

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

Katedra ekologie a životního prostředí



Stav sukcese vegetace na zrušené sjezdové trati v oblasti  
Červenohorského sedla (CHKO Jeseníky)

Habitat evaluation and plant succession on ski slope after ceased operation (PLA  
Jeseníky)

Eliška Vejdělková

Bakalářská práce

předložená

na katedře Ekologie a životního prostředí

Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků

na získání titulu Bc. v oboru

Ekologie a ochrana životního prostředí

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

Olomouc 2022



## **Bibliografická identifikace:**

Vejdělková E. 2022. Stav sukcese vegetace na zrušené sjezdové trati v oblasti Červenohorského sedla (CHKO Jeseníky). Bakalářská práce. Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci. 79 pp.

## **Abstrakt:**

Sjezdové lyžování představuje značný zásah do podmínek životního prostředí a má významný dopad na vegetaci. Obnova vegetace či návrat do původního stavu může být komplikovaný. Tato práce se zabývá současným stavem vegetace na opuštěné sjezdové trati na Červenohorském sedle a začínající sukcesí po opuštění sjezdové tratě pro účely lyžování. Porovnává plochu sjezdové tratě s přilehlým lesním biotopem. Průzkum byl proveden pomocí fytoecologického snímkování. Prostřednictvím Ellenbergových hodnot a funkčních znaků rostlin byly porovnány snímky lesní vegetace se snímky na sjezdové trati, která podléhá samovolné sukcesí. Na základě pozorování vegetační struktury na sjezdovce a mimo sjezdovou trať (cílový stav sukcese) bylo zjištěno, že sjezdová trať hostí více druhů než okolní les a je druhově rozmanitější. Sukcese probíhá pomalu a na sjezdovou trať pronikají druhy z okolního lesního prostředí. Tato lokalita je příležitostí pro sledování návratu sjezdové tratě do původního stavu a umožňuje studovat sukcesí na člověkem dlouhodobě využívaném místě.

Klíčová slova: sukcese, sjezdová trať, Červenohorské sedlo, horská vegetace

## **Bibliographical identification:**

Vejdélková E. 2022. Habitat evaluation and plant succession on ski slope after ceased operation (PLA Jeseníky) Bachelor thesis. Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacky University in Olomouc. 79 pp.

## **Abstract:**

Downhill skiing represents a significant impact on environmental conditions and has a significant impact on vegetation. Restoration of vegetation or return to its original state can be complicated. This paper examines the current state of vegetation on the abandoned ski slope at Červenohorské sedlo and the beginning of succession after the ski slope is abandoned for skiing and compares the area of the ski slope with the adjacent forest habitat. This thesis also contains the results of an examination which was carried out using the method phytocenological imaging. By means of Ellenberg values and plant functional traits, images of the forest vegetation were compared with images of the downhill slope, which is subject to spontaneous succession. Based on observations of vegetation structure on and off the slope (target succession state), it was found that the slope hosts more species than the surrounding forest and is more biodiverse. Succession is slow and species from the surrounding forest are encroaching on the slope. This site provides an opportunity to monitor the return of the downhill track to its original state and allows the study of succession in a site that has been used by humans for a long time.

Key words: succession, downhill course, Červenohorské sedlo, mountain vegetation

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně, pod vedením RNDr. Miroslava Zeidlera, Ph.D. a pouze s použitím citovaných pramenů.

V Olomouci 06. května 2022

.....

Eliška Vejdělková

# Obsah

Seznam tabulek .....	vii
Seznam obrázků .....	viii
Seznam grafů.....	ix
Seznam zkratk .....	xi
Poděkování .....	xii
1. Úvod.....	12
1.1 Výstavba sjezdové tratě a vliv na prostředí .....	12
1.2 Působení provozu sjezdové trati na vegetaci a půdu .....	14
1.3 Změny vegetačního pokryvu ve světových lyžařských střediscích.....	18
1.4 Ukončení provozu sjezdové trati a následná sukcese.....	20
1.5 Sjezdové tratě v České republice, na Červenohorském sedle .....	22
2. Cíl práce .....	26
3. Teoretická část .....	27
3.1 Charakteristika zájmového území .....	27
3.2 Historie lyžování v Jeseníkách .....	29
3.3 Historie Černé sjezdové trati .....	31
4. Metodika .....	33
4.1 Fytcenologické snímkování .....	33
4.2 Zpracování fytcenologických snímků .....	35
4.3 Indikační hodnoty rostlinných druhů a funkční znaky .....	37
5. Výsledky .....	38
6. Diskuse.....	47
7. Závěr .....	54
8. Literatura.....	55
9. Příloha.....	62

## Seznam tabulek

Tab. 1. Výsledky t-testu pro Shannonův index diverzity v různých nadmořských výškách. Hladina významnosti $P=0,05$ . H (Shannonův index). ....	38
Tab. 2. Výsledky t-testu, porovnání průměrných Ellenbergových hodnot pro oba biotopy v různých nadmořských výškách. Hladina významnosti $P=0,05$ , L (světlo), T (teplota), M (vlhkost), R (reakce pH), N (živiny). ....	39
Tab. 3. ANOVA porovnání snímků v lese a mimo les pomocí průměrných Ellenbergových hodnot, (F = hodnota testového kritéria, P = hladina významnosti). ....	39

## Seznam obrázků

Obr. 1. Mapa areálu Červenohorské sedlo (zdroj: <a href="http://cervenohorskesedlo.eu">cervenohorskesedlo.eu</a> ). .....	31
Obr. 2. Historický snímek Červenohorského sedla z roku 1953 (zdroj: Geoprohlížeč, Zeměměřičský úřad). .....	32
Obr. 3. Orientační mapa Černé sjezdové tratě (zdroj: <a href="http://Geoportal.gov.cz">Geoportal.gov.cz</a> ). .....	34
Obr. 4. Schéma lokalizace jednotlivých transektů. 1. v nadmořské výšce 1100 m n. m., 2. v nadmořské výšce 1010 m n. m. a 3. v 900 m n. m. (zdroj: <a href="http://geoportal.gov.cz">geoportal.gov.cz</a> ). .....	34
Obr. 5. 1. transekt (1100 m n. m.) umístění jednotlivých fytoocenologických snímků. Červeně označeny snímky na sjezdové trati, modře snímky v lesním biotopu (zdroj: <a href="http://Mapy.cz">Mapy.cz</a> ). .....	35
Obr. 6. 2. transekt (1010 m n. m.) umístění jednotlivých fytoocenologických snímků. Červeně označeny snímky na sjezdové trati, modře snímky v lesním biotopu (zdroj: <a href="http://Mapy.cz">Mapy.cz</a> ). .....	36
Obr. 7. 3. transekt (900 m n. m.) umístění jednotlivých fytoocenologických snímků. Červeně označeny snímky na sjezdové trati, modře snímky v lesním biotopu (zdroj: <a href="http://Mapy.cz">Mapy.cz</a> ). .....	36



## Seznam grafů

Graf č. 1. Životní strategie C (konkurenti), S (stratégové), R (ruđerální druhy), C/S (konkurenti/stratégové), C/R (konkurenti/ruđerální), C/S/R (konkurenti/stratégové/ruđerální).....	40
Graf č. 2. Typ reprodukce u rostlin s (semenem/sporami), ssv (převážně semenem, zřídka vegetativně), sv (semenem a vegetativně), vvs (převážně vegetativně, zřídka semenem).....	41
Graf č. 3. Typ přenosu pylu, in (opylení hmyzem), pk (samoopylení v neotevřeném květu), se (samosprašnost), wi (opylení větrem).....	42
Graf č. 4. Vytrvalost listů na obou biotopech i (stálezelená), s (letní zelená), w (přezimující zelená).....	43
Graf č. 5. Růstová forma rostlin na sjezdové trati (sjezdovka) a v prostředí mimo sjezdovku (les).....	44
Graf č. 6. Životní forma rostlin, G (geofyt), Hk (hemikryptofyt), Ch (chamaefyt), H (hydrofyt), Mf (makrofanerofyt), Nf (nanofanerofyt).....	45
Graf č. 7. Srovnání počtu druhů v jednotlivých nadmořských výškách u obou biotopů.....	46

## Seznam příloh

Příloha 1. Deskriptivní statistika, přehled hodnot pro transekt v 900 m n. ....	62
Příloha 2. Deskriptivní statistika, přehled hodnot pro transekt v 1010 m n. m. ....	62
Příloha 3. Deskriptivní statistika, přehled hodnot pro transekt v 1100 m n. m. ....	63
Příloha 4. Pokryvnost u obou biotopů. ....	63
Příloha 5. Fytocenologické snímky jednotlivých druhů s pokryvností na sjezdové trati (S) a lesním biotopu (L). ....	64
Příloha 6. Tabulka druhů s konkrétními Ellenbergovými hodnotami. ....	70
Příloha 7. Tabulka druhů s jednotlivými funkčními znaky. ....	74
Příloha 8. Krabičkový diagram Ellenbergových hodnot pro světlo v 900 m n. m. ....	74
Příloha 9. Krabičkový diagram pro Shannonův index diverzity v 1010 m n. m. ....	75
Příloha 10. Krabičkový diagram pro Ellenbergovy hodnoty vlhkosti v 1010 m n. m. ....	75
Příloha 11. Krabičkový diagram pro Ellenbergovy hodnoty pro světlo v 1100 m n. m. ....	76
Příloha 12. Pohled na sjezdovou trať. ....	76
Příloha 13. Ukázka fytocenologického snímku. ....	77
Příloha 14. Část mapy půd na území Červenohorského sedla, Půdní mapa ČR 1:250 000 - klasifikace dle TKSP a WRB (Geoportál INSPIRE). ....	77
Příloha 15. Část geologické mapy na území Červenohorského sedla, Geologická mapa České republiky 1:500 000 (Geoportál INSPIRE). ....	78

## Seznam zkratek

HS	Horská služba
LČR	Lesy České republiky
ČHS	Červenohorské sedlo
ČR	Česká republika
ČSR	Československá republika
TKSP	Taxonomický klasifikační systém půd
WRB	World Reference Base

## **Poděkování**

Poděkování patří především vedoucímu této práce RNDr. Miroslavu Zeidlerovi, Ph.D. za velkou trpělivost, věcné připomínky a cenné rady. Dále bych chtěla poděkovat doc. Mgr. Martinu Dančákovi, Ph.D. za pomoc při určování některých druhů rostlin a RNDr. Michalu Hronešovi, Ph.D. za pomoc se statistickou analýzou. Rovněž bych chtěla poděkovat Mgr. Jakubu Černochovi a pracovníkům lesní správy v Jeseníku za poskytnuté informace. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat Bc. Janě Vejdělkové za kontrolu textu. Také děkuji mé rodině, a hlavně všem mým přátelům za velkou podporu a oporu, kterou mi při psaní této práce poskytovali.

# 1. Úvod

Sjezdové lyžování je rekreačním sportem, po kterém je stále větší poptávka, což s sebou nese vyšší tlak na vznik nových nebo rozšiřování starých lyžařských areálů, které jsou v horském území významným krajinným činitelem (Chlapek et al., 2009). Na jedné straně představují prioritní zdroj příjmů pro cestovní ruch v horských oblastech, ale na straně druhé řadu ekologických problémů (Štursa, 2007). Pro kvalitní využívání sjezdových tratí je v posledních letech nutná pomoc umělého sněhu, ale ani moderní technologie nevyřeší všechny změny počasí (Zeidler & Banaš, 2016). Výstavba a využívání lyžařských tratí podstatně mění estetiku krajiny a případně může ohrožovat i křehkou biodiverzitu horského ekosystému (Wipf et al., 2005). Velmi výrazný je vliv sjezdového lyžování na horskou vegetaci, která je při rozvoji a využívání tratí upozaděna (Flousek, 2016). Budování sjezdových tratí ve smrkovém stupni a při horní hranici lesa je významnou disturbancí s jednoznačným vlivem na vegetaci (Burt, 2012). Přístup k budování sjezdovek a intenzita jejich provozu se může lišit, rozhodující je management vegetace (Burt, 2012). Vzhledem ke změnám počasí a posunu trvalé sněhové pokrývky do vyšších nadmořských výšek dochází k budování nových lyžařských středisek výše (Rixen et al., 2003) a rušení sjezdových tratí v nižších nadmořských výškách nebo v místech, kde je obtížné zasněžovat (Marty, 2013, Elsasses & Messerli, 2021). Jak je schopná vegetace reagovat po odeznění vlivu (technického, mechanického, ...) sjezdovky? Jak se liší opuštěná sjezdová trať od okolního lesa? Tato práce se zabývá sjezdovou tratí, která byla pro účely lyžování zrušena a probíhá na ní samovolná sukcese v počátku. Metodou pro zkoumání vegetace bylo fytoecologické snímkování s následujícím využitím průměrných Ellenbergových hodnot a funkčních znaků. Indikační hodnoty a funkční znaky rostlin pomáhají určit kvalitu a prosperitu vegetace v počátku sekundární sukcese.

## 1.1 Výstavba sjezdové tratě a vliv na prostředí

Budování lyžařských skiareálů je první a nejzásadnější zásah do přírody, při kterém dochází ke kácení lesních porostů pro nové sjezdovky, lanovky, vleky a upravuje se terén na vykácených plochách nebo horských loukách (Flousek, 2016). Společně s vybudováním sjezdovky probíhá i výstavba nádrží pro potřeby zasněžování, přístupové cesty, osvětlení, ozvučení, parkoviště, hotely a restaurační zařízení,

doprovodné atrakce pro návštěvníky, atd. (Banaš, 2010). Samotné sjezdovky vznikají dvěma způsoby. A to buď tzv. „*clearing*“ (holoseč) sekáním a odstraňováním vysoké vegetace, který podle studie Burt & Rice (2009) způsobuje menší škody ve vlastnostech ekosystému než ve světě častěji používaný (Burt & Rice, 2009) tzv. „*machine-grading*“ (srovnání terénu za pomoci těžké techniky, například buldozeru) při kterém dochází ke změnám fyzikálních, chemických a biologických vlastností půdy (Hudek et al., 2020). Výstavba sjezdových tratí tzv. „*clearing*“ (holoseč) se v České republice prakticky nevyužívá. Vysoká vegetace je odstraněna těžkou technikou, kterou jsou odstraněny i pařezy, balvany a je vyrovnán povrch půdy, při kterém je odstraněna velká část svrchní vrstvy půdy (Burt & Clary, 2016). Odstraněním půdního povrchu je oddělena i semenná banka a půdní biota (Hudek et al., 2020). Zničení stávající vegetace a zásadní změny v půdních poměrech mají silný dopad na citlivé alpské ekosystémy (Barni et al., 2007). Substrát obvykle zůstává s nízkým obsahem organických látek a špatnou schopností zadržovat vodu (Burt & Rice, 2009). Většinou dojde k porušení a nenávratnému poškození uspořádání půdních horizontů, skelet B-horizont se dostává na povrch, zatímco humusové vrstvy jsou umístěny vespod či v postranních valech (Štursa, 2007). Nově vznikající plochy sjezdových tratí jsou ohroženy erozí půdy, která se projevuje zejména v dlouhých, lineárních a vyhloubených místech svahu s mělkými a špatně odvodňovanými půdami (Mosimann, 1985). Rychlá obnova vegetačního krytu je důležitá pro předcházení půdní eroze a pro obnovu struktury, funkčnosti a estetiky ekosystému (Muller et al., 1998). Při obnově vegetačního krytu jsou z finančních důvodů a dostupnosti často používány komerční směsi semen (Barni et al., 2007, Argenti & Ferrari, 2009), které mnohdy neodpovídají druhovému složení dané lokality. Tyto směsi mohou obsahovat nepůvodní druhy rostlin a ohrožovat tím okolní vegetaci a lesy (Titus & Landau, 2003). Změně biologické rozmanitosti a poklesu druhů v důsledku mechanického poškození se ve své studii věnuje např. Wipf et al., (2005). Způsob, jakým sjezdová trať vzniká, a počáteční intenzita narušení hrají důležitou roli při obnově dané lokality (Burt & Clary, 2016).

## 1.2 Působení provozu sjezdové trati na vegetaci a půdu

### Dopady na půdu

Provoz sjezdové trati ovlivňuje dramatickým způsobem několik složek přírodního prostředí (Štursa, 2007). Hlavní negativní dopady lyžařského průmyslu jsou na půdu a vegetaci. Tyto dvě složky přírodního prostředí jsou prvotně poškozeny výstavbou trati, vleku a dále pohybem lyžařů či těžkou technikou upravující sníh (Argenti & Ferrari, 2009). Při výstavbě, terénních úpravách a zarovnání povrchu dochází nejen k degradačním změnám fyzikálních a chemických vlastností, ale i ke změně struktury, textury, půdních horizontů a odstranění humusové vrstvy půdy (Štursa, 2007). V půdě se po vytvoření nové sjezdovky také snižuje množství i složení půdní bioty a jsou narušeny složité půdní vazby (Hudek et al., 2020). Půdní poměry jako struktura, textura a síla horizontů určují hydrologické vlastnosti, které následně ovlivňují rostlinná společenstva a poskytují důležité zdroje živin (Freppaz et al., 2013). Barni et. al. (2007) ve své studii uvádí sníženou hladinu celkového dusíku, organického dusíku a kapacitu výměny kationtů, dále uvádí znatelné narušení stability agregátů. Na druhou stranu mají půdy vyšší pH, vyšší koncentrace hořčíku, draslíku, vápníku, dostupného fosforu a vyšší koncentrace CO<sub>2</sub> (Roux-fouillet et al., 2011). Půdní poměry jsou dále ovlivňovány činností těžkých strojů, které v zimě pečují o sněhovou pokrývku, čímž zvyšují zhutnění půdy a snižují její infiltrační schopnost a půda se stává náchylnější k erozi (Hudek et al., 2020). Těžká technika ovlivňuje i produkci biomasy a složení rostlinných druhů, a tím zvyšuje riziko degradace půdy, sesuvů a následné eroze (Freppaz et al., 2013).

### Ovlivnění vegetace

Pokud je při budování sjezdové trati odstraněna veškerá vegetace, je hlavním cílem obnova kontinuálního pokryvu, který může chránit, stabilizovat půdu a minimalizovat riziko eroze (Barni et al., 2007). Zároveň vegetační kryt zajišťuje estetiku krajiny. Rozsáhlé plochy sjezdových tratí jsou z těchto důvodů navíc rekultivovány a často jsou pro obnovu použity komerční směsi, které mohou obsahovat nepůvodní druhy rostlin nebo nevhodné kultivary (Flousek, 2016). Nepůvodní druhy mohou být konkurenčně silnější a vytlačovat druhy původní (Štursa, 2002). Vegetační kryt ovlivňuje i těžká technika upravující sjezdové tratě, kdy na začátku a na konci zimní

sezóny může docházet k přímému poškození vegetace kvůli tenké sněhové pokrývce (Flousek, 2016). Dlouhodobé působení těžké techniky spolu se zasněžováním a zhutněním sněhu snižuje počet druhů, plochu vegetace a produkci nadzemní biomasy, dochází k biochemickým změnám (Kammer, 2002). Rostlinná vegetace je na sjezdových tratích ovlivňována působením sněhové pokrývky, která ovlivňuje řadu důležitých faktorů prostředí, a tím i celý životní cyklus rostlin (Zeidler & Banaš, 2016). Prostory mezi sněhovou pokrývkou a povrchem půdy fungují jako kvalitní izolace a udržují teplotu na povrchu okolo 0 °C, půda proto nezamrzá a vegetace je méně ohrožená (Flousek, 2016). Pokud je ale sněhová pokrývka utužená, má horší tepelně izolační vlastnosti a mění se prostředí pro vývoj rostlin (Zeidler & Banaš, 2016).

#### Vliv utuženého (technického) sněhu na vegetaci

Úprava tratí rolbami a samotný pohyb lyžařů po sjezdové trati zvyšuje hustotu sněhu, jeho tvrdost, tepelnou vodivost a narušuje rovnováhu plynů v prostoru pod sněhem (Flousek, 2016). Na povrchu se tvoří ledová vrstva a pod utuženým sněhem klesá koncentrace kyslíku, a naopak koncentrace oxidu uhličitého je vyšší (Zeidler et al., 2013). Promrzáním půdy je ohrožen především kořenový systém rostlin, který je důležitý při ochraně půdy před erozí (Barni et al., 2007). Pohyby půdních částic mechanicky poškozují kořeny a zároveň se mění mikrobiální aktivita půdy, která je zásadní pro výživu a růst rostlin (Keller et al., 2004). Nižší teploty půdy způsobují větší fyziologický stres rostlin, který je způsobený prodloužením doby trvání sněhové pokrývky, a tím je zkráceno vegetační období (Hudek et al., 2020). Technický sníh taje o 2-6 týdnů později (Flousek & Harčarik, 2009). Rozdílná doba tání sněhu má za následek odlišné podmínky prostředí a způsobuje zpoždění a zkrácení fenologického vývoje vegetace (Banaš et al., 2010). Rostliny jsou ale podle většiny provedených studií začátek vegetační sezóny schopné dohnat (Banaš et al., 2010), a dokonce může tento jev mít i pozitivní efekt, který se projevuje tím, že delší sněhová pokrývka chrání rostliny před jarními holomrazy (Wipf et al., 2006). Fenologické reakce rostlin jsou patrné v kratším časovém období než například změny ve druhovém složení (Flousek, 2016). Jednotlivé druhy mohou mít různé preference, některé preferují vyfoukaná místa s malým množstvím sněhové pokrývky, jiné naopak místa s vyšší sněhovou pokrývkou, kde sníh odtává později, proto mohou činnosti spojené s úpravou sněhových podmínek nepřírozně upřednostňovat nebo utlačovat druhy



rostlin s jinými preferencemi (Flousek, 2016). Druhy preferující vyfoukaná místa se na sjezdových tratích vyskytují častěji a jsou pravděpodobně odolnější vůči teplotním extrémům pod stlačeným sněhem (Roux-fouillet et al., 2011). Časně kvetoucí druhy se vyskytují méně a ustupují vlivem kompaktní sněhové pokrývky, nejvíce se udržují druhy později kvetoucích rostlin (Roux-fouillet et al., 2011). Pokud je na sjezdovky přidán sníh (např. umělým zasněžováním), převažují druhy sněhových výležísek na úkor druhů extrémnějších vyfoukaných stanovišť (Wipf et al., 2005). Působení sněhové pokrývky, ať už přirozené či umělé, má více či méně patrné dopady na změny ekosystémů a druhového složení vegetace (Zeidler & Banaš, 2016).

