. Procentuální podíl nepůvodních druhů je tedy hodnotami Ellenbergova faktoru pro světlo vysvětlen ze 6 %.



Obr. č. 13: Lineární regrese nepůvodních druhů (v %) v závislosti na Ellenbergově hodnotě (světlo). *Legenda:* Alien-percentage – procento nepůvodních druhů; EIV_L – Ellenbergova hodnota (světlo).

7. Diskuse

Z hlediska květeny je podstatná existence cesty jako plochy, která je zbavována vegetace a osidlována novými druhy. Osídlení je úspěšné teprve při menším provozu. Brzdícím faktorem sukcese je stupeň mechanické destrukce, který nejvíce ovlivňuje utváření květeny cest (Sýkora, 1971). Při vlastním pozorování jsem vylíčil tři kategorie cest: silnice pro veřejnou dopravu, silnice se zakázaným vjezdem a zpevněné cesty. Pěšiny jsem při vlastním terénním průzkumu nemapoval. Obecně jsou nejvíce frekventované silnice pro veřejnou dopravu, na jejichž korunách nerostou žádné druhy. Sýkora (1971) vylíčuje tři typy cest: vozové cesty se širokým pásem bez květeny, kolejové cesty, jejichž jízdní část je zúžena na dvě koleje a pěšiny s plochami s iniciálními stádii rostlin. Višňák (2013) vylíčuje cesty s živičným povrchem nebo s povrchem hutněným, jež mají koruny často bez souvislého rostlinného pokryvu. Při vlastním terénním průzkumu jsem toto potvrdil, koruna zpevněných cest je obvykle bez rostlinných druhů a půda na ní je často zhutněná. Sýkora (1971) se zmiňuje, že půdy mají na cestách ulehlou svrchní část, mělký humusový horizont a zvětráváním horniny je zvýšen přístupný podíl minerálních látek. Dále se Višňák (2013) zmiňuje o panelových cestách, na nichž se vyvíjí nesouvislá vegetace ve středním pruhu, a na korunách přežívá jen úzké spektrum rostlin, snášejících intenzivní sešlap a přejíždění. Z vlastního pozorování jsem si všiml, že u panelových cest je květena ve středním pruhu téměř souvislá a některé rostlinné druhy prorůstají i skrze otvory v panelech, které vytvářejí koleje. Sýkora (1971) se zmiňuje, že dalším charakteristickým rysem cest je antropogenní eutrofizace, která společenstva cest přibližuje nitrofilním společenstvům. Stupeň obohacení dusíkem a mechanické destrukce způsobují antropogenní zásahy, které jsou na lesních cestách specifické povahy a omezují se především na období těžby. Z vlastního terénního průzkumu můžu tento poznatek také potvrdit. Na některých místech v lese jsem viděl narušené krajnice od lesní těžby, obnaženou půdu a drobné změny v mikroreliefu. Také jsem zaznamenal přítomnost nitrofilních druhů na krajnicích cest, které naznačují obohacení dusíkem. Višňák (2013) dělí cesty podle morfologie do několika pásem, vylíčuje korunu cesty (vozovky), krajnice, příkopy a navazující přechody do lesa včetně přilehlých manipulačních ploch. Největší druhovou diverzitu vykazují krajnice a přilehlé svahy s ekotonovým charakterem společenstva včetně změn ekologických parametrů na velmi malých vzdálenostech (v

řádech decimetrů). Sýkora (1971) uvádí, že květenu cest ovlivňují různé stanovištní podmínky, které závisí na části cesty přikloněné ke svahu a části nad svahem. Z vlastního terénního průzkumu mohu potvrdit, že květena cest značně závisí na jejich morfologii. Dále jsou hlavními faktory, které květenu ovlivňují, voda a světlo. Sýkora (1971) ještě uvádí vliv zvěře na květenu cest. Tento vliv na květenu se z mého pozorování ale zdá být poměrně zanedbatelný.

Godefroid & Koedam (2004) uvádějí druhy vázané na lesní cesty, jedná se o druhy: *Carex pilulifera*, *Dryopteris dilatata* a *Luzula pilosa*. Z mého hodnocení věrnosti druhů k lesním cestám pomocí hodnot fidelity potvrzují přítomnost druhů: *Dryopteris dilatata* a *Carex pilulifera* na lesních cestách, na kterých naopak nepotvrzují přítomnost druhu *Luzula pilosa*.

Godefroid & Koedam (2004) dále uvádějí druhy vázané na asfaltové cesty, jedná se o druhy: *Brachypodium sylvaticum*, *Carex sylvatica*, *Geranium robertianum*, *Juncus effusus* a *Lapsana communis*. Z mého hodnocení věrnosti druhů k asfaltovým cestám pomocí hodnot fidelity potvrzují přítomnost druhů: *Geranium robertianum* a *Juncus effusus*. U druhů *Brachypodium sylvaticum*, *Carex sylvatica* a *Lapsana communis* jsem naopak jejich příslušnost k asfaltovým cestám nepotvrdil.

Godefroid & Koedam (2004) dále uvádějí druhy vázané na holých (zpevněných) cestách, jedná se o druhy: *Carex ovalis*, *Juncus tenuis*, *Lotus pedunculatus* a *Lysimachia nemorum*. Z mého hodnocení věrnosti druhů ke zpevněným cestám pomocí hodnot fidelity nepotvrzují věrnost žádného z uváděných druhů ke zpevněným cestám z mého mapování.

Z hlediska strategií nalezených druhů rostlin jsem zjistil, že jsou podél cest v mapovaném území nejčastěji přítomné c strategové. Šerá (2008) zjistila, že podél cest se také vyskytují nejčastěji c strategové. Dále uvádí, že okolo cest se vyskytují ruderalní druhy (r strategové) a jsou častěji přítomné než s strategové. Totéž jsem zjistil ve svém mapovaném území, r strategové převažují nad s strategý. Já ještě uvádím kombinované strategie. Nejčastěji jsem zaznamenal přítomnost csr a cs strategů. Šerá tyto kombinace nevylišuje.

