

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra ekologie a životního prostředí



Využití morfometrických parametrů pro rozlišení
vybraných druhů hořců v NPR Praděd

Applying morphometric parameters to distinguish selected gentian species
in national natural area Praděd

Bc. Sandra Siostrzonková

Diplomová práce

předložená

na Katedře ekologie a životního prostředí

Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků

na získání titulu Mgr. v oboru

Ochrana a tvorba krajiny

Vedoucí práce: RNDr. Miroslav Zeidler, PhD.

Olomouc 2023

Siostrzonková S. 2023. Využití morfometrických parametrů pro rozlišení vybraných druhů hořců v NPR Praděd [diplomová práce]. Olomouc: Katedra ekologie a ŽP PřF UP v Olomouci. 40 s. 5 příloh. Česky.

Abstrakt

Hořec tečkovaný (*Gentiana punctata*) je původním druhem jesenické květeny, která byla záměrným vysazováním nepůvodních druhů rozšířena o hořec panonský (*Gentiana pannonica*) a hořec nachový (*Gentiana purpurea*). Mezi těmito druhy dochází k mezidruhové hybridizaci. Tyto druhy včetně jejich hybridů, jsou především ve sterilním stavu obtížně determinovatelné. Práce si proto klade za cíl využití morfometrických parametrů pro rozlišení těchto hořců. Praktická část práce se věnuje vymezení vhodných znaků a následným vyhodnocením naměřených hodnot s pomocí statistických analýz. Na základě analýz bylo potvrzeno, že se v některých znacích druhy liší. Ze statických analýz vzešly s téměř nulovou pravděpodobností shody mezi porovnávanými skupinami dva průkazné znaky, a to parametr počtu cípů kalichu a výška koruny. Dalšími vhodnými parametry pro rozlišení je počet květů a výška rostliny. Hodnoty délky listu se mezi sledovanými druhy odlišují a nejsou tak zcela vhodné pro rozlišení všech sledovaných hořců. Studované hybridní rostliny dosahovaly ve většině znaků větších velikostí a hodnot než ostatní sledované druhy hořců, především ve výšce a počtu květů.

Klíčová slova: *Gentiana*, morfometrické parametry, mezidruhová hybridizace

Siostrzonková S. 2023. Use of morphometric parameters for distinguishing selected gentian species in NPR Praděd [master's thesis]. Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacký University Olomouc. 40 pp. 5 Appendices. Czech.

Abstract

Spotted Gentian (*Gentiana punctata*) is the original species of Jeseník vegetation, which has been extended due to the intentional planting of non-original species Hungarian Gentian (*Gentiana pannonica*) and Purple Gentian (*Gentiana purpurea*). Interspecific hybridization occurs between these species and they are consequently identifiable with difficulties. This thesis, therefore, aims to provide morphometric parameters which could be used for the determination of the researched species. The practical part deals with the finding of the right morphometric parameters and the evaluation of measured values with statistical methods. It has been found that the observed species are different in certain morphometric parameters. The parameter number of chalice tips and corolla height reported nearly no concordance between the compared species. The number of flowers and plant height are appropriate parameters for distinguishment as well. On the contrary, the parameter leaf length was not found to be appropriate for the determination. In general, hybrid plants have reported greater values than other observed species. Especially, the parameters height and number of flowers have been significantly different.

Key words: *Gentiana*, morphometric parameters, interspecific hybridization

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením RNDr. Miroslava Zeidlera, PhD. a jen s použitím citovaných literárních pramenů.

V Olomouci dne 31. července 2023

.....

podpis

Obsah

Seznam tabulek	viii
Seznam obrázků	ix
Poděkování	x
1 Úvod	1
1.1 Problematika nepůvodních druhů	1
1.1.1 Mezidruhová hybridizace	1
1.1.2 Mezidruhová hybridizace hořců	2
1.2 Charakteristika zájmových druhů	4
1.2.1 Morfologická charakteristika	4
1.2.2 Areál rozšíření	7
1.2.3 Výskyt v CHKO Jeseníky	8
1.2.4 Ekologické nároky	9
1.2.5 Stanovištní nároky	9
1.2.6 Stanovená ochrana a stupeň ohrožení	11
2 Cíle práce	12
3 Metodika	13
3.1 Charakteristika území	13
3.1.1 Geomorfologie	13
3.1.2 Geologie	14
3.1.3 Pedologie	14
3.1.4 Klimatologie	15
3.2 Vymezení sledovaných lokalit	16
3.3 Postup měření	19
3.4 Analýza dat	21
4 Výsledky	22
4.1 Výsledky statistických analýz	22
4.1.1 Počet květů – vrchol	22
4.1.2 Počet květů – celkový	24
4.1.3 Výška rostliny	25
4.1.4 Délka listu – horní	26
4.1.5 Délka listu – prostřední	27
4.1.6 Počet cípů kalichu	28
4.1.7 Výška koruny	29
5 Diskuse	30

6	Závěr	35
7	Použité zdroje.....	36
8	Přílohy	41

Seznam tabulek

Tabulka 1: Srovnání vybraných znaků mezi druhy hořců.....	6
Tabulka 2: Lokality hořce tečkovaného (<i>G. punctata</i>).....	16
Tabulka 3: Lokality hořce panonského (<i>G. pannonica</i>).....	16
Tabulka 4: Lokality hořce nachového (<i>G. purpurea</i>).....	17
Tabulka 5: Lokality potenciálních kříženců	17
Tabulka 6: Postup morfometrického měření	20
Tabulka 7: Výsledky ANOVA testu odlišnosti mezi jednotlivými druhy	22

Seznam obrázků

Obrázek 1: Vybrané lokality zájmových druhů.....	18
Obrázek 2: Náskres postupu morfometrického měření.....	20
Obrázek 3: Počet květů – vrchol.....	23
Obrázek 4: Počet květů – celkový	24
Obrázek 5: Výška rostliny	25
Obrázek 6: Délka listů – horní.....	26
Obrázek 7: Délka listu – prostřední.....	27
Obrázek 8: Počet cípů kalichu	28
Obrázek 9: Výška koruny	29
Obrázek 10: Mapa výskytu <i>G. punctata</i> v ČR (AOPK 2023a)	41
Obrázek 11: Mapa výskytu <i>G. pannonica</i> v ČR (AOPK 2023b).....	41
Obrázek 12: Hořec tečkovaný (<i>G. punctata</i>) – květ (Siostrzonková 2020)	42
Obrázek 13: Hořec tečkovaný (<i>G. punctata</i>) – lodyha (Siostrzonková 2021)	42
Obrázek 14: Hořec panonský (<i>G. pannonica</i>) – květ (Siostrzonková 2021).....	43
Obrázek 15: Hořec panonský (<i>G. pannonica</i>) – lodyha (Siostrzonková 2021).....	43
Obrázek 16: Hořec nachový (<i>G. purpurea</i>) – květ (Siostrzonková 2021)	44
Obrázek 17: Hořec nachový (<i>G. purpurea</i>) – lodyhy (Siostrzonková 2021)	44
Obrázek 18: Kalichy hořců (Siostrzonková 2021)	45
Obrázek 19: Hořec panonský na lokalitě Vysoká hole a hybrid (Siostrzonková 2021).....	45

Poděkování

Velmi ráda bych poděkovala všem, kteří mi jakýmkoliv způsobem pomohli s napsáním této práce. V první řadě svému vedoucímu RNDr. Miroslavu Zeidlerovi, PhD. za odborné vedení, cenné rady a podnětné připomínky při vypracování práce. Dále děkuji Mgr. Martinu Sobalovi za jeho ochotu a pomoc při sběru dat. Velké poděkování patří také celé mé rodině a přátelům za jejich podporu při dosavadním studiu, a v neposlední řadě mému partnerovi za jeho lásku, pochopení a podporu.

1 Úvod

1.1 Problematika nepůvodních druhů

Vlivem lidské činnosti dochází k záměrné výsadbě nepůvodních druhů rostlin a zároveň modifikaci jejich stanovišť. Tyto druhy tak postupně pronikají na nová území a mohou překrývat areál svým dalším příbuzným druhům. Následné překrytí areálu může zvyšovat míru vznikajících hybridizací s jejich blízkými druhy a dojít až k narušení původního genofondu populace (Briggs a Walters 2001, Kaplan 2009, Gómez 2015). U vzácných a ohrožených druhů jsou tímto ničeny místní genotypy. V některých případech dokonce vzniká nový agresivní genotyp, který může zvýšit konkurenceschopnost druhu a vytlačit tak původní i vysazené rostliny (Rieseberg et al. 2007, Kaplan 2009).

Člověk svým jednáním umožňuje vznik hybridizací mezi neofyty a původními druhy (Koutecký 2015). Na rizika spojená s tímto záměrným vysazováním a posilováním ohrožených druhů jinde napěstovanými jedinci upozornila skupina našich předních botaniků ve Zprávách České botanické společnosti. Rizika nepocházejí jen z vysazování nepůvodních druhů, ale i s dobře míněnou snahou o posílení chřadnoucí populace dalšími druhy ze stejného taxonu. Uvedené upozornění se objevilo po zveřejnění nálezu prvosenky růžové (*Primula rosea*) na Pradědu a Velké Kotlině (Bureš 2013, Kaplan 2009). Nebezpečí pochází především z hybridizace, zavlečení nových patogenních mikroorganismů, narušení konkurenčních vztahů, výzkumu a s tím související provádění efektivní ochrany fytogenofondu (Kaplan 2009).

1.1.1 Mezidruhovú hybridizace

Mezidruhovú hybridizace se vyskytují všude kolem nás a jsou důležitou součástí evoluce (Zrzavý 2017). Ve srovnání se zvířaty jsou v rostlinné říši častějším jevem a významně přispívají ke speciaci rostlin. Přesto však mnoho hybridů zůstává neodhaleno vlivem jejich genotypové i fenotypové podobnosti s rodičovskými rostlinami (Mallet 2005). Vzájemné křížení dvou druhů náležících do stejného rodu za vzniku hybrida je považováno za mezidruhovú hybridizaci charakteristickou obtížnějším získáváním hybridů a nízkou nebo úplnou neplodností (Briggs a Walters 2001, Bednář 2004). Sterilní potomci vznikají prostřednictvím značně rozdílných genomů a mohou tímto zamezit správnému spárování chromozomů ve fázi meiózy (Yakimowski a Rieseberg 2014).

Eroze genofondu spojována s hybridizací představuje riziko především pro druhy vzácné a může mít za následek i vyhynutí druhu. Tento efekt může být umocněn přenesením genů jednoho druhu do druhého samovolným křížením a následným zpětným křížením. Obtížné zjišťování těchto erozí značně komplikuje provádění ochranných opatření a jelikož často probíhají nenápadně, může být při jejich objevení příliš pozdě. Hybridi bývají vitálnější než rodičovské druhy a mohou tak na stanovištích konkurenčně převládnout. Konkrétním příkladem naší květeny je např. český endemit rožec kuříčkolistý (*Cerastium alsinifolium*). Pokud jsou kříženci sterilní a vitalitou nepřevyšují rodičovské druhy mohou snižovat počet reprodukčních partnerů s následným negativním ovlivněním populační dynamiky. Uchycení kříženců podporuje vznik disturbancí a volných ploch bez vegetace (Kalůsková et al. 2010).

1.1.2 Mezidruhá hybridizace hořců

Typickým příkladem záměrného obohacování květeny nepůvodními druhy jsou hořce rostoucí ve vrcholových polohách Hrubého Jeseníku. Tyto polohy jsou charakteristické nízkými teplotami a silnými větry, kterým se alpské druhy rostlin a živočichů dokážou přizpůsobit. Z hlediska cévnatých druhů rostlin jsou tyto lokality zároveň specifickým prostředím s vysokou druhovou bohatostí (Čeřovský et al. 2007, Kočí 2007). Ve společenstvech rostlin těchto holí je nápadný svou výškou kriticky ohrožený hořec tečkovaný (*Gentiana punctata*) (Tyller 1974, Grulich a Chobot 2017). Tento původní druh jesenické přírody byl v minulosti téměř vyhuben sběrači léčivých rostlin pro jeho mohutné kořeny a nyní čelí novému ohrožení jeho existence (Křenová 2014, Banaš 2017).

Záměrná introdukce rostlin nepůvodních druhů je v případě Hrubého Jeseníku ohrožením původního hořce tečkovaného prostřednictvím mezidruhového křížení. Zavlečeným druhem je hořec panonský (*Gentiana panonica*) a hořec nachový (*Gentiana purpurea*). Záměrné vysazování těchto nepůvodních rostlin na temeni Vysoké hole má za následek jejich vzájemné křížení s chráněným hořcem tečkovaným. Kříženci byli objeveni a determinováni V. Grulichem v blízkosti hořce panonského a poukazují na možné riziko hybridizace. Tento konkrétní případ byl objeven na přelomu června a července 2012 a jedná se o křížence hořce tečkovaného a hořce nachového (*Gentiana* × *spuria*) (Bureš 2013, Štencl 2013).

Společně jsou všechny tyto tři druhy zájmových hořců dlouhověké, vytrvalé byliny s přirozenou vazbou na alpské bezlesí. V případě, že tyto rostliny nezastihneme v období květu jsou mezi sebou těžko odlišitelné a může tak dojít k jejich snadné záměně s jiným druhem hořce nebo dokonce hybridem (Bureš 2013, Ekrťová 2014).

Probíhající hybridizace a nelehká determinace těchto hořců byla stimulem k podrobnějšímu studiu a hledání vhodných morfologických znaků k jejich odlišení. Tato práce si proto klade za cíl vymezit morfologické znaky, které by spolehlivě pomohly určit jednotlivé druhy mezi sebou, včetně hybridů a usnadnit tak monitoring a ochranu kriticky ohroženého hořce tečkovaného.

