

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra ekologie a životního prostředí



Stanovištní preference zvonku vousatého (*Campanula barbata*)
v nejvyšších polohách Hrubého Jeseníku

Bára Švrlanská

Diplomová práce

předložená na Katedře ekologie a životního prostředí

Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků na získání titulu Mgr. v oboru

Ekologie a ochrana životního prostředí

Vedoucí práce: RNDr. Miroslav Zeidler, Ph.D.

Olomouc, 2020

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením RNDr. Miroslava Zeidlera, Ph.D. a jen s použitím citovaných literárních zdrojů a vlastních dat.

V Olomouci dne

.....

Podpis

Abstrakt

Zvonek vousatý (*Campanula barbata*) je v Hrubém Jeseníku vázán na pravidelně disturbancí narušované mělké půdy a na přirozené porosty subalpínských trávníků. Sledovaný druh byl dříve obecně rozšířený, ale vlivem změny hospodaření dochází k značnému ústupu na těchto lokalitách.

Tato práce zkoumala stanovištní preference druhu *Campanula barbata* v nejvyšších polohách Hrubého Jeseníku. Monitoring probíhal na 4 nejpočetnějších lokalitách výskytu druhu. Fytcenologické snímkování na zájmových lokalitách probíhalo v roce 2019. V rámci snímkování byl zkoumán vliv druhové pokrývnosti na početnost zvonku vousatého ve vybraných ontogenetických fázích. Dále byla u druhu sledována agregace neboli shlukovitost, která prokázala rozdíly mezi lokalitami. Zvolená metoda neprokázala vliv pokrývnosti okolní vegetace na agregaci sledovaného druhu ani vliv pokrývnosti okolní vegetace na výšku zvonku vousatého. Podle PCA analýzy byly zjištěny vztahy mezi druhy na všech sledovaných lokalitách a pomocí RDA analýzy byla zjištěna závislost nepočetnějších druhů všech sledovaných lokalit na abiotických faktorech prostředí. Sledovaný druh má tendenci se vyskytovat společně s druhy *Silene vulgaris*, *Lupinus polyphillus*, *Lathyrus pratensis* a s druhy, které jsou svým růstem závislé především na sklonu svahu a hloubce půdy.

Klíčová slova: *Campanula barbata*, Hrubý Jeseník, alpínská vegetace, pokrývnost, agregace

Abstract

Zvonek vousatý (*Campanula barbata*) is in Hrubý Jeseník attached to the steady distribution of disturbed shallow soil and natural vegetation of subalpine grasslands. Researched species used to be very common, but due to changes in local farming, we can observe a considerable reduction of population in these locations.

This thesis is researching habitat preferences of *Campanula barbata* in highest areas of Hrubý Jeseník. Monitoring took place in 4 locations with highest population of this species and phytosociological research took place in 2019. Data collected during phytosociological research showed a difference in the quantity of flowering and non-flowering plants. Another part of research was the influence of plant cover to numbers of *Campanula barbata* in selected ontogenetic phases. The clustering of the species was also researched as part of the thesis that proved differences between locations. The selected method did not prove influence of plant cover to an aggregation of researched species as well as influence of plant cover to the height of *Campanula barbata*. PCA analysis found relations between species in all researched areas and RDA analysis found dependence of most numbered species in all researched areas on abiotic factors of the environment. Researched species tend to occur together with another species such as *Silene vulgaris*, *Lupinus polyphillus*, *Lathyrus pratensis* and with species that are depending on the tilt of hill slope and depth of soil.

Key words: *Campanula barbata*, Hrubý Jeseník, alpine vegetation, plant cover, clustering of plants

Obsah

ABSTRAKT	5
ABSTRACT	6
1 ÚVOD	1
2 CÍLE PRÁCE	3
3 MATERIÁL A METODY	4
3.1 POPIS DRUHU.....	4
3.2 CHARAKTERISTIKA SLEDOVANÉHO ÚZEMÍ	9
3.3 POPIS LOKALIT	11
3.4 METODIKA	12
3.4.1 <i>Sběr dat</i>	12
3.4.2 <i>Analýza dat</i>	14
4 VÝSLEDKY	16
4.1 ANALÝZA VLIVU DRUHOVÉ POKRYVNOSTI NA POČETNOST ZVONKU VOUSATÉHO VE VYBRANÝCH ONTOGENETICKÝCH FÁZÍCH.....	16
4.2 ANALÝZA VLIVU POKRYVNOSTI OKOLNÍ VEGETACE NA VÝŠKU A AGREGACI ZVONKU VOUSATÉHO	18
4.3 ANALÝZA VLIVU AGREGACE A VÝŠKY ZVONKU VOUSATÉHO	19
4.4 VEGETAČNÍ KOMPOZICE	19
5 DISKUZE	23
6 LITERATURA	28
7 PŘÍLOHY	32
7.1 PŘÍLOHA 1:.....	32
7.2 PŘÍLOHA 2: MAPOVÉ ZOBRAZENÍ LOKALIT	36
7.3 PŘÍLOHA 3: FOTOGRAFIE DRUHU	38

Seznam obrázků

<i>Obrázek 1</i> <i>Campanula barbata</i> L., (Josef Weiser, www.botanickafotogalerie.cz)	5
<i>Obrázek 2</i> Rozšíření <i>Campanula barbata</i> v ČR (upraveno podle AOPK 2014).....	8
<i>Obrázek 3</i> Schéma vegetačního snímku.....	13
<i>Obrázek 2</i> Příkladová fotografie plochy A vegetačního snímku č. 20 o velikosti 1 x 1 m s označením každého jedince zvonku vousatého	14

Seznam grafů

Graf 1 Početnost jedinců zvonku vousatého v kvetoucí a nekvetoucí fázi na lokalitách Alfrédka, Barborka, Červenohorské sedlo a Ovčárna	16
Graf 2 Lineární model vlivu druhové pokryvnosti na početnost zvonku vousatého v nekvetoucí fázi	17
Graf 3 Model vlivu druhové pokryvnosti na početnost zvonku vousatého v kvetoucí fázi.	17
Graf 4 Rozdíly v agregaci populací zvonku vousatého na lokalitách Červenohorské sedlo (chs), Ovčárna (ovc), Alfrédka (alf) a Barborka (bar)	18
Graf 5 Zobrazení vztahu mezi druhy na všech sledovaných lokalitách	20
Graf 6 Zobrazení rozložení druhů v rámci všech lokalit vůči abiotickým faktorům prostředí.	21
Graf 7 Graf podobnosti vegetačních snímků.	22

Seznam tabulek

Tabulka 1 Přehled sledovaných lokalit a jejich základní charakteristika	12
--	-----------

Poděkování

Především bych ráda poděkovala RNDr. Miroslavu Zeidlerovi, Ph. D. za odborné vedení mé diplomové práce. Dále děkuji Mgr. Martinu Bitomskému Ph. D. za pomoc při zpracování statistických analýz, Ing. Markovi Bednářovi, Ph. D. za pomoc při práci v programu ArcGIS a Bc. Martinu Francovi za ochotu, podporu a pomoc během psaní práce. Další poděkování patří rovněž mým rodičům za oporu při zpracování této diplomové práce a také jim děkuji za podporu při studiu na vysoké škole

1 Úvod

Život ve vysokých horách je značně omezen nepříznivými podmínkami prostředí jako je krátká vegetační sezóna, nízké teploty, mráz, prudký vítr a sněhová pokrývka. Rostliny žijící v drsném alpínském prostředí mají vysoký stupeň specializace a jsou schopny díky svým adaptacím přežít i ve velmi nehostinném prostředí. Schopnost vypořádat se s některými nároky na životní prostředí může být dosaženo mimo genetické modifikace a aklimatizace, hlavně díky specifickým adaptacím rostlin. Rostliny využívající některých z těchto adaptivních mechanismů jsou schopny splnit požadavky na životní prostředí a úspěšně se reprodukovat (Körner 2003).

Jednou z velmi důležitých adaptací v horských oblastech je forma růstu. Vegetace, která roste v alpínské zóně se skládá z několika růstových forem. Příkladem mohou být trávy tvořící trsy (Körner 2003), které často rostou na místech vystavených silným náporům větru a mrazu (Chytrý 2010). Tyto nepříznivé podmínky přežívají pomocí ukládání podzemní biomasy (Türkis 2018). Vedle travin nalezneme v bylinném patře i keříčkovou formu růstu a trvalky často tvořící růžice (Körner 2003), které jsou připevněny blízko k zemi, čímž využívají teplé půdy a mají tak 3x větší toleranci k mrazu, než listy vyšších rostlin (Hertlová & Möch 2016, Körner 2003). Podobně využívá teplo i poduškovitá forma růstu u rostlin. Tato vegetace se shlukuje těsně při zemi a může mít teplotu dokonce až o 20°C vyšší, než okolní vzduch. Tyto formy růstu souvisí s dalšími adaptacemi na vysokohorské prostředí, kterými jsou nízký vzrůst a shlukovitost rostlin. Scheepens & Stocklin (2011) uvádějí, že nižší postavení napomáhá rostlině utvářet si vlastní klima, oddělit ho od okolních podmínek a efektivněji tak zvládnout chladné prostředí. Naopak vyšší rostliny vyžadující delší vegetační sezónu upřednostňují růst v nižších nadmořských výškách (Scheepens & Stocklin 2011). Türkis (2018) dále píše, že nízké shlukovité populace jsou schopny zachycovat vzduch těsně nad zemí před tím, než se ochladí. Tato vegetace zvyšuje teplotu půdy na rozdíl od vyšších rostlin a stromů rostoucích jednotlivě, pod kterými je půda chladnější. To má za následek vnik bezlesí ve vyšších partiích (Türkis 2018). Drsné horské klima je také nepříznivé pro sexuální rozmnožování. Rostliny těchto oblastí proto volí převážně klonální reprodukci (Forbis 2003). Reprodukce pomocí klonů je mimořádně důležitá pro udržení alpínských rostlinných komunit, jelikož zajišťuje udržení populací v čase a na místech méně příznivých pro růst semenáčků (Forbis 2003).

Příkladovým druhem s charakteristickými funkčními znaky je zvonek vousatý. Zvonek vousatý je vytrvalá bylina tvořící růžice, který je schopen podobně jako jiné alpské druhy rostlin používat klonální a sexuální reprodukci. Typ reprodukce je ovlivněn velikostí růžic a může záviset na okolních podmínkách prostředí (Hertlová & Möch 2016). Druh vykazuje některé znaky R-strategie a bude tak pravděpodobně ovlivněn prostřednictvím svého biotopu, ostatními druhy a jejich biomasa (pokryvnost) se bude odrážet na jeho disperzi (rozmístění jedinců v prostoru), růstu a reprodukčním výkonu. Výskytem druhu v nejvyšších polohách Hrubého Jeseníku se zabývala Šillerová (2014). Početnost jedinců na lokalitách se řádově liší a mění v čase (Šillerová 2016). V Hrubém Jeseníku je vázán na pravidelně disturbancí narušované mělké půdy v blízkosti skal sněžníků a na přirozené porosty krátkostébelných niv na humózních půdách (Bureš 2013). Zvonek vousatý, byl dříve nad horní hranici lesa Hrubého Jeseníku a Kralického Sněžníku hojným nebo dokonce obecně rozšířeným druhem. To už však bohužel dávno neplatí. Dnešní výskyt zvonku vousatého je jen pouhá část toho, co bylo k vidění kolem roku 1960. V pozdějších letech začal ústup tohoto druhu, který se dosud nezastavil. Příčin je pravděpodobně více. Jako příklad může být globální znečištění ovzduší, které se začalo projevovat téměř ve stejnou dobu, kdy začal zvonek vousatý postupně mizet z naší krajiny. Jeho výhradní stanoviště bývalo v hustém zápoji trav, kde však pravděpodobně ztratil schopnost konkurence a nyní ho můžeme najít spíše na zraňovaných půdách, na okraji turistických cest nebo v okolí horských chat. Na těchto stanovištích s minimální nebo žádnou konkurencí jiných bylin se mu zřejmě dobře daří (Kovanda 2001).

Zvonek vousatý je podle zákona chráněným druhem a v červeném seznamu ohrožených druhů je řazen do kategorie silně ohrožený C2, konkrétně do kategorie C2b, pro svou vzácnost a úbytek lokalit (Bureš 2013). Tento taxon splňuje nebo se blíží stavu rarita a klesá v hojnosti (Grulich 2012) pro svou slabou konkurenceschopnost a vazbu na alpské krátkostébelné úrovně a narušené stanoviště. Jedná se tedy o ochránářsky významný druh, pro jehož optimální řízení je nutno znát vazbu na konkrétní stanoviště a druhové spektrum.

2 Cíle práce

- Analýza vlivu druhové pokryvnosti na početnost zvonku vousatého ve zvolených ontogenetických fázích
- Analýza vlivu pokryvnosti okolní vegetace na hustotu a agregaci zvonku vousatého
- Analýza vlivu pokryvnosti okolní vegetace na výšku (biomasu) a reprodukční výkon zvonku vousatého
- Hodnocení vegetace a abiotických faktorů prostředí

3 Materiál a metody

3.1 Popis druhu

Zvonek vousatý (*Campanula barbata* L.) patří do rodu *Campanula* (zvonek), který je rozšířen asi 300 druhů ve Středomoří, v horách tropů a v severním mírném pásu. Uvádí se, že v České republice se původně vyskytuje 25 druhů tohoto rodu. Rod *Campanula* řadíme do čeledě *Campanulaceae*, kde známe přibližně 40 rodů s 1000 druhů, které jsou rozšířené převážně v subtropickém a mírném pásu severní polokoule (Šillerová 2014). Podle současného taxonomického systému krytosemenných rostlin APG IV (APG IV 2016) je čeleď *Campanulaceae* zařazena do řádu *Asterales* (hvězdnicotvaré), který náleží do třídy *Rosopsida* (vyšší dvouděložné rostliny) a oddělení *Magnoliophyta* (krytosemenné rostliny).

