



Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra ekologie

Jaké jsou společné vlastnosti reliktních druhů rostlin ve střední Evropě?

What are common life history traits and habitat requirements of relict plant species in central Europe?

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Jan Douša, Ph.D.

Vypracovala:

Andrea Špičáková

2017

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Andrea Špičáková

Aplikovaná ekologie

Název práce

Jaké jsou společné vlastnosti reliktních druhů rostlin ve střední Evropě?

Název anglicky

What are common life history traits and habitat requirements of relict plant species in central Europe?

Cíle práce

Zjistit, zda reliktní druhy rostlin mají některé společné vlastnosti a nároky na stanoviště.

Hypotéza: Reliktní druhy představují pozůstatky z dob minulých. Tehdejší vegetace a stanovištní podmínky se mohly lišit od těch dnešních převažujících např. obsahem živin a produktivitou. Proto lze očekávat, že vlastnosti reliktních rostlin budou odlišné od druhů, které v současné vegetaci převažují.

Metodika

Bude připraven seznam reliktních druhů cévnatých rostlin České republiky. Budou získány údaje o vlastnostech reliktních druhů, tj. stanovištní nároky a jejich morfologické a funkční vlastnosti. Bude analyzováno, jaké jsou specifické vlastnosti reliktních druhů rostlin oproti náhodně vybranému souboru druhů, který v současné vegetaci převažuje.

Doporučený rozsah práce

30 stran

Klíčová slova

glaciální relikv, fytogeografie, stanovištní nároky, funkční vlastnosti

Doporučené zdroje informací

Hampe, A., & Jump, A. S. (2011). Climate relicts: past, present, future. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 42, 313-333.

Kaplan, Z. (2012). Flora and phytogeography of the Czech Republic. *Preslia*, 84(3), 505-573.

Kubát, K., Hrouda, L., Chrtek, J. jun., Kaplan, Z., Kirschner, J. & Štěpánek, J. (eds) (2002). Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha.

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Jan Douša, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie

Elektronicky schváleno dne 21. 2. 2017

Ing. Jiří Vojar, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23. 2. 2017

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 25. 03. 2017

Prohlášení

„ Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně, pod vedením Ing. Jana Doudy, Ph.D.“. „Další informace mi poskytly knižní a internetové zdroje“.
„Uvedla jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala“.

V Praze dne 1. 4. 2017

Andrea Špičáková

.....

Poděkování

Ráda bych poděkovala svému vedoucímu práce Ing. Janu Doudovi, Ph.D. za vedení mé bakalářské práce.

V Praze dne 1. 4. 2017

Andrea Špičáková

.....

Abstrakt

Glaciální reliktní druhy rostlin jsou specifické druhy rostlin, které měly své největší rozšíření v době ledové, ale dokázaly přežít v některých částech země dodnes i přes klimatické změny v Holocénu. Tyto druhy mají své specifické vlastnosti a také specifické stanovištní nároky, které připomínají stanoviště doby ledové. V této bakalářské práci jsou porovnávány vlastnosti reliktních druhů s běžnými druhy české květeny, které se vyskytují na většině našeho území.

Z výsledků vyplývá, že reliktní druhy mají odlišné stanovištní nároky a některé vlastnosti, například způsob šíření semen, jejich velikost, ale i celkovou průměrnou výšku odlišnou od běžné rostlinné populace. Rozdílné vlastnosti mohou být dány odlišnými podmínkami přirozeného prostředí jednotlivých druhů.

Klíčová slova: doba ledová, refugia, reliktní druhy, vlastnosti, běžné druhy

Anglický abstrakt

Glacial relict plant species are specific species, which has been widely distributed in the Ice Age, but they could survive instead of climate change in our country till now. But they had to make adaptations. This species have specific behaviour, which are optimal for adaptation for this interglacial period. In this bachelor thesis, there is a comparison between relict species and ordinary species of central European plants, which are distributed in most areas there. I did a table with behaviours of species and it was analyzed.

The results assume that relict species have other habitat behaviour and also they have other behaviour from ordinary species, for example method of seed dispersal, their size, and also the height of the plants. The differences can be caused by different conditions of natural habitat of these species.

Key words: Ice Age, refugia, relict species, behaviour, ordinary species

Obsah

| | | |
|------------|---|-----------|
| 1. | Úvod | 10 |
| 2. | Cíl práce | 11 |
| 2.1 | Pracovní hypotéza..... | 11 |
| 2.2 | Výzkumné otázky | 11 |
| 3. | Literární rešerše | 13 |
| 3.1 | Klima ve čtvrtohorách ovlivňující reliktní druhy..... | 13 |
| 3.2 | Charakteristika reliktních druhů..... | 17 |
| 3.3 | Problémy s určením reliktnosti | 18 |
| 3.4 | Refugia | 19 |
| 3.5 | Výzkum reliktních druhů | 21 |
| 3.5.1. | Adaptace reliktnů na prostředí..... | 21 |
| 3.6 | Budoucí vývoj reliktnů | 24 |
| 4. | Praktická část..... | 26 |
| 4.1 | Metodika | 26 |
| 4.1.1 | Sběr dat..... | 26 |
| 4.1.2 | Zpracování dat..... | 27 |
| 4.1.3 | Statistické vyhodnocení..... | 27 |
| 5. | Výsledky práce..... | 29 |
| 5.1. | Rozšíření..... | 29 |
| 5.1.1 | Stupeň ochrany..... | 29 |
| 5.1.2 | Výškový stupeň výskytu | 30 |
| 5.1.3 | Stanovištní nároky..... | 31 |
| 5.2. | Reprodukční vlastnosti rostlin | 33 |
| 5.2.1 | Hmotnost semene..... | 33 |
| 5.2.2 | Terminal velocity | 33 |
| 5.2.3 | Typ plodu | 34 |
| 5.2.4 | Období květu..... | 36 |
| 5.2.5 | Způsob šíření..... | 37 |
| 5.2.6 | Klonální růstový orgán..... | 38 |
| 5.3. | Životní strategie | 39 |
| 5.3.1 | Životní forma | 39 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 5.3.2 | Délka života | 40 |
| 5.3.3 | Výška rostliny | 41 |
| 6. | Diskuze..... | 43 |
| 7. | Závěr | 46 |
| 7.1 | Doporučení..... | 47 |
| 8. | Přehled literatury a použitých zdrojů | 48 |
| 8.1 | Slovník pojmů k praktické části..... | 53 |
| 9. | Přílohy | 54 |
| | Příloha č. 1: Seznam reliktních druhů..... | 54 |
| | Příloha č. 2: Seznam běžných druhů..... | 61 |
| | Příloha č. 3: Přehledové schéma vlastností reliktních a běžných druhů..... | 68 |

1. Úvod

Čtvrtohory byly velmi ovlivněny klimatickými změnami způsobenými rotací zemské osy (Valníček, 2015). V tomto období docházelo k opakovanému střídání dob ledových a meziledových, které způsobily migraci rostlin i živočichů. Současnost je obdobím meziledovým, nicméně se předpokládá, že cyklus střídání glaciálu a interglaciálu bude pokračovat (Adams et al., 2007) a v budoucnu opět dojde k zalednění planety. Různorodé klimatické podmínky glaciálu a interglaciálu ovlivňují druhy žijící v jednotlivých obdobích a po skončení glaciálu je nutí adaptovat se na nové podmínky, případně stěhovat do míst s podmínkami odpovídajícím jejich ekologickým nárokům (Horsák et al., 2015). Právě z dob ledových přežily do současného období reliktní druhy neboli pozůstatky doby ledové. Tyto druhy dokázaly přežít v refugích, což jsou místa s menší rozlohou a podobnými podmínkami jako měly reliktní druhy v minulosti (Stewart et al., 2010). Refugia jsou často izolovaná území, která mají odlišné klimatické podmínky od okolí. Může se jednat například i o tak malé území, jako je rokle nebo skála, ale také se jedná o specifická stanoviště, například rašeliniště, mokřady, slatiniště, vysokohorské louky a další (Stewart et al., 2010; Hampe et al., 2001; Rull, 2009). Zájem vědců o reliktní druhy začal až v 90. letech 20. století, nicméně neexistuje žádná rozsáhlejší studie zkoumající vlastnosti těchto druhů. Reliktní druhy jsou však velice důležitou skupinou, jelikož poukazují na to, jak vypadalo klima Pleistocénu (Hampe et al., 2001). Tato bakalářská práce se zabývá právě zkoumáním vlastností reliktních druhů rostlin, jejich rozšířením, stanovištními nároky, vlastnostmi diaspor a dalšími vlastnostmi. Výsledky jsou porovnávány s populací běžných druhů květeny našeho území vyskytující se ve více než polovině fytogeografických oblastí ČR.

2. Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je charakterizovat, co jsou to reliktní druhy, které druhy patří mezi reliktní na základě jejich stáří, výskytu a dalších faktorů a zjistit, jaké jsou jejich společné vlastnosti, které poukazují na to, jak vypadalo místní prostředí v době ledové a jaké jsou odlišnosti od běžných českých druhů.

2.1 Pracovní hypotézy

Předpokládám, že vlastnosti reliktních druhů se budou v mnohém lišit od běžných rostlin. Vzhledem k tomu, že v glaciálu bylo na našem území kontinentální klima s krátkým létem a mrazivou zimou, bude porovnávána výška rostlin s předpokladem, že reliktní druhy budou mít nižší výšku oproti běžným. Zároveň budu testovat, zda se reliktní druhy šíří častěji větrem oproti jiným způsobům a jestli se způsobem šíření souvisí velikost jejich semen. Předpokládám také odlišné stanovištní nároky od druhů běžných.

Budou testovány nulové hypotézy H₀:

- 1) Četnosti rozšíření reliktních a běžných druhů se neliší
- 2) Hmotnost semene nezávisí na typu šíření
- 3) Hmotnosti semen mezi běžnými a reliktními druhy se neliší
- 4) Hmotnost semene nezávisí na terminal velocity
- 5) Typy plodů u reliktních a běžných druhů se neliší
- 6) Měsíce kvetení a období květu se u jednotlivých skupin neliší
- 7) Způsoby šíření se u jednotlivých skupin neliší
- 8) Životní forma se u jednotlivých skupin neliší
- 9) Životnost se u jednotlivých skupin neliší
- 10) Výšky rostlin se u jednotlivých skupin neliší
- 11) Klonální růstové orgány se u jednotlivých skupin neliší

2.2 Výzkumné otázky

1. Jaké mají reliktní druhy rozšíření?
2. Liší se jejich vlastnosti od běžných druhů?
3. Jakým způsobem se šíří reliktní druhy?
4. Jaké mají reliktní druhy stanovištní nároky?
5. Liší se období květu reliktních druhů od běžných?

6. V jakém výškovém stupni se reliktní druhy vyskytují nejčastěji?
7. Jaké jsou vlastnosti jejich diaspor?

3. Literární rešerše

Relikt je živočišný či rostlinný taxon nebo vegetační či jiná ekologická jednotka mající na zemském povrchu pouze omezený areál, jenž je zbytkem původního většího areálu z předchozího časového období. V biologickém pojetí se jedná o původně široce rozšířený taxon, v současnosti přežívající pouze na omezeném území, jehož přírodní podmínky se po delší dobu nezměnily. Podle dřívějšího označení se taxon označuje jako reliktní určitého geologického období (např. pleistocenní reliktní). V ČR se nejčastěji vyskytují relikty glaciální, které po ústupu zalednění našly útočiště v horských polohách nebo na stanovištích, která napodobují původní biotop rostlin (například slatiniště nebo vřesoviště). Některé reliktní druhy se označují jako tzv. živé fosilie (Dvořák, 2011; Hampe et al., 2001; Stewart et al., 2010).

3.1 Klima ve čtvrtohorách ovlivňující reliktní druhy

Během čtvrtohor docházelo k periodickým změnám klimatu, které byly podporovány také změnami v oběžné dráze (Milankovičovy cykly), a které měly za důsledek glaciály a interglaciály neboli doby ledové a meziledové (Bennett et al., 1991). Mnozí vědci se snažili objasnit, proč se doby ledové a meziledové střídají. Vysvětlením by mohly být právě Milankovičovy cykly, které popsal bělehradský profesor matematiky a astronomie Milutin Milankovič. Milankovič prováděl po téměř třicet let výpočty, z kterých vyplynulo, že na planetě vznikají periodické změny v osvětlení vyšších zeměpisných šířek, což přispívá k úbytku nebo vzniku zalednění. Tento jev je způsoben výstředností eliptické dráhy Země, měnícím se sklonem zemské osy a změnou délky perihelu, tedy přísluní Země v důsledku krouživého pohybu zemské osy přibližně po ose dvojkužele (precese), k níž dochází s periodicitou 26 000 let. (Valníček, 2015) S těmito změnami klimatu souvisí i migrace živočichů a rostlin (Walther et al., 2002). Teplá období, během kterých se druhy z jihu přesunuly více na sever, trvala cca 20 000 let a po skončení teplého období opět migrovaly zpět na jih (Fér et al., 2012). Takových to střídajících se cyklů proběhlo do současné doby zhruba dvacet, nicméně každé z období mělo odlišnou délku, přičemž současné holocenní období je jedno z nejteplejších (Valníček, 2015). V dnešní době vědci spekulují o tom, že v budoucnu opět přijde další doba ledová, nicméně časový horizont těchto změn se odhaduje na několik desítek tisíc let, i když klima prochází neustálými změnami (Express, 2013). Dle Begona et al. (2010) jsou

právě pleistocenní doby ledové zodpovědné za to, že jsou druhy na planetě rozmístěny tak, jak jsou a také za přizpůsobení organismů k životu v daných podmínkách prostředí. Dle některých teorií by se rostliny vyskytující se na určitém území mohly nacházet i na území jiném, ale z nejasných důvodů se zde nevyskytují. Některé rostliny během doby ledové setrvaly v nezaledněných územích, kde bylo chladno. Po skončení doby ledové se ale nepřemístily jinam, kde by měly též vhodné podmínky (Begon et al., 2010).

Během čtvrtohor se vlivem zalednění měnilo i území střední Evropy, konkrétně i naše území. Tato oblast se nacházela na nezaledněném území mezi alpským ledovcem na jihu a severním kontinentálním ledovcem (Vysoká škola báňská, 2017). Ve vysokých pohořích (například v Alpách, Karpatech a na Balkáně) se vyskytovaly izolované horské ledovce. Toto období velice ovlivnilo rozšíření rostlin na kontinentě (Fér et al., 2012).

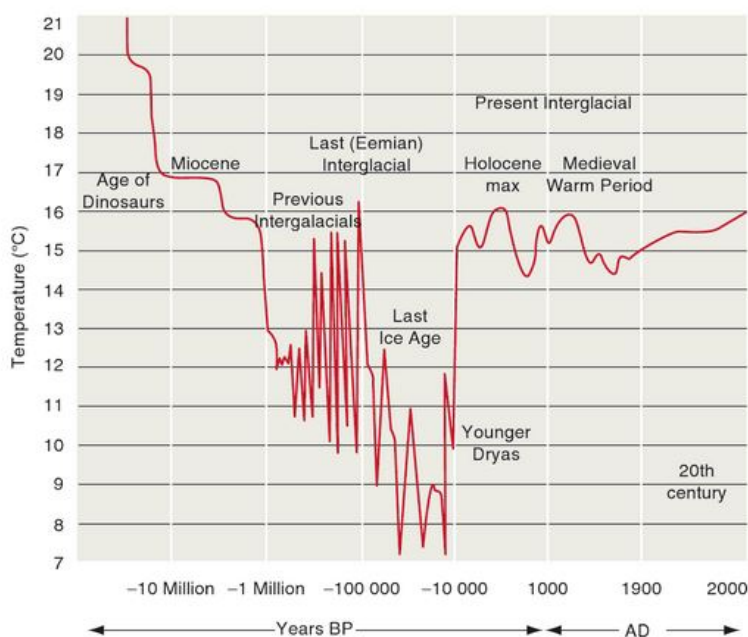
V minulosti bylo provedeno několik výzkumů pomocí analýzy pylu, které rekonstruovaly, jak vypadalo území České republiky v glaciálním období. Právě pomocí této metody Kuneš et al. (2008) ověřoval, zda se tehdejší vegetace přibližovala vegetaci tajgy, tundry a hemiboreálních lesů (s dominancí modřínu, borovice a v raných stádiích břízy). Též zkoumal, zda tehdejší druhová skladba lesa odpovídala současným sibiřským lesostepím, což tvrdily výzkumy před ním. Domněnky, že se středoevropská vegetace podobala v glaciálu současné sibiřské tundře, kde je nízká druhová diverzita, byly zpochybněny nálezem rašeliny v Bulharsku a Čechách, v které bylo přítomné velké množství pylu ze stromů (Kuneš et al., 2008). Horsák et al. (2015) prováděl výzkum biotopů cévnatých rostlin na Sibiři, jejíž klima by se mělo podobat středoevropskému klimatu doby ledové. Jedním z jeho zjištění bylo, že druhy v době ledové přežívaly v oblastech s průměrnou teplotou od -3 do 6° C. Zároveň byly prováděny výzkumy rostlinných makrofosilií, které jsou zachovány v původním místě výskytu druhů. Nevýhodou analýzy makrofosilií však je, že přežijí pouze ve velmi suchém, zaledněném nebo bezkyslíkatém prostředí (Binney et al., 2016). Bylo zjištěno, že na území Moravy v oblasti Západních Karpat se vyskytovaly jehličnany, jako je smrk, modřín, borovice limba nebo borovice lesní a zároveň chladnomilné dřeviny jako olše a bříza. V této době byl také zaznamenán okrajový výskyt javoru, lísky, dubu, buku a dalších dřevin (Fér et al., 2012). Naopak v lokalitě Českého masivu byla dominantní

otevřená stanoviště s výskytem borovice kleče, která je dnes reliktním druhem v nejvyšších partiích Krkonoš, dále pak borovice limby, smrku, olše, břízy a lísky, které se nacházely i ve vyšších nadmořských výškách Krkonoš (Kuneš et al., 2008). Pomocí analýzy pylu bylo také zjištěno, že olše, borovice kleč, bříza a smrk byly na našem území zaznamenány již před glaciálním maximem, které nastalo zhruba před 25 000 lety (Fér et al., 2012). V tomto období byla zaledněním nejvíce ovlivněna severní část evropského kontinentu a druhy ze severu migrovaly více na jih za teplejším klimatem (Binney et al., 2016, Fér et al., 2012). Po skončení ledového maxima následovalo oteplení, které přineslo zlepšení klimatu a umožnilo přenést druhy vyskytující se ve vyšších polohách i do nížin. V tomto období, cca 16 000 až 11 500 let nazpět, se rozšířila *Pinus sylvestris*, *Betula pendula* a *Betula nana*, *Juniperus communis* a stepní rostliny (například *Artemisia campestris* či *Ephedra dystachia*)(Chytrý, 2010). Na nivách se v tomto období rozšířila vegetace s *Filipendula ulmaria*, zástupci šáchorovitých, *Polemonium coeruleum*, *Veratrum album* a dalšími (Chytrý, 2010). Tyto rostliny nyní zastupují mnohdy právě reliktní druhy (Dvořák, 2016).