#### Možné pozitivní dopady

Vliv sjezdových tratí, pojezd těžké techniky, utužování sněhu nebo technické zasněžování mají na přírodu prokazatelně negativní vliv (Bureš et al., 2009). Ale v mnoha případech je zaznamenán i vliv pozitivní. Například vytvářením vhodných stanovišť pro druhy, které vyhledávají obnažené plochy, což jsou například hořeček nahořklý (*Gentianella amarella*), plavuníky rodu *Diphasiastrum*, nebo zvoneček vousatý (*Campanula barbata*) (Chlapek et al., 2009).

#### Změny klimatu v horské oblasti a produkce sněhu

Změna klimatu v horských oblastech ovlivňuje turismus a socio-ekonomickou stránku horských regionů (Flousek, 2016). Klima a topografie terénu úzce souvisí s distribucí sněhu (Zeidler & Banaš, 2014). Dotýká se to zimních sportovních aktivit, pro které je důležité množství a dostatečná časová přítomnost sněhu (Elsasses & Messerli, 2021). Podle klimatického modelu, který oteplování předpovídá, se bude snižovat počet skiareálů v nižších polohách, suchých údolích a jižních svazích (Marty, 2013). Podle Bürki & Elsasser (2000) změna klimatu ztěžuje lyžování v nadmořských výškách v 1000-1500 m n. m. pro nedostatečné přirozené sněhové srážky. Lyžařský průmysl je na sněhu závislý a klimatickým změnám se přizpůsobil využíváním technického zasněžování, které je v dnešní době již nezbytnou součástí většiny lyžařských areálů (Flousek, 2016).

#### Technické zasněžování.

Poptávka lyžařů je stále vyšší a lyžařská sezóna se díky technickému zasněžování prodloužila od listopadu do dubna (Keller et al., 2004). Výroba umělého sněhu je stále

důležitější a intenzivnější (Rixen et al., 2018). Instalace zařízení na produkci umělého zasněžování je spojena se zemními pracemi jako je budování rozvodů vody nebo čerpacích stanic, které ovlivňuje vodní režim dotčeného území (Flousek, 2016). Zařízení pro produkci technického sněhu rovněž ovlivňuje i estetiku krajiny, způsobuje hluk a výroba spotřebovává energii a vodu (Baron et al., 2000). Pro účely zasněžování se používají vody povrchové či podpovrchové, které mají přirozeně vyšší obsah minerálních látek než voda dešťová. Obsahují také přibližně dvakrát větší objem a až osmkrát větší množství iontů (Rixen et al., 2003). Pro rostlinné druhy to znamená zvýšený přísun vody a iontů, a tím se podporují rostliny preferující zásaditější a vlhčí stanoviště (Rixen et al., 2003). Technický a přírodní sníh mají rozdílné fyzikálně-chemické vlastnosti (Flousek, 2016). Umělá sněhová pokrývka taje přibližně o 2-6 týdnů později, což ovlivňuje začátek vývoje rostlin (Keller et al., 2004). Vlastnosti umělého a přírodního sněhu se liší ve struktuře krystalků. Krystalky umělého sněhu jsou sférické a krystalky u sněhu přírodního jsou dendritické (Rixen et al., 2018). Ve srovnání s přírodním sněhem je technický sníh homogennější, jeho tání je pomalejší a obsahuje více ledových vrstev (Rixen et al., 2018). Vlastnosti technického sněhu také způsobují větší schopnost utužení, tvrdosti a hustoty, která je podpořena pojezdem těžké techniky i lyžařů při plném provozu (Flousek, 2016). A jak již bylo zmíněno výše, utužený a stlačený sníh zvyšuje tepelnou vodivost, omezuje výměnu plynů a půda pod sněhem promrzá (Rixen et al., 2003). Sníh obecně chrání rostliny při jarních mrazech před extrémně nízkými teplotami, poškozování mrazem, zimním suchem, prudkým sluncem nebo mechanickým poškozením (Walker et al., 2001). Technické zasněžování je v některých případech chápáno jako pozitivní, protože vyšší sněhová pokrývka chrání vegetaci před mrazem a mechanickým poškozením. Flousek (2016) zmiňuje, že teplota půdy pod přírodním a technickým sněhem klesá zhruba srovnatelně, ale pod nižší vrstvou přírodního sněhu vzniká půdní led častěji, zároveň dodává, jak technický sníh negativně ovlivňuje druhové složení.

V souvislosti s klimatickou změnou se snižuje počet dní, kdy je možné zasněžovat, a i když moderní zasněžovací přístroje dokáží za optimálních podmínek zasněžovat již při 0 °C, v některých skiareálech přidávají aditiva, která umožňují zasněžování při vyšších teplotách (Flousek, 2016). Mezi nejrozšířenější přípravky patří Snomax, přípravek fungující na principu nukleárních jader bakterie *Pseudomonas syringae* a Drift, chemická látka typu smáčedla na bázi

heptametyltrisiloxanů (Flousek, 2016). Podobné přísady mohou přispívat k vyšší eutrofizaci vodních toků, vegetace nebo měnit půdní poměry (Rixen et al., 2003).

### 1.3 Změny vegetačního pokryvu ve světových lyžařských střediscích

Řada studií zkoumala v různých světových lyžařských střediscích, jaký vliv má výstavba a následné používání ski areálu na druhové složení a charakteristiky rostlinných společenstev.

Při úplném poškození vegetačního pokryvu se postup obnovy rozvíjí pomalu a poskytuje malou pokrývnost, která napomáhá erozi (Barni et al., 2007). A proto je jednou ze zásadních částí výstavby nové sjezdové tratě obnovení vegetace s cílem zamezit erozi půdy, prodloužit dobu sněhové pokrývky a zlepšit estetiku krajiny (Argenti & Ferrari, 2009). Studie Argenti & Ferrari (2009) prováděná v Itálii ukazuje, že na nedávno obnovených sjezdových tratích byla vegetace velmi ovlivněna druhy použitými v obnovovací směsi, a to zejména kostřavou červenou (*Festuca rubra*), která se pro svoji vytrvalost vyskytovala na všech zkoumaných sjezdovkách. Druhy jako kuklík horský (*Geum montanum*), hvozdík kroupenatý (*Dianthus deltoides*) nebo světlík nejmenší (*Euphrasia minima*) se vyskytovaly častěji ve vyšších nadmořských výškách a lipnice obecná (*Poa trivialis*), kerblík lesní (*Anthriscus sylvestris*) nebo svízel povázka (*Galium mollugo*) jsou druhy, které se vyskytovaly níže v oblastech s vyšším antropogenním vlivem (Argenti & Ferrari, 2009). Ve zkoumaném prostředí je rychlost kolonizace původními druhy podstatně vyšší v nižší nadmořské výšce. Pokrytí půdy vegetací bylo na většině studovaných ploch 70%, což je pro obranu před erozí považováno za limit (Argenti & Ferrari, 2009). V jiné studii prováděné rovněž v Alpách byl celkový pokryv na sjezdových tratích obecně nižší než na kontrolních plochách v přirozené vegetaci mimo sjezdovou trať a celkový počet druhů byl také nižší na sjezdovkách oproti kontrolním plochám (Barni et al., 2007). Druhy, které dobře kolonizují narušená místa jako silenka skalní (*Silene rupestris*), hadí kořen živorodý (*Polygonum viviparum*) a řeřišnice rýtolistá (*Cardamine resedifolia*), se na sjezdových tratích vyskytovaly ve vyšších nadmořských výškách (Barni et al., 2007). Druhová bohatost, produkce biomasy a počet druhů může mít souvislost i s velikostí areálu. Při porovnání kontrolních ploch horských pastvin s malými lyžařskými

středisky bez zasněžování a velkými středisky s technickým sněhem je druhová bohatost a produkce biomasy na kontrolních plochách vyšší než u velkých středisek a i v počtu druhů se kontrolní plochy a plochy na trati lišily více u větších středisek (Casagrande et al., 2019). Na plochách studované sjezdovky se více vyskytovaly druhy jako jetel luční (*Trifolium pratense*), jetel plazivý (*Trifolium repens*), nebo štírovník růžkatý (*Lotus corniculatus*) než na kontrolních plochách, kde byla více zastoupena brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*), brusnice brusinka (*Vaccinium vitis-idaea*) a jalovec obecný (*Juniperus communis*). Na sjezdovkách byl vyšší výskyt konkurenceschopnějších druhů jako je jetel luční (*Trifolium pratense*), jetel plazivý (*Trifolium repens*) nebo smetánka (*Tarachacum sp.*). V souvislosti s nižším pH se tyto druhy jetele lučního (*Trifolium pratense*) a jetele plazivého (*Trifolium repens*) objevují častěji než traviny jako například metlička křivolaká (*Avena flexuosa*) nebo metlice trstnatá (*Deschampsia caespitosa*). Toto zjištění souhlasí i s výsledkem studie Kammera a Hegga (1990) a Rixen et al. (2002) (Casagrande et al., 2019). Nižší produkce biomasy a nižší druhová bohatost může být spojena s kratším vegetačním obdobím, mechanickým narušením nebo nižší konkurencí s keří (Wipf et al., 2005). Mimo to mohou být druhy brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*), brusnice brusinka (*Vaccinium vitis-idaea*) a jalovec obecný (*Juniperus communis*) náchylnější k mechanickému poškození od lyžařů či strojů na úpravu sjezdovek, a také se louky pravidelně kosí (Casagrande et al., 2019). Lyžařská střediska zahrnují mnoho různých stanovišť a odlišná strategie obhospodařování může poskytnout prostor pro různé druhy rostlin (Kubota & Shimano, 2014). Kubota & Shimano (2014) zkoumali Japonském lyžařském centru několik druhů stanovišť včetně opuštěné sjezdové tratě, která v porovnání s ostatními stanovišti obsahovala vysoké druhy bylin jako ozdobnice čínská (*Miscanthus sinensis*), makleja srdčitá (*Macleaya cordata*), hvězdnice křovitá (*Aster ageratoides*) a mladé keře tolerantní k většímu osvětlení. Opuštěné sjezdové plochy vykazovaly také šíření druhů z okolního lesa (Kubota & Shimano, 2014). Počet druhů byl vyšší na opuštěné sjezdovce i při okraji lesa než na sjezdovce aktivní (Kubota & Shimano, 2014).

## 1.4 Ukončení provozu sjezdové trati a následná sukcese

### Legislativa a ekonomická stránka

V České republice je ukončení provozu sjezdové tratě spravováno zákonem č. 226/1994 Sb. O drahách a pro zrušení je třeba žádat příslušný drážní úřad (zakonyprolidi.cz). I přes značný rozmach lyžařských areálů dochází k ukončování činnosti na některých lyžařských tratích zejména vlivem klimatu (Elsasses & Messerli, 2021). Ukazuje se krátkozrakost rozšiřování nebo budování areálů, které nebudou moci zajistit kvalitní podmínky lyžování (Flousek, 2016). Na místech, kde není možné technické zasněžování, je sněhová pokrývka v posledních letech nedostačující a trať není možné udržovat v požadované kvalitě. Provozní doba je zkrácena a poptávka lyžařů se snižuje, provoz takovéto sjezdovky je ekonomicky nevýhodný. Opuštění sjezdové trati znamená odstranění lyžařského vleku, jeho příslušenství a zasněžovací mechaniky. Trať je navracena do lesního půdního fondu a ponechána přirozené sukcesi.

### Vliv způsobu výstavby a provozu na sukcesi/ obnovu

Obnovu vegetace ovlivňuje zejména intenzita počátečního narušení a historie dané lokality (Burt & Clary, 2016). Burt & Clary (2016) uvádějí, že sjezdové tratě budované metodou tzv. „*clearing*“ vykazují v čase vyšší míru sjednocení druhů s okolními lesy než sjezdovky budované tzv. „*machine-grading*“. Větší intenzita narušení vede k větším a závažnějším dopadům na vlastnosti ekosystémů a jejich obnova trvá obecně delší dobu (Burt & Rice, 2009). Narušení vegetačního pokryvu buď zahajuje nebo pozastavuje obnovu a do značné míry definuje počáteční podmínky obnovy (Westoby et al., 1989). Síla poškození spojená s výstavbou sjezdových tratí ovlivňuje více vlastností ekosystému, např. složení a rozmanitost rostlinného společenstva nebo fyzikálně-chemické vlastnosti půdy (Wipf et al., 2005). Ovlivněny jsou půdní poměry, obsah plynů v půdě, agregace, hloubka půdy, schopnost půdy zadržovat vodu, hydrologické funkce, dostupnost živin, organické hmoty, mikrobiální biomasy (Roux- fouillet et al., 2011).

### Volba asanačních postupů

Při obnově narušených stanovišť existují tři možnosti přístupu: 1) stanoviště podléhá spontánní sukcesi, 2) používají se technická opatření, 3) kombinují se dva předchozí

přístupy (Hobbs et al., 2006). Pokud je odstraněn celý vegetační kryt, probíhá na lokalitě primární sukcese (Prach & Walker, 2019). Aby se předcházelo erozi a zachoval se příznivý vzhled krajiny, používají se k rychlé obnově vegetace komerční směsi semen, zejména travin, které mohou obsahovat nepůvodní druhy rostlin (Kangas et al., 2009). Jakmile je obnova náhradní vegetace provedena, je snaha dosáhnout vysoké úrovně kolonizace původními druhy (Argenti & Ferrari, 2009).

### Přirozená sukcese

Sukcese je uspořádaný sled vývoje společenstva, který zahrnuje změny druhového složení a procesů v průběhu času v daném společenstvu a jeho vývoj můžeme přiměřeně předpovídat (Buček, 2007). Štursa (2007) udává, že pokud na nově vytvořené trati nedojde k umělému osetí, probíhá po odlesnění a technických úpravách spontánní sukcesní série, která zahrnuje nejdříve iniciální mechovou a lišejníkovou fází, následuje fáze postupného pronikání keříčků a poslední fáze směřuje ke konečnému klimaxovému společenstvu. Průběh iniciační fáze ovlivňuje zejména množství životaschopných diaspor v prostředí (Walker & Moral, 2003). Pro šíření druhů je důležitá produkce semen v okolních ekosystémech, jejich schopnost šířit se do okolí a schopnost se uchytit (Öster et al., 2009). Rozsah a doba trvání jednotlivých fází sukcese je důležitá z hlediska protierozního i z hlediska kvality povrchu sjezdové trati (Štursa, 2007). Před první fází se vytváří agregace a vzájemné vztahy mezi prvními druhy organismů, v iniciální fázi se uchycují populace a vzniká první společenstvo, tvoří se další přechodná společenstva a směřuje ke konečnému stádiu klimaxu (Buček, 2007). Za fází s nejvyšší diverzitou je považováno střední sukcesní stádium. V průběhu obnovy většinou stoupá biomasa, kdežto počet jedinců klesá. Ranně sukcesní druhy musí mít schopnost se na místo dostat, pozdně sukcesní druhy se na něm musí udržet (Grime, 1980). Štursa (2007) uvádí, že je ve srovnání s dřívějšími průzkumy rychlost celé sukcesní řady (bez zásahu člověka) překvapivá, protože k ní dojde během 6-8 let. Každý proces obnovy probíhá v kontextu dynamického ekosystému s mnoha faktory, zejména časem a prostorem (Hobbs et al., 2006). Většina vegetace sjezdových tratí nacházejících se v horských smrččinách má tendenci směřovat ke klimaxovému typu společenstva (Štursa, 2007).

### Sukcesní změny

Studie provedená v Krkonoších ukazuje, že zásadní roli v rámci přirozených sukcesních trendů na sjezdových tratích hrají dva druhy graminoidů: metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*) a třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*) (Štursa, 2007). Oba druhy rostlin snadno osidlují odlehlé a erozně narušené plochy, třtina chloupkatá navíc vytváří husté porosty, které brání přirozenému náletu dřevin, což je na využívaných sjezdovkách žádoucí (Štursa, 2007). Mezi další autochtonní druhy graminoidů, které uvádí Štursa (2007), se uplatňovaly např.: metlice trsnatá (*Deschampsia caespitosa*), psineček obecný (*Agrostis tenuis*), medyněk měkký (*Holcus mollis*), kostřava červená (*Festuca rubra*), nebo sítina niťovitá (*Juncus effusus*). Do zapojených porostů pronikají po opuštění další druhy z okolních lesů a uchycují se náletové dřeviny. Po opuštění sjezdové trati se upouští od veškerých zásahů prováděných na daném území a začíná probíhat sukcese, která už probíhá na místech se semennou bankou, je přítomen půdní substrát, její průběh je rychlejší a charakter nástupu je ovlivněn do velké míry okolím. Samotný proces sukcese není závislý jen na dostupnosti živin, souvisí i se vzájemnými interakcemi druhů (Zeidler & Banaš, 2013). Vlastnosti rostlin se mohou lišit v reakci na klimatické a edafické faktory (Wright & Fridley, 2010). V horských oblastech jsou pro kolonizující druhy spíše než světlo limitující nepříznivé abiotické podmínky.

### **1.5 Sjezdové tratě v České republice, na Červenohorském sedle**

Druhé nejvyšší pohoří Jeseníky zaujímající 742 km<sup>2</sup>, jejichž nejvyšší partie spolu s Krkonošemi a Kralickým sněžníkem zasahují nad alpskou hranici lesa (Banaš et al., 2001) a mají na svém území několik lyžařských areálů. Jedním z nejznámějších a největších lyžařských středisek na severní Moravě je Červenohorské sedlo. V lyžařských střediscích se na území Jeseníků podle statistik nachází 80 vleků a lanovek v celkové délce 37 kilometrů, s celkovou přepravní kapacitou 40 000 osob za hodinu a 95 km navazujících sjezdovek s výměrou kolem 2 km<sup>2</sup> (Chlapek et al., 2009). Lyžařské areály jsou zasazeny do rozsáhlých lesních porostů. Lesní společenstva jsou podstatnou složkou vegetačního krytu horských ekosystémů a vrcholy Hrubého Jeseníku lemují horské smrčiny, které tvoří hlavní jesenícký hřeben přes Červenohorské sedlo, Praděd a dál až po Ztracené kameny nad Skřítkem.

Červenohorské sedlo svojí nadmořskou výškou zasahuje do oblastí horských smrčín, které se vyskytují v nadmořských výškách přibližně od 900 do 1350 m n. m. (Chlapek et al., 2018). Horské smrčiny se v minulosti vyskytovali i v nižších polohách, ale díky intenzivnímu lesnímu hospodaření dnes splývají s kulturními smrkovými lesy (Kočí & Kočí, 2019). Pod horskými smrčinami se nachází smíšené lesy s bukem a jedlí (Chlapek et al., 2018). Jesenické horské smrčiny jsou výsledkem působení lidské činnosti a klimatu (Chlapek et al., 2018). Podle Chlapka (et al., 2018) masivní odlesňování v období mezi 14. a 19. stoletím umožnily podmínky pro vznik čistých porostů smrku v nadmořské výšce nad 1200 m n. m. Převažujícím typem horských smrčín v oblasti Červenohorského sedla jsou smrčiny třtinové. Jedná se o typ horských smrčín, kde převládá smrk ve stromovém i keřovém patře a kde se výjimečně objevují javor klen (*Acer pseudoplatanus*), buk lesní (*Fagus sylvatica*) nebo jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*), který se objevuje ve vyšších polohách a je jejich přirozenou součástí (Křenová, 2008). Přírodní smrčiny mají na rozdíl od smrkových monokultur různověké složení a v podrostech větší množství odumřelého dřeva nebo suchých stromů. V podrostu se vyskytují především druhy: metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*), třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*), bika lesní (*Luzula sylvatica*), kapraď rozložená (*Dryopteris dilatata*), papratka horská a samičí (*Athyrium alpestre*, *A. filix-femina*), brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*), žebrovice různolistá (*Blechnum spicant*), podbělice alpská (*Homogyne alpina*), čípek objímavý (*Streptopus amplexifolius*), sedmikvítek evropský (*Trientalis europaea*), vranec jedlový (*Huperzia selago*), plavuň pučivá (*Lycopodium annotinum*), na vlhčích místech se mohou objevovat druhy jako věsenka nachová (*Prenanthes purpurea*), pstroček dvoulistý (*Maianthemum bifolium*) nebo šťavel kyselý (*Oxalis acetosella*) (Kočí & Kočí, 2019).