Zvonek vousatý je vytrvalá, chlupatá bylina (Průša 2005). Má šikmý, větvenovitý a vícehlavý oddenek s vláknitými kořeny. Lodyha je přímá, nevětvená, oblá a chudě olistěná (Kovanda 2000). Rostlinné tělo je 10-30 cm (Bureš 2013), někdy až 40 cm vysoké (Xaver 2007). Přízemní listy mají podlouhlou až podlouhle kopinatou, nepravidelně vroubkovanou až celokrajnou, tupou nebo tupě špičatou čepel, která se sbíhá v křídlatý řapík. Lodyžní listy jsou kopinaté, tupě špičaté, celokrajné nebo vroubkované a jsou přisedlé zúženou bází (Kovanda 2000). Květy jsou nící, oboupohlavné, pětičetné a na stopce seskupené do řídkého jednostranného hroznů (Průša 2005). Mají světle modrou barvu (vzácně bílou) a jsou 15-35 mm dlouhé (Bureš 2013). Čihař & Kovanda (1983) uvádějí, že zvonky rostoucí v horách mají sytější a tmavší modré květy, než jejich příbuzní v nížinách. Kališní cípy jsou podlouhle trojúhelníkovité a chlupaté. Přívěsky jsou vejčité, nazpět zahnuté. Koruna má trubkovitě zvonkovitý tvar, je asi 12-18 mm dlouhá a z obou stran pokrytá dlouhými chlupy.



Obrázek 1 *Campanula barbata* L., (Josef Weiser, www.botanickafotogalerie.cz)

Plodem je kuželovitá tobolka dlouhá 6-9 mm. Při dozrávání pukají na bázi třemi otvory. Semena jsou vejcovitého tvaru, mírně zploštělá, velká 0,8 – 1,1 mm a mají rezavě hnědou barvu (Kovanda 2000). Hegi (1966) uvádí, že reprodukce semeny není příliš častá a většina semenáčků nepřežije do dalšího roku, přestože jich vyklíčí větší počet. Diaspory jsou šířeny boleochorií (Engler et. al 2009), kdy semena vypadávají z květu vlivem prudkých nárazových větrů a jsou dále šířena (Svobodová 2010). Ve většině případů je rozptýlená vzdálenost semen kolem 15 m (Engler et. al 2009). Počet chromozomů u rostlin lokalizovaných v Hrubém Jeseníku a na Kralickém Sněžníku je $2n = 34$ (Kovanda 2000).

Zvonek vousatý je hemikryptofyt – má obnovovací pupeny při povrchu země (Jurko 1990) a v zemi přežívá pomocí dlouhých silných odděnků (Ludmilová 2000). Zvonek vousatý začíná kvést na konci června až začátkem července a dokvétá koncem srpna (Kovanda 2000). Dostál (1989) uvádí, že tento druh kvete až druhým rokem po vyklíčení. Sledovaný druh je zařazen do druhů s fenofází květu od 3. dekády června do 2. dekády srpna, tedy v plném létě (Jurko 1990).

Zvonek vousatý se vyskytuje na podhorských a horských loukách a holích. Roste převážně na nevápnitých, kyselých a humózních půdách (Kovanda 2000). Seglie et. al (2012) píše, že se druh vyskytuje i na křemičitých půdách a podle Kimberley (2011) je druh nesnášenlivý k alkalickým půdám. Sledovaný druh preferuje hodnoty půdního dusíku 2 – půdy chudé na dusík a nachází se na lokalitách s půdní reakcí 2 – kyselá půdy. Druh je náročný na půdní vlhkost a preferuje svěží půdy (Jurko 1990). Kovanda (2000) a Průša (2005) zmiňují výskyt sledovaného druhu na vlhkých půdách. Zvonek vousatý je náročný na světlo (Wesenberg 1988) a vyžaduje chladnější stanoviště bez přímého slunečního záření (Průša 2005). Zvonek roste převážně na travnatých svazích s J, JV a JZ expozicí (Šillerová 2016).

V Hrubém Jeseníku je sledovaný druh vázán na dva různé typy stanovišť: na mělké půdy vyskytující se na skalách v oblasti sněžníků, které jsou pravidelně narušovány disturbancí a na přirozené krátkostébelné porosty na hlubokých humózních půdách, které byly v dřívějších dobách ovlivněny hospodařením, především pastvou. Zde se uplatňují nižší trsnaté traviny o výšce do 40 cm převážně s metličkou křivolakou (*Avenella flexuosa*) a se smilkou tuhou (*Nardus stricta*) (Švrlanská 2018). V těchto trávnicích se dále vyskytuje jen malé množství dvouděložných rostlin a jiných druhů travin (Chytrý 2010). Chytrý (2007) dále uvádí, že je výskyt druhu také znám z druhově bohatých porostů, což jsou subalpínské metlicové trávničky, v nichž metlice trsnatá (*Deschampsia caespitosa*) tvoří dominantu bylinného patra. V tomto porostu bývá zcela zapojeno bylinné patro a dosahuje výšky až 60 cm. Mechové patro většinou zcela chybí, nebo je vyvinuto jen slabě. Zvonek vousatý také roste na travnatých okrajích cest a v příkopech u silnic v subalpínském a horském stupni (Bureš 2013). Kovanda (2000) a Jeník et. al (1980) uvádí, že se zájmový druh vyskytuje ve svazu *Nardion*, což je primární společenstvo s výskytem zvonku vousatého (Dostál 1989). Zvonek vousatý roste podle Albína (2006) v PR Břidličná ve společenstvu brusnice borůvky (*Vaccinietum myrtilli*). Šillerová (2014)

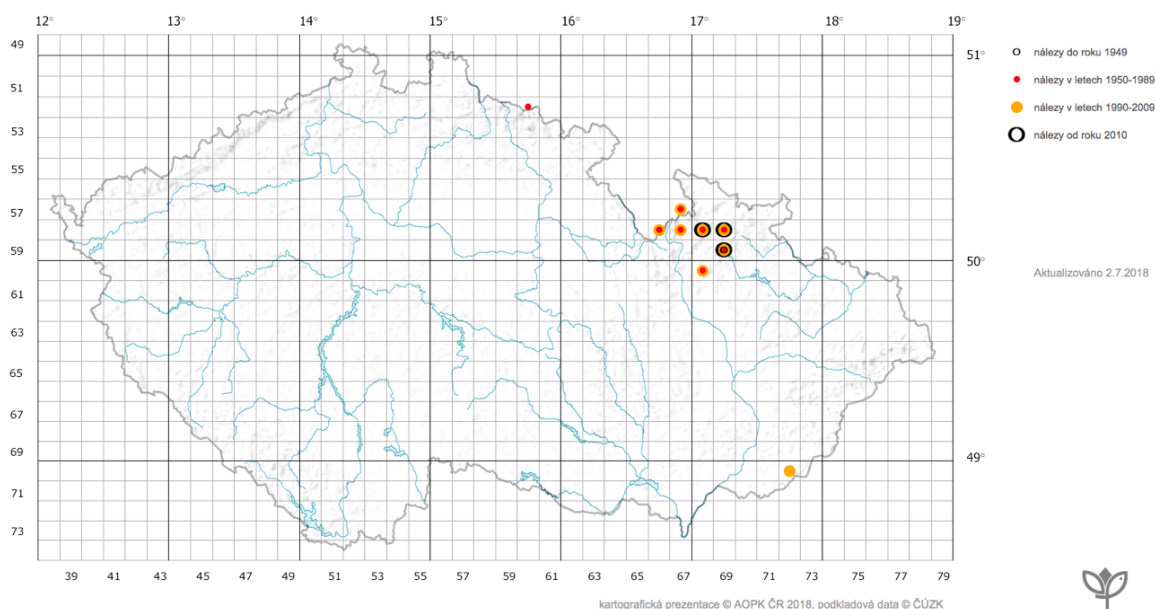
dále poukazuje na výskyt zvonku vousatého ve společenstvu *Nardus stricta* – *Festuria supina* na Petrových kamenech. Společenstva zvonku vousatého se nachází v okolí alpské hranice lesa, ve stupni přirozených smrčín a na živinami chudých, kyselých půdách, které se dříve využívaly jako pastviny či jednosečné louky (Chytrý 2010).

Historicky se zvonek vousatý šířil během postglaciálu do Alp přes jihovýchodní Francii, na sever do Norska, Karpat, až po Sedmíhradsko a na jih po Piemont v Itálii (Podpěra 1906). Kovanda (2001) považuje celkové rozšíření zvonku za zajímavé, jelikož se vyskytuje v celých Alpách, ve východních Sudetech a na třech blízko sebe ležících lokalitách v jižním Norsku. Autor tuto skutečnost popisuje jako pokus o arkticko-alpínský areál avšak pravděpodobně neúspěšný či nedokončený, jelikož v Antarktidě tento zvonek neroste. Jakoby zastavil své šíření v půli cesty. Biogeografickou záhadou zůstává, proč tento druh uvázl ve své cestě na sever právě v Norsku, kde je znám od roku 1824 (Høitomt 2006) a proč minul Krkonoše, kde nebyl dodnes nalezen (Kovanda 2001). Druh je dále popisován svým výskytem ve Slovinsku a severovýchodní Itálii (Kavačić 2004). Hegi (1966) zmiňuje výskyt v Rakousku, Německu a Švýcarsku a označuje jeho areál jako evropsko-alpínský. Jeník (1961) označuje zvonek vousatý jako druh s arkticko-alpínským areálem a Dostál (1989) popisuje areál tohoto druhu jako boreální – subatlansko – evropské.

Zvonek vousatý roste v České Republice pouze v Hrubém Jeseníku, na Kralickém Sněžníku a v Suchém vrchu v Králické hornatině. Dříve byl poměrně běžným druhem, avšak v posledních desetiletích výrazně ustupuje. Roste na podhorských a horských loukách, na holích, na zraňovaných půdách, na okrajích turistických cest, v místech vzniklých sešlapem a v okolí horských chat (Ovčárna, Barborka, Alfrédka) (Kovanda 2001, Průša 2005). Vyskytuje se převážně na celém bezlesí vrcholů (Bureš 2013), ale také v řídkých porostech kosodřeviny (Průša 2005). Bureš (2013) uvádí lokality výskytu: Jelení studánka, Jelení hřbet, Malá a Velká kotlina, Vysoká hole, Petrovy kameny, Malý Děd, Praděd, Volská louka, Červená hora, Keprník, Šerák, Skřítek, Šumárník, Břidličná hora. Jeho výskyt byl zaznamenán také v nižších polohách a to na loukách pod Klepáčovem, v údolí Mertvy a u Vernířovic. Dále u Suché Rudné v 720 m, ve Filipovicích v 700 m, v Malé Morávce v 750 m, u Nové Vsi v 850 m a v obci Vidly v 800 m (Bureš 2013). Další lokality zmiňuje Kovanda (2000) a to Vřesová studánka, Sněžná kotlina,

Šerácká strž a Kouty nad Desnou. Na Kralickém Sněžníku se druh vyskytuje pod sochou slůněte v západní části NPR (Prausová & Kleinová 2005).

Výskyt druhu *Campanula barbata* podle záznamů v ND OP



Obrázek 2 Rozšíření *Campanula barbata* v ČR (upraveno podle AOPK 2014)

Zvonek vousatý roste v oblasti Vysokých Sudet přibližně od 700 m n. m. do 1350 m n. m. V Alpách, kde má druh nejpočetnější lokality výskytu. Zde se nachází od 800 m n. m. do 2700 m n. m. (Bureš 2013). Na území Norska má optimum okolo 600 – 800 m n. m., ale roste zde od 340 m n. m. do 1210 m n. m. (Høitomt 2006). V Německu a Bavorsku se vyskytuje v rozmezí od 800 m n. m. do 2300 m n. m. (Hegi 1966).

Současným výskytem druhu se ve své práci zabývala Šillerová (Šillerová 2014), která uvádí počet 3907 zvonků vousatých na 14 lokalitách v Hrubém Jeseníku (Vřesová studánka, Červenohorské sedlo, Alfrédka, Barborka, Ovčárna, Kurzovní chata, Františkova myslivna, Jelení studánka, Petrovy kameny, Praděd, Skřítek, Šumárník, Hučivá Desná, Zadní Alojzov). Historickým rozšířením druhu se v Jeseníkách v letech 1996 – 2000 podrobně zabývala ve svých pracích Ludmilová (Ludmilová 1997, 2000),

kteřá zjistila, že se druh v letech 1790 – 1996 vyskytoval na 62 lokalitách. V Hrubém Jeseníku se zvonek nacházel na 57 lokalitách a na Kralickém Sněžníku bylo nalezeno 5 lokalit.

Zvonek vousatý je atraktivní, nápadný, hezký a pro Hrubý Jeseník charakteristický druh, který se pro svůj vzhled dostal do znaku CHKO Jeseníky. Tento druh nemá žádné léčivé účinky (Kovanda 2001, Bureš 2013). Podle zákona je chráněným druhem (kategorie silně ohrožený druh). Dnes se nachází ve třetí verzi (2012) celostátního červeného seznamu v kategorii C2b – druhy silně ohrožené pro vzácnost a zároveň i úbytek lokalit. V současnosti je jeho výskyt znám na mnoha lokalitách v Hrubém Jeseníku a jelikož je schopen šíření na antropicky narušených stanovištích v hřebenových partiích subalpínského stupně, nepovažujeme tento druh v CHKO Jeseníky za bezprostředně ohrožený (Bureš 2013).

3.2 Charakteristika sledovaného území

Chráněná krajinná oblast Jeseníky byla vyhlášena roku 1969. Se svou rozlohou 740 km² je čtvrtou největší a zároveň pátou nejstarší chráněnou krajinnou oblastí v České republice (Schmidtová et al. 2009). Jeseníky jsou nejvyšší moravské hory (Kos a Maršáková 1997) a rozkládají se v severovýchodní části České republiky v okresech Jeseník, Bruntál a Šumperk (Šillerová 2014). Nejcennější části jesenické přírody jsou chráněny čtyřmi přírodními rezervacemi národní kategorie (NPR), devatenácti přírodními rezervacemi (PR) a šesti přírodními památkami (PP) (Schmidtová et al. 2009).