Poslední velká doba ledová skončila před 15 000 lety díky působení již zmíněných Milankovičových cyklů, které způsobily příznivější sklon zemské osy. Na evropském kontinentu se pomalu začala prodlužovat léta a zimy se zmírnily oproti dlouhým a velmi studeným zimám doby ledové. Teploty stouply během necelého století až o 10 °C, což způsobilo obrovské tání ledovců. Zároveň však byly v průměru o 0,5°C nižší než teploty ve 20. století (Mann et al., 2015). Tání ledovců způsobilo zvednutí hladiny moře a také zatížení zemského pláště (Lambeck et al., 2001). S působením změn došlo i ke změně druhů rostlin obývajících různé biotopy a tím se proměnila diverzita (Doba ledová, 2010). Posledních deset 10 000 let je obdobím meziledovým zvaným Holocén, který se i přes krátká období mírného ochlazení vyznačuje poměrně stabilním teplým klimatem (ČHMÚ, 2016). I když Holocén trvá teprve několik tisíc let, je nesmírně významný, jelikož současný vývoj Země je kromě přírodních sil ovlivněn člověkem a existují obavy o budoucnost přírody (Ložek, 2005). Po odtání ledovce zůstala podle paleoekologických studií v některých částech Evropy pustá krajina s nízkou druhovou diverzitou (Binney, 2016). Stoupající teploty a první rostliny a lišejníky s širokou ekologickou valencí napomohly osídlení těchto biotopů. Jejich semena se šířila především anemochorně,

což způsobilo osidlování dalších biotopů. Postupně byl kontinent osídlen jehličnatými stromy a hranice lesa se posunovala k severu rychlostí asi 500 metrů za rok (Doba ledová, 2010). Například na území Hrubého Jeseníku se v této době vyskytovala rozsáhlá populace borovice limby a modřínu, který přežil i změnu klimatu při přechodu mezi glaciálem a interglaciálem (Dudová et al, 2017). Došlo i k rozšiřování mokřadních biotopů (Binney, 2016). Nicméně díky neustálému oteplování přestalo klima postupem času jehličnatým lesům vyhovovat a došlo k rozšíření listnatých dřevin jako například líska, dub, jilm, lípa a buk, které způsobily rozvoj smíšených a listnatých lesů (Binney, 2016). K rozšiřování nových lesů přispívaly i nejrůznější druhy živočichů a ptáků, kteří šířili druhy zoochorně (Doba ledová, 2010). O šíření semen reliktních druhů rostlin, případně opylování je velmi málo výzkumů. Šíření reliktních by mělo dle Hampe et al. (2001) souviset s hustotou počtu opylovačů, případně schopností rostlin se samoopylovat.

Zajímavostí je, že klima doby ledové bylo ještě mnohem proměnlivější než klima v současné době, ve které se předpokládá, že se na oteplování podílí i vysoké emise skleníkových plynů (Adams et al., 2007). Na obrázku 1 je velmi dobře vidět vývoj teplotních změn v průběhu posledních deseti milionů let. Je zde znázorněno poslední ledové maximum a konec doby ledové (Quante, 2009).



Obrázek 1: Kolísání teplot v průběhu posledních 10 milionů let, zdroj: Quante, 2009

3.2 Charakteristika reliktních druhů

Právě díky změnám klimatu zůstaly v současné době meziledové druhy, které původně pochází z doby ledové a nazývají se reliktními druhy. Klimatické relikty jsou velmi důležitou součástí biodiverzity. Jedná se o rostliny, jejichž rozšíření souvisí s klimatickými změnami na planetě. Nejčastěji se jejich původ prokazuje fosilní analýzou, nicméně mnohdy je velmi těžké jejich původ určit. Je však prokázáno, že vlastnosti klimatických reliktních druhů souvisí s jejich stanovištěm rozšíření. Relikty se dají rozdělit do několika skupin. Existují druhohorní relikty, třetihorní relikty, které ustupovaly chladnějším a sušším podmínkám na konci třetihor a počátku čtvrtohor, a glaciální relikty, které byly rozšířeny v chladném prostředí glaciálu a přežily v poledové době v teplejších podmínkách (Hampe et al., 2001).

Reliktní druhy, které se v současnosti vyskytují na našem území, pocházejí ze čtvrtohor, avšak liší se stářím, šířením i biotopy, ve kterých se vyskytují. Jsou to druhy pocházející z pleistocénu a holocénu. Pleistocenní relikty se nazývají glaciální a holocenní relikty jsou označeny za postglaciální (Dvořák, 2011). V Evropě se lze setkat i s třetihorními relikty, ale pouze výjimečně. Jedná se například o *Picea omorica* na balkánském poloostrově nebo *Syringa josikaea* v Rumunsku (Dvořák, 2011). V České republice a sousedních zemích nebyly třetihorní relikty zaznamenány, protože jsou vázány na tropické a subtropické oblasti, popř. okraje mírných pásů. Dle výzkumu Hampe et al. (2001) byly čtvrtohorní relikty rozlišeny na dva typy, které přetrvávají v chladnějším a vlhčích podmínkách okolní teplé a suché vegetace. Jedná se například o druhy žijící na rašeliništích. Hampe et al. (2001) vymezuje relikty holocenní a relikty, které přežily alespoň jedno ledové maximum (pre-LGM). U mnohých konkrétních druhů nelze však zjistit přesné stáří, a proto je těžké určit, do které kategorie reliktních druhů mohou být zařazeny.

Relikty se dále dělí na biogeografické, které byly v minulosti rozšířeny na velkém území a fylogenetické, které jsou pozůstatkem dříve více diverzifikované skupiny. Existují dva typy biogeografických reliktních druhů, klimatický a fylogenetický reliktní druh. Klimatický reliktní druh je takový druh, který byl během doby ledové velice rozšířen a při oteplení v důsledku změny klimatu zmenšil svůj areál rozšíření. Tyto typy reliktních druhů jsou relikty glaciální a jako příklad v České republice lze uvést například vrbu laponskou (*Salix lapponum*), rostoucí pouze nad horní hranicí lesa v

Krkonoších a na Pradědu. V době ledové měl však tento druh velké rozšíření v celé střední Evropě (Biogeografie, 2017).

Druhou skupinou jsou relikty fylogenetické, které jsou nazývány živoucí fosilie. Jsou to druhy, které jsou považovány za buď vyhynulé, nebo se jedná o organismy žijící na velmi malém území jako kriticky ohrožené druhy, jelikož všechny jejich příbuzné druhy již vymřely. Zástupcem této skupiny je například jinan dvoulaločný (*Ginkgo biloba*), dále metasekvoje čínská nebo *welwitschie* podivná (Botany, 2017). Tyto druhy nejsou však na evropském kontinentu příliš zastoupené, jedná se spíše o americké druhy.

3.3 Problémy s určením reliktnosti

U reliktnů se lze také setkat s problémem, že se mnohdy mohou zaměnit s výsadky, tzn. druhy, které kolonizovaly území spontánně. Dalším problémem rozpoznání, který druh je reliktní či nikoliv, je fakt, že většina druhů v průběhu období měnila svůj areál rozšíření a mnohdy se tak dají zaměnit s nereliktním druhem. Zároveň některé z nich mají jen omezenou schopnost distribuce na základě klimatických podmínek (Hampe et al., 2001). U klimatických reliktnů se také předpokládá, že hlavním důvodem jejich sníženého rozšíření jsou pouze klimatické faktory, ale je nutné se zajímat i o faktory, které nesouvisí s klimatem, například se jedná o omezenou schopnost kolonizace, dlouhodobé lidské poškození jejich areálu či vytlačení díky mezidruhové konkurenci (Hampe et al., 2001). Mnohdy také nelze určit, zda jsou druhy reliktní na základě konkrétního druhu, ale spíše na úrovni skupiny druhů (například mokřadní druhy nebo stepní druhy) (Horsák et al., 2015). Hampe a Jump (2001) se rozhodli specifikovat reliktní druhy na základě ekologického a mikroevolučního zaměření tak, aby mohli provádět specifické výzkumy. Dále se zaměřili na druhy žijící v blízkosti meze tolerance v oblasti s konkrétním klimatem. Z této teorie vychází definice Hampe a Jumpa (2001), která označuje klimatické relikty jako populace druhů, které přetrvávají v enklávách vhodného klimatu v prostoru obklopeném klimatem, ve kterém by tyto populace nebyly schopny přežít. Tyto druhy mají velice omezenou možnost migrace vzhledem ke specifickým podmínkám, kde žijí.

3.4 Refugia

Se současným areálem rozšíření reliktních druhů souvisí tzv. refugiální teorie, která popisuje změnu areálu rozšíření druhů mezi dobou ledovou a meziledovou. Během teplých výkyvů expandovaly temperátní druhy směrem na sever a arktické druhy směřovaly během chladných období na jih (Stewart et al., 2010). Zároveň druhy migrovaly mezi nadmořskými výškami, jelikož například ve vyšší nadmořské výšce již pro ně nebyly vhodné podmínky k přežití, a proto musely sestoupit do nižších poloh (Horsák et al., 2015). Ashcroft (2010) tvrdí, že se očekává další vzrůst teploty a druhy v refugiích se opět budou muset přizpůsobovat těmto změnám klimatu, což může způsobit jejich opětovnou migraci. U mnohých druhů se provádí výzkumy, proč se vyskytují právě v daných refugiích, nicméně toto je mnohdy velmi těžké určit, protože některé rostlinné druhy mají vyhraněné své ekologické nároky a jiné méně, takže se mohou vyskytovat v odlišných biotopech. Mnohé druhy vyhledávající specifické podmínky se také staly endemity, tzn. druhy, které mají svůj areál rozšíření pouze na určitém omezeném území (Windmaier et al., 2016). Refugia jsou malá území, která poskytují vhodné podmínky pro přežití druhů, někdy jsou označována jako kryptická (skrytá) území, jelikož jejich velikost dosahuje velmi malé rozlohy, že není mnohdy možné je identifikovat (Fér et al., 2012). Kryptická refugia se často podobají ostrovům s odlišnými klimatickými podmínkami od okolí (Stewart et al., 2010). Specifické klimatické podmínky zahrnující teplotu, vlhkost, či světlo a jsou velmi důležité pro přežití reliktních druhů (Hampe et al., 2001). Refugiem se může stát jakékoli území, které poskytuje reliktním druhům přežití. Právě z tohoto důvodu je mnohdy tento pojem nejasně zaměňován i s jinými jako například s útočištěm (Ashcroft, 2010). Může se jednat o rašeliniště či vřesoviště, kde je prokázána nižší teplota od okolí, ale i les nebo údolí řeky, které slouží jako termostaty a udržují stálou teplotu nižší od okolí (Hampe et al., 2001).

Rull (2009) rozdělil refugia na makrorefugia a mikrorefugia, přičemž kryptická refugia zařadil do skupiny mikrorefugií. Rull (2009) označuje mikrorefugia za velké počty malých izolovaných populací, což však není vhodná definice, jelikož by podle něj mikrorefugia zahrnovala i jakoukoliv oblast s malou a izolovanou populací. Stewart et al. (2010) mají svoji odlišnou koncepci refugiální teorie, kterou omezují na území s druhy ve fázi poklesu expanze a cyklu daného druhu. Navíc jsou

dle nich kryptická refugia často menší než konvenčně stanovená refugia, takže teorii nelze zakládat pouze na velikosti a je nutné provádět výzkumy, zda se jedná o refugium či nikoliv (Stewart et al., 2010). Refugia jsou dále dělena do dvou skupin dle období: glaciální a interglaciální (polární a kontinentální) (Horsák et al., 2015).

Glaciální refugia jsou refugia, která sloužila druhům k přežití v období zalednění. Na evropském kontinentě se jednalo o území Pyrenejského, Apeninského a Balkánského poloostrova. Většina fosilních a genetických studií pochází právě odtud (Bhagvat and Willis, 2008). Z provedených výzkumů vyplynulo, že většina rekolonizovaných druhů střední Evropy pochází právě z těchto tří jižních refugií, nicméně v jednotlivých liniích došlo k promíchání haplotypů a hybridizaci (promíchání genetické informace s možností vzniku nového druhu) a polyploidizaci (zmnožení chromozomových sad typické pro většinu rostlinných druhů) (Fér et al., 2012). Tato refugia, která jsou považována za jižní, byla prokazatelně domovem mnoha současných rostlinných druhů střední Evropy a důkazy svědčí o tom, že některé druhy žily pouze v jednom z těchto refugií a při osidlování střední Evropy se promíchaly, ale některé druhy byly zastaveny v šíření díky vysokohorskému štítu Alp, čímž se nedostaly do střední Evropy. Zároveň bylo zjištěno, že vztahy v jižních refugiích jsou tak komplikované, že zde lze nalézt refugia v refugiích díky klimatické a geografické různorodosti oblastí jižní Evropy (Fér et al., 2012). Paradoxně mnoho rostlinných temperátních druhů střední Evropy mohlo přežívat během období zalednění i mnohem severněji než v jižních refugiích, konkrétně od Maďarska na sever. Některé druhy po skončení posledního ledového maxima dokonce vymřely, protože byly dlouhou dobu izolovány a nedokázaly migrovat (Horsák et al., 2015).

Interglaciální refugia jsou naopak refugia chladnomilných druhů, která se vyskytují na severu kontinentů. Uchýlily se sem druhy přežívající v glaciálním období na velkém území, které se pro ně po ústupu ledovce stalo neobyvatelné a musely se tak uchýlit do nejsevernějších částí kontinentu, kde se pro ně stále nacházely vhodné podmínky (Ashcroft, 2010). V glaciálu naopak druhy těchto refugií sestoupily z vyšších poloh do nížin, protože měly vhodné podmínky téměř všude (Crespi et al., 2002).

3.5 Výzkum reliktních druhů

Pro získání informací o postglaciální historii se využívá mnoho metod. Prokazování, zda je druh reliktní či nikoliv a ke zkoumání jejich areálu rozšíření (refugií) slouží například uhlíková analýza nebo analýza pylu, která se využívá nejčastěji, ale má však i své nevýhody (Horsák et al., 2015). Důležitou roli ve výzkumu hraje také fylogeografie, která studuje příbuzenské vztahy v celém areálu a pracuje s jejich genetickou variabilitou a jedinečností pomocí zkoumání organelární DNA (Fér et al., 2012). Dle Fér et al. (2012) je u rostlin tento výzkum komplikovanější než u živočichů a využívá se cpDNA, která zkoumá variabilitu rozšíření haplotypů (kombinace alel na různém úseku DNA) a evolučních vztahů mezi nimi. Z těchto analýz lze následně zjistit areál rozšíření a migrace druhu v nepříznivém období. U reliktních druhů se zkoumá také genový tok, ke kterému může docházet kvůli migracím původně izolovaných populací během změn klimatu (Crespi et al., 2003).

Současné klima je teplejší než klima doby ledové, léta jsou delší a horká a zimy jsou kratší a mírné. Působením těchto změn je omezeno rozmnožování a regenerace reliktních populací. Omezení je důsledkem slunečního záření a vodní bilance. Jelikož nastávají změny ve srážkových úhrnech a zvyšují se emise CO₂, rostliny jsou ovlivněny ať přímo či nepřímo. Výkyvy představují problém pro vědce, jelikož není jasné, zda existují souvislosti mezi klimatickými změnami a populační dynamikou reliktních populací (Quante, 2009, Hampe et al., 2001).

Většina studií reliktních druhů se zabývá experimenty s teplotou a vodní bilancí, případně stanovišti a úspěšností reprodukce či mortalitou. Z většiny výzkumů je patrné, že klima je dominantním faktorem ovlivňující tuto skupinu druhů (Hampe et al., 2001). S vodní bilancí souvisí také větší množství srážek na konci doby ledové a zvýšení množství mokřadů jakožto jednoho ze stanovišť reliktních druhů (Horsák et al., 2015). U reprodukce má klima vliv na produkci semen, která dále souvisí s bilancí vody. Záleží na dané rostlině, pokud má v prvním roce života hodně vláhy, zvýší se pak její odolnost pro přežití v nedostatku vody. Zástupcem vykazujícím tento trend je například *Frangula alnus*. U vytrvalých horských bylin teplota naopak negativně ovlivňuje jejich schopnost přežití (Hampe et al., 2001). Mnohé experimenty také využívají populační genetiku ke zkoumání oblastí, odkud se

rostliny rozšířily. Příkladem je experiment s *Carex pilosa*, kdy bylo díky zkoumání jejich haplotypů prokázáno, že tento druh pochází z karpatských refugií (Fér et al., 2012).

3.5.1 Adaptace reliktnů na prostředí

Hampe et al. (2001) předpovídají, že rostliny ve vysokých nadmořských výškách či zeměpisných šířkách by měly být primárně ovlivněny abiotickými faktory, zatímco rostliny nižších poloh spíše biotickými faktory. Rozdělili proto relikty do tří částí:

- A) **Abioticky omezené relikty**, které mají omezenou distribuci zejména vlivem teploty nebo deficitem vody, ale mohou těžit z biotických interakcí. Musí přežít environmentální podmínky, které se blíží nebo dokonce překračují jejich fyziologické tolerance. V suchých oblastech jsou obvykle koncentrovány ve vlhkých horských krajinách s potenciálem rozšíření areálu.
- B) **Bioticky omezené relikty**, které jsou na rozdíl od abioticky omezených druhů schopny přežít v nepříznivých podmínkách, jako jsou nízké teploty nebo větrno, čímž mají lepší konkurenceschopnost. Mezi jejich stanoviště patří skalní výchozy, rašeliniště nebo trávníky nad hranicí lesa, kde se vyskytuje hodně reliktnů ČR. Rašeliništím hrozí odvodnění a následné přetransformování na zemědělské půdy, což by mohlo relikty ohrozit. Jejich populace musí udržovat stabilní dlouhodobý růst i přes nepravidelnou regeneraci.
- C) **Bioticky udržitelné relikty**, které vyžadují pro svůj růst hostitele, který je ovlivněn klimatem. Těchto reliktnů je nejméně. Populace musí přežít na malém území, což omezuje dálkový genový tok. (Hampe et al., 2001)

Co se týče biotických faktorů, jedním z nejvýznamnějších faktorů u rostlin v nižších nadmořských výškách je mezidruhová konkurence (Hampe et al., 2001). Jednotlivé druhy mezi sebou soutěží o lepší podmínky světelné, ale i o zásobu živinami (Linares et al., 2010). S mezidruhovou konkurencí souvisí i transformace refugiálních stanovišť, kde dříve dominantní druhy ustupují nebo naopak migrují na nová dosud neosídlená stanoviště (Hampe et al., 2001). Způsoby konkurenčního boje druhů jsou velmi různorodé, některé druhy jiné potlačují a stávají se dominantními,

některé naopak konkurují symetricky, tedy uberou zdroje okolním druhům (ne však veškeré). Druhy tedy mohou žít pospolu v daném biotopu (Schwinning et al., 1997). Důležité je také zkoumat, jakou odolnost vůči stresu mají jednotlivé druhy. Některé snesou lépe například období sucha a jiné vyhynou (Linares et al., 2010). Klimatické relikty jsou v konkurenční nevýhodě, neboť žijí v blízkosti klimatické meze jejich přežití. Toto prostředí je pro ně do jisté míry stresující. To je výhodné pro potenciální parazity a nemoci. Zároveň však mají relikty výhodu, že jejich areál je mnohdy izolovaný, a proto je pro parazity těžší se k nim dostat (Hampe et al., 2001).

