

Univerzita Hradec Králové

Přírodovědecká fakulta

Katedra biologie

Dynamika vegetativního šíření *Huperzia selago* v subalpínských fytocenózách

Luční a Studniční hory v Krkonoších

Diplomová práce

Autor:	Bc. Sylva Hučková
Studijní program:	N1501 Biologie
Studijní obor:	Systematická biologie a ekologie
Vedoucí práce:	RNDr. Romana Prausová, Ph.D.
Odborný konzultant:	RNDr. Milena Kociánová

Univerzita Hradec Králové

Přírodovědecká fakulta

Zadání diplomové práce

- Autor:** Bc. Sylva Hučková
- Studijní program: N1501 Biologie
- Studijní obor: Systematická biologie a ekologie
- Název práce: Dynamika vegetativního šíření *Huperzia selago* v subalpínských fytoocenózách Luční a Studniční hory v Krkonoších
- Název práce v AJ: Dynamics of vegetative spreading of *Huperzia selago* in subalpine phytocoenosis of Luční and Studniční hora in the Krkonoše mountains
- Cíl a metody práce: Cílem této diplomové práce je zjistit, jak na vybraných lokalitách v Krkonoších probíhá vegetativní šíření druhu *Huperzia selago* v subalpínských fytoocenózách. Pro diplomovou práci byly využity metody: monitorování trvalých ploch, monitorování vegetativních rozmnožovacích částí (bulbil), fytoocenologické snímky s využitím Braun – Blanguetovy stupnice pokryvnosti, floristický soupis, kontinuální měření teplot, testování vegetativního rozmnožování druhu v laboratorních podmínkách za využití 4 druhů stratifikace pro přerušení dormance a dopěstování rostlin ve venkovních podmínkách.

Garantující pracoviště: Katedra biologie, Přírodovědecká fakulta

Vedoucí práce: RNDr. Romana Prausová, Ph.D.

Odborný konzultant: RNDr. Milena Kociánová

Oponent: RNDr. Alžběta Čejková, Ph.D.

Datum zadání závěrečné práce: 15.12.2015

Datum odevzdání závěrečné práce: 18.5.2017

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně a že jsem v seznamu použité literatury uvedla všechny prameny, ze kterých jsem vycházela.

V Hradci Králové dne:

Bc. Sylva Hučková

Poděkování:

Touto cestou bych chtěla poděkovat paní RNDr. Romaně Prausové, Ph.D. za odborné rady a trpělivé vedení při psaní mé diplomové práce.

Dále bych chtěla poděkovat paní RNDr. Mileně Kociánové za její podporu, odborné rady a za spoustu času, který mi věnovala, paní Ludmile Harčarikové za její pomoc při práci v genetické bance a laboratořích. Panu RNDr. Josefu Haldovi, Ph.D. za pomoc při určování lišejníku a výběru výzkumných ploch, panu Mgr. Pavlu Hájkovi, Ph.D. za pomoc při určování mechů a panu RNDr. Janu Košnarovi, Ph.D. za pomoc při zpracování statistických dat.

Poděkování patří i ostatním pracovníkům Správy Krkonošského národního parku, kteří mi se vším ochotně pomohli a vždy jsem se na mě mohla obrátit.

Dále bych ráda poděkovala své rodině a přátelům za morální podporu.

Anotace:

HUČKOVÁ, S. Dynamika vegetativního šíření *Huperzia selago* v subalpínských fytocenózách Luční a Studniční hory v Krkonoších. Hradec Králové, 2017. Diplomová práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové. Vedoucí diplomové práce RNDr. Romana Prausová, Ph.D., 118s.

Diplomová práce je zaměřena na studium vegetativního šíření vrance jedlového (*Huperzia selago*) v subalpínských fytocenózách na Luční a Studniční hoře v Krkonoších.

Tento ohrožený druh rostliny (podle vyhlášky č. 395/1992 Sb., Černého a červeného seznamu cévnatých rostlin ČR i Černého a červeného seznamu cévnatých rostlin Krkonoš) je v současné době studován též v rámci projektů ITEX (International tundra experiment) a GLORIA (Global Observation Research Initiative in Alpine Environments). Druh v klimatických podmínkách subalpínského a alpínského stupně vytváří vegetativní rozmnožovací částice, tzv. bulbily, které mu usnadňují šíření (Gola, 2008). Růst druhu je podporován též mykorhizou s endofytickými houbami (Budziszewska et Szypuła, 2010). Jak tvorba bulbil, tak i endomykorhiza závisí na klimatických poměrech stanoviště a na charakteru fytocenózy (Budziszewska et Szypuła, 2010).

Cílem této diplomové práce je zjistit, jak na vybraných lokalitách v Krkonoších probíhá vegetativní šíření tohoto druhu a zda se mezi *Huperzia selago* a ostatními druhy subalpínských fytocenóz, zejména s lišejníky a glaciálním reliktem *Carex bigelowii* uplatňuje konkurence. U trvalých monitorovacích plochách. Bylo monitorováno množství vegetativních rozmnožovacích částic (bulbil) na přítomných lodyhách jedince *Huperzia selago*, jejich disperze na povrchu půdy, množství bulbil přežívajících zimní období a jejich vývoj v následující vegetační sezóně. Souběžně proběhly ve spolupráci s pracovištěm záchrany genofondu Správy KRNAP ve Vrchlabí testy klíčení bulbil v různém teplotním režimu v laboratorních a venkovních podmínkách.

Klíčová slova: *Huperzia selago*, Luční hora, Studniční hora

Annotation:

HUČKOVÁ, S. Dynamics of vegetative spreading of *Huperzia selago* in subalpine phytocoenosis of Luční and Studniční hora in the Krkonoše mountains. Hradec Králové, 2017. Diploma Thesis at Faculty of Science University of Hradec Králové. Thesis Supervisor RNDr. Romana Prausová, Ph.D., 118p.

Thesis

The dynamics of vegetative spreading of *Huperzia selago* in subalpine phytocoenosis of Luční and Studniční hora in the Krkonoše mountains.

The thesis is focused on vegetative spreading of *Huperzia selago* in subalpine phytocoenosis on Luční and Studniční hora in the Krkonoše mountains. This endangered plant species is currently being studied also within projects ITEX (International tundra experiment) and GLORIA (Global Observation Research Initiative in Alpine Environments). In the climate conditions of subalpine and alpine level the species creates vegetative reproductive particles, so called bulbils, which facilitates spreading (Gola, 2008). The species growth is also supported by mycorrhiza with endophytic fungi (Budziszewska et Szypuła, 2010). Bulbils production as well as endomycorrhiza depend on the climatic conditions of the habitat and the character of phytocoenosis (Budziszewska et Szypuła, 2010).

The aim of this thesis is to determine how the vegetative spreading of this species occurs in chosen localities of the Krkonoše mountains, and whether there is a competitive pressure among *Huperzia selago* and other species of subalpine plant communities, mainly lichens and glacial relict of *Carex bigelowii*. Permanent monitoring plots were used for the study. There were monitored the amount of vegetative reproductive particles (bulbils) on particular *Huperzia selago* plants, their dispersion on the soil surface and the amount of bulbils surviving the winter period and their development in the subsequent vegetative season. Parallely in cooperation with germplasm rescue department of Krkonoše National park management in Vrchlabí bulbils germination tests in laboratory and outdoor conditions were done.

Keywords: *Huperzia selago*, Luční hora, Studniční hora

Obsah

Úvod

1 Krkonoše.....	10
1. 1 Geologie a geomorfologie	10
1. 2 Pedologie	12
1. 3 Klimatologie.....	15
1. 4 Hydrologie.....	19
1. 5 Topografické vymezení zájmové oblasti.....	21
1. 5. 1 Horopis Luční hora.....	21
1. 5. 2 Horopis Studniční hora.....	22
1. 6 Vegetace a flóra zájmového území	23
1. 6. 1 Studniční hora	25
1. 6. 2 Luční hora.....	25
1. 7 <i>Huperzia selago</i>	27
1.7.1 Nomenklatura	27
1.7.2 Rozšíření	27
1.7.3 Morfologie	30
1.7.4 Ekologie druhu	33
1.7.5 Vývojový cyklus <i>Huperzia selago</i>	34
1. 8 Projekt GLORIA	36
2 Metodika	44
2. 1 Studium vegetativního šíření <i>Huperzie selago</i> na severních svazích	
Studniční a Luční hory s využitím trvalých ploch.....	44
2. 2 Zachycení rostlinných společenstev s výskytem <i>Huperzia selago</i>	46
2. 3 Zachycení průběhu teplot po dobu průzkumu pomocí dataloggeru.....	47
2. 4 Studium vegetativního rozmnožování druhu v laboratorních podmínkách..	47
2. 5 Dopěstování rostlin ve venkovních podmínkách	50

3 Výsledky	51
3.1 Vegetativní šíření <i>Huperzie selago</i> na severních svazích Studniční a Luční hory s využitím trvalých ploch o rozměru 0,5 x 0,5metrů.	51
3. 1. 1 Luční hora	51
3. 1. 2 Studniční hora	66
3. 2 Rostlinná společenstva s vyskytem <i>Huperzia selago</i> na Luční s Studniční hoře	84
3. 2. 1 Floristický soupis trvalých monitorovacích ploch o rozměru 0,5 x 0,5 metrů	84
3. 2. 2 Fytocelonogické snímky ploch o rozměru 4 x 4 metry.....	88
3. 3 Průběh teplot po dobu průzkumu pomocí dataloggerů	91
3. 4 Vegetativní šíření <i>Huperzia selago</i> v laboratorních podmínkách	101
3. 5 Dopěstování vyklíčených bulbil ve venkovních podmínkách	111
4 Diskuze	116
Závěr	
Literatura	
Přílohy	

Úvod

Tato diplomová práce se zabývá vrancem jedlovým (*Huperzia selago*). Jde o studium zaměřené na vegetativní šíření v subalpínských fytoceνόzách na Luční hoře a Studniční hoře. V České republice je *Huperzia selago* zařazena podle Černého a červeného seznamu cévnatých rostlin do kategorie C3 ohrožené druhy (Grulich, 2012).

Huperzia selago se vyskytuje v horských oblastech, přechodně i na stanovištích v nízkých polohách. Je to vytrvalá, trsnatá bylina o výšce 5–30 cm. Od ostatních plavuní se odlišuje tzv. bulbilami, které slouží k vegetativnímu rozmnožování.

Trvale monitorovací plochy byly vytvořeny na severním svahu Studniční hory a Luční hory v subalpínském pásmu. Oblast se nachází v I. zóně národního parku. Severní svahy jsou vystavovány silnému větru. V zimním období zde dochází k ukládání sněhové pokrývky, která se sem dostává větrným proudem.

Při terénním pozorování byl kladem důraz na zápis vegetace, která se vyskytuje na trvalých monitorovacích plochách. U *Huperzia selago* se počítaly bulbily, jejich počet či změna počtu na jednotlivých plochách v průběhu monitorování. Dále byl sledován počet jedinců *Huperzia selago* na monitorovacích plochách, aby mohl být zachycen nárůst či úbytek rostlin v závislosti na vegetační skladbě.

Na Luční hoře a Studniční hoře byl umístěn vždy jeden datalogger značky TOMST, který měřil teplotu.

V laboratorních podmínkách proběhlo studium vegetativního rozmnožování se 400 bulbilami. Test proběhl na 16 Petriho miskách za použití 4 typů ošetření sloužících k přerušení dormance a aktivace klíčení bulbil. Následně proběhl test ve venkovních podmínkách.

Vegetativní šíření *Huperzia selago* v Krkonoších nebylo doposud publikováno. Věřím, že informace obsažené v diplomové práci budou přínosem pro poznání ekologie *Huperzia selago*.

1 Krkonoše

Krkonoše byly vyhlášeny národním parkem v roce 1963 na základě zákona č. 40/1956 Sb. Vládním nařízením č. 41/1963 Sb., o zřízení Krkonošského národního parku. Nařízením vlády ČSR č. 58/1986 Sb., bylo zřízeno ochranné pásmo.

Krkonošský národní park se nachází v severovýchodní části České republiky. Rozkládá se na území okresů Trutnov (65 %) a Semily (35 %), tzn. ve dvou krajích - Královehradeckém a Libereckém. Území o rozloze 548 km² ve tvaru kosodélníku o stranách 40 a 18 km je orientováno od SV k JV (Dvořák in Faltysová et al., 2002).

Nejvyšší horou Krkonoš je Sněžka (1602,3 m) nacházející se na česko-polské hranici na Slezském hřbetu. Následující nejvyšší vrcholy Luční hora (1 555,3 m) a Studniční hora (1 554,4 m) jsou součástí Českého hřbetu, který se rozléhá na českém území (Pilous, 2007).

České území Krkonoš včetně polských poloh alpínských a subalpínských lze rozdělit na dvě části - západní a východní. Hranice mezi těmito částmi vede: Krkonošské sedlo - Špindlerův Mlýn - řeka Labe (Šourek, 1969).

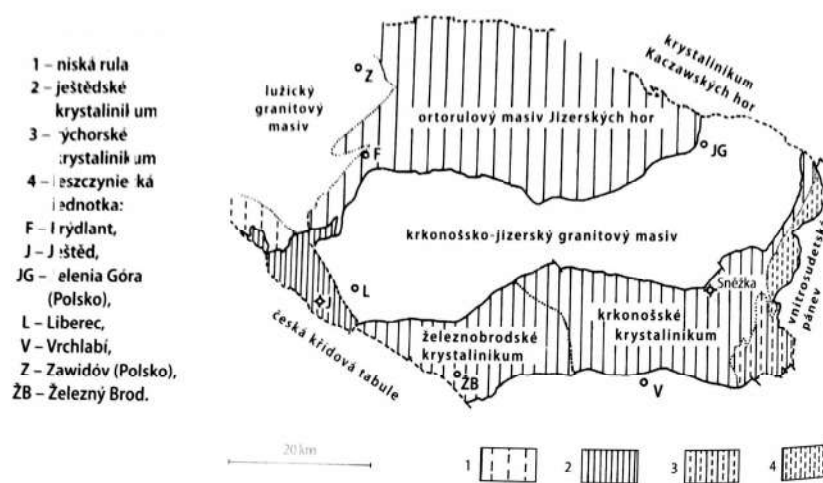
1. 1 Geologie a geomorfologie

Nejprotáhlejší geomorfologickou soustavou v České republice je Krkonoško-jesenická soustava. Skládá se ze čtyř podsoustav - Krkonošská, Orlická a Jesenická a Krkonoško-jesenické podhůří, a poslední zahrnuje malé území v Javornickém výběžku na přechodu ke Slezské nížině. Nejvyšším bodem soustavy je Sněžka. Území Krkonošské a Orlické podsoustavy jsou složena z hornin oblasti lugika, složitého komplexu proterozoických a paleozoických krystalických břidlic prostoupených plutony předhercynskými (lužický masiv) i hercynskými (krkonoško-jizerský masiv) (Bína, Demek, 2012).

Největší část Krkonoš náleží do krkonoško-jizerského krystalinika, na jihu zasahuje do podkrkonošské pánve a na východě zasahuje do pánve vnitrosudetské (Demek in Faltysová et al., 2002).

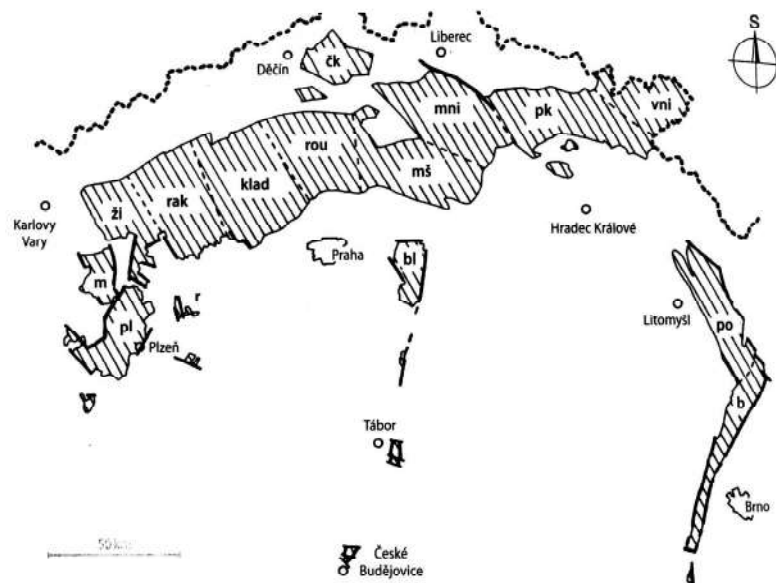
Krkonoško-jizerské krystalinikum (Obr. 1) se skládá z ještědské, krkonošské a železnobrodské části, tvořené metamorfovanými sedimenty a vulkanity, dále jizerskými a krkonošskými ortulami a krkonoško-jizerským plutonem. Ten má rozlohu asi 1 100 km² a je tvořen biotickým gradientem varinského stáří (Petránek, 2016).

Některé části (krkonošské a orlickohorské podhůří) tektonicky poklesly, například vnitrosudetská pánev, do níž následky poklesu proniklo svrchnokřídové moře. Do moravosilesika patří i žulovský pluton (hercynského stáří) který tvoří větší část podsoustavy Krkonoško-jesenického podhůří (Bína, Demek, 2012).



Obr. 1: Krkonoško-jizerské krystalinikum
(Petránek, 2016)

Rozšíření limnického permokarbonu v Českém masivu je znázorněno na Obr. 2. Podkrkonošská pánev se na západě dotýká pánve mnichovohradišské a na východě ji odděluje hronovsko-poříčský zlom od pánve vnitrosudetské. Podkrkonošská pánev je vyplněna terestrickým svrchním karbonem a permem. Karbonské sedimenty jsou různě jílovité až písčité horniny. Vnitrosudetská pánev leží hlavně na polské straně a na naše území zasahuje asi čtvrtinou v okolí Žacléře a v Broumovském výběžku. Vnitrosudetská pánev je vyplněna terestrickými uloženinami karbonu, permu a triasu o mocnosti přes 3 500 m. Permské usazeniny jsou většinou jílovité a písčité sedimenty, které vznikaly v pouštních podmínkách (Petránek, 2016).



m – manětínská, pl – plzeňská, r – radnická, ži – žihelská, rak – rakovnická, klad – kladenská, rou – roudnická, čk – českokamenická, mš – mšenská, mni – mnichovohradištská, pk – podkrkonošská, vni – vnitrosudetská, po – poorlická. Příkopy: bl – blanický, b – boskovický. Silnou čarou jsou vyznačeny zlomy.

Obr. č. 2: Rozšíření limnického permokarbonského v Českém masivu
(Petránek, 2016)

1.2 Pedologie

Krkonoše se vyznačují mnoha charakteristickými rysy z hlediska půd. Vývoj půd je značně ovlivněn chladným, velmi vlhkým a drsným klimatem, zejména ve vyšších polohách pohoří (Sýkora et al. 1983).