Jeseníky leží na nejvýchodnější části Českého masivu, který byl vyvrásněn koncem prvohor (Friedl et al. 1991) a patří do východosudetské zóny zvané silezikum. CHKO Jeseníky mají pestrou a složitou geologickou stavbu, která vznikla složitým vývojem. Vývoj začal sedimentací na dně moře, následovalo zvedání a lámání ker, zarovnaní povrchu a na závěr měl velký vliv činnost ledovce (Schmidtová et al. 2009). Centrální část Jeseníků se skládá z desenské a keprnické klenby, které od sebe odděluje Červenohorské sedlo. Desenskou klenbu tvoří svory, ruly, migmatity, břidlice a kvarcity. Keprnická klenba je složena ortorulami a ve vrcholových částech svory (Friedl et al. 1991). Geologická stavba měla také vliv na pestrý výskyt minerálů a hornin. Jeseníky prosluly bohatým nalezištěm zlata a těžbou železné rudy (Schmidtová et al. 2009). Zlato,

stříbro, měď, zinek a olovo se těžilo v okolí Zlatých hor a Jeseníku, což byly v dřívější době hlavní hornická střediska (Friedl et al. (1991).

Z geomorfologického hlediska území náleží do Krkonošsko-jesenické soustavy v provincii České vysočiny. Velká část území leží v geomorfologickém celku Hrubý Jeseník, který má podcelky Keprnickou hornatinu, Pradědskou a Medvědskou hornatinu (Demek et al. 2006). Hrubý Jeseník má horský, místy až velehorský charakter, díky vysoké výškové členitosti. Horské hřbety mají oblý tvar a jsou od sebe odděleny hlubokými sedly a kotlinovými sníženinami. Nejvyšší partie jsou tektonicky vyzdvižené hornatiny s hluboce zaříznutými údolími (Kos a Maršáková 1997).

Pohoří Jeseníky leží na rozhraní dvou klimatických oblastí, kde se kontinentální klima potkává s vlivy klimatu atlantického. Oblast se vyznačuje vysokou relativní vlhkostí a převládajícím západním větrným prouděním, které přináší velké množství srážek (AOPK ČR 2012). Sníh se v hřebenových částech pohoří vyskytuje přibližně od konce října do konce května (Friedl et al. 1991). Vrcholová část je řazena do chladné oblasti, ostatní území patří k mírně teplé (Quitt 1971).

Jeseníky jsou z velké části pokryty lesními porosty, především druhotnými smrčínami. Zachovaly se však zde i autochtonní lesy, které mají místy charakter pralesa. V nadmořské výšce od 1200 do 1300 m n. m. se nachází horní hranice lesa a nad ní smilkové hole. V těchto nejvyšších polohách Hrubého Jeseníku nalezneme velmi významné přirozené bezlesí, které se vyznačuje vysokou diverzitou. Na vrchním okraji lesa je ostrůvkovitě uměle vysazena kosodřevina, která negativně ovlivnila velké množství původních druhů. Za nejcennější lokalitu Jeseníků je považována Velká kotlina. Zde díky specifickému klimatu vznikly podmínky pro výskyt stovek druhů vyšších teplomilných i vysokohorských druhů (Kos a Maršáková 1997, Správa CHKO ČR). Další zajímavostí jesenické přírody jsou rašelinné vrchoviště a louky s typickou květenou. Nejvzácnější rostlinou národní přírodní rezervace Praděd je endemit zvonek jesenický (*Campanula gelida*), který roste v okolí Petrových kamenů (Friedl et al. 1991).

3.3 Popis lokalit

Alfrédka

Lokalita Alfrédka leží v nadmořské výšce 1090 m n. m. v první zóně CHKO Jeseníky, na hranici přírodní rezervace Pod Jelení studánkou. Nachází se nedaleko Pradědu, pod hlavním hřebenem Pradědské hornatiny. Tato lokalita se nachází kolem kamenných základů bývalé horské chaty Alfrédky, která v roce 2002 vyhořela. Katastrálně toto místo spadá pod území Staré Vsi. Vegetační snímky zde byly vytvořeny kolem kamenných základů bývalé chaty Alfrédky a na svahu za chatou. Dominují zde druhy *Potentilla aurea*, *Avenella flexuosa*, *Prunella vulgaris*, *Campanula barbata*.

Barborka

Tato lokalita se nachází v první zóně CHKO Jeseníky v okolí horské chaty Barborky, která leží na jižním úbočí hory Praděd v národní přírodní rezervaci Praděd. Chata Barborka katastrálně spadá pod území Malé Morávky a je umístěna v nadmořské výšce 1350 m n. m. Fytcenologické snímkování bylo provedeno především na narušovaných místech v subalpínských loukách, v okolí turistických cest a na strmých březích, kolem asfaltové cesty, které se sečou. Dominantními druhy zde jsou *Nardus stricta*, *Potentilla aurea*, *Calamagrostis villosa*.

Červenohorské sedlo

Tuto lokalitu nalezneme ve druhé zóně CHKO Jeseníky na rozhraní Keprnické a Pradědské hornatiny v nadmořské výšce 1013 m n. m. Červenohorské sedlo spadá pod katastrální území obce Kouty nad Desnou. Zde se sledovaný druh vyskytuje především na svahu sjezdovky F a to kolem vyšlapané turistické cesty vedoucí napříč sjezdovkou, na světlých stanovištích u lesa i ve vyšší bylinné vegetaci na sjezdovce. Výskyt zvonku vousatého na této lokalitě je velmi rozmanitý.

Ovčárna

Lokalita je situována v nadmořské výšce 1310 m n. m. v první zóně CHKO Jeseníky. Ovčárna je horská chata, která leží na severozápadním svahu Petrových kamenů nedaleko národní přírodní rezervace Praděd. Chata Ovčárna katastrálně spadá do území Malé Morávky. Zvonek vousatý se zde nachází na velmi narušovaném travnatém ostrůvku uprostřed staré turistické cesty, která vede nad Ovčárnou. Dále se zde vyskytuje ve svahu

na levém okraji podél asfaltové cesty vedoucí na Praděd. Dominantní druh je zde *Nardus stricta* a *Avenella flexuosa*.

Tabulka 1 Přehled sledovaných lokalit a jejich základní charakteristika

Lokalita	Nadmořská výška	GPS souřadnice	Sklon	Expozice
Alfrédka	1090 m n. m.	50°0'47"S 17°13'1"V	6-21°	JZ
Barborka	1350 m n. m.	50°4'30"S 17°14'3"V	10-34°	JV
Červenohorské sedlo	1013 m n. m.	50°7'33"S 19°9'5"V	11-23°	JV
Ovčárna	1310 m n. m.	50°4'15"S 17°14'13"V	9-28°	SZ

3.4 Metodika

3.4.1 Sběr dat

Výzkum probíhal na čtyřech nejpočetnějších lokalitách výskytu zvonku vousatého (Šilllerová 2014, 2016): Alfrédka, Barborka, Červenohorské sedlo a Ovčárna. Na každé lokalitě bylo provedeno fytoocenologické snímkování (Moravec et. al 1994). Celkem bylo provedeno 30 vegetačních čtverců o velikosti 2 × 2 m. Umístění fytoocenologického snímku na lokalitách jsem vybírala preferenčně s ohledem na zastoupení jedinců zvonku vousatého. Na lokalitě Alfrédka bylo provedeno 5 vegetačních čtverců, na lokalitě Barborka bylo provedeno 8 vegetačních čtverců, na Červenohorském sedle bylo provedeno 11 vegetačních čtverců a na lokalitě Ovčárna celkem 6 vegetačních čtverců. Návštěva lokalit proběhla jednou ročně v období od konce července po začátek srpna, kdy zvonek vousatý kvete.

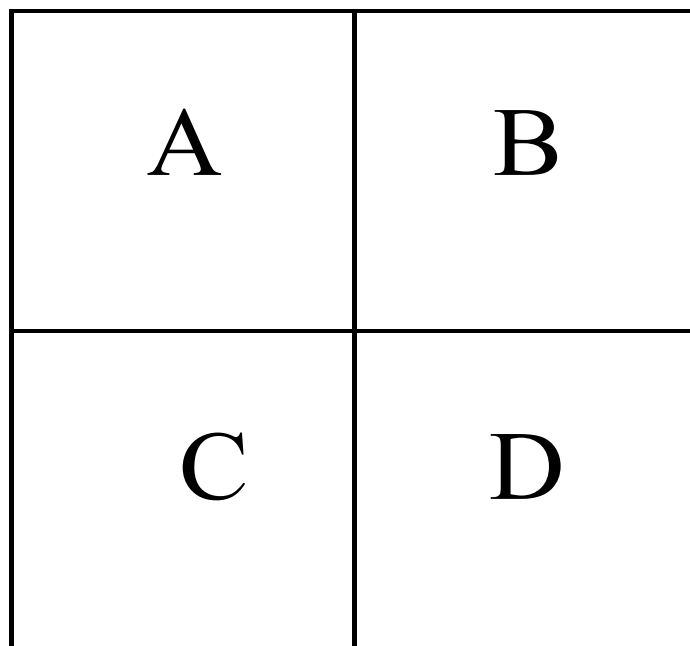
Každý vegetační snímek byl pomocí barevně výrazných kolíků rozdělen na 4 stejné plochy (A,B,C,D) o velikosti 1 × 1 m (viz schéma). Všechny vegetační snímky byly očíslovány podle pořadí, bylo zaznamenáno datum a lokalita, na které výzkum probíhal. Pro každý vegetační snímek byly dále zaznamenány standardní popisné údaje jako je: GPS souřadnice, sklon svahu a expozice ke světovým stranám.

Na každém vymezeném čtverci byla odhadem stanovena celková pokryvnost všech druhů cévnatých rostlin v bylinném E1 a mechovém patře E0 v procentech s přesností na 5% podle Braun-Blanquetovy stupnice (Moravec et al. 1994).

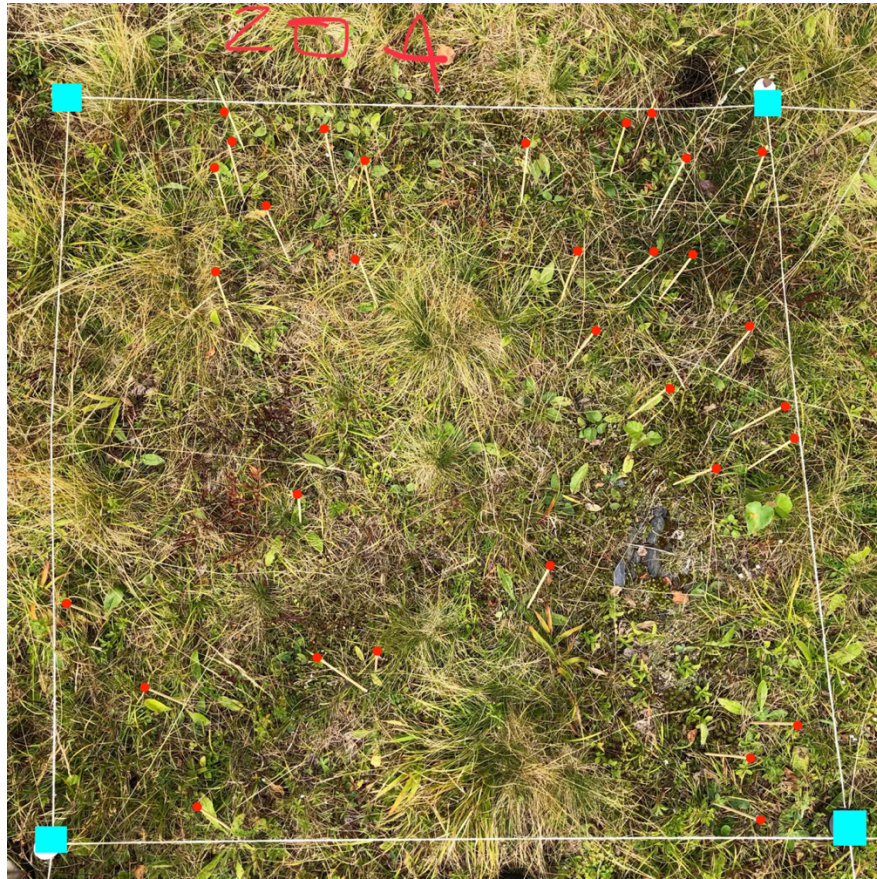
V každém vegetačním snímku byl zjištěn počet všech jedinců v generativní fázi a byla změřena jejich výška v centimetrech a počet květů. V každém vegetačním snímku byl také zjištěn počet všech jedinců ve vegetativní fázi.

Dále byla změřena hloubka substrátu v centimetrech v podobě 5 vpichů v každém snímku. Tyto vpichy byly provedeny libovolně na 5 místech v každém vymezeném čtverci pomocí železného kolíku o průměru 3mm.

Na všech plochách ve všech vegetačních snímcích byl každý jedinec zvonku vousatého barevně označen pomocí špejle. Následně byla každá plocha vyfotografována kolmo k povrchu přibližně ze stejné výšky a označena písmenem A, B, C nebo D (viz schéma) a číslem vegetačního snímku. V programu ArcGIS byla ve fotografii následně vytvořena digitální vrstva, která přesně vyznačuje plochu vegetačního snímku a body odpovídající poloze každého jedince zvonku vousatého. Pomocí programu ArcGIS byly vygenerovány agregační metriky Lloydovo číslo (index) a Average Nearest Neighbour („průměrný nejbližší soused“), které popisují, zda-li se sledovaný druh vyskytuje ve shlucích, nebo má pravidelné či náhodné rozmístění.