1.2 Charakteristika zájmových druhů

1.2.1 Morfologická charakteristika

Hořec tečkovaný (*Gentiana punctata*) je vytrvalá bylina se světle až bledě žlutou korunou s výrazným temně fialovým tečkováním (viz příloha II Obrázek 12). Lodyha je statná, dutá, nevětvená a v horní části šedomodře naběhlá (Číhař a Kovanda 1983, Kirschner a Kirschnerová 2000). Lodyha vyrůstá z prodlouženého oddenku, větví se v rozsáhlé žluté silné kořeny, dosahující délky i několika decimetrů (Zimčík 1978, Bureš 2013). Přízemní listy jsou vejčitého tvaru přisedlé k lodyze. Dolní a střední lodyžní listy jsou široce vejčité až obvejčité s 5-7 výraznými žilkami. Listy jsou na bázi zúžené v široký nezřetelný řapík, který je u horních listů nevyvinutý (Tyller 1974, Kirschner a Kirschnerová 2000). Květy vyrůstají ve svazečcích z úžlabí horních listů v počtu 2-5 květů (Zimčík 1978). Kalich (viz příloha II Obrázek 18) je nálevkovitý s 5-8 přímými trojúhelníkovitými cípy (Kirschner a Kirschnerová 2000, Hoskovec 2007). Květní koruny jsou válcovitě zvonkovité, 14-35 mm dlouhé s 5-8 zaokrouhlenými vzpřímenými cípy (Zimčík 1978, Hoskovec 2007). Hořec tečkovaný dorůstá výšky 20-60 cm, v případě nižších nadmořských výšek až 70 cm (Tyller 1974, Číhař a Kovanda 1983). Obvykle dosahuje výšky 30-40 cm (Bureš 2013). Rostlina je diploidní se 40 chromozomy (Kirschner a Kirschnerová 2000). Doba květu se pohybuje v rozmezí července až srpna, a v rámci jesenických lokalit již v období června (Tyller 1974, Bureš 2013).

Hořec panonský (*Gentiana panonnica*) je dlouhověká vytrvalá bylina s temně nachovou až hnědofialovou korunou s tmavě fialovým tečkováním (viz příloha II Obrázek 14). Báze květu je světlejší až zelenavě žlutá (Kirschner a Kirschnerová 2000). Ojedinele je koruna výrazně světlá s fialovým nebo nazelenalým tečkováním (Procházka 1961, Křenová 2014). V oblasti Šumavy se vzácně vyskytují albinotické formy s bílými až namodralými květy s tmavým tečkováním (Hofhanzlová 2006). Oddenek je mohutný, válcovitý se silnou listnatou lodyhou (Soják 1975, Křenová 2014). Lodyha je dutá, nevětvená, v horní části většinou fialově naběhlá (Číhař a Kovanda 1983, Bureš 2013). Listy jsou pokryté 5-7 výraznými žilkami, vyrůstající na lodyze ve vzdálenosti 8-15 cm (Procházka 1961). Přízemní listy jsou vejčité kopinaté, zúžené v řapík se zřetelnou žilnatinou. Horní lodyžní listy jsou přisedlé, vejčitého až kopinatého tvaru. Květy jsou nahloučené ve svazečcích na vrcholu lodyhy v úžlabí horních listů (Procházka 1961, Soják 1975). Květenství je složené z 5-8 květů (Kirschner a Kirschnerová 2000). Kalich

(viz příloha II Obrázek 18) je sytě zelený, rozdělený do 5-9 nazpět ohnutých cípů, sahajících do jedné čtvrtiny koruny (Kirschner a Kirschnerová 2000, Křenová 2014). Koruna je složená z 5-9 cípů, které se v její horní části při úplném rozevření květu překrývají (Křenová 2014). Zvonkovitá koruna dosahuje výšky 3-5,5 cm (Soják 1975). Dorůstá výšky 30-100 cm (Hofhanzlová 2006). Zpravidla dosahuje výšky 50-70 cm (Kirschner a Kirschnerová 2000). Kvete od července do poloviny srpna a vykazuje sezónní výkyvy (Číhař a Kovanda 1983, Ekrťová 2014). Rostlina je diploidní se 40 chromozomy (Kirschner a Kirschnerová 2000).

Hořec nachový (*Gentiana purpurea*) je vytrvalá, purpurově-červeně kvetoucí bylina s tmavými tečkami, z vnitřní strany květu nažloutlá (viz příloha II Obrázek 16) (Dítě 2012, Křenová 2014). Lodyha je statná a nevětvená. V zemi se nacházejí rozsáhlé silné kořeny. Listy jsou vejčité kopinaté s 5 výraznými žilkami. Přízemní listy jsou řapíkaté, lodyžní přisedlé a protistojné. Květy jsou seskupeny ve svazečcích na vrcholu lodyhy a vyrůstají z úžlabí horních listů v počtu 3-7 květů. Blanitý kalich rozděluje 2 cípy (viz příloha II Obrázek 18). Koruna je zvonkovitá, až 4 cm dlouhá s 5-8 cípy. Dorůstá výšky 20-60 cm. Kvete v rozmezí července až září (Dítě 2012). Rostlina je diploidní se 40 chromozomy (Mel'nyk et al. 2014).

	<i>Gentiana punctata</i>	<i>Gentiana pannonica</i>	<i>Gentiana purpurea</i>
Barva květů	bledě žlutá s tmavě fialovým tečkováním (Zimčík 1978)	temně nachová až hnědofialová s fialovým tečkováním, při bázi světlejšího zbarvení (Kirschner a Kirschnerová 2000)	tmavě purpurově-červená s tmavými tečkami (Křenová 2014)
Počet květů	v úžlabí horních listů 2-5 (Zimčík 1978)	v úžlabí horních listů 5-8 (Kirschner a Kirschnerová 2000)	v úžlabí horních listů 3-7 (Dítě 2012)
Koruna	1,4-3,5 cm dlouhá, s 5-8 cípy (Hoskovec 2007)	dlouhá 3-5,5 cm, složena z 5-9 cípů (Soják 1975)	až 4 cm dlouhá s 5-8 cípy (Dítě 2012)
Kalich	5-8 cípů (Kirschner a Kirschnerová 2000)	5-9 nazpět ohnutých cípů (Křenová 2014)	2 cípy (Dítě 2012)
Výška	20-60 cm (Kirschner a Kirschnerová 2000), obvykle 30-40 cm (Bureš 2013)	30-100 (Hofhanzlová 2006), 50-70 cm (Kirschner a Kirschnerová 2000)	45-60 cm (Plant word seeds 2015), 20-60 cm (Dítě 2012)
Listy	přízemní listy jsou vejčité; dolní a střední listy jsou široce vejčité až obvejčité s 5-7 výraznými žilkami (Tyller 1974, Kirschner a Kirschnerová 2000)	pokryté 5-7 výraznými žilkami (Procházka 1961), přízemní listy jsou vejčité kopinaté; horní lodyžní listy vejčitého až kopinatého tvaru (Procházka 1961, Soják 1975)	přízemní listy jsou řapíkaté, lodyžní přisedlé a protistojné, s 5 žilkami (Dítě 2012)

Tabulka 1: Srovnání vybraných znaků mezi druhy hořců

1.2.2 Areál rozšíření

Hořec tečkovaný patří k alpsko-karpatským druhům (Křenová 2014). Jeho souvislé rozšíření se koncentruje v Alpách, převážně středních, jižních a východních. Ostrůvkovitě zasahuje do Karpat a Hrubého Jeseníku, ojediněle i do pohoří Balkánského poloostrova (Kirschner a Kirschnerová 2000). Na našem území se přirozeně vyskytuje pouze v oblasti Hrubého Jeseníku, který je zároveň severním okrajem jeho areálu výskytu (viz příloha I Obrázek 10) (Křenová 2014).

Hořec panonský je střeoevropským endemitem s centrálním rozšířením ve východních Alpách. Konkrétně v silikátových částech alpského masivu a lokalitách vnějších vápencových Alp (Křenová 2014). Rozšíření sahá od východního Švýcarska přes italské Alpy, Slovinsko, bavorské Alpy do Dolního Rakouska (Čeřovský et al. 1999). V centrálních a jižních Alpách je jeho výskyt pouze ojedinělý (Procházka 1961). Na našem území se vyskytuje na Šumavě (viz příloha I Obrázek 11) a je pravděpodobně výsledkem plošného rozšíření v období poslední doby ledové a začátku holocénu. V tomto období se mezi Alpami a Šumavou rozprostírala nezapojená vegetace s dostatkem světlých stanovišť (Hofhanzlová 2006, Křenová 2014). Další lokality na našem území jsou považovány za druhotné a pravděpodobně vznikly záměrným výsevem po 2. světové válce (Čeřovský et al. 1999). O původním nebo nepůvodním výskytu hořce panonského v Krkonoších se dodnes vedou diskuze. Na několika Krkonošských lokalitách však velmi prospívá (Křenová 2014).

V případě hořce nachového se nejvýznamnější a nejstabilnější populace nacházejí v západních Alpách, horách jihozápadního Norska a Švýcarska (Dítě 2012, Bilz 2013). Vyskytuje se také v řadě dalších evropských zemí. Jmenovitě se jedná o Německo, kde je považován za druh vzácný s ojedinělým výskytem vázaným na úpatí bavorských Alp, severní Itálii a Francii (Bilz 2013). Ve Švédsku se nachází pouze jediná známá populace (Křenová 2014). Hořec nachový je nepůvodním druhem naší květeny nacházející se výhradně na území Hrubého Jeseníku.

1.2.3 Výskyt v CHKO Jeseníky

Hořec tečkovaný je na území Hrubého Jeseníku omezen na subalpínský stupeň a vyskytuje se ve vrcholových partiích těchto hor. Nicméně v minulosti býval tento druh přítomný i na odlesněných místech supramontánního stupně (Kirschner a Kirschnerová 2000). Neschopnost přesně určit místa přirozeného rozšíření tohoto hořce a místa s jeho záměrným vysazením vedly od roku 1945 ke stále většímu zájmu botaniků. Již v 70. letech 20. století bylo známo větší množství lokalit, které se s přibývajícím pozorováním postupně navyšovaly (Tannert 1978, Vítek 2009). V současnosti se populace nacházejí na několika místech. Mezi lokality s významnými a stabilními populacemi se řadí oblast Velké Kotliny a severozápadní svahy Petrových kamenů. Dále jsou známé tyto lokality: Kamzičnick, Sněžná kotlina, Tabulové skály, vrcholové částí a západní svah Keprníku, kotlina Šeráku, Vozka, pramenná oblast Keprnického a Klepáčského potoka, Pradědova kotlina, Sokol, východní svah Břidličné, Sviní žleb a západní svahy Vysoké hole. V posledních desetiletích se postupně šíří, dochází k nárůstu populací a přibývají nové lokality. Přestože se tento druh šíří samovolně, tak je také záměrně vysazován (Bureš 2013, Křenová 2014).

Hořec panonský je nepůvodním druhem Jesenické květeny (Soják 1975). První výskyt jedinců je datován od roku 1956 v okolí chaty Kurzovní. V současnosti zůstává lokalita chaty Kurzovní co do výskytu nejpočetnější a dochází zde k vysokému nárůstu početností. Až do přelomu tisíciletí se tento druh vůbec nešířil. Dnes jsou zmapované tyto lokality výskytu: Vysoká hole, okolí Petrových kamenů, Velká kotlina, východní rozsocha Pradědu, Pradědský příkop, Ptačí louka, jihovýchodní úbočí Malého dědu, Větrná louka, Hladový důl a prostor mezi Velkou kotlinou. Mimo samovolné šíření prokazatelně dochází k jeho výsevu (Bureš 2013).

Kvetoucí rostliny hořce nachového se začaly objevovat až v posledních letech na několika místech v Hrubém Jeseníku (Štencel 2013). V současnosti se nacházejí na temeni Vysoké hole soustředěné do několika málo populací. Hořec nachový je nepůvodním druhem naší květeny vlivem záměrné výsadby (Bureš 2013). O jeho výskytu v Hrubém Jeseníku se dlouho nevědělo pravděpodobně v důsledku špatně odlišitelnosti jeho semenáčků od podobného hořce panonského (Štencel 2013).

1.2.4 Ekologické nároky

Všechny tři zájmové druhy jsou popsány s pomocí Ellenbergových indikačních hodnot. Hořec tečkovaný je hemiheliofit až heliofyt obývající plochy s dostatkem prosluněných míst. Prospívá v chladných, dokonce až mrazivých polohách subalpínského stupně. Z hlediska kontinentality se řadí k suboceanickým druhům. Roste na čerstvých půdách s průměrnou vlhkostí, u kterých nedochází k opakovanému vysychání. Z hlediska půdní reakce je druhem primárně kyselých půd, ojediněle i neutrálních. Vhodnými stanovišti jsou živinami chudé lokality, které upřednostňuje před živinami bohatšími. Z hlediska tolerance ke koncentraci lehce rozpustných solí je hořec tečkovaný glykofytem, tedy druhem netolerantním k zasolení (Chytrý et al. 2018, Pladias 2023a).

Hemiheliofyt hořec panonský preferuje částečně prosluněné lokality. Snáší nízké mrazivé teploty subalpínského stupně. Z hlediska kontinentality se řadí k suboceanickým druhům. Vyhledává čerstvé půdy s průměrnou vlhkostí, které mohou být kyselé až velmi kyselé. Neprospívá na vlhkých a vysychajících půdách. Vhodné jsou živinami chudé a pouze výjimečně bohatší lokality. Hořec panonský se řadí k druhům netolerantním k solím (Chytrý et al. 2018, Pladias 2023b).

Hořec nachový je druhem částečně světlých míst řazený mezi hemiheliofity. Z hlediska teploty je druhem velmi chladných subalpínských poloh. Z hlediska kontinentality se řadí k suboceanickým druhům. Roste na čerstvých, středně vlhkých půdách. Vyhledává kyselé živinami velmi chudé půdy. Hořec nachový je druhem netolerantním k zasolení (Landolt et al. 2010, Chytrý et al. 2018).

1.2.5 Stanovištní nároky

Hořec tečkovaný je bylinou subalpínského až alpínského stupně, vzácně i montánního (Pruša 2005). Nachází se na kamenitých a travnatých holích, okrajích lesů a na travnatých rozvolněných místech mezi kosodřevinou (Tyller 1974, Pruša 2005). Svým výskytem je vázán na subalpínské louky a vysokostébelné trávníky, vyznačující se jejich druhovou pestrostí. Jejich výskyt není ojedinělý ani v mělkých depresích s dlouhotrvající sněhovou pokrývkou (Kirschner a Kirschnerová 2000). Vyhledává značně vlhké, hlubší, vysoce humózní, skeletovité půdy s dostatečně prosluněným stanovištěm (Tyller 1974, Kirschner a Kirschnerová 2000). Vhodné jsou kyselé až neutrální půdy a silikáty. Společenstva svazu, kterým patří jsou *Nardion*, *Calamagrostion arundinaceae*, okrajově i *Juncion*

trifidi a *Calamagrostion villosae* (Kirschner a Kirschnerová 2000). Populace Hrubého Jeseníku rostou ve společnosti porostů třtiny chloupkaté, borůvky a metličky křivolaké (Bureš 2013).