Podíl archeofytů a neofytů z celkového počtu nalezených druhů jsem na mapovaných lokalitách zaznamenal přibližně stejný. Archeofytů jsem našel 27 a neofytů 26. Mlíkovský & Stýblo (2006) uvádějí, že ve flóře ČR je zastoupeno daleko

více neofytů než archeofytů. Uvádějí 332 druhů archeofytů a 1046 druhů neofytů. Z toho vyplývá, že podíl neofytů a archeofytů v mapovaném území je daleko nižší oproti průměru ČR. Mapované území tedy není tolik zasaženo neofyty. Může to být z důvodu obtížnějšího šíření neofytů v horských polohách nebo z důvodu nižší hustoty dopravy, která přispívá k šíření neofytů v mapovaném území.

Z nepůvodních druhů jsem zaznamenal velké množství druhů naturalizovaných oproti druhům s přechodným výskytem a invazních. Mlíkovský & Stýblo (2006) naopak uvádějí, že v ČR je největší podíl druhů s přechodným výskytem oproti druhům naturalizovaným a invazním. Druhů s přechodným výskytem uvádějí více než dvojnásobné množství oproti druhům naturalizovaným. Já jsem naopak zaznamenal 6 krát větší počet druhů naturalizovaných oproti druhům s přechodným výskytem. Dále jsem zaznamenal větší počet invazních druhů, než druhů s přechodným výskytem, to se zásadně liší od údajů, které uvádějí Mlíkovský & Stýblo (2006).

Doležal (1996) uvádí, že druhová diverzita klesá s rostoucí nadmořskou výškou, která souvisí s větší konkurencí druhů o zdroje. Pokles druhové diverzity se projevuje zvláště poté, co se některé druhy silně adaptují na limitující faktory a stávají se silnými konkurenty. Uvádí třtinu chloupkatou (*Calamagrostis villosa*) jako typický druh. Z mého vlastního terénního mapování potvrzují přítomnost *Calamagrostis villosa* ve vyšších polohách, našel jsem ji však i v polohách nižších, kde také konkuruje ostatním druhům. Potvrdil jsem také, že druhová diverzita klesá s rostoucí nadmořskou výškou. Rozdíl v druhovém složení oproti nižší nadmořské výšce je v mém mapovaném území statisticky vysoce významný.

S frekvencí dopravy souvisí stupeň zasolení v okolí cest. Šerá (2005) uvádí přítomnost halofytních druhů na místech, kde se v zimě pravidelně solí. Jedná se o druhy: zblochanec oddálený (*Puccinellia distans*), kuřinka solná (*Spergularia salina*), rosička krvavá (*Digitaria sanguinalis*) a milička menší (*Eragrostis minor*). Žádný z těchto uváděných druhů jsem na žádné lokalitě v mém mapovaném území nezaznamenal. Je to zřejmě z důvodu, že se mapované území nachází v CHKO Jizerské hory, kde frekvence dopravy a hustota silnic nejsou velké.

8. Závěr

V diplomové práci jsem zmapoval druhové složení náhodně vybraných úseků lesních a lučních cest různých kategorií, v různých nadmořských výškách a různé kategorie náhodně vybraných lesních křižovatek v různých nadmořských výškách. Nejvíce druhů jsem našel u kategorií silnic se zákazem vjezdu v nadmořských výškách 350 až 600 m a nejméně druhů u kategorií silnic s vjezdem zakázán (850-1100 m n. m.). Rozdílný počet nalezených druhů u uvedených kategorií zřejmě souvisí s gradientem nadmořské výšky.

Na mapovaných lokalitách jsem zaznamenal 3 silně ohrožené druhy z kategorie C2 (*Nasturtium officinale*, *Pyrola rotundifolia* a *Pedicularis sylvatica*), které by zasloužily zvláštní ochranu. Dále jsem našel 5 druhů ohrožených a 9 druhů vyžadujících pozornost.

Zvlášť jsem vyčlenil nepůvodní druhy, které jsem rozdělil na archeofyty a neofyty. Zaznamenal jsem menší podíl neofytů, který může souviset s menší hustotou silniční sítě v mapovaném území. Dále jsem rozdělil nepůvodní druhy na druhy s přechodným výskytem, druhy naturalizované a invazní. Zaznamenal jsem velký podíl druhů naturalizovaných. Jejich výskyt je nutné sledovat, protože by se mohly do budoucna stát druhy invazními. Celkem jsem zaznamenal 10 invazních druhů. Jedná se o druhy, které nepředstavují nějakou velkou hrozbu pro přirozená společenstva, ale je třeba jejich výskyt průběžně kontrolovat a zaznamenávat změny v jejich rozšíření. Dále jsem invazní druhy statisticky vyhodnocoval metodou DCCA a zjistil jsem, že kontaktnímu biotopu lučnímu nejvíce přísluší druh ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*), smíšeným křižovatkám nejvíce přísluší druh pámečník bílý (*Symphoricarpos albus*), křižovatkám zpevněných cest nejvíce přísluší druh dub červený (*Quercus rubra*) a kategorii se stupněm dopravy s velkou frekvencí vozidel nejvíce přísluší druh pcháč rolní (*Cirsium arvense*).

Dále jsem nalezené druhy rozdělil podle jejich strategií. Nejvíce jsem našel c a csr strategií. Naopak jsem zaznamenal poměrně málo s a sr strategií. Velkou přítomnost c strategií si vysvětluji tím, že se tyto druhy šíří z okolních zapojených společenstev na okraje cest a křižovatek a konkurují tak s strategiím.

Dále jsem potvrdil obecné pravidlo, že druhy reagují na gradient nadmořské výšky. Zjistil jsem, že ve vyšších nadmořských výškách se vyskytují druhy: ostřice

měkoostenná agg. (*Carex muricata* agg.), protěž bažinná (*Gnaphalium uliginosum*), ostřice zaječí (*Carex leporina*) a svízel hercynský (*Galium saxatile*). Naopak v nižších nadmořských výškách jsem zjistil výskyt druhů: mrkev obecná (*Daucus carota*), třešeň ptačí (*Prunus avium*), pampeliška lékařská agg. (*Taraxacum officinale* agg.), kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*) a srha laločnatá (*Dactylis glomerata*).