Obrázek 3 Schéma vegetačního snímku



Obrázek 4 Příkladová fotografie plochy A vegetačního snímku č. 20 o velikosti 1 x 1 m s označením každého jedince zvonku vousatého

3.4.2 Analýza dat

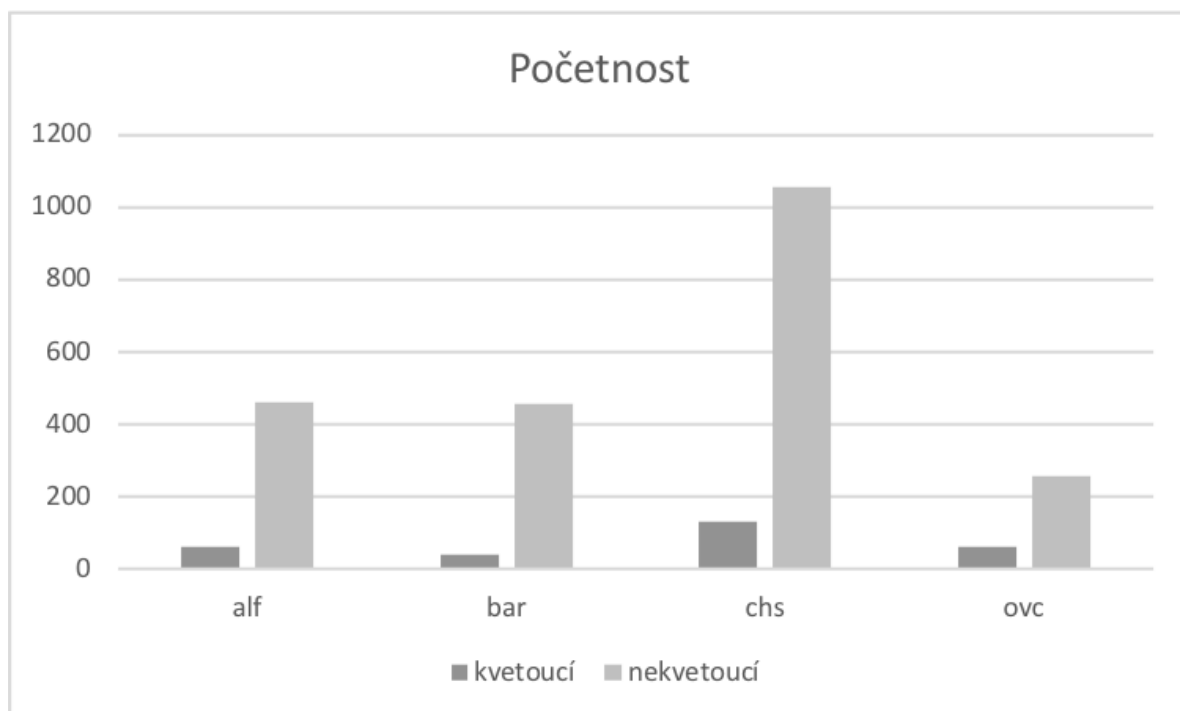
Data z fytoocenologického snímkování byla zpracována pomocí programu R 3.5.3 (RStudio Team 2015). Početnost kvetoucích a nekvetoucích jedinců zvonku vousatého ve vztahu k celkové pokryvnosti okolní vegetace byly testovány pomocí zobecněného lineárního modelu (GLM) s Poissonovou distribucí. Závislost okolní vegetace a výšky zvonku vousatého byly vyjádřeny regresí. Agregace (shlukovitost) zvonku vousatého byla zpracována a vyhodnocována pomocí programu ArcGIS 10.7. V tomto programu byla nejdříve ve fotografii každého vegetačního snímku vytvořena digitální vrstva s body, které odpovídaly poloze každého jedince sledovaného druhu. Následně byly pomocí programu vygenerovány agregační metriky Lloydovo číslo (index) a Average Nearest Neighbor („průměrný nejbližší soused“), které na základě vzdálenosti mezi jedinci zvonku vousatého udává, zda-li výsledek směřuje ke shlukům (clustered >1) či k uspořádanosti (dispersed <1). Čím více se tyto hodnoty přibližují nule, tím větší je

shlukovitost sledovaného druhu. Agregáční metriky byly zlogaritmovány a dále použity při regresi, která testovala vliv pokryvnosti okolní vegetace na shlukovitost zvonku vousatého a při parametrické korelaci, která testovala vztah mezi shlukovitostí a výškou zvonku vousatého. Pro krabicov  diagram se zobrazením mediánu a konfidenčního intervalu, který znázorňuje rozdíly v agregaci zvonku vousatého na všech čtyřech lokalitách byla použita agregáční metrika Average Nearest Neighbor („průměrný nejbližší soused“). Mnohorozměrná analýza dat byla znázorněna pomocí nepřímé gradientové analýzy a analýzy hlavních komponent PCA (Principal components analysis), který vycházel z dat o pokryvnosti všech druhů ve vegetačních čtvercích na daných lokalitách. V modelu DCA (Redundance analysis) byly údaje rozšířené hodnotami faktorů prostředí. Pro veškeré vegetační snímky byly použity hodnoty nadmořské výšky, hloubky substrátu a sklonu svahu. Pro DCA model byly použity druhy, které mají tendenci se vyskytovat se sledovaným druhem (podle PCA analýzy) a nejpočetnější druhy zastoupené ve vegetačních snímcích.

4 Výsledky

4.1 Analýza vlivu druhové pokryvnosti na početnost zvonku vousatého ve vybraných ontogenetických fázích

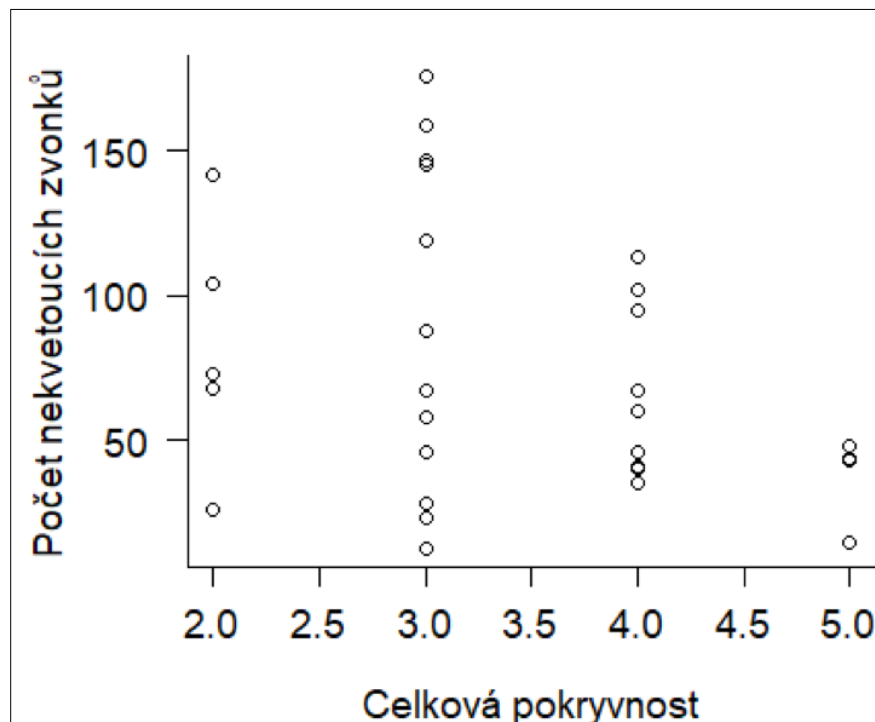
U zvonku vousatého je patrný rozdíl v početnosti jedinců v kvetoucí a nekvetoucí fázi. Početnost sledovaného druhu ve vybraných ontogenetických fázích byla zjištěna na všech čtyřech nejpočetnějších lokalitách výskytu (Alfrédka, Barborka, Červenohorské sedlo, Ovčárna).



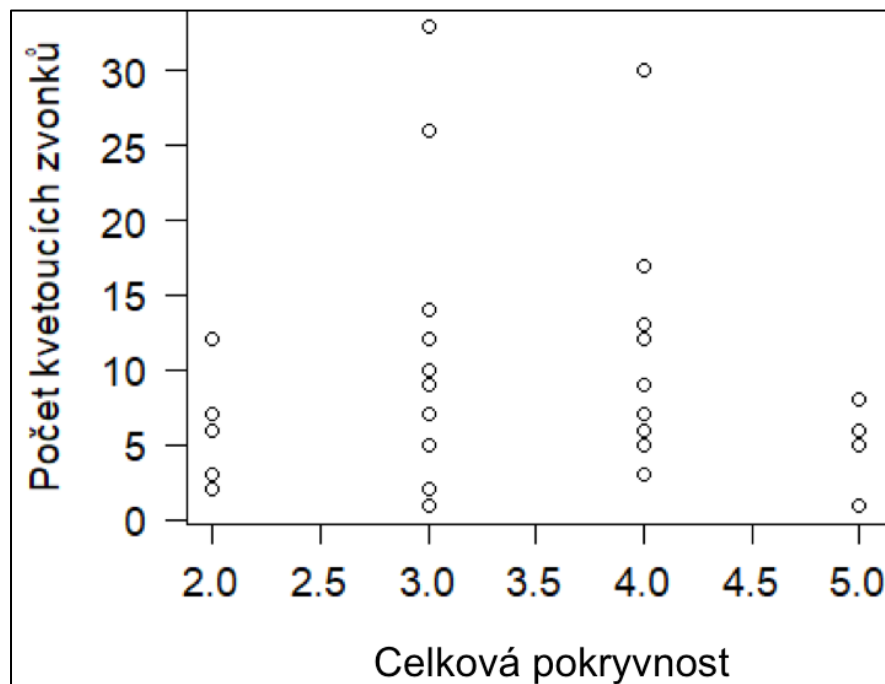
Graf 1 Početnost jedinců zvonku vousatého v kvetoucí a nekvetoucí fázi na lokalitách Alfrédka, Barborka, Červenohorské sedlo a Ovčárna

Na vybraných lokalitách byl sledován vztah mezi zapojeností (pokryvností) okolní vegetace a početností zvonku vousatého v nekvetoucí a kvetoucí fázi. Bylo jisté, že pokryvnost okolní vegetace nemá žádný vliv na početnost zvonku vousatého v nekvetoucí ani v kvetoucí fázi. Pro zjištění vlivu pokryvnosti okolní vegetace na počty nekvetoucích a kvetoucích jedinců zvonku vousatého byl použit zobecněný lineární model (GLM) s Poissonovou distribucí, která je vhodná při analýze početnosti. Pokryvnost okolní vegetace byla zaznamenána jako pokryvnost mechového E0 a bylinného E1 patra ve všech fytoecologických snímcích na všech čtyřech nejpočetnějších lokalitách výskytu druhu. Na všech těchto lokalitách bylo nalezeno 1055

nekvetoucích jedinců a 130 kvetoucích jedinců ve 30 vegetačních čtvercích. Jak ukazuje graf, data nevykazují žádné trendy. Výsledek nekvetoucích: $Dev = 134.4$, $P = 0.14$, výsledek kvetoucích: $Dev = 28.8$, $P = 0.21$.



Graf 2 Lineární model vlivu druhové pokryvnosti na početnost zvonku vousatého v nekvetoucí fázi

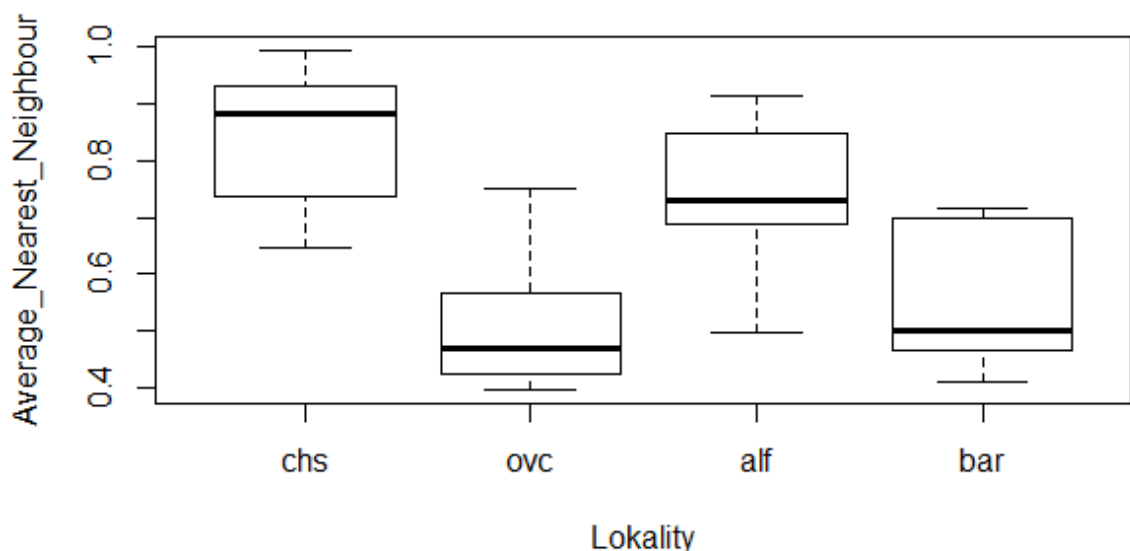


Graf 3 Model vlivu druhové pokryvnosti na početnost zvonku vousatého v kvetoucí fázi

4.2 Analýza vlivu pokryvnosti okolní vegetace na výšku a agregaci zvonku vousatého

Veškeré regrese, které byly testovány vyšly neprůkazně. Zvolenou metodou tedy nebyl potvrzen vliv okolní vegetace na výšku ani na shlukovitost (agregaci) zvonku vousatého. Závislost pokryvnosti okolní vegetace na výšku zvonku vousatého: $F = 0,01$; $df = 28$; $P\text{-value} = 0,92$. Vliv pokryvnosti okolní vegetace na agregaci zvonku vousatého (Lloydovo číslo): $F = 1,49$; $df = 28$; $P\text{-value} = 0,23$. Vliv pokryvnosti okolní vegetace na agregaci zvonku vousatého (Average Nearest Neighbour) $F = 2,20$; $df = 28$; $P\text{-value} = 0,15$.