Hořec panonský je rostlinou horského až subalpínského stupně (Průša 2005). Roste na výslunných nepřilíh zamokřených stanovištích a kamenitých loukách s převahou smilky tuhé. Vhodnou lokalitou jsou i květnaté loučky v blízkosti vodních toků. V okolí lesů se vyskytuje v přítomnosti brusinky nebo vřesu. Pokud se jedná o rašeliništní stanoviště, vyhledává spíše jejich sušší okraje (Soják 1975). Častým stanovištěm jsou také sekundární vřesoviště na bývalých pastvinách a některé lokality s pozůstatky po rýžování zlata. Semenáčkům se výrazně daří na plochách s odstraněným drnem (Křenová 2014). Vyhledává živinami chudé a mírně vlhké půdy (Kirschner a Kirschnerová 2000). Společenstva svazu, ke kterým nejčastěji patří jsou *Nardion*, méně často *Dryopteridi-Anthyrion* (Čeřovský et al. 1999). V našich zeměpisných podmínkách se vyskytuje v rozmezí od 700 do 1300 m n. m., nejčastěji však v montánním stupni od 900-1100 m n. m. (Soják 1975, Kirschner a Kirschnerová 2000).

Výskyt hořce panonského v Alpách je vázán na horské pastviny, primárně na smilkové hole. Dále obsazuje stanoviště v květnatých nivách karů, sutích a na travnatých plochách mezi klečí a horskými smrčínami (Soják 1975). V nejvyšších polohách Šumavských plání se obvykle nachází ve smilkových okrajích rašelinišť, krátkostébelných trávnících a v blízkosti potoků na malých loučkách (Hofhanzlová 2006, Křenová 2014). Populace jsou vázány na oblasti bezlesí zejména v okolí sídelních enkláv, na kterých se v minulosti pohybovalo velké množství dobytka (Hofhanzlová 2006). V Krkonoších na východním svahu Studniční hory se nachází v krátkostébelném alpínském trávníku s kostřavou nízkou. V Hrubém Jeseníku roste ve společenstvech otevřených holí (Bureš 2013).

Hořec nachový je rostlinou subalpínského a alpínského stupně. Mezi vhodné stanoviště patří především pastviny, vysokobylinné nivy a keříčkovité porosty. Na menších subalpínských pastvinách se může vyskytovat ve společnosti olše zelené. Švédská populace se nachází v blízkosti bažin a potůčků (Dítě 2012, Bilz 2013). Obvykle se nachází na nevápenatých, vlhčích a humózních půdách. Vyskytuje se ve výškovém rozmezí od 1200 do 2800 m n. m., v Norsku i v nižších polohách (Dítě 2012).

1.2.6 Stanovená ochrana a stupeň ohrožení

Zákonem chráněný zástupce české květeny hořec tečkovaný je v červeném seznamu cévnatých rostlin ČR (2017) zařazený jako kriticky ohrožený vzácný (C1r) (Grulich a Chobot 2017). Podle mezinárodních kategorií IUCN stanovených v červeném seznamu je řazen jako ohrožený (EN) (AOPK 2023a). Hořec tečkovaný byl v minulosti ohrožen především sběrem kořenu, pro který byl téměř vyhuben (Křenová 2014). Vzhledem k pomnutí ohrožení sběrem kořenů došlo v regionálním červeném seznamu k zařazení hořce tečkovaného do druhu vzácných (R). Aktuální ohrožení je způsobeno záměrnou introdukcí nepůvodního hořce nachového (Bureš 2013, Grulich a Chobot 2017). V posledních letech prokazatelně dochází k jejich samovolnému křížení (Bureš 2013). Dalšími zeměmi s ohrožením hořce tečkovaného jsou: Bulharsko (ohrožený EN), Německo (zranitelný VU), Rumunsko (vzácný R), Slovensko (téměř ohrožený NT), Švýcarsko (málo dotčený LC/LR), Ukrajina (zranitelný VU) a Srbsko (zranitelný VU). V Chorvatsku je celý rod *Gentiana* chráněn zákonem (Khela 2013a, AOPK 2023a).

Hořec panonský je v Červeném seznamu cévnatých rostlin ČR (2017) zařazený jako silně ohrožený vzácný (C2r) (Grulich a Chobot 2017). Podle mezinárodních kategorií IUCN stanovených v červeném seznamu je řazen jako ohrožený (EN) (AOPK 2023b). Záměrným vysazováním hořce panonského do předem připravené půdy s odstraněným drnem dochází k trestné činnosti manipulací se zákonem chráněným druhem, poškozováním vegetace v národní přírodní rezervaci a vysazováním nepůvodních druhů v NPR (Bureš 2013). Vzhledem k nepůvodnímu výskytu na území Hrubého Jeseníku se dlouho nevědělo, zda hořec panonský na regionální červený seznam začlenit, nyní je zařazen mezi druhy nejasné (P). Z totožných důvodů nebyl uveden v krkonošském černém a červeném seznamu (Bureš 2013). V dalších zemích je na červeném seznamu uveden v Německu (ohrožený), Švýcarsku (ohrožený EN) a Rakousku (ohrožený EN), kde je uveden jako ohrožený vlivem úbytku malých populací poblíž hranic s Českou republikou (Khela 2013a).

Nepůvodní a záměrně vysazený hořec nachový není na našem území zákonem chráněným druhem. Stabilní populace a největší populace hořce nachového se nachází v Norsku a Švýcarsku, kde je v národním červeném seznamu řazen jako málo dotčený (LC). Dalšími zeměmi se zákonnou ochranou hořce nachového je Německo (vzácný R) a Švédsko (kriticky ohrožený CR) (Bilz 2013).

2 Cíle práce

1. Nalezení vhodných morfometrických znaků k odlišení rostlinných druhů se zaměřením na hořce (rod *Gentiana*).
2. Zachycení morfometrické proměnlivosti ve sledovaných znacích na adekvátně velkém vzorku populací sledovaných druhů (tj. sběr dat v terénu).
3. Porovnání zájmových druhů na základě zvolených znaků a odpovídajících statistických metod.

3 Metodika

3.1 Charakteristika území

Vybraným zájmovým územím je NPR Praděd, která je zároveň nerozsáhlejší rezervací v CHKO Jeseníky. Tato rezervace se nachází na severovýchodě České republiky o rozloze 2031,40 ha v nadmořské výšce v rozmezí 650-1491 m (Čeřovský et al. 2007). Jeho nejvyšší polohy nad horní hranicí lesa (1320 m n. m.) pokrývají vyfoukané alpínské trávníky tvořené porosty kostřavy nízké a metličky křivolaké (Chytrý 2010). Vlivem izolovanosti pohoří, modelace a nadmořské výšky jsou zde rozšířeny i glaciální relikty a endemity, např. lipnice alpská (*Poa alpina*), lipnice jesenická (*Poa riphaea*) a zvonek český jesenický (*Campanula bohemika* subsp. *gelida*). Z lesního společenstva jsou zastoupeny převážně kulturní smrčiny a dochované pozůstatky klimaxových a podmáčených smrčín. Charakteristické jsou také rašeliništní biotopy ve sníženinách horských hřbetů a v okolí Rejvízu (Šafář 2003, Čeřovský et al. 2007). Rezervace je chráněna pro její celostátně unikátní a mimořádně zachovalý ekosystém alpínského, subalpínského i montánního stupně, který byl vývojově poznamenán kryogenní genezí (Čeřovský et al. 2007).

3.1.1 Geomorfologie

Hrubý Jeseník je rozsáhlým pohořím, které v minulosti prošlo složitým geomorfologickým vývojem. Území NPR Praděd spadá do provincie Česká Vysočina, Krkonošsko-jesenické subprovincie a Jesenické oblasti. Geomorfologický celek Hrubý Jeseník zaujímají podcelky Keprnická hornatina, Medvěďská hornatina a Pradědská hornatina. Celky Zlatohorská vrchovina a Hanušovická vrchovina protínají území pouze částečně. NPR Praděd se nachází ve vrcholových plochých partiích a přilehlých příkrých svazích Pradědského a Vysokoholského hřbetu. Nejvyšším vrcholem je Praděd, tyčící se do výšky 1491,3 m n. m. (Šafář 2003, Čeřovský et al. 2007, Bína 2012). Geomorfologicky a zároveň botanicky hodnotné lokality byly vytvořeny prostřednictvím intenzivního mrazového zvětrávání v období pleistocénu (Čeřovský et al. 2007, Kočí 2019). Typickými periglaciálními tvary jsou kryoplanační terasy, mrazové sruby a srázy, kamenná moře, balvanové proudy, tory a karové sníženiny. Zajímavostí je výskyt tzv. kamenných ledovců, jež jsou tvořeny bloky křemenců s plazivou formou smrku

v nejvýchodnějším cípu rezervace. Územím protékají vodní toky s hluboce zaříznutými údolími, které se podílely na jeho modelaci (Čeřovský et al. 2007).

3.1.2 Geologie

Z geologického hlediska patří NPR Praděd do moravskoslezské zóny Českého masívu (Bína 2012). Oblast Hrubého Jeseníku má bohatý geologický podklad s pestrým zastoupením vyvřelých, usazených a přeměněných hornin (Šafář 2003). Za rozmanitostí těchto hornin stojí stamiliony let probíhající vývoj tohoto území. Tato oblast se rozděluje do několika hlavních geologických jednotek charakteru kleneb, jejichž jádra pocházejí ze starých předdevonských hornin. Hřebeny jsou tvořeny desenskou klenbou na východě a keprnickou na západě. V devonu byla tato oblast zaplavena prvohorním mořem, na jehož dně se usazovaly štěrky, písky, jíly, vápnité kaly i sopečný popel. Z těchto mořských sedimentů se prostřednictvím horotvorných procesů staly tzv. přeměněné horniny jako např. metakvarcity, fylity a břidlice (Šafář 2003, AOPK 2023). Během vrásnění na konci prvohor moře ustoupilo a ke konci horotvorných pochodů v karbonu se pohoří rozlámalo na mohutné kry, které se různě posouvaly (AOPK 2023). Utváření pohoří značně ovlivnila eroze, jejíž důsledkem se povrch začal postupně zarovnávat (Šafář 2003, AOPK 2023). Starohorní až prvohorní ruly, svory a erlány pokrývají téměř celou oblast. Konkrétně se jedná především o fylonitizované, chloritizované ruly a chloriticko-sericitické břidlice. Velkou kotlinu pokrývají i fylity s polohami bazických hornin (Šafář 2003, Čeřovský et al. 2007).

3.1.3 Pedologie

Vzhledem k rozmanitému geologickému podkladu s pestrým zastoupením hornin se na území rozprostírá široké množství půdních druhů a typů, které vznikají obvykle na kyselých horninách (Šafář 2003, Čeřovský et al. 2007, Kočí 2007). V oblasti Vysoké hole a Petrových kamenů se nacházejí polygonální, girlandové a brázděné půdy. Trvale zamokřená prameniště a potoky obklopují vrchovištní organozemě a organozemní gleje (Čeřovský et al. 2007). V nejvyšších polohách se nachází alpské půdní formy a rašeliništní vrchovištní půdy. Severní oblast pokrývají převážně kambizemě a nivní půdy (Šafář 2003). Kromě těchto půd zde nalezneme rovněž humusové a kambické podzoly nesoucí znaky oglejení (Čeřovský et al. 2007). Ve vrcholových partiích můžeme nalézt strukturní půdy, které vznikají za působení střídavého mrznutí a tání povrchové

vrstvy půdy, a dochází tak k vytlačování více namrzavých částí půdního profilu vzhůru (Kočí 2007).

3.1.4 Klimatologie

Hrubý Jeseník se rozkládá na rozhraní dvou klimatických oblastí. Vysoké jesenické hřbety nad hranicí 1200 m jsou typické chladným klimatem, dlouhotrvající sněhovou pokrývkou a mrazovými pochody s převládajícími silnými větry. V těchto polohách se mrazové pochody mohou objevovat v průběhu celého roku. Chladné území Jeseníku spadá mezi nejchladnější oblasti České republiky s průměrnou roční teplotou 7,1 °C. (Šafář 2003, Chytrý 2010). Počet mrazových dnů dosahuje dokonce více než 190 (Kočí 2019). Roční srážkové úhrny jsou 846 mm. Léto je obvykle chladné, vlhké a velmi krátké. Období mezi létem a zimou je mírně chladné. Období zimy je velmi chladné, typické velkým množstvím sněhových srážek (Šafář 2003, Chytrý 2010). Z hlediska klimatologie je významná lokalita Velké kotliny, kde se nachází tzv. sněžníky, které se vytvářejí ve sníženinách, v místech s akumulací sněhu. Sněžníky vznikají na závětrných svazích a vytrvávají po dobu v rozmezí 8-10 měsíců. K jejich úplnému odtání dochází až koncem července (Chytrý 2010).

3.2 Vymezení sledovaných lokalit

Morfometrická měření všech tří zájmových druhů hořců byla provedena na vybraných lokalitách v NPR Praděd (viz Obrázek 1). Lokality byly zvoleny na základě dlouhodobého monitoringu hořců, který probíhá v CHKO Jeseníky. Vybrané lokality byly zaznamenány s pomocí GPS souřadnic.

Hořec tečkovaný byl měřen na několika vybraných lokalitách (viz Tabulka 2). Hojné populace se nacházejí ve Sviním žlebu a pro účel jejich měření byly vybrány dvě nejpočetnější populace. Dále byl vybrán severovýchodní svah Petrových kamenů, který zároveň patří k botanicky nejcennějším jeseníckým lokalitám. Mocná sněhová pokrývka zde poskytuje ochranu a vláhu pro rostliny (Banaš 2017).