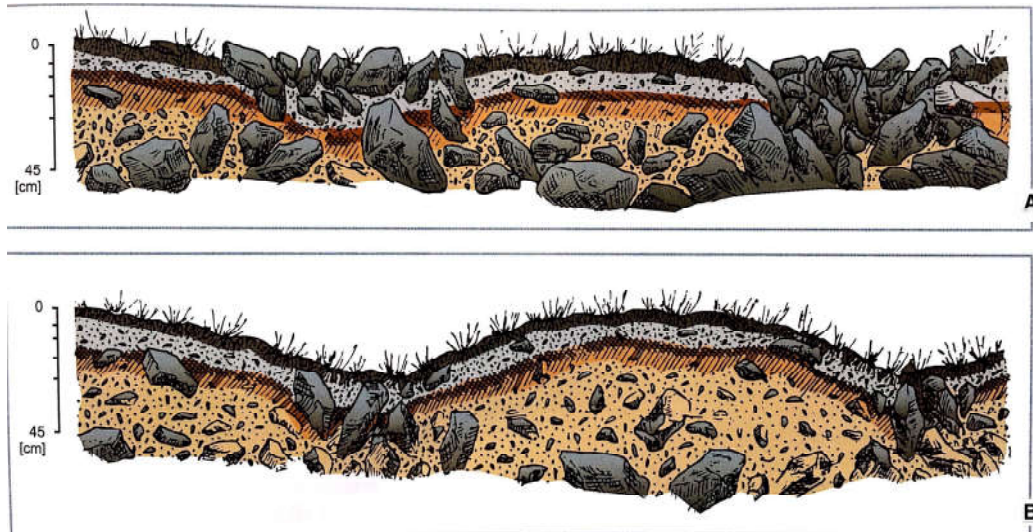
V nejvyšších polohách Krkonoš se vyskytují tzv. alpínské a arktické půdy, ty jsou pro území České republiky naprosto vyjíméčné. Dominantními půdami Krkonošského národního parku jsou podzoly (Petruš in Faltysová et al., 2002).

Arktické půdy mají roční průměrné teploty půdy menší než -7°C , subarktické půdy průměrné roční teploty v rozmezí $-7 - 2^{\circ}\text{C}$ (Šarapatka, 2014).

Alpínské půdní formy se vyskytují hlavně v našich nejvyšších pohořích, nad lesní hranicí: v Krkonoších, Hrubém Jeseníku, případně na Šumavě. Jde o půdy ovlivněné podzolizačním procesem. Nejnápadnější jsou však u nich geomorfologické fenomény, spojované s glaciálním a postglaciálním obdobím. Jsou to zejména girlandové a polygonální půdy. Nejnápadnějším znakem u girlandových půd je seřazení hrubého

štěrk a kamení do zvlěných řad, orientovaných obvykle po svahu. U polygonálních půd tvoří hrubý skelet nápadné šestiboké obrazce (Tomášek, 2007).

Na Obr. 3 jsou znázorněny mrazem tříděné půdy, které se vyskytují ve vrcholových partiích Krkonoš (A), také je zde znázorněn řez polygonálními půdami na východním svahu Luční hory (B).

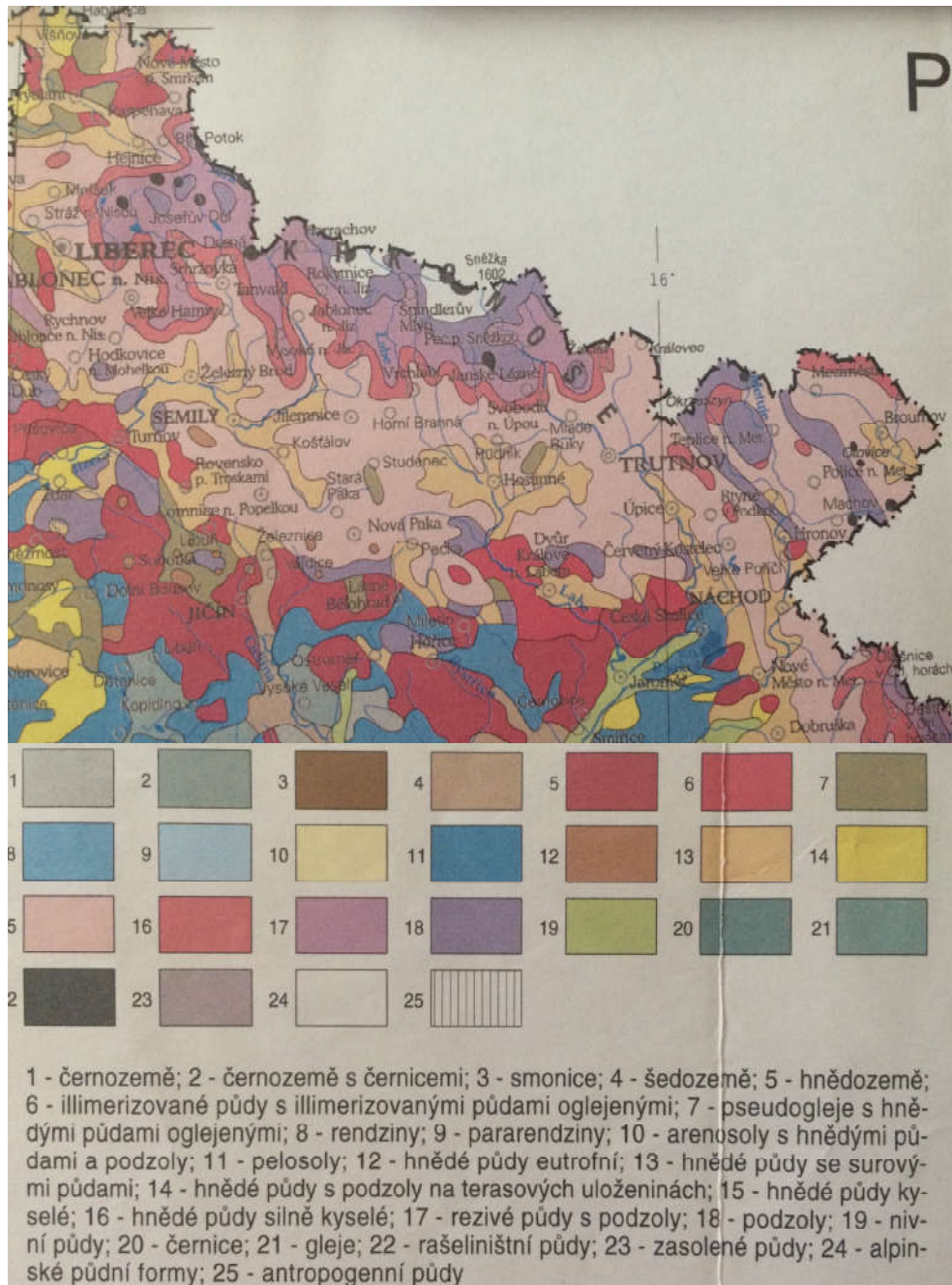


Obr. č. 3: Znázornění struktury půd

A) Mrazem tříděné (strukturní) půdy v severní části vrcholové plošiny Luční hory ve výšce 1250 m n.m. B) Řez polygonálními půdami na východním svahu Luční hory. (Petruš, 2002)

Krkonošské půdy jsou většinou kyselé. Ve vegetační jednotce subalpínská a alpínská společenstva se vyskytují půdní jednotky: podzoly, girlandové a polygonální půdy. Podzoly jsou zastoupeny především v nejvyšších horských polohách, ve velmi vlhkém a chladném klimatu. Průměrný roční úhrn srážek přesahuje 800 mm. Matečným substrátem jsou zvětraliny slabších minerálních hornin: žul, rul, svorů, pískovců apod. Podzoly se uplatňují obvykle ve výškách nad 800 m n.m., kde se často střídají s rezivými půdami (Tomášek, 2007).

Na Obr. 4 je znázorněna půdní mapa České republiky (Tomášek, 2007), kde je vyobrazena oblast Krkonoš. V této oblasti se vyskytují podle mapy 3 základní půdní typy: hnědé půdy silně kyselé, rezivé půdy s podzoly a podzoly.



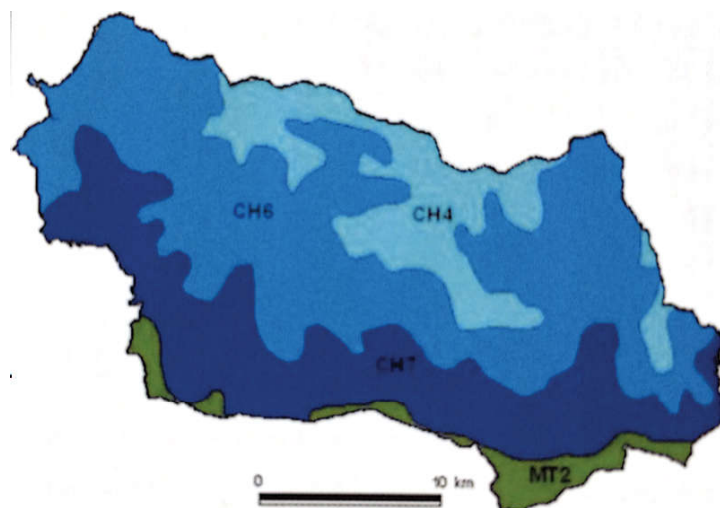
Obr. 4: Půdní mapa České republiky (Tomášek, 2007)

1. 3 Klimatologie

Pro vyhodnocení klimatických poměrů Krkonoš je důležité vycházet z jejich polohy ve věnci pohoří České vysočiny a ve Stření Evropě vůbec. Výrazný vliv kromě nadmořské výšky má i tvar georeliéfu a orientace svahů (Metelka in Faltysová et al., 2002).

Na větrné proudění má vliv anemoorografický systém Mumlavy a Bílého Labe. Ve vrcholových partiích se zvláště v zimě můžeme setkat se silnými vichřicemi, kdy rychlost větru je vyšší než $150 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ (Metelka in Faltysová et al., 2002).

Krkonoše patří do chladné klimatické oblasti (Obr. 5). Nejvyšší partie hřebenové polohy přibližně od Svorové hory po Tvarožník a hřeben od Studniční hory přes Liščí horu až po Černou horu, leží v nejchladnější klimatické oblasti CH4 (Obr. 6). Pro tuto oblast je typické krátké, chladné a vlhké léto, přechodná období velmi dlouhá a chladná, zima je velmi dlouhá, velmi chladná, vlhká, s velmi dlouhým trváním sněhové pokrývky. Nižší polohy patří do CH6 nebo CH7. Podhůří spadá do klimatické oblasti MT2 s krátkým mírně chladným a mírně vlhkým létem a mormálně chladnou, spíše suchou zimou. (Metelka et al., 2007; Quitt, 1971).



Obr. 5: Klimatické oblasti Krkonoš podle Klimatické oblasti ČSSR
(Quitt 1971)

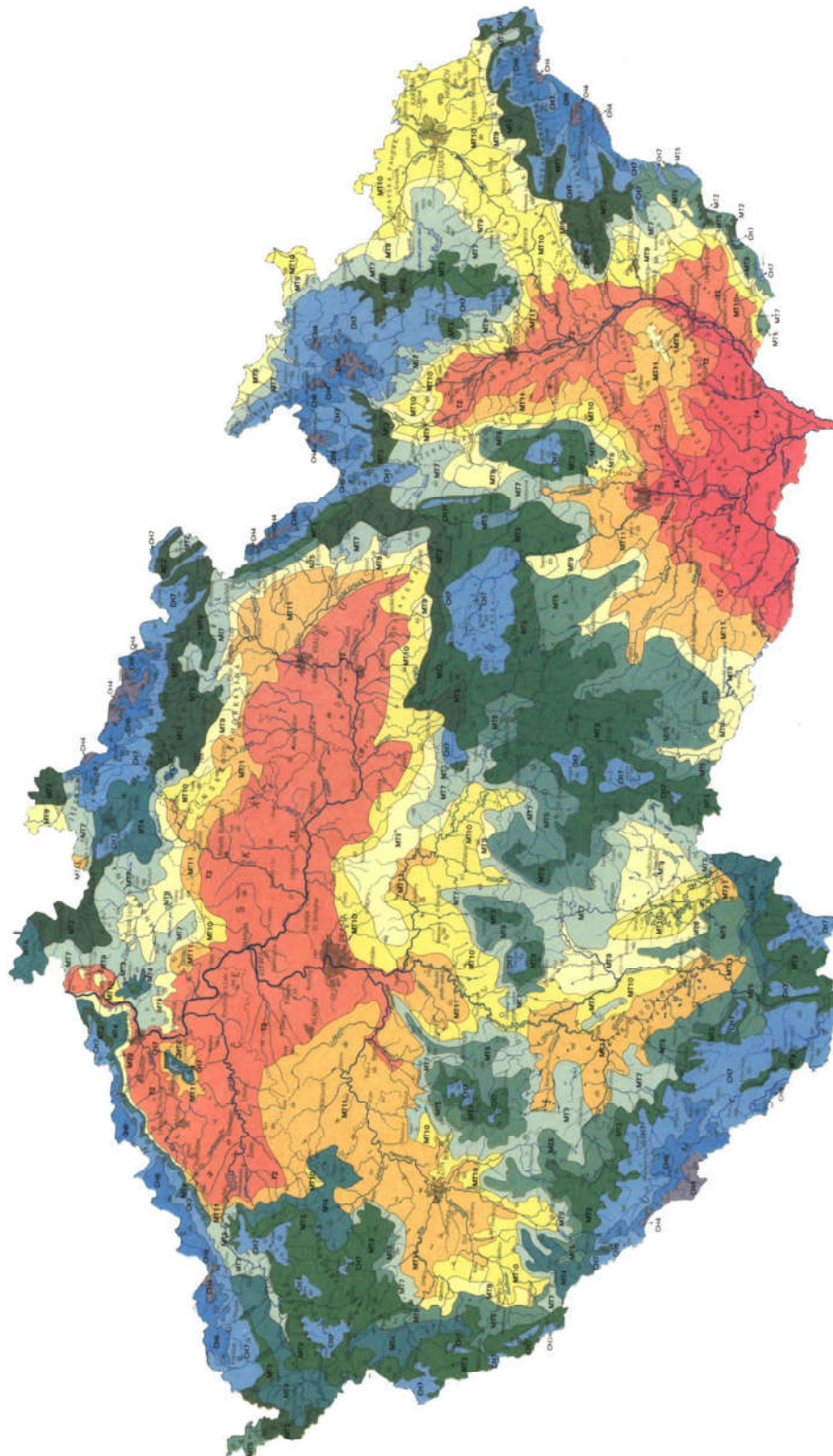
Podle publikace z roku 1969 nejvyšší (červencová) teplota na Sněžce (8,3°C) nedosahuje 10°C, tato teplota je důležitá pro plný vývoj vegetace zejména dřevin. To je důvod, proč vrcholová část Sněžky je bez kleče a zakrslých smrků (Šourek, 1969).

Podle Quittovy klasifikace, která je uvedena v Atlasu podnebí Česka z roku 2007, patří sledovaná oblast do klimatické charakteristiky chladných oblastí C4. Výsledné parametry oblastí, které se nacházejí v Krkonoších, jsou znázorněné v Tab. 1.

Tab. 1: Klimatická charakteristika oblasti C4, C6, C7 a MT2

(Tolazs, 2007)

Parametr	Klimatická charakteristika oblasti			
	C4	C6	C7	MT2
Počet letních dní	0 - 20	10 - 30	10 - 30	20 - 30
Počet dní s průměr. teplotou 10° a více	80 - 120	120 - 140	120 - 140	140 - 160
Počet dní s mrazem	160 - 180	140 - 160	140 - 160	110 - 130
Počet ledových dní	60 - 70	60 - 70	50 - 60	40 - 50
Průměrná lednová teplota	- 7°C - -6°C	- 4°C - -5°C	- 3°C - -4°C	- 3°C - -4°C
Průměrná červencová teplota	12°C - 14°C	14°C - 15°C	15°C - 16°C	16°C - 17°C
Průměrná dubnová teplota	2°C - 4°C	2°C - 4°C	4°C - 6°C	6°C - 7°C
Průměrná říjnová teplota	4°C - 5°C	5°C - 6°C	6°C - 7°C	6°C - 7°C
Průměr. počet dní se srážkami 1mm a více	120 - 140	140 - 160	120 - 130	120 - 130
Suma srážek ve vegetačním období	600 - 700	600 - 700	500 - 600	450 - 500
Suma srážek v zimním období	400 - 500	400 - 500	350 - 400	250 - 300
Počet dní se sněhovou pokrývkou	140 - 160	120 - 140	100 - 120	80 - 100
Počet zatažených dní	130 - 150	150 - 160	150 - 160	150 - 160
Počet jasných dní	30 - 40	40 - 50	40 - 50	40 - 50



Obr. 6: Klimatické regiony České republiky (Quitt, 1971)

Na internetovém portálu HUMLNET on-line (<http://kamery.humlnet.cz/>), je možnost sledovat teploty a aktuální počasí na několika lokalitách v Krkonoších. Obě zájmové oblasti jsou také tímto portálem monitorovány. Studniční hora je monitorována kamerou Sněžka - Studniční hora, Luční hora kamerou označenou jako Luční bouda - 1410 m n. m., Tab. 2 je vytvořena z teplotních údajů udávaných na tomto serveru ve 12:00 hod.

Tab. 2: Průměrné měsíční teploty.

(<http://kamery.humlnet.cz/cz/kamery/>)

rok	měsíc / lokalita	Průměrné měsíční teploty (°C)	
		Studniční hora	Luční hora
2015	říjen	3,24	4,67
	listopad	1,58	2,22
	prosinec	-0,26	0,02
2016	leden	-6,17	-5,83
	únor	-4,49	-3,61
	březen	-4,58	-2,40
	duben	-0,16	1,34
	květen	5,82	7,40
	červen	10,48	11,55
	červenec	10,04	12,37
	srpen	10,13	11,47
	září	9,34	10,72
	říjen	0,04	1,79
	listopad	-2,92	-1,41

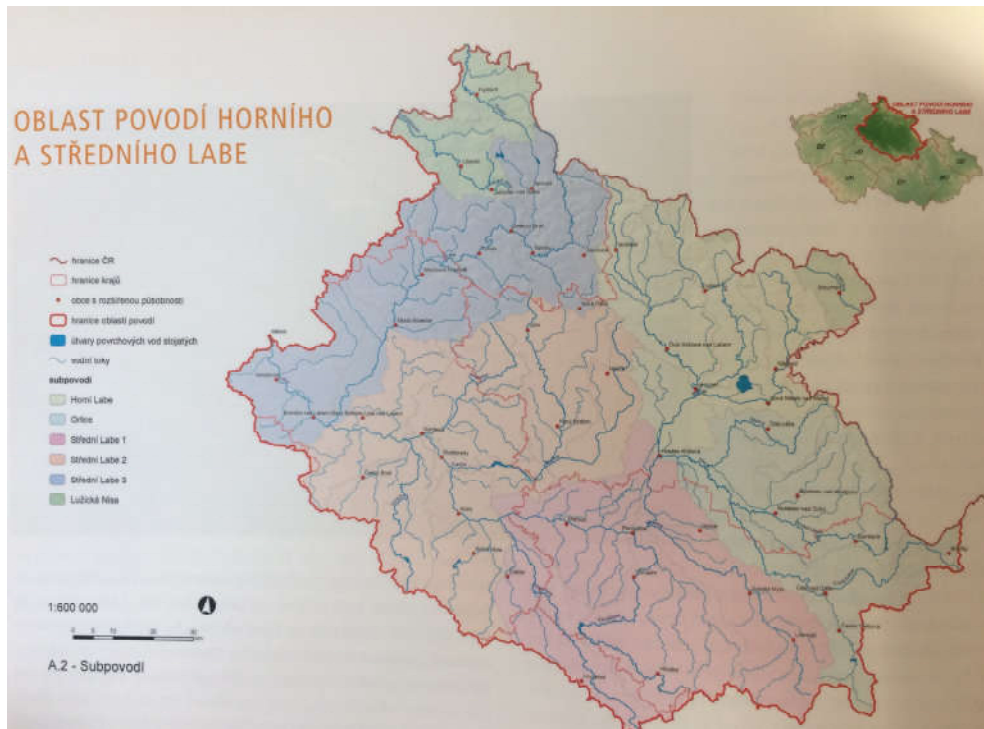
1. 4 Hydrologie

V Krkonošské oblasti pramení Labe, Jizera, Úpa a Lužická Nisa. Pro oblasti Horního s Středního Labe je typický zimní režim povodní, výjimkou jsou některé levostranné přítoky Labe, kde převažuje letní režim (Němec, 2009).