Agregace neboli shlukovitost populací byla sledována na všech čtyřech nejpočetnějších lokalitách výskytu zvonku vousatého. Pro krabicový diagram byla zvolena agregační metrika Average Nearest Neighbor („průměrný nejbližší soused“). Čím více se tato hodnota přibližuje nule, tím větší je shlukovitost sledovaného druhu. Z grafu je tedy patrné, že největší agregaci vykazují populace na lokalitách Ovčárna a Barborka. Zde se zvonek vousatý vyskytuje nejčastěji na velmi narušovaných plochách a ve strmých březích kolem turistických cest převážně s druhy *Nardus stricta* a *Avenella flexuosa*. ANOVA prokázala signifikantní rozdíly v agregaci zvonku mezi jednotlivými lokalitami ($P\text{-value} < 0,05$).



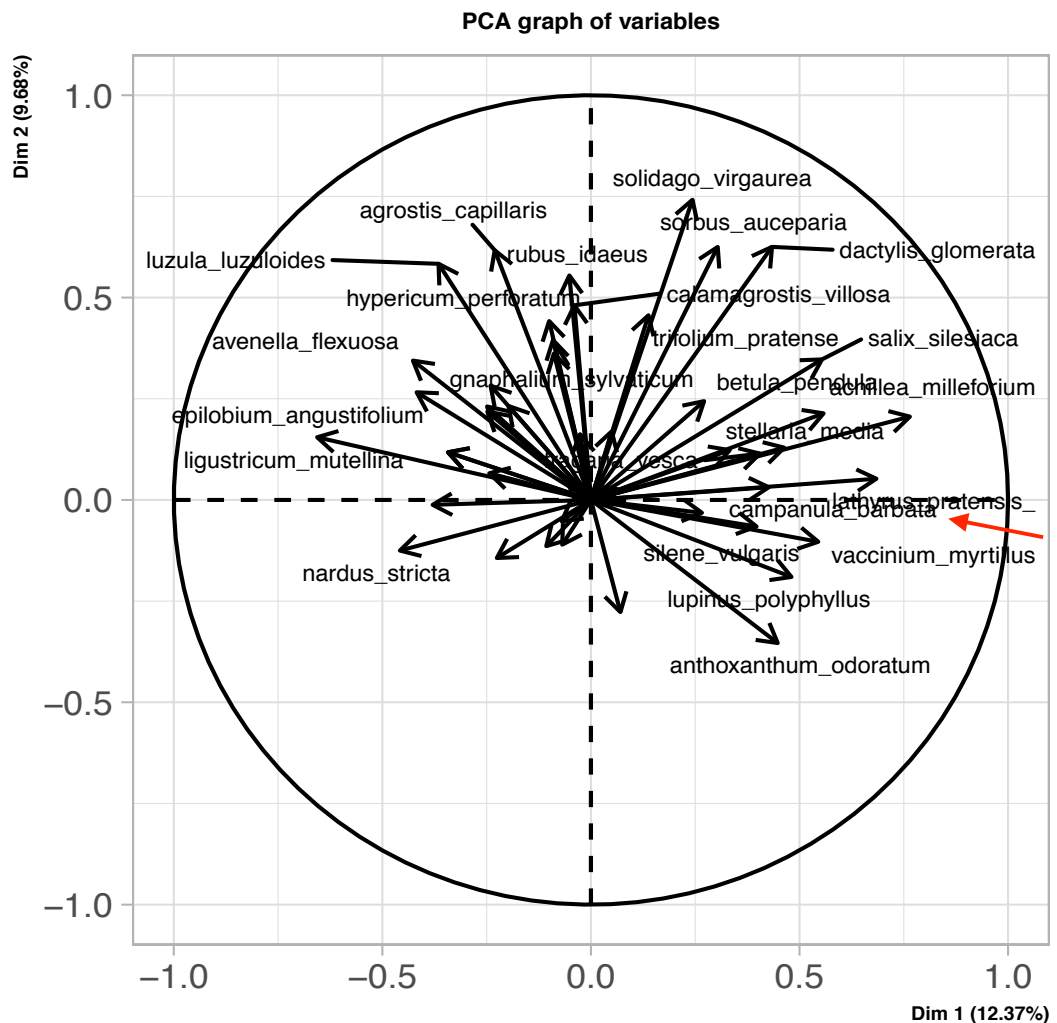
Graf 4 Rozdíly v agregaci populací zvonku vousatého na lokalitách Červenohorské sedlo (chs), Ovčárna (ovc), Alfrédka (alf) a Barborka (bar)

4.3 Analýza vlivu agregace a výšky zvonku vousatého

Závislost mezi shlukovitostí (agregací) a výškou zvonku vousatého byla testována klasickou parametrickou korelací. AgregáčnÍ metriky (Lloydovo číslo a Average Nearest Neighbour) byly před použitím korelace zlogaritmovány. Výsledky korelací byly neprůkazné. Shlukovitost (agregace) zvonku vousatého nemá žádný vliv na jeho výšku. Lloydovo číslo v závislosti s výškou zvonku vousatého: $t = -0,99$; $df = 28$; $P\text{-value} = 0,33$. Average Nearest Neighbour v závislosti s výškou zvonku vousatého: $t = 0,67$; $df = 28$; $P\text{-value} = 0,51$

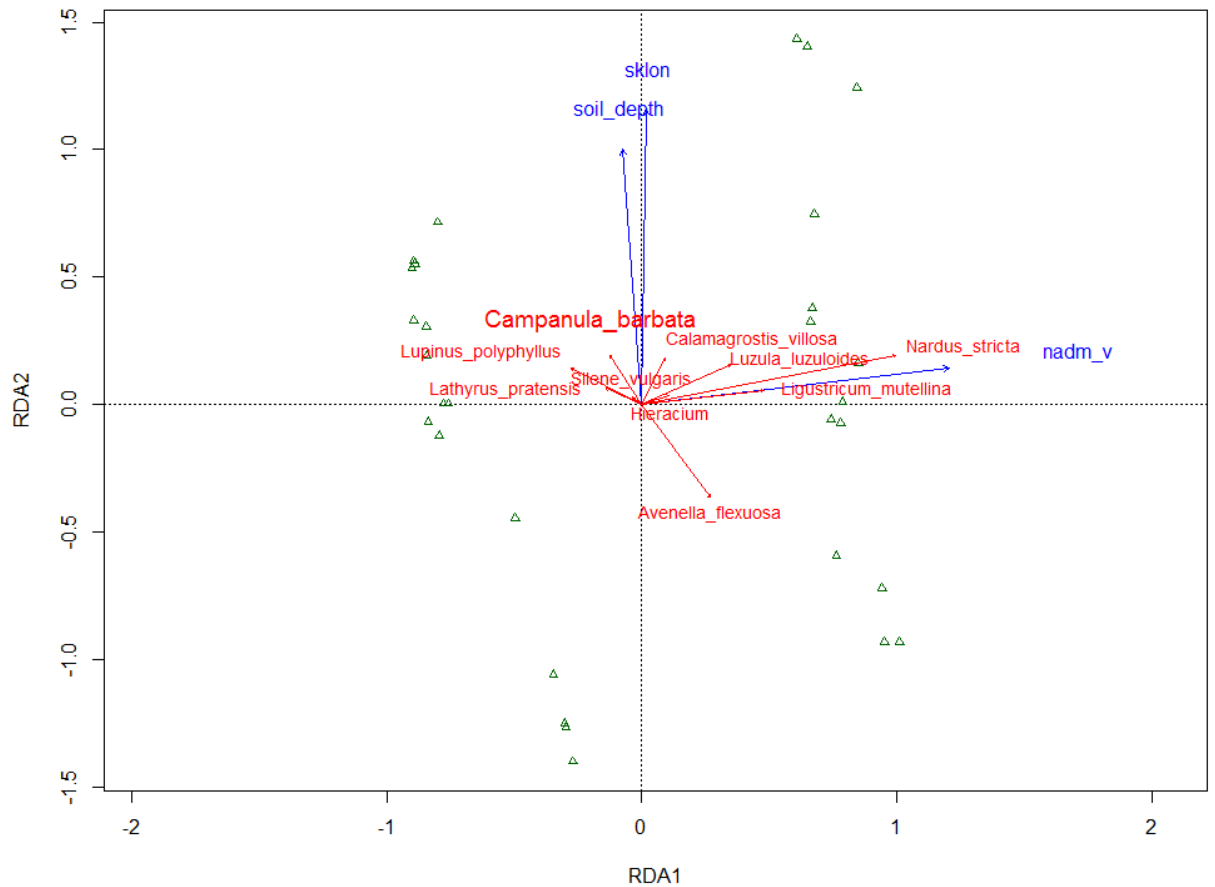
4.4 Vegetační kompozice

V ordinačním diagramu je zobrazeno rozložení druhů v mnohorozměrném prostoru v závislosti na vztazích mezi nimi. Výsledek PCA analýzy. Zvonek vousatý je pozitivně korelován s první osou a má tendenci se vyskytovat na všech čtyřech lokalitách společně s druhy *Silene vulgaris*, *Lupinus polyphyllus*, *Lathyrus pratensis*, *Vaccinium myrtillus*. *Silene vulgaris* (korelace = 0.644, $P < 0.001$), *Lupinus polyphyllus* (korelace = 0.640, $P < 0.001$) a *Lathyrus pratensis* (korelace = 0.547, $P = 0.002$). Negativní signifikantní vztah zvonek nemá s žádným druhem, přesto existuje řada druhů (svírající velký úhel), které dokumentují negativní vazbu.



Graf 5 Zobrazení vztahu mezi druhy na všech sledovaných lokalitách. *Campanula barbata* je v grafu vyznačena červenou šipkou. Seznam druhů v grafu: *Agrostis capillaris*, *Achillea milleforium*, *Anthoxanthum odoratum*, *Avenella flexuosa*, *Betula pendula*, *Calamagrostis villosa*, *Campanula barbata*, *Dactylis glomerata*, *Epilobium angustifolium*, *Fragaria vesca*, *Gnaphalium sylvaticum*, *Hypericum perforatum*, *Lathyrus pratensis*, *Ligustricum mutelina*, *Lupinus polyphyllus*, *Luzula luzuloides*, *Nardus stricta*, *Rubus idaeus*, *Salix silesiaca*, *Silene vulgaris*, *Solidago virgaurea*, *Sorbus auceparia*, *Stellaria media*, *Trifolium pratense*, *Vaccinium myrtillus*

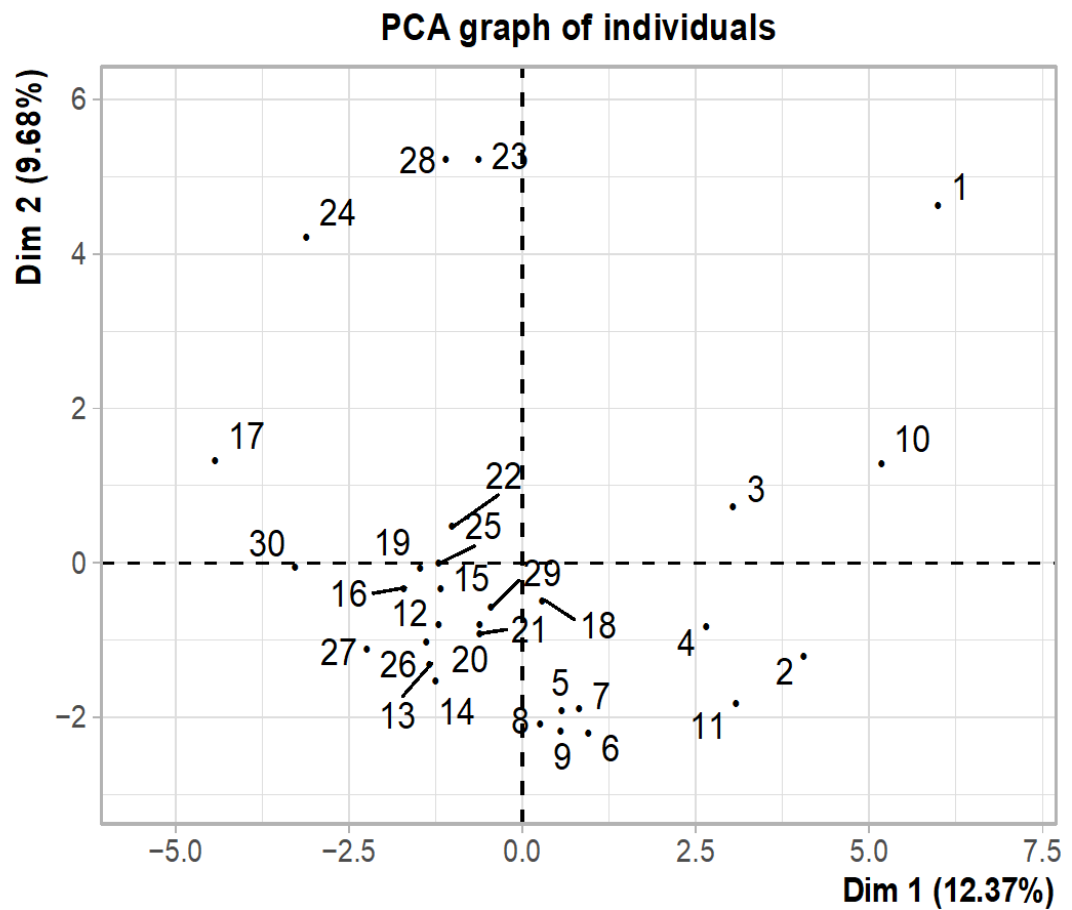
Výsledek RDA analýzy. V ordinačním diagramu je zobrazeno rozložení nejpočetnějších druhů v mnohorozměrném prostoru v závislosti na abiotických faktorech prostředí. *Campanula barbata* nemá vysokou afinitu k vybraným faktorům prostředí (Obr. 5). Nachází se spíše mezi druhy (*Calamagrostis villosa*, *Silene vulgaris*), které jsou svým růstem závislé na hloubce půdy a sklonu svahu (P-value < 0,001). Další skupinou vyplývající z grafu jsou rostliny, jejichž výskyt je závislý především na nadmořské výšce.