Většina reliktních druhů žijících u své klimatické meze zaznamenává mnoho negativních důsledků z pohledu populační ekologie, konkrétně populační dynamiky a demografie. I přes mírné klima v refugiích se stává, že aklimatizační tolerance reliktních druhů je překročena v důsledku náhlého výkyvu klimatu. Živočiškové v takovém případě mohou utéct do příznivějších podmínek, nicméně rostliny nikoli, proto se musí na stres adaptovat morfologicky, a to například pomocí růstového polštáře nebo hlubokého kořenového systému. Dále jsou nutné také fyziologické adaptace, například pomocí mechanismů snižujících produkci stresových hormonů nebo uzavřením průduchů, aby se zmírnil dopad negativních environmentálních podmínek (Hampe et al., 2001). Dle Magri et al. (2017) relikty, které se nepřizpůsobily v minulosti změně klimatu, vymřely, a to i v důsledku změn prostředí jako je vyšší zalesnění než v době ledové, které způsobilo více stínu a konkurenci v podobě odběru živin a vody ostatními druhy. Zároveň však existují i druhy tak odolné, že přežily i více období zalednění. Je patrné, že jsou relikty ve svých nárocích velmi odlišné (Magri et al., 2017). Druhy mají v rámci adaptací také možnost reagovat na ztrátu biomasy pomocí růstových mechanismů, například pomocí schopnosti ukládat nestrukturální uhlík, který jim pomůže v obnově rostlinného krytu. Zároveň i semenná banka je výhodnou možností pro omezení dopadů negativních vlivů prostředí, i když tento mechanismus představuje jistou nevýhodu ve srovnání s jinými rostlinami, které se mohou šířit mnoha způsoby. Velikost reliktních druhů je poměrně variabilní, jelikož některé rostou po celou dobu svého života. Rozmnožování může být jak pohlavní, tak nepohlavní během nepříznivých okolních vlivů (stresu). Většina forem, které mají možnost vegetativního rozmnožování, jsou obvykle nepohlavně rozmnožující se druhy hybridního původu nebo polyploidy (Hampe et al., 2001).

Relikty jsou omezeny na malé enklávy s velmi malou možností výměny s jinými populacemi jiných refugií, což vede ke ztrátě genové variability. Přetrvání nebo zánik například u evropských dřevin je do jisté míry řízen selekcí (Magri et al., 2017). Populace by měla těžit ze strategií maximalizujících její velikost a minimalizujících inbrední depresi (ztrátu vitality potomků pocházejících z příbuzenského křížení) a Alleho efekt. Mezi takové strategie patří samooplození, případně velká plodnost a dobrá dostupnost opylovačů (Hampe et al., 2001). Habel et al. (2009) se domnívá, že reliktní druhy mají oproti ostatním druhům větší genovou variabilitu díky genetickému driftu, který způsobuje posun alelových frekvencí v populaci.

3.6 Budoucí vývoj reliktních

Pokud bude trvat oteplování planety, může dojít k vzniku nových vegetačních pásem a rostlinné druhy se budou muset adaptovat, případně nastane nové stěhování druhů a vzniknou nová refugia (Adams et al., 2007). Budoucí předpovědi jsou takové, že reliktní populace nemusí být ohroženy změnou klimatu, jelikož dokázaly přežít už do současnosti. Předpokládá se výrazné zvýšení teplot a v mírných a subtropických oblastech snížení srážkového úhrnu, což způsobí nehostinnost některých stanovišť a tím vzniknou nová refugia, která budou poskytovat dobré podmínky pro budoucí relikty (Quante, 2009). Zároveň je možné, že druhy porostou rychleji, protože díky zvýšené koncentraci CO₂ v ovzduší bude probíhat fotosyntéza rychleji a tím i zvýší využívání vody. V tomto případě budou biotické relikty ohroženy zánikem z důvodu změn ve vegetačních strukturách, případně výrazně ovlivněny (to se týká bioticky omezených i bioticky udržitelných reliktních). Abiotické relikty budou se zvyšujícím se suchem nejvíce těžit z vyšší koncentrace CO₂ v atmosféře, což je zvýhodní oproti bioticky omezeným reliktním. Nicméně i tyto relikty mohou být ohroženy různými změnami interakcí, které stresují jejich životní prostředí (Hampe et al., 2001). Celkovou výhodou reliktních druhů je jejich dlouhověkost, protože tyto rostliny mají obecně větší snášenlivost k výkyvům klimatu než jednoleté (Morris et al., 2008).

Relikty mají různé adaptační mechanismy, ale jelikož nejsou důkladně prozkoumanou skupinou, je nutné provádět další výzkumy, které by posoudily konkrétněji, jak moc se dokážou adaptovat, případně jak moc jsou ohroženy

vyhynutím v důsledku klimatických a environmentálních změn. Ze současných výzkumů vyplývá, že v současnosti hrozí v důsledku klimatických změn vyhynutí mnoha okrajovým populacím. U abioticky omezených reliktních se předpokládá, že se jejich populace budou zmenšovat, nicméně u bioticky omezených i udržitelných reliktních není jejich budoucí vývoj jasný (Hampe et al., 2001).

4. Praktická část

4.1 Metodika

Neexistuje žádný rozsáhlejší výzkum vlastností reliktních druhů. Cílem praktické části této práce je průzkum vlastností reliktních druhů vyskytujících se na území České republiky.

4.1.1 Sběr dat

Za pomoci knižních a internetových zdrojů byl sestaven seznam 200 reliktních druhů cévnatých rostlin a porovnávacích 200 běžných druhů cévnatých rostlin české flory. Jako zástupci reliktních druhů byly zvoleny druhy vyskytující se na našem území. Výběr běžných druhů pro porovnání s druhy reliktními byl proveden na základě jejich hojného výskytu na našem území, a to ve více jak polovině fyto geografických oblastí ČR. Tento fakt byl u každého zástupce ověřen v mapách Fyto geografického atlasu ČR dostupného na portále AOPK (AOPK ČR, 2017). Pro účel zkoumání vlastností reliktních druhů byla vytvořena obsáhlá tabulka obsahující rodové a druhové jméno reliktu, čeleď, rozšíření, morfologické vlastnosti-výška, způsob šíření, stupeň ochrany v případě ohroženého druhu, klonální růstové orgány, životnost, životní forma a hmotnost semene. (Leda traitbase, 2017). Zároveň byla vytvořena obdobná tabulka pro běžné zástupce české květeny pro porovnávání vlastností obou skupin rostlin. Obě tabulky byly vytvářeny v programu Microsoft Excel pro dobrou přehlednost. Tabulky byly sestaveny za pomoci německé databáze LEDA (Leda traitbase, 2017) a českého serveru CLO-PLA (Clopla, 2017), na kterém jsou uvedeny jednotlivé vlastnosti, a dále byl podle Červeného seznamu chráněných rostlin zjištěn stupeň ochrany druhu a dalších zdrojů. Přiřazení druhů ke stanovištím probíhalo za pomoci Katalogu biotopů České republiky (Chytrý et al., 2001) a Vegetace ČR (Chytrý, 2007). Druhy byly rozděleny do kategorií Alpínské trávníky, Mokřady a pobřežní vegetace, Křoviny, Lesy, Skály a droliny, Rašeliniště a prameniště, Vodní toky a nádrže a Sekundární trávníky a vřesoviště (Chytrý et al., 2001). Alpínské bezlesí zahrnuje podskupiny alpínských trávníků, vřesovišť, vysokobylinné vegetace a vegetace sudetských karů. Mokřady a pobřežní vegetace zahrnuje skupinu rákosin a vysokých ostříc. Skupina Rašeliniště a prameniště zahrnuje podskupiny rašeliniště, prameniště a vrchoviště, které jsou významnými biotopy reliktních. Sekundární trávníky zahrnují louky a pastviny, smilkové trávníky, suché trávníky bohaté na relikty, trávníky písčin a měkkých půd. Podskupinou Lesů

jsou suché bory, acidofilní a teplomilné doubravy. Vodní toky a nádrže nejsou významným biotopem reliktních druhů. Dále pak byly vybrány nejdůležitější podkategorie výše zmíněných kategorií, a to biotopy s nejvyšším počtem zástupců. Dle Chytrého (2012) byly zpracovány i výškové stupně, které jsou rozděleny na nížiny, pahorkatiny, podhůří, hory a subalpínský stupeň. V nadmořské výšce pod 210 m n. m. se nachází nížinný stupeň zahrnující lužní lesy, mokřady, zaplavované louky, pastviny a písčiny, které jsou velmi oblíbené u reliktních druhů. Následuje pásmo pahorkatin, které má hranici okolo 500 m n. m., kde jsou typickou vegetací teplomilné doubravy, dubohabřiny, stepní a suché trávníky, zasahují sem i plošiny a pánve. V nadmořské výšce 450-800 m n. m. se nachází pásmo podhorské, kde převládají buky, jedlo-bučiny a pastviny v odlesněných oblastech. Horské pásmo leží ve výšce 750-1100 m n. m. a jsou pro něj typické jehličnany, jako je jedle, smrk doplněné rašeliništi. Subalpínské pásmo se rozkládá ve výšce 1200-1500 m n. m. a zahrnuje pásmo travnaté a s borovicí klečí (Chytrý, 2012).

4.1.2 Zpracování dat

Druhy byly rozděleny do třech kategorií z pohledů vlastností a dále zkoumány. První kategorií je rozšíření, kde je popsáno celosvětové rozšíření druhu, stupeň jeho ochrany a výškový stupeň výskytu. Rozšíření druhů bylo rozčleněno do tří kategorií- severské, kontinentální a endemit. U běžných druhů bylo rozdělení provedeno do kategorií mediteránní a temperátní druhy. Byly prozkoumány mapy výskytu jednotlivých druhů, přičemž druh vyskytující se převážně na kontinentu byl zařazen do skupiny kontinentálního rozšíření, druh vyskytující se zejména na severu Evropy nebo Asie byl zařazen do skupiny severských a druh, který má v ČR jen malé stanoviště, byl zařazen do skupiny endemitů.

Druhou kategorií jsou reprodukční vlastnosti rostlin, kam patří typ plodu, reprodukční vlastnosti, období květu druhu, způsob jeho šíření a oplození a pohlavnost květů. Poslední kategorií jsou životní strategie, které se zabývají velikostí rostliny, životní formou a délkou života.

4.2.2 Statistické vyhodnocení

U jednotlivých vlastností byly stanoveny hypotézy, které bylo nutno testovat. Testování probíhalo pomocí statistického programu R Studio, kde byly využity Chí-kvadrát testy, případně analýza variance, díky kterým byly hypotézy přijaty nebo zamítnuty. V programu R Studio se kromě testování hypotéz dají vytvářet i grafy,

nicméně z charakteru mých dat bylo vhodnější grafy vytvářet v programu Microsoft Excel, kde jsou odlišnosti jednotlivých skupin lépe vidět, protože grafy v R Studiu zkreslovaly odlehlé hodnoty.

5. Výsledky práce

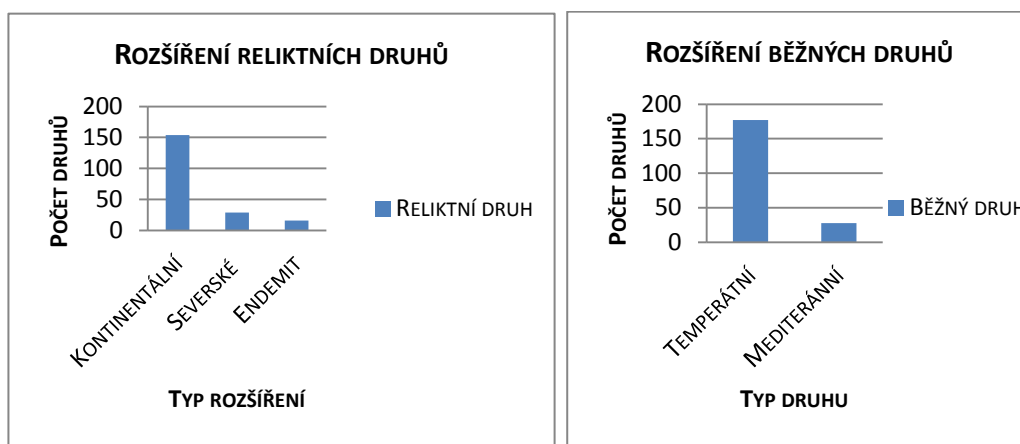
Jak bylo zmíněno v metodice, bylo vybráno 200 reliktních a 200 běžných druhů cévnatých rostlin, jejichž vlastnosti byly porovnávány. Výsledky jsou rozděleny do třech kategorií:

1. Rozšíření (kapitola 5.1)
2. Reprodukční vlastnosti rostlin (kapitola 5.2)
3. Životní strategie rostlin (kapitola 5.3)

5.1 Rozšíření

Nejpočetnější skupinou reliktních druhů vyskytujících se na území ČR, jsou relikty kontinentálního rozšíření.

Celkem 155 reliktních druhů lze zařadit mezi druhy s kontinentálním rozšířením. 16 druhů lze zařadit mezi endemity a 29 druhů má rozšíření severské. Druhy běžné byly rozděleny do dvou kategorií: mediteránní, kterých je pouze 23 a temperátní, které převládají s počtem 177 druhů. Pomocí Chí-kvadrát testu byl prokázán rozdíl v typu rozšíření druhů ($p=0,0458$).

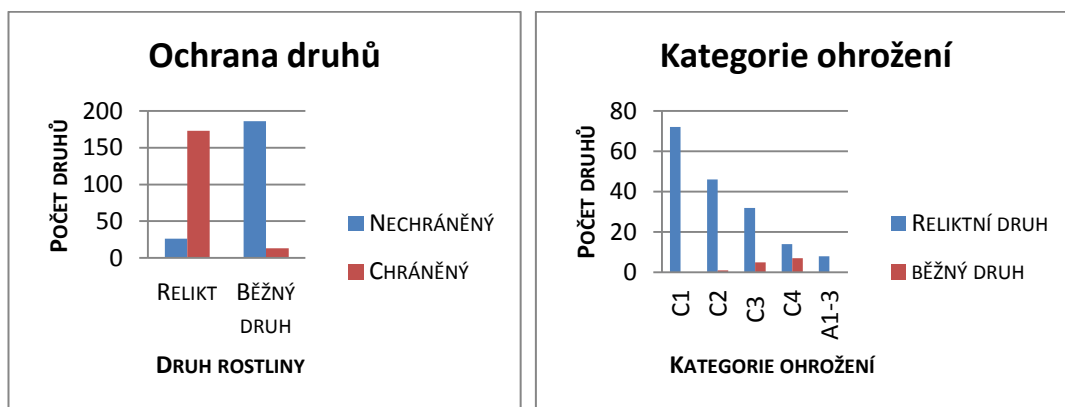


Obrázek č. 2 a č. 2a: Rozšíření reliktních druhů- severské, kontinentální a endemity; obrázek č. 2a: Rozšíření běžných druhů- mediteránní a temperátní, zdroj: vlastní zpracování

5.1.1 Stupeň ochrany

Většina posuzovaných reliktních druhů je chráněna a zapsána v Červeném seznamu chráněných rostlin. Výsledkem průzkumu je, že ze zvolených zástupců reliktních rostlin 173 patří do skupiny druhů kriticky ohrožených, silně ohrožených nebo ohrožených. Co se týče konkrétního stupně ohrožení, reliktní druhy mají nejvíce zástupců v kategorii C1 (konkrétně 75), což jsou kriticky ohrožené druhy, v kategorii C2 je 46 zástupců řadících se mezi silně ohrožené druhy. Pouze 26

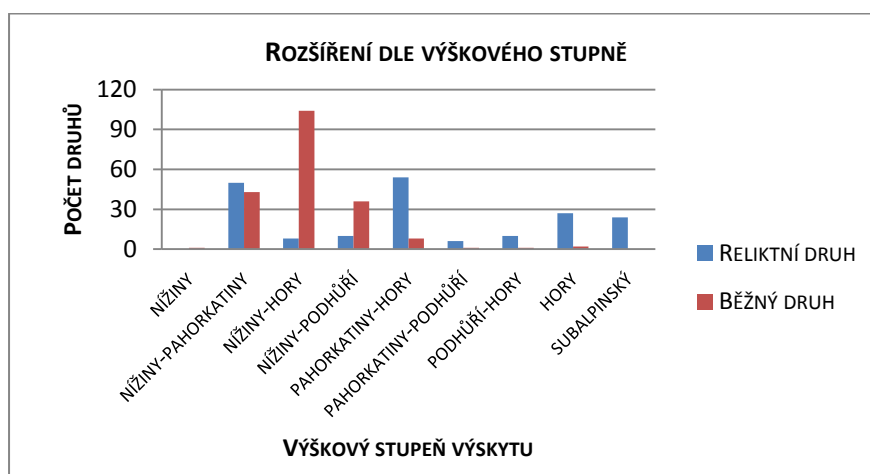
reliktních druhů nepatří do žádné z kategorií ohrožení. V kategorii A1-3 je 8 zástupců druhů, které jsou vymizelé nebo vyhynulé. V této kategorii logicky není žádný běžný zástupce české flory. U zástupců běžných druhů je zároveň jen velmi málo druhů (konkrétně 13), které jsou uvedeny v Červeném seznamu jako ohrožené druhy.