Pramen Labe je na Labské louce ve výšce 1 384 m n. m. Labe nejprve protéká Labským dolem, následně Labskou roklí. Nejvyšší Krkonošský vodopád Pančava vytváří krátký pravý přítok řítící se prudce z Labské louky do Labského dolu. Vodapády Pudlavy padají od Vysokého Kola zhruba o kilometr níže, následně přitéká Dvorský potok. V Labském dole tok Labe vytváří četné meandry, stáčí se na jih a ve výšce 775 m n. m. nad Špindlerovým Mlýnem zleva přijímá Bílé Labe, které je u soutoku větší než Labe. Bílé Labe pramení ve výšce 1 432 m n. m. v rezervaci Úpské rašeliniště 1 km severně od Studniční hory. Další přítoky Labe pramenící v Krkonoších, ale ústící do něho mimo území národního parku, jsou Malé Labe, Čistá, a potom větší toky Úpa a Jireza (Hančarová et al. 2007).

Říční systém oblasti Horního a Středního Labe je znázorněn na Obr. 7.

Řeka Labe je z mezinárodního pohledu třetí největší a nejdelší řekou ve střední Evropě s celkovou plochou povodí 148 268 km². Vlévá se do Severního moře ve Spolkové republice Německo u Cuxhavenu-Kugel-bake. Celková délka Labe od pramene po ústí je 1 091 km, z toho na území České republiky připadá 368 km (Němec, 2006).



Obr. 7: Oblasti povodí Horního a Středního Labe (Němec, 2009)

1. 5 Topografické vymezení zájmové oblasti

Výzkum byl orientován na severní svahy Luční hory (středové souřadnice zkoumané plochy N50°43'43,27" E015°41'02,01") a Studniční hory (středové souřadnice zkoumané plochy N50°43'40,43" E015°42'17,65"). V této oblasti se nachází mnoho suťových oblastí a větší množství rostlinných společenstev.

1. 5. 1 Horopis Luční hora

Luční hora leží severozápadně od obce Pec pod Sněžkou a východně od Špindlerova Mlýna, kam katastrálně náleží. Nachází se v I. zóně národního parku. Geologicky je hora tvořena svorovým sukem, tvarovaným do kupy, místy protkaným křemencem (https://cs.wikipedia.org/wiki/Lučn%C3%AD_hora).

Luční hora (Obr. 8) je druhá nejvyšší hora Krkonoš. Její výška je 1 555 m n.m. a leží v alpínské poloze. Je součástí východního podokrsku Českého hřebene. Ploché temeno, východní a severní mírnější svahy jsou součástí vrcholového zarovnaného povrchu. Kamenná moře jsou rozsáhlá s mimořádně dokonalou periglaciální modelací (Pilous, 2007).



Obr. 8 : Pohled na Luční horu ze dne 11.6. 2016 (foto Sylva Hučková - 11.6.2016)

1. 5. 2 Horopis Studniční hora

Studniční hora je třetí nejvyšší hora Krkonoš. Vlastní vrchol je plochý a oblý, porostlý klečí. Na severu přechází mírnými svahy v Bílou louku a v Úpskou rašelinu. Na jihu spadají strmé srázy do Obřího a Modrého dolu. Známy je zejména jižní lavinový svah, na kterém se při odtávání sněhu vytváří pole, nazývané jako “Mapa republiky”. Od Luční hory je oddělena Lučným sedlem (<https://studnici-hora.ceskehory.cz>).

Studniční hora (Obr. 9) má nejvyšší bod v nadmořské výšce 1 554 m n. m. a leží v subalpínské poloze. Výrazným a dominantním způsobem zakončuje podokrsek Českého hřbetu na východě.

Východní svahy jsou s erozní a glaciální modelací. Severní a západní svahy a stejně ploché temeno jsou součástí zarovnaného povrchu s periglaciální modelací (Pilous, 2007).



Obr. 9 : Pohled na Studniční horu od Luční boudy ze dne 11.6. 2016

(foto Sylva Hučková - 11.6.2016)

1. 6 Vegetace a flóra zájmového území

Na mnou sledovaných lokalitách se nachází tato společenstva alpinských vřesovišť a acidofilních alpinských trávníků.

třída: alpínská vřesoviště - *Loiseleurio-Vaccinietea*

Třída *Loiseleurio-Vaccinietea* sdružuje keříčkové vegetace arktických tunder a alpínského stupně. Tato vegetace se vyvíjí především na kyselých horninách. Dominantně se zde vyskytují keříčky z čeledi *Vacciniaceae* a *Ericaceae*. Keříčková vegetace třídy *Loiseleurio-Vaccinietea* je často doprovázená vegetací porostů s acidofilními alpínskými trávníky třídy *Juncetea trifidi*, které se podobají druhovým složením (Chytrý et al., 2010).

svaz: alpínská keříčková vegetace - *Loiseleurio procumbentis-Vaccinion*

Diagnostické druhy jsou: *Avenella flexuosa*, *Carex bigelowii*, *Diphasiastrum alpinum*, *Empetrum nigrum*, *Festuca supina*, *Hieracium alpinum* agg., *Huperzia selago*, *Juncus trifidus*, *Vaccium vitis-idaea*, *Cetraria islandica* (Chytrý et al., 2010).

Svaz *Loiseleurio-Vaccinietea* zahrnuje vegetaci nízkých keříčků v alpínském stupni hor, vyskytuje se na vyfoukávaných hřebenech a návětrných svazích s mělkou sněhovou pokrývkou. Jde o oblasti s průměrnými ročními teplotami 1–3°C. Mezi keříčky se vyskytují i lišejníky, nejčastěji z rodů *Alectoria*, *Cetraria* a *Cladonia*. U nás se tento svaz vyskytuje na hřebenech Krkonoš, Hrubého Jeseníku a Kralického Sněžníku, zpravidla v mozaice s kostřavovými alpínskými trávníky svazu *Juncion trifidi* (Chytrý et al., 2010).

Podjednotkou tohoto svazu je asociace *Avenello flexuosae-Callunetum vulgaris*. Alpínská vřesoviště jsou tvořeny nízkými porosty vřesu obecného o výšce okolo 10 cm. Porosty bývají zapojené z 80 %. Spolu s vřesem se v nich hojně vyskytuje *Vaccinium myrtillus* a *Vaccinium vitis-idaea* a trsnaté traviny. Alpínská vřesoviště se nachází nad horní hranicí lesa, obvykle v nadmořské výšce nad 1 400 m n. m. (Chytrý et al., 2010).

třída: acidofilní alpínské trávníky - *Juncetea trifidi*

Třída *Juncetea trifidi* zahrnuje chudá společenstva přirozených alpínských trávníků. Převládají rostliny schopné snášet extrémní klimatické podmínky nejvyšších horských poloh, nejčastěji trsnaté traviny nižšího vzrůstu s výskytem *Carex* spp., *Festuca* spp., *Juncus trifidus* a *Nardus stricta*. Působením stresujících klimatických a půdních faktorů jako je silné vysušující větrné proudění, nízké průměrné roční teploty, krátká vegetační sezóna, časté a opakované promrzání půdy jsou faktory formující alpínské trávníky (Chytrý et al., 2010).

svaz: vyfoukávané alpínské trávníky - *Juncion trifidi*

Svaz zahrnuje porosty tvořené nízkými trsnatými úzkolistými travinami *Juncus trifidus*, *Festuca supina* a *Avenella flexuosa*. Typickými stanovišti jsou exponované vrcholy a hřebeny, které jsou v průběhu roku vystavovány silným účinkům větru a v zimě i silným mrazům. Podjednotkou je asociace *Cetrario-Festucetum supinae* neboli košťavové alpínské trávníky s lišejníky, kde jsou diagnostické druhy *Agrostis rupestris*, *Carex bigelowii*, *Festuca supina*, *Hieracium alpinum* agg., *Thamnolia vermicularis*. Tuto podjednotku tvoří zpravidla rozvolněné porosty dosahující výšky 10–15 cm o pokryvnosti bylinného patra 50–70 % (Chytrý et al., 2010).

svaz: zapojené alpínské trávníky - *Nardo strictae-Caricion bigelowii*

Svaz je tvořen druhově chudými porosty s dominantní *Nardus stricta*, vyskytující se nad horní hranicí lesa. Vyskytuje se na místech, kde se v zimě vytváří mocnější a dlouho vytrvávající sněhová pokrývka. Podjednotkou je asociace *Carici bigelowii-Nardetum strictae*, neboli smilkové alpínské trávníky. Diagnostické druhy *Avenella flexuosa*, *Carex bigelowii*, *Festuca supina*, *Galium saxatile*, *Hieracium alpinum* agg., *Nardus stricta* a *Solidago virgaurea*. Smilkové alpínské trávníky o pokryvnosti nejčastěji 90–100 % tvoří nízké husté porosty. Vyskytují se zpravidla nad 1 300 m n. m. (Chytrý et al., 2010).

1. 6. 1 Studniční hora

Kamenité hole jsou pokryté nezapojeným porostem *Festuca supina*, zřídka *Juncus trifidus*, velmi zřídka *Luzula spicata*, dosti hojně *Hieracium alpinum* agg. Na severních svazích je hojně *Primula minima*, *Huperzia selago* a *Diphasium alpinum*. V klečovém porostu jsou vtroušené zakrslé smrky. V enklávách asociace *Calamagrostidetum villosae* na plochem východním svahu byly objeveny kvetoucí trsy *Gentiana pannonica*. Jižní svahy Studničního sedla pokrývají alpské louky s hojnými květnatými druhy: *Geum montanum*, *Anemone narcissiflora*, *Crepis conyzifolia*, *Pulsatilla alba*, *Hypochaeris uniflora*, *Arnica montanum*, *Campanula corcontica*. Na prameništích uprostřed svahu se vyskytují *Epilobium alsinifolium* a *Epilobium nutans*, poblíže u potoka *Montia rivularis* a *Swertia perennis* var. *lutea*. Na obnažených místech jsou kolonie *Gnaphalium supinum*, které jsou na jiných lokalitách vyjímečné. Celý masiv je bohatý na druhy rodu *Hieracium* (Šourek, 1969).

Podle výzkumu GLORIA, který zde proběhl v roce 2016, se na vrcholu Studniční hory vyskytují: *Avenella flexuosa*, *Bistorta major*, *Calluna vulgaris*, *Carex bigelowii*, *Diphasiastrum alpinum*, *Festuca supina*, *Hieracium* sp., *Huperzia selago*, *Picea abies*, *Pinus mugo*, *Primula minima*, *Vaccinium myrtillus* a *Vaccinium vitis-idaea*, *Trientalis europaea*.

1. 6. 2 Luční hora

Kamenité hole s nezapojeným porostem *Festuca supina*, *Hieracium alpinum* agg. s *Hieracium melanocephalum*. Svahy Luční hory jsou porostlé řídkými skupinami kleče s velmi hojnou *Huperzia selago* a méně hojnou *Diphasium alpinum*, zejména v okolí polygonálních půd na severním svahu (Šourek, 1969). Na Obr. 10 je pohled na okolí monitorovací plochy č. 6, kde je různorodá vegetace.

Podle výzkumu GLORIA, který zde proběhl v roce 2016 se na vrcholu Luční hory vyskytují: *Avenella flexuosa*, *Calluna vulgaris*, *Carex bigelowii*, *Dryopteris dilatata*, *Dryopteris dilatata*, *Hieracium* sp., *Huperzia selago*, *Nardus stricta*, *Picea abies*, *Pinus muga*, *Solidago virgaurea* a *Vaccinium myrtillus*.



Obr. 10: Pohled na různorodou vegetaci v okolí minitorovací plochy č.6
(foto Sylva Hučková - 9.9.2016)

1. 7 *Huperzia selago*

1.7.1 Nomenklatura

Huperzia selago (Linnaeus) C. F. P. Martius in Schrank et. C. F. P. Martius Hort. Monac. 3, 1829. Syn.: *Lycopodium selago* L. Sp. Pl. 1102, 1753 (Hejný et al., 1988), *Huperzia selago* (L.) Schrank et Mart. - subsp. *selago* (Danihelka et al., 2012).

Vranec jedlový (*Huperzia selago*) patří do cévnatých rostlin (*Tracheophyta*), oddělení plavuně (*Lycopodiophyta*), čeleď plavuňovité (*Lycopodiaceae*), rodu vranec (*Huperzia*) (Mártonfi, 2013).

1.7.2 Rozšíření

Huperzia selago se vyskytuje roztroušeně v horských oblastech, jinde především v územích kvádrových pískovců. Izolované a většinou přechodné výskyty jsou i na přechodných stanovištích v nízkých polohách. Hlavní výskyt je v montánním až submontánním stupni, vzácně v submontánním a suprakolinním, výjimečně v kolinním stupni (Hejný et al., 1988).

Na území České republiky je udáván výskyt poddruhu *Huperzia selago* subsp. *selago* (Danihelka et al., 2012). V následujícím textu je použito jméno *Huperzia selago*. Výskyt na území České republiky v oblasti teplomilné vegetace a květeny, tedy Termofytika je: Džbán (Bílíchov), Středočeská tabule (Praha – Liboc), Pražská plošina (Nehvizdy), Střední polabí (Poděbrady). V oblasti vegetace odpovídající Temperátnímu pásmu, což je oblast opadavých lesů, se vyskytuje na území: Český les, Jesenicko-rakovnická plošina (Vysoká Libyně), Plzeňská pahorkatina (Hůry u Manětína), Křivoklátsko (Skryje), Bražnovský hvozď (Kdyně), Plánický hřeben, Podbrdsko (Drhovle, Vráž), Šumavsko-novohradské podhůří, Třeboňská pánev (Třeboň), Milešovské středohoří (Milešovka), Verneřické středohoří (Velké Březno), Labské pískovce, Šluknovská pahorkatina, Frýdlantská pahorkatina, Lužické hory, Polomené hory (Harasov), Ralsko-bezděžská pánev, Podještědí, Ještědský hřbet, Český ráj, Podzvičínsko, Sudetské mezihoří (Hvězda), Orlické podhůří, Dolní Poorličí (Albrechtice), Českomoravské mezihoří (Česká Třebová), Říčanská plošina

(Mnichovice), Hornosázavská pahorkatina, Českomoravská vrchovina, Železné hory, Jesenické podhůří, Moravská brána (Velký Újezd), Středomoravské Karpaty (Roštín), Bílé Karpaty lesní (Brumov), Hostýnské vrchy (Rejnochovice). Jako poslední oblast na území České republiky se označuje oblast horské vegetace a květeny jako Oreofytikum. V oreofytiku se *Huperzia selago* nachází ve všech fytochorionech (Hejný et al., 1988).

V Krkonoších se podle databáze (www.pladias.ibot.cas.cz) *Huperzia selago* vyskytuje na těchto lokalitách:

Okres Špindlerův Mlýn - v Kotli, u Labského vodopádu, západní svahy Železné hory, Stříbrný hřbet, rašeliniště na cestě od Petrovky na Ptačí kámen, Dlouhý důl, Rennerova louka, důl Bílého Labe, Labský důl, Stará Bucharova cesta.

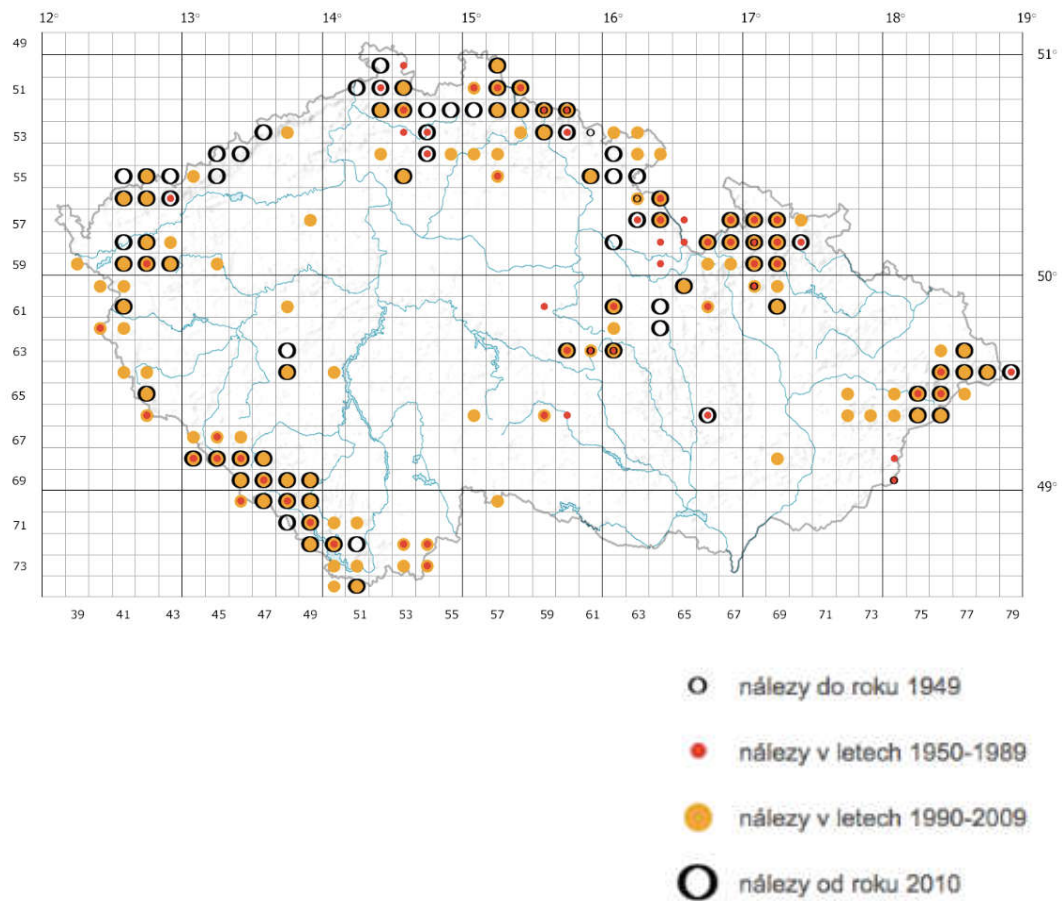
Okres Pec pod Sněžkou - Sněžka, Modrý Důl, skály nad Obřím kotlem, Kolínská bouda, sut' v Malé Čertově zahrádce, u Friesových bud, Studniční hora, Knížecí cesta, Pramen Úpy, Luční hora, Obří důl, Úpská jáma, Úpské rašeliniště, okolí Památníku obětem hor, sedlo mezi Studniční a Luční horou, Lavinová rokle.