Lokalita	m n. m.	GPS souřadnice	Expozice
Sviní žleb	1413	50°3'39.021"N, 17°13'38.856"E	SZ
Sviní žleb – studánka	1358	50°3'41.988"N, 17°13'34.884"E	SZ
Pod Petrovými kameny	1355	50°4'10.055"N, 17°14'12.132"E	SV
Větrná louka	1413	50°3'43.938"N, 17°14'31.923"E	JV

Tabulka 2: Lokality hořce tečkovaného (*G. punctata*)

Hořec panonský byl měřen na jediné lokalitě z hlediska největší početnosti této populace a zároveň nejstaršího nepůvodního naleziště tohoto druhu na území Hrubého Jeseníku (viz Tabulka 3). Vybraná lokalita za chatou Kurzovní se rozprostírá přes kamenný můstek vedoucí do lesa, pod kterým protéká potůček ze studánky u Potoční chaty. Tato lokalita je jako jediná přístupná turistům.

Lokalita	m n. m.	GPS souřadnice	Expozice
Chata Kurzovní	1318	50°4'32.896"N, 17°13'26.727"E	SV

Tabulka 3: Lokality hořce panonského (*G. pannonica*)

Hořec nachový byl měřen na několika vybraných lokalitách (viz Tabulka 4). Tyto lokality se nacházejí a Vysoké holi v pumových prohlubních, které jsou pozůstatkem na proběhlá dělostřelecká cvičení v letech 1919-1922 (Kočí 2007). Všechny lokality se nacházejí ve vzájemné těsné blízkosti, přičemž jedna z nich je zřetelně největší. Oblast

Vysoké hole je jediným místem výskytu hořce nachového v Hrubém Jeseníku. Tato lokalita je z hlediska ekologických nároků hořců ideálním prostředím pro jejich vyklíčení (Ekrťová 2014). Zároveň se jedná o konfliktní oblast z hlediska možného křížení (Siostrzonková 2020).

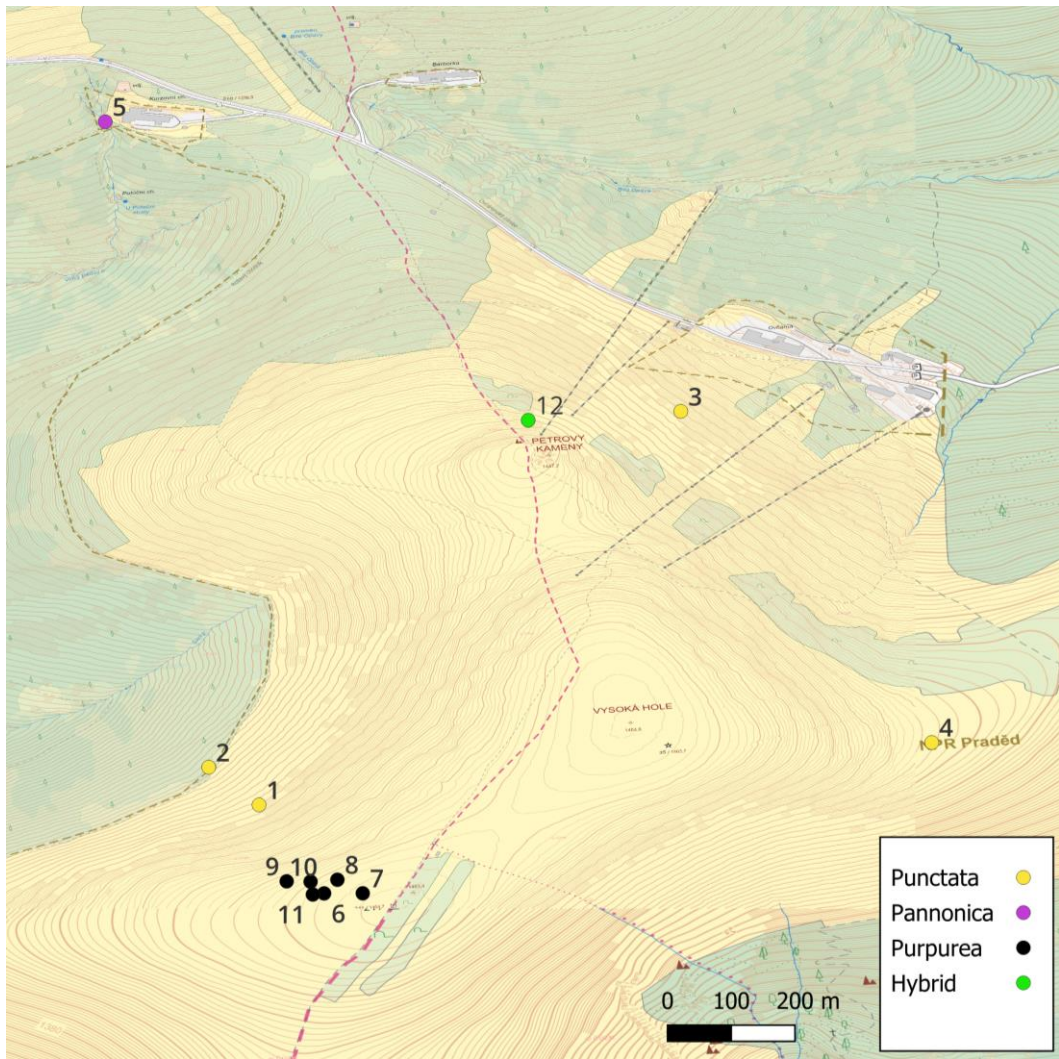
Lokalita	m n. m.	GPS souřadnice	Expozice
Vysoká hole – velký závrť	1460	50°3'31.950"N, 17°13'43.100"E	SZ
Vysoká hole – 1 závrť	1461	50°3'32.037"N, 17°13'43.990"E	SZ
Vysoká hole – 2 závrť	1463	50°3'32.043"N, 17°13'47.039"E	SZ
Vysoká hole – 3 závrť	1460	50°3'33.112"N, 17°13'45.039"E	SZ
Vysoká hole – 4 závrť	1456	50°3'32.988"N, 17°13'41.039"E	SZ
Vysoká hole – 5 závrť	1459	50°3'32.963"N, 17°13'42.923"E	SZ

Tabulka 4: Lokality hořce nachového (*G. purpurea*)

Hybridi byli měřeni na dvou lokalitách. Tyto lokality se nacházejí a Vysoké holi v pumových prohlubních v blízkosti hořce panonského a pod Petrovými kameny v blízkosti vleku A (viz Tabulka 5). Na této lokalitě se vyskytuje i hořec panonský spolu s těmito hybridy v jejich těsné blízkosti.

Lokalita	m n. m.	GPS souřadnice	Expozice
Vysoká hole – velký závrť	1460	50°3'31.950"N, 17°13'43.100"E	SZ
Pod Petrovými kameny	1418	50°4'9.354"N, 17°14'0.087"E	S

Tabulka 5: Lokality hybridů

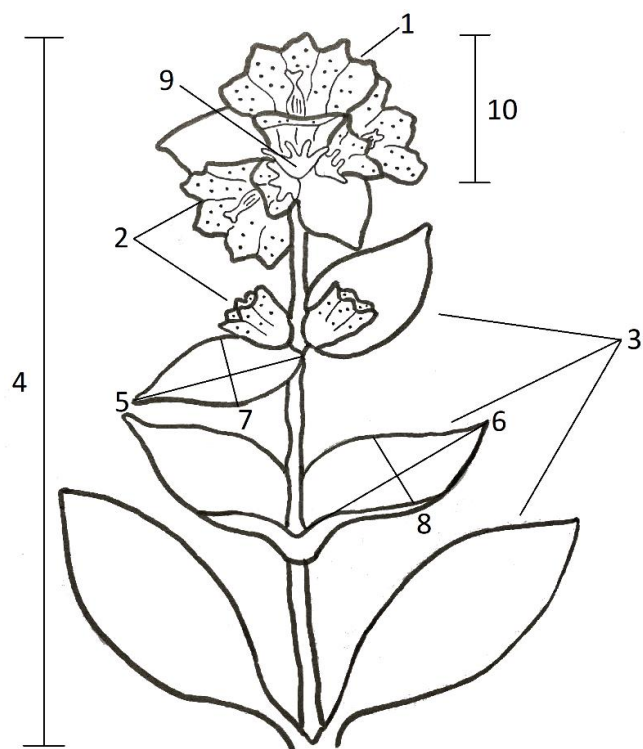


Obrázek 1: Vybrané lokality zájmových druhů

3.3 Postup měření

Měření vybraných morfometrických parametrů u sledovaných druhů probíhalo v červenci 2021 na všech fertálních lodyhách náhodně vybraného trsu rostliny ve 25 trsech pro každý druh. Jelikož hořce vytváří polykormony, byly pro měření zvoleny trsy (skupiny fertálních lodyh). Měřeny byly také jednoznačně nezařaditelné rostliny (hybridy) v počtu 30 lodyh. Vybrané fertální lodyhy náhodně vybraného trsu rostlin nebyly značkovány.

Prvním měřeným parametrem byl počet květů a listů. V případě květů se jednalo o jejich počet v úžlabí horních listů a zároveň i o květy v úžlabí listů v dalších patrech směrem dolů. Celkový počet listů byl zaznamenán na lodyze a v přízemní listové růžici. Dalším vybraným parametrem je výška lodyhy, která byla měřena od báze země po nejvyšší vrchol včetně květu. Následně byla měřena délka a šířka horního listu nacházejícího se pod květenstvím a u listu ve střední části lodyhy. V případě, že rostlina měla pouze tři listová patra, byl jako horní list zvolen ten, jenž se nachází pod vrcholovým květenstvím. Parametr počet cípů kalichu byl přepočítán u všech květů na vrcholu lodyhy. V tomto případě došlo ke zprůměrování všech počtu cípů kalichu v daném květenství. Posledním zvoleným parametrem je výška koruny, která byla měřena od nejnižšího bodu koruny po nejvyšší bod koruny. U posledního parametru došlo také ke zprůměrování jednotlivých výšek květných korun v daném květenství.



Obrázek 2: Nákres postupu morfometrického měření

Číslo	Parametr	Měření
1	Počet květů – vrchol	Počet v úžlabí horních listů
2	Počet květů – celkový	Počet v úžlabí horních listů a počet zbývajících květů
3	Počet listů	Celkový počet listů na lodyze
4	Výška	Od báze lodyhy po vrchol květenství (cm)
5	Délka listu – horní	Horní list pod květenstvím, od vrcholu listu ke středu bazální části listu (cm)
6	Délka listu – prostřední	List ve střední části rostliny, od vrcholu listu ke středu bazální části listu (cm)
7	Šířka listu – horní	Horní list pod květenstvím, v nejširší části listu (cm)
8	Šířka listu – prostřední	List ve střední části rostliny, v nejširší části listu (cm)
9	Počet cípů kalichu	Počítáno u všech květů v úžlabí horních listů daného jedince
10	Výška koruny	Od nejnižšího po nejvyšší bod koruny (cm)

Tabulka 6: Postup morfometrického měření

3.4 Analýza dat

Pro porovnání vybraných hořců byly vybrány tyto morfometrické ukazatele: počet květů v úžlabí horních listů a celkový počet listů, výška rostliny, délka a šířka horního a délka a šířka prostředního listu, počet cípů kalichu a výška koruny. Některé znaky byly vybrány na základě vlastních terénních zkušeností. Statistické výpočty byly provedeny na vzorku 240 dat pro každý znak. Pro samotný výpočet byl využit Program R-4.3.1 a jeho grafické prostředí R Studio.

K nalezení statistické významnosti v rámci jednotlivých parametrů byla použita jednocestná ANOVA. Jako hladina významnosti byla zvolena obecně nepoužívanější hodnota 0,05. V případě zamítnutí nulové hypotézy byly konkrétní rozdíly mezi jednotlivými skupinami dále dokazovány pomocí post-hoc testů. Konkrétně se jedná o využití Tukey HSD testu a Games-Howell testu. Zachování předpokladu normality bylo provedeno pomocí Shapiro-Wilkova testu, přičemž se všechny body nacházely okolo referenční linie. Homogenita dat byla prokazována pomocí Levenova testu shody rozptylu. V případě, že nedošlo k dokázání shody rozptylu, byl dále využit neparametrický Games-Howell test.

V tomto odstavci bych chtěla zmínit problematiku rozdílu počtu naměřených hodnot u jednotlivých druhů. U druhů *Gentiana punctata*, *pannonica* a *purpurea* bylo naměřeno podobné množství vzorků. Nicméně v případě hybridů z důvodu nižšího výskytu nebylo možné obdobného počtu vzorků dosáhnout. Z tohoto důvodu bylo nutné provést další statistické operace, které dokážou významnost naměřených hodnot. Konkrétně se jedná o výpočet směrodatné odchylky a intervalu spolehlivosti. Na základě výsledků těchto funkcí bylo rozhodnuto počet naměřených vzorků hybridů do výpočtů zařadit. Výsledky se u druhu hybridů nijak významně neodlišovaly od ostatních skupin a počet vzorků je shledán jako relevantní a dostačující pro potřeby této práce.

Po vyhodnocení těchto analýz byly ve výsledcích vynechány parametry počtu listů a šířky listu, jelikož docházelo k překryvu hodnot mezi sledovanými druhy. Tento výsledek se předpokládá na základě již provedeno výzkumu Hertlové et al. (2016). Tyto parametry byly přesto znovu použity pro další měření se zahrnutím hybridů s předpokladem přechodných znaků.

4 Výsledky

4.1 Výsledky statistických analýz

Výsledky ANOVA testu odlišnosti ve vybraných morfologických znacích mezi jednotlivými druhy (viz Tabulka 7). V testu vyšly průkazné rozdíly u všech sledovaných znaků.