Graf 6 Zobrazení rozložení druhů v rámci všech lokalit vůči abiotickým faktorům prostředí. Pro RDA analýzu

byly vybrány druhy, které mají tendenci se vyskytovat společně se zvonkem vousatým a nejpočetnější druhy zastoupeny ve vegetačních snímcích (červené šipky). Modré šipky znázorňují abiotické faktory prostředí (nadm_v = nadmořská výška, sklon = sklon svahu, soil_depth = hloubka půdy), které rozdělují variabilitu snímků znázorněných pomocí zelených trojúhelníků. Seznam druhů v grafu: *Avenella flexuosa*, *Calamagrostis villosa*, *Campanula barbata*, *Hieracium sp.*, *Lathyrus pratensis*, *Ligustricum mutelina*, *Lupinus polyphyllus*, *Luzula luzuloides*, *Nardus stricta*, *Silene vulgaris*

Tyto snímky pochází z lokalit Alfrédka, Barborka a Ovčárna, které jsou svým druhovým složením velmi podobné. Odlehlé hodnoty snímků pochází převážně z lokality Červenohorské sedlo. Zde se sledovaný druh na rozdíl od lokalit Alfrédka, Barborka a Ovčárna vyskytoval na jižním svahu sjezdové tratě, kolem vyšlapané turistické cestičky, vedoucí napříč sjezdovkou a na světlých stanovištích u lesa.



Graf 7 Graf podobnosti vegetačních snímků. Čísla na grafu korespondují s čísly vegetačních snímků 1-30. Seznam vegetačních snímků: Červenohorské sedlo: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, Ovčárna: 12, 13, 14, 15, 16, 17, Alfrédka: 18, 19, 20, 21, 22, Barborka: 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30.

5 Diskuze

Tato práce byla zaměřena na stanovištní preference druhu *Campanula barbata* na čtyřech nejpočetnějších lokalitách výskytu v Hrubém Jeseníku. V rámci snímkování nebyl prokázán vliv okolní vegetace na početnost zvonku vousatého ve zvolených ontogenetických fázích. Mezi lokalitami byl zjištěn rozdíl ve shlukovitosti populací sledovaného druhu. Zvolená metoda neprokázala vliv pokryvnosti okolní vegetace na agregaci ani na výšku zvonku vousatého. Sledovaný druh má tendenci se vyskytovat společně s druhy *Silene vulgaris*, *Lupinus polyphillus*, *Lathyrus pratensis* a s druhy, které jsou svým růstem závislé především na sklonu svahu a hloubce půdy.

Druhovú pokryvnost okolní vegetace na studovaném území nemá vliv na početnost zvonku vousatého v kvetoucí a nekvetoucí fázi. Počty nekvetoucích rostlin jsou značně vyšší než počty rostlin kvetoucích, jelikož zvonek vousatý v přírodních populacích nekvete v prvním roce života. V prvních letech musí jedinci získat určité množství zásob, které kumulují v listech. V generativní fázi pak investice rozkládají mezi tvorbu listů a květů (Hertlová & Möch 2016). Pravděpodobně i proto se přirozeně vyskytuje více jedinců ve vegetativní fázi. Kvetoucí rostliny sledovaného druhu mají vyšší vzrůst, který se uplatňuje při rozptýlení semen, která doletí dál. Naopak nižší rostliny jsou ve vysokých nadmořských výškách ovlivněny nepříznivými faktory prostředí a více energie tak investují spíše do přežívání, než do reprodukce (Scheepens & Stöcklin 2011). Scheepens et al. (2010) dále uvádějí, že podmínky prostředí charakterizují také délku kvetení. Dlouhé léto umožňuje rostlinám kvést delší dobu, zatímco ve vyšších polohách s krátkou vegetační sezónou je kvetení poněkud rychlé, jelikož produkce semen musí být zajištěna před poklesem teploty. Je tedy zřejmé, že klimatické faktory ovlivňují i načasování kvetení (Scheepens et al. 2010). Největší počet kvetoucích rostlin byl zaznamenán na lokalitě Červenohorské sedlo, která se ze všech sledovaných lokalit nachází v nejnižší nadmořské výšce 1013 m n. m. Naopak nejmenší počet kvetoucích rostlin byl zkoumán na lokalitě Barborka, která ze všech sledovaných lokalit leží v nejvyšší nadmořské výšce 1350 m n. m.

Pokryvnost okolní vegetace nemá vliv na výšku zvonku vousatého. Výška lodyhy kvetoucí rostliny může být až 40 cm dlouhá, naopak jedinci v nekvetoucí fázi, mají podobu pouze přízemní růžice s listy (Xaver 2007). Růžice, které rostou těsně při zemi využívají teplé půdy a chrání se tak před mrazem v zimě. Tato forma růstu se často vyskytuje na otevřených alpských loukách, kde se zvonek vousatý přirozeně vyskytuje

(Hertlová & Möch 2016). Scheepens & Stöcklin (2011) dále uvádí, že s nižším růstem je rostlina schopna efektivněji zvládnout chladné horské podmínky prostředí. Malý vzrůst je také považován za adaptaci ve vyšších nadmořských výškách a zabraňuje zamrznutí květních pupenů. Naopak vyšší kvetoucí rostliny jsou upřednostňovány v nižších nadmořských výškách s vyššími teplotami a delší vegetační sezónou. V Neposlední řadě napomáhá vysoký vzrůst přežít v konkurenci vyšší okolní vegetace. Tyto rostliny tedy mohou investovat do reprodukce větším množstvím květů a jsou i zdatnější. Naopak nízké rostliny investují více energie do přežití než do reprodukce a mají tak méně, nebo žádné květy, jelikož jsou ovlivněny nepříznivými podmínkami prostředí (Scheepens & Stöcklin 2011).

Okolní vegetace nemá žádný vliv na agregaci zvonku vousatého. Největší shlukovitost vykazují lokality Barborka a Ovčárna, kde zvonek vousatý roste na extrémních stanovištích, nejčastěji na velmi narušovaných plochách a ve strmých březích kolem turistických cest. Na těchto lokalitách se sledovaný druh vyskytoval převážně s druhy *Nardus stricta* a *Avenella flexuosa*. Disperze alpských rostlin, které rostou v jednom z nejdrsnějších prostředí na Zemi se liší v závislosti na různých výškových pásech. Úzce příbuzné druhy s velmi podobnými ekologickými nároky mají tendenci vytvářet shluky, díky kterým efektivně odolávají nepříznivým vlivům horského prostředí jako je silný vítr, mraz, nízké teploty a omezené srážky (Xin-Hui LI et. al 2013). Rostliny rostoucí v mírných podmínkách s příznivějším podnebím jsou navzájem ovlivněny negativními interakcemi (např. konkurencí) a vyskytují se převážně jednotlivě s pravidelným či náhodným rozmístěním. Dalším významným faktorem rozmístění rostlin je heterogenita prostředí, avšak Xin-Hui LI et. al (2013) uvádí konkurenci jako jednu z hlavních hnacích sil v disperzi alpských rostlin. Populace alpských rostlin mají větší tendenci vytvářet shluky jako odezvu k nepříznivým podmínkám prostředí. Souhrnně lze říci, že na rozmístění alpských rostlin má značný vliv mezidruhová konkurence a podmínky prostředí (zejména průměrné roční teploty) (Xin-Hui LI et. al 2013), což naznačují i výsledky shlukovitosti zvonku vousatého. Na Lokalitách Ovčárna a Barborka, kde měl sledovaný druh větší tendenci ke shlukům, panovaly extrémnější podmínky prostředí než na lokalitách Alfrédka a Červenohorské sedlo.

Z analýz vyplynulo, že sledovaný druh má tendenci se vyskytovat na lokalitách v Hrubém Jeseníku s druhy *Silene vulgaris*, *Lupinus polyphilus* a *Lathyrus pratensis*. Podle Šillerové (2016) se zvonek vousatý nejčastěji vyskytuje ve svazu *Nardion* společně

s druhy *Nardus stricta*, *Avenella flexuosa* a *Hypericum maculatum*, které jsou typické pro smilkové trávníky. Častý výskyt se smilkou tuhou v Alpách popisuje také Vonlanthen et. al (2006). Další druh, se kterým se zvonek vousatý vyskytuje je *Luzula luzuloides*, který patří mezi druhy rostoucí na rozvolněných horských smrčínách (Kubát et. al 2012). Chytrý et. al (2001) dále popisuje výskyt *Campanula barbata* s *Luzula luzuloides* v rostlinném společenstvu smilkových trávníků. V neposlední řadě můžeme podle Šillerové (2016) sledovaný druh nalézt s druhem *Ligustricum mutelina*, který vyhledává především vlhčí půdy. Druhy *Silene vulgaris*, *Lupinus polyphilus* a *Lathyrus pratensis* se vyskytovaly ve většině případů pouze na Červenohorském sedle. Tyto druhy mají spolu se zvonkem vousatým stejnou životní formu – hemikryptofyty a nachází se společně na svěžích, slabě kyselých až kyselých půdách a preferují střední hodnoty půdního dusíku (Jurko 1990). *Silene vulgaris* a *Campanula barbata* společně preferují sušší a osluněná místa (Dostál 1989). Zvonek vousatý se zde jako na jediné lokalitě nachází na sjezdové trati a pokryvnost cévnatých druhů rostlin je zde vyšší. Roste zde především vysokobylinná vegetace horských luk třídy *Mulgedio-Aconitetea* (Chytrý 2010), ve které se místy uchycuje i zvonek vousatý. Například druh *Lupinus polyphilus* má vysoký vzrůst, velkou plochu listu a tím pádem tvoří ve vegetačním snímku velkou pokryvnost a pravděpodobně proto mohou být výsledky zkreslené. Zvonek vousatý je vázán na lokality s hlubší půdou a větším sklonem svahu. Sledovaný druh preferuje mělké a vlhké půdy (Kovanda 2000, Bureš 2013). Průměrná hloubka substrátu na sledovaných lokalitách v Hrubém Jeseníku byla 6 cm. Vonlanthen et. al (2006) uvádí, že v Alpách tento druh preferuje sklon svahu 22°, Høitomt (2007) píše, že v Norsku roste na svazích se sklonem 30°. Průměrný sklon svahů na čtyřech nejpočetnějších lokalitách výskytu sledovaného druhu v Hrubém Jeseníku byl 21°. Je tedy patrné, že plochy s velkou sklonitostí svahu jsou vhodnými stanovišti pro růst a reprodukci zvonku vousatého. Na sklonitém svahu většinou nedochází k úplnému zápoji a sukcese na svazích probíhá pomaleji než na rovných plochách. Díky tomu dochází k úspěšnému uchycení semenáček a zvonek má šanci plochu rychle obsadit. Navíc je na méně zapojených plochách menší konkurence okolních rostlin, což zvonek vousatý preferuje (Ludmilová 2000). Svahy, které měly velký sklon a poměrně nízkou pokryvnost byly především na lokalitách Ovčárna, Barborka a Alfrédka. Na těchto lokalitách lze sledovaný druh pozorovat převážně v podobě nízkých trsů růžic ve vegetativní fázi.

Velkou podobnost spolu zauímají snímky 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, 21, 22, 25, 26, 27, 29, 30. Tyto snímky pochází z lokalit Alfrédka, Barborka a Ovčárna, které jsou svým druhovým složením velmi podobné, oproti výše uvedenému Červenohorskému sedlu. Alfrédka, Barborka a Ovčárna jsou horské chaty a jejich okolí je antropogenně ovlivňováno. O výskytu tohoto druhu v Norsku na místech, které vytvořil člověk se zmiňuje Høitomt (2007). I v Hrubém Jeseníku má *Campanula barbata* největší početnost na antropogenně narušovaných plochách (Šillerová 2016). Častým způsobem disturbancí bývá sešlap kolem horských chat a podél turistických cest. Tento jev byl pozorován na příklad na lokalitě Ovčárna, kde se vyskytovala početná populace zvonku vousatého na extrémně narušované turistické cestě, kde bylo jen minimum okolní vegetace. S těmito fakty souhlasí i Bureš (2013), který zmiňuje výskyt *Campanula barbata* na takto narušovaných místech. Lokality Alfrédka, Barborka a Ovčárna se nachází blízko sebe na rozdíl od odlehlejšího Červenohorského sedla a sledovaný druh se zde vyskytoval nejčastěji s druhy *Nardus stricta*, *Calamagrostis villosa*, *Avenenella flexuosa*, *Potentilla aurea* a *Hypericum perforatum*.

Odlehlé hodnoty snímků 1, 2, 3, 4, 10, 11, 17, 23, 24, 28 pochází převážně z lokality Červenohorské sedlo. Část snímků byla pořízena ve sníženině svahu podél turistické cesty, kde rostla vysokobylinná vegetace. To není pro zvonek vousatý typické, Bureš (2013), píše, že zvonek vousatý je v Hrubém Jeseníku vázán na pravidelně disturbancí narušované plochy a na přirozené porosty krátkostébelných niv. Na těchto místech se mu však pravděpodobně dobře daří, jelikož zde roste v podobě vysokých zdatných kvetoucích rostlin i společně s druhy *Lupinus polyphilus*, *Hypericum perforatum* nebo *Ligustricum mutelina*. Tato stanoviště se nacházela na osluněném svahu s mělkou půdou, což jsou podle Šillerové (2016) vhodné podmínky pro perzistenci tohoto druhu. Chytrý (2007) dodává, že tato vegetace osidluje stanoviště, kde se kumuluje větší množství sněhu, což je na tomto místě zajištěno také pomocí rolby upravující sjezdovou trať, která nahrne sníh do sníženiny. Forbis (2003) doplňuje, že sníh v zimě poskytuje vegetaci izolační vrstvu a chrání před mrazem a vysycháním. Některé snímky byly pořízeny na okraji sjezdovky na světlých stanovištích u lesa. Zde měl zvonek vousatý početné populace rostoucí i s keříčkovou vegetací *Vaccinium myrtillus* a se zakrslými formami stromů *Betula pendula*, *Picea abies*, *Salix silesiaca*. Zvonek se zde nachází i kolem vyšlapané turistické cestičky vedoucí napříč sjezdovou trasou s typickou vegetací

alpínských smilkových trávníků (svazu *Nardion*), jako je *Nardus stricta* a *Avenella flexuosa*.