Okres Trutnov - Velká Úpa, Žacléř, Černý důl, Horní Malá Úpa.

Okres Semily - Velké Kotelné jámy, Harrachov - Mrtvý vrch, Lysá hora - polesí Studenov, Kokrháč – polesí Vítkovice, Dolní Mísečky, Pančavská louka, Kotelská louka.

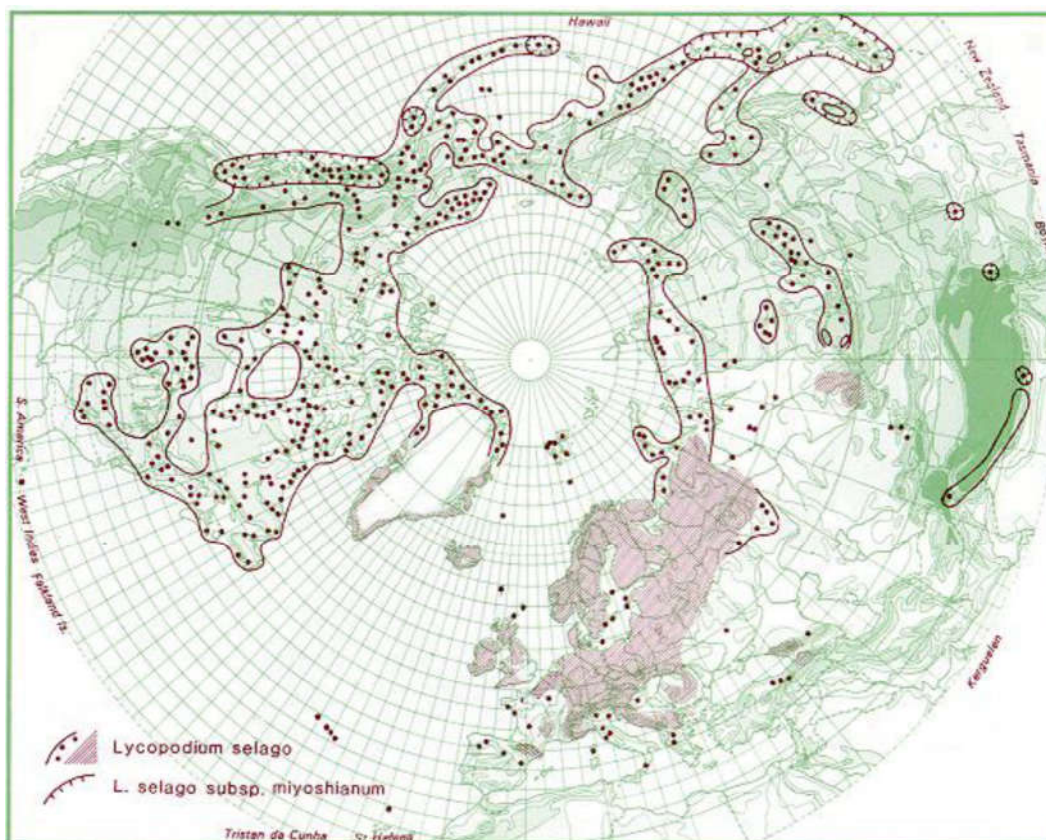
Výskyt druhu na území ČR je zobrazen v síťové mapě (Obr. 11) (<http://portal.nature.cz>).

Huperzia selago je druh rostoucí v severní Evropě a Asii v nižších polohách (Špicberky, Island, Skandinávie, Nová Země, Čukotka), ve střední a jižní části Euroasie v horách (Pyreneje, Alpy, Sudety, Karpaty, Kavkaz, Malá Asie), následně v Grónsku a v Severní Americe (Bureš, 2013) (Obr. 12).



Obr. 11: Výskyt *Huperzia selago* na území České republiky

(http://portal.nature.cz/nd-dev/nd_atlas_mapa_q_nova.php?idTaxon=37541)



Obr. č. 12: Světový areál *Huperzia selago*

(<http://linnaeus.nrm.se/flora/orm/lycopodia/huper/hupeselv.jpg>)

1.7.3 Morfologie

Huperzia selago je vytrvalá, trsnatá bylina. Lodyha dosahuje výšky 5–30 cm, je přímá, jen u starých exemplářů má krátkou poléhavou bázi (Obr. 13). Stonek má kruhový průřez a vidličnaté větvení (Prieto et al., 2008). Trofofyly - zelené asimilační listy, na nichž se nevytváří sporangia, jsou husté, většinou v 8 řadách, čárkovitě kopinaté, k větvím téměř přitisklé, odstávající až na zpět ohnuté, tmavě zelené až žlutozelené, špičaté, celokrajné nebo nezřetelně zubaté (Obr. 14). Sporofyly nevytvářejí výtrusnicové klasy, ale jsou rozmístěné mezi trofofyly. Výtrusnice jsou v paždí dokonale vyvinutých sporofylů, ve střední a horní části větví. Za zralosti jsou hnědé, pukající příčně na vrcholu (Hejný et al., 1988). Výtrusy dosahují zralosti od července do října (Kremer et al., 1998).

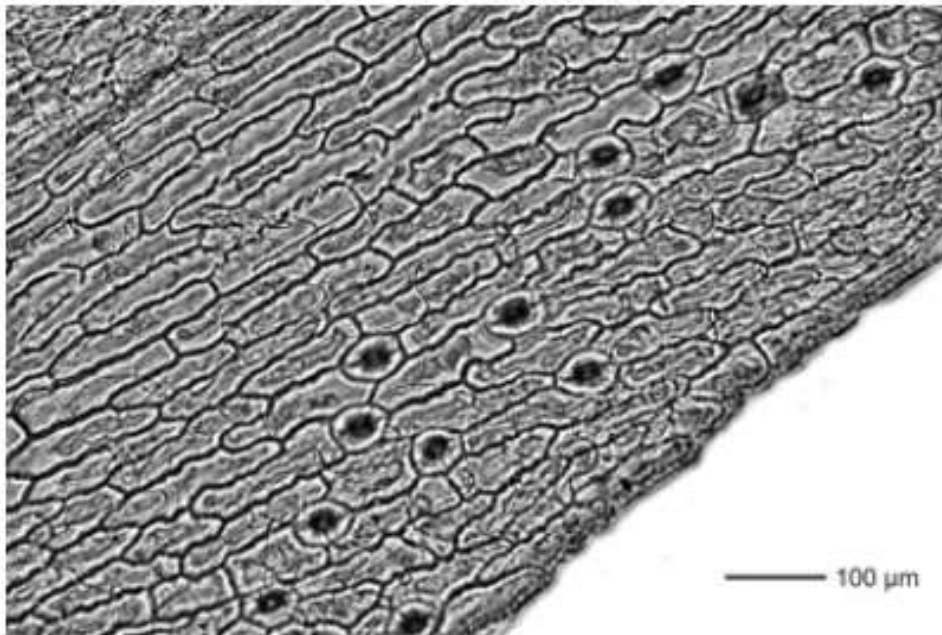
Někteří autoři (Wang et al. 2006) uvádějí, že *Huperzia selago* nevyžaduje ke svému správnému růstu mykorhizu, nebo vyžaduje mykorhizu arbuskulární. Studie z roku 2010 ukazují přítomnost houbových endofytů u výhonků *Huperzia selago*, jde o *Penicillium chrysogenum* a *Phoma herbarum* (Budziszewska et Szypuła, 2010).

Hlavním odlišovacím znakem *Huperzia selago* od ostatních plavuní jsou takzvané bulbily, které slouží k vegetativnímu rozmnožování. Jsou to opadavé útvary, vyrůstající na vrcholcích větví. Bulbily jsou široké 2 mm a vysoké 4 mm, oválného tvaru (Obr. 15) (Prieto et al., 2008). Jsou plně vytvořené, schopné se rychle vyvíjet těsně po oddělení od mateřské rostliny (Gola, 2008).

Huperzia selago má ve středním válci vyvinuté aktinostélé.



Obr. 13: Celkový vzhled rostliny *Huperzia selago* (Ničová, 2016)



Obr. 14: Mikroskopický pohled na list - průduchy v pokožkových buňkách
(Prieto et al., 2008)



Obr. 15: Bulbila *Huperzia selago* (Prieto et al., 2008)

Huperzia selago obsahuje jedovaté alkaloidy: (S)-ropivacaine, Nankakurine A, Acrifoline, Des-N-methyl- β -obscurine, Huperzine D, Lyconadin A, Lycodoline, Huperzine B, Lycoposerramine-G, 6-Hydroxylycopodine, 6- β -Hydroxyhuperzine, Serratidine, Fawcettidine (Czapski et al., 2014).

1.7.4 Ekologie druhu

Dle Ellenbergových indikačních hodnot má *Huperzia selago* tyto vlastnosti (Tab. 3). Škála pro světlo, teplo, kontinentalitu, půdní reakci a živiny jsou od 1–9. Škála pro vlhkost je od 1–12 (Ellenberg, 1992).

Tab. 3: Ellenbergovy indikační hodnoty pro *Huperzia selago*

Ellenbergovy indikační hodnoty	
Ellenberg. hodnota / rozsah stupnice	
světlo	4/9
teplo	3/9
kontinentalita	3/9
vlhkost	6/12
půdní reakce	3/9
živiny	5/9

Huperzia selago vyžaduje vlhké humózní lesy ve vyšších polohách (občas se vyskytuje na trouchnivějících kmenech), zpevněné okraje sutí, subalpínské louky. Tento acidofyt snáší zastíněné i přímé sluneční světlo. Zvládání extrémních podmínek na stanovištích pravděpodobně usnadňuje přítomnost arbuskulární mykorhízy. Wang B., et al. (2006) provedl studii, kde testoval potřebu mykorhízy u kapradorostů testování se uskutečnilo u 28 čeledí a bylo testováno 426 druhů. U 93 % čeledí se objevila obligátní či fakultativní mykorhiza. Obligátní mykorhiza se vyskytuje u 43 % druhů, fakultativní mykorhiza u 9 % druhů a 47 % druhů nepotřebuje mykorhizu ke svému vývoji. U čeledi *Lycopodiaceae* bylo testováno 17 druhů, u 35 % druhu byla sledována mykorhiza, u 24% druhů byla prokázána fakultativní mykorhiza a 41 % druhů mykorhizu nevyžaduje.

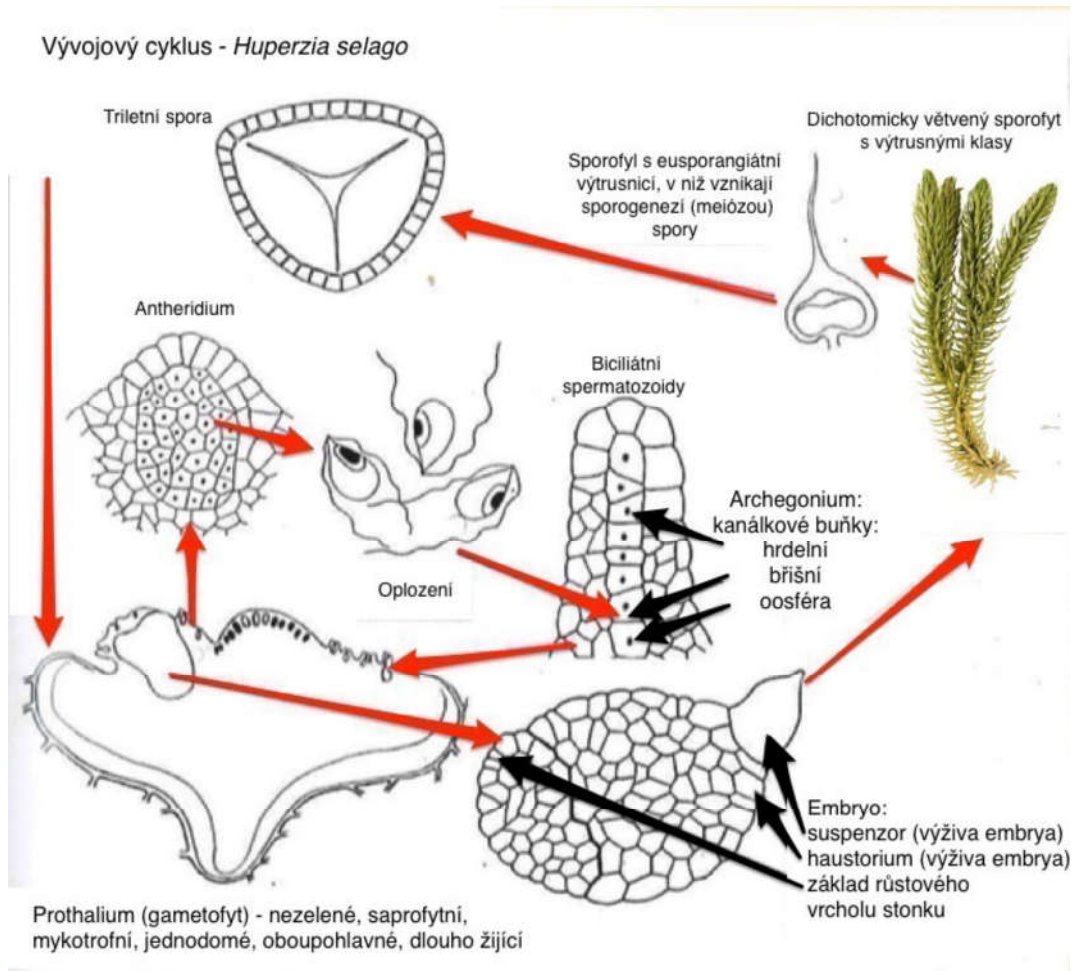
Jediný typ mykorhizy který je u čeledi *Lycopodiaceae* je arbuskulární mykorhiza. Autor uvádí, že *Huperzia selago* může růst i bez mykorhizy. Jiná studie však dokládá přítomnost houbových vláken ve výhoncích *Huperzia selago* (Budziszewska et Szypuła, 2010).

Je diagnostickým druhem řádu *Piceetalia excelsae*, častý je ve společenstvech svazů *Juncion trifidi* a *Luzulo-Fagion* (Hejný et al., 1988). Hlavním typem stanovišť tohoto druhu jsou subalpínské hole, kde vytváří trsy. Vyskytuje se ve společenstvech s *Festuca supina* a *Avenella flexuosa*. Vyskytuje se také na vrcholových skalách, na balvanech a na otevřené mělké půdě na okrajích kamenných moří. Ojedinele se vyskytuje i v nižších polohách na holé půdě bučin a smrčin nebo smíšených lesů, případně na stinných a suchých nevápencových skalách (Bureš, 2013).

1. 7. 5 Vývojový cyklus *Huperzia selago*

Ve vývojovém cyklu sporofyt výrazně dominuje nad gametofytem (Obr. 16). Gametofyt vzniklý z haploidní spory setrvává několik let v půdě. Po splnutí pohlavních buňek se vyvíjí makroskopický sporofyt s vidličnatým větvením kořenů i lodyh. Výtrusnice dozrávají na sporofylech, které jsou rozptýlené mezi trofofyly na lodyze sporofytu (Martonfi, 2006).

Druh používá také vegetativní šíření pomocí bulbil, které se vytvářejí v užlabí listu ve vrcholové části stonku a šíří se vodou a větrem (Martonfi, 2006). Tento typ vegetativních pupenů má ještě *Huperzia suberecta* (Prieto et al., 2008). Oba dva druhy mají současně specifický typ spory 'selago type' spores (Wilce, 1972; Øllgaard, 1987).



Obr.16: Vývojový cyklus *Huperzia selago*

(Vinter et Macháčková, 2013; upraveno Hučková, 16.4. 2017)

1. 8 Projekt GLORIA

V roce 2008 byly Krkonoše zapojeny do celosvětového projektu GLORIA a staly se tak jedním z monitorovacích stanovišť projevů globálních klimatických změn v horských ekosystémech. Projekt GLORIA je součástí širšího monitorovacího systému pod záštitou organizace UNESCO a řadou dalších spoluřešitelských subjektů, zavývajících se výzkumem suchozemských ekosystémů nebo klimatu (Halda, 2010).

Global Observation Research Initiative in Alpine environments neboli celosvětové pozorování výzkumných ploch v alpském prostředí započalo v roce 1999, když rakouský ministr školství, vědy a kultury vytvořil studii o tom, jak celosvětově rozšířit výzkumné plochy. Téměř 100 odborníků vyjádřilo zájem na takovém projektu pracovat, a tím vznikl projekt GLORIA (http://www.gloria.ac.at/about_history.html).

V Krkonoších se jedná o 5 studovaných lokalit: Luční horu (1555 m n. m.), Malý Šišák (1439 m n. m.), Smogornju (1489 m n. m.) , Studniční horu (1554 m n. m.) a Vysoké Kolo (1509 m n. m.). Studované plochy jsou částečně propojeny s plochami, které jsou monitorovány v tomto projektu.

Sběr dat z každého horského vrcholu probíhá podle přesně stanovené metodiky. Označí se nejvyšší bod, a od něho se na každou světovou stranu vytyčí bod vzdálenosti 5 výškových metrů nadmořské výšky. Pokud nedosáhne této vzdálenosti do 50 metrů od nejvyššího bodu, považuje se za krajní bod čtverce 50 metrů od vytyčeného vrcholu. Následně se na kopci vytvoří 4 čtverce o rozměru 3 x 3 metry. Ve čtverci 3 x 3 metry se vytvoří 4 čtverce 1 x 1 metr v každém rohu, fytoecologické snímky se pak dělají v těchto malých čtvercích. Na každém kopci se monitoruje 16 čtverců o velikosti 1 x 1 metr (Obr. 17).