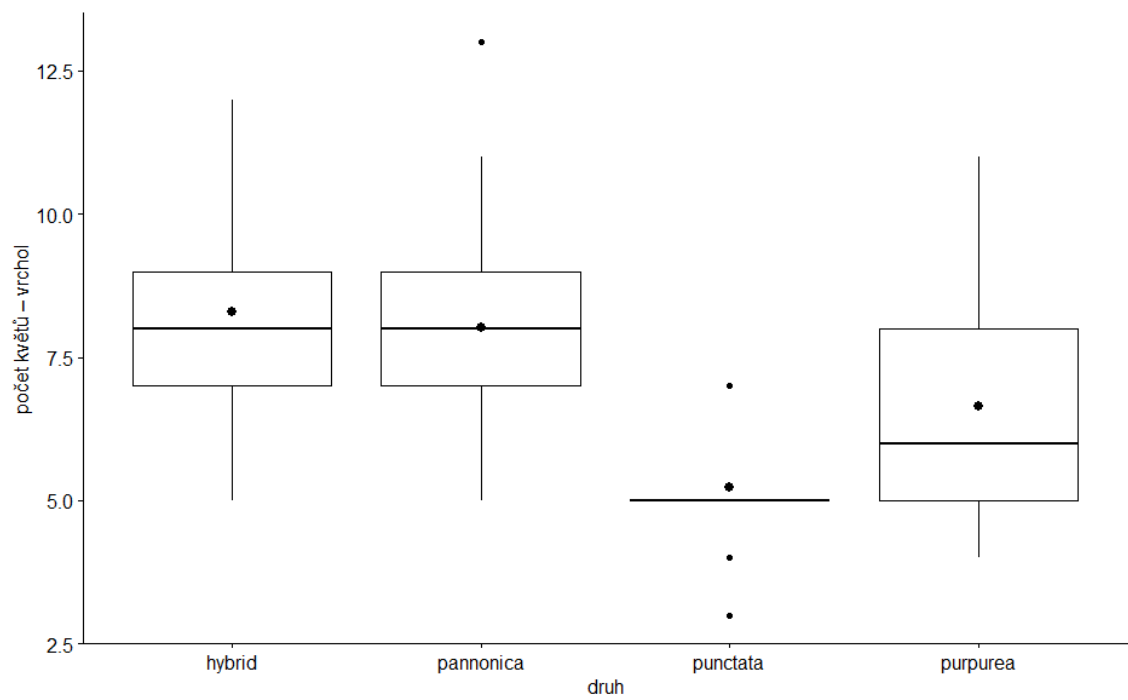
Parametr	F	p
Počet květů – vrchol	48,95	<0,001
Počet květů – celkový	51,82	<0,001
Výška rostliny	31,48	<0,001
Délka listu – horní	39,92	<0,001
Délka listu – prostřední	82,5	<0,001
Počet cípů kalichu	216,8	<0,001
Výška koruny	201,5	<0,001

Tabulka 7: Výsledky ANOVA testu odlišnosti mezi jednotlivými druhy

4.1.1 Počet květů – vrchol

Počet květů na vrcholu rostliny se mezi druhy liší (viz Tabulka 7). S pomocí Games-Howell testu bylo zjištěno, že druhy *Gentiana pannonica* × hybrid nejsou statisticky odlišné ($p = 0,861$), nulová pravděpodobnost shody byla mezi druhy *Gentiana punctata* × hybrid a *Gentiana punctata* × *Gentiana pannonica*.

Nejméně květů na vrcholu lodyhy bylo napočítáno u druhu *Gentiana punctata*, přičemž nejčastěji se jednalo o 5 květů. Nejvíce květů bylo napočítáno u druhu *Gentiana pannonica*, a to nejčastěji v počtu 7, 8 a 9 květů. U druhu *Gentiana purpurea* bylo nejčastěji napočítáno 5, 8 a 9 květů. V případě hybridů byly nejčastějšími hodnotami 7 a 9 květů. U všech druhů se častěji vyskytoval lichý počet květů než sudý.

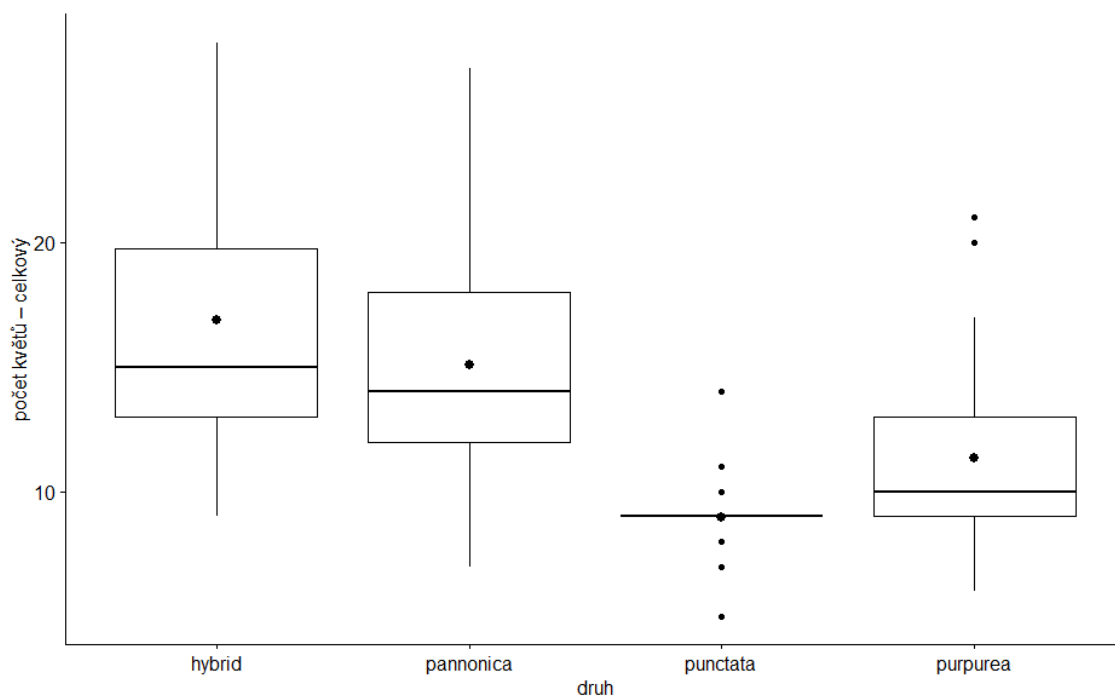


Obrázek 3: Počet květů – vrchol. Krabicový graf s 25–75 % rozpětím variability, znázorněním mediánu, průměru a odlehlých hodnot s pomocí bodů.

4.1.2 Počet květů – celkový

Celkový počet květů na rostlinách se mezi druhy liší (viz Tabulka 7). S pomocí Games-Howell testu bylo dokázáno, že druhy *Gentiana pannonica* × hybrid nejsou statisticky odlišné ($p = 0,361$), nulová pravděpodobnost shody naopak byla mezi ostatními kombinacemi s výjimkou *Gentiana punctata* × *Gentiana purpurea*.

Nejméně květů bylo napočítáno u druhu *Gentiana punctata* (9 květů). Nejvíce květů bylo napočítáno u druhu *Gentiana pannonica* a nejčastěji se jednalo o 13 květů. U druhu *Gentiana purpurea* bylo nejčastěji napočítáno 9 a 10 květů. V případě hybridů bylo nejčastěji počítáno 15 květů. U všech druhů se častěji vyskytoval lichý počet květů než sudý.

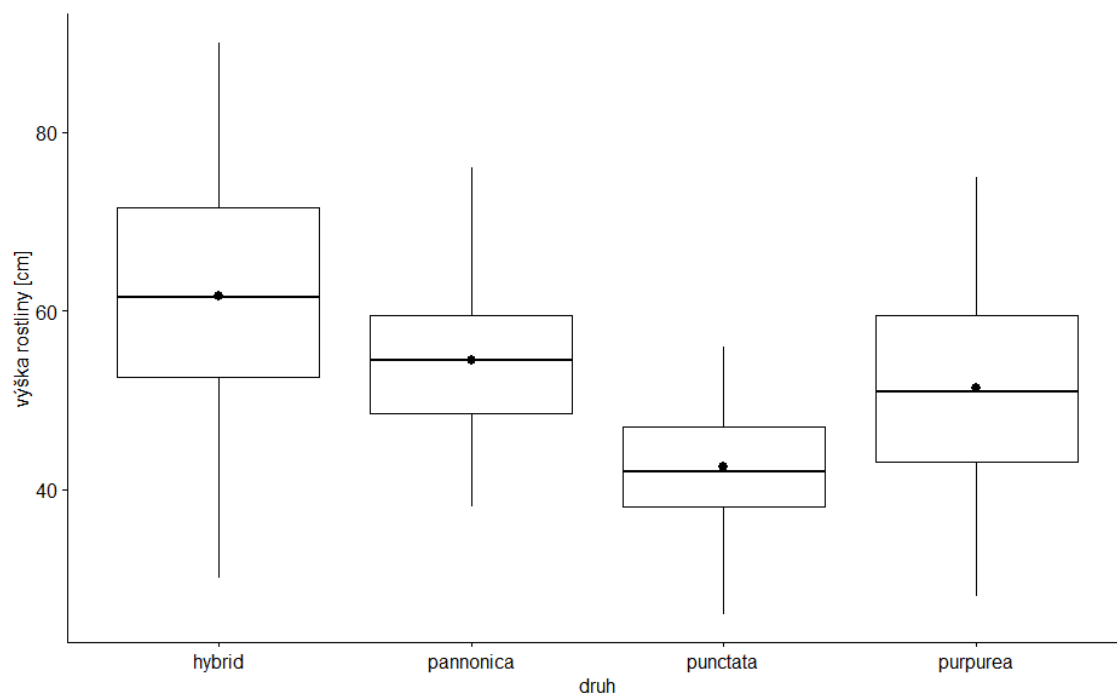


Obrázek 4: Počet květů – celkový. Krabicový graf s 25–75 % rozpětím variability, znázorněním mediánu, průměru a odlehlých hodnot s pomocí bodů.

4.1.3 Výška rostliny

Výška rostlin se mezi druhy liší (viz Tabulka 7). S pomocí Games-Howell testu bylo zjištěno, že druhy *Gentiana pannonica* × *Gentiana purpurea* nejsou statisticky odlišné ($p = 0,226$).

Nejvyšší *Gentiana punctata* dosahovala výšky 56 cm a nejmenší 26 cm. Nejčastěji dorůstala do výšky okolo 40 cm. *Gentiana pannonica* dosahovala nejvýše do výšky 76 cm a oproti tomu nejmenší hodnota činila 38 cm. Nejčastěji dorůstala výšky okolo 55 cm. *Gentiana purpurea* dosahovala výšky 75 cm a nejmenší 28 cm. Nejčastěji dorůstala výšky okolo 50 cm. U hybridů byla naměřena maximální výška 90 cm, která ho řadí ho mezi nejvyšší druhy. Nejčastěji dorůstal výšky v rozmezí 60-70 cm.

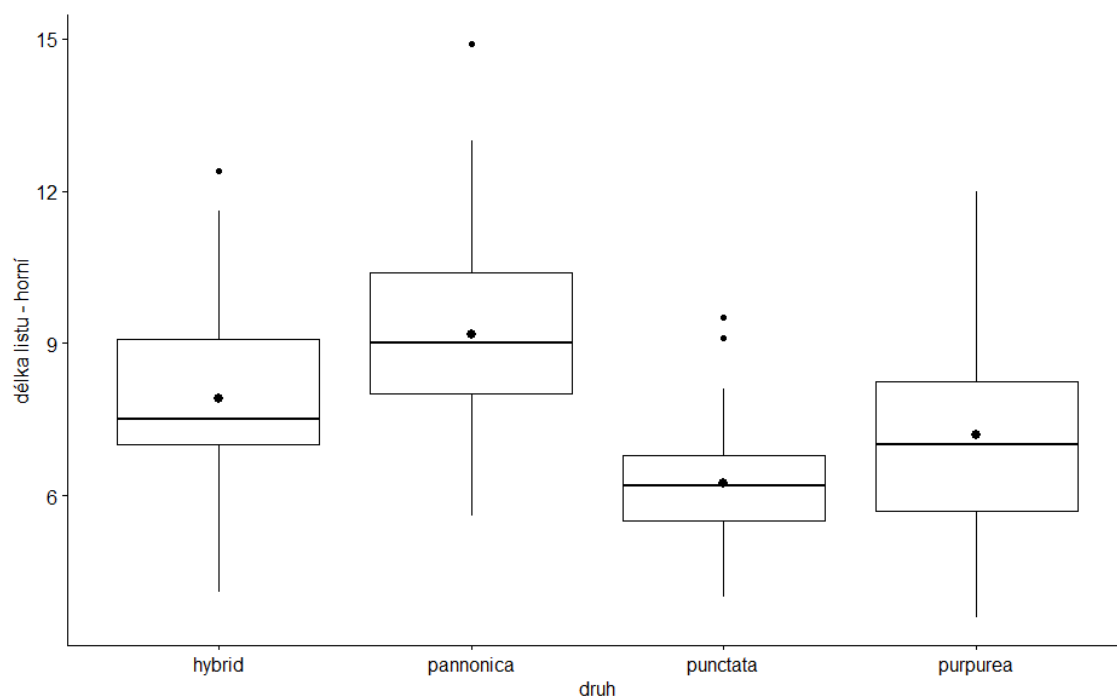


Obrázek 5: Výška rostliny. Krabicový graf s 25–75 % rozpětím variability, znázorněním mediánu, průměru a odlehlých hodnot s pomocí bodů.

4.1.4 Délka listu – horní

Délka horního listu se mezi druhy liší (viz Tabulka 7). S pomocí Games-Howell testu bylo zjištěno, že druhy *Gentiana purpurea* × hybrid nejsou statisticky odlišné ($p = 0,331$).

Listy *Gentiana punctata* nejčastěji dosahovaly délky mezi 5,5-6,5 cm, přičemž nejdelší zaznamenaný list měřil 9,5 cm. Nejdelší listy byly zaznamenány u druhu *Gentiana pannonica* v délce 14,9 cm a nejčastěji dosahovaly délky mezi 8-10 cm. Délka listu u *Gentiana purpurea* byla nejčastěji v rozmezí 5-8 cm. Listy hybridů dosahovaly nejčastěji délky 7-8 cm.