Studovaná oblast černé sjezdové trati se nachází v nadmořské výšce od 875 m n. m. do 1015 m n. m. a leží u hranice nadmořské výšky horských smrčín. Předpokládám tedy, že druhová skladba kulturní smrčiny bude ovlivněna horskými třtinovými smrčinami, a tyto druhy budou následně pronikat i na zrušenou trať, která je v počátečním stádiu sekundární sukcese. Sjezdová trať má poměrně velký výškový gradient a může se lišit zastoupením druhů v dolní a horní části. V dolní části očekávám výskyt druhů jako je třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*), brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*) a s přibývajícím nadmořskou výškou se budou objevovat druhy jako bika lesní (*Luzula sylvatica*), papratka horská (*Athyrium distentifolium*),



podbělice alpská (*Homogyne alpina*), čípek objímavý (*Streptopus amplexifolius*), mléčivec alpský (*Cicerbita alpina*), třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*) nebo metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*) (Chytrý et al., 2010). Na sjezdové trati budou s největší pravděpodobností dominovat konkurenční strategové, rostlinné druhy s vysokou konkurenční schopností, které pravděpodobně vytlačily druhy s nižší konkurenční schopností (Grime, 1980). Očekávám i hojné zastoupení hemikryptofytů, které jsou dle Zeidler & Banaš (2013) v alpské flóře Evropy nejhojnější. Klimešová & Klimeš (1997) uvádějí, že klonální forma růstu rostliny je rozšířena zejména v prostředí, kde probíhají disturbance. Na sjezdové trati už žádná aktivita spojená s lyžováním či údržbou svahu neprobíhá, proto očekávám, že se bude objevovat vyšší počet druhů v kategorii keříček, keř a strom. Vzhledem k tomu, že sjezdová trať podléhá samovolné sukcesi je pravděpodobný výskyt keříčků brusnice borůvky (*Vaccinium myrtillus*) a malých semenáčků pronikajících z okolního lesa, zejména smrku ztepilého (*Picea abies*). Rozmnožování rostlin v místech s dlouho ležící sněhovou pokrývkou může probíhat jak generativně, tak vegetativně (Zeidler & Banaš, 2013) a proto očekávám výskyt druhů s kombinovanou strategií rozmnožování. Vytrvalost listů je vlastnost, která je důležitá pro konkurenční schopnosti rostlin (pladias.cz). Je ovlivňována podnebím, mikroklimatem a dostupností živin, proto na lokalitě sjezdové trati očekávám druhy rostlin patřících do kategorie *stálezelené*, tady listy zelené po celý rok a mnohdy přežívající i déle než jeden rok (pladias.cz). Kategorii typu přenosu pylu rostlin rostoucích v tomto prostředí předpokládám převažující opylení větrem. Větre budou opylovány zejména trávy, jakou jsou třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*) nebo kostřava červená (*Festuca rubra*) (Chytrý et al., 2010). U druhů kvetoucích předpokládám přenos pylu pomocí hmyzu.

Na sjezdové trati očekávám vzhledem ke světelným poměrům nástup světlomilných druhů jako jsou třezalka tečkovaná (*Hypericum perforatum*), psineček výběžkatý (*Agrostis stolonifera*), řebříček obecný (*Achillea millefolium*), psárka luční (*Alopecurus pratensis*), ovsík výběžkatý (*Arrhenatherum elatius*), kostřava červená (*Festuca rubra*), šťovík kyselý (*Rumex acetosela*), ptačinec trávovitý (*Stellaria graminea*), pampeliška podzimní (*Leontodon autumnalis*), jetel luční (*Trifolium pratense*), jetel plazivý (*Trifolium repens*), černohlávek obecný (*Prunella vulgaris*), bojinek luční (*Phleum pratense*), jitrocel prostřední (*Plantago media*), bika ladní

(*Luzula campestris*) a posun k vyšším Ellenbergovým hodnotám. Na vlhčích místech očekávám druhy s vyšší číslem Ellenbergových hodnot pro vlhkost jako pstroček dvoulistý (*Maianthemum bifolium*), šťavel kyselý (*Oxalis acetosella*), devetsil bílý (*Petasites albus*), ptačinec hajní (*Stellaria nemorum*), nebo čistec lesní (*Stachys sylvatica*). Rostliny s průměrnými Ellenbergovými hodnotami pro teplo budou indikovat oblast mírného tepla od nížin k horskému stupni, na které budou pravděpodobně navazovat druhy rostlin indikující oblast chladnou, tedy vyskytující se v subalpínském stupni jako například žebrovice různolistá (*Blechnum spicant*), papratka horská (*Athyrium distentifolium*), podbělice alpská (*Homogyne alpina*) nebo čípek objímavý (*Streptopus amplexifolius*). Pro reakci pH očekávám spíše druhy indikující kyslejší prostředí jako například semenáčky smrku ztepilého (*Picea abies*), třtiny chloupkaté (*Calamagrostis villosa*) nebo brusnice borůvky (*Vaccinium myrtillus*).

## 2. Cíl práce

- 1) Zpracování rešerše týkající se vlivu lyžařských sjezdových tratí na změny ve vegetaci.
- 2) Zaznamenání vegetační kompozice na opuštění sjezdové trati
  - a) Kvalitativní a kvantitativní skladba vegetace na zkoumané lokalitě za použití fytoocenologického snímkování
  - b) Porovnání změn prostředí na základě Ellenbergových indikačních hodnot a funkčních znaků nalezených rostlin mezi opuštěnou sjezdovou tratí a přilehlým lesním biotopem.

## 3. Teoretická část

### 3.1 Charakteristika zájmového území

Zájmové území Červenohorské sedlo se nachází v chráněné krajinné oblasti Jeseníky, které leží v severovýchodní části České republiky. Červenohorské sedlo se nachází v oblasti Hrubého Jeseníku. Je vzdáleno asi osm kilometrů od obce Kouty nad Desnou, v nadmořské výšce okolo 1013 m n. m. Lyžařský areál je nejstarší středisko v Jeseníkách, které má bohatou základnu turistických budov, lyžařských vleků, lanovku a sídlí zde Horská služba. Zkoumaná lokalita černé sjezdové trati se nachází na okraji lyžařského areálu Červenohorské sedlo a jejím středem prochází žlutá turistická značka (Miliónová cesta). Zrušená sjezdová trať leží západním směrem od centrální části lyžařského areálu. Do katastrálního území spadá k obci Domašov u Jeseníka. Vlastníkem pozemku jsou z velké části Lesy ČR a z menší části Arcibiskupství olomoucké (ikatastr.cz).

#### Geomorfologie

Podle geomorfologického členění patří oblast Červenohorského sedla do geomorfologické provincie Česká vysočina, Krkonoško-jesenické soustavy a Jesenické podsoustavy (Šafář, 2003). Červenohorské sedlo jako synklinální pásmo leží mezi dvěma částmi moravsko-slezské zóny Českého masívu keprickou a desenskou klenbou (Šafář, 2003). Geologická skupina Červenohorského sedla je tvořena řadou tektonických šupin, jako jsou devonské kvarcity, fylity, svory, zelené břidlice, amfibolity, metagabra a mramory (Cháb et al., 1984).

#### Půda

Zrušená sjezdová trať je v převážné většině tvořena hnědými půdami, tzv. kryptopodzoly. Pouze v dolní části u drobného vodního toku se objevují půdy zvané pseudoglej glejový, které vznikají v místech periodického zaplavování či v oblastech kolem řek (geology.cz).

## Klima

Červenohorské sedlo spadá dle Quitt (1971) do chladné klimatické oblasti. Je to oblast typická velkými klimatickými rozdíly na relativně krátké vzdálenosti, což úzce souvisí s velkými rozdíly v nadmořské výšce. Významný klimatický předěl probíhá od Ramzovského sedla na Červenohorské sedlo a dále na východ. Odděluje klima Slezské nížiny od vnitřního klimatu Moravy. Výška sněhové pokrývky vrcholí v březnu, kdy v dlouhodobém průměru dosahuje 160 cm (Šafář, 2003).

## Vegetace

Fytogeografickou oblastí spadá Červenohorské sedlo do Oreofytika, fyto geografickým obvodem je České oreofytikum, fyto geografickým okresem Hrubý Jeseník (Skalický, 1988). Převažuje extrazonální horská vegetace montánního až subalpínského stupně (Šafář, 2003).

## Potencionální přirozená vegetace Červenohorského sedla

Podle mapového podkladu Geoportál Inspire řadíme oblast Červenohorského sedla v potencionální přirozené vegetaci do kategorie smrková bučina (*Calamagrostio villosae-Fagetum sylvaticae*) (geoportal.cz). Potencionálně přirozená vegetace je stabilizovaná klimaxová lesní vegetace, která by se na daném stanovišti nejpravděpodobněji vyvinula bez zásahů člověka, a je definována ekologickými a klimatickými faktory (Neuhäuslová, 2001).

Smrková bučina (*Calamagrostio villosae-Fagetum sylvaticae*) zahrnuje lesy s dominantním bukem lesním (*Fagus sylvatica*) a pravidelnou příměsí smrku ztepilého (*Picea abies*), dále pak javoru klenu (*Acer pseudoplatanus*), nebo jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia*). Takto tvořené stromové patro bývá zapojené, ale v důsledku klimatických podmínek a kyselé depozice bývá často rozvolněné (pladias.cz). Keřové patro je slabě vyvinuto nebo chybí, pokud je přítomno, tvoří je zmlazení hlavních dřevin (Chytrý et al., 2010). Bylinné patro není druhově bohaté a jeho pokryvnost je okolo 30 % (Chytrý et al., 2010). Charakteristická je třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*), třtina rákosovitá (*C. arundinacea*), sedmikvítek evropský (*Trientalis europaea*), podbělice alpská (*Homogyne alpina*), a dále např.: žebrovice různolistá (*Blechnum spicant*), mlčivec alpský (*Cicerbita alpina*), hořec tolitový (*Gentiana asclepiadea*), bika lesní (*Luzula sylvatica*) a plavuň pučivá (*Lycopodium*

*annotinum*). Vyskytují se i běžné druhy jako: metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*), kaprad' osténkatá (*Dryopteris carthusiana* agg.), bika bělavá (*Luzula luzuloides*), pstroček dvoulistý (*Maianthemum bifolium*), bukovinec osladičovitý (*Phegopteris connectilis*), kokořík přeslenitý (*Polygonatum verticillatum*) a borůvka (*Vaccinium myrtillus*). Mechové patro bývá vyvinuto slabě (pladias.cz). Smrková bučina je běžným typem lesa v podhorských a horských polohách Českého masivu (Chytrý et al., 2010). Osidluje především svahy a hřebeny v nadmořské výšce mezi 750-1150 m (pladias.cz). Vysokokmenné lesy podléhají většinou běžnému hospodářskému režimu, zmlazení dřevin často nedorůstá v souvislosti s okusem zvěří a rozvojem porostů třtiny chloupkaté (pladias.cz). Ohrožení těchto lesů spočívá především v nevhodném postupu při těžbě a obnově nebo případnou přeměnou na smrkové monokultury (Chytrý et al., 2010).

### 3.2 Historie lyžování v Jeseníkách

Sjezdové lyžování se u nás v minulosti vyvíjelo hlavně v Krkonoších, přičemž do ostatních hor se dostávalo postupně. Před první světovou válkou byly Jeseníky německou doménou po celé délce hor a česká turistika a lyžování se Jeseníkům vyhýbala až do roku 1918. První Moravskoslezský klub sdružující i Německé sportovce byl založen v Olomouci 1893 (Kulhánek, 1989). Na přelomu 19. a 20. století byl rozvoj cestování a turistiky v Jeseníkách úzce spjat s rozvojem lyžování. Prvním nadšencem pro lyžování byl Viktor Heeger z Bruntálu, který si nechal z norského Osla poslat 11 párů lyží. Byl velkým propagátorem lyžování hlavně mezi horaly a lesníky a zasloužil se i o ustanovení výše zmiňovaného Moravskoslezského spolku lyžařů. Mezi první lyžařské společnosti patřila skupina pro vedením Maxe Springera z Rýmařova a v roce 1905 vznikl Zimní spolek v Jeseníku (nasejeseniky.cz).

Červenohorské sedlo se nachází na hřebenové trase Hrubého Jeseníku, odděluje Pradědskou a Keprnickou hornatinu (Stehlík, 1991). Dříve sedlem procházela hranice Moravy a Slezska a stýkají se tu katastry obcí Kouty nad Desnou a Domašova (Gába & Možný, 2017). Mezi lety 1846-1848 byla budována silnice spojující Loučnou nad Desnou s Jeseníkem. S výstavbou silnice byl vybudován roku 1853 i zájezdní hostinec, který později vyhořel a byl postaven nový (Gába & Možný, 2017). V minulosti bylo sedlo významným centrem německého turismu (nasejeseniky.cz). A když byla doprava těžkých nákladů nahrazena železnicí

začalo přibývat turistů a zájezdní hostinec byl využíván především jako turistická základna (Gába & Možný, 2017). V roce 1902 zakoupil zájezdní hostinec Moravskoslezský sudetoněmecký spolek (jeseniky.jex.cz), ale kapacita lůžek byla nedostačující a proto němečtí turisté vystavěli patrovou ubytovnu s kapacitou 150 lůžek (Gába & Možný, 2017).

Další chata se podařila postavit v roce 1917 za finanční podpory majitele sklárny v Rapotíně, který na výstavbu po své smrti odkázal velkou částku peněz (Jeseniky.jex). Čeští turisté sdružení v Klubu československých turistů také usilovali o vlastní chatu a v roce 1934 začali s její výstavbou. Později k nim byla přistavěna ještě přístavba (Gába & Možný, 2017). Jesenická župa Klubu českých turistů vybudovala skokanský můstek a pořádala běžecké závody o Stříbrnou lyži (Jeseniky.jex). Za druhé světové války některé objekty využívala armáda (Gába & Možný, 2017), po válečném útlumu oživil organizované lyžování především lyžařský klub z Jeseníku (jeseniky.jex.cz). Lyžařský areál se postupně rozrůstal například o dvě podnikové chaty nebo o nový Dům Horské služby, centrum HS pro oblast Jeseníky (Gába & Možný, 2017). Komplex budov byl několikrát rekonstruován, kromě budovy vystavěné za peníze majitele skláren v Rapotíně všechny původní domy stále stojí. Dnes jsou z turistických chat hotelové apartmány (Gába & Možný, 2017). Pro lyžaře jsou k dispozici sjezdovky v nadmořské výšce od 862 m do 1164 m a další služby včetně servisu, úschovny, půjčovny, lyžařské školy a parkoviště (cervenhorskosedlo.eu).

### Skiareál Červenohorské sedlo

Lyžařská oblast se nachází v nadmořské výšce 1013 m a sjezdové tratě jsou ve výšce od 1164 m do 862 m. Značná nadmořská výška zajišťuje poměrně dobré sněhové podmínky od poloviny prosince do konce března (cervenhorskosedlo.eu). Areál je rozdělený na severní a jižní svahy, které obsluhuje jedna lanová dráha a osm lyžařských vleků z nichž je možné využít čtyři sjezdovky dlouhé více než kilometr (cervenhorskosedlo.eu). Převážná kapacita je 7000 osob za hodinu (cervenhorskosedlo.eu).



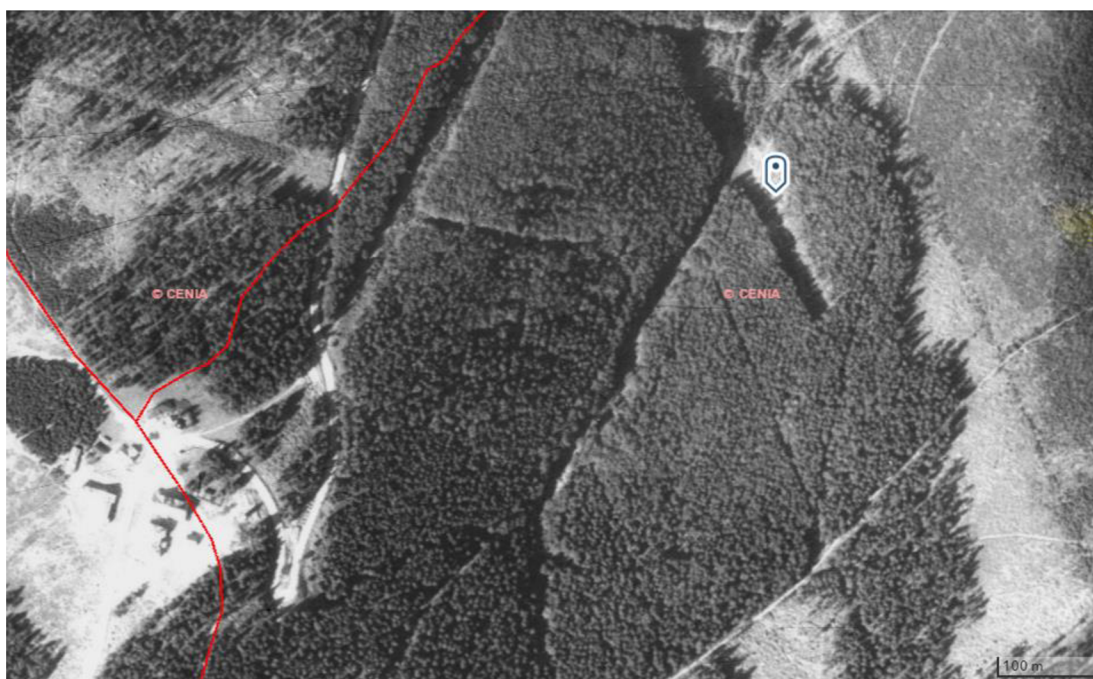
Obr. 1. Mapa areálu Červenohorské sedlo (zdroj: cervenohorskesedlo.eu).

### 3.3 Historie Černé sjezdové trati

Přesné datum založení Černé sjezdovky není známé, ale pravděpodobně to bylo po 2. sv. válce. Z archivu na webu Zeměměřičského úřadu je z mapy z roku 1953 jasně patrné odlesnění sjezdovky. Původní sjezdovka měla kromě hlavní dráhy pro lyžování i skokanský můstek, který se nacházel napravo od obsluhy vleku při pohledu zespoda. Sjezdovka je v historických zákresech uváděna jako závodní slalomový svah s kotvovým vlekem. Tato sjezdovka během svého provozu prošla několika úpravami. Podle dostupných historických údajů byl v roce 1975 zpracován plán na zalesnění 7200 m<sup>2</sup> holiny v horní části sjezdovky a v roce 1989 ještě pro 1312 m<sup>2</sup>. V téže roce byl zpracován plán na zalesnění oblasti skokanského můstku a původní dojezdové dráhy. V plánu je zaznačená i plocha určená k odlesnění a vytvoření nové dojezdové plochy. V 1993 byl zpracován plán na výstavbu nového vleku-TATRAPOMA H 130, který byl později za vystavěn a sloužil až do roku 2017-2018, kdy byla sjezdovka zrušena. V roce 2006 došlo k prodloužení sjezdovky a vleku o 205 m. A v roce 2008 došlo v dojezdu Černé sjezdovky k zatrubnění části drobného vodního toku. Dojezd k vleku byl křížován Červenohorským potokem, který při dostatečné sněhové pokrývce lyžaři přejížděli po vrstvě sněhu, ale v jarním období a v případě oblev byl přejezd přes potok nemožný. Proto došlo k částečnému zatrubnění vodního toku (dokumentace LČR Jeseník). Černá sjezdovka byla hodnocena jako nejobtížnější sjezdovka z komplexu lyžařského areálu Červenohorské sedlo zejména pro její velký sklon a členitý povrch. Sjezdovka byla zrušena pro zimu 2017/2018



(cervenhorskesedlo.eu). Důvod ke zrušení byl jednak nedostatečný úhrn sněhových srážek, který znemožňoval plné využití sjezdovky a jednak finanční náročnost za pronájem plochy. Vzhledem k tomu, že většina území sjezdovky spadá do vlastnictví LČR, které Skiareálu ČHS neumožnilo snížení nájmu za používání sjezdovky byla plocha navracena LČR bez nároku na její využívání Skiareálem (cervenhorskesedlo.eu).



Obr. 2. Historický snímek Červenohorského sedla z roku 1953 (zdroj: Geoprohlížeč, Zeměměřičský úřad).