Obrázek č. 3 a č. 3a: Porovnání chráněných a nechráněných druhů u běžných a reliktních druhů, obrázek 2a: Stupeň ochrany druhů- stupně C1 (kriticky ohrožené druhy), C2 (silně ohrožené druhy), C3 (ohrožené druhy), A1-A3(vyhynulé nebo vymizelé druhy, zdroj: vlastní zpracování

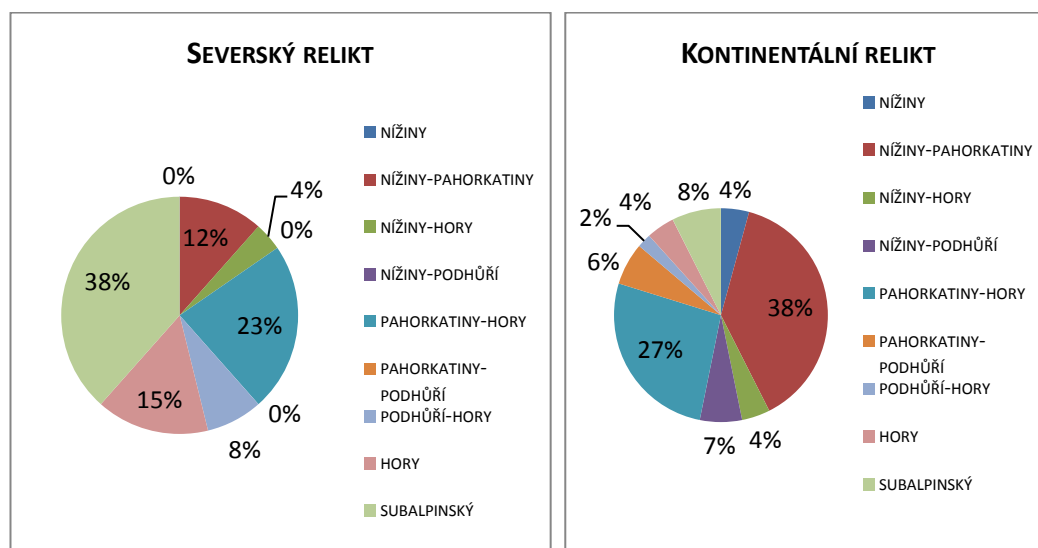
5.1.2 Výškový stupeň výskytu

Výškový stupeň výskytu má svá specifika z pohledu klimatu. Z grafu (obrázek č. 4) vyplývá, že reliktní druhy jsou nejvíce rozšířeny v pahorkatinách a horách, nicméně velké zastoupení mají i v kategorii nížiny-pahorkatiny (tedy stepní druhy). Žádné běžné druhy se nevyskytují v subalpínském stupni oproti reliktním druhům, kterých je v této kategorii přes 20 a jako příklady lze uvést druhy *Adenostyles alliariae*, *Empetrum nigrum*, *Pinus mugo*, *Salix lapponum*, *Swertia perrenis* nebo *Eriophorum vaginatum*.



Obrázek č. 4: Rozšíření běžných a reliktních druhů dle výškového stupně, zdroj: vlastní zpracování

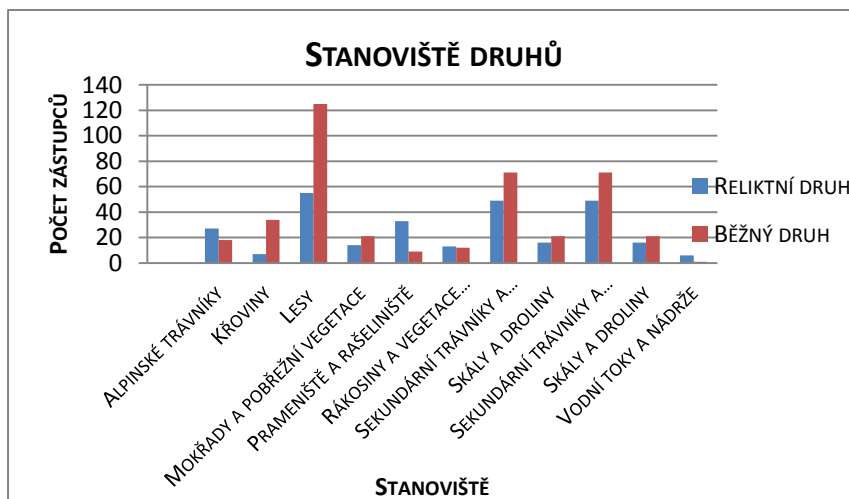
Z porovnání rozšíření dle výškových stupňů u kontinentálních a severských druhů vyplývá, že kontinentální relikty jsou nejčastěji stepními druhy v nížinách až pahorkatinách (38% zástupců) a severské relikty mají naopak největší zastoupení v subalpínském vegetačním stupni (38% zástupců).



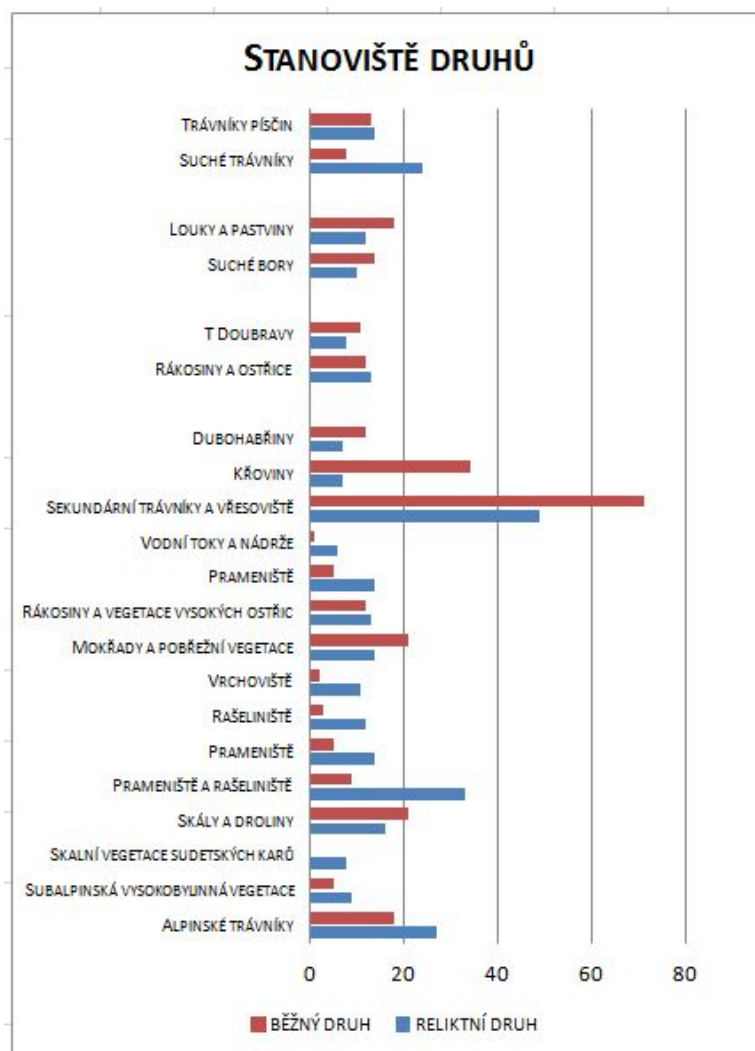
Obrázek č. 5 a č. 5a: Porovnání rozšíření dle výškového stupně u severských a kontinentálních reliktních druhů, na obrázku č. 5 procentní zastoupení severských reliktních druhů, na obrázku č. 5a procentní zastoupení kontinentálních reliktních druhů, zdroj: vlastní zpracování

5.1.3 Stanovištní nároky

Stanovištní nároky různých druhů jsou velmi pestré. Velký rozdíl je však v tom, že běžné druhy se velmi často vyskytují v okolí cest, polí, na zahradách apod., nicméně reliktní druhy jsou velice často na stanovištích se specifickými podmínkami, jako jsou prameniště, vrchoviště, rašeliniště, ale i slunná suchá místa a skály. Nejvíce zástupců reliktních druhů se nachází v kategorii Lesy (55 zástupců) a v kategorii Sekundární trávníky a vřesoviště (49 zástupců). U běžných druhů je tomu obdobně (125 a 74 zástupců). Největší rozdíl mezi zastoupením druhů je v kategorii Prameniště a rašeliniště a Alpínské trávníky, kde se vyskytuje velké množství reliktních druhů oproti malému množství druhů běžných.



Obrázek č. 6: Stanoviště reliktních a běžných druhů, zdroj: vlastní zpracování

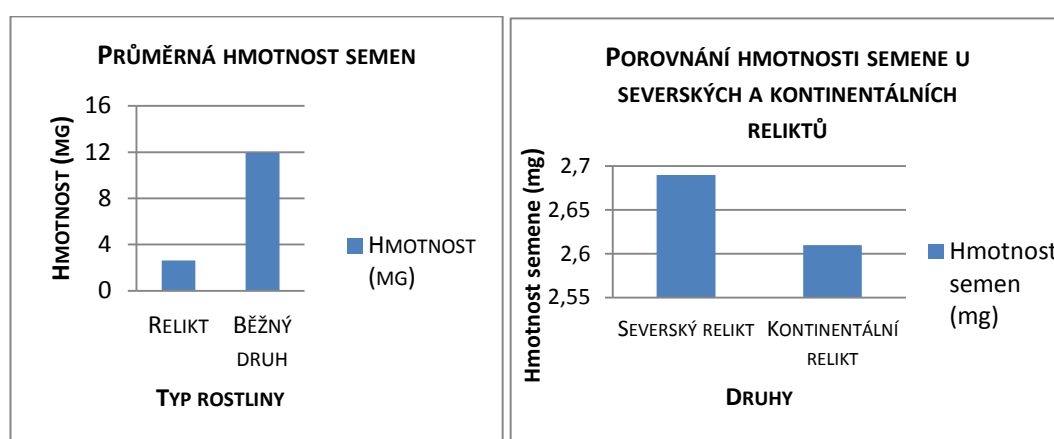


Obrázek č 7: Další významnější stanoviště reliktních druhů, zdroj: vlastní zpracování

5.2 Reprodukční vlastnosti rostlin

5.2.1 Hmotnost semene

Hmotnost semen je důležitým aspektem při šíření rostlin. Jedna z hypotéz uvedená v metodice práce je, že semena reliktních druhů mají nízkou hmotnost, což jim umožňuje efektivní šíření prostřednictvím větru, který byl v glaciálu typický. Dle grafu na obrázku č. 8 mají reliktní druhy opravdu významně nižší hmotnost semen než druhy běžné, nicméně hmotnost nebyla zjištěna u všech zástupců reliktních druhů, jelikož pro všechny reliktní druhy nebyla dostupná data. Při porovnání severských a kontinentálních reliktních vyplývalo, že severské relikty mají nepatrně vyšší hmotnost semen, ale pouze v řádech setin oproti kontinentálním reliktním.



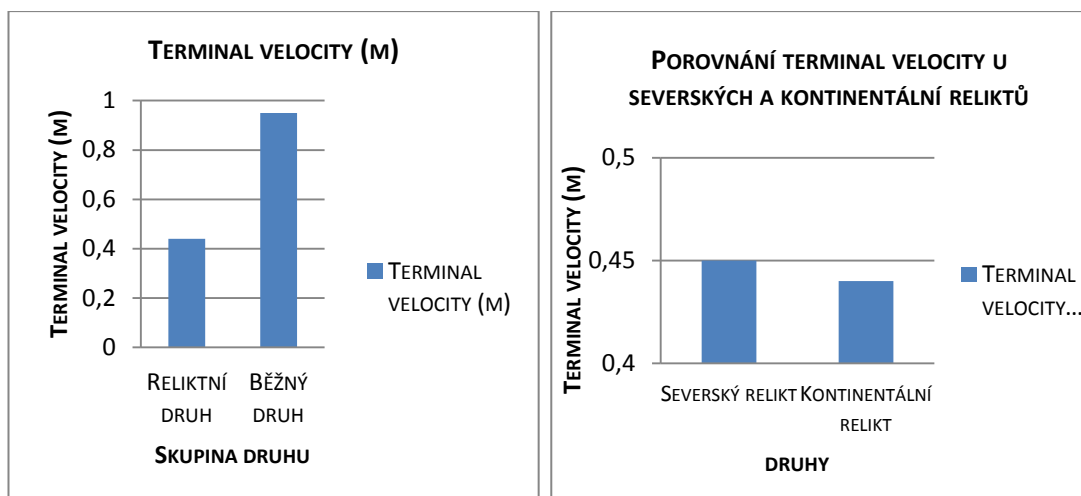
Obrázek č. 8 a č. 8a: Průměrná hmotnost semen reliktních a běžných druhů, obrázek č. 6a: Porovnání hmotnosti semene severských a kontinentálních reliktních zdroj: vlastní zpracování

Byla testována hypotéza H_0 = hmotnost semene nezávisí na typu šíření semen, která byla potvrzena provedením analýzy variance ($p=0,69$). Dále bylo Chí-kvadrát testem testováno, zda se průměrné hmotnosti od sebe statisticky významně liší v jednotlivých skupinách. Průměrná hmotnost semen mezi jednotlivými skupinami běžných a reliktních druhů se liší ($p=0,045$). Průměrná hmotnost mezi severskými a reliktními druhy se neliší ($p=0,745$).

5.2.2 Terminal velocity

Výška, ve které rostlina uvolňuje svá semena neboli terminal velocity je u jednotlivých zástupců velice individuální. Na obrázku č. 9 lze vidět, že reliktní druhy mají uvolňovací výšku semen v 0,4m, zatímco běžné druhy okolo 0,9m. Vyšší terminal velocity je dána vyšší průměrnou výškou rostlin, která je u běžných druhů více než dvojnásobná oproti reliktním druhům. Z porovnání terminal velocity u

severských a kontinentálních druhů vychází, že terminal velocity je obdobná u obou zkoumaných typů.

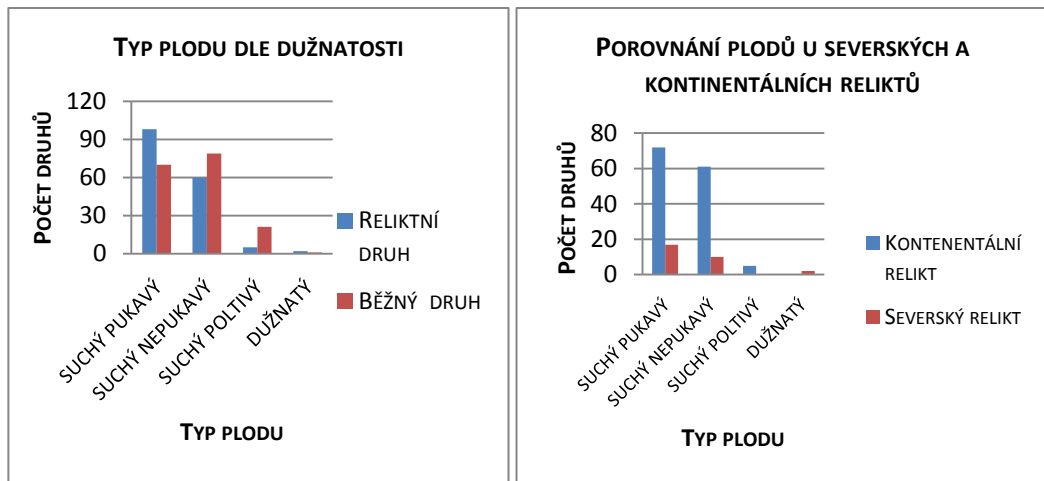


Obrázek č. 9 a 9a: Porovnání terminal velocity běžných a reliktních druhů v metrech, 7a: porovnání terminal velocity mezi severskými a kontinentálními relikty, zdroj: vlastní zpracování

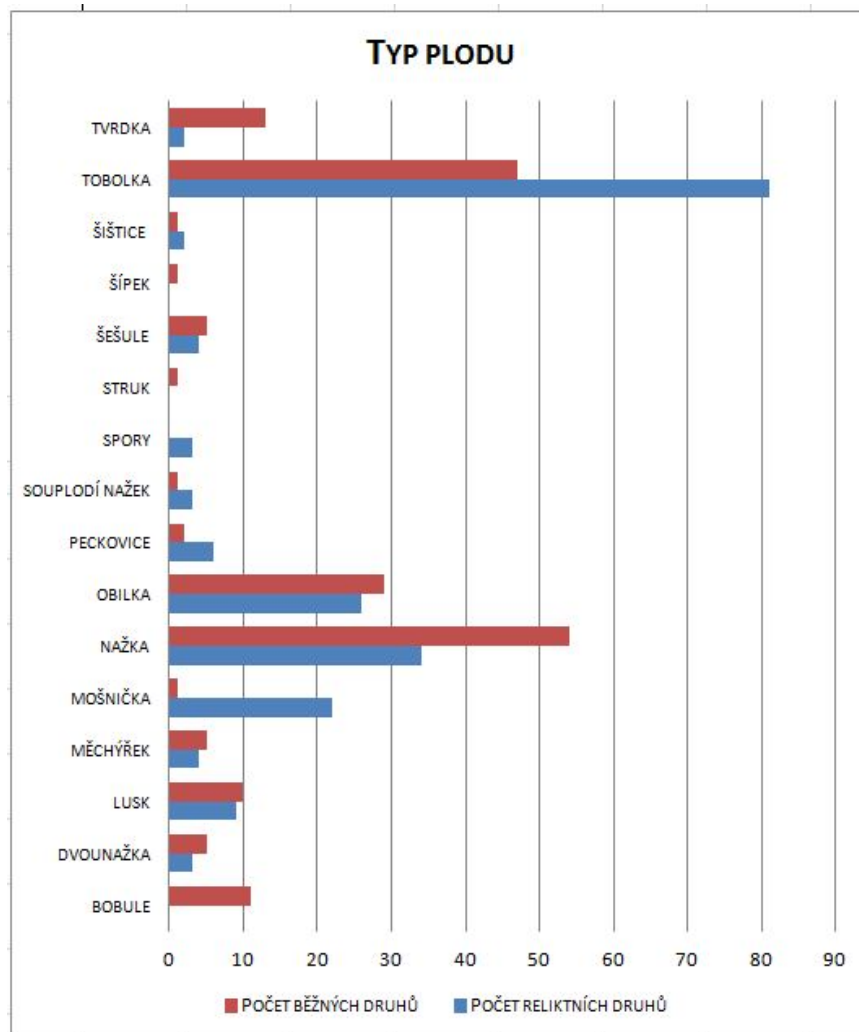
Zároveň byla pomocí analýzy variance testována hypotéza, zda závisí hmotnost semene na uvolňovací výšce u reliktních druhů ($p=0,1224$), z tohoto výsledku je patrné, že nezávisí. Pomocí Chi-kvadrát testu byl testován rozdíl terminal velocity mezi severskými a kontinentálními relikty s výsledkem, že se neliší ($p=0,65$).

5.2.3 Typ plodu

V následujících třech grafech jsou znázorněny jednotlivé typy plodů s počtem zástupců reliktních (kontinentálních a severských) i běžných druhů. Jak je patrné z grafu (obrázek č. 9), u reliktních druhů označených modrou barvou převládá plod tobolka, zatímco u běžné populace nažka. Plody lze rozdělit do několika kategorií dle toho, zda jsou suché nebo dužnaté. Pukavé plody po dozrání puknou a semena se dostanou ven, u nepukavých po dozrání zůstane plod vcelku. Dužnaté plody se u reliktních druhů vyskytují málo (například u zástupce *Rubus chamaeomorus*), největší zastoupení mají plody suché pukavé a dále pak suché nepukavé, které mají stejné zastoupení jako u běžné populace. Stejný výsledek vyšel i z porovnání typů plodů mezi severskými a kontinentálními reliktními druhy. Chi-kvadrát testem, bylo otestováno, že typy plodů se od sebe skutečně liší u reliktních a běžných druhů ($p=0,025$), u severských a kontinentálních reliktních vyšel obdobný výsledek ($p=0,0265$).