Analýzou DCA jsem zjistil, že kontaktnímu biotopu lučnímu nejvíce přísluší druh vikev ptačí (*Vicia cracca*), kategorii se stupněm dopravy s velkou frekvencí vozidel nejvíce přísluší druh jitrocel větší (*Plantago major*) a kontaktnímu biotopu lesnímu nejvíce přísluší druh lipnice roční agg. (*Poa annua* agg.).

Analýzou CCA jsem hodnotil vztah nalezených druhů k okolní vegetaci a zjistil jsem, že při zastoupení buku lesního (*Fagus sylvatica*) v okolní vegetaci se vyskytují na lokalitách nejvíce druhy: vrbina hajní (*Lysimachia nemorum*), ostružiník křovitý (*Rubus fruticosus* agg.) a silenka dvoudomá (*Silene dioica*). Při zastoupení smrku ztepilého (*Picea abies*) v okolní vegetaci se vyskytují na lokalitách nejvíce druhy: rukev bažinná (*Rorippa palustris*) a brusnice brusinka (*Vaccinium vitis-idaea*) a při zastoupení javoru klenu (*Acer pseudoplatanus*) a jasanu ztepilého (*Fraxinus excelsior*) v okolní vegetaci se nejvíce daří druhům: šťovík tupolistý (*Rumex obtusifolius*), kerblík lesní (*Anthriscus sylvestris*), vratič obecný (*Tanacetum vulgare*) a bršlice kozí noha (*Aegopodium podagraria*).

Přínosy práce vidím především v terénním průzkumu květeny cest a křižovatek, kterým jsem přispěl k botanickým poznatkům v Jizerských horách. Dále jsem identifikoval invazní druhy, které by se podél cest mohly potenciálně šířit, a zaznamenal jsem tři silně ohrožené druhy. Získaná data by měla posloužit správě CHKO Jizerské hory jak k preventivním, tak k ochranným účelům.

9. Přehled literatury a použitých zdrojů

Anderson R., 1999: Disturbance as a factor in the distribution of sugar maple and the invasion of Norway maple into a modified woodland. *Rhodora* 101: 264 – 273.

Andres A., 1990: Fragmentation of habitat by roads and utility corridors: A review. *Australian Zoologist* 26: 130 – 141.

Andres J. (ed.), 2001: *Zásady bezpečného utváření pozemních komunikací*. Centrum dopravního výzkumu, Brno.

Angold P. G., 1997: The impact of a road upon adjacent heathland vegetation: effects on plant species composition. *Journal of Applied Ecology* 34, 409 – 417.

Bates G. H., 1935: The vegetation of footpaths, sidewalks, cart-tracks and gateways. *Journal of Ecology* 23: 470 – 487.

Bratton S. P., 1985: Effects of disturbance by visitors on two woodland orchid species in Great Smoky Mountains National Park, USA. *Biological Conservation* 31: 211 – 227.

Bruinderink G. W. T. A. G. & Hazebroek E., 1996: Ungulate traffic collisions in Europe. *Conservation Biology* 10: 1059 – 1067.

Bulíř P. (ed.), 1988: *Vegetační doprovody silnic*. Aktuality VŠÚOZ, Průhonice.

Cackowski J. M. & Nasar J. L., 2003: The restorative effects of roadside vegetation implications for automobile driver anger and frustration. *Environment and Behavior* 35: 736 – 751.

Cale P. & Hobbs R. J., 1991: Condition of roadside vegetation in relation to nutrient status. In: Saunders D. A. & Hobbs R. J. (eds): *Nature conservation 2: the role of corridors*. Chipping Northon. N.S.W: Surrey Beatty and Sons: 353 – 62.

Crawford A. K. & Liddle M. J., 1977: The effect of trampling on neutral grassland. *Biological Conservation* 12: 135 – 142.

Dale D. & Weaver T., 1974: Trampling effects on vegetation of the trail corridors of North Rocky Mountains forests. *Journal of Applied Ecology* 11/2: 767 – 772.

Danihelka J., Chrtek J. Jr. & Kaplan Z., 2012: Checklist of vascular plants of the Czech republic. *Preslia* 84: 647 – 811.

Demek J. & Mackovičkin P. (eds), 2006: *Zeměpisný lexikon ČR. Hory a nížiny*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Brno.

Demek J. (ed.), 1987: *Hory a nížiny*. Academia, Praha.

Doležal J., 1996: Analýza vegetace podél gradientu nadmořské výšky v Nízkých Tatrách. Bakalářská práce – Ms., depon. In: Jihočeská univerzita, Přírodovědecká fakulta, České Budějovice.

Drahný R., 2007: Frézování cesty na Luční boudy. *Ročenka KRNAP* 2006: 29 – 31.

Fabbro T. & Körner Ch., 2004: Altitudinal differences in flower traits and reproductive allocation. *Flora* 199: 70 – 81.

Forman R. T. T. & kol. (eds.), 2002: *Road ecology: Science and solutions*. Island Press, Washington.

Godefroid S. & Koedam N., 2004: The impact of forest paths upon adjacent vegetation: effects of the path surfacing material on the species composition and soil compaction. *Biological Conservation* 119: 405 – 419.

Grime J. P., Hodgson J. G. & Hunt R. (eds), 1988: *Comparitive plant ecology, a functional approach to common British species*. Unwin Hyman Limited., London.

Haas C. A., 1995: Dispersal and use of corridors by birds in wooded patches on an agricultural landscape. *Conservation Biology* 9: 845 – 854.

Hall C. & Kuss F., 1989: Vegetation alteration along trails in Shenandoah National Park, Virginia. *Biological Conservation* 48: 211 – 227.

Harcarik J., 2005: Problematika Lysé hory. *Ročenka KRNAP* 2004: 30 – 31.

Hobbs R. J. & Huenneke L. F., 1992: Disturbance, diversity, and invasion: implication for conservation. *Conservation Biology* 6/3: 324 – 37.

Husáková J. & Guzikowa M., 1979: Flóra a vegetace silničních krajnic v západní části českých Krkonoš. *Opera Corcontica* 16: 87 – 112.

Chappell H. G., Ainsworth J. F. & Cameron R. A. D., 1971: The effect of trampling on a chalk grassland ecosystem. *Journal of Applied Ecology* 8/3: 869 – 882.