## 4. Metodika

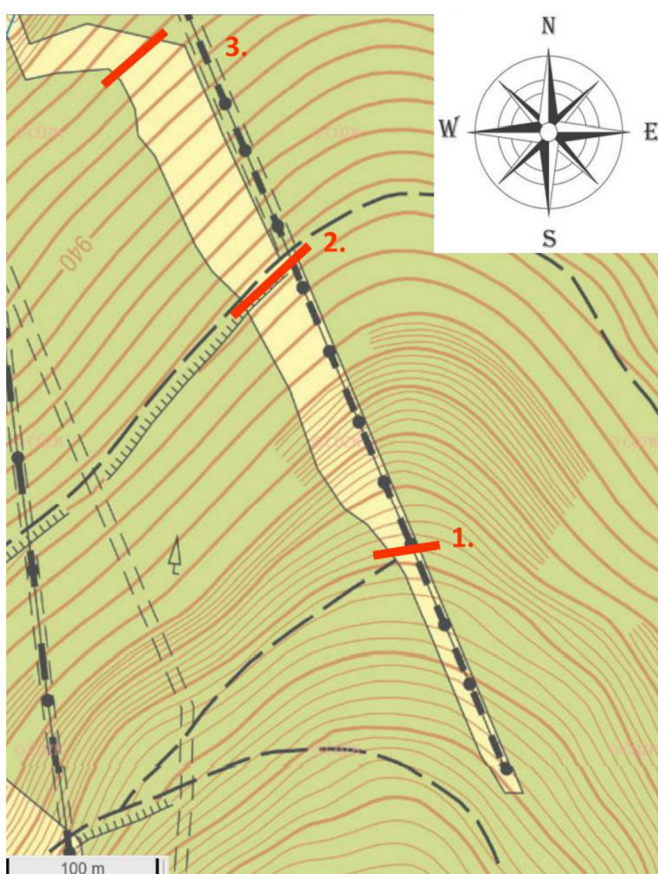
### 4.1 Fytocenologické snímkování

Fytocenologické snímkování proběhlo 12. července 2020, bylo provedeno celkem 16 snímků, z toho 10 snímků na volné ploše sjezdové trati podléhající postupnému zarůstání a 6 snímků v okrajové části lesa cca 3-4 metry od jeho okraje. Skupiny snímků se nacházely na třech místech s odlišnou nadmořskou výškou. V nadmořské výšce okolo 1100 m n. m. jsem vzhledem k šíři sjezdové trati mohla udělat pouze 2 snímky na volné ploše a 2 v okraji lesa. Ve středu sjezdové trati okolo 1000 m n. m. se do šíře sjezdovky vešlo 5 snímků na volné ploše a 2 v okraji lesa. V dolní části sjezdové trati okolo 900 m n. m. šíře sjezdové trati umožnila 3 snímky na volné ploše a 2 v okraji lesa. Snímky měly cca třímetrové rozestupy reprezentující, co nejvíce homogenní polohu. Homogenitu značí stejná výška a patrovitost porostu, pokryvnost, životní formy, zastínění nebo disturbance. Pro jednotlivé snímky jsem vybrala plochu, která se jevila jako nejvíce homogenní tak, jak mi to šíře sjezdové trati a naplánovaný výškový stupeň umožňoval. Za pomoci kolíků a naměřeného provázku jsem vytyčila čtverec o velikosti 4x4 metry. U levého horního rohu jsem snímek označila kovovým víčkem a hřebíkem, aby bylo možné dohledat snímky minohledáčkou. Dále jsem zaznamenala GPS souřadnice a změřila sklon svahu. S pomocí mapy bez kompasu jsem určila orientaci ke světovým stranám a pořídila fotodokumentaci. Pokryvnost jednotlivých druhů jsem odhadovala za pomoci tabulky Braun-Blanquetovy stupnice abundance a dominance (Maarel, 1979). Jednotlivé druhy vyskytující se na území vytyčeného snímku jsem určila podle Kubáta et al. (2002). Ve snímcích jsem u mechorostů zaznamenala pouze pokryvnost v procentech.

Pro porovnání snímků v lese a na sjezdové trati jsem využila funkčních znaků rostlin všech průměrných Ellenbergových hodnot vyjma kontinentality a salinity. Pro porovnání, zda se nějak odlišují snímky v okrajích sjezdové trati, snímky uprostřed sjezdové trati a snímky v okrajové části lesa jsem použila mnohonásobný porovnávací test (ANOVA).



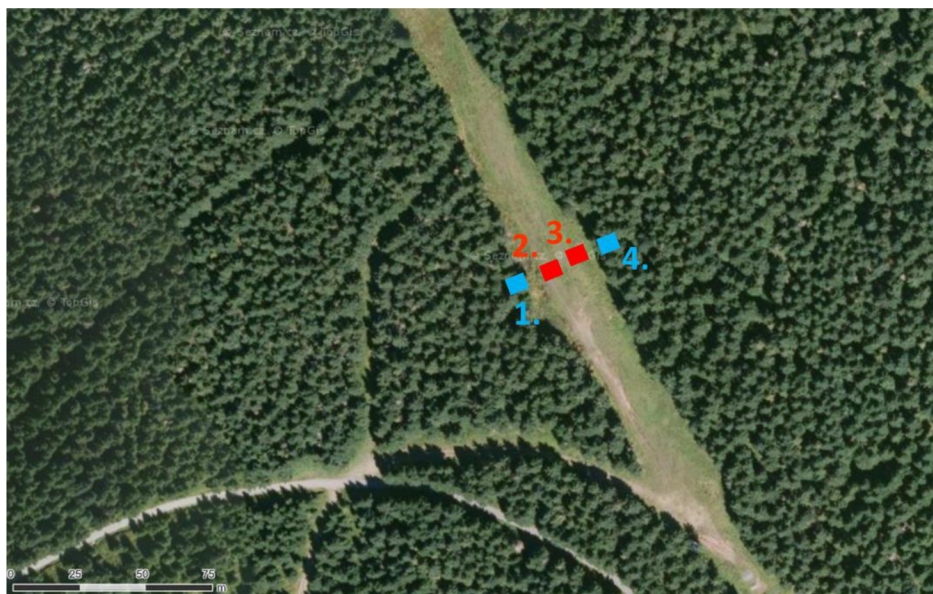
Obr. 3. Orientační mapa Černé sjezdové tratě (zdroj: Geoportal.gov.cz).



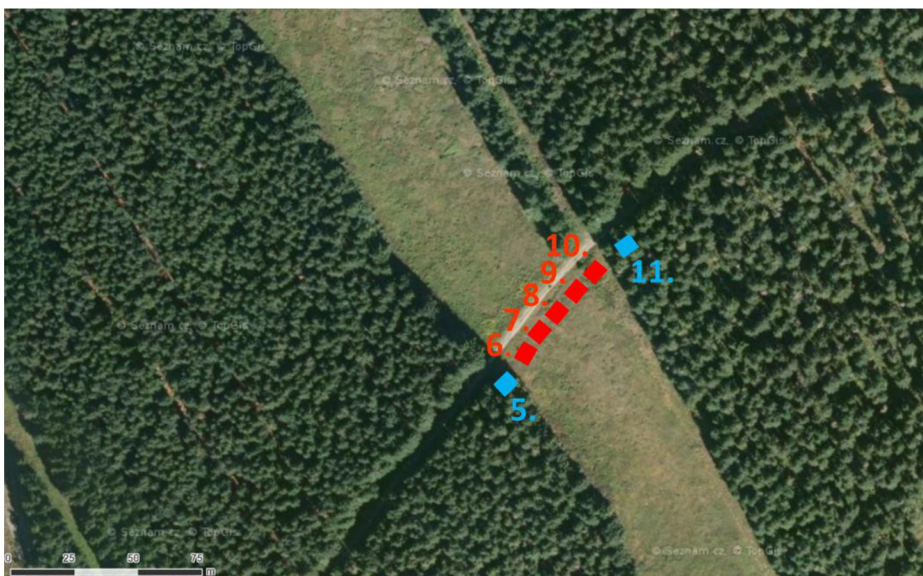
Obr. 4. Schéma lokalizace jednotlivých transektů. 1. v nadmořské výšce 1100 m n. m., 2. v nadmořské výšce 1010 m n. m. a 3. v 900 m n. m. (zdroj: geoportal.gov.cz).

## 4.2 Zpracování fytoocenologických snímků

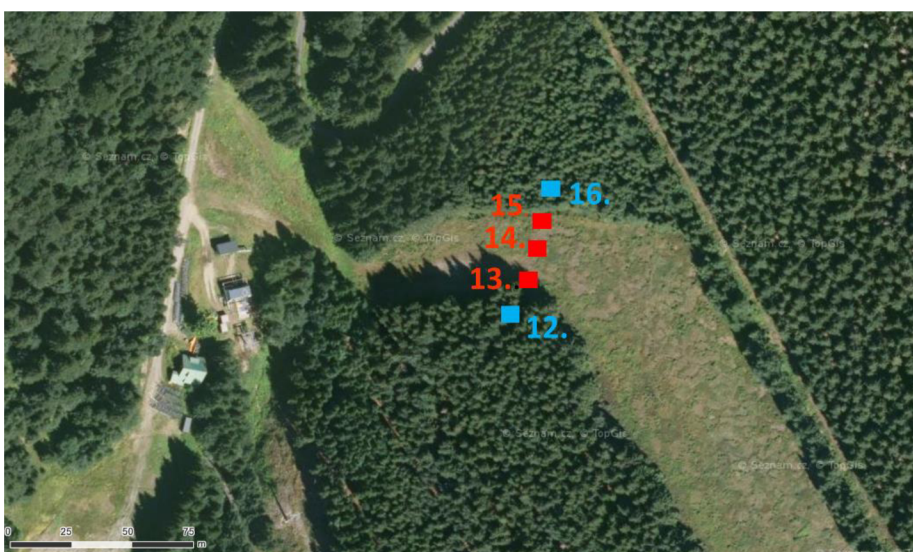
Z terénu získané fytoocenologické snímky jsem přepsala do databáze v počítačovém programu Turgoveg for Windows 2.110 (Hennekens & Schaminée, 2001). V tomto programu jsem vytvořila 16 fytoocenologických snímků, které jsem převedla do programu Juice 7.0 (Tichý, 2002), kde byly vypočítány průměrné Ellenbergovy hodnoty (vyjma kontinentality). Všechny získané údaje jsem zapsala do programu Microsoft Excel a následně zpracovala ve statistickém programu NCSS 9 (Hintze, 2013). Zde jsem provedla t-test, ANOVU a ANOVU s mnohonásobným porovnávacím testem. V programu NCSS 9 (Hintze, 2013) byly vytvořeny též grafy. V programu Microsoft Excel jsem k jednotlivým druhům rostlin doplnila další funkční znaky. Informace o životní formě z knihy Klíč ke květeně České republiky (Kaplan, 2019), růstové formě z internetové databáze Pladias (pladias.cz) a vytrvalost listu, typ reprodukce, typ přenosu pylu a typ ekologické strategie z internetové databáze Bioflor (ufz.de). Ze sepsaných dat jsem vytvořila grafy v programu Microsoft Excel a porovnávala sjezdovou trať s lesním biotopem a s očekávanými výsledky.



Obr. 5. 1. transekt (1100 m n. m.) umístění jednotlivých fytoocenologických snímků. Červeně označeny snímky na sjezdové trati, modře snímky v lesním biotopu (zdroj: Mapy.cz).



Obr. 6. 2. transekt (1010 m n. m.) umístění jednotlivých fytoocenologických snímků. Červeně označeny snímky na sjezdové trati, modře snímky v lesním biotopu (zdroj: Mapy.cz).



Obr. 7. 3. transekt (900 m n. m.) umístění jednotlivých fytoocenologických snímků. Červeně označeny snímky na sjezdové trati, modře snímky v lesním biotopu (zdroj: Mapy.cz).

### 4.3 Indikační hodnoty rostlinných druhů a funkční znaky

Jednotlivé druhy rostlin z fytoocenologických snímků byly charakterizovány dle Ellenbergových indikačních hodnot: L (světlo), T (teplota), M (vlhkost), R (reakce pH), N (živiny) pomocí dostupné databáze Pladias (pladisa.cz, Chytrý et al., 2018). Ve vyhodnocování nebyla použita kontinentalita a salinita. Rozsah indikačních hodnot pro světlo je od hodnoty 1 (druhy stinných míst) po hodnotu 9 (druhy slunných míst), pro teplotu 1 (druhy chladných oblastí, alpínský a nivní stupeň vysokých hor) – 9 (druhy extrémně teplých míst, mediteránní druhy), vlhkost 1 (druhy suchých půd) – 12 (druhy vodní). Pro reakci pH 1 (acidofilní druhy) – 9 (druhy zásaditých půd, nacházejících se na vápenitých půdách). Hodnoty pro živiny nabývají 1 (extrémně chudá stanoviště) – 9 (extrémně bohatá stanoviště) (Chytrý et al., 2018).

Pro porovnání sjezdové trati a lesního biotopu jsem využila tyto funkční znaky: životní strategii, typ reprodukce rostlin, typ přenosu pylu, vytrvalost listů, růstovou formu a životní formu. Životní strategie, která se dle Grime (1980) rozlišuje do tří základních ekologických strategií. C strategie je vhodná na stanoviště, která mají dostatek zdrojů a nejsou omezovány extrémními podmínkami; S strategii, která je výhodná na stanovištích s nedostatkem zdrojů, extrémních podmínek a R strategie je výhodná na stanovištích s dostatkem zdrojů, kde nejsou tak extrémní podmínky, ale míra narušení je značná. Existují i kombinace těchto základních typů (C/R, C/S, C/R/S) (pladisa.cz). Reprodukce rostlin může probíhat buď vegetativně nebo pomocí semen/spor a jednotlivé druhy mohou kombinovat typ rozmnožování (biolflor.de). Rostliny přenášejí pyl buď samy nebo za pomoci přenašečů např. větru, hmyzu (biolflor.de). Vytrvalost listů je zevrubná klasifikace toho, jak dlouho vytrvá list na rostlině od vyrašení listu po jeho odhození (biolflor.de). Růstová forma popisuje přibližnou délku života rostliny a jejích částí, její reduktivní strategii a udržitelnost nadzemních částí. Dělíme je do devíti kategorií. Monokarpické vytrvalé neklonální byliny, polykarpické vytrvalé neklonální byliny, klonální byliny, jednoleté byliny, keřičky, keře, stromy, dřevnaté liány a parazitické epifyty (Klimešová et al. 2017 v pladias.cz). Posledním funkčním znakem je životní forma. Životní formy jsou klasifikovány podle Raunkiaerova systému (Raunkiaer, 1934) na základě polohy obnovovacích pupenů, které rostlinným druhům pomáhají přežít nepříznivé období. (pladias.cz).

## 5. Výsledky

Na zkoumané ploše byly zjištěny rozdíly v šesti sledovaných parametrech funkčních znaků: v životní strategii, typu reprodukce rostlin, typu přenosu pylu, vytrvalosti listů, růstové formě a životní formě. Sjezdová trať a okraj lesního biotopu se lišily i v počtech druhů a druhové diverzitě.

### Diverzita

Při porovnání fytoocenologických snímků na sjezdovce a mimo ni byl zjištěn rozdíl v Shannonově indexu diverzity v 1010 m n. m. Uvedeno v Tab. 1.

Tab. 1. Výsledky t-testu pro Shannonův index diverzity v různých nadmořských výškách. Hladina významnosti  $P=0,05$ . H (Shannonův index).

<b>H</b>		
<b>m n. m.</b>	<b>T-S</b>	<b>P</b>
<b>1100</b>	-0,966	0,436
<b>1010</b>	-3,049	0,028
<b>900</b>	-0,629	0,574

### Ellenbergovy indikační hodnoty

Při porovnání fytoocenologických snímků zaznamenaných na sjezdovce a mimo sjezdovku byly zjištěny rozdíly v průměrné Ellenbergově hodnotě pro světlo v 900 m n. m. a v 1100 m n. m. Pro vlhkost v 1010 m n. m. Rozdíly jsou zobrazeny v Tab. 2.

Tab. 2. Výsledky t-testu, porovnání průměrných Ellenbergových hodnot pro oba biotopy v různých nadmořských výškách. Hladina významnosti  $P=0,05$ , L (světlo), T (teplota), M (vlhkost), R (reakce pH), N (živiny).

m n. m.	L		T		M		R		N	
	T-S	P	T-S	P	T-S	P	T-S	P	T-S	P
<b>1100</b>	-17,546	0,003	-0,845	0,487	0,134	0,906	-0,308	0,787	1,464	0,280
<b>1010</b>	-1,727	0,145	-0,941	0,390	4,543	0,006	-0,115	0,913	-0,694	0,519
<b>900</b>	-3,588	0,037	1,507	0,229	-2,606	0,080	-0,764	0,501	-0,770	0,497

Signifikantní rozdíl hodnot mezi lesní vegetací a vegetací na sjezdové trati prokázala Ellenbergova průměrná hodnota pro světlo. Zobrazeno v Tab. 3.

Tab. 3. ANOVA porovnání snímků v lese a mimo les pomocí průměrných Ellenbergových hodnot, (F = hodnota testového kritéria, P = hladina významnosti).

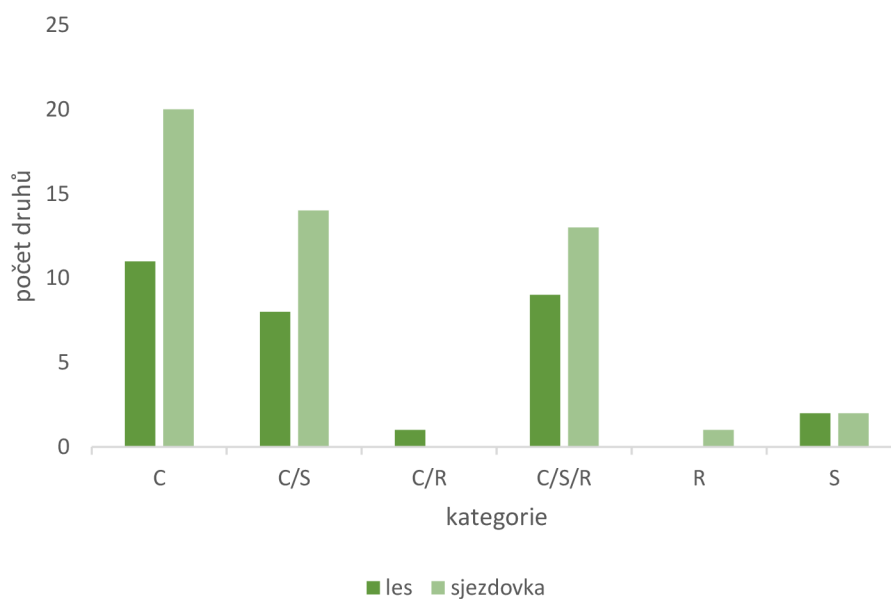
Ellenbergovy hodnoty	F	P
<b>Shannon. index</b>	2.85	0.118
<b>Světlo</b>	21.13	<b>0.001</b>
<b>Teplota</b>	0.43	0.524
<b>Vlhkost</b>	0.12	0.738
<b>pH</b>	0.00	0.963
<b>živiny</b>	0.00	0.964

### Životní strategie

Z hlediska CRS strategií byl zaznamenán rozdíl mezi sjezdovou a okrajem lesního biotopu (cílovým stavem sukcese). Jedná se zejména o strategii C, C/S a C/R/S (viz Graf č. 1). S-strategové se vyskytují ve stejném zastoupení, jak na sjezdové trati, tak v lesním biotopu. U obou biotopů je tato životní forma zastoupena stejnými druhy,



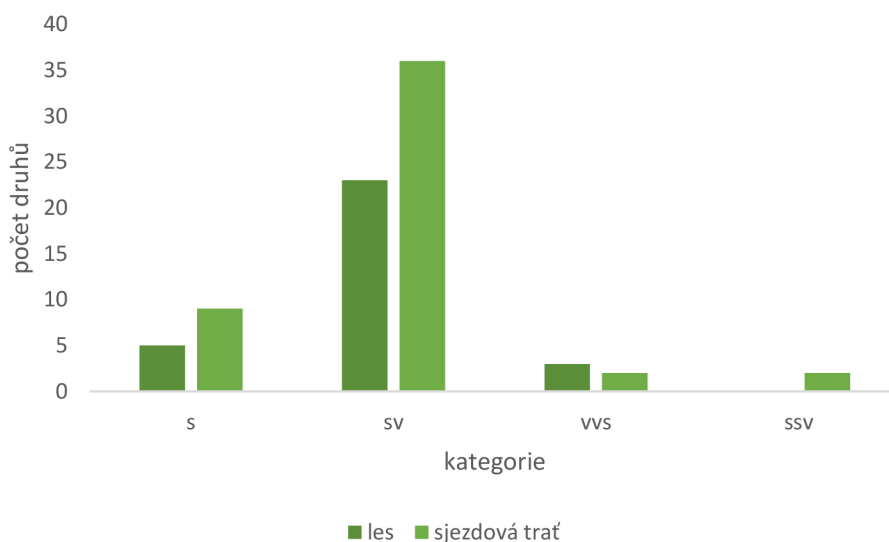
zpravidla se jedná o sedmikvítek evropský (*Trientalis europaea*) a pstroček dvoulistý (*Maianthemum bifolium*). Čistě ruderální druhy se v lesním biotopu neobjevily a na sjezdové trati byl pouze jeden ruderální druh, turan ostrý (*Erigeron acris*). V lesním biotopu se vyskytuje jeden druh v kombinaci C/R a to přeslička rolní (*Equisetum arvense*). Druhy v kombinaci C/S/R jsou přítomny na obou biotopech, jejich přítomnost je hojnější na sjezdové trati. Stejně tak druhy v kombinaci C/S jsou zastoupeny na obou biotopech, ale převládají na sjezdové trati. Na sjezdové trati i v okraji lesního biotopu převládají druhy s životní strategií C. Tato strategie převládá na sjezdovce, zatímco na mimo sjezdovku je zastoupena méně. Na sjezdové trati je oproti lesnímu biotopu zastoupen jeden ruderální druh a chybí zastoupení druhů v kombinaci C/R. Na sjezdové trati je skoro dvakrát více druhů C-stratégů a C/S- stratégů oproti lesnímu biotopu, kde nad sjezdovou trasí nepřevládá žádná z životních strategií.



Graf č. 1. Životní strategie C (konkurenti), S (stratégové), R (ruđerální druhy), C/S (konkurenti/stratégové), C/R (konkurenti/ruđerální), C/S/R (konkurenti/stratégové/ruđerální).