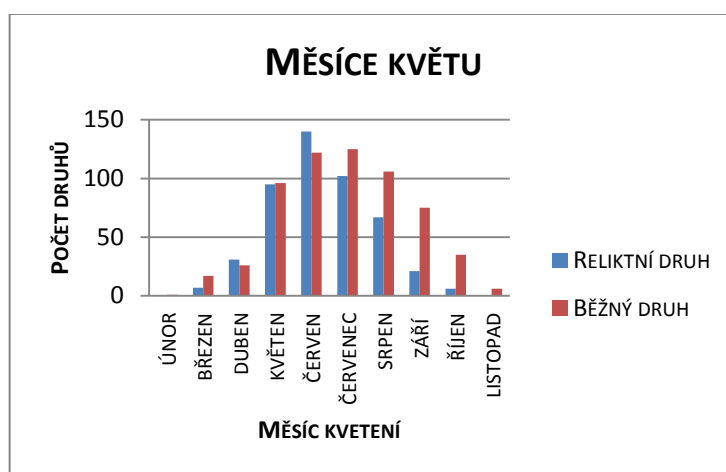
Obrázek č. 8 a č. 8a: Porovnání typu plodu dle dužnatosti u reliktních a běžných druhů, obrázek č. 8a: Porovnání typu plodu u severských a kontinentálních reliktních druhů, zdroj: vlastní zpracování



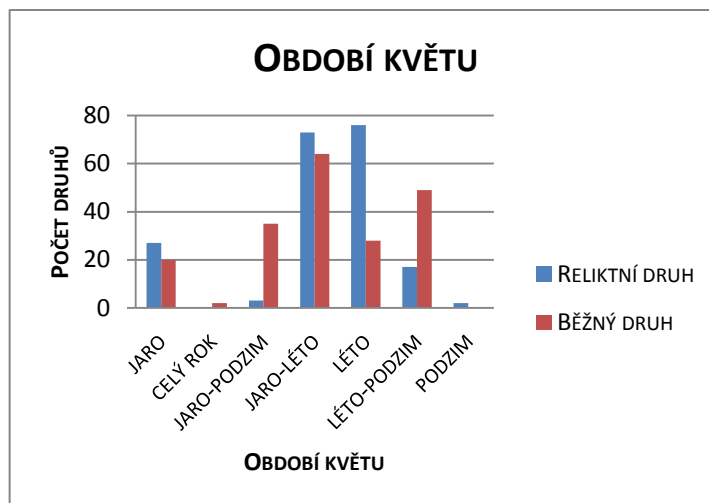
Obrázek č. 9: Typ plodu u reliktních a běžných druhů, na ose x počty reliktních (červeně) a běžných (modře) druhů, na ose y typ plodu, zdroj: vlastní zpracování

5.2.4 Období květu

Obrázek 10 popisuje měsíce, ve kterých jednotlivé druhy kvetou. Jelikož většina druhů kvete v průběhu několika měsíců, bylo označeno nejprve, v kterých konkrétních měsících kvetou konkrétní druhy a na obrázku 11 potom, v jakém ročním období jednotlivé druhy kvetou. Období byla rozčleněna na jaro, jaro-léto, jaro-podzim, léto, léto-podzim, podzim a celý rok. Reliktní druhy mají největší zastoupení kvetení v květnu a červnu, zatímco běžné druhy kvetou nejvíce v červnu a červenci, tedy průměrně o měsíc déle než druhy reliktní. Z pohledu celého období jejich květu vyplývá, že relikty nejvíce kvetou na přelomu jara a léta, stejně jako běžné druhy (za období jaro- léto jsou považovány měsíce od března do srpna, za letní období pouze červen-srpen). Chí-kvadrátem bylo testováno, zda se měsíce kvetení liší s výsledkem ($p=0,242$), tzn., že odlišnosti v měsících kvetení existují, u celkového období květu je tomu obdobně s výsledkem ($p=0,17$). V období květu reliktních a běžných druhů nejsou tedy signifikantní rozdíly.



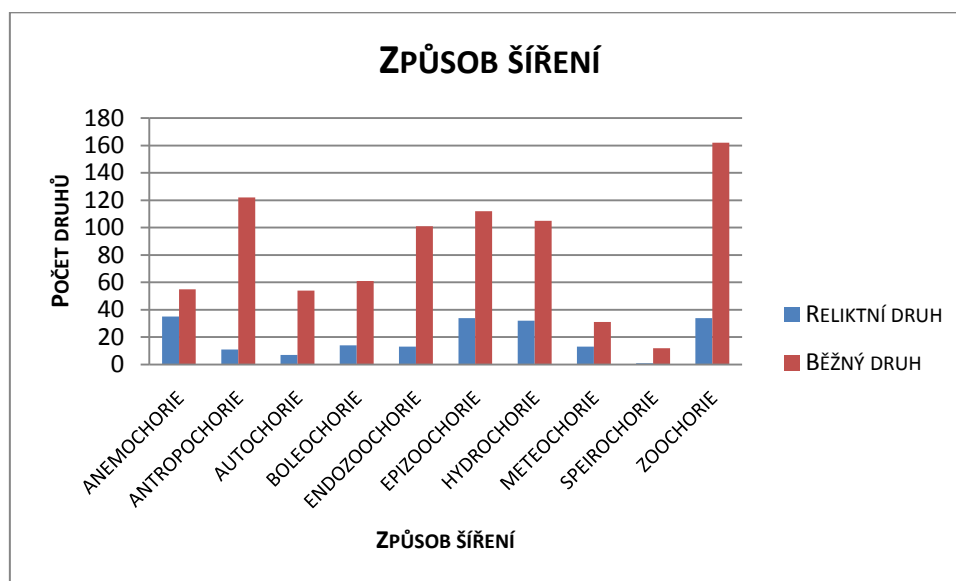
Obrázek č. 10: Měsíce kvetení jednotlivých druhů seřazeny od února do listopadu, zdroj: vlastní zpracování



Obrázek č. 11: Období květu běžných a reliktních druhů, zdroj: vlastní zpracování

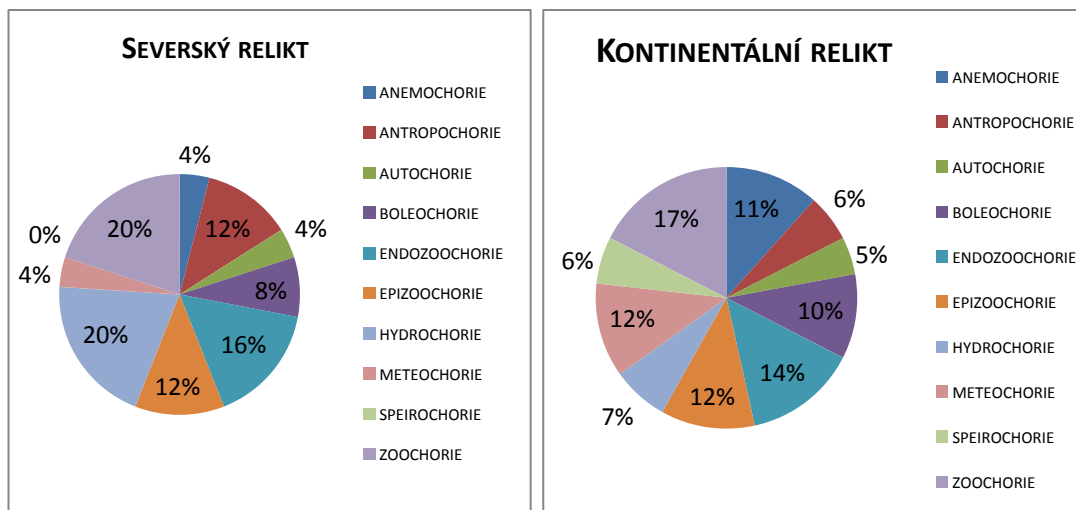
5.2.5 Způsob šíření

Způsob šíření je u obou skupin velice rozdílný. Nejvíce je u reliktních druhů zastoupena zoochorie, případně epizoochorie, anemochorie a hydrochorie. U běžných druhů je patrné, že kombinují mnoho způsobů šíření, přičemž nejvíce je zastoupena zoochorie, ale hned na druhém místě antropochorie.



Obrázek č. 12: Způsob šíření reliktních druhů, vysvětlivky jednotlivých typů viz. Slovníček, zdroj: vlastní zpracování

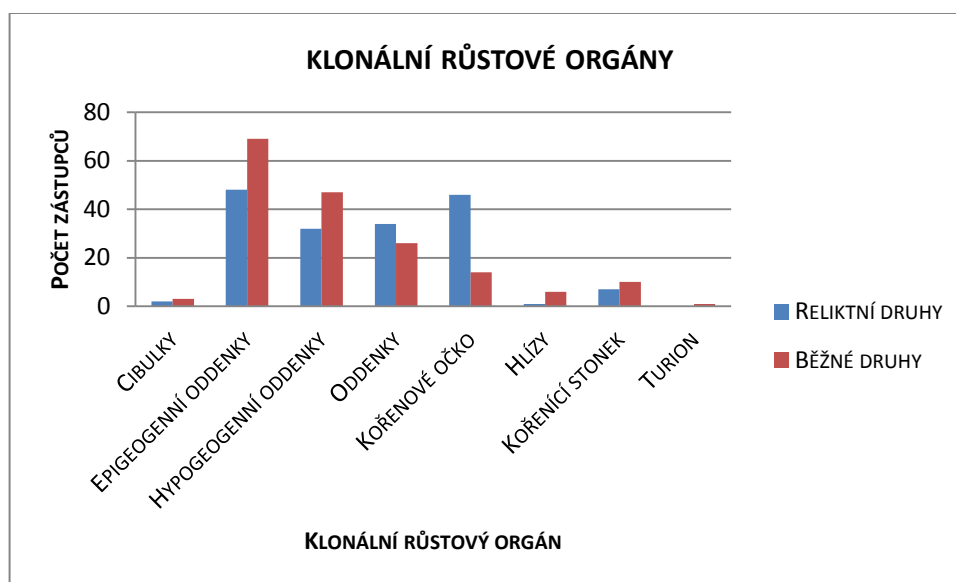
Při porovnání severských a kontinentálních reliktních druhů vyšla u obou skupin nejvíce zastoupena zoochorie, nicméně u severských reliktních druhů je velmi častý způsob šíření též hydrochorie, která u kontinentálních druhů představuje jeden z méně častých způsobů šíření.



Obrázek č. 13: Porovnání šíření semen u severských a kontinentálních reliktních, zdroj: vlastní zpracování

5.2.6 Klonální růstový orgán

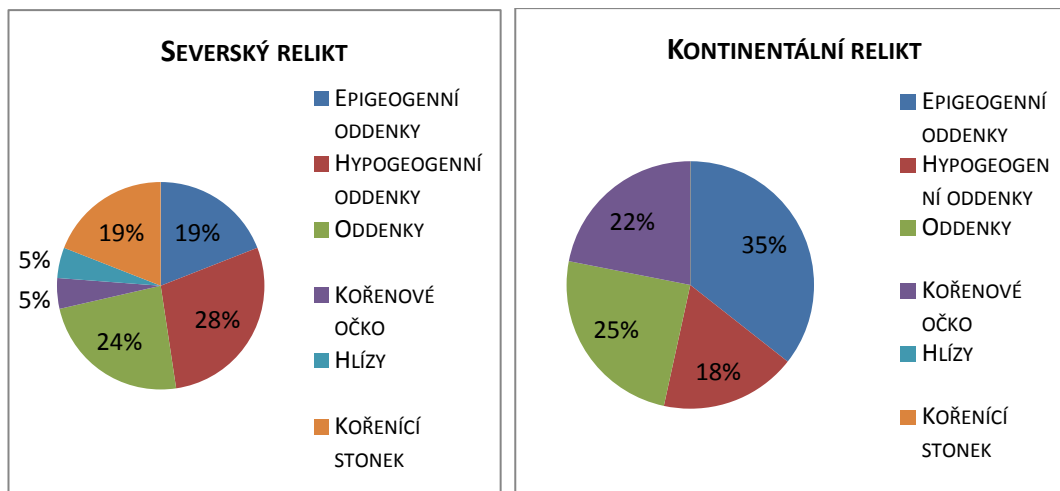
Klonální orgány slouží k rozmnožování a rozšiřování druhů. Patří mezi ně například hlízy, oddenky, stonky, které zakoření nebo cibulky. Na obrázku č. 14 je přehled klonálních orgánů běžných a reliktních druhů. U běžných zástupců je nejvíce zastoupen orgán epigeogenní oddenek (u 72 zástupců). U reliktních druhů je nejčastějším klonálním orgánem epigeogenní oddenek (u 49 zástupců) a kořenová očka (u 48 zástupců), která jsou přídatnými orgány. Chí-kvadrát testem nebyly prokázány rozdíly zastoupení orgánů u reliktních a běžných druhů (p -value= 0,321).



Obrázek č. 14: Klonální růstové orgány rostlin, zdroj: vlastní zpracování

Při porovnání severských a kontinentálních reliktních vychází, že nejvíce zastoupeným klonálním orgánem kontinentálních reliktních je epigeogenní oddenek,

zatímco u severských reliktních hypogeogenní oddenek, přičemž druhý nejčastější je epigeogenní oddenek a kořenící stonek.

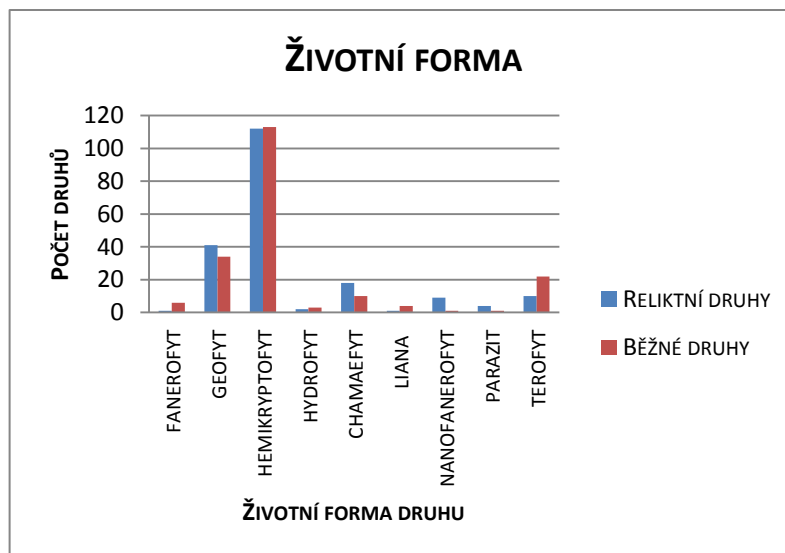


Obrázek č. 15 a č. 15a: Porovnání klonálních orgánů u severských a kontinentálních reliktních, zdroj: vlastní zpracování

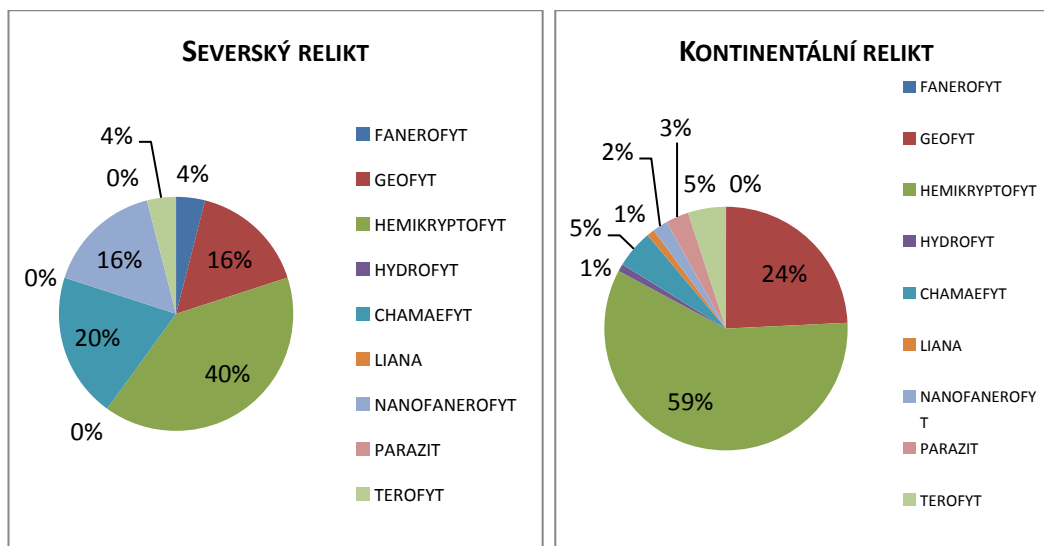
5.3 Životní strategie

5.3.1 Životní forma

Rostliny určité životní formy mají odlišné uložení obnovovacích pupenů. Graf (obrázek č. 16) popisuje životní formy druhů reliktních a běžných. Nejčastější formou života je hemikryptofyt s obnovovacími pupeny těsně nad zemí, které jsou v zimě chráněny sněhem, případně lodyhami či jinými orgány. U druhů reliktních i běžných vyšly jednotlivé životní formy velmi podobně, 113 běžných druhů a 112 reliktních jsou hemikryptofyty a druhou nejčastější kategorií jsou geofyty (u reliktních druhů 41 a u běžných 34), tyto druhy mají obnovovací pupeny uloženy těsně pod povrchem půdy. Byla testována hypotéza, zda životní formy mají přibližně stejné zastoupení. Hypotéza nebyla zamítnuta ($p=0,289$), zastoupení životních forem je přibližně stejné. Při porovnání severských a kontinentálních reliktních vychází u obou skupin nejvyšší zastoupení životní formy hemikryptofyt, u kontinentálních reliktních je zastoupení této formy u 59 % zástupců, u severských pouze 40%. Největším rozdílem je zastoupení fanerofytů, které u severských reliktních tvoří 20% zástupců a u kontinentálních se nevyskytuje ani jeden zástupce s touto životní formou.