Christen D. & Matlack G., 2006: The role of roadsides in plant invasions: a demographic approach. *Conservation Biology* 20: 385 – 391.

Chytrý M. & Pyšek P., 2009: Kam se šíří zavlečené rostliny? 1. Rozdíly v invadovanosti velkých území. *Živa* 1: 11 – 14.

Irl S. D. H., Steinbauer M. J., Epperlein L., Harter D. E. V., Jentsch A., Pätz S., Wohlfart Ch. & Beierkuhnlein C., 2014: The Hitchhiker's guide to island endemism: biodiversity and endemic perennial plant species in roadside and surrounding vegetation. *Biodiversity Conservation* 23: 2273 – 2287.

Jaeger J. & Holderegger R., 2005: Schwellenwerde der Landschaftszerschneidung. *GAIA* 14: 113 – 118.

Jäger E. J., Müller F., Ritz C. M., Welk E. & Wesche K., 2013: Rothmaler Exkursionsflora von Deutschland (Gefäßpflanzen: Atlasband). Springer-verlag Berlin Heidelberg, Berlin.

Kalníková V., 2009: Rozšíření invazních neofytů podél řek Ostravice a Morávky. Bakalářská práce – Ms., depon. In: Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Ústav botaniky a zoologie, Brno.

Kikvidze Z. & kol., 2004: Linking patterns and processes in alpine plant communities: a global study. *Ecology* 86: 1395 – 1400.

Körner Ch., 2007: The use of altitude in ecological research. *Trends in Ecology and Evolution* 22: 569 – 574.

Kowarik I., 1990: Some responses of flora and vegetation to urbanization in Central Europe. In: Sukopp H. & kol. (eds), *Urban Ecology*, SPB Academic Public, Hague: 45 – 74.

Krištofík J., 1988: Synanthropic flies (Diptera) of the north-south road system in Slovakia. *Biológia* 43: 903 – 917.

Kulasová A. & Bubeníčková L., 2009: Podnebí a počasí Jizerských hor. In: Karpaš R. & kol. (eds): *Jizerské hory o mapách, kamení a vodě 1*. RK, Liberec: 344 – 367.

Kunc T., 2008: Invaze rostlin – lokální adaptace a fenotypová plasticita. Bakalářská práce – Ms., depon. In: Jihočeská univerzita, Přírodovědecká fakulta, České Budějovice.

Laursen K., 1981: Birds on roadside verges and the effect of moving on frequency and distribution. *Biological Conservation*. 8: 61 – 72.

Liddle M. J. & Greig-Smith P., 1975a: A survey of tracks and paths in a sand dune ecosystem I. Soils. *Journal of Applied Ecology* 12: 893 – 908.

Liddle M. J. & Greig-Smith P., 1975b. A survey of tracks and paths in a sand dune ecosystem II. Vegetation. *Journal of Applied Ecology* 12: 909 – 930.

Liddle M. J. (ed.), 1997: *Recreation Ecology*. Chapman and Hall, London.

Liddle M. J., 1975: A selective review of the ecological effects of human trampling on natural ecosystems. *Biological Conservation* 7: 17 – 36.

Málková J. & Kůlová A., 1995: Vliv dolomitického vápence na změny druhové diverzity vegetace podél cest v hřebenových partiích východních Krkonoš. *Opera Corcontica* 32: 115 – 130.

Málková J., 1992: Monitoring antropických vlivů v hřebenové oblasti východních Krkonoš I. část (dynamika změn v lokalitě Úpská). *Opera Corcontica* 29: 25 – 72.

Málková J., 2001: Výzkum antropofyt u bývalé Scharfovy boudy a šesti přilehlých cest. *Východočeský sborník přírodovědný. Práce a studie* 9: 57 – 94.

Málková J., 2004: Výzkum antropofyt u dvou cest v Krkonoších. Východočeský sborník přírodovědný. Práce a studie 11: 37 – 64.

Málková J., 2005: Floristické a vegetační zhodnocení na zaniklé cestě k Rennerově boudě v Krkonoších. Východočeský sborník přírodovědný. Práce a studie 12: 53 – 70.

Mlíkovský J. & Stýblo P. (eds.), 2006: Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky. ČSOP, Praha.

Murguira M. L. & Thomas J. A., 1992: Use of road verges by butterfly and burnet populations, and the effect of roads on adult dispersal and mortality. *Journal of Applied Ecology* 29: 316 – 329.

Nagy L. & kol., 2003: Alpine biodiversity in space and time: a synthesis. In: *Alpine Biodiversity in Europe*. *Ecology Studies* 167: 453 – 464.

Online: <http://www.mapy.cz/>, cit. 1. 2. 2016.

Online: http://www2.ufz.de/biolflor/taxonomie/taxonomie.jsp?ID_Taxonomie=862, cit. 14. 2. 2016.

Orlowski G. & Nowak L., 2004: Road mortality of hedgehogs *Erinaceus* spp. in farmland in Lower Silesia (south-western Poland). *Polish Journal of Ecology* 52: 377 – 382.

Orlowski G. & Nowak L., 2006: Factors influencing mammal roadkills in the agricultural landscape of south-western Poland. *Polish Journal of Ecology* 54: 283 – 294.

Pyšek P., Danihelka J., Sádlo J., Crtek 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., Sádlo J. & Mandák B., 2002: Catalogue of alien plants of the Czech Republic. *Preslia* 74: 97 – 186.