### Typ reprodukce rostlin

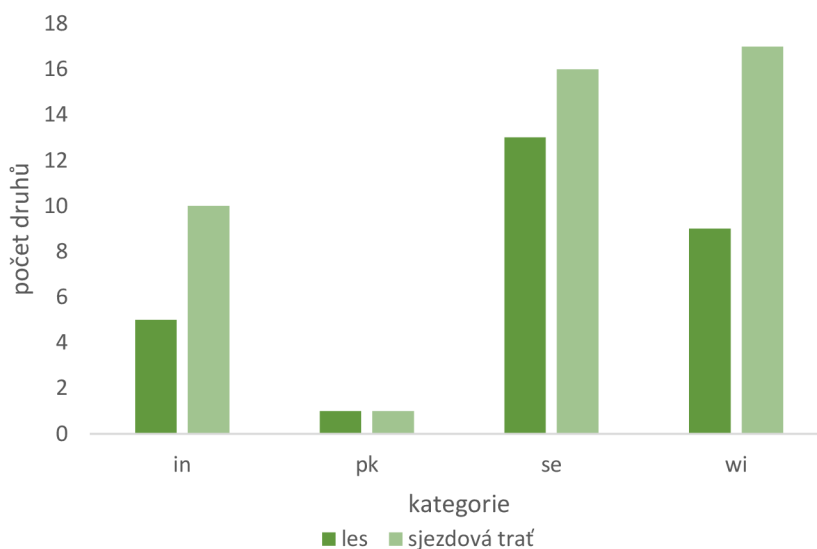
Mezi sjezdovou trať a okolním prostředím byly zaznamenány rozdíly v reprodukci rostlin. Nejpočetnější zastoupení u obou biotopů mají druhy s kombinovaným typem reprodukce (viz. Graf. č. 2). Tento typ reprodukce (sv) převládá na sjezdové trati oproti lesnímu biotopu. Na sjezdové trati se objevuje skoro dvakrát více druhů, které se rozmnožují pomocí semen. Typ reprodukce rostlin v kombinaci s převahou vegetativního rozmnožování (vvs) převažují v lesním biotopu, jedná se zejména o sedmikvítek evropský (*Trientalis europaea*), brusnici borůvku (*Vaccinium myrtillus*) a kyčelnici cibulkonosnou (*Dentaria bulbifera*). Na sjezdové trati se vyskytují pouze dva druhy s touto strategií, sedmikvítek evropský (*Trientalis europaea*) a brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*). U kombinace typu reprodukce, kde převažuje rozmnožování semenem/sporami (s) se objevují na sjezdové trati dva druhy a to: hrachor luční (*Lathyrus pratensis*) a bojínek luční (*Phleum pratense*). Na sjezdové trati je větší zastoupení kategorií s, sv oproti lesnímu biotopu, kde převládá pouze kategorie převážně vegetativně, zřídka semenem (vvs) a kategorie ssv v lesním biotopu chybí.



Graf č. 2. Typ reprodukce u rostlin s (semenem/sporami), ssv (převážně semenem, zřídka vegetativně), sv (semenem a vegetativně), vvs (převážně vegetativně, zřídka semenem).

### Typ přenosu pylu

Sjezdová trať se od okolního prostředí liší i v zastoupení druhů podle typu přenosu pylu (viz Graf č. 3). Kategorie samoopylení v neotevřeném květu (pk) je na sjezdové trati i mimo sjezdovou trať zastoupena pouze rozrazilem rezekvítkem (*Veronica chamaedrys*). Opylení hmyzem převládá na sjezdové trati oproti v lesním biotopu. Na sjezdové trati se v převážné většině oproti lesnímu biotopu vyskytují i druhy opylené větrem (wi). Samosprašnost (se) převládá na sjezdové trati jen o tři druhy. Na sjezdové trati je více druhů, které jsou opylované větrem, hmyzem či samosprašností. Kategorie samoopylení v neotevřeném květu je zastoupena stejně na obou biotopech.

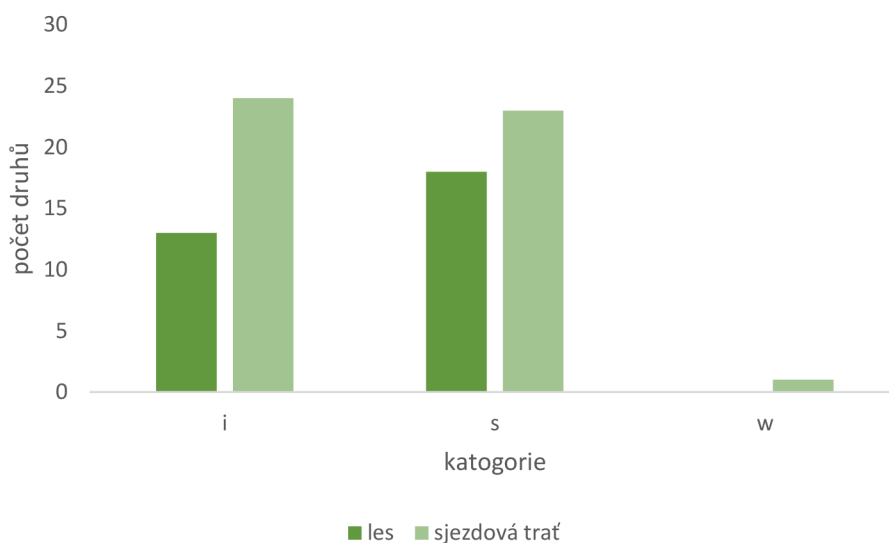


Graf č. 3. Typ přenosu pylu, in (opylení hmyzem), pk (samoopylení v neotevřeném květu), se (samosprašnost), wi (opylení větrem).

### Vytrvalost listů

Z hlediska vytrvalosti listů byl zaznamenán rozdíl mezi sjezdovkou a okrajem lesního biotopu (viz Graf č. 4). Kategorie stálezelená (i) a letní zelená (s) převládaly na sjezdové trati. Listy zelené déle, než jeden rok převažují na sjezdové trati o polovinu více než v lesním biotopu. Na sjezdové trati převládají i druhy kategorie letní zelené s (listy zelené v teplém období roku). Sjezdová trať také hostí jeden druh, který je v kategorii w (přezimující druhy), jehož list se na jaře a v létě rozpadá, je to turan

ostrý (*Erigeron acris*). Všechny tři uvedené kategorie vytrvalosti listů převládají na sjezdové trati.

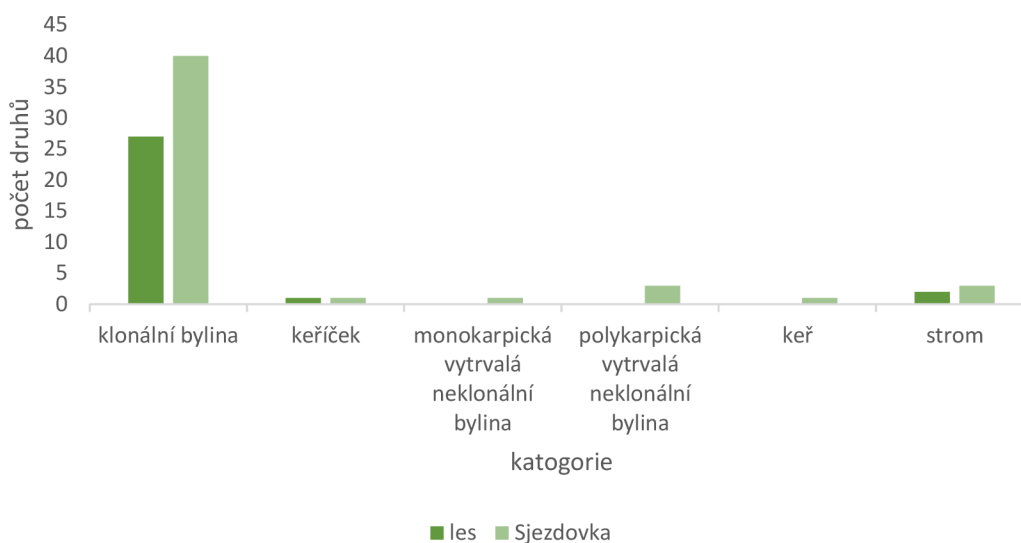


Graf č. 4. Vytrvalost listů na obou biotopech i (stálezelená), s (letní zelená), w (přezimující zelená).

### Růstová forma

Sjezdová trať se od okolního prostředí odlišuje i v zastoupení růstových forem (viz Graf č. 5). Nejvíce zastoupenou kategorií, jsou na obou biotopech klonální druhy rostlin, které mají vysokou kompetiční schopnost a na sjezdové trati převládají nad lesním biotopu skoro o čtvrtinu. Další kategorie růstové formy jsou keříčky zastoupeny pouze druhem brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*) jak na sjezdové trati, tak mimo sjezdovou trať. Monokarpická vytrvalá neklonální bylina je zastoupena pouze na sjezdové trati, a to druhem turan ostrý (*Erigeron acris*). Pouze na sjezdové trati jsou zastoupeny druhy jetel luční (*Trifolium pratense*), protěž lesní (*Gnaphalium sylvaticum*) a jitrocel prostřední (*Plantago media*), které náleží do kategorie polykarpická vytrvalá neklonální bylina. Na sjezdové trati je zastoupen jeden druh patřící do kategorie keř, a to semenáček vrby ušaté (*Salix aurita*). Kategorie strom zahrnuje více druhů na sjezdové trati než v okolním lese. V lesním biotopu jsou zastoupeny pouze tři kategorie růstové formy klonální bylina, keříček a strom, zatímco na sjezdové trati jsou včetně těchto tří zastoupeny i kategorie keř, monokarpická

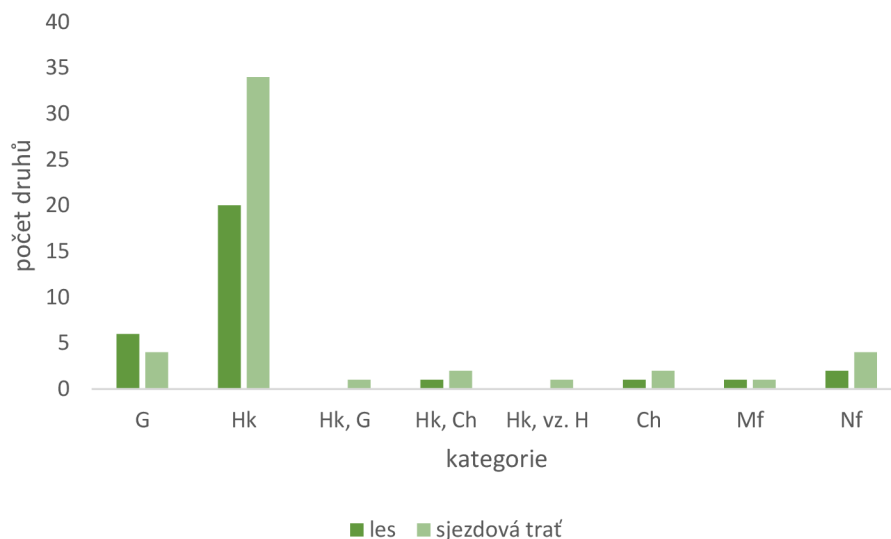
vytrvalá neklonální bylina a polykarpická vytrvalá neklonální bylina. Na sjezdové trati je oproti lesnímu biotopu více stromů (semenáčků) a vyšší počet klonálních bylin.



Graf č. 5. Růstová forma rostlin na sjezdové trati (sjezdovka) a v prostředí mimo sjezdovku (les).

### Životní forma

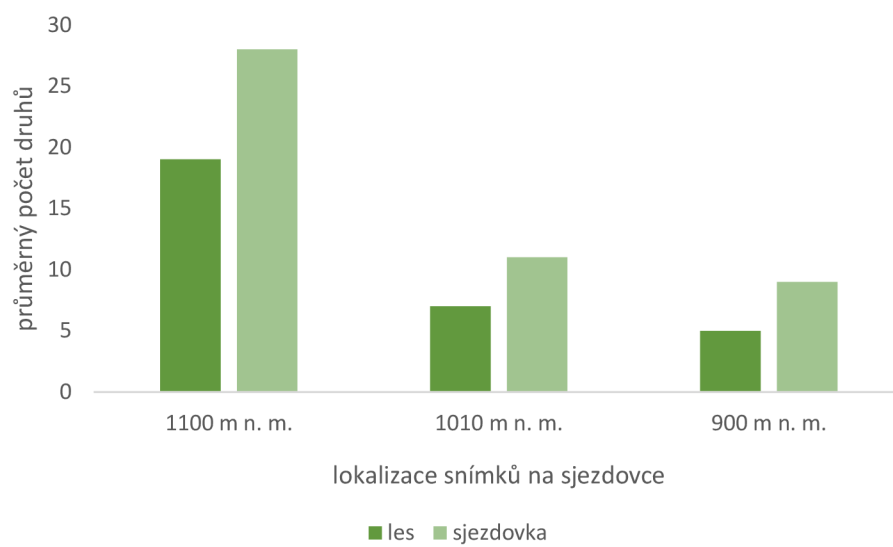
S ohledem na životní formu byl zaznamenán rozdíl mezi sjezdovkou a okrajem lesního biotopu i zde (viz Graf č. 6). Nejpočetněji zastoupená kategorie jsou hemikryptofyty a to u obou biotopů. Na sjezdové trati je zjištěno o třetinu více hemikryptofytů než v lesním biotopu. V lesním biotopu je větší zastoupení geofytů oproti sjezdové trati. Na sjezdové trati jsou více zastoupeny nanofanerofyty, stejně jako chamaefyty. Na lokalitě se objevují i druhy kombinovaných forem hemikryptofyt (geofyt) devětsil bílý (*Petasites albus*) zastoupený pouze na sjezdové trati, hemikryptofyt (chamaefyt) zastoupený na sjezdové trati jetelem plazivým (*Trifolium repens*) a rozrazillem rezekvítekem (*Veronica chamaedrys*) a mimo sjezdovou trať pouze rozrazillem rezekvítekem (*Veronica chamaedrys*). Na sjezdové trati je zastoupen i druh sítina klubkatá (*Juncus conglomeratus*), který spadá do kategorie hemikryptofyt (hydrofyt). V lesním biotopu se oproti sjezdové trati vyskytuje více geofytů a méně hemikryptofytů, chamaefytů, makrofanerofytů i nanofanerofytů.



Graf č. 6. Životní forma rostlin, G (geofyt), Hk (hemikryptoft), Ch (chamaefyt), H (hydrofyt), Mf (makrofaneroft), Nf (nanofaneroft).

#### Počet druhů.

Mezi sjezdovkou a okolním prostředím je rozdíl z hlediska druhové početnosti (viz Graf č. 7) Nejvíce druhů se vyskytuje v nejvyšší nadmořské výšce 1100 m n. m. V nadmořské výšce 1010 m n. m. je počet druhů znatelně nižší v obou biotopech. Nejnižší nadmořská výška 900 m n. m. má v obou biotopech nejnižší počet druhů. Při porovnání druhové bohatosti mezi sjezdovou tratí a lesním biotopem má celkově sjezdovka vyšší druhovou bohatost než lesní biotop. Díky vyššímu počtu druhů v nadmořské výšce 1100 m n. m. jsou i různé funkční znaky zastoupeny rozmanitěji než v nižších nadmořských výškách.



Graf č. 7. Srovnání počtu druhů v jednotlivých nadmořských výškách u obou biotopů.

## 6. Diskuse

Na sledované sjezdové trati byly 3 roky po ukončení provozu zaznamenány vegetační rozdíly vůči okolnímu prostředí, které spočívají v odlišných funkčních znacích konkrétních druhů. Na jejich základě lze charakterizovat podmínky prostředí, stávající stav sukcese, a do určité míry i predikovat vývoj v čase.

V celém zájmovém území, na sjezdové trati i mimo sjezdovou trať, bylo nalezeno celkem 63 druhů cévnatých rostlin, což je relativně nízký počet, který odpovídá nízké druhové bohatosti Hercynského pohoří (Chytrý, 2007). Poměrně nízkou druhovou bohatost rostlinných společenstev vysvětlují Soukupová et al. (1995) také tím, že v těchto oblastech jsou kyselé a nutričně chudé půdy. Na sjezdové trati byl vyšší počet druhů v porovnání s okolním lesním prostředím, avšak rozdíly byly zjištěny i mezi výškovými transekty. Druhová bohatost podle teoretických předpokladů a na základě několika studií (Musciano et al., 2018) odpovídá běžnému trendu ve vysokých horách. Marini et al. (2008) uvádí, že druhová bohatost s nadmořskou výškou zpravidla klesá, tato situace je většinou spojována s klimatickými podmínkami, a závisí i na dalších proměnných, jako jsou srážkové úhrny, půdní poměry, velikosti krajinného měřítka, velikost studované oblasti, nebo limitující faktory druhů rostoucích na daném stanovišti. Díky nižším průměrným ročním teplotám ve vyšších nadmořských výškách se snižuje počet druhů. Na zkoumané ploše počet druhů s přibývajícím nadmořskou výškou stoupal, nejvíce druhů bylo zaznamenáno v nejvyšší nadmořské výšce (1100 m n. m.). Při porovnání sjezdové trati a lesa byla druhová diverzita průkazná pouze 1010 m n. m. a v ostatních nadmořských výškách se Shannonův index diverzity nelišil. Při porovnání středu sjezdové trati, okrajů sjezdové trati a lesních ploch se projevuje okrajový efekt. Výsledek pro Shannonův index diverzity vychází signifikantní, odlišuje se les od okraje a středu sjezdovky. S postupující sukcesí se bude v průběhu let pravděpodobně snižovat druhová diverzita, protože bude narůstat počet konkurenčně schopnějších druhů. Pokles druhů je spojen se zvyšujícím se výskytem vyšších druhů trav a druhů s olistěným stonkem, které v kompetici o světlo snižují šanci druhům s přizemní listovou růžicí (Kahmen & Poschlod, 2004). Na sjezdové trati se tedy nachází více druhů, než v okolním lese a nejvíce druhů bylo zaznamenáno v nadmořské výšce 1100 m n. m. Sjezdovky mohou hostit řadu nepůvodních či ruderalních druhů (Štursa, 2002, Flousek & Harčarik, 2009). Proto je překvapivé, že se na sledované



sjezdové trati v porovnání s okolním prostředím vyskytoval pouze jeden ruderální druh, a to turan ostrý (*Erigeron acris*). Na zkoumané lokalitě už neprobíhá žádná činnost spojená se sjezdovým lyžováním a nedochází k narušování plochy. Souvisí to i s tím, že ruderální druhy byly v průběhu času vytlačeny konkurenčně silnějšími druhy. Ruderální druh byl nalezen v nejvyšší nadmořské výšce, kde se nacházel výstup z vleku, což je poměrně frekventovaná část sjezdové trati. Nižší zastoupení ruderálních druhů zmiňuje i Rozman et al. (2013), kteří udávají, že ruderální druhy jsou zastoupeny slabě v oblasti horní hranice lesa, kde převládají druhy se značnými konkurenčními schopnostmi a střední tolerancí ke stresu.

S-strategie se vyskytuje ve stejném zastoupení jak na sjezdovce, tak mimo sjezdovku, tyto druhy jsou zvýhodněny na stanovištích s nedostatkem zdrojů a extrémními podmínkami (pladias.cz). Na sjezdovce se vyskytovalo více druhů s C- strategií rozmnožování, než v okolním lese. Větší výskyt počtu této funkční skupiny souvisí s vyšší mírou konkurence v prostředí s probíhající sukcesí. Dle Grima (1980) se dají taxony dělit do jednotlivých typů podle specializace, kterou se vyrovnávají s disturbancí, stresem nebo konkurencí, tedy s limitujícími faktory prostředí. Výsledky na studované lokalitě jsou přibližně shodné s teoretickým očekáváním, kdy na ploše po odeznění disturbančních vlivů budou převládat C- strategové, konkurenčně silnější druhy (Glenn-Lewin et. al, 1992 in Walker & Moral, 2003). Grime (1980) predikoval, že v často narušovaném prostředí budou převládat ruderální druhy, druhy přizpůsobené narušování, s krátkou dobou života a vysokým reprodukčním potenciálem. S prodlužováním doby trvání sukcese jsou postupně ruderální druhy nahrazeny konkurenčně silnějšími druhy, adaptovanějšími k zastínění (Grime, 1980).

Druhy na sjezdové trati se od svého okolí liší z hlediska způsobu svého rozmnožování. Na sjezdovce ani mimo sjezdovou trať není zastoupena skupina druhů rozmnožujících se výhradě vegetativně. Převažující zastoupení způsobu reprodukce na sjezdové trati, a zároveň nejčastějším, je spojení vegetativního a generativního způsobu rozmnožování. Podle Pyšek et al. (2003) může převládající typ rozmnožování souviset s tím, že vegetativní rozmnožování a generativní rozmnožování se jeví jako nejlepší strategie pro narušené plochy, kde jsou rostliny vystaveny neustálému disturbančnímu tlaku. V období vhodných podmínek investuje druh energii do generativního rozmnožování, které je energeticky náročnější, a v případě, že

podmínky nejsou příznivé může rostlina zvolit energeticky méně náročnou formu vegetativního rozmnožování (Pyšek & Prach, 2003). Díky tomu získávají tyto druhy výhodu oproti ostatním a dochází k jejich šíření. Druhým nejčastějším způsobem rozmnožování na sjezdové trati je šíření semenem. Tyto druhy se dobře adaptují na místa, která jsou vystavena narušení (La Sorte et al., 2007). Naopak generativní způsob může podporovat šíření druhu díky možnému získávání dalších kombinací genů, které přispívají k lepším konkurenčním vlastnostem (Pyšek & Prach, 2003). Na ploše mimo sjezdovou trať se vyskytuje více druhů, rozmnožujících se převážně vegetativně, zřídka semenem, což je pravděpodobně způsobeno tím, že v lesním biotopu se vyskytuje více geofytů.