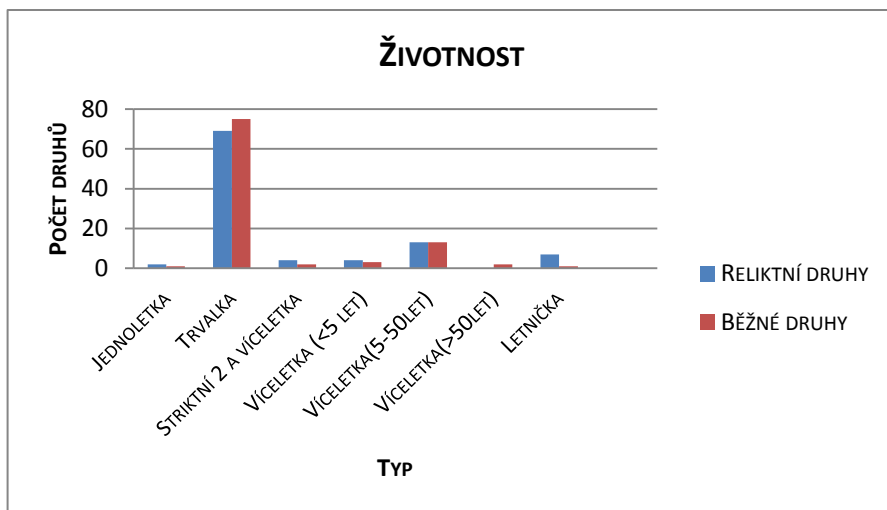
Obrázek č. 16: Životní forma u reliktních a běžných druhů, zdroj: vlastní zpracování



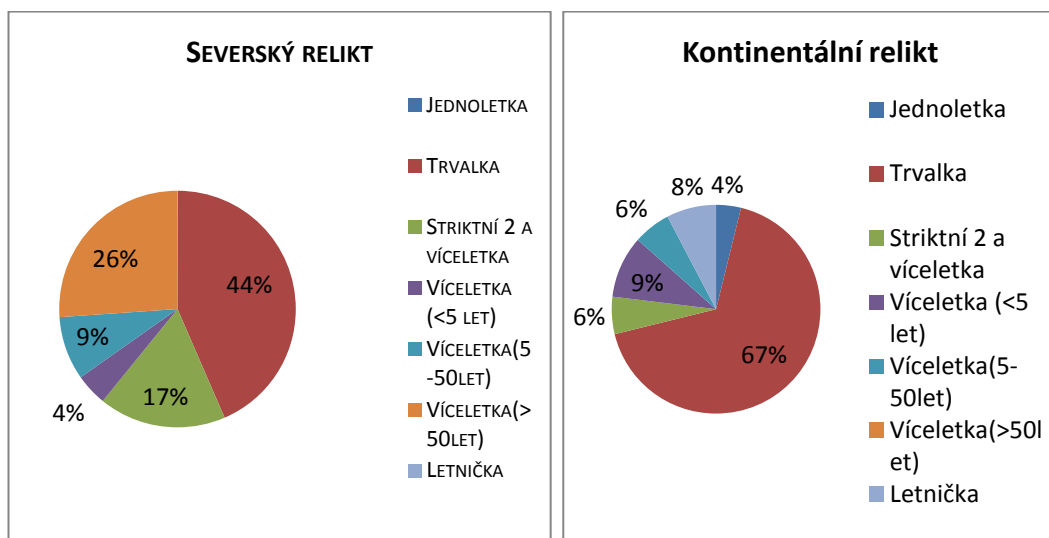
Obrázek č. 17 a č. 17a: Porovnání zastoupení životních forem u severských a kontinentálních reliktních, na obrázku č. 17 severské relikty, na obrázku č. 17a kontinentální relikty, zdroj: vlastní zpracování

5.3.2 Délka života

V kategorii délky života mají největší zastoupení trvalky, a to jak u reliktních, tak u běžných druhů. Reliktní druhy mají 69 zástupců v kategorii trvalek, běžné druhy dokonce 75. Jednoletých zástupců je jen velmi málo a u reliktních druhů dokonce žádný. Hypotéza, že zastoupení jednotlivých životních forem se významně neliší, nebyla zamítnuta s výsledkem ($p=0,312$). Porovnání životnosti u severských a kontinentálních reliktních vyšlo opět ve prospěch trvalek, u severských reliktních je také velký podíl zastoupení dlouho žijících rostlin nad 50 let (26% zástupců).



Obrázek č. 18: Životnost reliktních a běžných druhů, osa x popisuje typ životní délky a osa y počet zástupců, zdroj: vlastní zpracování

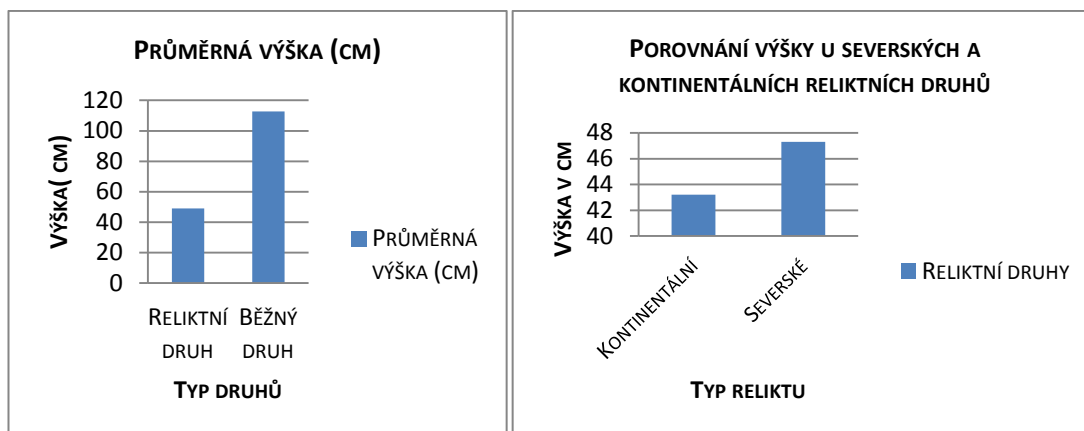


Obrázek č. 19 a č. 19a: Porovnání životních forem severských a kontinentálních reliktních, na obrázku č. 19 znázorněny severské relikty, na obrázku č. 19a znázorněny kontinentální relikty, zdroj: vlastní zpracování

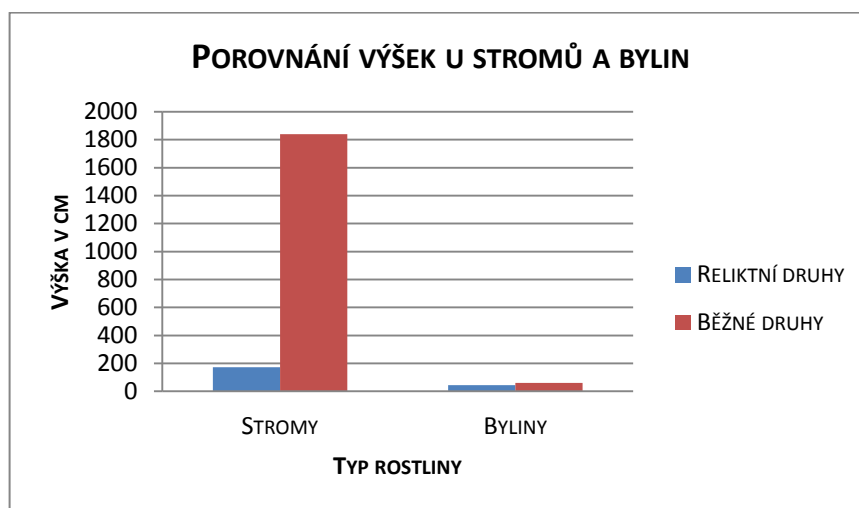
5.3.3 Výška rostliny

Jako další aspekt byla porovnávána průměrná výška posuzovaných druhů. Z výzkumu vyplynulo, že reliktní druhy mají více jak dvakrát menší průměrnou výšku než běžné druhy. Průměrná výška reliktní rostliny je 49,04 cm oproti 110,99 cm, kterou mají druhy běžné. U porovnání průměrných výšek kontinentálních a severských reliktních druhů vychází výška severských (47cm) zhruba o 4cm větší než u kontinentálních (43cm). Velice viditelný rozdíl je například u zástupců stromů, kdy stromy reliktního původu dosahují spíše keřových výšek (průměrná výška je u nich 173 cm) oproti typickým českým zástupcům, kde je průměrná výška 18 metrů. U bylin je průměrná výška reliktních druhů 47 cm, zatímco u běžných druhů 60 cm.

Byla testována hypotéza, zda se průměrné výšky liší. Výsledkem ($p=0,001$) je zamítnutí hypotézy, průměrné výšky se od sebe opravdu liší.



Obrázek č. 20 a č. 20a: Porovnání průměrných výšek běžných a reliktních druhů (v cm), obrázek č. 20a: Porovnání průměrné výšky u reliktních druhů kontinentálních a severských (v cm), zdroj: vlastní zpracování



Obrázek č. 21: Porovnání výšek u stromů a bylin (v cm), zdroj: vlastní zpracování

6. Diskuze

Reliktní druhy jsou v české krajině vzácnější než běžné druhy, což vyplývá z jejich podstaty a jedinečnosti, mnoho z nich jsou dokonce kriticky ohrožené druhy. Jak uvádí Hampe et al.(2001), mnohé druhy jsou ohroženy budoucím vyhynutím, pokud by se velmi zásadně měnili klimatické podmínky, proto je nutné je chránit prostřednictvím snížené antropogenní činnosti.

Při řešení problematiky bylo nejprve zkoumáno rozšíření reliktních druhů, kdy bylo zjištěno, že nejpočetnější je rozšíření kontinentální. Výsledek šetření odpovídá dosud provedeným výzkumům, které popisují migraci z jižních refugií směrem do středu Evropy, kdy byly druhy stále přítomné na kontinentu, pouze měnily svůj areál (Fér et al., 2010; Kuneš et al., 2008; Horsák et al., 2015). Relikty byly porovnány se souborem typických druhů osidlujících naše území. U některých šetření byly pozorovány obdobné vlastnosti u obou skupin druhů. Například u životní formy se prokázalo, že reliktní i běžné druhy jsou nejčastěji hemikryptofyty, tedy druhy, které mají své obnovovací pupeny u povrchu země a zároveň se tyto druhy projevují dvouletým až trvalým životem, což je důležité právě pro zvýšení šance na jejich přežití (Hampe et al., 2001). Výhodou je, že i v nehostinném a chladném počasí se sněhem jsou pupeny chráněny a rostliny tak mohou lépe přežít (Hampe et al., 2001; Horsák et al., 2015; Stewart et al., 2010, Crespi et al., 2002). Obdobné výsledky byly prokázány i u znaku období květu u jednotlivých druhů. Nejvíce reliktních druhů kvete v červnu, u běžných druhů je tomu tak o měsíc déle. Nicméně souhrnně reliktní druhy kvetou nejvíce na přelomu jara a léta a v létě stejně jako druhy běžné. Právě přelom jara a léta by mohl být pro reliktní druhy charakteristický nižšími teplotami než v létě, vyšším množstvím srážek a dostatkem vláhy, což odpovídá klimatu doby ledové (Adams et al., 2007).

Zároveň bylo prokázáno, že reliktní druhy se vyskytují o dost častěji na horách a dokonce v subalpínském stupni, který je například na vrcholech Krkonoš. Většina běžných druhů je rozšířena od nížin do hor, ale u reliktních druhů tomu tak není. Relikty vyhledávají buď stupeň nížin až pahorkatin (zde se většinou jedná o druhy stepní) či pahorkatin až hor, ale většina jich nepokrývá všechny výškové stupně. Vyhledávání vyšších poloh souvisí s podmínkami připomínajícími jim více jejich původní stanoviště v době ledové (Kuneš et al, 2008; Horsák et al., 2015; Hampe et al., 2001). S jejich rozšířením souvisí i stanoviště, na kterém se vyskytují a

jeho specifická, co se týče půdních podmínek. Běžné druhy se obvykle vyskytují prakticky kdekoli, jako velmi časté stanoviště jsou uváděna okolí luk, polí, rumišť, trávníky a zahrady, naopak druhy reliktní vyhledávají spíše specifická stanoviště jako rašeliniště, vřesoviště, vysokohorské louky, ale i suché biotopy či vlhké biotopy. To je způsobeno faktem, že se vyskytují v refugích, která mají své specifické podmínky od okolí a jejich schopnost adaptace neumožňuje rozšíření kdekoli jako u běžných druhů (Hampe et al., 2001; Horsák et al., 2015).

Reliktní druhy mají i specifitu ve svém způsobu šíření semen. Většina druhů běžných má nakombinováno mnoho strategií, někdy lze pozorovat prakticky jakoukoliv strategii. U reliktních jsou obvykle třeba též dvě strategie, ale nemají tak široké možnosti šíření jako druhy běžné. Reliktní druhy se nejčastěji šíří způsobem zvaným epizoochorie, kdy se semeno přichytí na zvíře a je neseno do dálky, což se shoduje s teorií Hampe et al. (2001). Zároveň velmi často semena reliktních druhů putují anemochorně, tedy vzduchem, což je typické pro podmínky, které v době ledové panovaly (větrné počasí) (Ložek, 2005). U porovnání reliktních kontinentálních a severovýchodních byl největší rozdíl u způsobu šíření, kdy severovýchodní relikty se více šíří hydrochorně než kontinentální, což může být způsobeno přítomností vodních zdrojů při odtávání ledovců. S šířením semen velice souvisí typ plodu, který obsahuje šířená semena. U reliktních druhů je nejčastějším plodem tobolka, která má pouzdra ukrývající obvykle více semen. Jedná se o plod suchý pukavý. Naopak u běžných druhů převažuje nažka, která je plodem suchým nepukavým. U reliktních druhů celkově převažují plody suché, víceméně obdobně vyšly výsledky u pukavosti a nepukavosti, každopádně důležité je, že reliktní druhy mají jen velmi malé zastoupení plodů dužnatých, z kterých se například ve Skandinávii v minulosti vařily marmelády (*Rubus chamaemorus*). Je pravděpodobné, že během doby ledové by plody dužnaté nepřežily v klimatických podmínkách dané doby, kdy by mohly vysychat, tedy plody suché se lépe uchytily v chladném klimatu, proto jsou častější (Begon et al., 2010, Adams et al., 2007). S šířením také souvisí hmotnost semen. Bylo prokázáno, že reliktní druhy mají lehčí semena než druhy běžné. Právě lehká semena mohla umožnit v minulosti snazší přenos anemochorně, zároveň při přenosu epizoochorie se zvířeti lépe udrží menší a lehčí semeno. Testovaná hypotéza sice nepotvrdila závislost hmotnosti semene a způsobu šíření, ale je možné, že se tak stalo z důvodu kombinace více způsobů šíření u jednoho druhu. Klonální orgány mají obě

skupiny obdobné, a to epigeogenní stonky, nicméně u porovnání mezi severskými a kontinentálními relikty je vyšší zastoupen hypogeogenních stonků u severských relikťů, i když o málo. U porovnávání vlastností mezi relikty vycházely u všech analýz podobné výsledky s mírnými výkyvy.

U výšky rostliny vyplynulo, že reliktní druhy mají třikrát menší průměrnou velikost než druhy běžné. Zajímavostí je, že u druhů reliktních s kontinentálním rozšířením vyšla nižší výška, než je průměrná u reliktních druhů a zároveň je výška kontinentálních relikťů nižší než severských. Při porovnání výšek stromů reliktních a běžných vyšly opravdu velké rozdíly v řádech metrů. Zde je patrná souvislost s tím, že v době ledové se stromy téměř nevyskytovaly, a pokud ano, pak jen velmi nízkého vzrůstu, jak uvádí Kuneš et al. (2008).

7. Závěr

Tato bakalářská práce zkoumala, jaké mají reliktní druhy vlastnosti, protože jejich vlastnosti mohou pomoci objasnit podmínky doby ledové, ve které měly své těžiště rozšíření. V literární rešerši byly popsány okolnosti vzniku reliktních druhů a popsána doba ledová, ve které se nejvíce rozšířily, dále jejich výzkum a vize do budoucna, jelikož klima se neustále cyklicky mění a tím i stanovištní podmínky nezbytné pro přežití druhů. Zároveň byla popsána refugia a šíření reliktních z nich. Praktická část se zabývá zkoumáním již zmíněných vlastností, které jsou typické pro reliktní druhy. Vlastnosti byly porovnávány s běžnými druhy české květeny, které se vyskytují na většině našeho území. Jedná se o vlastnosti související s rozšířením, růstovými orgány druhů, vegetačním obdobím a také vlastnosti semen. Bohužel u některých vlastností nastal problém, že nebyly dostupné některé údaje pro jednotlivé druhy, jelikož reliktní druhy nejsou moc probádanou skupinou rostlin. Z výsledků vyplynulo, že reliktní druhy mají nižší průměrnou výšku než druhy běžné, ale zároveň kontinentální relikty jsou nižší než severské a celkově se reliktní druhy vyskytují i ve vyšších výškových stupních než druhy běžné, například ve stupni subalpínském. To odpovídá jejich původnímu rozšíření, kdy mnohé relikty v době ledové zasahovaly do vyšších poloh. Nicméně i mnoho reliktních druhů se nachází v pásmu nížin-pahorkatin (tzv. stepní druhy). Většina reliktních druhů patří mezi hemikryptofyty a trvalky, stejně jako druhy běžné. Rozmnožování souvisí s typem plodu, který je u reliktních nejčastěji suchý nepukavý šířen anemochorně či zoochorně, čímž se liší od běžných druhů, které mají možnost různých typů šíření.

Práce by měla přispět k rozšíření poznatků o těchto zajímavých a odolných rostlinách, které se dokázaly adaptovat na dnešní podmínky, nicméně pro získání dalších důležitých poznatků je nutné, aby průzkum reliktních druhů probíhal kontinuálně a podrobně, jelikož tato skupina druhů je zatím velice opomíjena.

7.1 Doporučení

Reliktní druhy jsou nesmírně zajímavou skupinou rostlin a biodiverzita potřebuje pro svoji rozmanitost i takovéto druhy se specifickými ekologickými nároky. Reliktní druhy je proto potřeba chránit a stejně jako u všech rostlinných a živočišných druhů by bylo pro ochranu zásadní eliminovat antropogenní dopady, které mohou způsobit rozsáhlé změny klimatu, které by mohly reliktní zástupce vyhubit. Studie Hampe et al. (2001) nebo Magri et al. (2017) hovoří o negativním

antropogenním ovlivnění těchto druhů. Bylo by vhodné snížit emise z dopravy, ale i průmyslu, aby nedocházelo k narušení klimatické rovnováhy a druhy se tak mohly dále vyvíjet ve svých současných biotopech. Zároveň by bylo vhodné řídit se koncepcemi trvale udržitelného rozvoje s důrazem na eliminaci fragmentace krajiny, zákaz výstavby v chráněných lokalitách, neboť nejen vzniklé stavby, ale i stavební úpravy v okolí mohou mít rozsáhlý vliv na biotu a poškodit ji. Relikty i běžné druhy je nutno chránit a nezmenšovat jejich areály rozšířením zábořem půdy.

8. Přehled literatury a použitých zdrojů

Acot P., 2005: Historie a změny klimatu: od velkého třesku ke klimatickým katastrofám. Karolinum, Praha, 240 s. ISBN 80-246-0869-3.

Adams J. et Zeng N., 2007: Vegetation climate interaction, How Vegetation makes the global environment. Praxis Publishing, Chester, 275 s. ISBN 978-3-540-32491-1

Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2017: Karty druhů. Online: <http://portal.nature.cz/kartydruhu/>, cit: : 2017-2-20.

Ashcroft M., 2010. Identifying refugia from climate change. *Journal of Biogeography* 37:1407-1413.

Begon M., Townsend C. et Harper J., 2010: Základy ekologie. Univerzita Palackého, Olomouc, 505 s. ISBN 978-80-244-2478-1.