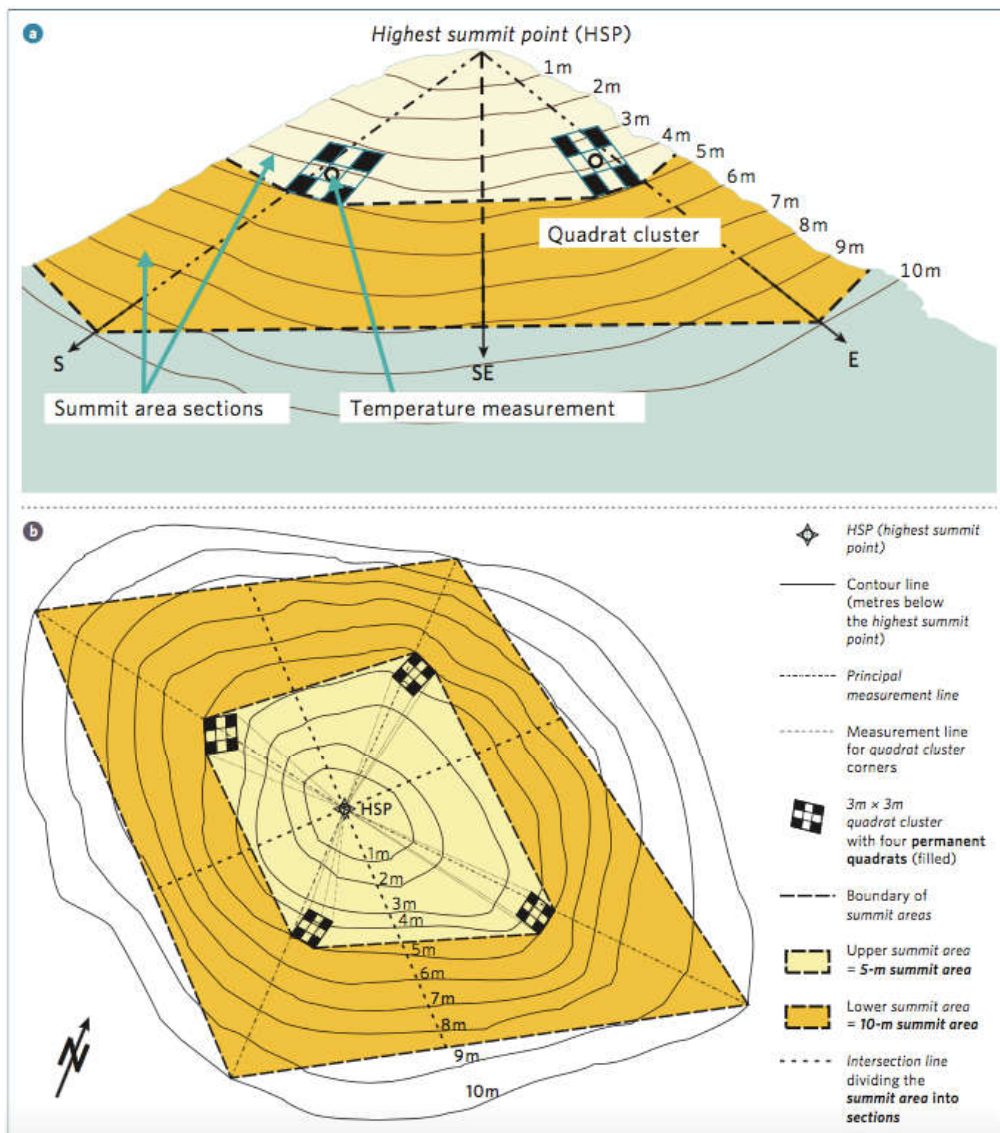
Celkem se na jednom vrcholu prozkoumávají 3 typy ploch: 1) 16 čtverců o rozměru 1 x 1 metr (Obr. 18), 2) čtyři plochy v rozsahu 0–5 výškových metrů od nejvyššího bodu, 3) 4 plochy, plochy 5–10 výškových metrů od nejvyššího bodu (Obr. 19) (Harald, 2015).

U typů ploch 2 a 3 se procentuálně zaznamenává zastoupení cévnatých rostlin (vascular plants), suti (scree), kamenného podkladu (solid rock), lišejníků (lichens), mechů (bryophytes), holé země (bare ground) a stařiny (litter) (Tab. 4 - 5).

Označení zastoupení druhů je určeno v pěti kvalitativních kategoriích četnosti: velmi vzácný výskyt (r!), vzácný výskyt (r), roztroušený výskyt (s), běžný výskyt (c), dominanta (d).

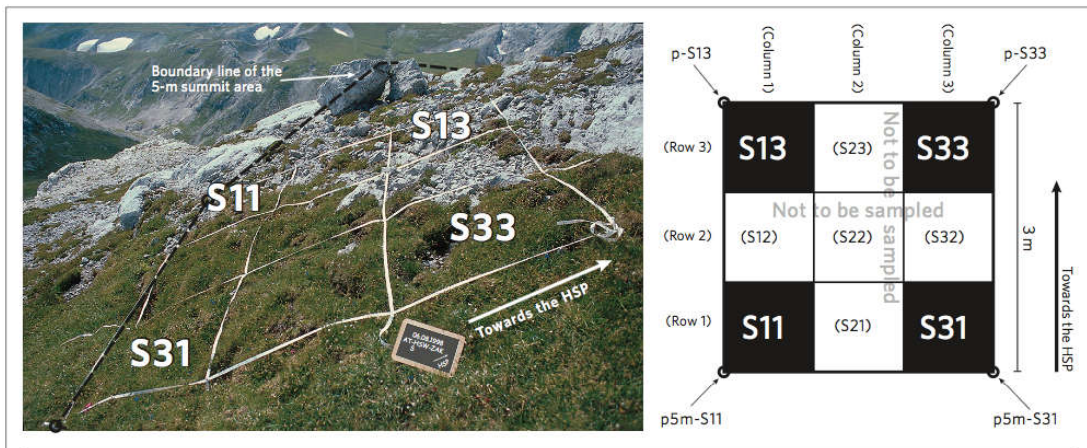
V plochách 1 x 1 metr byly určeny všechny druhy cévnatých rostlin, mechorostů a lišejníků. Pomocí botanického čtverce byla odhadnuta jejich pokryvnost a zjištěna frekvence výskytu v jednotlivých dílech 10 x 10cm (Halda, 2010).

U čtverce 1 x 1 metr určujeme procentuální zastoupení cévnatých rostlin (vascular plants), suti (scree), kameného podkladu (solid rock), lišejníků na půdě (lichens on soil), mechů na půdě (bryophytes on soil), holé země (bare ground) a stařiny (litter). U lišejníků a mechů dále určujeme procentuální zastoupení mechů a lišejníků pod cévnatými rostlinami, na kamenitém podkladu a na suti (Harald, 2015).

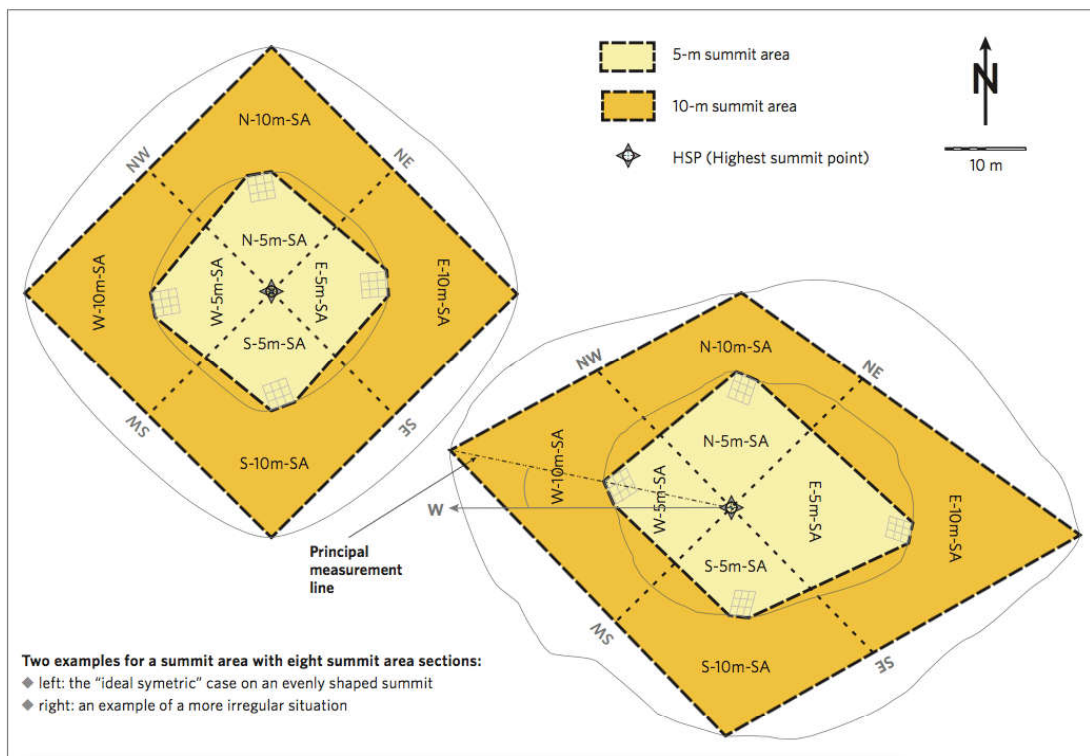


Obr. 17 : Zkoumané plochy v projektu GLORIA

a) pohled z boku na schématické vrstevnice, b) pohled shora na schématické vrstevnice (Harald, 2015).



Obr. 18 : Ukázka čtverců (Harald, 2015)



Obr. 19 : Vymezení horní části (5-m summit area) a dolní části (10-m summit area) areálu (Harald, 2015).

Tab. 4 : Zápis areálu 5 a 10 metrů z Luční hory

(Březina et al., 2016)

Lokalizace	Vrchol	LUC	LUC	LUC	LUC	LUC	LUC	LUC	LUC
	Strana	N	N	E	E	S	S	W	W
	Areál	5	10	5	10	5	10	5	10
Základní charakteristiky	Vascular plants	50	20	25	10	40	30	47,75	56,9
	Solid rock	0	0	0	0	0	0	0	0
	Scree	47,7	77,9	71,7	88,4	58,45	68	47,75	40
	Lichens on soil	1	1	1	0,5	0,75	1	2	1,5
	Bryophytes on soil	0,2	1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,7
	Bare ground	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	Litter	1	0	2	0,8	0,5	0,7	2	0,8
Cévnaté rostliny	<i>Avenella flexuosa</i>	c	c	c	c	c	c	c	c
	<i>Bistorta major</i>								
	<i>Calluna vulgaris</i>	c	c	c	c	c	c	c	c
	<i>Carex bigelowii</i>	s	s	s		s	s	s	s
	<i>Diphasiastrum alpinum</i>								
	<i>Dryopteris dilatata</i>							r!	
	<i>Epilobium augustifolium</i>								
	<i>Festuca supina</i>	r	r	r!	r!	r!	r	r	r
	<i>Hieracium alpinum</i>	s	s	s	s	s	s	s	s
	<i>Huperzia selago</i>	s	c	s	r!	s	s	s	s
	<i>Nardus stricta</i>	r!	r!	r	c	r		r!	r
	<i>Picea abies</i>	r!	r!	r	r!	r!	r!	r!	r!
	<i>Pinus mugo</i>	c	s	r	s	s		c	c
	<i>Primula minima</i>								
	<i>Solidago virgaurea</i>	r	r!	r	s	r	r	s	r
	<i>Vaccinium myrtillus</i>	r!	r!	r!	r!			r!	r!
	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>								
	<i>Trientalis europaea</i>								
	<i>Calamagrostis villosa</i>								
	<i>Sorbus aucuparia</i>				r!		r!		
<i>Homogyne alpina</i>									
<i>Agrostis rupestris</i>	r	r	r	r	r	r	r	r	

Tab. 5: Zápis areálu 5 a 10 metrů ze Studniční hory

(Březina et al., 2016)

Lokalizace	Vrchol	STU	STU	STU	STU	STU	STU	STU	STU
	Strana	N	N	E	E	S	S	W	W
	Areál	5	10	5	10	5	10	5	10
Základní charakteristiky	Vascular plants	80	82	90	75	80	85	80	65
	Solid rock	0	0	0	0	0	0	0	0
	Scree	8	2	1	5	5	6	5	20
	Lichens on soil	8	10	3,4	10	10	3	8	10
	Bryophytes on soil	0,5	0,5	0,1	2	0,1	1	0,5	1
	Bare ground	1,5	1,5	0,5	6	2,9	3	1,5	2
	Litter	2	4	5	2	2	2	5	2
Cévnaté rostliny	<i>Avenella flexuosa</i>	c	c	d	s	c	s	c	c
	<i>Bistorta major</i>		r	r!	r	r	r	r	
	<i>Calluna vulgaris</i>	d	d	c	d	d	d	d	d
	<i>Carex bigelowii</i>	s	c	c	s	s	s	s	c
	<i>Diphasiastrum alpinum</i>		r						
	<i>Dryopteris dilatata</i>			r!	r				
	<i>Epilobium augustifolium</i>			r!					
	<i>Festuca supina</i>	c	s	s	s	s	s	s	s
	<i>Hieracium alpinum</i>	s	s	s	s	s	s	s	s
	<i>Huperzia selago</i>	r	s	r!	r		r	r	s
	<i>Nardus stricta</i>								
	<i>Picea abies</i>	r	r		r	r!	r	r!	r!
	<i>Pinus mugo</i>	s	s	c	d	c	d	d	c
	<i>Primula minima</i>		r		r!	r			
	<i>Solidago virgaurea</i>	r	r!	r	r	r	r	r!	r!
	<i>Vaccinium myrtillus</i>	s	s	r	s	s	s	s	s
	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	s	s	s	s	r	s	s	s
	<i>Trientalis europaea</i>				r	r!	s		
<i>Calamagrostis villosa</i>				r					
<i>Sorbus aucuparia</i>				r!					
<i>Homogyne alpina</i>				r					
<i>Agrostis rupestris</i>	r						r!	r!	

Rozdíl ve výskytu *Huperzia selago* v roce 2008 a v roce 2016 na Luční hoře a Studniční hoře znázorňují tabulky (Tab. č. 6 - 7).

Tab. 6: Srovnání výskytu *Huperzia selago* na Luční hoře v roce 2008 a 2016 (Březina et al., 2016)

Vrchol	LUC	LUC	LUC	LUC	LUC	LUC	LUC	LUC
Strana	N	N	N	N	N	N	N	N
Ctverec	11	11	13	13	31	31	33	33
Rok	2008	2016	2008	2016	2008	2016	2008	2016
Huperzia selago / pokryvnost v %	0	0	0,25	0,25	0,25	0,75	0	0
Vrchol	LUC	LUC	LUC	LUC	LUC	LUC	LUC	LUC
Strana	E	E	E	E	E	E	E	E
Ctverec	11	11	13	13	31	31	33	33
Rok	2008	2016	2008	2016	2008	2016	2008	2016
Huperzia selago / pokryvnost v %	0	0	0	0	0	0	0	0
Vrchol	LUC	LUC	LUC	LUC	LUC	LUC	LUC	LUC
Strana	S	S	S	S	S	S	S	S
Ctverec	11	11	13	13	31	31	33	33
Rok	2008	2016	2008	2016	2008	2016	2008	2016
Huperzia selago / pokryvnost v %	0	0	0	0	0	0	0	0
Vrchol	LUC	LUC	LUC	LUC	LUC	LUC	LUC	LUC
Strana	W	W	W	W	W	W	W	W
Ctverec	11	11	13	13	31	31	33	33
Rok	2008	2016	2008	2016	2008	2016	2008	2016
Huperzia selago / pokryvnost v %	0,5	1,2	0,5	0,5	0	1	1,5	1

Při monitoringu v roce 2008 se na Luční hoře vyskytovala *Huperzia selago* na 5 plochách v roce 2016 se již vyskytovala na 6 lokalitách, na lokalitě N 13 zůstala *Huperzia selago* ve stejném množství. Na lokalitě W 31 se v roce 2008 nevyskytovala,

v roce 2016 už byla zastoupena 1%. Na ostatních lokalitách její pokryvnost stoupla (Tab. 6).

Tab. 7: Srovnání výskytu *Huperzia selago* na Studniční hoře v roce 2008 a 2016 (Březina et al., 2016)

Vrchol	STU	STU	STU	STU	STU	STU	STU	STU
Strana	N	N	N	N	N	N	N	N
Ctverec	11	11	13	13	31	31	33	33
Rok	2008	2016	2008	2016	2008	2016	2008	2016
Huperzia selago / pokryvnost v %	0	0	0	0	0	0	0	0
Vrchol	STU	STU	STU	STU	STU	STU	STU	STU
Strana	E	E	E	E	E	E	E	E
Ctverec	11	11	13	13	31	31	33	33
Rok	2008	2016	2008	2016	2008	2016	2008	2016
Huperzia selago / pokryvnost v %	0	0	0	0	0	0	0	0
Vrchol	STU	STU	STU	STU	STU	STU	STU	STU
Strana	S	S	S	S	S	S	S	S
Ctverec	11	11	13	13	31	31	33	33
Rok	2008	2016	2008	2016	2008	2016	2008	2016
Huperzia selago / pokryvnost v %	0	0	0	0	0	0	0	0
Vrchol	STU	STU	STU	STU	STU	STU	STU	STU
Strana	W	W	W	W	W	W	W	W
Ctverec	11	11	13	13	31	31	33	33
Rok	2008	2016	2008	2016	2008	2016	2008	2016
Huperzia selago / pokryvnost v %	0	0	0	0	0	0	0	0

Na monitorovacích plochách v rámci projektu GLORIA nebyla na Studniční hoře *Huperzia selago* zaznamenána (Tab. 7).

2 Metodika

2. 1 Studium vegetativního šíření *Huperzie selago* na severních svazích Studniční a Luční hory s využitím trvalých ploch

Studium vegetativního šíření proběhlo od 30.10.2015 do 9.9.2016. Rozsáhlá terenní data a fotodokumentace z trvalých ploch jsou součástí příloh 1. a 2. na CD-ROM.

Lokalizace trvalých ploch byla zvolena podle charakteru substrátu, resp. podílu suti, přítomnosti mechů, lišejníků, *Calluna vulgaris* a *Carex bigelowii*, které na konkrétních místech dominují. Trvalá plocha měla tvar čtverce a rozměry 0,5 x 0,5 m. Na Studniční hoře bylo založeno 6 trvalých čtverců a na Luční hoře 7. Na obou lokalitách byla trvale označena srovnávací plocha s maximálním výskytem *Huperzia selago* bez přítomnosti potenciálních konkurentů: *Avenella flexuosa*, *Calluna vulgaris*, *Carex bigelowii*, *Hieracium* sp., *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium myrtillus*, zástupců mechů a lišejníků.

Každý čtverec byl rozdělen na síť 25 malých čtverců o ploše 10 x 10 cm (Obr. 20) a v nich byla stanovena pokryvnost v procentechu všech přítomných druhů. U *Huperzia selago* se dále zaznamenávaly tyto charakteristiky:

- 1) živá/mrtvá rostlina
- 2) větvení – počet větví
- 3) počet bulbil
- 4) výška rostliny

A1	A2	A3	A4	A5
B1	B2	B3	B4	B5
C1	C2	C3	C4	C5
D1	D2	D3	D4	D5
E1	E2	E3	E4	E5

Obr. 20 : Označení 25 čtverců 10 x 10 cm v rámci trvalé plochy (0,5 x 0,5 metrů)

Pro statistické vyhodnocení vlivu složení okolní vegetace na početnost *Huperzia selago* byly použity reverzní redundanční analýzy (RDA), kde jako vysvětlující proměnná vystupovala logaritmicky transformovaná [$x' = (\ln x + 1)$] pokryvnost druhu *Huperzia selago* a jako vysvětlované proměnné stejně transformované procentické pokryvnosti ostatních druhů cévnatých rostlin, mechorostů a lišejníků. Skutečnost, že plochy se nacházely ve dvou prostorově oddělených lokalitách (Luční hora a Studniční hora), byla v analýze zohledněna pomocí kovariáty identifikující lokalitu každé plochy. Rozhodnutí o výběru lineární ordinační metody (RDA) namísto metody unimodální (CCA) bylo učiněno podle doporučení v práci Lepš et Šmilauer (2003). V první analýze nebyly rozlišovány jednotlivé druhy mechorostů a lišejníků a použita byla celková pokryvnost obou těchto skupin, v další analýze byly použity naopak pokryvnosti jednotlivých druhů mechů i lišejníků. Pro testování vlivu vysvětlující proměnné (totožné s první kanonickou ordinační osou RDA) byl použit Monte Carlo permutační test s 999 permutacemi v rámci bloku určeného kovariátou. Při zjištění průkazného vlivu první kanonické osy byly síla a směr korelace pokryvnosti *Huperzia selago* s pokryvnostmi ostatních druhů ve vegetaci vyjádřeny souřadnicemi jednotlivých druhů na této ose. Výpočty byly provedeny v programu Canoco for Windows 4.5.