Druhy opylované hmyzem se převážně šíří generativně a naopak druhy, které se jsou opylovány větrem, se šíří především vegetativně, zejména graminoidy (Zeidler & Banaš, 2013). Na sjezdové trati převládaly druhy opylované větrem. V porovnání s lesním biotopem byl na sjezdové trati mnohem větší výskyt druhů opylovaných za pomoci hmyzu (*Eristalis sp.*, *Coenonympha sp.*, *Inachis io*, *Rhysa sp.*, *Agrius convolvuli*). Sjezdová trať hostí více kvetoucích druhů, které opylovače lákají. Tato strategie se podle Zeidler & Banaš (2013) nejeví jako příliš vhodná, protože živočichové, zejména opylovači, mohou být ovlivněni nepříznivými klimatickými podmínkami horského prostředí.

Kubota & Shimano (2014) ve své práci, která se zabývá studiem vegetace na odlišných typech stanovišť (aktivní sjezdová trať, opuštěná sjezdová trať, les, okraje sjezdovek, okraje lesa, vegetace pod lanovkou a okraje vodního břehu) porovnávají rozdíly ve funkčních znacích rostlin. Kubota & Shimano (2014) předkládají, že v lesním biotopu se vyskytovalo mnoho druhů rostlin životní formy mesofanerofytů a makrofanerofytů, většinu flóry tvořily dřeviny. Podíl druhů makrofanerofytů, mesofanerofytů a nanofanerofytů se zvyšoval. Podíl terofytů, geofytů a helofytů se od sjezdovky k lesu snižoval. Hemikryprofyty převládaly téměř ve všech typech stanovišť vyjma lesního biotopu, kde tvořili pouze 8% vegetace. A podíl nanofanerofytů byl nejnižší na aktivní sjezdovce (Kubota & Shimano, 2014). V areálu Červenohorského sedla byl na zrušené sjezdové trati zaznamenán nižší počet geofytů, než mimo sjezdovou trať. Geofyty jsou druhy, které se dokážou alespoň částečně rozmnožovat vegetativně. To odpovídá tomu, že v lesním biotopu se objevují druhy využívající kombinovaného způsobu rozmnožování, a rozmnožují se podle podmínek

prostředí, tedy jak vegetativně, tak generativně. Podle studie (Veselý et al., 2012) se strategie geofytů jeví jako výhodná pro rychlý vývoj organismu v souvislosti s produkcí větších buněk a v sezónních biotopech. Geofyty však mohou být ohroženy nedostatkem vody, to může být důvodem, proč se vyskytují v lesním biotopu s vyšší vlhkostí než na sjezdové trati. Nanofanerofyty i chamaefyty převládaly na sjezdové trati, což je způsobeno pronikáním keříčků a malých stromků z okolního lesa a naznačuje to postup k lesnímu biotopu. Koyama & Koyama (2002) potvrzují, že lesní vegetace v okolí opuštěné sjezdovky má vliv na obnovu vegetace a zejména podporuje pronikání stromů na sjezdovou trať. Druhy nanofanerofytů a makrofanerofytů byly častější na opuštěné sjezdové trati než na aktivní sjezdovce, kvůli pronikání dřevin, které se shodovalo s ukončením sečení, jak uvádějí Kubota & Shimano (2014). V uvedené studii (Kubota & Shimano, 2014) jsou převládající růstovou formou na všech typech stanovišť hemikryprofyty, stejně jako na sjezdové trati v Jeseníkách. Jsou to druhy, které mají obnovovací pupeny těsně při povrchu půdy a jsou chráněny nahloučenými orgány a sněhovou pokrývkou. Hojně se objevující hemikryprofyty odpovídají zjištění, že v alpské flóře Evropy je kategorie růstové formy hemikryprofytů zastoupena nejvíce (okolo 70%) (Zeidler & Banaš, 2013).

Při porovnání růstové formy vyšla u obou biotopů, na sjezdové trati i v lesním biotopu dominantní kategorie klonálních rostlin. Na sjezdové trati je však vyšší počet druhů s růstovou formou klonální bylina. Klimešová & Klimeš (1997) uvádějí, že klonální forma růstu rostliny je rozšířena zejména v prostředí, kde probíhají disturbance. Klonální orgány neslouží jen k vegetativnímu rozmnožování, ale obsahují zdroj asimilátů a pupenů, které jsou důležité pro regeneraci rostlin po kosení (Klimešová & Klimeš, 1997). Tyto druhy také snášejí menší dostupnost dusíku v půdě, vyskytují se ve vyšších nadmořských výškách a jsou více světlomilné.

Po opuštění sjezdové trati a začátku sukcese je také důležitá intenzita počátečního narušení při výstavbě sjezdovky. Ze studie Burt & Clary (2016) vyplývá, že při nižší intenzitě počátečního narušení se opuštěné sjezdové tratě (po navrácení do původního stavu) více podobají okolním lesům, než když je intenzita počátečního narušení větší. Souvisí to zejména s tím, že větší intenzita narušení ovlivňuje hloubku půdy a vegetační pokryv (Burt & Rice, 2009). Lze z toho usuzovat, že sukcese při nižším narušení probíhá rychleji a druhy pronikají z okolních lesů. Na ploše sjezdové

trati v oblasti Červenohorského sedla neprobíhají žádné disturbance spojené s provozem sjezdové trati, proto bych očekávala menší zastoupení klonálních bylin a větší zastoupení semenáčů a keříků například brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*), což z grafu nevyplývá. Timoshok (2015) ve své práci uvádí, že brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*) dominuje, jak ve snímcích na okraji lesa, tak ve snímcích na sjezdovce a uvádí, že brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*) má širokou ekologickou valenci na teplotu, osvětlení, hydrický a trofický půdní režim, a naopak je limitujícím faktorem vlhkost, která souvisí s pokrývkou sněhu a zamrznáním půdy. Semenáčky se na sjezdové trati oproti okraji lesa vyskytují ve větším zastoupení. Sjezdová trať poskytuje nově rostoucím druhům stromů příznivější světelné podmínky, ale naopak je to konkurenčně náročnější prostředí (Prach et al., 1996, Dovčiak et al., 2014). Klíčení semenáčků je při kolonizaci travních porostů kritická fáze (Prach et al., 1996). Vzhledem ke skladbě okolního lesa dominují semenáčky smrku ztepilého (*Picea abies*). Bedna (2014) uvádí, že smrk ztepilý se bude šířit pravděpodobněji postupnou expanzí než formou skupin. Smrk ztepilý (*Picea abies*) jsou spolu s javorem klenem (*Acer pseudoplatanus*) nejúspěšnější druhy při obsazování opuštěných zemědělských ploch v horských oblastech v ČR (Dostálová, 2009 v Bedna, 2014). V oblastech při horní hranici lesa stromová růstová forma s nadmořskou výškou a klesající teplotou mizí a začínají dominovat druhy nižší růstové formy (Tremel et al., 2020). Na sjezdové trati převládá počet graminoidů oproti plochám mimo sjezdovou trať.

Nejvíce graminoidů na sjezdové trati bylo zastoupeno okolo 1010 m n. m. Venn et al. (2014) uvádí, že v nižších nadmořských výškách se zvyšuje počet keřů a graminoidů a celkově se počet graminoidů zvyšuje napříč gradientem nadmořské výšky. Na sjezdové trati i v lesním biotopu převládají klonální druhy rostlin, což souvisí s dosavadním udržováním trati. Další kategorie růstové formy jsou zastoupeny méně, ale lze předpokládat, že se jejich počet bude v průběhu let zvyšovat.

Při porovnávání sjezdové trati a lesního biotopu v různých nadmořských výškách za pomoci Ellenbergových hodnot výsledky neukazují žádné rozdíly v teplotě, což je překvapivé, dalo by se očekávat, že v porovnání mezi sjezdovou a lesem bude zaznamenán rozdíl (Schaffers & Sýkora, 2000), ale výsledek je zřejmě ovlivněn malým počtem druhů, které jsou pro výpočet Ellenbergových průměrných hodnot nepostradatelné. Výsledky neukazují ani žádné změny v půdní reakci

a v živinách. Sjezdová trať nebyla během svého provozu zasněžována nebo ovlivňována aditivy, ani nebyla hnojena, a proto nepředpokládám žádné ovlivnění v porovnání s lesním biotopem. Studie, které byly prováděny na aktivních sjezdovkách, kde bylo využíváno umělé zasněžování, udávají, že změna půdní reakce i jiné množství živin v půdě vegetaci na sjezdové trati ovlivňuje (Wipf et al., 2005, Roux-fouillet et al., 2011). V půdě se zvyšuje množství vláhy a živin, sněhová pokrývka trvá déle a prodlužuje se začátek doby kvetení (Wipf et al., 2005). Umělý sníh má rozdílnou hustotu, tvrdost a obsah vody v porovnání s přírodním sněhem. Při stlačování (umělého) sněhu se zvyšuje tepelná vodivost, půdní teplota může klesnout až pod bod mrazu, zhoršuje se i výměna plynů (Flousek, 2016). V transektu ve výšce 1010 m byl prokázán signifikantní rozdíl pro Ellenbergovu hodnotu vlhkosti. Na ploše lesa se vyskytují vlhkomilnější druhy (*Stachys sylvatica*, *Lysimachia nemorum*) než na ploše sjezdové trati. V tomto transektu je sjezdovka nejširší a zároveň oddělená od spodní části Milionovou cestou, která je vedena po vrstevnici. Vyšší vlhkost může souviset právě s touto cestou. V 900 m n. m. je výsledek pro vlhkost těsně nesignifikantní, zde to může být ovlivněno malým vodním tokem, který pod sjezdovou trasou protéká. Další výsledek byl signifikantní pro světlo v 900 m n. m. a v 1010 m n. m. Při porovnání sjezdové trati a lesního biotopu je to samozřejmě očekávatelný výsledek a sjezdová trať bude hostit druhy tolerantní ke světlu, kvetoucí, které lákají opylovače. Což potvrzuje výskyt kvetoucích světlomilnějších druhů, které byly na sjezdové trati nalezeny (*Erigeron acris*, *Leontodon autumnalis*, *Hypericum perforatum*, *Agrostis stolonifera*, *Achillea millefolium*, *Alopecurus pratensis*, *Arrhenatherum elatius*, *Festuca rubra*, *Rumex acetosela*, *Stellaria graminea*). Studie prováděná na alpské vegetaci ukazuje, že vegetace je řízena především světlem a dostupností živin (Sekulová & Hájek, 2009). Podle Ellenbergových hodnot byla rozdílnost na Červenohorském sedle prokázána pouze ve spojitosti s Ellenbergovou hodnotou pro světlo a nikoli pro Ellenbergovy hodnoty živin. Je zřejmé, že světlomilnější druhy budou obývat stanoviště s menším zastíněním (Barni et al., 2007), což potvrzuje i prokázaný signifikantní rozdíl pro Ellenbergovu hodnotu pro světlo v 900 m n. m. a v 1010 m n. m. Podle srovnání sjezdové trati a lesního biotopu za pomoci Ellenbergových hodnot lze říci, že se průkazně liší světlem a vlhkostí, ale pouze v některých nadmořských výškách. Z výsledků uvedených v Tab. 3 vyplývá, že sjezdová trať a lesní biotop se liší pouze v hodnotách pro světlo, jinak jsou oba biotopy vcelku shodné. Výsledky nejsou

přesvědčivé, což souvisí s tím, že Ellenbergovy indikační hodnoty jsou závislé na druzích a výsledek ANOVY je odkázán pouze na nízký počet nalezených druhů.

Sjezdová trať byla zkoumána 3 roky po ukončení lyžařského vlivu a sekundární sukcese, která na sjezdové trati probíhá je teprve v počátcích. Některé funkční znaky porovnávané s okolním lesním biotopem naznačují, že zde v minulosti docházelo k disturbančním vlivům, například vysoký počet klonálních druhů na sjezdové trati. Sukcese by se tedy měla nacházet ve stádiu, kdy na sjezdovou trať pronikají druhy z okolního lesa a počet keříčků a malých semenáčků se bude zvyšovat. Na sjezdovou trať z okolního lesa pronikají druhy *Luzula sylvatica*, *Vaccinium myrtillus*, *Avenella flexuosa*, *Rubus idaeus*, *Carex sylvatica*, *Maianthemum bifolium*, *Sorbus aucuparia*, *Picea abies*, *Oxalis acetosella*, *Senecio ovatus*, *Calamagrostis villosa*, *Lysimachia nemorum*, *Epilobium montanum*. Semenáčky poskytují stín a dávají prostor pro druhy stínomilnější (Bedna, 2014). Předpokládám, že sjezdová trať směřuje k lesu, který ji obklopuje. Hlavním kolonizujícím druhem bude smrk ztepilý (*Picea abies*) s příměsí jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia*). V dalších letech bude sjezdová trať pravděpodobně zvyšovat počet náletových dřevin, které budou poskytovat prostředí pro druhy s nižší tolerancí ke světlu, jako například třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*), která je v okolním lese hojná. Bude pravděpodobně přibývat počet keřů a keříčku, jako je brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*). V horizontu desetiletí, pokud nedojde k žádnému narušení lidského charakteru, (např: obnova sjezdové trati, řízený management, pastva), nebo přírodního charakteru (jako je např. lavina nebo sesuv půdy), lze očekávat sukcesi směrem ke konečnému stádiu klimaxu. Za zdejší klimax, ke kterému sjezdová trať směřuje, považují okolní smrkový les.

V rámci fytoocenologického snímkování nebyly nalezeny žádné nepůvodní ani invazivní druhy rostlin. Byly však nalezeny dva chráněné druhy: v okraji lesního biotopu čípek objímavý (*Streptopus amplexifolius*), chráněný podle kategorie C2t-silně ohrožený taxon, a na sjezdové trati žebrovice různolistá (*Blechnum spicant*), chráněná podle kategorie C4a-vzácnější taxon vyžadující pozornost.

## 7. Závěr

Opuštěná sjezdová trať 3 roky po ukončení provozu vykazuje řadu vegetačních rozdílů proti okolnímu, sukcesně cílovému prostředí. Na sjezdové trati zůstávají druhy, které jsou světlomilné, rozmnožují se kombinací vegetativního a generativního rozmnožování, k opylování dochází za pomoci větru a hmyzu. Prostředí sjezdovky váže vyšší druhovou a funkční diverzitu. Sukcese probíhá pomalu, druhy se šíří z okolního lesa. Srovnání Ellenbergových indikačních hodnot nepřineslo žádné neočekávané výsledky. Ellenbergovy indikační hodnoty jsou pro sledování nedostatečné, pro budoucí sledování by bylo vhodnější nahradit je přímým sledováním podmínek prostředí. Při srovnání sjezdovky a lesního biotopu se jako signifikantní projeví výsledky pouze pro světlo a vlhkost, ostatní výsledky jsou neprůkazné. Vyšší vypovídající hodnotu získaných výsledků by mohlo podpořit srovnání opuštěné sjezdové trati s jinou podobně koncipovanou aktivní sjezdovkou. V oblasti Červenohorského sedla se však taková sjezdová trať nenachází.

Tato sjezdová trať byla po několik desetiletí využívána lyžaři, postupně se pomalým zarůstáním bude blížit ke konečnému stavu sukcese, tedy lesu, který sjezdovou trať obklopuje. Z výsledků je patrné, že sjezdová trať hostí větší množství druhů, druhů opylovaných hmyzem i druhů, které jsou světlomilnější a přizpůsobené růstu na nezalesněné ploše. Je pravděpodobné, že pokud sjezdová trať dospěje do klimaxu, ztratí tyto druhy, které lesní biotop neobývají. Je tedy otázkou, zda je ponechání samovolné sukcese na tomto místě vhodné, a zda tím nedochází ke ztrátě druhové rozmanitosti. V tomto případě by bylo na místě uvažovat o vhodném typu managementu (pravidelné sečení, pastva). Udržování sukcese ve stádiu, kdy poskytuje rozmanitější prostředí, například pro druhy horského hmyzu.

Konkrétní změny a vývoj vegetace v čase by objasnilo další sledování vývoje vegetace v horizontu několika let. Tato práce je prozatím jedinou, která se zabývá stavem sukcese na zrušené sjezdové trati v Jeseníkách. Je to jedinečná příležitost sledovat sukcesi a její vývoj na takto využívané ploše. Zjištěné výsledky je nutné chápat jako pilotní sledování sukcesních procesů, pro jejich lepší pochopení bude nutné v pravidelných intervalech opakovat monitoring vegetace.

## 8. Literatura

- Argenti, G., & Ferrari, L. (2009). *Plant cover evolution and naturalisation of revegetated ski runs in an Apennine ski resort (Italy)*. 178–182.
- Banaš, M. (2010). Lyžařské sjezdové tratě a horské příroda. *Beskydy - Zpravodaj Chráněné Krajinové Oblasti*, 1–16.
- Banaš, M., Treml, V., Lekeš, V., & Kuras, T. (2001). Několik poznámek k determinaci alpské hranice lesa. *Sborník Příspěvků Výroční Konference ČGS-“Česká Geografie v Období Rozvoje Informačních Technologií,”* 109–128.
- Banaš, M., Zeidler, M., Duchoslav, M., & Hošek, J. (2010). Growth of Alpine Lady-Fern (*Athyrium distentifolium*) and Plant Species Growth of Alpine lady-fern (*Athyrium distentifolium*) and plant species composition on a ski piste in the Hrubý Jeseník Mts., Czech Republic. *Ann. Bot. Fennici* 47, August, 280–292.
- Barni, E., Freppaz, M., & Siniscalco, C. (2007). Interactions between vegetation, roots, and soil stability in restored high-altitude ski runs in the alps. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 39(1), 25–33.
- Baron, J., Theobald, D. M., & Fagre, D. B. (2000). Management of land use conflicts in the United States Rocky Mountains. *Mountain Research and Development*, 20(1), 24–27.
- Bedna, J. (2014). *Sekundární sukcese smrku ztepilého (Picea abies/L./Karst.) v oblasti Medv ě di hory (I. zóna NP Šumava Modravské slatě) I.*
- Buček, A. (2007). Primární sukcese a typ geobiocénu. In *Geobiologické spisy* (Issue sv. 11).
- Bureš, L., Adamec, M., Hradecký, J., Kočvara, R., Halda, J. P., Kuras, T., & Zmrhalová, M. (2009). práva o vlivech sjezdového lyžování a pěší turistiky na prostor Petrových kamenů – vrchol a sv. svahy. *Analýza Antropických Vlivů v Nejcennějších Částech CHKO Jeseníky. Sborník AOPK ČR*, 102–152.
- Burt, J. W. (2012). Developing Restoration Planting Mixes for Active Ski Slopes: A Multi-Site Reference Community Approach. *Environmental Management*, 49, 636–648.
- Burt, J. W., & Clary, J. J. (2016). Initial disturbance intensity affects recovery rates and successional divergence on abandoned ski slopes. *Journal of Applied Ecology*, 53(2), 607–615.
- Burt, J. W., & Rice, K. J. (2009). Not all ski slope are created equal: Disturbance intensity affects ecosystem properties. *Ecological Applications*.
- Casagrande, S., Zerbe, S., Cavieres, L. A., & Wellstein, C. (2019). Impact of ski piste management on mountain grassland ecosystems in the Southern Alps. *Science of the Total Environment*, 665, 959–96
- Cháb, J., Fišera, M., Fediuková, E., Novotný, P., Opletal, M., & Skácelová, D. (1984). Problémy tektonického a metamorfního vývoje východní části Hrubého Jeseníku, severní Morava, Československo. *Sborník Geologických Věd*, 27–72.