- Riitters K. H. & Wickham J. D., 2003: How far to the nearest road? *Frontiers in Ecology and the Environment* 1: 125 – 129.
- Riley S. P. D., Pollinger J. P., Sauvajot R. M., York E. C., Bromley C., Fuller T. K. & Wayne R. K., 2006: A southern California freeway is a physical and social barrier to gene flow in carnivores. *Molecular Ecology* 15: 1733 – 1741.
- Robek R. & Matthies D., 1996: Soil and disturbance due to forest operations. An unresolved, interdisciplinary issue. *Phyton Ann Rei Bot. A* 36: 181 – 185.
- Roovers P., Baeten S. & Hermy M., 2004: Plant species variation across path ecotones in a variety of common vegetation types. *Plant Ecology* 170: 107 – 119.
- Scott N. E. & Davison A. W., 1985: The distribution and ecology of coastal species on roadsides. *Plant Ecology* 62: 433 – 440.
- Schmidt W., 1989: Plant dispersal by motor cars. *Vegetatio* 80: 147 – 152.
- Simonová, 2008: Flóra a vegetace sešlapávaných míst. *Živa* 4: 161 – 163.
- Skalický V., 1988: Regionálně fytogeografické členění. In: Hejný S. & Slavík B. (eds): *Květena České republiky 2. (Flora of the Czech Republic 2)*. Academia, Praha: 544.
- Spellerberg I. F., 1998: Ecological effects of roads and traffic: A literature review. *Global Ecology and Biogeography Letters* 7: 317 – 333.
- Sun D. & Liddle M., 1991: Field occurrence, recovery, and simulated trampling resistance and recovery of two grasses. *Biological Conservation* 57: 187 – 203.
- Sýkora T., 1971: Rostlinná společenstva lesních cest v severních Čechách. *Preslia* 43: 28 – 39.
- Šerá B. (ed.), 2004: Vegetation bands around roads in the Czech Republic. In: 6th ISA European Conference 2004, MECC Maastricht.
- Šerá B., 2005: Roadside Greenery in the Open Landscape. *Životní prostředí* 39: 208 – 211.

Šerá B., 2008: Road vegetation in Central Europe – an example from the Czech Republic. *Biologia* 63/6: 1085 – 1088.

Štursa J., 1997: Cesta na Sněžku. *Ročenka KRNAP* 1996: 70 – 72.

Ter Braak C. J. F. & Šmilauer P., 2012: Canoco reference manual and user's guide: software for ordination, version 5.0. Microcomputer power, Ithaca, USA.

Tichá E., 2013: Faktory podmiňující rostlinné invaze a jejich vliv na vegetaci. Bakalářská práce – Ms., depon. In: Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Praha.

Tichý L. & Jason H., 2006: Juice program for management, analysis and classification of ecological data, Brno.

Tomášek M., 1992: Půdní mapa ČR (1:50 000). List 03-23 Harrachov. Ústřední ústav geologický, Praha.

Tomášek M., 1995a: Půdní mapa ČR (1:50 000). List 03-12, 03-11 Frýdlant. Český geologický ústav, Praha.

Tomášek M., 1995b: Půdní mapa ČR (1:50 000). List 03-14 Liberec. Český geologický ústav, Praha.

Tomášek M., 1995c: Půdní mapa ČR (1:50 000). List 03-41 Semily. Český geologický ústav, Praha.

Trombulak S. C. & Frissell C. A., 2000: Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology* 14: 18 – 30.

Vermeulen H. J. W. & Opdam P. F. M., 1995: Effectiveness of roadside verges as dispersal corridors for small ground-dwelling animals: A simulation study. *Landscape Urban Planning* 31: 1 – 3.

Višňák R., 2013: Rostliny lesních cest. In: Karpaš R., Višňák R., Vonička P. & kol. (eds): *Jizerské hory o rašeliništích, květeně a zvířeně* 2. RK, Liberec: 220 – 221.

Vítek O., Vítková M. & Husáková J., 2007: Změny vegetace kolem vrcholových cest v prostoru a čase. In: Štursa J. & Knapik R. (eds), Geoekologické problémy Krkonoš. Sborník Mezinárodních věd. Opera Corcontica 44/2: 391 – 394.

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.

Vlasta T., 2015: Metody studia dálkového šíření semen a jeho význam pro kolonizaci nových stanovišť. Bakalářská práce – Ms., depon In: Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Praha.

Watkins R. Z., Chen J., Pickens J. & Brososke K. B., 2003: Effects of forest roads on understory plants in a managed hardwood landscape. Conservation Biology 17: 411 – 419.

Wemple B. C. & Jones J. A., 2003: Runoff production on forest roads in a steep, mountain catchment. Water Resources Research 39: 1220.

Wróbel M., Tomaszewicz T. & Chudecka J., 2006: Floristic diversity and spatial distribution of roadside halophytes along forest and field roads in Szczecin lowland (West Poland). Polish Journal of Ecology 54: 303 – 309.

Zwaenepoel A., Roovers P. & Hermy M., 2006: Motor vehicles as vectors of plant species from road verges in a suburban environment. Basic and Applied Ecology 7: 83 – 93.

10. Přílohy

10.1 Přehled lokalit

10.1.1 Lesní cesty

Silnice (vjezd povolen) (600–850 m n. m.)

1. Souš-za přehradou; 2,4 km sz. od Souše (hráz); 50°48'23,685"N, 15°17'44,818"E; 775 m n. m.
2. U České chalupy; 200 m jz. od České chalupy; 50°47'7,173"N, 15°6'31,874"E; 645 m n. m.
3. Bedřichov; 600 m sz. od Janova n. N. (samoobsluha); 50°46'52,643"N, 15°9'52,294"E; 605 m n. m.
4. Josefův Důl I.; 1,7 km sz. od Josefova Dolu (sklárna); 50°47'24,839"N, 15°13'18,087"E; 675 m n. m.
5. Josefův Důl II.; 600 m sz. od Josefova Dolu (sklárna); 50°46'58,299"N, 15°13'52,560"E; 600 m n. m.

Zpevněné cesty (600–850 m n. m.)

6. Hřebínek; 50 m severně od Hřebínku; 50°50'23,362"N, 15°9'38,004"E; 830 m n. m.
7. Pod přehradou; 1,7 km sz. od Bedřichova (stadion); 50°48'32,091"N, 15°7'52,754"E; 740 m n. m.
8. Desenský hřeben; 1 km jz. od Souše (hráz); 50°47'13,082"N, 15°18'11,276"E; 810 m n. m.
9. U Buku; 1,3 km sv. od Bedřichova (stadion); 50°48'21,889"N, 15°9'1,582"E; 785 m n. m.

10. U Bílé Desné; 2,8 km sz. od Desné (centrum); 50°46'47,148"N, 15°17'44,857"E;
675 m n. m.

Asfaltové cesty (vjezd zakázán) (600–850 m n. m.)

11. Špičák; 950 m jižně od Albrechtic v Jizerských horách (pomník); 50°45'7,647"N,
15°17'6,986"E; 780 m n. m.