Bennett K., Tzedakis P. et Willis K., 1991. Quaternary refugia of north European trees. *Journal of Biogeography* 18: 103–115.

Bhagwat S. et Willis K., 2012: Species persistence in northerly glacial refugia of Europe: A matter of chance or biogeographical traits? *Journal of Biogeography* 35: 464 - 482

Binney et al., 2016: Vegetation of Eurasia from the last glacial maximum to present: Key biogeographic patterns. *Quaternary Science reviews* 157: 70-87

Biogeografie, 2017: Biogeografické relikty. Online: https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/prif/ps13/biogeogr_2/web/pages/index_book_3-5-4.html, cit. 2017-1-17.

Botanická fotogalerie, 2017: Druhy. Online: <http://www.botanickafotogalerie.cz/> cit. 2016-11-30.

Botany, 2017: Herbář. Online: <http://botany.cz/cs/>, cit. 2016-11-30.

Citadella, 2017: Geologie KRNAP. Online: http://www.cittadella.cz/europarc/index.php?p=geologie&site=NP_krkonose_cz, cit. 2017-1-25.

Crespi J., Nosil B., Sadnoval C., 2003: Reproductive isolation driven by the combined effects of ecological adaptation and reinforcement. *Proceedings of the Royal Society* 270: 156-189

ČHMÚ, 2017: Změny klimatu. Online: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/cc_chap04.pdf, cit. 2016-12-30.

Davis M., Shaw R. et Etterson J, 2005: Evolutionary responses to a changing climate. *Ecology* 86:1704–14

Divoká minulost Evropy, 2016: Doba ledová. Online: <http://www.ceskatelevize.cz/porady/10361754221-divoka-minulost-evropy/212382552150002/>, cit. 2016-12-30.

Dudová L., Hájková P., Opravilová V. et Hájek M., 2014: Holocene history and environmental reconstruction of a Hercynian mire and surrounding mountain landscape based on multiple proxies, *Quaternary Research*, 82: 107-120

Dvořák V., 2011: Reliktnost a endemismus ČR. *Natura Bohemica*. Online: <http://www.naturabohemica.cz/relikty-endemity-cr/>, cit. 2016-12-30

Express, 2013: Scientist predicts earth is heading for another Ice age. Online: <http://www.express.co.uk/life-style/science-technology/387971/Scientist-predicts-earth-is-heading-for-another-Ice-Age>, cit. 2017-04-05.

Fagan B., 2007: Malá doba ledová: jak klima formovalo dějiny v letech 1300-1850. *Academia*, Praha, 292 s. ISBN 978-80-200-1457-3.

Fér T. et Marold K., 2012: Fylogeneze rostlin ve střední Evropě. *Živa* 4/2012:158-161

Flannery F., 2007: Měníme podnebí: minulost a budoucnost klimatických změn. *Dokořán*, Praha, 272 s. ISBN 978-80-7363-121-5.

Florabase, 2017: Výskyt cévnatých rostlin v ČR. Online: <http://quick.florabase.cz/>, cit. 2017-3-25.

Grandcolas P., Nattier R. et Trewick S., 2014: Relict species: A relict concept? *Trends in Ecology and Evolution*, 29: 655–663

- Habel J. et Assmann T. [eds.], 2010:** Relict Species: Phylogeography and Conservation Biology. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 450 s. ISBN 978-3-540-92160-8
- Horsák M., Chytrý M., Hájková P., Hájek M., Danihelka J., Horsáková V., Ermakov N. German D., Kočí M., Lustyk P., Nekola J., Preislerová Z. et Valachovič M., 2015:** European glacial relict snails and plants: environmental context of their modern refugial occurrence in southern Siberia. *Boreas*, 44: 638–657
- Chrtek J., Tomšovic P., Kovanda M., Hejný S. et Slavík B.[eds.], 1988:** Květena České socialistické republiky I.díl. Academia, Praha, 557 s. ISBN 80-200-0643-5
- Chytrý M., 2012:** Vegetation of the Czech Republic: diversity, ecology, history and dynamics. *Preslia* 84: 427-504
- Chytrý M., Kučera T. et Kočí M. [eds.], 2001:** Katalog biotopů České republiky. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 304 s. ISBN 80-86064-55-7
- Chytrý M.[ed.], 2007:** Vegetace České republiky I.-IV. díl: Academia, Praha. ISBN 978-80-200-2299-8.
- Jeník J., 1969:** Otázka stepní v Čechách a ve světě. Zpr. Českou Botanickou Společností 4: 128–131
- Kaplan Z., 2012:** Flora and phytogeography of the Czech Republic. *Preslia* 84: 427-504
- Kuneš P., Pelánková B., Chytrý M., Jankovská V., Pokorný P. et Petr L., 2008:** Interpretation of the last-glacial vegetation of eastern-central Europe using modern analogues from southern Siberia. *Journal of Biogeography* 35: 2223–2236
- Kuneš P., Pokorný P. et Šída P., 2008:** Detection of the impact of early Holocene hunter-gatherers on vegetation in the Czech Republic, using multivariate analysis of pollen data. *Vegetation History and Archaeobotany* 17: 269–287.
- Lambeck K. et Chappell J., 2001:** Sea level change through the last glacial cycle. *Science* 292: 679-686
- Linares J., Camarero J. et Carreira J., 2010:** Competition modulates the adaptation capacity of forests to climatic stress: insights from recent growth decline and death in relict stands of the Mediterranean fir *Abies pinsapo*, *Journal of ecology* 98: 592–603
- Ložek V., 2004:** Středoevropské bezlesí v čase a prostoru. *Ochrana přírody* 59: 1-9, 38-43, 71-78, 99-106, 169-175, 202-207.

- Ložek V., 2005:** Nový přístup k vývoji poledové doby ve střední Evropě. *Živa*, 4:100-104
- Ložek V., 2009a:** Refugia, migrace a brány. I. Ohlédnutí za starými problémy. *Živa* 57: 146–149.
- Ložek V., 2009b:** Refugia, migrace a brány. II. Ve světle dnešních poznatků II. In the light of recent knowledge]. *Živa* 57: 194–198.
- Magri D., Rita F., Aranbarri J., Fletcher W. et González-Sampériz P., 2017:** Quaternary disappearance of tree taxa from Southern Europe: Timing and trends. *Quaternary Science Review* 163: 23-55
- Mann. M et Selin H., 2015:** Global warming, *Encyclopedia Britannica*. Online: <http://www.encyclopedia.com/science-and-technology/biology-and-genetics/environmental-studies/global-warming>, cit. 2017-03-06.
- Masaryková Univerzita, 2017:** Kryptická refugia. Online: https://is.muni.cz/el/1431/jaro2015/Bi8300/05_Krypticka_refugia.pdf, cit. 2017-1-17.
- Morris W., Pfister C., Tuljapurkar S., Haridas Ch., Boggs C. et Boyce C. 2008:** Longevity can buffer plant and animal populations against changing climate variability. *Ecology* 89: 19-25
- Novotná D. [ed.], 2001:** Úvod do pojmosloví v ekologii krajiny. Enigma, Praha, 399 s. ISBN 80-7212-192-8.
- Průša D., 2005:** Chráněné rostliny České a Slovenské republiky. Computer Press, Brno, 328 s. ISBN 80-251-0262-9.
- Quante M., 2009:** The changing climate: past, present, future. 2009
- Rull V., 2009:** Microrefugia. *Journal of Biogeography* 36:481–84
- Schwinning S. et Weiner J., 1997:** Mechanisms determining the degree of size asymmetry in competition among plants. *Oecologia*, 113: 447–455
- Stewart J., Lister A., Barnes I. et Dalén L., 2010:** Refugia. *Proceedings of the Biological Society* 277: 661–671

University Oldenburg, 2017: LEDA traitbase. Online: <http://www.uni-oldenburg.de/en/biology/landeco/research/projects/leda/>, cit. 2017-3-17.

Valníček B., 2015: Klimatické změny: Milankovičovy cykly, vývoj člověka a rozvoj civilizace v současné době meziledové. Akcent, Třebíč, 56 s. ISBN 978-80-7497-081-8.

Vlková V., 1995: Lesnický naučný slovník (I. díl). Agrospoj, Praha, 743 s. ISBN 80-7084-131-1.

Vysoká škola báňská, 2017: Kvartérní vývoj na území ČR. Online: http://geologie.vsb.cz/reg_geol_cr/11_kapitola.htm ,cit. 2017-1-17.

Walther G., Post E., Convey P., Menzel A., Parmesan C., Beebee T., Fromentin J., Hoegh-Guldberg O. et Bairlein F., 2002: Ecological response to recent climate change. *Nature* 416: 389-395

Widmaiser T., Kattari S. et Heubl G., 2016: Glacial refugia and postglacial expansion of the alpine-prealpine plant species *Polygala chamaebuxus*. *Ecology and Evolution* 6: 7809–7819

Slovník pojmů k praktické části

Životní forma

Hemikryptofyt= vytrvalé až dvouleté rostliny, které mají obnovovací pupeny uloženy těsně nad povrchem půdy. Přes zimu jsou pupeny ukryté pod sněhem, navíc jsou chráněné šupinami, živými nebo odumřelými lodyhami a listy

Geofyt=vytrvalé rostliny, které mají obnovovací pupeny uložené pod povrchem půdy. Zimu rostliny přežívají většinou pouze ve formě zásobních orgánů, jako jsou oddenky, cibule nebo hlízy.

Terofyt=jednoleté rostliny, které nemají obnovovací pupeny ani žádné jiné prezimovací orgány. Zimu přečkávají pouze pomocí rozmnožovacích částic (semen či výtrusů).

Fanerofyt =rostliny s dřevnatým stonkem, které mají obnovovací pupeny uloženy alespoň ve výšce 30 cm nad zemí. Pupeny zimu obvykle přečkávají nad sněhovou příkryvkou a jsou chráněny pouze tlustými šupinami či odumřelými částmi rostliny

- Makrofanerofyt=strom
- Nanofanerofyt=keř

Šíření semen

Anemochorie= putují vzduchem

Antropochorie= semena roznášena člověkem

Autochorie= rostlina se sama postará o roznošení semen, například vystřelením

Boleochorie= semena putují z rostliny v kapslích, které pak jsou rozneseny větrem nebo zvěří

Endozochorie= rozšiřování plodů pomocí průchodu zažívacím traktem živočicha

Epizochorie= pomocí živočichů, kdy se semeno přichytí na živočicha

Hydrochorie=semena roznášena vodou

Meteochorie= prostřednictvím počasí

Speirochorie= diaspory kontaminují semena

9. Přílohy

Příloha č. 1: Seznam reliktních druhů

| | |
|--------------------------------|----------------------|
| <i>Adenostyles alliariae</i> | havez česnáčková |
| <i>Agrostis alpina</i> | psineček alpský |
| <i>Agrostis rupestris</i> | psineček skalní |
| <i>Allium montanum</i> | česnek horský |
| <i>Allium sphaerocephalon</i> | česnek kulatohlavý |
| <i>Allium strictum</i> | česnek tuhý |
| <i>Allium victorialis</i> | česnek hadí |
| <i>Alyssum montanum</i> | tařinka horská |
| <i>Andromeda polifolia</i> | kyhanka sivolistá |
| <i>Anemone narcissiflora</i> | sasanka narcisokvětá |
| <i>Anemone sylvestris</i> | sasanka lesní |
| <i>Anthericum liliago</i> | bělozářka liliovitá |
| <i>Anthericum ramosum</i> | bělozářka větevnatá |
| <i>Arabis alpina</i> | huseník alpský |
| <i>Arctostaphylos uva-ursi</i> | medvědice lékařská |
| <i>Arenaria grandiflora</i> | písečnice velkokvětá |
| <i>Artemisia campestris</i> | pelyněk ladní |
| <i>Artemisia pontica</i> | pelyněk pontický |
| <i>Artemisia pancicii</i> | pelyněk Pančičův |
| <i>Aster alpinus</i> | hvězdnice alpská |
| <i>Astragalus arenarius</i> | kozinec písečný |
| <i>Astragalus australis</i> | kozinec rakouský |
| <i>Astragalus danicus</i> | kozinec dánský |
| <i>Astragalus exscapus</i> | kozinec bezlodyžný |
| <i>Astragalus onobrychis</i> | kozinec vičencovitý |
| <i>Aurinia saxatilis</i> | tařice skalní |
| <i>Avenula planiculmis</i> | ovsík dvouřizný |
| <i>Bartisia alpina</i> | lepnice alpská |

| | |
|------------------------------|--------------------------|
| <i>Betula carpatica</i> | bříza karpatská |
| <i>Betula humilis</i> | bříza nízká |
| <i>Betula nana</i> | bříza trpasličí |
| <i>Calamagrostis stricta</i> | třtina tuhá |
| <i>Carex aterrima</i> | ostřice nejtmaší |
| <i>Carex atrata</i> | ostřice tmavá |
| <i>Carex bigelowii</i> | ostřice Bigelowova |
| <i>Carex buxbaumii</i> | ostřice Buxbaumova |
| <i>Carex capillaris</i> | ostřice vláskovitá |
| <i>Carex davalliana</i> | ostřice Davallová |
| <i>Carex diandra</i> | ostřice přoblá |
| <i>Carex dioica</i> | ostřice dvoudomá |
| <i>Carex humilis</i> | ostřice nízká |
| <i>Carex chordorrhiza</i> | ostřice šlahounovitá |
| <i>Carex lasiocarpa</i> | ostřice plstnatoplodá |
| <i>Carex limosa</i> | ostřice mokřadní |
| <i>Carex pauciflora</i> | ostřice chudokvětá |
| <i>Carex paupercula</i> | ostřice vrchovištní |
| <i>Carex pediformis</i> | ostřice tlapkatá |
| <i>Carex praecox</i> | ostřice časná |
| <i>Carex pulicaris</i> | ostřice blešní |
| <i>Carex rupestris</i> | ostřice skalní |
| <i>Carex stenophylla</i> | ostřice úzkolistá |
| <i>Carex supina</i> | ostřice drobná |
| <i>Carex tomentosa</i> | ostřice plstnatá |
| <i>Carex vaginata</i> | ostřice pochvatá |
| <i>Cimicifuga europaea</i> | ploštičník evropský |
| <i>Cladium mariscus</i> | mařice pilolistá |
| <i>Cortusa mathiolii</i> | kruhatka Mathioliho |
| <i>Crambe tataria</i> | katrán tatarský |

| | |
|--|--------------------------|
| <i>Daphne cneorum</i> | lýkovec vonný |
| <i>Dianthus arenarius</i> | hvozdík písečný |
| <i>Dianthus superbus</i> | hvozdík pyšný |
| <i>Diphasiastrum alpinum</i> | plavuník alpský |
| <i>Dracocephalum austriacum</i> | včelník rakouský |
| <i>Echium maculatum</i> | hadinec červený |
| <i>Empetrum hermaphroditum</i> | šicha oboupohlavná |
| <i>Empetrum nigrum</i> | šicha černá |
| <i>Eriophorum gracile</i> | suchopýr štíhlý |
| <i>Eriophorum latifolium</i> | suchopýr širolistý |
| <i>Eriophorum vaginatum</i> | suchopýr pochvatý |
| <i>Festuca pallens</i> | kostřava sivá |
| <i>Festuca rupicola</i> | kostřava žlábkovitá |
| <i>Festuca valesiaca</i> | kostřava walliská |
| <i>Gentiana pannonica</i> | hořec šumavský |
| <i>Glaux maritima</i> | sivěnka přímořská |
| <i>Helictotrichon desertorum</i> <i>subsp. basalticum</i> | ovsík stepní čedičový |
| <i>Iris aphylla</i> | kosatec bezlistý |
| <i>Iris arenaria subsp. Humilis</i> | kosatec písečný |
| <i>Iris pumila</i> | kosatec nízký |
| <i>Iris variegata</i> | kosatec různobarevný |
| <i>Isoëtes echinospora</i> | šídlatka ostnovýtrusá |
| <i>Isoëtes lacustris</i> | šídlatka jezerní |
| <i>Juniperus communis subsp.</i> <i>alpina</i> | jalovec obecný nízký |
| <i>Jurinea cyanoides</i> | sinokvět chrpovitý |
| <i>Jurinea mollis</i> | sinokvět měkký |
| <i>Koeleria macrantha</i> | smělek štíhlý |
| <i>Koeleria pyramidata</i> | smělek jehlancovitý |
| <i>Kochia prostrata</i> | bytel rozprostřený |

| | |
|---|--------------------------|
| <i>Lathyrus pisiformis</i> | hrachor palistnatý |
| <i>Ledum palustre</i> | rojovník bahenní |
| <i>Ligularia sibirica</i> | popelivka sibiřská |
| <i>Ligusticum mutellina</i> | koprničec bezobalný |
| <i>Linnaea borealis</i> (†) | zimozel severní |
| <i>Linum austriacum</i> | len rakouský |
| <i>Linum flavum</i> | len žlutý |
| <i>Linum hirsutum</i> | len chlupatý |
| <i>Linum perenne</i> | len vytrvalý |
| <i>Linum tenuifolium</i> | len tenkolistý |
| <i>Melampyrum cristatum</i> | černýš hřebenitý |
| <i>Melica ciliata</i> | strdivka brvitá |
| <i>Melica transsilvanica</i> | strdivka sedmihradská |
| <i>Orobanche alba</i> | záraza bílá |
| <i>Orobanche alsatica</i> | záraza alsaská |
| <i>Orobanche arenaria</i> | záraza písečná |
| <i>Orobanche artemisiae- campestris</i> | záraza šupinatá |
| <i>Orobanche caesia</i> | záraza sivá |
| <i>Orobanche caryophyllacea</i> | záraza hřebíčková |
| <i>Orobanche coerulescens</i> | záraza namodralá |
| <i>Orobanche elatior</i> | záraza vyšší |
| <i>Orobanche flava</i> | záraza devětsilová |
| <i>Orobanche gracilis</i> | záraza štíhlá |
| <i>Orobanche hederæ</i> | |
| <i>Orobanche lutea</i> | záraza žlutá |
| <i>Orobanche minor</i> | záraza menší |
| <i>Orobanche picridis</i> | záraza hořčíková |
| <i>Orobanche purpurea</i> | záraza nachová |
| <i>Orobanche ramosa</i> | záraza větevnatá |
| <i>Orobanche reticulata</i> | záraza síťnatá |
| <i>Orobanche teucrii</i> | záraza ožanková |
| <i>Orthantha lutea</i> | zahořanka žlutá |
| <i>Ostericum palustre</i> | matizna bahenní |