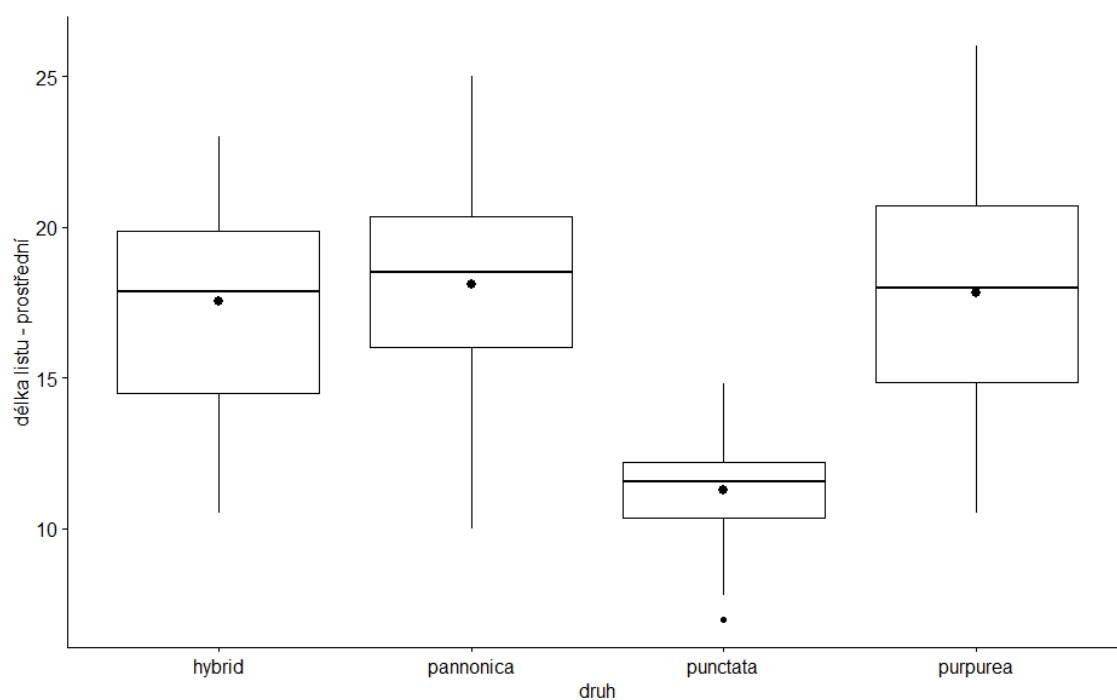


Obrázek 6: Délka listů – horní. Krabicový graf s 25–75 % rozpětím variability, znázorněním mediánu, průměru a odlehlých hodnot s pomocí bodů.

4.1.5 Délka listu – průměrní

Délka průměrního listu se mezi druhy liší (viz Tabulka 7). S pomocí Tukeyho testu bylo zjišeno, že druhy *Gentiana pannonica* × hybrid ($p = 0,863$) a *Gentiana purpurea* × hybrid ($p = 0,982$) a *Gentiana pannonica* × *Gentiana purpurea* ($p = 0,963$) nejsou statisticky odlišné, mezi ostatními skupinami byla nulová pravděpodobnost shody.

Průměrní listy *Gentiana punctata* nejčastěji dosahovaly délky mezi 10-12 cm a nejdelší zaznamenaný list měřil 14,8 cm. Listy *Gentiana pannonica* nejčastěji dosahovaly délky mezi 17-20,5 cm. Nejdelší list byl zaznamenan u druhu *Gentiana purpurea* v délce 26 cm, nejčastěji však dosahovaly 14-20,5 cm. Listy hybridů dosahovaly nejčastěji délky 17-20 cm.

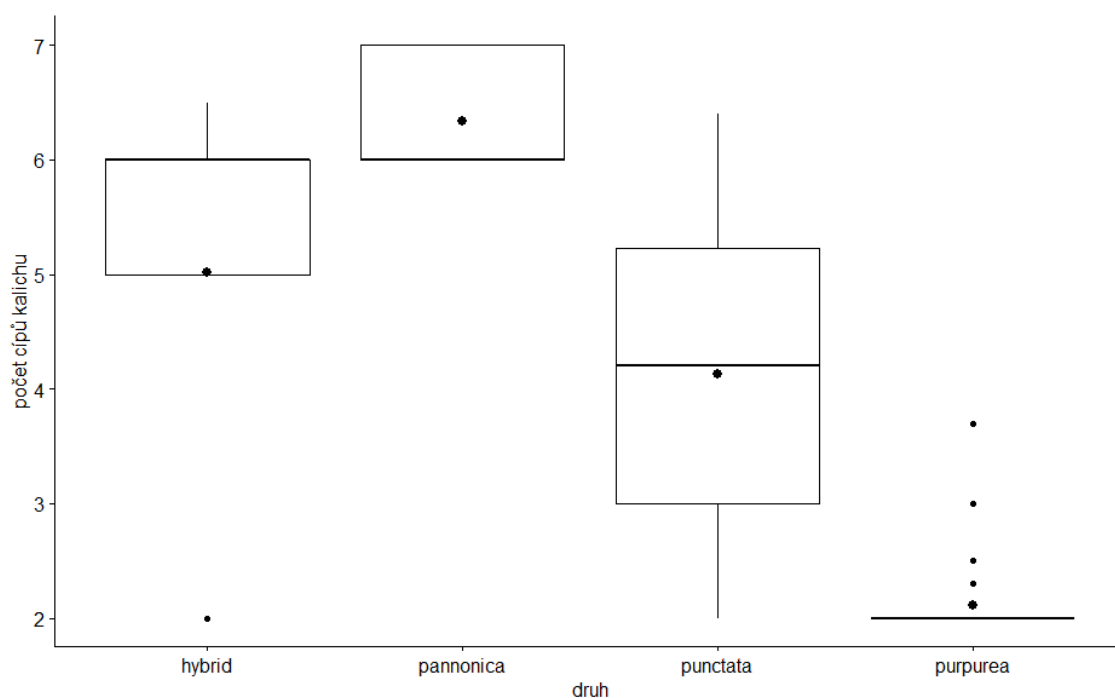


Obrázek 7: Délka listu – průměrní. Krabicový graf s 25–75 % rozpětím variability, znázorněním mediánu, průměru a odlehlých hodnot s pomocí bodů.

4.1.6 Počet cípů kalichu

Počet cípů kalichu se mezi druhy liší (viz Tabulka 7). S pomocí Games-Howell testu bylo zjištěno, že až na výjimku tvořící druhy *Gentiana punctata* × hybrid ($p = 0,071$), jsou všechny skupiny od sebe odlišné s nulovou pravděpodobností shody.

Počet cípů kalichu u *Gentiana punctata* nejčastěji dosahoval počtu 2,8-5,2 cípů. U *Gentiana pannonica* bylo zaznamenáno vždy 6 nebo 7 cípů. Počet cípů u *Gentiana purpurea* nejčastěji dosahoval 2. U hybridů se nejčastěji počet dosahoval 5-6 cípů.

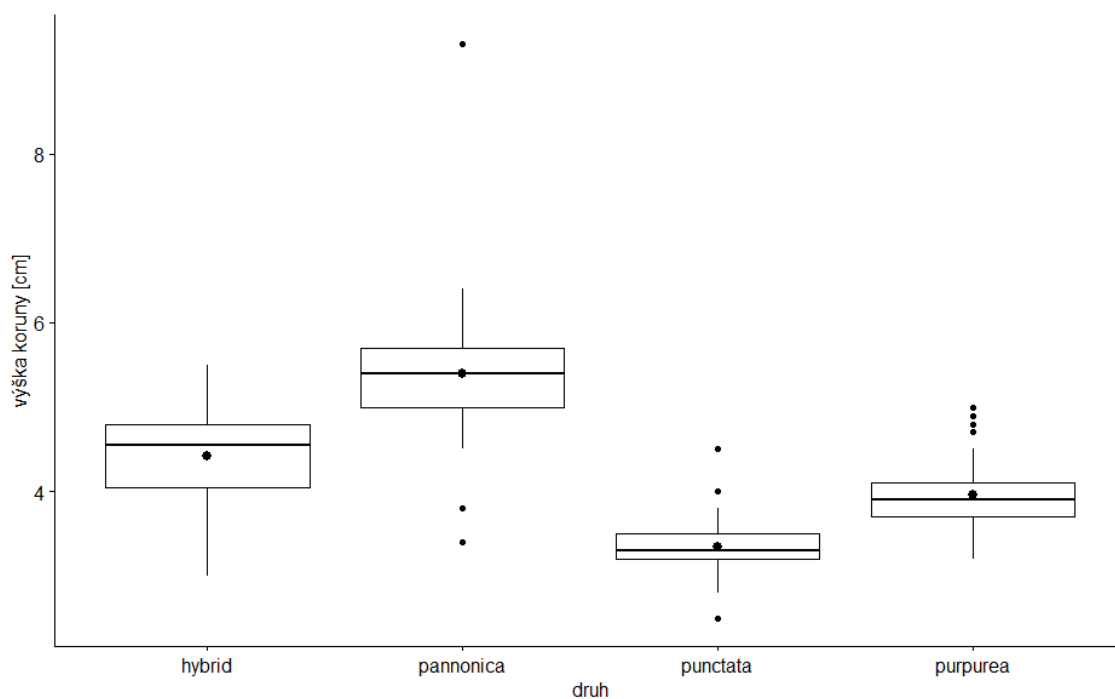


Obrázek 8: Počet cípů kalichu. Krabicový graf s 25–75 % rozpětím variability, znázorněním mediánu, průměru a odlehlých hodnot s pomocí bodů.

4.1.7 Výška koruny

Výška koruny se mezi druhy liší (viz Tabulka 7). S pomocí Games-Howell testu bylo zjištěno, že všechny skupiny jsou od sebe odlišné s nulovou pravděpodobností shody.

Výška koruny *Gentiana punctata* nejčastěji dosahovala 3,2-3,7 cm. Nejvyšší koruna byla naměřena u druhu *Gentiana pannonica* s výškou 9,3 cm a nejčastěji pak dosahovala výšky mezi 5-5,7 cm. U *Gentiana purpurea* nejčastěji dosahovala koruna výšky mezi 3,6-4,3 cm. Výška koruny u hybridů nejčastěji dosahovala 4-4,8 cm.



Obrázek 9: Výška koruny. Krabicový graf s 25–75 % rozpětím variability, znázorněním mediánu, průměru a odlehlých hodnot s pomocí bodů.

5 Diskuse

Tato práce se zabývá využitím morfometrických parametrů pro rozlišení vybraných druhů hořců. Ze statistických analýz vzešly s téměř nulovou pravděpodobností shody mezi skupinami dva průkazné znaky, a to parametr počtu cípů kalichu a výška koruny. Dalšími vhodnými parametry pro jejich rozlišení je počet květů a výška rostliny. Hodnoty délky listů se mezi sledovanými druhy překrývají a nejsou tak zcela vhodné pro rozlišení sledovaných hořců. Studované hybridní rostliny dosahovaly ve většině znaků větších velikostí a hodnot než ostatní sledované druhy, především ve výšce a počtu květů.

Počet květů

Po provedení analýz byl celkový počet květů vyhodnocen jako statisticky významný pro porovnání druhů. Zároveň byl ve výsledcích ponechán počet květů ve vrcholovém květenství pro možnost srovnání s již popsány charakteristikami jednotlivých druhů, neboť právě počet těchto květů bývá v některých případech uváděn (Zimčík 1978, Kirschner a Kirschnerová 2000, Dítě 2012). Největší počet květů byl zaznamenán u hybridů, a naopak nejmenší u hořce tečkovaného. Řeháková (2016) ve své práci uvádí tento znak nejvhodnějším pro rozlišení zájmových druhů hořců. Při porovnání výsledků, lze vidět pouze malé rozdíly, které mohly být způsobeny provedením měření na větším množství lokalit.

Ve své bakalářské práci jsem na lokalitě Sviního žlebu zaznamenala klesající počet kvetoucích rostlin hořce tečkovaného v jednotlivých letech, který může poukazovat na snižování schopnosti generativního rozmnožování (Siostrzonková 2020). Také nelze opomenout pomalý růst hořců a jejich kvetení až po mnoha letech, často také s výraznými sezónními výkyvy (Bureš 2013, Ekrťová 2014). Jejich reprodukční strategie může být ovlivněna také specifickými podmínkami prostředí, klimatickými vlivy nebo dokonce historií stanoviště (Hofhanzlová 2005, Čerovský et al. 2007). Jedním z výrazných ovlivňujících faktorů je akumulace sněhové pokrývky, kdy pomalu odtávající sníh poskytuje rostlinám dostatečnou vláhu na jaře a počátku léta. Sněhová pokrývka zároveň slouží jako ochranná bariéra před promrzáním květních pupenů (Hofhanzlová 2005, Kočí 2019).

Větší počet květů u hybridů by mohl mít za následek větší konkurenceschopnost prostřednictvím několika faktorů. Prvním z nich je opylení, které je v alpínském prostředí

častou limitací vlivem drsných klimatických podmínek (Körner 2003). Květy hořců opylují čmeláci, kteří dokážou rozevřít květ hořců a jsou schopni opylovat i v nižších teplotách tohoto chladného prostředí (Heinrich 1975, Křenová 2014). Přesto nesmíme opomenout fakt, že hořce jsou cizosprašnými rostlinami s prostorově oddělenými prašníky a bliznou a v době, kdy se uvolňuje pyl, není blizna plně receptivní. Dochází tak k postupnému rozevírání květu, a pokud nedojde k opylení, mohou dolů stočené okraje blizny dosáhnout až ke zbytkům prašníku a dojít tak k samoopylení (Hofhanzlová 2006, Křenová 2014). Produkce semen může být dále ovlivňována velikostí a izolovaností populací s možnou výraznou rolí právě nedostačeného opylení (Mavraganis a Eckert 2001, Hofhanzlová 2005).

Výška rostliny

Hořec tečkovaný nejčastěji dorůstá výšky okolo 40 cm a souhlasí tak s již známou udávanou výškou (Bureš 2013). U hořce panonského a nachového byly většinou naměřeny podobné výšky lodyh. Oba tyto druhy dle literatury obvykle dosahují výšky okolo 60 cm (Kirschner a Kirschnerová 2000, Plant word seeds 2015). Hofhanzlová (2006) uvádí dokonce až 100 cm vzrostlé rostliny hořce panonského. Nicméně takto vzrostlé rostliny nebyly v rámci sběru dat nalezeny (maximální naměřená výška 76 cm). Tyto druhy dorůstaly spíše nižších výšek, než uvádí známé literární prameny. Maximální dosažená výška 90 cm byla naměřena u hybrida a řadí ho tak mezi nejvyšší druhy sledovaných hořců. Při testování rozdílů znaků mezi jednotlivými skupinami byla prokázána téměř nulová shoda v porovnání s hybridem a poukazuje na odlišnost hybrida v tomto sledovaném znaku.