Rozdíly ve vývoji počtu pupenů a rostlin *Huperzia selago* mezi Studniční a Luční horou byly testovány pomocí analýzy variance pro opakovaná měření (*repeated measures ANOVA*). Protože vstupní data nesplňovala předpoklad sféricity (Mauchlyho test, $P < 0.042$), byla u testů *within-subject* efektů (vlivu času a vlivu interakce času s lokalitou) provedena Greenhouse-Geisserova korekce (postupem, který popisují Lepš a Šmilauer 2016). Výpočty a grafické zobrazení výsledků byly provedeny v programu R 3.2.2.

2. 2 Zachycení rostlinných společenstev s výskytem *Huperzia selago*

Zachycení rostlinných společenstev s výskytem *Huperzia selago* proběhlo ve vegetační sezóně 2016.

1) Pro zachycení rostlinných společenstev s výskytem *Huperzia selago* byly využity jak již popsané monitorovací plochy o rozměru 0,5 x 0,5 m (Příloha 3. na CD-ROM), tak i standardní fytoocenologické snímky o rozměru 4 x 4 metrů.

2) Na Studniční hoře byl zapsán jeden fytoocenologický snímek a na Luční hoře byly zapsány dva fytoocenologické snímky na ploše o rozměru 4 x 4 metrů.

3) Fytoocenologické snímky byly zapsány v blízkém prostoru založených trvalých ploch pro monitoring vegetativního šíření *Huperzia selago*.

4) Pokryvnost druhů v trvalých plochách byla hodnocena procentuálně.

5) Pokryvnost ve fytoocenologických snímcích byla hodnocena s využitím Braun - Blanquetovy stupnice pokryvnosti (Tab. 8).

Jména taxonů cevnatých rostlin jsou sjednocena podle Danihelka et al. (2012).

Jména rostlinných společenstev jsou uvedena podle Chytrý et al. (2010).

Jména mechorostů jsou uvedena podle Smith (2004).

Jména lišejníků jsou uvedena podle Smith et al. (2009).

Tab. 8: Braun–Blanquetova stupnice pokryvnosti

(Westhoff & Van Der Maarel , 1978)

stupeň	pokryvnost snímkové plochy v %
r	jeden nebo několik málo jedinců s nepatrnou pokryvností (cca 1%)
+	roztoušený výskyt s pokryvností < 5%
1	hojný výskyt s velmi malou pokryvností nebo méně početný druh s větší pokryvností, vždy však < 5% plochy
2m	početný druh s pokryvností ± 5%
2a	druh s pokryvností 5–15% bez ohledu na počet jedinců
2b	druh s pokryvností 15–25% bez ohledu na počet jedinců
3	druh s pokryvností 25–50% bez ohledu na počet jedinců
4	druh s pokryvností 50–75% bez ohledu na počet jedinců
5	druh s pokryvností 75–100% bez ohledu na počet jedinců

2. 3 Zachycení průběhu teplot po dobu průzkumu pomocí dataloggeru

Na Luční i Studniční horu byl v prostoru kontrolních ploch umístěn vždy 1 datalogger značky TOMST, který měřil teplotu na 3 místech: T1 - 6 cm pod půdním povrchem, T2 - 2 cm nad půdním povrchem, T3 - 15 cm nad půdním povrchem. Měření proběhlo od 30. 10. 2015 do 30. 10. 2016 (www.tomst.com). Soubor naměřených dat je součástí přílohy 4. na CD-ROM.

Významnost rozdílů v maximálních a minimálních denních hodnotách teploty (měřené ve 2 cm nad povrchem půdy) a vlhkosti (použity hodnoty signálu surové vlhkosti, viz www.tomst.com) mezi Studniční a Luční horou byla testována pomocí modelů jednocestné analýzy variance (ANOVA). Vysvětlující proměnnou byla lokalita, vysvětlovanými proměnnými klimatické charakteristiky. Výpočty a grafické zobrazení výsledků byly provedeny v programu R 3.2.2.

2. 4 Studium vegetativního rozmnožování druhu v laboratorních podmínkách

Test proběhl s 400 bulbilami odebranými na Luční a Studniční hoře. Odběr bulbil proběhl mimo trvalé plochy. Na Studniční hoře proběhl odběr 200 bulbil 2.10.2015 a na Studniční hoře bylo odebráno 200 bulbil 3.10.2015. Bulbily byly uloženy v papírovém sáčku v lednici, odkud byly vjmuty 9.10.2015.

Bylo založeno 16 Petriho misek, do každé Petriho misky bylo umístěno 25 bulbil, každá varianta testu proběhla se 100 bulbilami (tj. 4 Petriho misky na 1 variantu testu).

300 bulbil bylo kultivováno na buničině, kde byla jako medium použita destilovaná voda. Dále bylo 100 bulbil kultivováno na buničině s roztokem kyseliny gibberelové o koncentraci 0,03%.

Podle (Harčariková et Zahradníková, 2007) byly použity 4 typy ošetření sloužící k přerušování dormance bulbil a aktivaci jejich klíčení (Tab. 9).

1. teplotní stratifikace - 3 měsíce při teplotě 20°C

2. chladová stratifikace -
 1. týden - laboratorní teplota cca 20°C,
 5. měsíců - lednice při teplotě 5°C,
 2. měsíce - termostat, střídání teplot dne a noci 5 - 18°C,
 1. měsíc - laboratorní teplota cca 20°

3. stratifikace s aplikací kyseliny gibberelové o koncentraci 0,03% (300ppm; 0,075g do 250ml destil. vody; 0,15g do 500ml)
 1. měsíc - laboratorní teplota 20°C,
 2. měsíce - termostat střídání teplot (den 18°C a noc 2°C),
 1. měsíc - laboratorní teplota 20°C,
 2. měsíce - lednice při teplotě 5°C,
 1. měsíc - laboratorní teplota 20°C,
 2. měsíce - termostat střídání teplot (den 18°C a noc 2°C)

4. stratifikace ve venkovních podmínkách - zabalení Petriho misek do mikrotenových sáčků a uložení ve venkovních podmínkách do roztání sněhu

Při laboratorních pokusech byla použita lednička GORENJE HZOS3566 a termostat BK 6160.

Tab. 9 : Typy ošetření sloužící k přerušení dormance a aktivaci klíčení bulbil

stratifikace	počet bulbil	počet Petriho misek	doba testu
1. teplotní	100	4	3. měsíce (9.10.2015 - 10.1. 2016)
2. chladová	100	4	8 1/4. měsíce (9.10.2015 - 24.5. 2016)
3. kyselina gibberelová	100	4	9. měsíců (9.10.2015 - 24.5. 2016) test ukončen dříve, rostliny přesazeny ven
4. ve venkovních podmínkách	100	4	do roztání sněhu (9.10.2015 - 29.3. 2016)

Pro statistické zpracování testu klíčivosti bulbil byl použit zobecněný lineární model (GLM) s logit link funkcí pro data s předpokládanou binomickou distribucí. Vysvětlující proměnnou byl způsob stratifikace (4 různé varianty, v každé variantě 4 nezávislá opakování – Petriho misky). Jako vysvětlované proměnné vystupovaly podíly vyklíčených kořínků a vrcholů z počátečního počtu 25 vyšetých pupenů v každé misce. Nulový model (nulová hypotéza) předpokládala nezávislost klíčení na typu stratifikace. Vliv stratifikace byl testován porovnáním deviance (nevysvětlené variability) modelu obsahujícího tuto vysvětlující proměnnou s deviancí nulového modelu (bez vysvětlující proměnné) pomocí testu založeného na χ^2 statistice. U výsledného modelu byla ověřena adekvátnost předpokladu binomické distribuce (nepřítomnost tzv. nadměrné variability) porovnáním reziduální deviance modelu s počtem reziduálních stupňů volnosti.

2. 5 Dopěstování rostlin ve venkovních podmínkách

Vyklíčené bulbily byly přesazeny do květináčů a přeneseny do venkovních podmínek.

Prvních 50 rostlin bylo vysazeno 5.2.2016 v České Skalici (297 m n. m.), dalších 50 rostlin bylo vysazeno 26.5.2016 přímo na venkovním pozemku sbírky semen KRNAP ve Vrchlabí (482 m n. m.).

Pro výsadbu byl použit substrát o složení: 0,5 dílu rašeliny, 0,5 dílu listů a 2 díly říčního písku. Na dno květináče byly umístěny střepy. Květináč byl přikrytý pletivem, kvůli ochraně proti ptactvu. Květináče byly umístěny venku, ve stínu, zálivka se žádná neprováděla.

3 Výsledky

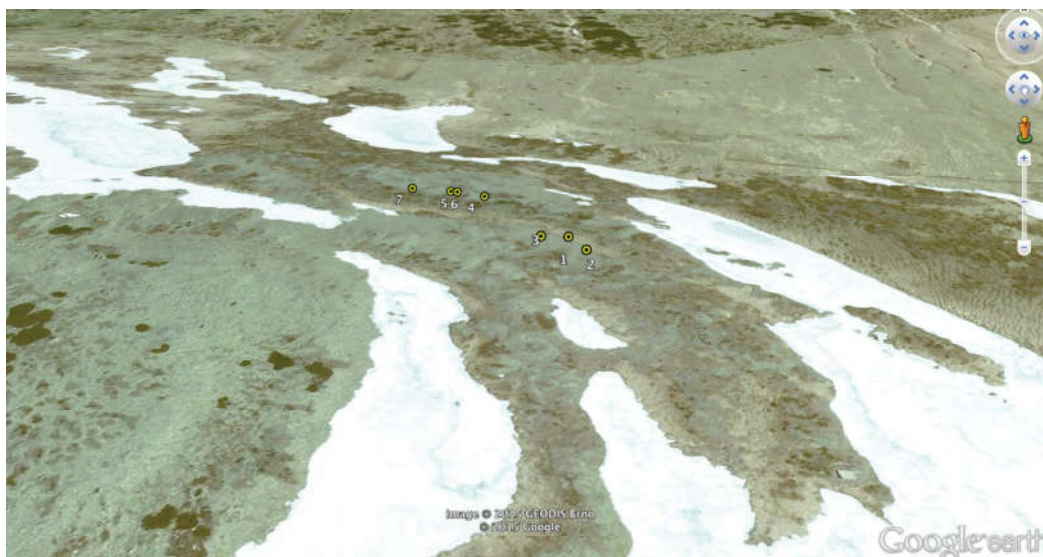
3.1 Vegetativní šíření *Huperzie selago* na severních svazích Studniční a Luční hory s využitím trvalých ploch o rozměru 0,5 x 0,5 metrů.

Přílohou diplomové práce jsou podrobné tabulky, kde jsou zaznamenány veškeré údaje, které byly zjištěny na monitorovacích plochách. Přílohy jsou označeny jako zápisy z monitorovacích ploch 1–13 (Příloha 1. - CD-ROM). Dále je součástí přílohy také fotodokumentace jednotlivých ploch v průběhu monitorování (Příloha 2. - CD-ROM).

3. 1. 1 Luční hora

Na Luční hoře bylo vytvořeno 7 trvalých ploch, které byly pozorovány v období od 3. 10. 2015 do 9. 9. 2016. Plochy byly vybrány na severní straně kopce v nadmořské výšce od 1519 m n. m. do 1526 m n. m. (Obr. 21).

Plochy byly monitorovány ve třech termínech, a to 30.10.2015, 11.6.2016 a 9.9.2016.



Obr. 21: Vyznačení ploch 1–7 na Luční hoře

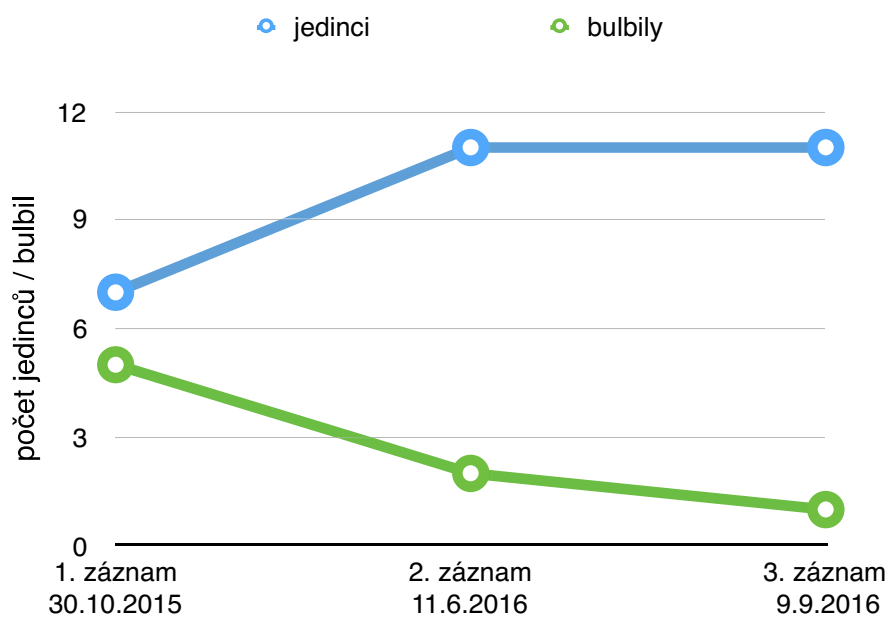
(<https://www.google.cz/intl/cs/earth/>, upraveno Halda, J. 2.11.2015)

Plocha č. 1 (Obr. 22) má středovou GPS souřadnici N 50°43'42,58", E 015°41'03,97", leží v nadmořské výšce 1524 m n. m. Plocha se nachází na suti.

Na ploše byl proveden monitoring dílčích polí (5 x 5) a jeho výsledky jsou zkráceně zobrazené v Tab. 10. Počet bulbil klesl, počet jedinců vzrostl (Obr. 23).



Obr. 22: Fotografie plochy č. 1 (foto Sylva Hučková - 30.10.2015)



Obr 23: Počet jedinců a bulbil na ploše 1

Tab. 10: Výsledky monitoringu plochy č. 1

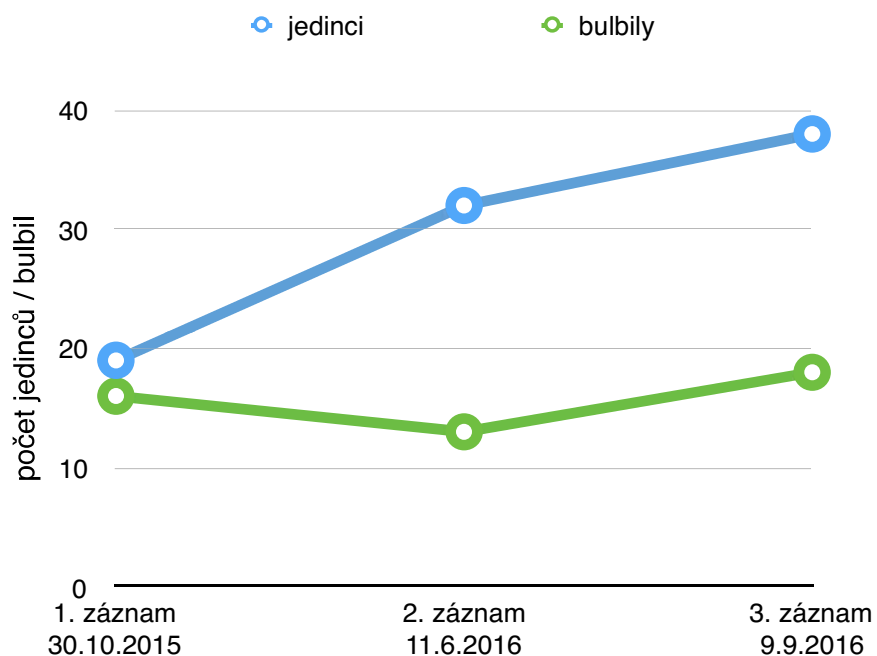
A	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
		počet rostlin			
		počet větví			
		velikost cm			
B	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-3	počet rostlin	+ 1		
		počet větví			
		velikost cm	+ 4,5	+ 1,5	
C	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-1	počet rostlin	+ 1		
		počet větví			
		velikost cm	+ 1,5	+ 0,5	
D	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
		počet rostlin	+ 1	+ 1	
		počet větví		+ 2	
		velikost cm	+ 2	+ 1,5	
E	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
		počet rostlin			
		počet větví			
		velikost cm			
celkem	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-4	počet rostlin	+ 3	+ 1	
		počet větví		+ 2	
		velikost cm	+ 8	+ 3,5	

Plocha č. 2 (Obr. 24) má středovou GPS souřadnici N 50°43'42,22", E 015°41'04,27", leží v nadmořské výšce 1526 m n. m. Plocha se nachází převážně na suti.

Plocha byla pozorována ve třech termínech a jeho zkrácené výsledky jsou zobrazené v Tab. 11. Na této ploše vzrostl jak počet jedinců tak i počet bulbil (Obr. 25).



Obr. 24: Fotografie plochy č. 2 (foto Sylva Hučková - 30.10.2015)



Obr. 25: Počet jedinců a bulbil na ploše 2

Tab. 11: Výsledky monitoringu plochy č. 2

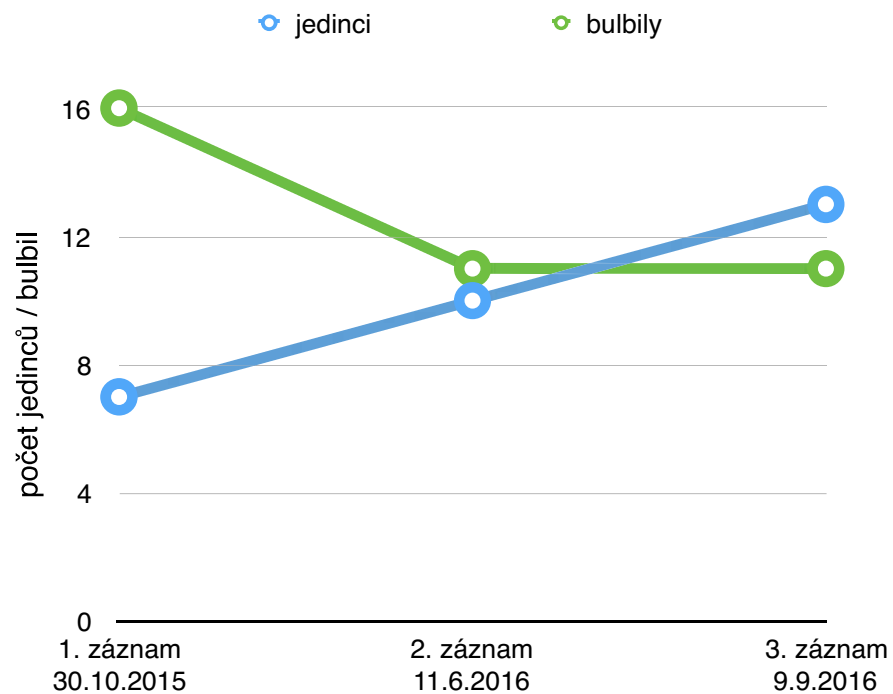
A	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
		počet rostlin	+ 4	-2	+ 2
		počet větví		-6	+ 6
		velikost cm	+ 4	-2	+ 4
B	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-1	počet rostlin	+ 5	+ 1	
		počet větví		+ 2	
		velikost cm	+ 5	+ 3,5	
C	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	+ 4	počet rostlin	+ 4		
		počet větví			
		velikost cm	+ 4	+ 2	
D	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
		počet rostlin	+ 4	-1	+ 1
		počet větví		-3	+ 3
		velikost cm	+ 3	-3	+ 3
E	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
		počet rostlin	+ 5	-1	+ 1
		počet větví		-2	+ 2
		velikost cm	+ 5	-3	+ 3
celkem	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	+ 3	počet rostlin	+ 22	-3	+ 4
		počet větví		-9	+ 11
		velikost cm	+ 21	-2,5	+ 10

Plocha č. 3 (Obr. 26) má středovou GPS souřadnici N 50°43'42,51" E 015°41'03,45". Plocha se nachází v nadmořské výšce 1526 m n. m., na suti.