- Chlapek, J., Hušek, J., Jaskula, F., & Lehký, J. (2009). Lyžování ve světle ochrany přírody. *Ochrana Přírody*, 22–24.
- Chlapek, J., Kočí, K., Kočí, M., Šaj, P., Dvořák, D., Slezíák, V., Havira, M., & Duhonský, D. (2018). *Jesenické horské smrčiny*.
- Chytrý, M. (2007). *Vegetace České republiky: 1. Travná a keříčková vegetace*.
- Chytrý, M., Kučera, T., Kočí, M., Grulich, V., & Lustyk, P. (2010). *Katalog biotopů České republiky* (2., upr. a). AOPK ČR.
- Chytrý, M., Tichý, L., Dřevojan, P., Sádlo, J., & Zelený, D. (2018). Ellenberg-type indicator values for the Czech flora. *Preslica*, 90, 83–103.
- Dovčiak, M., Hrivnák, R., Ujházy, K., & Gömöry, D. (2014). Patterns of grassland invasions by trees: Insights from demographic and genetic spatial analyses. *Journal of Plant Ecology*, 8(5), 468–479.
- Elsasses, H., & Messerli, P. (2021). *The Vulnerability of the Snow Industry in the Swiss Alps*. 21(May), 335–339.
- Flousek, J. (2016a). Impact of skiing on mountain nature : review of the present knowledge and situation in the Krkonoše/Giant Mts (Czech Republic). *Opera Corcontica*, 53, 15–60.
- Flousek, J. (2016b). Vliv lyžování na horskou přírodu: shrnutí současných poznatků a stav v Krkonoších. *Opera Corcontica*, 53, 15–60.
- Flousek, J., & Harčarik, J. (2009). Sjezdové lyžování a ochrana přírody. *Ochrana Přírody*, 8–10.
- Freppaz, M., Filippa, G., Corti, G., & Cocco, S. (2013). *Soil Properties on Ski Runs*. January.
- Gába, Z., & Možný, P. (2017). *Horské chaty v Jeseníkách na starých pohlednicích a fotografiích* (1. vydání). Veduta.
- Grime, J. P. (1980). Plant Strategies and Vegetation. *Journal of Ecology*, 68(2), 704–706.
- Hennekens, S. M., & Schaminée, J. H. (2001). *TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data*. (pp. 589–591). – Journal of Vegetation Science 12.
- Hintze, J. (2013). *NCSS 9*. NCSS; LLC. Kaysville; Utah. [www.ncss.com](http://www.ncss.com)
- Hobbs, J., Jentsch, A., & Temperton, V. M. (2006). Restoration as a Process of Assembly and Succession Mediated by Disturbance. *Linking Restoration and Ecological Succession*, January.
- Hudek, C., Barni, E., Stanchi, S., D'Amico, M., Pintaldi, E., & Freppaz, M. (2020). Mid and long-term ecological impacts of ski run construction on alpine ecosystems. *Scientific Reports*, 10(1), 1–10.
- Kahmen, S. & Poschlod, P. (2004). Plant Functional Trait Responses to Grassland

- Succession over 25 Years. *Journal of Vegetation Science*, 15(1), 21–32.
- Kammer, P. M. (2002). *Nature Conservation Floristic changes in subalpine grasslands after 22 years of artificial snowing. December.*
- Kangas, K., Tolvanen, A., Kälkäjä, T., & Siikamäki, P. (2009). Ecological impacts of revegetation and management practices of ski slopes in northern Finland. *Environmental Management*, 44(3), 408–419.
- Kaplan, Z. (2019). *Klíč ke květeně České republiky*. Academia.
- Keller, T., Pielmeier, C., Rixen, C., Gadiant, F., Gustafsson, D., & Sta, M. (2004). *Impact of artificial snow and ski-slope grooming on snowpack properties and soil thermal regime in a sub-alpine ski area.*
- Klimešová, J., & Klimeš, L. (1997). Klonální rostliny: fylogeneze, ekologie, morfologie. *Biologické Listy*, 62(4), 241–262.
- Kočí K., & Kočí, M. (2019). *Jesenické horské smrčiny* (1. vydání). Agentura ochrany přírody a krajiny ČR.
- Koyama, Y., & Koyama, K. (2002). Vegetation change for 20 year period ski slopes in northern Nagano Prefecture, central Japan. *Shinsu University*, 39, 1–6.
- Křenová, Z. (2008). Horské smrčiny. *Ochrana Přírody*, 63(6), 40.
- Kubát, K., Bělohávková, R., & Hrouda, L. (2002). *Klíč ke květeně*. Academia.
- Kubota, H., & Shimano, A. K. (2014). *Effects of ski resort management on vegetation. January 2010.*
- Kulhánek, O. (1989). *Zlatá kniha lyžování: z dějin československého a světového lyžování* (1. vydání). Olympia.
- La Sorte, F. A., McKinney, M. L., & Pyšek, P. (2007). Compositional similarity among urban floras within and across continents: Biogeographical consequences of human-mediated biotic interchange. *Global Change Biology*, 13(4), 913–921.
- Maarel, E. von der. (1979). Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio*, 39, 37–114.
- Marini, L., Prosser, F., Klimek, S., & Marrs, R. H. (2008). Water-energy, land-cover and heterogeneity drivers of the distribution of plant species richness in a mountain region of the European Alps. *Journal of Biogeography*, 35(10), 1826–1839.
- Marty, C. (2013). *Climate change and snow cover in the European Alps. January.*
- Mosimann, T. (1985). Geo-ecological impacts of ski piste construction in the Swiss Alps. *Applied Geography*, 29–37.
- Muller, S., Dutoit, T., Alard, D., & Gréville, F. (1998). Restoration and rehabilitation of species-rich grassland ecosystems in France: a review. *Restoration Ecology*, 6(1), 94–101.

- Musciano, M. Di, Carranza, M. L., Frate, L., Cecco, V. Di, Martino, L. Di, Frattaroli, A. R., & Stanisci, A. (2018). Distribution of plant species and dispersal traits along environmental gradients in central Mediterranean summits. *Diversity*, *10*(3), 1–17.
- Neuhäuslová, Z. (2001). *Mapa potenciální přirozené vegetace* (1. vydání). Academia.
- Öster, M., Ask, K., Römermann, C., & Tackenberg, O. (2009). Plant colonization of ex-arable fields from adjacent species-rich grasslands: The importance of dispersal vs. recruitment ability. *Agriculture Ecosystems & Environment*, *130*(3–4), 93–99.
- Prach, K., Lepš, J., & Michálek, J. (1996). Establishment of *Picea abies* seedlings in a central European mountain grassland: an experimental study. *Journal of Vegetation Science*, *7*(5), 681–684.
- Prach, K., & Walker, L. R. (2019). Differences between primary and secondary plant succession among biomes of the world. *Journal of Ecology*, *107*(2), 510–516.
- Pyšek, K., & Prach, K. (2003). Expanzivní druhy domácí flóry a apofyzace krajiny. *Zpr. České Bot. Společnosti*, *38*, 27–36.
- Pyšek, P., Kubát, K., & Prach, K. (2003). *Expanzní druhy domácí flory a apofytizace krajiny*.
- Raunkiaer, C. C. (1934). *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*. Oxford University Press.
- Rixen, C., Haeberli, W., Stoeckli, V., Rixen, C., & Stoeckli, V. (2018). *Ground Temperatures under Ski Pistes with Artificial and Natural Snow*. 0430.
- Rixen, C., Stoeckli, V., & Ammann, W. (2003). *Does artificial snow production affect soil and vegetation of ski pistes? A review*. *5*, 219–230.
- Roux-fouillet, P., Wipf, S., & Rixen, C. (2011). *Long-term impacts of ski piste management on alpine vegetation and soils*. 906–915.
- Rozman, A., Diaci, J., & Batič, F. (2013). Functional analysis of vegetation on alpine treeline ecotone in the Julian and Kamnik-Savinja Alps in Slovenia. *European Journal of Forest Research*, *132*(4), 579–591.
- Šafař, J. (2003). *Chráněná území ČR VI., Olomoucko* (1. vydání). Agentura ochrany přírody a krajiny ČR.
- Schaffers, A. P., & Sýkora, K. V. (2000). Reliability of Ellenberg indicator values for moisture, nitrogen and soil reaction: a comparison with field measurements. *Journal of Vegetation Science*, *11*(2), 225–244.
- Sekulová, L., & Hájek, M. (2009). Diversity of subalpine and alpine vegetation of the eastern part of the Nízke Tatry Mts in Slovakia: Major types and environmental gradients. *Biologia*, *64*(5), 908–918.
- Skalický, V. (1988). Regionálně fytoecologické členění. In *Květena České*

- socialistické republiky* (pp. 103–121). Academia.
- Soukupová, L., Kociánová, M., Jeník, J., & Sekyra, J. (1995). Arctic-alpine tundra in the Krkonoše, the Sudetes. In *Opera Corcontica* (Vol. 32, pp. 5–88).
- Stehlík, Z. (1991). *Jeseníky, turistický průvodce* (1. vydání). Olympia.
- Štursa, J. (2002). *Impacts of Tourism Load on the Mountain Environment (A Case Study of the Krkonoše Mountains National Park - the Czech Republic)*. 364–370.
- Štursa, J. (2007). Ekologické aspekty sjezdového lyžování v Krkonoších Ecological aspects of downhill skiing in the Giant Mountains. *Opera*, 603–616.
- Tichý, L. (2002). *JUICE, software for vegetation classification* (pp. 451–453.). – *Journal of Vegetation Science* 13.
- Timoshok, E. E. (2015). *The Ecology of Bilberry (Vaccinium myrtillus L.) and Cowberry (Vaccinium vitis-idaea L.) in Western Siberia. January 2000*.
- Titus, J. H., & Landau, F. (2003). *Ski Slope Vegetation Of Lee Canyon , Nevada , USA*. 48(4), 491–504.
- Treml, V., Dobíhal, M., Kupková, L., Lysák, J., & Potůčková, M. (2020). Horní hranice lesa v Krkonoších - jaké faktory podmiňují její změny v čase? *Opera Concontica*, 57, 5–18.
- Venn, S., Pickering, C., & Green, K. (2014). Spatial and temporal functional changes in alpine summit vegetation are driven by increases in shrubs and graminoids. *AoB PLANTS*, 6, 1–15.
- Veselý, P., Bureš, P., Šmarda, P., & Pavlíček, T. (2012). Genome size and DNA base composition of geophytes: The mirror of phenology and ecology? *Annals of Botany*, 109(1), 65–75.
- Walker, D. A., Billings, W. D., & Molenaar, J. G. De. (2001). Snow-vegetation interactions in tundra environments. *Snow Ecology*, 266–324.
- Walker, L. R., & Moral, R. Del. (2003). Primary Succession and Ecosystem Rehabilitation. *Cambridge University Press*, 107(2), 442.
- Westoby, M., Walker, B., & Noy-Meir, I. (1989). Opportunistic management for rangelands not at equilibrium. *Journal of Range Management*, 42(4), 266–274.
- Wipf, S., Rixen, C., Fischer, M., Schmid, B., & Stoeckli, V. (2005). *Effects of ski piste preparation on alpine vegetation*. 306–316.
- Wipf, S., Rixen, C., & Mulder, C. P. H. (2006). Advanced snowmelt causes shift towards positive neighbour interactions in a subarctic tundra community. *Global Change Biology*, 12(8), 1496–1506.
- Wright, J. P., & Fridley, J. D. (2010). Biogeographic synthesis of secondary succession rates in eastern North America. *Journal of Biogeography*, 37(8), 1584–1596.
- Zeidler, M., & Banaš, M. (2013). *Vybrané kapitoly ekologie horských ekosystémů*.

Zeidler, M., & Banaš, M. (2014). Důsledky sjezdového lyžování nejen pro dekompozici. *Ochrana Přírody*, 26–28.

Zeidler, M., & Banaš, M. (2016). Odezva keříčkových porostů s borůvkou na existenci sjezdové tratě. *Ochrana Přírody*, 34–37.

Zeidler, M., Banaš, M., Hédl, R., & Houška, J. (2013). Stopy sjezdového lyžování v půdě. *Živa*, 42.

### Internetové zdroje:

266/1994 Sb. Zákon o dráhách *Zákony pro lidi-Sbirka zákonů ČR v aktuálním konsolidovaném znění* [online]. AION CS, s.r.o. 2010 [cit. 27.07.2021] Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1994-226>.

Pladias: Databáze české flóry a vegetace. *Pladias: Databáze české flóry a vegetace* [online]. 2014 [cit. 27.07.2021] Dostupné z: <https://pladias.cz/plantkey/>.

Biolflor: Databáze biologických a ekologických vlastností flóry Německa. *Biolflor: Datenbank biologisch-ökologischer Merkmale der Flora von Deutschland* [online]. [cit. 27.07.2021] Dostupné z: <https://www.ufz.de/biolflor/index.jsp>.

Geomorfologie, *Správa CHKO Jeseníky* [online]. 2021 [cit. 27.07.2021] Dostupné z: <https://jeseniky.ochranaprirody.cz/charakteristika-CHKO/geomorfologie/>.

Klimatické poměry. *Správa CHKO Jeseníky* [online]. 2021 [cit. 27.07.2021] Dostupné z: <https://jeseniky.ochranaprirody.cz/charakteristika-CHKO/klimaticke-pomery/>.

Národní geoportál INSPIRE [online]. 2021 [cit. 27.07.2021] Dostupné z: <https://geoportal.gov.cz/web/guest/map>.

Zeměměřičský úřad, Geoprohlížeč [online]. 2021 [cit. 22.10.2021] Dostupné z: <https://ags.cuzk.cz/archiv/openmap.html?typ=lms&idrastru=WMSA08.1953.BRUN81.12722>.

Calamagrostio villosae-Fagetum sylvaticae. *Pladias: Databáze české flóry a vegetace*. *Pladias: Databáze české flóry a vegetace* [online]. 2014 [cit. 27.07.2021] Dostupné z: <https://pladias.cz/vegetation/description/Calamagrostio%20villosae-Fagetum%20sylvaticae>.

Historie, Czechski. *Svaz lyžařů ČR-Oficiální stránky Českého svazu lyžařů* [online]. Svaz lyžařů české republiky 2007 [cit. 27.07.2021] Dostupné z: <https://www.nasejeseniky.com/>.

Naše Jeseníky. *nasejeseniky.cz* [online]. 2013 [cit. 27.07.2021] Dostupné z: <https://www.nasejeseniky.com/>.

Historie-Jeseníky křížem krážem. *Červená hora-Jeseníky křížem krážem* [online]. 2014 [cit. 27.07.2021] Dostupné z: <https://jeseniky.jex.cz/menu/cervenohorske-sedlo-2/historie>.

O Červenohorském sedle-Skiareál Červenohorské sedlo. *Redirecting to* <https://cervenohorskesedlo.eu/cs> [online]. 2021 [cit. 27.07.2021] Dostupné z:

<https://cervenhorskesedlo.eu/cs/o-cervenhorskem-sedle>.

iKatastr. *iKatastr: mapa a informace z KN* [online]. 2021 [cit. 27.07.2021] Dostupné z: <https://www.ikatastr.cz/#kde=50.12414,17.15606,16&info=49.62847,16.34758&mapa=letecka&vrstvy=parcelybudovy>.

Česká geologická služba: *půdní mapa* [online]. 2022 [cit. 29.04.2022] Dostupné z: <https://mapy.geology.cz/pudy/>.

## 9. Příloha

	Les				Sjezdovka			
<b>Ellenbergovy hodnoty</b>	<b>průměr</b>	<b>min</b>	<b>max</b>	<b>S.E.</b>	<b>průměr</b>	<b>min</b>	<b>max</b>	<b>S.E.</b>
Shannon index	1.07	0.90	1.24	0.17	1.27	0.82	1.53	0.23
Světlo	4.24	3.80	4.67	0.62	5.63	5.30	5.83	0.29
Teplota	4.00	4.00	4.00	0.00	3.81	3.67	4.00	0.17
Vlhkost	5.75	5.50	6.00	0.35	6.53	6.17	6.75	0.31
pH	2.67	2.33	3.00	0.47	2.87	2.80	3.00	0.12
Živiny	3.14	2.67	3.60	0.66	3.70	3.00	4.67	0.87

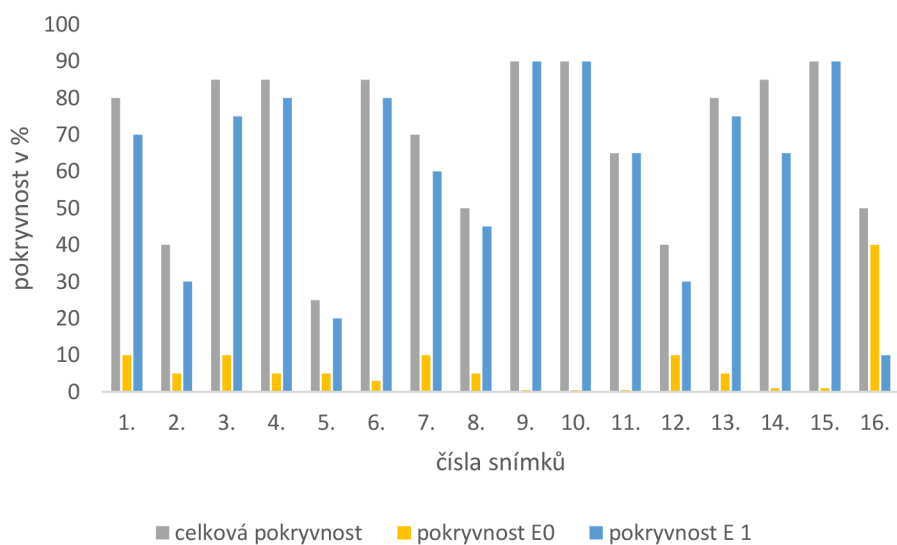
Příloha 1. Deskriptivní statistika, přehled hodnot pro transekt v 900 m n.

	Les				Sjezdovka			
<b>Ellenbergovy hodnoty</b>	<b>průměr</b>	<b>min</b>	<b>max</b>	<b>S.E.</b>	<b>průměr</b>	<b>min</b>	<b>max</b>	<b>S.E.</b>
Shannon index	0.85	0.66	1.03	0.19	1.60	1.1	1.87	0.14
Světlo	4.83	4.83	4.83	0.00	5.29	4.83	5.71	0.35
Teplota	3.75	3.00	4.50	1.06	4.13	4.00	4.25	0.13
Vlhkost	6.00	6.00	6.00	0.00	5.31	5.00	5.50	0.20
pH	2.70	2.40	3.00	0.42	2.72	2.58	2.89	0.14
Živiny	3.54	3.33	3.75	0.30	3.76	3.14	4.11	0.40

Příloha 2. Deskriptivní statistika, přehled hodnot pro transekt v 1010 m n. m.

	Les				Sjezdovka			
<b>Ellenbergovy hodnoty</b>	<b>průměr</b>	<b>min</b>	<b>max</b>	<b>S.E.</b>	<b>průměr</b>	<b>min</b>	<b>max</b>	<b>S.E.</b>
Shannon index	2.16	1.57	2.75	0.83	2.78	2.52	3.05	0.37
Světlo	4.81	4.75	4.86	0.08	5.77	5.77	5.77	0.00
Teplota	4.34	4.00	4.67	0.47	4.63	4.55	4.70	0.11
Vlhkost	5.50	5.38	5.61	0.16	5.48	5.38	5.57	0.13
pH	4.49	3.29	5.69	1.69	4.87	4.59	5.15	0.39
Živiny	5.28	4.91	5.65	0.52	4.61	4.33	4.88	0.39

Příloha 3. Deskriptivní statistika, přehled hodnot pro transekt v 1100 m n. m.



Příloha 4. Pokryvnost u obou biotopů.