Přestože okolní vegetace nemá signifikantní vliv na výšku ani agregaci jedinců zvonku vousatého, mohou být jeho populace ovlivněny abiotickými faktory prostředí. Zvonek odpovídá na nepříznivé podmínky nižším vzrůstem. V optimálních podmínkách prostředí jedinci zvonku vousatého vykazují zdatnější formy růstu. Dalším abiotickým faktorem může být míra disturbance na kterou zvonek vousatý odpovídal zvýšenou agregací jedinců. Na základě srovnání vlivu pokryvnosti okolní vegetace na zvonek vousatý na vybraných lokalitách jsem zjistila, že zvonek vousatý má tendenci se vyskytovat s druhy *Silene vulgaris*, *Lupinus polyphilus* a *Lathyrus pratensis*. S těmito druhy zvonek rostl v zapojených plochách s vysokobylinnou vegetací. Typickými druhy se kterými se sledovaný druh vyskytoval na plochách s vysokou mírou disturbance jsou především *Nardus stricta* a *Avenella flexuosa*. Z mých výsledků je patrné, že odpověď zvonku vousatého na vegetační složení v jeho okolí je variabilní a může být ovlivněno abiotickými faktory. Jeho výskyt je dle prezentovaných výsledků signifikantně vázán na sklon svahu a hloubku půdy. Afinita zvonku vousatého k abiotickým faktorům pravděpodobně převyšovala jeho vazbu na druhy v okolní vegetaci.

Do budoucna je nutné věnovat pozornost metodice terénního průzkumu, která by měla zahrnout i kontrolní plochy bez výskytu zvonku vousatého v blízkosti jeho populací. Tyto plochy by mohly odstranit rušivé vlivy sporadicky se vyskytujících druhů a tak lépe vystihnout druhové složení vegetace, se kterou je zvonek vousatý vázán.

Za účelem ochrany zvonku vousatého bych doporučovala v pokračování monitoringu jeho populací. Sledovat by se podle mého názoru měla početnost všech jedinců v generativní i vegetativní fázi. Důležité je také pozorovat stav a kvalitu stanovišť výskytu sledovaného druhu a v případě potřeby zavádět management v podobě pastvy dobytka či řízeného kosení. Účinným řešením by mohlo být i narušení drnu a odstranění konkurenčně zdatnějších druhů. V nejnnutnějších případech bych doporučovala výsev semen zvonku vousatého do míst po narušení vegetačního krytu a výsadbu semenáčků na horských loukách svazu *Nardion*, které je popisováno podle Dostála (1989) jako jeho původní stanoviště

6 Literatura

Agentura ochrany přírody a krajiny, Správa chráněné krajinné oblasti Jeseníky 2012. Rozbory Chráněné krajinné oblasti Jeseníky. AOPK.

Albín, R. 2006. Inventarizace vyšších rostlin a rostlinných společenstev v navrhované Přírodní rezervaci Břidličná. 1 vydání. Ostrava. 29. Va V 620/2/03.

Bureš L. 2013. Chráněné a ohrožené rostliny CHKO Jeseníky. 1 vydání. Olomouc. Rubico. 314.

Čihař J, Kovanda M. 1983. Horské rostliny ve fotografii. 1 vydání. Praha. Státní zemědělské nakladatelství. 351.

Demek J, Mackovčín P, Balatka B, Buček A, Cibulková P, Culek P, Čermák P, Dobiáš D, Havlíček M, Hrádek M, Kirchner K, Lacina J, Pánek T, Slavík P, Vašátko J. 2006. Zeměpisný lexikon ČR: Hory a nížiny. 2. vydání. Brno. AOPK. 582.

Dostál J. 1989. Nová květena ČSSR 2. 1. vydání. Praha. Academia. 756.

Engler R, Randin C F, Vittoz P, Czúka T, Beniston M, Zimmermann N E, Guisan A. 2009. Predicting future distributions of mountain plants under climate change: does dispersal capacity matter. *Ecography*. 32: 34 – 45.

Friedl K, Maršáková M, Petříčková M, Povolný F, Rivořová L, Vinš A. 1991: Chráněná území v České republice. Praha: Informatorium, 1-274

Forbis, T.A. (2003) Seedling demography in an alpine ecosystem. *American Journal of Botany*, 90, 1197-1206

Hegi G. 1966. Illustrierte Flora von Mittel-Europa VI. Band. 1 vydání. München.

Hertlová B, Mösch R. (2016): Reproductive strategy of *Campanula barbata* L. in the Swiss central Alps [*seminární práce ze sborníku Alpine Ecology Summer School*], Furka Pass, Switzerland

Høitomt T. 2006. Ny stor forekomst av skjeggklokke *Campanula barbata* i Synnfjellet, Oppland. *Blyttia*. 64. 243–248.

- Chytrý M, Kučera T, Kočí M. 2001. Katalog biotopů České republiky. 1. vydání. Praha. AOPK. 304.
- Chytrý M. 2007. Vegetace České republiky: Travinná a keříčková vegetace. 1 vydání. Praha. Academia. 526.
- Jeník J, Bureš L, Burešová Z. 1980. Syntaxonomic Study of Vegetation in Velká Kotlina Cirque, the Sudeten Mountains. *Folia Geobotanica & Phytotaxonomica*, 15 (1): 1–28.
- Jurko A. 1990. Ekologické a socioekonomické hodnotenie vegetácie. 1. vydání. Bratislava. Priroda. 195.
- Kavačić S. 2004. The genus *Campanula* L. (Campanulaceae) in Croatia, circum- Adriatic and west Balkan region. *Acta Bot. Croat.* 63 (2): 171–202.
- Klimeš L, Klimešová J. (1991): Alpine tundra in the Hrubý Jeseník Mts., the Sudeten, and its tentative development in the 20th century. *Preslia*. 63: 245–268.
- Kimberley M. 2011. Alpine *Campanula*. *Horticulture Week*. 11 (26): 18–19.
- Körner C. 2003 *Alpine Plant Life: Functional Plant Ecology of High Mountain Ecosystems*, 2nd edn. (Berlin: Springer)
- Kos J, Maršáková M. 1997: Chráněná území České republiky, Praha: 1-247
- Kovanda M. 2000. *Campanula barbata* L. - Zvonek vousatý In: Slavík B.[ed.]: Květena České republiky 6. Praha. Academia. 770.
- Kovanda M. 2001. Zvonek vousatý: a co dál?. *Živa*. 01(2): 65–66.
- Kubát K, Hrouda L, Chrtek J, Kaplan Z, Kirchner J, Štěpánek J. 2002. Klíč ke květeně České republiky. 1. vydání. Praha. Academia. 927.
- Ludmilová E. 1997. Rozšíření zvonku vousatého v Hrubém Jeseníku a na Králickém Sněžníku [bakalářská práce]. [Olomouc (CZ)]: Univerzita Palackého v Olomouci.

Ludmilová E. 2000. Současné rozšíření a ekologie zvonku vousatého (*Campanula barbata* L.) v Hrubém Jeseníku [diplomová práce]. [Olomouc (CZ)]: Univerzita Palackého v Olomouci.

Matteodo M, Wipf S, Stöckli V, Rixen C, Vittoz P (2013) Elevation gradient of successful plant traits for colonizing alpine summits under climate change. *Environ Res Lett* 8:024043

Moravec et al. (1994): Fytocenologie; Dengler et al. (2008): Phytosociology /in Encyclopedia of Ecology/;
https://is.muni.cz/do/rect/el/estud/prif/ps10/biogeogr/web/index_book_5-4-3.html

Podpěra J. 1906. Vývoj a zeměpisné rozšíření květeny v zemích českých ve srovnání s poměry evropskými. Ostrava. Družstva knihtiskáren v Hranicích. 272.

Prausová R, Kleinová H. 2005. Inventarizační průzkum NPR Králický Sněžník – Floristická inventarizace Závěrečná zpráva, dílčí část B.

Průša D, Eliáš P, Dítě D, Čačko L, Krása P, Podešva Z, Kovář L, Průšová M, Hoskovec L, Adamec L. 2005. Chráněné rostliny České a Slovenské republiky. Brno. Computer Press, 328.

RStudio Team (2015). RStudio: Integrated Development for R. RStudio, Inc., Boston, MA URL <http://www.rstudio.com/>

Seglie L, Scariot V, Larcher F, Devecchi M, Chiavazza P M. 2012. In vitro seed germination and seedling propagation in *Campanula* spp. *Plant Biosystems*, 146 (1):

Scheepens JF, Frei ES, Stöcklin J (2010) Genotypic and environmental variation in specific leaf area in a widespread Alpine plant after transplantation to different altitudes. *Oecologia* 164:141–150

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*, 4:4, 403-413.

Schmidtová T, Hajný L, Hlafar J, Chlapek J. 2009. Chráněná krajinná oblast Jeseníky. Ochrana přírody 2009/3. 2–6

Správa Chráněných krajinných oblastí České republiky. 1997:Chráněné krajinné oblasti České republiky. Praha: 55 s. ISBN (Brož.).

Svobodová Karolína. Vybrané vlastnosti dvouděložných bylin pro květnaté trávníky. Lednice, 2010. Bakalářská práce. Zahradnická fakulta v Lednici

Quitt E. 1971. Klimatické oblasti Československa. Praha. Academia. 73.

Šillerová A. 2014. Aktuální výskyt zvonku vousatého (*Campanula barbata* L.) v oblasti alpínského bezlesí v Hrubém Jeseníku. Bakalářská práce, Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého Olomouc. 40 s.

Šillerová A. (2016): Populační a stanovištní charakteristika zvonku vousatého (*Campanula barbata*) v oblasti alpínského bezlesí Hrubého Jeseníku. Ms. depon in Přírodovědecká fakulta UP, Olomouc.

Švrlanská B. (2018): Vybrané morfometrické charakteristiky a pokryvnost zvonku vousatého (*Campanula barbata* L.) v nejvyšších polohách Hrubého Jeseníku. Přírodovědecká fakulta UP, Olomouc.

Türkis, Sevda. (2018) Life Strategies of Alpine Region Plants in Turkey

Vonlanthen CM, Bühler A, Veit H, Kammer PM, Eugster W. 2006. Alpine plant communities: A statistical assessment of their relation to microclimatological, pedological, geomorphological, and other factors. *Physical Geography*. 27 (2):137–154.

Wesenberg J. 1988. Primaerlokalteter for skjeggklokke, *Campanula barbata* L., in Norge? *Blyttia*. 46: 154–159 .

Xaver F. 2007. Rostliny Alp. 1. vydání. Praha. Academia. 199.

LI, X.-H., ZHU, X.-X., NIU, Y., & SUN, H. (2013). *Phylogenetic clustering and overdispersion for alpine plants along elevational gradient in the Hengduan Mountains Region, southwest China. Journal of Systematics and Evolution*, 52(3), 280–288. doi:10.1111/jse.12027

7 Přílohy

7.1 Příloha 1: Seznam druhů z fytoocenologického snímkování

číslo snímku	Červenohorské sedlo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
E0	2	2	1	2	3	3	3	1	3	+	1
E1	4	3	4	2	2	3	2	2	3	4	3
druhy											
□ chillea milleforium	+	.	r	r	.	.	.	.	.	+	+
aegopodium podagraria	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
agrostis capillaris	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
alchemilla vulgaris	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
anthoxanthum odoratum	.	1	1	1	+	1	1	+	r	.	.
artemisia vulgaris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.
avenella flexuosa	1	1	2	1	.	+	+	+	+	.	.
betula pendula	2	+	.	+	1	+	+	r	+	.	.
bistorta major	.	.	.	.	.	+	.	r	+	r	.
campanula barbata	2	3	1	1	.	1	2	1	1	2	2
calamagrostis villosa	1	+	2	1	1	1	1	+	+	1	.
calluna vulgaris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
dactylis glomerata	1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
deschampsia cespitosa	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
epilobium angustifolium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
euphrasia officinalis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	+
festuca supina	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
fragaria vesca	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.
gnaphalium sylvaticum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
hieracium sp.	1	2	1	1	+	+	1	+	+	+	+
homogyne alpina	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
hypericum perforatum	1	.	1	+	r	r	+	.	.	+	+
lathyrus pratensis	+	1	.	1	.	.	.	.	.	r	r
ligustricum mutellina	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
lupinus polyphyllus	.	2	+	.	r	.	.	.	r	+	2
luzula luzuloides	+	1	+	+	.	1	.	.	.	.	.
luzula sylvatica	+	1	.	.	+	.	.	.	+	2	2
lycopodium clavatum	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
melampyrum nemorosum	.	.	.	1	+	2	+	+	1	.	1
nardus stricta	1	1	.	+	1	1	1	1	1	1	.
oxalis acetosella	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.
picea abies	.	r	.	+	+	r	r	r	+	.	.
plantago lanceolata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.

číslo snímku	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
potentilla aurea	2	.	+	.	+	+	+	.	+	+	.
prunella vulgaris	+	+	.	+	.	.	.	.	.	+	.
rubus idaeus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r	.
salix silesiaca	3	1	3	1	+	1	+	+	+	+	+
silene vulgaris	.	+	r	.	.	.	.	.	.	.	.
solidago virgaurea	+	.	+	+	.	r	.	.	.	r	.
sorbus auceparia	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
stellaria media	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.
thymus vulgaris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
trientalis europaea	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
trifolium pratense	r	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
vaccinium myrtillus	2	+	+	2	1	2	1	1	2	2	2
veronica chamaedrys	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.