12. Pod Javorovým vrchem; 1,4 km sz. od Rudolfova (elektrárna); 50°48'24,330"N,
15°6'11,946"E; 620 m n. m.

13. Nad Hřebínkem; 230 m sv. od Hřebínku; 50°50'25,118"N, 15°9'49,282"E; 835
m n. m.

14. U Černé Nisy; 1,5 km sv. od Rudolfova (elektrárna); 50°48'19,497"N,
15°7'20,696"E; 695 m n. m.

15. Pod Mariánskou horou; 1,7 km severně od Albrechtic v Jizerských horách
(pomník); 50°46'31,713"N, 15°16'45,801"E; 765 m n. m.

Asfaltové cesty (vjezd zakázán) (350–600 m n. m.)

16. Pod Špičákem I.; 2,9 km jv. od Dětrichova (kostel); 50°52'36,332"N,
15°4'13,102"E; 510 m n. m.

17. Pod Kančím vrchem; 2,6 km jv. od Dětrichova (kostel); 50°52'41,056"N,
15°3'54,007"E; 585 m n. m.

18. Na geologické stezce; 3,5 km jv. od Dětrichova (kostel); 50°52'46,492"N,
15°4'55,196"E; 445 m n. m.

19. U Šolcova rybníku; 2,3 km jz. od Raspenavy (žst); 50°52'41,344"N,
15°6'57,769"E; 375 m n. m.

20. Josefův Důl – údolí Kamenice; 2,2 km sz. od Josefova Dolu (sklárna);
50°47'24,720"N, 15°12'43,617"E; 600 m n. m.

Silnice (vjezd povolen) (350–600 m n. m.)

21. Pod Sedmitrámovým mostem; 2,4 km jv. od Bílého Potoka (kostel); 50°51'54,940"N, 15°15'4,975"E; 575 m n. m.
22. Pod Českou chalupou I.; 670 m jižně od České chalupy; 50°46'50,640"N, 15°6'35,505"E; 535 m n. m.
23. Nad Šolcovým rybníkem; 3 km jz. od Raspenavy (žst); 50°52'21,090"N, 15°6'33,941"E; 400 m n. m.
24. Jiřetín pod Bukovou; 200 m sv. od Jiřetína pod Bukovou (ObÚ); 50°45'27,880"N, 15°16'5,942"E; 520 m n. m.
25. Nad Bílým Potokem; 1,8 km východně od Bílého Potoka (kostel); 50°52'7,910"N, 15°14'41,842"E; 530 m n. m.

Zpevněné cesty (350–600 m n. m.)

26. Pod Špičákem II.; 3,4 km jv. od Dětrichova (kostel); 50°52'9,340"N, 15°3'57,701"E; 575 m n. m.
27. Pod Kamenem republiky; 1,9 km jižně od Raspenavy (žst.); 50°52'45,048"N, 15°7'57,367"E; 385 m n. m.
28. Pod Viničnou cestou; 3 km jižně od Raspenavy (žst.) 50°52'10,463"N, 15°7'34,792"E; 440 m n. m.
29. Na Viničné cestě; 3,5 km jižně od Raspenavy (žst.); 50°51'54,954"N, 15°8'10,198"E; 470 m n. m.
30. U zelených buků; 2,1 km jv. od Albrechtic u Frýdlantu (bus); 50°51'13,028"N, 15°3'33,862"E; 455 m n. m.

Zpevněné cesty (850–1100 m n. m.)

31. Pod Smědavskou horou; 1,5 km sz. od Smědavy; 50°51'3,615"N, 15°15'22,876"E; 990 m n. m.

32. Nad Smědavou I.; 500 m západně od Smědav; 50°50'33,473"N, 15°16'0,611"E;
900 m n. m.
33. Na Žďárku; 3,5 km východně od Hřebínku; 50°50'37,705"N, 15°12'37,898"E;
945 m n. m.
34. Pod Uhlířským vrchem; 3,1 km jz. od Smědav; 50°49'17,361"N,
15°14'41,587"E; 935 m n. m.
35. Nad Protrženou přehradou; 2,8 km sz. od Souše (hráz); 50°48'11,627"N,
15°17'0,826"E; 850 m n. m.

Silnice (vjezd povolen) (850–1100 m n. m.)

36. U Studánky I.; 1,7 km jv. od Smědav; 50°49'41,760"N, 15°17'3,992"E; 865 m
n. m.
37. U Studánky II.; 1,5 km jv. od Smědav; 50°49'50,616"N, 15°16'52,791"E;
880 m n. m.
38. Nad Smědavou II.; 810 m jv. od Smědav; 50°50'11,521"N, 15°16'45,376"E; 880
m n. m.
39. Pod Zeleným vrchem; 2,5 km jv. od Smědav; 50°49'22,290"N, 15°17'27,050"E;
850 m n. m.
40. U Studánky III.; 1,3 km jv. od Smědav; 50°49'55,519"N, 15°16'49,547"E; 885
m n. m.

Asfaltové cesty (vjezd zakázán) (850–1100 m n. m.)

41. Pod Holubníkem; 950 m jv. od Hřebínku; 50°50'5,373"N, 15°10'20,915"E; 870
m n. m.
42. Pod sedlem Holubníku; 1,7 km sv. od Kristiánova; 50°49'35,489"N,
15°11'48,283"E; 930 m n. m.

43. Nad Kristiánovem; 1,4 km sv. od Kristiánova; 50°48'56,814"N, 15°12'20,185"E; 890 m n. m.
44. Na Knejpě; 70 m jz. od Kneipy; 50°49'49,615"N, 15°14'31,197"E; 985 m n. m.
45. Pod Hrázným; 3 km sz. od Souše (hráz); 50°48'19,853"N, 15°16'53,410"E; 855 m n. m.

10.1.2 Luční cesty

Asfaltové cesty (vjezd zakázán) (350–600 m n. m.)