<i>Erigeron acris</i>	+														
<i>Prunella vulgaris</i>	+	+	+												
<i>Phleum pratense</i>	r	r													
<i>Luzula campestris</i>	+														
<i>Festuca rubra</i>	+				r	1	1	+							
<i>Lathyrus pratensis</i>	+	1		+			1	r			+	2a	2m		
<i>Carex sylvatica</i>	r		r												
<i>Poa pratensis</i>	r														
<i>Gnaphalium sylvaticum</i>		r													
<i>Luzula sylvatica</i>	3	r	2b	2b	1	+	+	3		+	+	2b	+		
<i>Plantago media</i>		r													
<i>Epilobium montanum</i>		r	r												
<i>Juncus conglomeratus</i>		1													
<i>Carex pallescens</i>		+													
<i>Luzula luzuloides</i>		r													
<i>Avenella flexuosa</i>	r	1	1	+	2m	2a	2m	4	2b	2m		3	1	+	
<i>Festuca pratensis</i>		1													
<i>Deschampsia cespitosa</i>		+	2m							+		2a			
<i>Vaccinium myrtillus</i>	+	+	+	2b	3	2b	2a	2a	3	4	2b	2b	3	4	2b
<i>Thelypteris limbosperma</i>					+							+			
<i>Phegopteris connectilis</i>					r				r				r		
<i>Maianthemum bifolium</i>	+			+	+	+		+	+		+			r	

<i>Oxalis acetosella</i>	2m	+	+			+	r		
<i>Senecio ovatus</i>	+	2a	+		r	r		r	
<i>Trientalis europaea</i>			r	r					
<i>Hieracium laevigatum</i>			r	+	+	r	r		
<i>Rubus idaeus</i>	+	+	r		r	r	r	r	+
<i>Agrostis capillaris</i>				+					
<i>Blechnum spicant</i>				r					
<i>Sorbus aucuparia</i>					r		r		
<i>Dryopteris sp.</i>		r				+	r	r/+	r
<i>Athyrium sp</i>	r	r/+				+			r
<i>Galeopsis sp.</i>								r	
<i>Dryopteris dilatata</i>	r		r					r	
<i>Betula pendula</i>									1
<i>Mycelis muralis</i>	r								
<i>Streptopus amplexifolius</i>	r								
<i>Rumex arifolius</i>		r/+							
<i>Equisetum arvense</i>		r							
<i>Dentaria bulbifera</i>		r							
<i>Stellaria nemorum</i>		r							
<i>Urtica dioica</i>		r							
<i>Scrophularia nodosa</i>		r							
<i>Stachys sylvatica</i>		r							

*Calamagrostis villosa*

2a



r



2m



2b



DRUHY	SVĚTLO	TEPLO	VLHKOST	REAKCE (pH)	ŽIVINY
<i>Picea abies</i>	5	4	6	4	4
<i>Fragaria vesca</i>	6	5	5	6	5
<i>Hypericum perforatum</i>	7	5	4	6	4
<i>Leontodon autumnalis</i>	7	5	5	6	6
<i>Equisetum sylvaticum</i>	4	4	7	4	4
<i>Lathyrus pratensis</i>	7	5	6	6	6
<i>Petasites albus</i>	4	4	7	6	6
<i>Populus tremula</i>	6	5	5	5	5
<i>Achillea millefolium</i>	7	5	5	6	5
<i>Salix aurita</i>	6	5	8	4	3
<i>Alchemilla vulgaris</i>	6	4	5	6	6
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	3	5	6	7	7
<i>Stellaria graminea</i>	6	5	5	5	5
<i>Trifolium pratense</i>	7	5	5	7	6
<i>Trifolium repens</i>	7	5	5	6	6
<i>Lysimachia nemorum</i>	2	4	7	5	6
<i>Veronica chamaedrys</i>	6	5	5	7	6
<i>Veronica officinalis</i>	5	5	4	4	4
<i>Erigeron acris</i>	8	5	4	7	3
<i>Prunella vulgaris</i>	7	5	5	6	5
<i>Phleum pratense</i>	7	5	5	6	7
<i>Luzula campestris</i>	7	5	4	3	3
<i>Festuca rubra</i>	7	5	5	5	5
<i>Calamagrostis villosa</i>	5	4	6	2	4

<i>Carex sylvatica</i>	3	5	6	6	6
<i>Poa pratensis</i>	6	5	5	6	6
<i>Gnaphalium sylvaticum</i>	7	4	5	4	5
<i>Luzula sylvatica</i>	4	4	5	3	4
<i>Plantago media</i>	7	6	4	7	4
<i>Epilobium montanum</i>	5	5	5	6	6
<i>Juncus conglomeratus</i>	7	5	8	4	4
<i>Carex pallescens</i>	7	5	6	4	4
<i>Luzula luzuloides</i>	5	5	5	3	4
<i>Avenella flexuosa</i>	6	5	5	2	3
<i>Festuca pratensis</i>	7	5	5	6	6
<i>Deschampsia cespitosa</i>	6	5	7	5	5
<i>Vaccinium myrtillus</i>	5	5	5	2	3
<i>Thelypteris limbosperma</i>	4	4	6	3	4
<i>Phegopteris connectilis</i>	2	4	6	3	5
<i>Maianthemum bifolium</i>	4	5	5	4	4
<i>Oxalis acetosella</i>	2	5	6	4	6
<i>Senecio ovatus</i>	5	5	5	5	6
<i>Trientalis europaea</i>	4	5	6	3	3
<i>Hieracium laevigatum</i>	5	5	5	4	3
<i>Rubus idaeus</i>	6	5	5	5	6
<i>Agrostis capillaris</i>	7	5	4	4	4
<i>Blechnum spicant</i>	3	3	6	2	3
<i>Sorbus aucuparia</i>	6	5	5	4	4
<i>Dryopteris dilatata</i>	4	4	6	4	6
<i>Betula pendula</i>	7	5	5	4	3

<i>Mycelis muralis</i>	4	5	5	6	6
<i>Streptopus amplexifolius</i>	4	3	6	5	6
<i>Rumex arifolius</i>	6	3	6	6	6
<i>Equisetum arvense</i>	6	5	6	5	5
<i>Dentaria bulbifera</i>	3	5	5	6	6
<i>Stellaria nemorum</i>	4	5	7	5	7
<i>Urtica dioica</i>	5	5	6	7	9
<i>Scrophularia nodosa</i>	4	5	6	6	7
<i>Stachys sylvatica</i>	4	5	7	7	7

---

Příloha 6. Tabulka druhů s konkrétními Ellenbergovými hodnotami.

DRUHY	ŽIVOTNÍ FORMA	RŮSTOVÁ FORMA	VYTRVALOST LISTŮ	TYP REPRODUKCE	PŘENOS PYLU	ŽIVOTNÍ STRATEGIE
<i>Senecio ovatus</i>	Hk	clonal herb	s	sv	in	C
<i>Oxalis acetosella</i>	Hk	clonal herb	i	sv	se	C/S/R
<i>Luzula sylvatica</i>	Hk	clonal herb	i	sv	wi	C
<i>Rubus idaeus</i>	NF	clonal herb	s	sv	se	C
<i>Mycelis muralis</i>	Hk	clonal herb	i	s	se	C/S/R
<i>Picea abies</i>	MF	tree	i	s	wi	C
<i>Maianthemum bifolium</i>	G	clonal herb	s	sv	se	S
<i>Dryopteris dilatata</i>	Hk	clonal herb	i	sv	wi	C/S
<i>Streptopus amplexifolius</i>	G	clonal herb	s	sv	wi	C
<i>Avenella flexuosa</i>	Hk	clonal herb	i	sv	wi	C/S
<i>Vaccinium myrtillus</i>	Ch	dwarf herb	s	vvs	se	C/S
<i>Deschampsia cespitosa</i>	Hk	clonal herb	i	s	wi	C
<i>Hypericum perforatum</i>	Hk	clonal herb	s	sv	se	C
<i>Ranunculus lanuginosus</i>	Hk	clonal herb	s	sv	se	C/S
<i>Prunella vulgaris</i>	Hk	clonal herb	i	sv	se	C/S/R
<i>Rumex arifolius</i>	Hk	clonal herb	s	s	wi	C
<i>Alchemilla vulgaris</i>	Hk	clonal herb	s	sv	-	C/S/R
<i>Lysimachia nemorum</i>	Hk	clonal herb	i	sv	se	C/S
<i>Equisetum arvense</i>	G	clonal herb	s	sv	wi	C/S

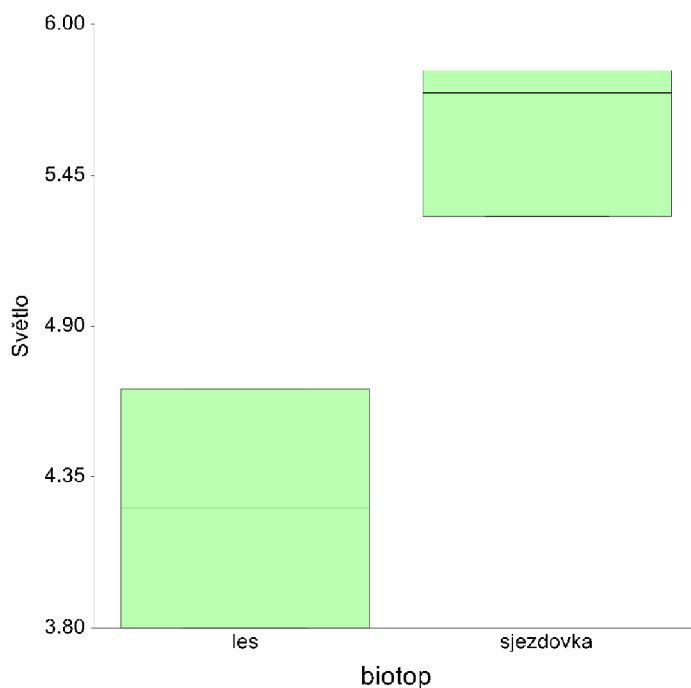


<i>Fragaria vesca</i>	Hk	clonal herb	i	sv	in	C/S/
<i>Veronica chamaedrys</i>	Hk, Ch	clonal herb	i	sv	pk	C/S/R
<i>Dentaria bulbifera</i>	G	clonal herb	s	vvs	in	C/S/R
<i>Stellaria nemorum</i>	Hk	clonal herb	i	sv	se	C/S/R
<i>Urtica dioica</i>	Hk	clonal herb	s	sv	wi	C
<i>Epilobium montanum</i>	Hk	clonal herb	s	sv	se	C/S
<i>Carex sylvatica</i>	HK	clonal herb	i	sv	wi	C/S/R
<i>Scrophularia nodosa</i>	Hk	clonal herb	s	sv	in	C/S
<i>Stachys sylvatica</i>	G	clonal herb	s	sv	se	C/S
<i>Trientalis europaea</i>	G	clonal herb	s	vvs	se	S
<i>Calamagrostis villosa</i>	Hk	clonal herb	s	sv	wi	C
<i>Sorbus aucuparia</i>	NF	tree (shrub)	s	s	in	C
<i>Leontodon autumnalis</i>	Hk	clonal herb	i	sv	in	C/S/R
<i>Equisetum sylvaticum</i>	G	clonal herb	s	sv	wi	C/S
<i>Lathyrus pratensis</i>	Hk	clonal herb	s	ssv	in	C
<i>Petasites albus</i>	Hk, G	clonal herb	s	sv	in	C/S
<i>Populus tremula</i>	MF	tree	s	sv	wi	C
<i>Achillea millefolium</i>	Hk	clonal herb	i	sv	in	C
<i>Salix aurita</i>	NF	shrub	s	s	in	C
<i>Stellaria graminea</i>	Hk	clonal herb	-	sv	se	C/S
<i>Trifolium pratense</i>	Hk	polycarpic perennial	i	s	in	C

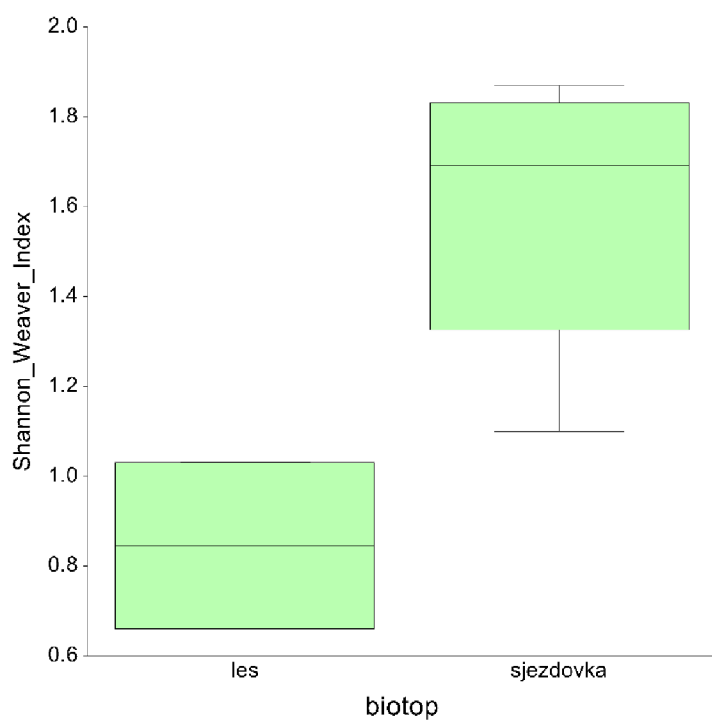
		non-clonal herb				
<i>Trifolium repens</i>	Hk, Ch	clonal herb	i	sv	in	C/S/R
<i>Veronica officinalis</i>	Ch	clonal herb	i	sv	se	C
<i>Erigeron acris</i>	Hk	monocarpic perennial non-clonal herb	w	s	se	R
<i>Phleum pratense</i>	Hk	clonal herb	i	ssv	wi	C
<i>Luzula campestris</i>	Hk	clonal herb	s	sv	wi	C/S/R
<i>Festuca rubra</i>	Hk	clonal herb	i	sv	wi	C
<i>Poa pratensis</i>	Hk	clonal herb	i	sv	wi	C
<i>Gnaphalium sylvaticum</i>	Hk	polycarpic perennial non-clonal herb	i	sv	se	C/S/R
<i>Plantago media</i>	Hk	polycarpic perennial non-clonal herb	s	sv	wi	C/S/R
<i>Juncus conglomeratus</i>	Hk, vz. H	clonal herb	i	sv	wi	C
<i>Carex pallescens</i>	Hk	clonal herb	s	sv	wi	C/S/R
<i>Luzula luzuloides</i>	Hk	clonal herb	i	sv	se	C/S
<i>Festuca pratensis</i>	Hk	clonal herb	i	s	wi	C

<i>Thelypteris limbosperma</i>	Hk	clonal herb	-	sv	-	C/S
<i>Phegopteris connectilis</i>	G	clonal herb	s	sv	wi	C/S
<i>Senecio ovatus</i>	Hk	clonal herb	s	sv	in	C
<i>Hieracium laevigatum</i>	Hk	clonal herb	s	sv	se	C/S
<i>Agrostis capillaris</i>	Hk	clonal herb	s	sv	wi	C/S/R
<i>Blechnum spicant</i>	Hk	clonal herb	i	s	wi	C/S
<i>Betula pendula</i>	NF	tree	s	s	wi	C

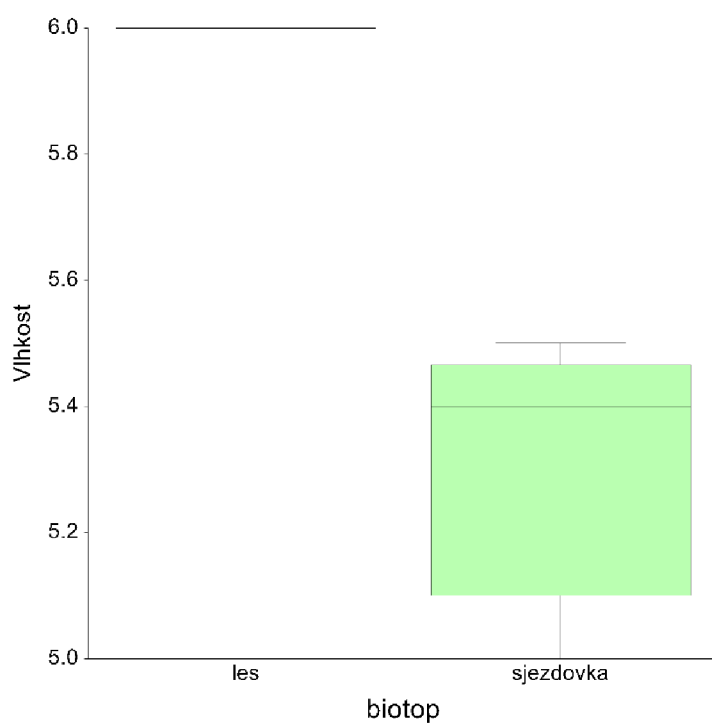
Příloha 7. Tabulka druhů s jednotlivými funkčními znaky.



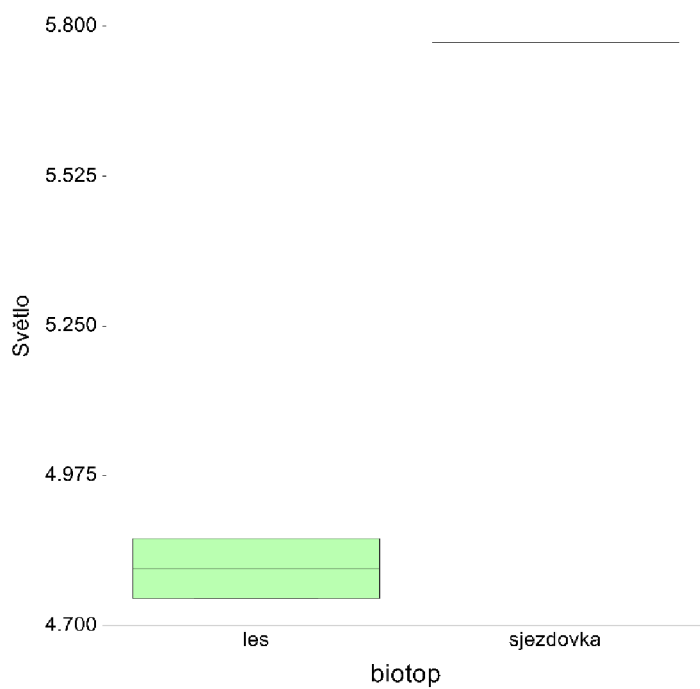
Příloha 8. Krabičkový diagram Elenbergových hodnot pro světlo v 900 m n. m.



Příloha 9. Krabičkový diagram pro Shannonův index diverzity v 1010 m n. m.



Příloha 10. Krabičkový diagram pro Ellenbergovy hodnoty vlhkosti v 1010 m n. m.



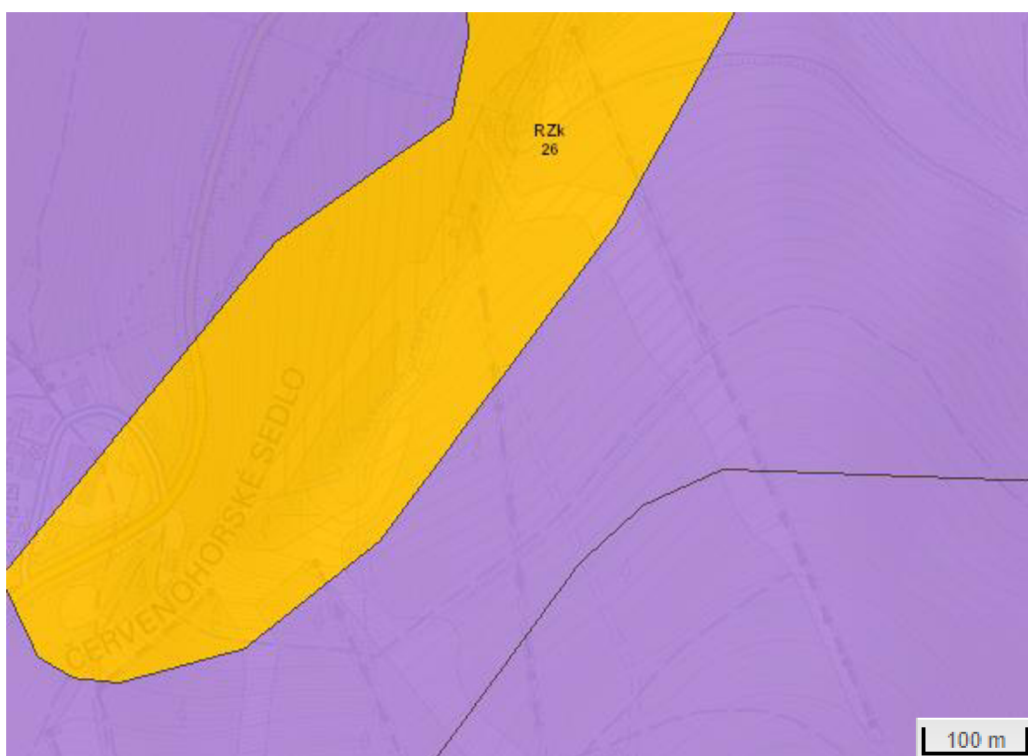
Příloha 11. Krabičkový diagram pro Ellenbergovy hodnoty pro světlo v 1100 m n. m.



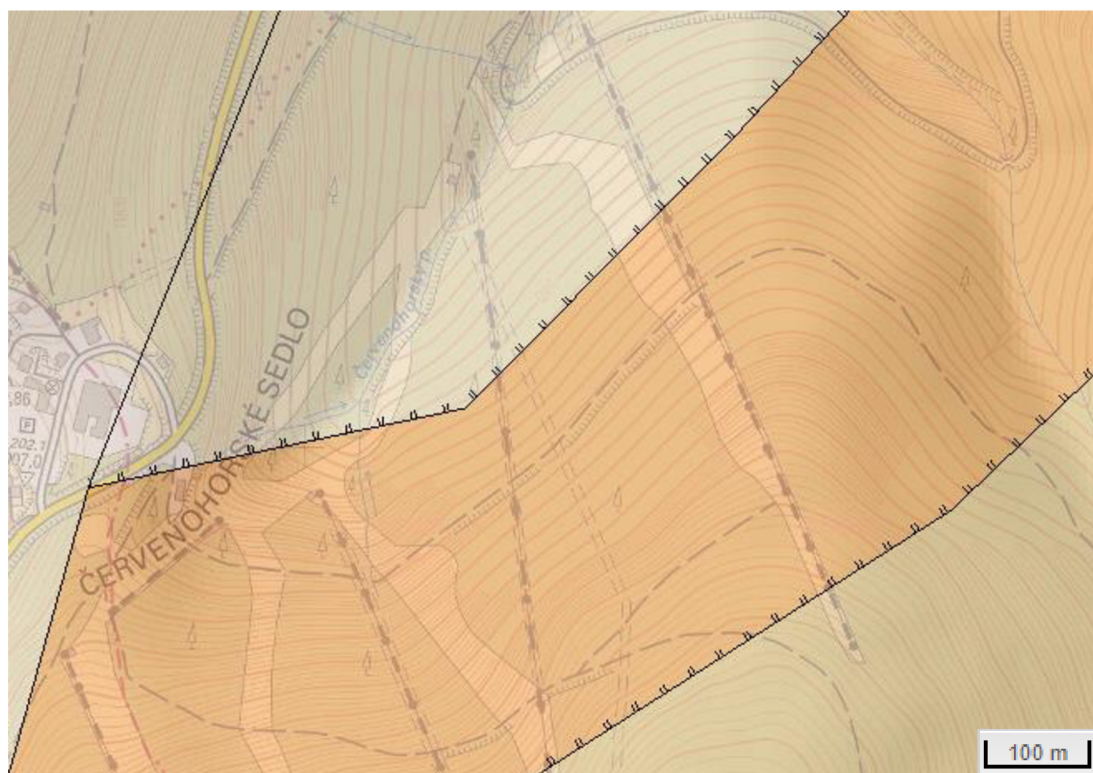
Příloha 12. Pohled na sjezdovou trať.



Příloha 13. Ukázka fytoocenologického snímku.



Příloha 14. Část mapy půd na území Červenohorského sedla, Půdní mapa ČR 1:250 000 - klasifikace dle TKSP a WRB (Geoportál INSPIRE).



Příloha 15. Část geologické mapy na území Červenohorského sedla, Geologická mapa České republiky 1:500 000 (Geoportál INSIRE).