Plocha byla pozorována ve třech termínech a jeho zkrácené výsledky jsou zobrazené v Tab. 12. Počet bulbil klesl, počet jedinců vzrostl (Obr. 27).



Obr. 26 : Fotografie plochy č. 3 (foto Sylva Hučková - 30.10.2015)



Obr. 27: Počet jedinců a bulbil na ploše 3

Tab. 12: Výsledky monitoringu plochy č. 3

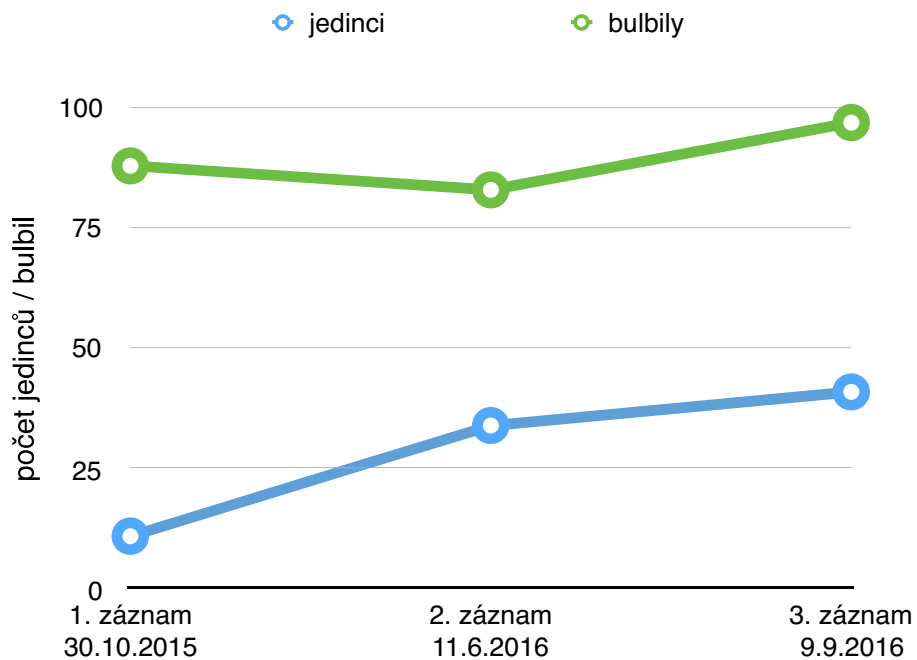
A	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-1	počet rostlin	+ 1	+ 2	
		počet větví		+ 5	
		velikost cm	+ 1,5	+ 2	
B	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
		počet rostlin			
		počet větví			
		velikost cm			
C	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-4	počet rostlin	+ 3	-1	
		počet větví		-5	
		velikost cm	+ 3,5	-8	
D	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
		počet rostlin			
		počet větví			
		velikost cm			
E	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
		počet rostlin	+ 1		
		počet větví			
		velikost cm	+ 0,5		
celkem	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-5	počet rostlin	+ 5	+ 1	
		počet větví			
		velikost cm	+ 5,5	-6	

Plocha č. 4 (Obr. 28) má středovou GPS souřadnici N 50°43'43,91" E 015°41'02,32". Plocha leží v nadmořské výšce 1519 m n. m. Vyskytuje se převážně na mechu s výrazně vyskytující se *Avenella flexuosa*.

Na ploše byl proveden monitoring ploch a jeho výsledky jsou zkráceně zobrazené v Tab 13. Na této ploše vzrostl jak počet jedinců tak i počet bulbil (Obr. 29).



Obr. 28 : Fotografie plochy č. 4 (foto Sylva Hučková - 30.10.2015)



Obr. 29: Počet jedinců a bulbil na ploše 4

Tab. 13: Výsledky monitoringu plochy č. 4

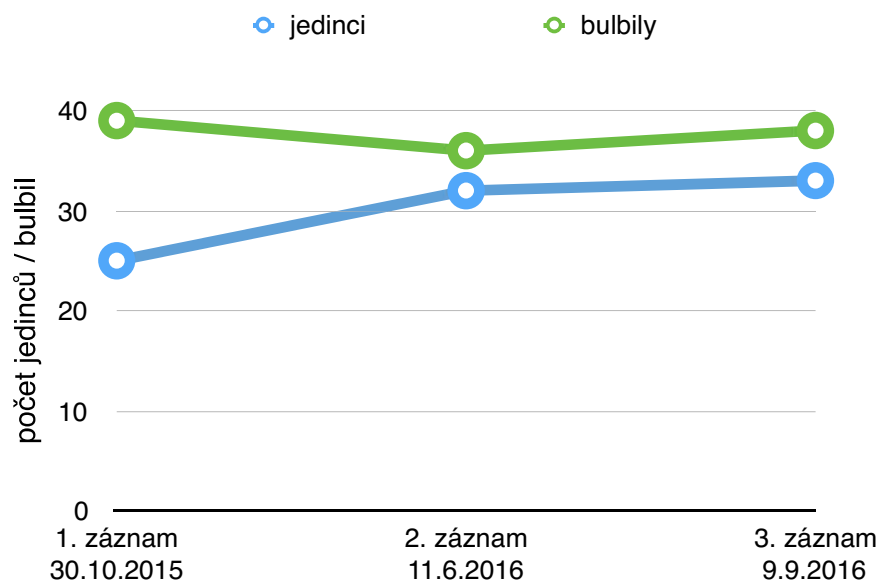
A	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-1	počet rostlin	+ 2	+ 1	
		počet větví		+ 5	
		velikost cm	+ 2,5	+ 5	
B	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	+ 12	počet rostlin	+ 12		
		počet větví			
		velikost cm	+ 12	+ 1	
C	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	+ 5	počet rostlin	+ 2		
		počet větví			
		velikost cm	+ 1		
D	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-9	počet rostlin	+ 12		
		počet větví			
		velikost cm	+ 9,5	+ 1,5	
E	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	+ 2	počet rostlin	+ 3	-2	
		počet větví		-8	
		velikost cm	+ 5	-10	
celkem	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	+ 9	počet rostlin	+ 31	-1	
		počet větví		-3	
		velikost cm	+ 30	-2,5	

Plocha č. 5 (Obr. 30) má středovou GPS souřadnici N 50°43'44,01" E 015°41'01,75". Nachází se v nadmořské výšce 1519 m n. m., na ploše převažují mechorosty hojně je *Carex bigelowii*.

Plocha byla pozorována ve třech termínech a jeho zkrácené výsledky jsou zobrazené v Tab. 14. Počet bulbil klesl, počet jedinců vzrostl (Obr. 31).



Obr. 30: Fotografie plochy č. 5 (foto Sylva Hučková - 30.10.2015)



Obr. 31: Počet jedinců a bulbil na ploše 5

Tab. 14: Výsledky monitoringu plochy č. 5

A	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
		počet rostlin	+ 1		
		počet větví			
		velikost cm	+2	+ 3	
B	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-3	počet rostlin	+2		
		počet větví			
		velikost cm	+2,5	+2,5	
C	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	+ 3	počet rostlin	+3		+1
		počet větví			
		velikost cm	+ 3	+2,5	+0,5
D	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-6	počet rostlin	+ 2		
		počet větví			
		velikost cm	+3	+3	
E	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	+5	počet rostlin	+ 1		
		počet větví			
		velikost cm	+ 1	+2,5	
celkem	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-1	počet rostlin	+9		+1
		počet větví			
		velikost cm	+11,5	+13,5	+0,5

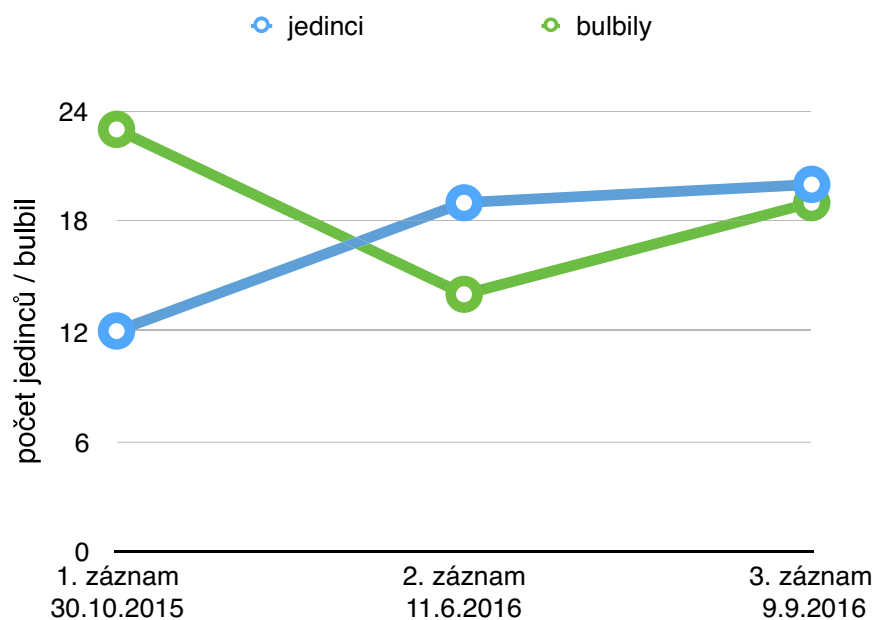
Plocha 6 (obr. 32) má středovou GPS souřadnici N 50°43'44,02" E 015°41'01,61".

Nadmořská výška této plochy je 1519 m n. m.. Plocha obsahuje jak suť, tak značné množství lišejníků a *Calluna vulgaris*.

Na ploše byl proveden monitoring ploch a jeho výsledky jsou zkráceně zobrazené v Tab. 15. Počet bulbil klesl, počet jedinců vzrostl (Obr. 33).



Obr. 32: Fotografie plochy č. 6 (foto Sylva Hučková - 30.10.2015)



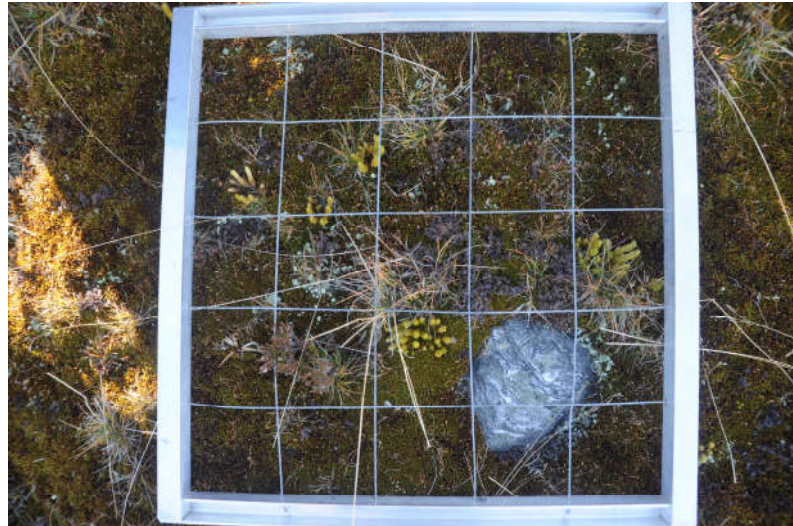
Obr. 33: Počet jedinců a bulbil na ploše 6

Tab. 15: Výsledky monitoringu plochy č. 6

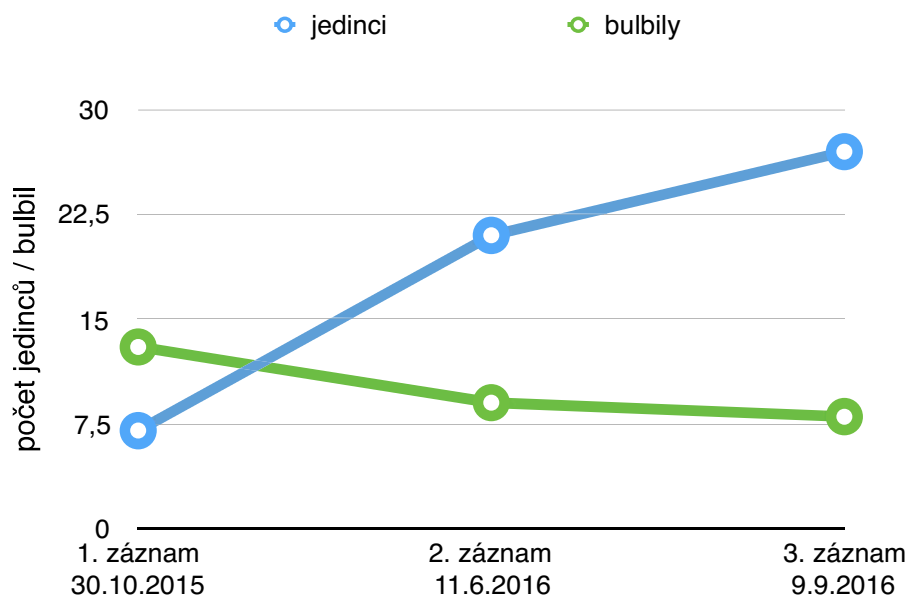
A	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	+ 1	počet rostlin			
		počet větví			
		velikost cm			+ 3
B	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-4	počet rostlin	+ 4		
		počet větví			
		velikost cm	+ 4	+ 3	
C	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	+ 3	počet rostlin			
		počet větví			
		velikost cm		+ 2	
D	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-4	počet rostlin	+ 3		
		počet větví			
		velikost cm	+ 3	+ 2	
E	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
		počet rostlin	+ 1		
		počet větví			
		velikost cm	+ 1		
celkem	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-4	počet rostlin	+ 8		
		počet větví			
		velikost cm	+ 6	+ 10	

Plocha č. 7 (Obr. 34) má středovou GPS souřadnici N 50°43'43,99" E 015°41'00,82". Nachází se v nadmořské výšce 1521 m n. m. Na ploše převažují mechorosty a hojně je *Carex bigelowii*.

Plocha byla pozorována ve třech termínech a jeho zkrácené výsledky jsou zobrazené v Tab. 16. Počet bulbil klesl, počet jedinců vzrostl (Obr. 35).



Obr. 34: Fotografie plochy č. 7 (foto Sylva Hučková - 30.10.2015)



Obr. 35: Počet jedinců a bulbil na ploše 7

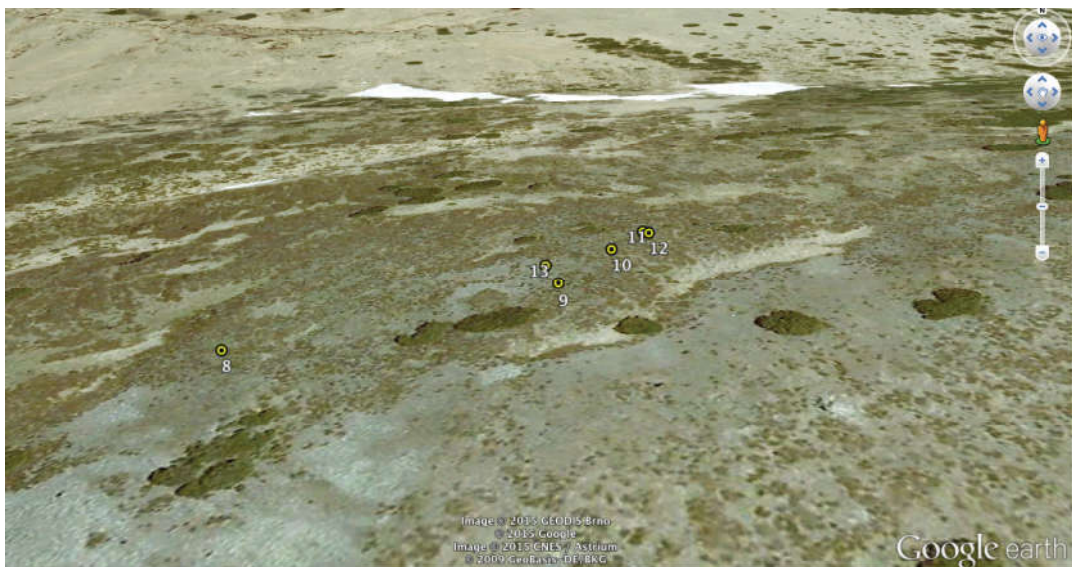
Tab. 16: Výsledky monitoringu plochy č. 7

A	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-2	počet rostlin	+ 3		
		počet větví			
		velikost cm	+ 3	+ 1	
B	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-2	počet rostlin	+ 3	-1	+ 1
		počet větví		-2	+ 2
		velikost cm	+ 1,5		+ 2
C	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	+ 1	počet rostlin	+ 10		
		počet větví			
		velikost cm	+ 10	+ 3	
D	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-2	počet rostlin	+ 5		
		počet větví			
		velikost cm	+ 5	+ 1	
E	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
		počet rostlin			
		počet větví			
		velikost cm			
celkem	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-5	počet rostlin	+ 21	-1	+ 1
		počet větví		-2	+ 2
		velikost cm	+ 19,5	+ 5	+ 2

3. 1. 2 Studniční hora

Na Studniční hoře bylo vytvořeno 6 trvalých monitorovacích ploch, které se nacházejí na severní straně kopce v nadmořské výšce od 1535 m n. m. do 1538 m n. m., jejich zakreslení na Studniční hoře je zobrazeno na Obr. 36. Plochy byly pozorovány v období od 2. 10. 2015 do 9. 9. 2016.

Plochy byly monitorovány ve třech termínech a to 30. 10. 2015, 11. 6. 2016 a 9. 9. 2016.



Obr. 36 : Vyznačení ploch 1–6 na Studniční hoře

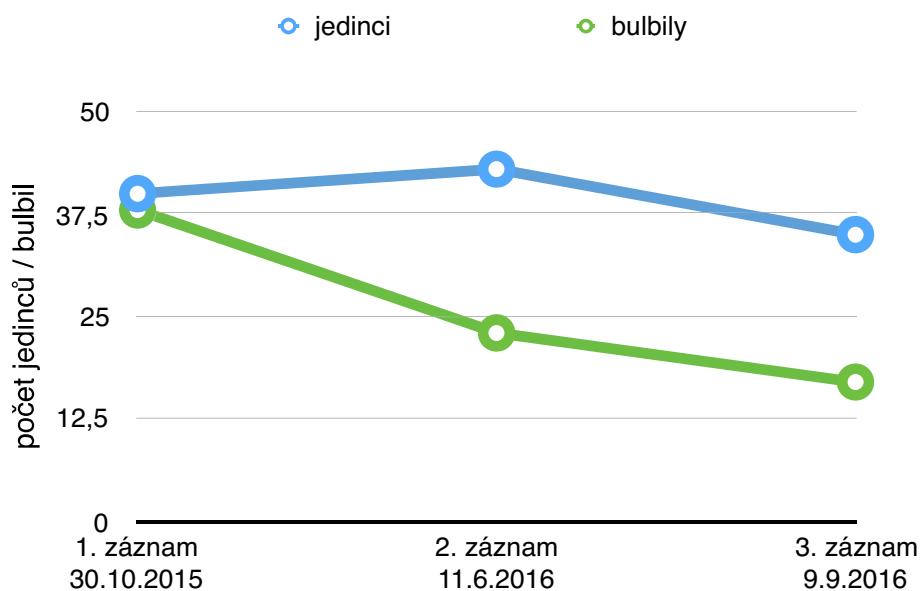
(<https://www.google.cz/intl/cs/earth/>, upraveno Halda, J. 2.11.2015)

Plocha č. 8 (Obr. 37) má středovou GPS souřadnici N 50°43'39,76" E 015°42'15,12" v nadmořské výšce 1535 m n.m. Na ploše se vyskytují lišejníky, *Calluna vulgaris* a velký podíl má stařina.