číslo snímku	Ovčárna						Alfrédka				
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
E0	+	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1
E1	3	3	3	2	3	4	3	4	4	3	3
druhy											
□ chillea milleforium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
aegopodium podagraria	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
agrostis capillaris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
alchemilla vulgaris	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	+
anthoxanthum odoratum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
artemisia vulgaris	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.
avenella flexuosa	1	+	1	+	2	2	2	3	2	2	2
betula pendula	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.
bistorta major	.	.	r	.	+	+	.	.	.	.	.
campanula barbata	1	2	1	+	1	1	2	2	1	1	1
calamagrostis villosa	1	+	+	1	1	1	3	+	1	1	.
calluna vulgaris	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
dactylis glomerata	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
deschampsia cespitosa	.	+	.	.	1	1	.	.	.	.	.
epilobium angustifolium	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+
euphrasia officinalis	.	.	.	.	.	.	+	2	1	1	+
festuca supina	+	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
fragaria vesca	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
gnaphalium sylvaticum	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
hieracium sp.	1	+	1	+	.	1	1	1	1	1	+
homogyne alpina	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
hypericum perforatum	.	.	.	2	+	1	1	1	1	+	1
lathyrus pratensis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ligustricum mutellina	1	+	+	1	1	1	.	.	.	.	.

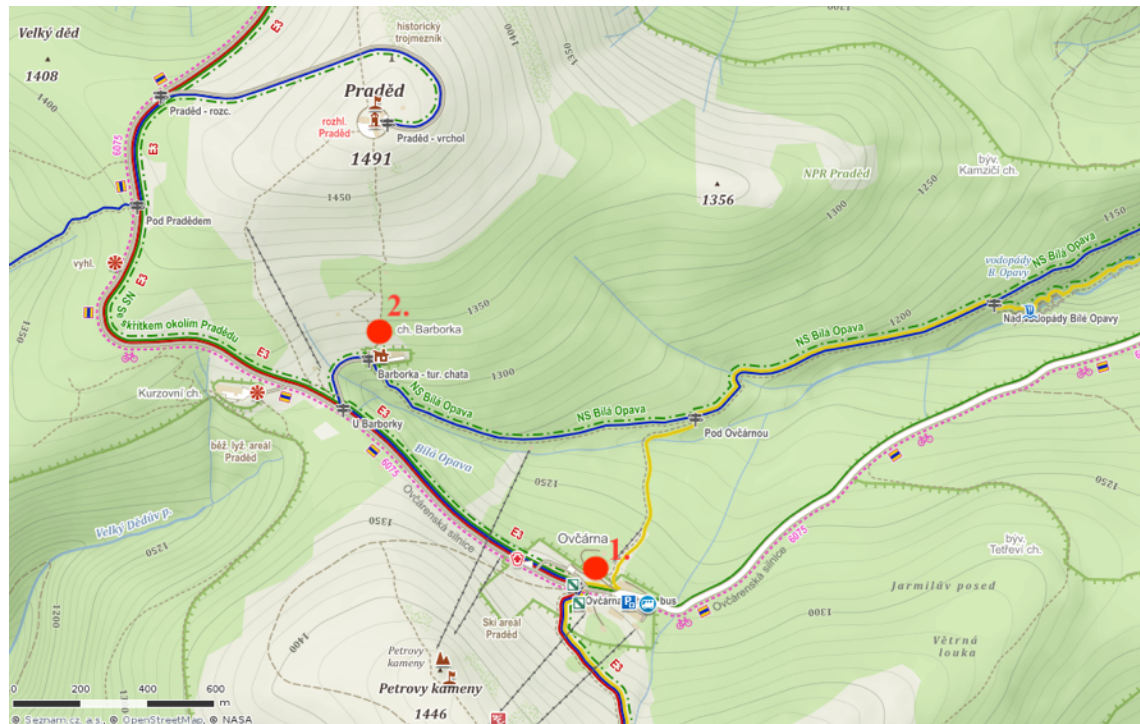
číslo snímku	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
<i>lupinus polyphyllus</i>
<i>luzula luzuloides</i>	+	+	+	1	.	2	.	.	+	r	1
<i>luzula sylvatica</i>	.	.	.	+	.	.	3	.	.	1	.
<i>lycopodium clavatum</i>	+
<i>melampyrum nemorosum</i>	1	1	.	.	+	1
<i>nardus stricta</i>	3	3	3	2	1	1	.	.	1	1	.
<i>oxalis acetosella</i>
<i>picea abies</i>	r	r	.	+	1	1
<i>plantago lanceolata</i>	r
<i>potentilla aurea</i>	+	r	+	+	1	1	1	3	2	2	1
<i>prunella vulgaris</i>	2	1	2	2
<i>rubus idaeus</i>
<i>salix silesiaca</i>	.	r	.	.	+	+	.	.	.	+	.
<i>silene vulgaris</i>
<i>solidago virgaurea</i>	r	.	.	.	.	.	.
<i>sorbus auceparia</i>
<i>stellaria media</i>
<i>thymus vulgaris</i>	1	.	.	.	.	.
<i>trientalis europaea</i>	+
<i>trifolium pratense</i>	r	.	.	.	.	.
<i>vaccinium myrtillus</i>	.	+	r	+	r	+	.	.	.	.	.
<i>veronica chamaedrys</i>	+	.	+	+	2

číslo snímku	Barborka							
	23	24	25	26	27	28	29	30
E0	1	1	1	1	1	1	2	+
E1	4	4	4	5	5	5	3	5
druhy								
<input type="checkbox"/> <i>chillea milleforium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>aegopodium podagraria</i>	+	.	.	.	.	.	.	.
<i>agrostis capillaris</i>	1	2	.	1	1	2	.	.
<i>alchemilla vulgaris</i>	1	1	2	.	+	+	+	.
<i>anthoxanthum odoratum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>artemisia vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>avenella flexuosa</i>	2	3	1	.	2	1	1	2
<i>betula pendula</i>	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>bistorta major</i>	.	r	.	.	+	.	.	.
<i>campanula barbata</i>	2	1	1	1	1	1	2	2
<i>calamagrostis villosa</i>	3	2	2	+	+	2	+	.
<i>calluna vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>dactylis glomerata</i>	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>deschampsia cespitosa</i>	.	.	+	.	.	.	1	2
<i>epilobium angustifolium</i>	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>euphrasia officinalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>festuca supina</i>	.	+	.	.	.	.	.	.

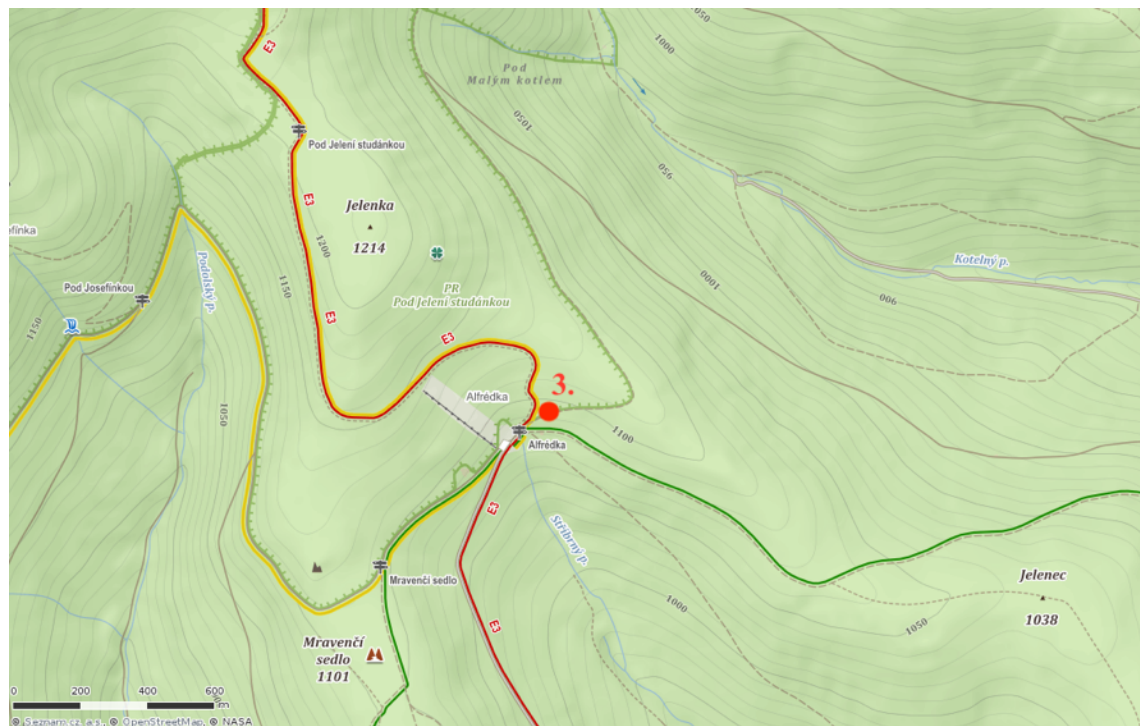
číslo snímku	23	24	25	26	27	28	29	30
fragaria vesca	.	.	.	.	.	.	.	.
gnaphalium sylvaticum	.	.	.	.	.	+	r	.
hieracium sp.	1	1	1	2	3	1	+	1
homogyne alpina	.	1	.	.	.	.	1	.
hypericum perforatum	2	1	1	1	1	+	.	.
lathyrus pratensis	.	.	.	.	.	.	.	.
ligustricum mutellina	.	+	+	+	1	1	.	1
lupinus polyphyllus	.	.	.	.	.	.	.	.
luzula luzuloides	2	1	.	.	.	2	1	2
luzula sylvatica	.	.	.	.	.	1	.	.
lycopodium clavatum	.	.	.	.	.	.	.	+
melampyrum nemorosum	.	+	.	.	.	.	.	.
nardus stricta	.	2	2	3	3	2	2	4
oxalis acetosella	r	.	1	.	.	.	.	.
picea abies	+	r	r	.	r	.	+	.
plantago lanceolata	.	.	.	.	.	.	.	.
potentilla aurea	2	1	2	2	2	2	1	2
prunella vulgaris	.	.	.	+	+	1	.	.
rubus idaeus	r	+	.	.	.	.	.	.
salix silesiaca	1	+	.	.	.	r	.	.
silene vulgaris	.	.	.	.	.	.	.	.
solidago virgaurea	+	1	.	.	.	+	.	.
sorbus auceparia	r	.	.	.	.	.	.	.
stellaria media	.	.	.	.	.	.	.	.
thymus vulgaris	.	.	.	.	.	.	.	.
trientalis europaea	.	.	.	.	.	.	.	.
trifolium pratense	.	.	.	.	.	1	.	.
vaccinium myrtillus	+	.	2	.	1	.	2	1
veronica chamaedrys	.	.	.	.	.	1	.	.

Tabulka 2 Seznam druhů z fytoocenologického snímkování na všech čtyřech nejpočetnějších lokalitách výskytu druhu (Červenohorské sedlo, Ovčárna, Alfrédka, Barborka). Číslice 1-30 pod názvy lokalit znázorňují pořadí fytoocenologických snímků. Číslice a znaky přiřazené jednotlivým druhům se řídí dle Braun-Blanquetovy stupnice.

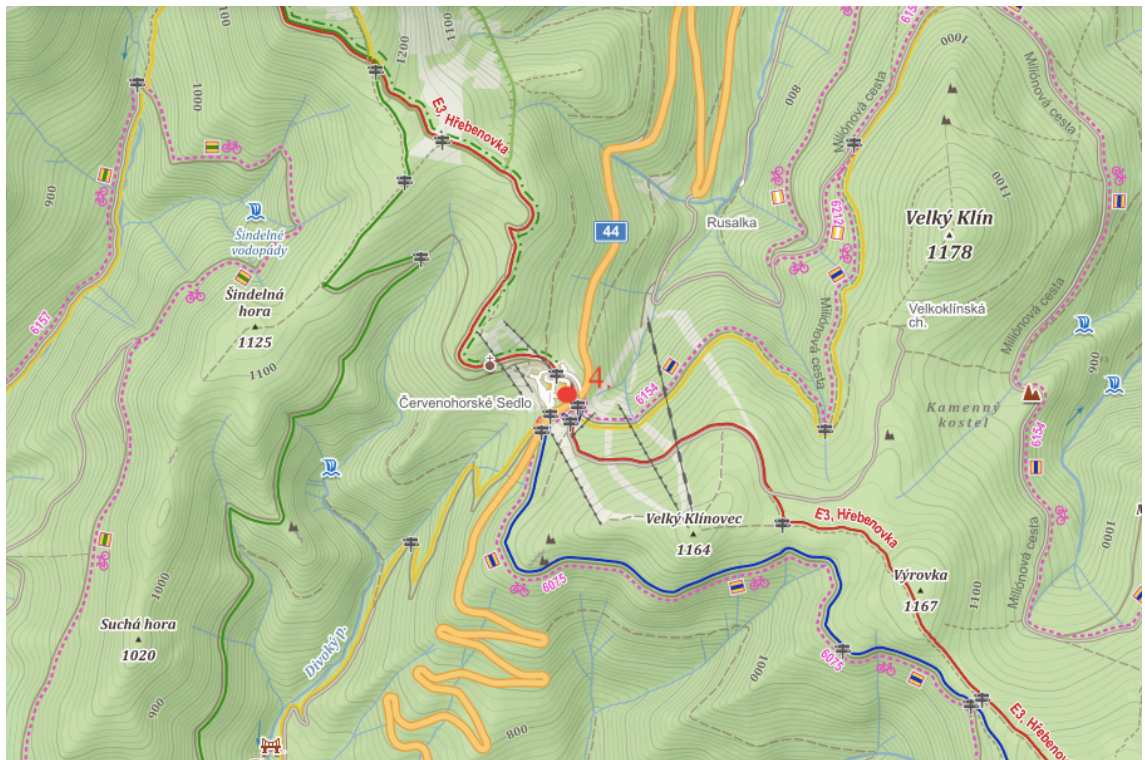
7.2 Příloha 2: Mapové zobrazení lokalit



Obrázek 5 Mapové zobrazení lokalit Ověčárna (1) a Barborka (2.)



Obrázek 6 Mapové zobrazení lokality Alfrédka (3.)



Obrázek 7 Mapové zobrazení lokality Červenohorské sedlo (4.)

7.3 Příloha 3: Fotografie druhu



Obrázek 8 Zvonek vousatý, ©autorka



Obrázek 9 Zvonek vousatý, ©autorka