V případě hořce tečkovaného Řeháková (2016) udává maximální výšku 42 cm. V rámci tohoto rozdílu jsem provedla srovnání naměřených výšek na jednotlivých lokalitách, kdy na lokalitě Pod Petrovými kameny byli jedinci s nižší výškou než ve Sviním žlebu. Na lokalitě Sviní žleb dorůstaly rostliny větších výšek, přičemž maximální naměřená výška lodyhy dosahovala 56 cm. Sviní žleb je zároveň lokalitou s nejvyšší početnou populací hořce tečkovaného, kterou jsem měla možnost mapovat v roce 2019 v rámci své bakalářské práce (Siostrzonková 2020). Tato skutečnost by mohla být způsobena vhodnými ekologickými podmínkami stanoviště pro tento druh. Přítomnost otevřených plošek ve vegetaci společně s nízkou konkurencí jiných druhů a dostatečně vlhké stanoviště bez trvalého zavodnění je předpokladem úspěšného vyklíčení

semenáčku (Ekrťová 2014). Na druhou stranu nelze ani v případě svahu Pod Petrovými kameny opomenout probíhající management kosení luční biomasy křovinořezem (Čeřovský et al. 2007, Kočí 2011). Jelikož je tento hořec hemiheliofit až heliofyt vyhledávající prosluněné lokality, je pro něj limitujícím faktorem světlo, kterého může být prostřednictvím kompetice se vzrostlou biomasou nedostatek (Isselstein et al. 2002, Chytrý et al. 2018, Pladias 2023a). Tyto zásahy kosením mohou mít za následek minimální kompetici a s tím související ovlivnění jejich vzrůstu na dané lokalitě (Fibich et al. 2012). Zajímavostí by bylo také porovnání produkce semen a počtu květů z hlediska vztahu k výšce rostlin, které se mohou spolu s nárůstem velikosti rostliny zvyšovat (Stocklin a Favre 1994). Tento efekt ve své práci udává a potvrzuje Nekola (2023).

Rozdíl výšky rostlin na této lokalitě může být ovlivněn i obsahem látek v půdě (Medlenová 2009). Zároveň nižší vzrůst umožňuje rostlinám lépe zvládnout chladnější prostředí a zabraňuje zamrznutí květních pupenů. Vysoký vzrůst ve Sviním žlebu by naopak mohl být způsoben větší konkurencí okolní vegetace a poskytovat výhodu při rozptýlení semen (Scheepens a Stöcklin 2011). V neposlední řadě mohl být tento fakt způsoben rozdílným množstvím rostlin měřených na lokalitách. Přestože se znak výšky rostlin ukázal jako vhodný, především pro odlišení hybridů, je potřeba obezřetnosti, jelikož jedinci téhož druhu a stáří se mohou znatelně lišit ve své velikosti (Slavíková 1986).

Délka listu

Délka listu byla měřena u horního a prostředního listu sledovaných rostlin, kdy u prostředního listu docházelo k překryvům hodnot mezi druhy. Naopak délka horního listu je vhodným morfologickým parametrem i při podrobnějším porovnávání kategorií. V případě tohoto parametru výzkum Hertlové et al. (2016) kladně vyhodnotil použití délky prvního listu, které se i v tomto případě opět potvrdilo. Vzhledem k tomuto výsledku bylo vhodné do sledování zahrnout i hybrida, a proto byly oba parametry délky listu ponechány ve výsledcích. Provedené analýzy však nepotvrdily vhodnost tohoto znaku pro odlišení hybridů, jelikož při následné analýze rozdílů mezi jednotlivými skupinami byla potvrzena shoda právě mezi hořcem panonským a hybridem.

Kalich

Znak týkající se kalichu byl vybrán na základě mého vlastního pozorování v terénu již při zpracovávání mé bakalářské práce a byl vyhodnocen jako potenciálně významný ukazatel (Siostrzonková 2020). Rozdíly v počtech cípů kalichu mezi jednotlivými skupinami byly následně potvrzeny analýzou jako průkazné mezi dalšími zvolenými znaky. Dle literatury má hořec tečkovaný kalich s 5-8 cípů (Kirschner a Kirschnerová 2000, Hoskovec 2007). Z vlastních výsledků těchto hodnot kalich nedosahoval a nejčastěji bylo napočítáno 2-6 cípů. Výrazným poznávacím znakem tohoto druhu je výskyt drobných světle zelených zabarvených kalichů. Řeháková (2016) udává kalich nezřetelný. Je to pravděpodobně způsobeno jejich vzhledem a strukturou, kdy se velikost cípů, tak i samotného kalichu zřetelně odlišovala od ostatních zájmových druhů hořců. Kalichy hořce panonského byly na první pohled mohutnější, sytě zelené s nazpět ohnutými cípů v počtu 6 nebo 7 cípů. Hodnota 6 nebo 7 byla vždy stejná na všech květech dané rostliny. Podle známých charakteristik by kalich měl být rozdělený do 5-9 cípů. (Kirschner a Kirschnerová 2000, Křenová 2014). Zřetelný rozdíl těchto hodnot mohl být způsoben měřením tohoto druhu pouze na jedné velké populaci na jediné lokalitě. Kalich hořce nachového dosahoval téměř vždy stejného počtu 2 cípů. V tomto případě Řeháková (2016) udává kalich v počtu 2-4 cípů. Rostliny, kde se výjimečně objevil jiný počet, se nacházely pouze na třech lokalitách ze všech měřených lokalit. U hybridů se nejčastěji objevovalo 5-6 cípů s nafialovělým zabarveným po celé ploše kalichu. Tento znak zabarvení kalichu jej odlišuje od částečně nafialovělého kalichu hořce nachového. Přestože se při analýze rozdílů mezi jednotlivými skupinami projevila shoda mezi hořcem tečkovaným a hybridem, nemusíme přikládat tomuto faktu velkou váhu. Jak již bylo výše popsáno, oba tyto druhy se od sebe navzájem odlišují vzhledem kalichů (viz Obrázek 18: Kalichy hořců (Siostrzonková 2021) Výsledek statistických analýz společně se vzhledem kalichu je důležitým znakem v rozlišování těchto hořců.

Výška koruny

Rozdíly ve výšce korun mezi jednotlivými skupinami byly vyhodnoceny jako nejvíce průkazné mezi dalšími zvolenými znaky, dokonce s nulovou pravděpodobností shody. V publikovaných charakteristikách je koruna hořce tečkovaného 1,4-3,5 cm dlouhá (Zimčík 1978, Hoskovec 2007). Udávané výšky těchto korun se shodovaly se zjištěnými výsledky, nejčastěji okolo 3,2-3,7 cm a tyto hodnoty řadí uvedený druh korunou

nejmenší. Tato koruna dosahovala výšky 2,5 cm a liší se tak od publikovaných charakteristik. Nejvyšší koruna byla naměřena u hořce panonského s výškou 9,3 cm s nejčastější výškou mezi 5-5,7 cm. Soják (1975) udává korunu dlouhou pouze 3-5,5 cm. U hořce nachového koruna dosahovala výšky mezi 3,6-4,3 cm. Výška koruny u hybridů se pohybovala v rozmezí 4-4,8 cm. Při srovnání již známých charakteristik těchto druhů, lze vidět, že obvykle dosahují podobných výšek (Soják 1975, Hoskovec 2007, Dítě 2012). I přestože byl znak výšky koruny předpokladem tohoto výsledku, vzhledem k již známým faktům, je podle analýz nejlépe vyhodnoceným znakem s možnou aplikací i v případě hybridů.

Celkové zhodnocení

Alpínské druhy rostlin rychle reagují na probíhající klimatické změny v horských ekosystémech, které ovlivňují délku vegetační sezóny. Tyto změny bývají částečně vyváženy vysokou životností těchto druhů a pomalým růstem (Doležal et al. 2020). Jedním z výrazných faktorů ovlivňující znaky je načasování odtávání sněhové pokrývky ve vztahu k dostupnosti živin, vlhkosti půdy a teplotě vzduchu, které jsou rozhodující při určování toho, jak jednotlivé druhy reagují. Tento vztah ovlivňující růst a vývoj alpínských druhů mezi táním sněhu a fenologií je podmíněn krátkou vegetační sezonou (Walker et al. 1995).

Důležitým zjištěním u měřených hybridů je dosahování větších velikostí a hodnot ve většině sledovaných znacích než u ostatních druhů hořců, především ve výšce a počtu květů. Glombik (2020) ve své práci poukazuje na výskyt zvýšené vitality hybridů. Tito nově vzniklí hybridi mohou dosahovat větší rychlosti růstu, produkce biomasy a semen (Chen 2010, Goulet et al. 2017). Zároveň mohou vykazovat širší adaptaci na nové podmínky ve srovnání s jejich rodiči a větší schopnost kolonizovat narušená stanoviště (Rieseberg et al. 2007, Glombik 2020).

Také bych připomenula výše uvedenou informaci, že konkrétním prvním popsáním a determinovaným jesenickým hybridem je kříženec hořce tečkovaného a hořce nachového (Bureš 2013, Štencl 2013). Tato skutečnost, že by podle výsledků analýz měl hybrid připomínat spíše hořec panonský by mohla komplikovat druhovou determinaci. Tuto hypotézu je však nutno prověřit a nejvhodnějším řešením by bylo rozlišení hybridů s pomocí moderních molekulárních analýz (Lai et al. 2012).

6 Závěr

Tato diplomová práce se zabývala využitím morfometrických parametrů pro rozlišení vybraných druhů hořců na území NPR Praděd. Základem této práce bylo přeměření 240 vzorků rostlin a jejich parametrů. Tato data byla následně použita pro zpracování statistických analýz. Pro dosažení průkazných diferencí a výsledků mezi sledovanými druhy byly zvoleny odůvodněné statistické metody. Na základě výsledků těchto analýz bylo potvrzeno, že se v určitých znacích druhy liší. Ze statistických analýz vzešly s téměř nulovou pravděpodobností shody mezi porovnávanými skupinami dva průkazné znaky, a to parametr počtu cípů kalichu a výška koruny. Dalšími vhodnými parametry pro rozlišení druhů je počet květů a výška rostliny. Hodnoty délky listů se mezi sledovanými druhy překrývají a nejsou tak zcela vhodné pro rozlišení všech sledovaných hořců. Na základě těchto výsledků lze konstatovat, že se cíl práce podařilo naplnit.

I přes nalezení vhodných parametrů bude pravděpodobně nutné další rozlišení hybridů s pomocí moderních molekulárních analýz, které by mohly přinést nové užitečné informace o těchto druzích a zároveň s jistotou zařadit tyto hybridy. V této oblasti vidím největší prostor pro další výzkum. Pro ochranu kriticky ohroženého hořce tečkovaného je důležité nadále sledovat jeho aktuální stav a pokračovat v probíhajícím managementu. Zároveň bych kladla důraz na pravidelné mapování lokalit výskytů hořců.

7 Použité zdroje

- Banaš, M. (2017): Petrovy kameny. Actaea.
- Bednář, J., Vyhnaněk, T. (2004): Genetika rostlin. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno. 146 s. ISBN 978-80-7157-814-7.
- Bureš, L. (2013): Chráněné a ohrožené rostliny Chráněné krajinné oblasti Jeseníky. Rubico, Olomouc. ISBN: 978-80-7346-158-4.
- Briggs, D., Walters, S. M. (2001): Proměnlivost a evoluce rostlin. 3. vyd., 1. čes. vyd. Univerzita Palackého, Olomouc. 531 s. ISBN 80-244-0186-X.
- Bína, J., Demek, J. (2012): Z nížin do hor: geomorfologické jednotky České republiky. Academia, Praha. 344 s. ISBN 978-80-200-2026-0.
- Chen, Z. J. (2010). Molecular mechanisms of polyploidy and hybrid vigor. Trends Plant Sci. 15: 57–71.
- Čeřovský, J. et al. (1999): Červená kniha ohrožených a vzácných druhů rostlin a živočichů ČR a SR. 5, Vyšší rostliny. Příroda, Bratislava. 453 s. ISBN 80-07-01085-8.
- Čeřovský, J., Podhajská, Z., Turoňová, D. (2007): Botanicky významná území České republiky. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha. 407 s.
- Ekrtová, E. (2014): Byl hořec panonský (*Gentiana pannonica*) v Krkonoších opravdu vysazen? Opera Corcontica. 51: 97–108.
- Fibich, P., Vítová, A., Macek, P. et Lepš, J. (2012): Establishment and spatial associations of recruits in meadow gaps. Journal of Vegetation Science. 24: 496–505.
- Fischer, M. A. et al. (2008): Exkursionsflora für Österreich, Liechtenstein und Südtirol. 3rd ed. Land Oberösterreich, Biologiezentrum der OÖ Landesmuseen, Linz.
- Glombik, M., Bačovský, V., Hobza, R., Kopecky, D. (2020): Competition of Parental Genomes in Plant Hybrids. Frontiers in Plant Science. 11. 200.
- Goulet, B. E., Roda, F., Hopkins R. (2017): Hybridization in Plants: Old Ideas, New Techniques. Plant Physiol. 173: 65-78.

- Gómez, J. M. et al. (2015): The silent extinction: Climate change and the potential hybridization-mediated extinction of endemic high-mountain plants. *Biodiversity and Conservation*. 24: 1843–1857 pp.
- Grulich, V., Chobot, K. [ed]. (2017): Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Cévnaté rostliny – Příroda, Praha. 35: 1–178.
- Heinrich, B., (1975): Thermoregulation in bumblebees II. Energetics of warm-up and free flight. *Journal of comparative physiology*. 96: 155-166.
- Hertlová, B., Zeidler, M., Banaš, M. (2016): Rozlišení vybraných druhů alpínských hořců na základně morfometrických parametrů – příkladová studie z NPR Praděd (CHKO Jeseníky). *Zprávy Vlastivědného muzea v Olomouci*. 311: 77-81.
- Hofhanzlová, E. (2005): Reprodukční strategie a genetická variabilita vybraných populací druhu *Gentiana pannonica* SCOP. [Diplom. práce; depon. in: Biologická fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích].
- Hofhanzlová, E. (2006): Hořec panonský – alpský rodák symbolem Šumavy. *Živa*. č. 4. 155-157.
- Chytrý, M. (2010): Katalog biotopů České republiky: Habitat catalogue of the Czech Republic. 2. vyd. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha. 445 s.
- Chytrý, M., Tichý, L., Dřevojan, P., Sádlo J. & Zelený, D. (2018): Ellenberg-type indicator values for the Czech flora. *Preslia*. 90: 83–103 s.
- Kalůsková, J. et al. (2010): Ostře sledovaný hvozdík písečný český. *Živa*. č. 4. 156-157 s.
- Isselstein, J., Tallwin, J. R. B. et Smith, R. E. N. (2002): Factors affecting seed germination and seedling establishment of fen-meadow species. *Restoration Ecology*. 10: 173–184.
- Kaplan, Z. (2009): Rizika spojená s vysazováním nepůvodních rostlin. *Ochrana přírody*.
- Kirschner, J. et Kirschnerová, L. (2000): Gentianaceae JUSS. – In: SLAVÍK B. [ed]. *Květena ČR 6*. Academia, Praha. 72-110.
- Kočí, K. [ed]. (2007): *Jeseníky*. ACTAEA, CHKO Jeseníky. 220 s.
- Kočí, K. [ed]. (2011): *Jesenické hole – Kousek Alp a Arktidy na Moravě*. Actaea.