| | |
|--|--------------------------|
| <i>Oxytropis pilosa</i> | vlhice chlupatá |
| <i>Pedicularis exaltata</i> | všivec statný |
| <i>Pedicularis sceptrum-carolinum</i> | všivec žezlovitý |
| <i>Phelipanche arenaria</i> (=orobanche) | mordvoka písečná |
| <i>Phelipanche caesia</i> | mordovka sivá |
| <i>Phleum rhaeticum</i> | bojínek švýcarský |
| <i>Pinus mugo</i> | borovice kleč |
| <i>Plantago maritima</i> | jitrocel přímořský |
| <i>Pleurospermum austriacum</i> | mázdřinec rakouský |
| <i>Poa laxa</i> | lipnice plhá |
| <i>Polemonium caeruleum</i> | jirnice modrá |
| <i>Potentilla crantzii</i> subsp. <i>serpentini</i> | mochna Crantzova hadcová |
| <i>Primula farinosa</i> (†) | prvosenka pomoučená |
| <i>Primula minima</i> | prvosenka nejmenší |
| <i>Pulsatilla grandis</i> | koniklec velkokvětý |
| <i>Pulsatilla patens</i> | koniklec otevřený |
| <i>Pulsatilla vernalis</i> | koniklec jarní |
| <i>Rhodiola rosea</i> | rozchodnice růžová |
| <i>Rosa gallica</i> | růže keltská |
| <i>Rubus chamaemorus</i> | ostružiník moruška |
| <i>Salix appendiculata</i> | vrba velkolistá |
| <i>Salix bicolor</i> | vrba dvoubarvá |
| <i>Salix hastata</i> | vrba šípovitá |
| <i>Salix herbacea</i> | vrba bylinná |
| <i>Salix lapponum</i> | vrba laponská |
| <i>Salix myrsinifolia</i> | vrba černající |
| <i>Salix myrtiloides</i> | vrba borůvkovitá |
| <i>Salix starkeana</i> | vrba bledá |
| <i>Saxifraga moschata</i> | lomikámen pižmový |
| <i>Saxifraga oppositifolia</i> | lomikámen vstřícno listý |

| | |
|---------------------------------|-----------------------------|
| <i>Saxifraga paniculata</i> | lomikámen vždyživý |
| <i>Saxifraga rosacea</i> | lomikámen trsnatý křehký |
| <i>Scorzonera parviflora</i> | hadí mord maloúborný |
| <i>Sesleria albicans</i> | pěchava vápnomilná |
| <i>Sesleria uliginosa</i> | pěchava slatinná |
| <i>Scheuchzeria palustris</i> | blatnice bahenní |
| <i>Stipa borysthenica</i> | kavyl písečný |
| <i>Stipa capillata</i> | kavyl vláskovitý |
| <i>Stipa dasyphylla</i> | kavyl chlupatý |
| <i>Stipa eriocaulis</i> | kavyl skalní |
| <i>Stipa pennata</i> | kavyl Ivanův |
| <i>Stipa pulcherrima</i> | kavyl sličný |
| <i>Stipa smirnovii</i> | kavyl Smirnonův |
| <i>Stipa tirsia</i> | kavyl tenkolistý |
| <i>Stipa zalesskii</i> | kavyl olysatý |
| <i>Swertia perennis</i> | kropenáč vytrvalý |
| <i>Thesium alpinum</i> | lněnka alpská |
| <i>Thesium arvense</i> | lněnka rolní |
| <i>Thesium bavarum</i> | lněnka bavorská |
| <i>Thesium dollineri</i> | lněnka Dollinerova |
| <i>Thesium ebracteatum</i> | lněnka bezlistenná |
| <i>Thesium linophyllum</i> | lněnka lnolistá |
| <i>Thesium pyrenaicum</i> | lněnka pyrenejská |
| <i>Thesium rostratum</i> | lněnka zobánkatá |
| <i>Thlaspi montanum</i> | penízek horský |
| <i>Trientalis europaea</i> | sedmikvítek evropský |
| <i>Trichophorum alpinum</i> | suchopýrek alpský |
| <i>Trichophorum caespitosum</i> | suchopýrek trsnatý |
| <i>Veratrum nigrum</i> | kýchavice černá |
| <i>Veronica austriaca</i> | rozrazil rakouský |
| <i>Veronica bellidioides</i> | rozrazil chudobkovitý |

| | |
|-----------------------------------|--------------------------|
| <i>Veronica dillennii</i> | rozrazil Dilleniův |
| <i>Veronica orichideum</i> | rozrazil vstavačovitý |
| <i>Veronica praecox</i> | rozrazil časný |
| <i>Veronica prostrata</i> | rozrazil rozprostřený |
| <i>Veronica pumila</i> | rozrazil nízký |
| <i>Veronica spicata</i> | rozrazil klasnatý |
| <i>Veronica spuria</i> | rozrazil latnatý |
| <i>Veronica teucrium</i> | rozrazil ožankovitý |
| <i>Veronica verna</i> | rozrazil jarní |
| <i>Vicia pannonica</i> | vikev panonská |
| <i>Vicia tenuifolia</i> | vikev tenkolistá |
| <i>Vincetoxicum hirundinaria</i> | tolita lékařská |
| <i>Viola ambigua</i> | violka obojetná |
| <i>Viola biflora</i> | violka dvoukvětá |
| <i>Viola lutea subsp.sudetica</i> | violka žlutá sudetská |
| <i>Woodsia alpina</i> (†) | kapradinka alpská |
| <i>Woodsia ilvensis</i> | kapradinka skalní |

Příloha č. 2: Seznam běžných druhů

| | |
|-------------------------------|-------------------------|
| <i>Aconitum variegatum</i> | oměj pestrý |
| <i>Acorus calamus</i> | puškovec obecný |
| <i>Actaea spicata</i> | samorostlík klasnatý |
| <i>Aegopodium podagraria</i> | bršlice kozí noha |
| <i>Agrostemma githago</i> | koukol polní |
| <i>Agrostis capillaris</i> | psineček obecný |
| <i>Achillea millefolium</i> | řebříček obecný |
| <i>Alchemilla vulgaris</i> | kontryhel obecný |
| <i>Alliaria petiolata</i> | česnáček lékařský |
| <i>Allium ursinum</i> | česnek medvědí |
| <i>Alopecurus pratensis</i> | psárka luční |
| <i>Anemone nemorosa</i> | sasanka hajní |
| <i>Antennaria dioica</i> | kociánek dvoudomý |
| <i>Anthemis arvensis</i> | rmen rolní |
| <i>Anthemis tinctoria</i> | rmen barvířský |
| <i>Anthoxantum odoratum</i> | tomka vonná |
| <i>Arctium tomentosum</i> | lopuch plstnatý |
| <i>Arrhenatherum elatius</i> | ovsík vyvýšený |
| <i>Artemisia vulgaris</i> | pelyněk černobýl |
| <i>Aruncus vulgaris</i> | udatna lesní |
| <i>Asarum europaeum</i> | kopytník evropský |
| <i>Asplenium ruta-muraria</i> | sleziník routička |
| <i>Athyrium filix-femina</i> | papratka samičí |
| <i>Avenella flexuosa</i> | metlička křivolaká |
| <i>Bellis perennis</i> | sedmikráska chudobka |
| <i>Betula pendula</i> | bříza bělokorá |
| <i>Briza media</i> | třeslice prostřední |
| <i>Bromus hordeaceus</i> | sveřep měkký |
| <i>Bromus sterilis</i> | sveřep jalový |

| | |
|--------------------------------|----------------------------|
| <i>Bromus tectorum</i> | sveřep střešní |
| <i>Calamagrostis epigeios</i> | třtina křovištní |
| <i>Calluna vulgaris</i> | vřes obecný |
| <i>Caltha palustris</i> | blatouch bahenní |
| <i>Campanula rotundifolia</i> | zvonek okrouhlostý |
| <i>Capsella bursa-pastoris</i> | kokoška pastuší tobolka |
| <i>Carduus crispus</i> | bodlák kadeřavý |
| <i>Carex acuta</i> | ostřice štíhlá |
| <i>Centaurea jacea</i> | chrpa luční |
| <i>Centaurea scabiosa</i> | chrpa čekánek |
| <i>Cichorium intybus</i> | čekanka obecná |
| <i>Cirsium palustre</i> | pcháč bahenní |
| <i>Clematis vitalba</i> | plamének plotní |
| <i>Colchicum autumnale</i> | ocún jesenní |
| <i>Convolvulus arvensis</i> | svlačec rolní |
| <i>Cornus mas</i> | ďrín jarní |
| <i>corydalis cava</i> | dymnivka dutá |
| <i>Cuscuta europaea</i> | kokotice evropská |
| <i>Dactylis glomerata</i> | srha laločnatá |
| <i>Dentaria bulbifera</i> | kyčelnice cibulkonosná |
| <i>Deschampsia cespitosa</i> | metlice trsnatá |
| <i>Dianthus carthusianorum</i> | hvozdík kartouzek |
| <i>Digitalis grandiflora</i> | náprstník velkokvětý |
| <i>Echinochloa crus-galli</i> | ježatka kuří noha |
| <i>Elytrigia repens</i> | pýr plazivý |
| <i>Epilobium ciliatum</i> | vrbovka žláznatá |
| <i>Erodium cicutatum</i> | pumpava obecná |
| <i>Euphorbia cyparissias</i> | pryšec chvojka |
| <i>Festuca ovina</i> | kostřava ovčí |
| <i>Ficaria verna</i> | orsej jarní |

| | |
|------------------------------|-----------------------|
| <i>Filipendula vulgaris</i> | tužebník obecný |
| <i>Fragaria vesca</i> | jahodník obecný |
| <i>Frangula alnus</i> | Krušina olšová |
| <i>Fumaria officinalis</i> | zemědým lékařský |
| <i>Galeopsis tetrahit</i> | konopice polní |
| <i>Galinsoga parviflora</i> | pětour maloúborný |
| <i>Galium album</i> | svízel bílý |
| <i>Galium aparine</i> | svízel přítula |
| <i>Galium odoratum</i> | mařinka vonná |
| <i>Genista tinctoria</i> | kručinka barvířská |
| <i>Geranium palustre</i> | kakost bahenní |
| <i>Geranium pratense</i> | kakost luční |
| <i>Geum rivale</i> | kuklík potoční |
| <i>Geum urbanum</i> | kuklík městský |
| <i>Glechoma hederacea</i> | popenec obecný |
| <i>Hedera helix</i> | břečtan popínavý |
| <i>Hepatica nobilis</i> | jaterník podléška |
| <i>Heracleum sphondylium</i> | bolševník obecný |
| <i>Hieracium aurantiacum</i> | jestřábík oranžový |
| <i>Humulus lupulus</i> | chmel otáčivý |
| <i>Hypericum perforatum</i> | třezalka tečkovaná |
| <i>Chelidonium majus</i> | vlaštovičník větší |
| <i>Chenopodium album</i> | merlík bílý |
| <i>Iris pseudacorus</i> | kosatec žlutý |
| <i>juncus tenuis</i> | sítina tenká |
| <i>Lactuca serriola</i> | locika kompasová |
| <i>Lamium album</i> | hluchavka bílá |
| <i>Lamium purpureum</i> | hluchavka nachová |
| <i>Lathraea squamaria</i> | podbílek šupinatý |
| <i>Lathyrus niger</i> | hrachor černý |
| <i>Lathyrus sylvestris</i> | hrachor lesní |

| | |
|---------------------------------|--------------------------|
| <i>Lemna minor</i> | okřehek menší |
| <i>Leonurus cardiaca</i> | srdečník obecný |
| <i>Lepidium rudemale</i> | řeřicha rumní |
| <i>Leucanthemum vulgare</i> | kopretina obecná |
| <i>Leucojum vernum</i> | bledule jarní |
| <i>Lilium martagon</i> | lilie zlatohlavá |
| <i>Lolium perenne</i> | jílek vytrvalý |
| <i>Lotus corniculatus</i> | štírovník růžkatý |
| <i>Lunaria rediviva</i> | měsíčnice vytrvalá |
| <i>Lupinus polyphyllus</i> | lupina mnoholistá |
| <i>Luzula campestris</i> | bika ladní |
| <i>Lychnis flos-cuculi</i> | kohoutek luční |
| <i>Lychnis viscaria</i> | smolnička obecná |
| <i>Lysimachia vulgaris</i> | vrbina obecná |
| <i>Lythrum salicaria</i> | kyprej vrbice |
| <i>Maianthemum bifolium</i> | pstroček dvoulistý |
| <i>Malva neglecta</i> | sléz přehlížený |
| <i>Matricaria recutita</i> | heřmánek pravý |
| <i>Medicago lupulina</i> | tolice dětelová |
| <i>Melampyrum nemorosum</i> | černýš hajní |
| <i>Melilotus officinalis</i> | komonice lékařská |
| <i>Melittis mellyssophyllum</i> | medovník medunkolistý |
| <i>Mentha arvensis</i> | máta rolní |
| <i>Mercurialis perrenis</i> | bažanka vytrvalá |
| <i>Milium effusum</i> | pšeníčko rozkladité |
| <i>Moehringia trinervia</i> | mateřka trojžilná |
| <i>Molinia caerulea</i> | bezkoleneček modrý |
| <i>Mycelis muralis</i> | mléčka zední |
| <i>Myosotis arvensis</i> | pomněnka rolní |
| <i>Myosotis palustris</i> | pomněnka bahenní |

| | |
|-------------------------------|-------------------------|
| <i>Myosoton aquaticum</i> | křehkýš vodní |
| <i>Nardus stricta</i> | smilka tuhá |
| <i>Nuphar lutea</i> | stulík žlutý |
| <i>Origanum vulgare</i> | dobromysl obecná |
| <i>Oxalis acetosella</i> | šťavel kyselý |
| <i>Papaver rhoeas</i> | mák vlčí |
| <i>Paris quadrifolia</i> | vraní oko čtyřlisté |
| <i>Pastinaca sativa</i> | pastinák setý |
| <i>Phalaris arundinacea</i> | chrastice rákosovitá |
| <i>Phleum pratense</i> | bojínek luční |
| <i>Phragmites australis</i> | rákos obecný |
| <i>Phyteuma spicatum</i> | zvonečník klasnatý |
| <i>Pimpinella saxifraga</i> | bedrník obecný |
| <i>Pinus sylvestris</i> | borovice lesní |
| <i>Plantago lanceolata</i> | jitrocel kopinatý |
| <i>Plantago media</i> | jitrocel prostřední |
| <i>Platanthera bifolia</i> | vemeník dvoulistý |
| <i>Poa annua</i> | lipnice roční |
| <i>Poa nemoralis</i> | lipnice hajní |
| <i>Poa trivialis</i> | lipnice obecná |
| <i>Polygonatum odoratum</i> | kokořík vonný |
| <i>Polypodium vulgare</i> | osladič obecný |
| <i>Potamogeton nutans</i> | rdest vzplývavý |
| <i>Potentilla erecta</i> | mochna nátržník |
| <i>Potentilla reptans</i> | mochna plazivá |
| <i>Primula elatior</i> | prvosenka vyšší |
| <i>Primula veris</i> | prvosenka jarní |
| <i>Pulmonaria officinalis</i> | plicník lékařský |
| <i>Ranunculus acris</i> | pryskyřník prudký |
| <i>Ranunculus bulbosus</i> | pryskyřník hlíznatý |
| <i>Raphanus raphanistrum</i> | ředkev ohnice |
| <i>Rosa canina</i> | růže šípková |

| | |
|----------------------------------|-------------------------|
| <i>Rubus idaeus</i> | ostružiník maliník |
| <i>Rumex acetosa</i> | šťovík kyselý |
| <i>Salvia pratensis</i> | šalvěj luční |
| <i>Sanguisorba officinalis</i> | krvavec toten |
| <i>Sanicula europaea</i> | žindava evropská |
| <i>Saponaria officinalis</i> | mydlice lékařská |
| <i>Scirpus sylvaticus</i> | skřípina lesní |
| <i>Sedum album</i> | rozchodník bílý |
| <i>Senecio vulgaris</i> | starček obecný |
| <i>Setaria viridis</i> | bér zelený |
| <i>Silene dioica</i> | silenska dvoudomá |
| <i>Sinapis arvensis</i> | hořčice polní |
| <i>Solanum nigrum</i> | lilek černý |
| <i>Solidago gigantea</i> | zlatobýl obrovský |
| <i>Stellaria holostea</i> | ptačinec velkokvětý |
| <i>Symphytum officinale</i> | kostival lékařský |
| <i>Tanacetum vulgare</i> | vratič obecný |
| <i>Taraxacum sect. Ruderalia</i> | Smetánka lékařská |
| <i>Tephrosieris crispa</i> | starček potoční |
| <i>Thlaspi arvense</i> | penízek rolní |
| <i>Thymus pulegioides</i> | mateřídouška vejčitá |
| <i>Tragopogon pratensis</i> | kozí brada luční |
| <i>Trifolium arvense</i> | jetel rolní |
| <i>Trifolium pratense</i> | jetel luční |
| <i>Trifolium repens</i> | jetel plazivý |
| <i>Tripleurospermum inodorum</i> | heřmánkovec nevonný |
| <i>Triticum aestivum</i> | pšenice setá |
| <i>Trollius altissimus</i> | upolík nejvyšší |
| <i>Tussilago farfara</i> | podběl lékařský |
| <i>Typha angustifolia</i> | orobinec úzkolistý |

| | |
|------------------------------|----------------------|
| <i>Typha latifolia</i> | orobinec širokolistý |
| <i>Urtica dioica</i> | kopřiva dvoudomá |
| <i>Urtica urens</i> | kopřiva žahavá |
| <i>Vaccinium myrtillus</i> | brusnice borůvka |
| <i>Vaccinium vitis-idea</i> | brusnice brusinka |
| <i>Valeriana officinalis</i> | kozlík lékařský |
| <i>Verbascum thapsus</i> | divizna malokvětá |
| <i>Veronica chamaedrys</i> | rozrazil rezekvítek |
| <i>Veronica persica</i> | rozrazil perský |
| <i>Viburnum opulus</i> | kalina tušalaj |
| <i>Vicia hirsuta</i> | vikev chlupatá |
| <i>Vicia sepium</i> | vikev plotní |
| <i>Vinca minor</i> | barvínek menší |
| <i>Viola canina</i> | violka psí |
| <i>Viola hirta</i> | violka chlupatá |
| <i>Viola odorata</i> | violka vonná |

Příloha č. 3: Přehledové schéma vlastností reliktních a běžných druhů

V tabulce jsou zobrazeny vlastnosti reliktních a běžných druhů. Jedná se o schéma s nejčastějšími vlastnostmi těchto skupin.

| Vlastnost | Reliktní druh | Běžný druh |
|-----------------------|--------------------|--------------------|
| Rozšíření | Kontinentální | Temperátní |
| Průměrná výška (cm) | 49,04 | 110,99 |
| Hmotnost semen | 2,61 | 11,947 |
| Terminal velocity (m) | 0,4 | 0,9 |
| Plod | tobolka | nažka |
| Typ plodu | suchý pukavý | suchý nepukavý |
| Způsob šíření | zoochorie | zoochorie |
| Životní forma | hemikryptofyt | hemikryptofyt |
| Životnost | trvalka | trvalka |
| Výškový stupeň | pahorkatiny-hory | nížiny-hory |
| Stanoviště | lesy | lesy |
| Klonální orgán | epigeogenní stonek | epigeogenní stonek |
| Období květu | jaro-léto | jaro-léto |