46. Albrechtice u Frýdlantu; 350 m sv. od Albrechtic u Frýdlantu; 50°52'5,520"N, 15°2'23,743"E; 530 m n. m.
47. Mníšek I.; 770 m sv. od Mníšku (kostel); 50°50'15,144"N, 15°3'39,848"E; 380 m n. m.
48. Mníšek II.; 350 m severně od Mníšku (kostel); 50°50'4,143"N, 15°3'24,669"E; 380 m n. m.
49. U Raspenavy; 1,8 km jz. od Raspenavy (žst.); 50°53'32,039"N, 15°6'23,843"E; 355 m n. m.
50. U Jablonecké chaty; 700 m sz. od Hrabětic (kaplička); 50°47'16,195"N, 15°10'58,771"E; 790 m n. m.

Silnice (vjezd povolen) (350–600 m n. m.)

51. U Krásné Studánky; 1 km sv. od Krásné Studánky (restaurace); 50°49'0,061"N, 15°2'46,047"E; 425 m n. m.
52. Albrechtice v Jizerských horách I.; 1,3 km sz. od Albrechtic v Jizerských horách (pomník); 50°45'51,798"N, 15°16'1,693"E; 530 m n. m.
53. U Fojtky; 970 m jižně od Mníšku (kostel); 50°49'22,767"N, 15°3'29,111"E; 395 m n. m.

54. U Netíku; 2,4 km jv. od Raspenavy (žst.); 50°52'59,671"N, 15°9'23,735"E; 370 m n. m.

55. U Netíku II.; 2,1 km sz. od Hejnic (kostel); 50°53'3,786"N, 15°9'20,696"E; 365 m n. m.

Zpevněné cesty (350–600 m n. m.)

56. Nad Sedmidomky; 2,3 km sv. od Mníšku (kostel); 50°51'0,908"N, 15°4'6,539"E; 440 m n. m.

57. U Větrova; 2,9 km východně od Dětrichova (kostel); 50°53'19,986"N, 15°4'39,605"E; 400 m n. m.

58. Mníšek III.; 1,3 km sz. od Mníšku (kostel); 50°50'23,765"N, 15°2'33,417"E; 380 m n. m.

59. U Liščí chaty; 800 m jz. od Bílého Potoka (kostel); 50°52'12,158"N, 15°12'31,104"E; 420 m n. m.

60. U Sedmidomků; 2 km sv. od Mníšku (kostel); 50°50'53,933"N, 15°3'59,394"E; 425 m n. m.

Asfaltové cesty (vjezd zakázán) (600–850 m n. m.)

61. Nad Hraběticemi; 840 m sz. od Hrabětic (kaplička); 50°47'9,542"N, 15°10'43,997"E; 790 m n. m.

62. Na Nové Louce; 60 m západně od Nové Louky (zámeček); 50°48'50,762"N, 15°9'25,065"E; 775 m n. m.

63. Kristiánov; 50°48'47,492"N, 15°11'9,234"E; 810 m n. m.

64. Pod Malinovým vrchem; 950 m jz. od Bedřichova (stadion); 50°47'25,071"N, 15°7'54,452"E; 790 m n. m.

65. Bedřichovské sedlo; 890 m jz. od Bedřichova (stadion); 50°47'28,367"N, 15°7'54,529"E; 775 m n. m.

Silnice (vjezd povolen) (600–850 m n. m.)

66. Nad Horním Maxovem; 580 m severně od Horního Maxova (bus); 50°46'9,256"N, 15°13'1,229"E; 745 m n. m.
67. Pod Jindřichovským sedlem; 1,5 km jv. od Janova nad Nisou (kostel); 50°45'51,554"N, 15°10'58,476"E; 630 m n. m.
68. Albrechtice v Jizerských horách II.; 590 m sz. od Albrechtic v Jizerských horách (pomník); 50°45'51,164"N, 15°16'40,201"E; 640 m n. m.
69. U Záhoří; 900 m severně od Smržovky (náměstí); 50°44'51,756"N, 15°14'41,224"E; 655 m n. m.
70. Pod Horním Maxovem; 1,2 km jv. od Horního Maxova (bus); 50°45'26,309"N, 15°13'45,876"E; 680 m n. m.

Zpevněné cesty (600–850 m n. m.)

71. Pod Stammelovým křížem; 2,3 km sz. od Bedřichova (stadion); 50°48'48,370"N, 15°7'43,639"E; 765 m n. m.
72. Pod Weberovkou; 1 km jz. od Bedřichova (stadion); 50°47'10,933"N, 15°8'17,588"E; 800 m n. m.
73. Pod Maxovským vrchem; 1,2 km jz. od Josefova Dolu (sklárna); 50°46'18,852"N, 15°13'42,473"E; 735 m n. m.
74. U Nové Louky; 100 m jv. od Nové Louky (zámeček); 50°48'47,418"N, 15°9'31,554"E; 770 m n. m.
75. U Nové Louky II.; 80 m východně od Nové Louky (zámeček); 50°48'49,810"N, 15°9'32,249"E; 770 m n. m.

Zpevněné cesty (850–1100 m n. m.)

76. Nad Žďárkem; 3,3 km východně od Hřebínku; 50°50'28,120"N, 15°12'28,106"E; 955 m n. m.

77. Na Kůrovci I.; 990 m jv. od Smědavy; 50°50'4,328"N, 15°16'40,067"E; 900 m n. m.
78. U Klečových luk; 200 m sv. od Knejpy; 50°49'56,654"N, 15°14'37,341"E; 985 m n. m.
79. Na Kůrovci II.; 1 km jv. od Smědavy; 50°50'3,523"N, 15°16'42,462"E; 900 m n. m.
80. Pod Zeleným vrchem; 2,1 km jižně od Smědavy; 50°49'28,159"N, 15°16'33,908"E; 905 m n. m.

Asfaltové cesty (vjezd zakázán) (850–1100 m n. m.)

81. Pod Knejpou; 170 m východně od Knejpy; 50°49'49,103"N, 15°14'43,248"E; 975 m n. m.
82. U Točny; 530 m východně od Hřebínku; 50°50'22,679"N, 15°10'5,968"E; 870 m n. m.
83. Nad Peklem I.; 2,7 km severně od Josefova Dolu (sklárna); 50°48'13,644"N, 15°13'56,229"E; 850 m n. m.
84. Nad Peklem II.; 2,9 km severně od Josefova Dolu (sklárna); 50°48'23,456"N, 15°13'55,380"E; 860 m n. m.
85. U Čihadel; 440 m západně od Knejpy; 50°49'49,639"N, 15°14'12,117"E; 975 m n. m.