- Kočí, K. et Kočí, M. (2019): Jesenické horské hole. AOPK.
- Körner, C. (2003): Alpine climate. *Alpine Plant Life*. Springer, Berlin. Heidelberg.
- Křenová, Z. (2014): Hoře, hořce, hořečky: VI. Hořká chutná. *Živa*. č. 3. str. 109-113.
- Landolt, E. et al. (2010): *Flora indicativa – Ökologischezeigerwerte und biologische kennzeichen zurflora derSchweiz und der Alpen*, Haupt (ed) Bern.
- Lai, Z., et al. (2012): Genomics of Compositae weeds: EST libraries, microarrays, and evidence of introgression. *Am. J. Bot.* 99: 209–218 pp.
- Mel'nyk, V. et al. (2014): Karyology of European species of genus *Gentiana* L. *The Gentianaceae – Volume 1: Characterization and Ecology*. Springer, Berlin and Heidelberg. 219–230 pp.
- Mavraganis, K., Eckert, C. G. (2001): Effects of population size and isolation on reproductive output in *Aquilegia canadensis* (*Ranunculaceae*). *Oikos*. 95:300-310.
- Medlenová, M. (2009): Fenologie a sezónní dynamika pokryvnosti klíčových druhů subalpínských vysokostébelných trávníků svazu *Calamagrostion villosae* v Hrubém Jeseníku. 74 p., ms., [Diplom. práce; depon. in: Přírodovědecké fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci].
- Nekola, M. (2023): Květní biologie montánních rostlin a její změna s nadmořskou výškou a fenologií, aneb vliv stochasticity opylení a dalších faktorů na počty vajíček. [Diplom. práce; depon. in: Přírodovědecké fakulta, Univerzita Karlova].
- Procházka, F. (1961): *Gentiana pannonica* Scop. v ČSSR. *Preslia*. 33: 268–276.
- Rieseberg, L. H., Kim, S., Randell, R. A., Whitney, K. D., Gross, B. L., Lexer, C., et al. (2007): Hybridization and the colonization of novel habitats by annualsunflowers. *Genetica*. 129: 149–165.
- Řeháková, A. (2015): Morfometrické porovnání vybraných druhů hořců v alpínském stupni NPR Praděd. [Diplom. práce; depon. in: Přírodovědecké fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci].

- Scheepens, J.F., Stöcklin, J. (2011): Glacial history and local adaptation explain differentiation in phenotypic traits in the Alpine grassland herb *Campanula barbata*, *Plant Ecology & Diversity*. 403-413.
- Slavíková, J. (1986): *Ekologie rostlin*. SPN Praha. 366 s.
- Soják, J. (1975): *Galerie horských druhů X*. Živa. č. 1. 12 s.
- Šafář J. a kol. (2003): Olomoucko. In: Mackovčín P. a Sedláček M. (eds.): *Chráněná území ČR, svazek IV*. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a Ekocentrum Brno, Praha. 456 s.
- Štencl, R. (2013): *Invazní druhy CHKO Jeseníky - IV. díl – Další nepůvodní druhy rostlin CHKO Jeseníky – nepůvodní druhy hořců*. *Campanula* 1:14.
- Tannert, V. (1978): *Hořec tečkovaný v Hrubém Jeseníku v současnosti*. Živa. č. 6, str. 217.
- Tyller, Z. (1974): *Galerie horských druhů VII*. Živa. č. 1, str. 12.
- Vítek, O. [ed.] (2009) *Analýza antropických vlivů v nejcennějších částech CHKO Jeseníky: sborník AOPK ČR*. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. Praha. 159 s.
- Walker, M. D., Ingersoll, R. C., Weber, P. J. (1995): Effects of interannual climate variation on phenology and growth of two alpine forbs. *Ecology*. 76: 1076-1083.
- Yakimowski, S. B., Rieseberg, L. H. (2014): The role of homoploid hybridization in evolution: A century of studies synthesizing genetics and ecology. *Am. J. Bot.* 101(8): 1247–1258.
- Zimčík, J. (1978): *Hořec tečkovaný (Gentiana punctata) a jeseničtí kořenáři*. Živa. č. 6. str. 216-217.
- Zrzavý, J. et al. (2017): *Jak se dělá evoluce: labyrintem evoluční biologie*. Vydání čtvrté, v českém jazyce druhé. Argo, Praha. 480 s. ISBN: 978-80-257-2079-0.

Internetové zdroje

AOPK, ČR. (2023a): *Gentiana punctata* - hořec tečkovaný. [Http://portal.nature.cz/](http://portal.nature.cz/) [Internet]. [cit. 2023-06-07]. Dostupné z:

https://portal.nature.cz/c1/c1_druh.php?akce=view&id=235

AOPK, ČR. (2023b): *Gentiana panonnica* - hořec panonský. [Http://portal.nature.cz/](http://portal.nature.cz/) [Internet]. [cit. 2023-06-07]. Dostupné z: https://portal.nature.cz/publik_syst/nd_nalez-public.php?idTaxon=37175

Bilz, M. (2013): *Gentiana purpurea*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013. [Http://www.iucnredlist.org/](http://www.iucnredlist.org/) [Internet]. [cit. 2023-06-07]. Dostupné z:

<http://www.iucnredlist.org/details/203222/0>

Dítě, D. (2012): *Gentiana purpurea*. [Https://botany.cz/cs/](https://botany.cz/cs/) [Internet]. [cit. 2023-06-07].

Dostupné z: <https://botany.cz/cs/gentiana-purpurea/>

Hoskovec, L. (2007): *Gentiana punctata*. [Https://botany.cz/cs/](https://botany.cz/cs/) [Internet]. [cit. 2023-06-07]. Dostupné z: <https://botany.cz/cs/gentiana-punctata/>

Khela, S. (2013a): *Gentiana punctata*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013. [Http://www.iucnredlist.org/](http://www.iucnredlist.org/) [Internet]. [cit. 2020-05-31]. Dostupné z:

<http://www.iucnredlist.org/details/203221/0>

Khela, S. (2013b): *Gentiana panonica*. The IUCN Red List of Threatened Species 2013. [Http://www.iucnredlist.org/](http://www.iucnredlist.org/) [Internet]. [cit. 2020-05-31]. Dostupné z:

<http://www.iucnredlist.org/details/203220/0>

Pladias (2014-2023a): Databáze české flóry a vegetace. [Http://www.pladias.cz/](http://www.pladias.cz/) [Internet]. [cit. 2023-07-10]. Dostupné z:

<https://pladias.cz/taxon/data/Gentiana%20punctata>

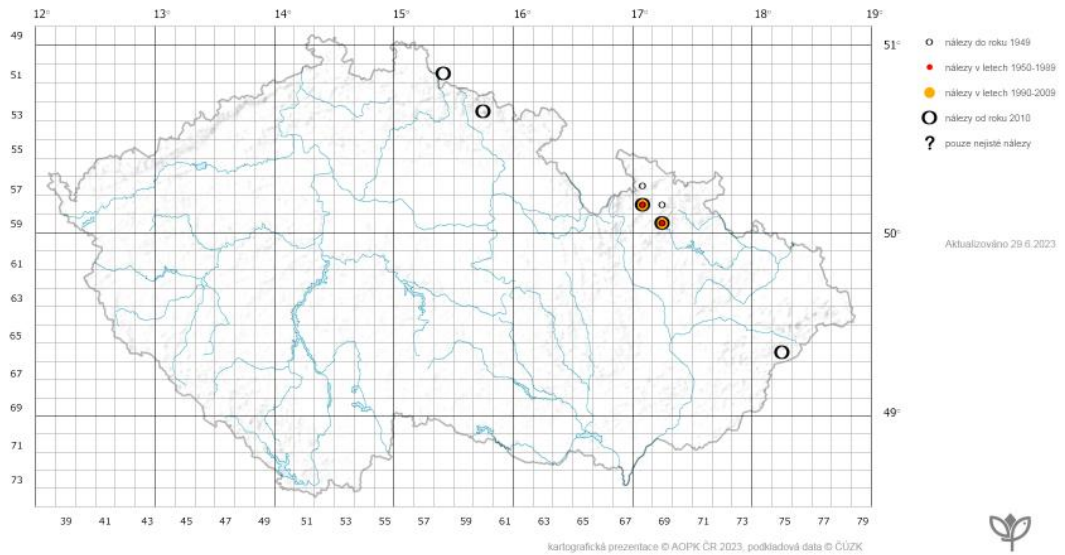
Pladias (2014-2023b): Databáze české flóry a vegetace. [Http://www.pladias.cz/](http://www.pladias.cz/) [Internet]. [cit. 2023-07-10]. Dostupné z:

<https://pladias.cz/taxon/data/Gentiana%20panonica>

8 Přílohy

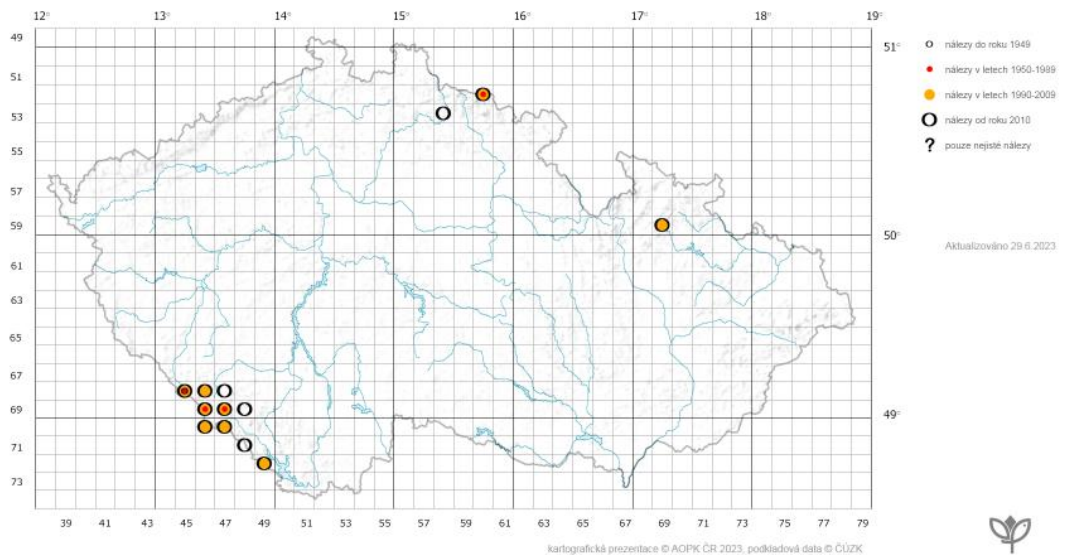
Příloha I. Mapy výskytu zájmových druhů v ČR

Výskyt druhu *Gentiana punctata* podle záznamů v ND OP



Obrázek 10: Mapa výskytu *G. punctata* v ČR podle záznamů v ND OP (AOPK 2023a)

Výskyt druhu *Gentiana pannonica* podle záznamů v ND OP



Obrázek 11: Mapa výskytu *G. pannonica* v ČR podle záznamů v ND OP (AOPK 2023b)

Příloha II. Fotodokumentace



Obrázek 12: Hořec tečkovaný (*G. punctata*) – květ (Siostrzonková 2020)



Obrázek 13: Hořec tečkovaný (*G. punctata*) – lodyha (Siostrzonková 2021)



Obrázek 14: Hořec panonský (*G. pannonica*) – květ (Siostrzonková 2021)



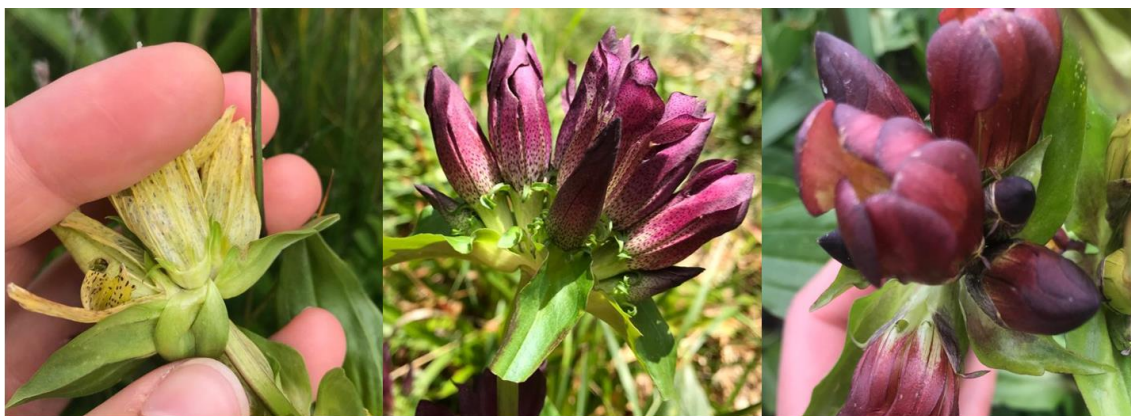
Obrázek 15: Hořec panonský (*G. pannonica*) – lodyha (Siostrzonková 2021)



Obrázek 16: Hořec nachový (*G. purpurea*) – květ (Siostrzonková 2021)



Obrázek 17: Hořec nachový (*G. purpurea*) – lodyhy (Siostrzonková 2021)



Gentiana punctata

Gentiana pannonica

Gentiana purpurea

Obrázek 18: Kalichy hořců (Siostrzonková 2021)



Obrázek 19: Hořec panonský na lokalitě Vysoká hole (velký závrt) a hybrid (Siostrzonková 2021)