10.1.3 Lesní křižovatky

Smíšené křižovatky (350–600 m n. m.)

1. Nad Ferdinandovem; 1,3 km jz. od Hejnic (kostel); 50°51'53,510"N, 15°10'19,254"E; 435 m n. m.

2. Pod Špičákem; 2,9 km jv. od Dětrichova (kostel); 50°52'35,336"N, 15°4'7,732"E; 530 m n. m.
3. Na geologické stezce; 3,6 km jv. od Dětrichova (kostel); 50°52'54,661"N, 15°5'5,977"E; 425 m n. m.
4. Větrov-Zátiší; 3 km jz. od Raspenavy (žst.); 50°53'17,201"N, 15°5'21,349"E; 410 m n. m.
5. U Raspenavy; 2 km jz. od Raspenavy; 50°53'30,589"N, 15°6'10,170"E; 370 m n. m.

Křižovatky zpevněných cest (350–600 m n. m.)

6. Pod Loučenským vrchem; 1,8 km jižně od Janova nad Nisou (kostel); 50°45'25,228"N, 15°10'21,302"E; 585 m n. m.
7. Pod Zaječím dolem; 2 km jv. od Mníšku (kostel); 50°49'24,290"N, 15°4'49,646"E; 545 m n. m.
8. Na Viničné cestě; 3 km jižně od Raspenavy (žst.); 50°52'11,392"N, 15°7'20,743"E; 465 m n. m.
9. Pod Skalním hradem; 3 km jz. od Raspenavy (žst.); 50°52'53,760"N, 15°5'40,275"E; 440 m n. m.
10. Nad Oldřichovem v Hájích; 3,5 km sv. od Mníšku (kostel); 50°51'22,540"N, 15°5'11,353"E; 415 m n. m.

Asfaltové křižovatky (600–850 m n. m.)

11. Karlov; 1,2 km jv. od Hrabětic (kaplička); 50°46'45,325"N, 15°12'18,709"E; 705 m n. m.
12. U Jedlového dolu; 1 km sv. od Josefova Dolu (sklárna); 50°47'12,715"N, 15°14'59,547"E; 685 m n. m.

13. U Lexovy památky; 430 m jižně od Kristiánova; 50°48'33,287"N, 15°11'4,792"E; 755 m n. m.
14. U Nové Louky; 230 m sz. od Nové Louky (zámeček); 50°48'54,129"N, 15°9'17,882"E; 790 m n. m.
15. Nad Janovem nad Nisou; 560 m jz. od Janova nad Nisou (kostel); 50°46'9,765"N, 15°9'49,399"E; 610 m n. m.

Smíšené křižovatky (600–850 m n. m.)

16. Pod Mariánskou horou; 1,8 km jižně od Albrechtic v Jizerských horách (pomník); 50°46'33,690"N, 15°16'41,128"E; 765 m n. m.
17. Pod Mariánskohorskými Boudami; 2,1 km sv. od Josefova Dolu (sklárna); 50°47'35,496"N, 15°15'40,334"E; 775 m n. m.
18. U Blatného rybníka; 580 m jv. od Nové Louky; 50°48'31,823"N, 15°9'35,881"E; 775 m n. m.
19. Pod Kristiánovem; 600 m sz. od Kristiánova; 50°48'55,056"N, 15°10'40,459"E; 805 m n. m.
20. Za přehradou; 1,3 km sz. od Nové Louky (zámeček); 50°49'25,997"N, 15°8'50,304"E; 775 m n. m.

Smíšené křižovatky (850–1100 m n. m.)

21. Pod Zeleným vrchem; 3,2 km jižně od Smědavy; 50°48'50,287"N, 15°16'46,496"E; 870 m n. m.
22. Nad Protrženou přehradou; 2,8 km sz. od Souše (hráz); 50°48'9,991"N, 15°16'58,856"E; 850 m n. m.
23. U Studánky; 1,2 km jv. od Smědavy; 50°50'0,410"N, 15°16'51,981"E; 885 m n. m.
24. U Čihadla; 1 km sz. od Knejpy; 50°50'6,423"N, 15°13'49,580"E; 960 m n. m.

25. Nad Černým potokem; 2,1 km sz. od Knejsy; 50°50'33,692"N, 15°13'10,763"E; 930 m n. m.

Asfaltové křižovatky (850–1100 m n. m.)

26. Pod Velcovkou; 1,7 km jz. od Knejsy; 50°48'59,988"N, 15°13'55,992"E; 880 m n. m.

27. Pod Čihadlem; 1,5 km jz. od Knejsy; 50°49'6,503"N, 15°14'7,927"E; 875 m n. m.

28. Pařízkův kříž; 560 m jz. od Knejsy; 50°49'36,026"N, 15°14'16,810"E; 950 m n. m.

29. Pod sedlem Holubníku; 3 km východně od Hřebínku; 50°49'58,934"N, 15°12'8,617"E; 975 m n. m.

30. U Knejsy; 340 m západně od Knejsy; 50°49'48,175"N, 15°14'17,428"E; 980 m n. m.

Křižovatky zpevněných cest (600–850 m n. m.)

31. Pod Královkou; 1,2 km sv. od Bedřichova (stadion); 50°47'58,040"N, 15°9'31,400"E; 790 m n. m.

32. Pod Černým vrchem; 1,7 km jv. od Kristiánova; 50°48'13,395"N, 15°12'16,787"E; 805 m n. m.

33. Nad Bedřichovem I.; 750 m sv. od Bedřichova (stadion); 50°48'5,388"N, 15°8'49,455"E; 780 m n. m.

34. Nad Bedřichovem II.; 1,2 km sv. od Bedřichova (stadion); 50°48'16,226"N, 15°9'3,205"E; 790 m n. m.

35. Pod Olivetskou horou; 2 km jz. od Hřebínku; 50°50'7,958"N, 15°7'59,591"E; 780 m n. m.

10. 2 Fotogalerie



Foto č. 1: Zpevněná cesta (U Bedřichovské přehrady).



Foto č. 2: Asfaltová cesta s vjezdem zakázán (Jindřichov).



Foto č. 3: Silnice s povoleným vjazdem (Horní Maxov).