Plocha byla pozorována ve třech termínech a jeho zkrácené výsledky jsou zobrazené v Tab. 17. Na této ploše klesl počet jedinců i bulbil (Obr. 38).



Obr. 37: Fotografie plochy č. 8 (foto Sylva Hučková - 30.10.2015)



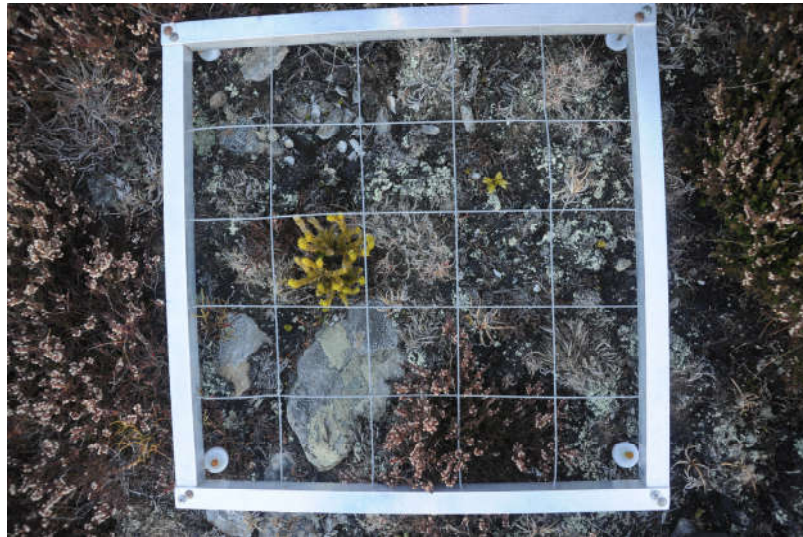
Obr. 38: Počet jedinců a bulbil na ploše 8

Tab. 17: Výsledky monitoringu plochy č. 8

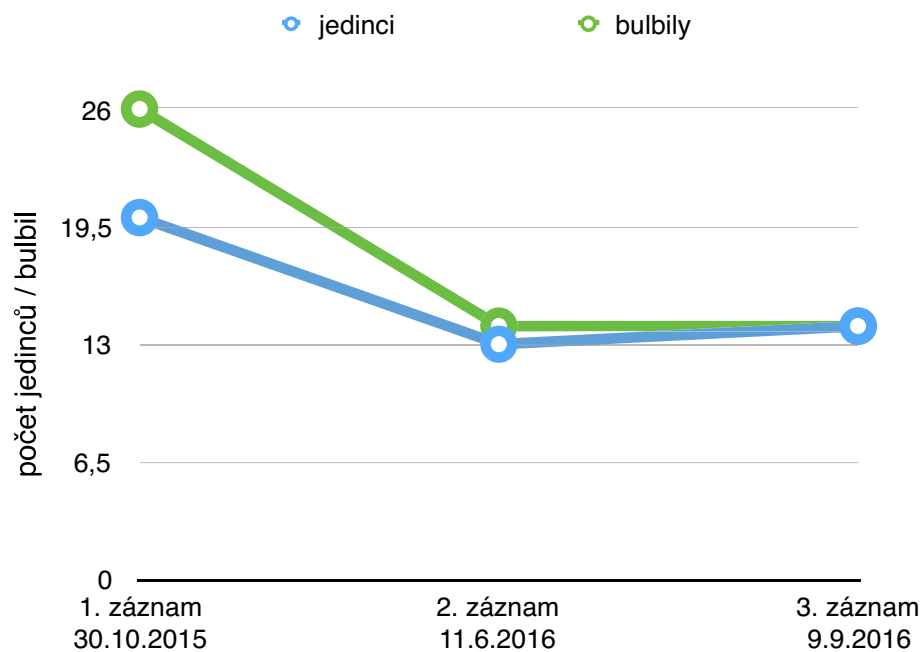
A	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-3	počet rostlin	-1		+ 1
		počet větví			
		velikost cm	-1,5		+ 2
B	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-4	počet rostlin	-2	-1	+2
		počet větví		-3	+3
		velikost cm	-1	-2,5	+3,5
C	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
		počet rostlin	-1	-1	+ 1
		počet větví		-4	+ 4
		velikost cm	+ 0,5	-3,5	+ 5
D	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-6	počet rostlin	+ 3	-3	+ 2
		počet větví		-10	+ 8
		velikost cm	+ 5,5	-12,5	+ 10,5
E	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-8	počet rostlin	+ 4	-2	+ 2
		počet větví		-4	+ 4
		velikost cm	+ 4	-3	+ 5
celkem	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-21	počet rostlin	+ 2	-7	+ 8
		počet větví		-21	+ 19
		velikost cm	+ 7,5	-21	+ 26,5

Plocha č. 9 (Obr. 39) má středovou GPS souřadnici N 50°43'40,14" E 015°42'17,75" leží v nadmořské výšce 1538 m n. m. Na ploše se vyskytují lišejníky, *Calluna vulgaris* a velký podíl má stařina.

Na ploše byl proveden monitoring ploch a jeho výsledky jsou zkráceně zobrazené v Tab. 18. Na této ploše klesl jak počet jedinců tak i počet bulbil (Obr. 40).



Obr. 39: Fotografie plochy č. 9 (foto Sylva Hučková - 30.10.2015)



Obr. 40: Počet jedinců a bulbil na ploše 9

Tab. 18: Výsledky monitoringu plochy č. 9

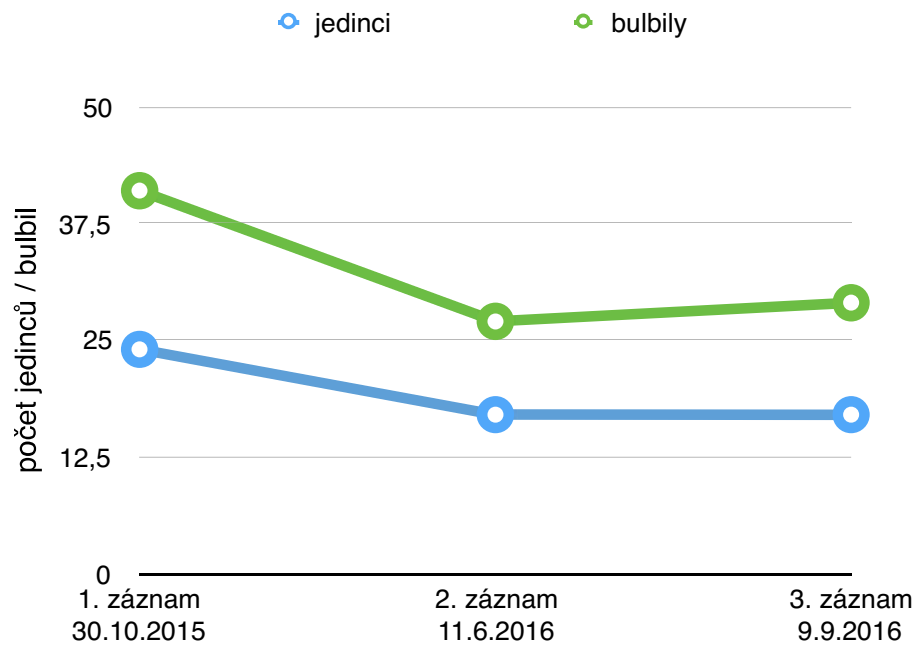
A	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-4	počet rostlin	-1		
		počet větví			
		velikost cm	-1		
B	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-1	počet rostlin	-1		+ 1
		počet větví			
		velikost cm	-1	+ 1	+ 1
C	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-8	počet rostlin	-1		
		počet větví			
		velikost cm	-1	+ 1	
D	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
		počet rostlin	-2	-1	+ 1
		počet větví	-1	-1	+ 1
		velikost cm	-2	-1	+ 1
E	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	+ 1	počet rostlin			
		počet větví			
		velikost cm	+ 0,5		
celkem	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-12	počet rostlin	-5	-1	+ 2
		počet větví		-1	+ 1
		velikost cm	-4,5	+ 1	+ 2

Plocha č. 10 (Obr. 41) má středové GPS souřadnice N 50°43'40,61" E 015°42'18,24". Plocha se nachází v nadmořské výšce 1536 m n. m. Plocha se vyznačuje výskytem lišejníků, *Calluna vulgaris* a stařiny.

Plocha byla pozorována ve třech termínech a jeho zkrácené výsledky jsou zobrazené v Tab. 19. Na této ploše klesl jak počet jedinců tak i počet bulbil (Obr. 42).



Obr. 41: Fotografie plochy č. 10 (foto Sylva Hučková - 30.10.2015)



Obr. 42: Počet jedinců a bulbil na ploše 10

Tab. 19: Výsledky monitoringu plochy č. 10

A	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
		počet rostlin	+ 2		
		počet větví			
		velikost cm	+ 2		
B	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-2	počet rostlin	+ 1	-1	+ 1
		počet větví		-4	+4
		velikost cm	+ 1	-4,5	+4,5
C	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-3	počet rostlin	-6	-2	+5
		počet větví		-3	
		velikost cm	-4	-3	+3
D	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-5	počet rostlin		-1	+ 1
		počet větví		-4	+3
		velikost cm	+ 1,5	-5	+2
E	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-2	počet rostlin			
		počet větví			
		velikost cm		+ 0,5	
celkem	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-12	počet rostlin	-3	-4	+7
		počet větví		-11	+7
		velikost cm	+ 0,5	-12	+9,5

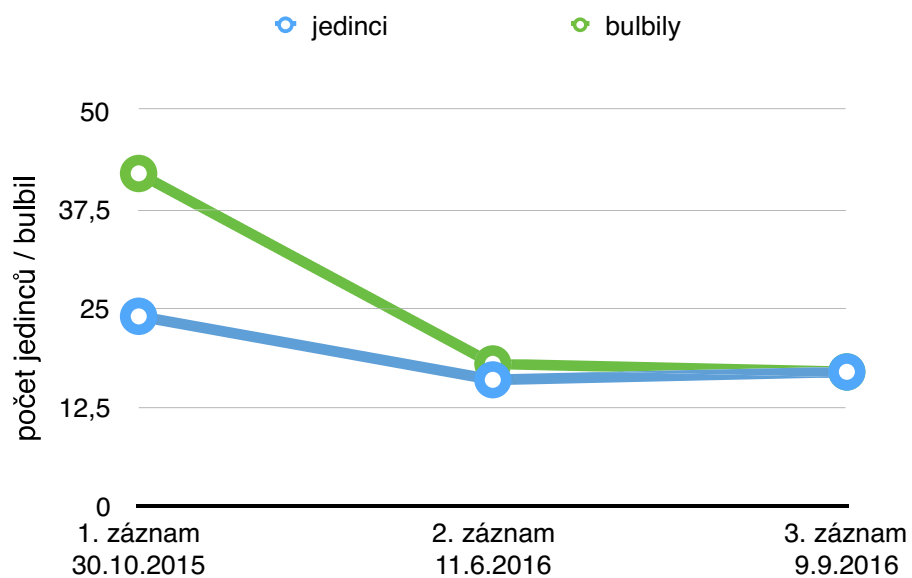
Plocha č. 11 (Obr. 43) má středové GPS souřadnice N 50°43'40,90" E 015°42'18,57".

Plocha leží v nadmořské výšce 1535 m n. m. Plocha se vyznačuje výskytem lišejníků, *Calluna vulgaris* a stařiny.

Plocha byla pozorována ve třech termínech a jeho zkrácené výsledky jsou zobrazené v Tab. 20. Počet bulbil i počet jedinců na této ploše klesl (Obr. 44).



Obr. 43: Fotografie plochy č. 11 (foto Sylva Hučková - 30.10.2015)



Obr. 44: Počet jedinců a bulbil na ploše 11

Tab. 20: Výsledky monitoringu plochy č. 11

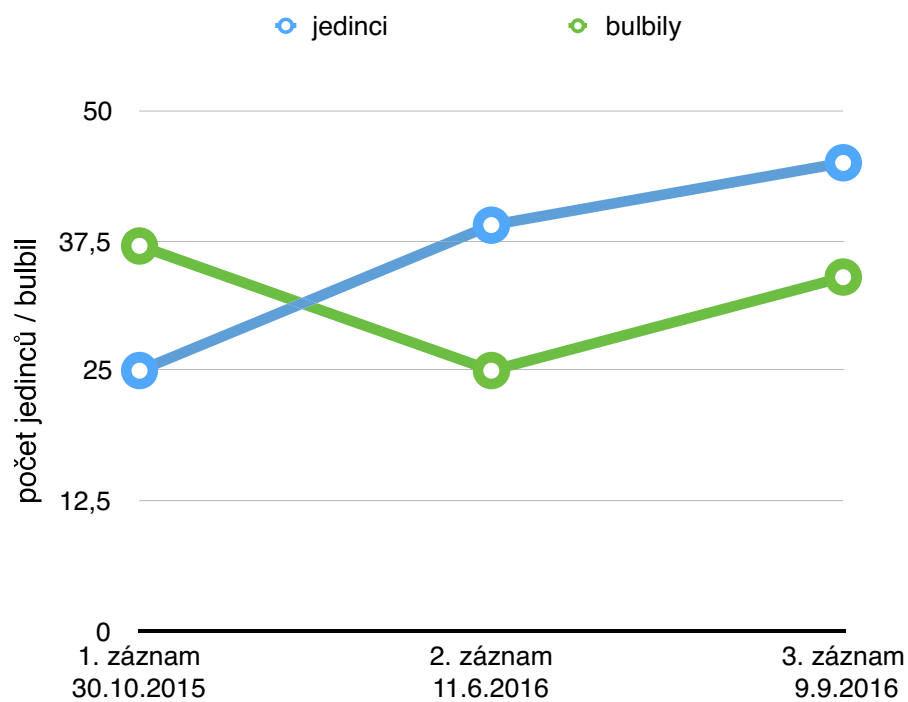
A	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-3	počet rostlin	-1		+1
		počet větví			
		velikost cm	-1	+1	+1
B	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-3	počet rostlin		-3	+3
		počet větví		-4	+5
		velikost cm	+ 0,5	-8,5	+9,5
C	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-6	počet rostlin		-1	+2
		počet větví		-1	+1
		velikost cm		-2	+2,5
D	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-6	počet rostlin	-1	-1	+1
		počet větví		-2	+2
		velikost cm	-1	-9,5	+9,5
E	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-7	počet rostlin			
		počet větví			
		velikost cm			
celkem	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-25	počet rostlin	-2	-5	+7
		počet větví		-7	+8
		velikost cm	-1,5	-19	+ 24,5

Plocha č. 12 (Obr. 45) má středové GPS souřadnice N 50°43'40,87" E 015°42'18,62". Nachází se v nadmořské výšce 1535 m n. m. Na ploše se vyskytují mechorosty, lišejníky a *Carex bigelowii*.

Plocha byla pozorována ve třech termínech a jeho zkrácené výsledky jsou zobrazené v Tab. 21. Počet jedinců na ploše vzrostl a počet bulbil klesl (Obr. 46).



Obr. 45: Fotografie plochy č. 12 (foto Sylva Hučková - 30.10.2015)



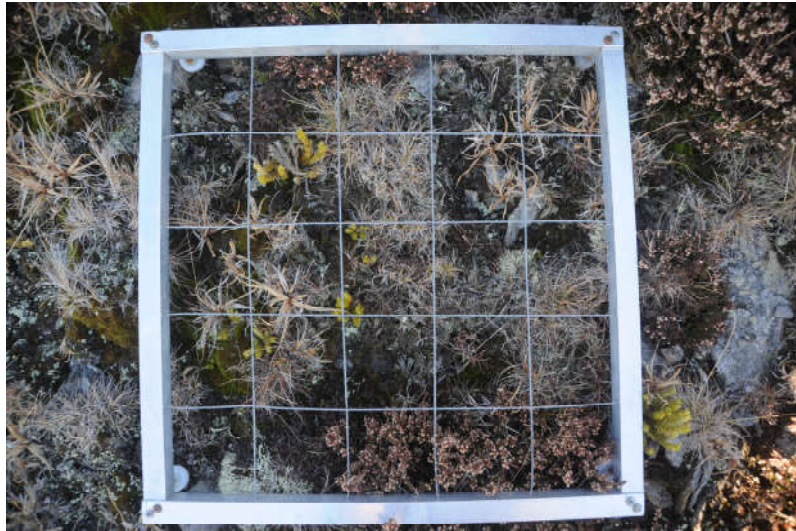
Obr 46: Počet jedinců a bulbil na ploše 12

Tab. 21: Výsledky monitoringu plochy č. 12

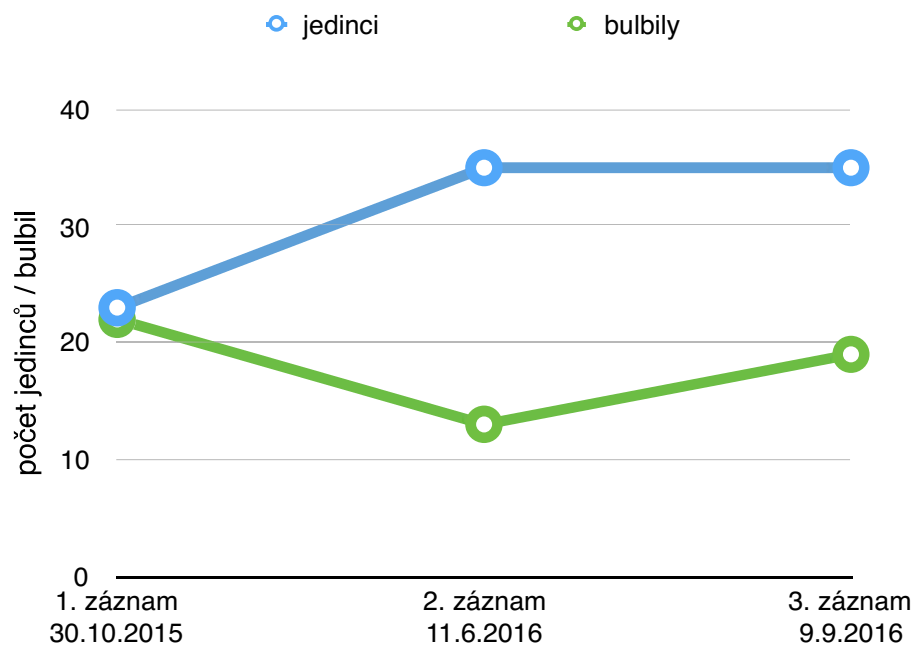
A	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	+ 3	počet rostlin	+ 3		
		počet větví			
		velikost cm	+ 6	+4	
B	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-6	počet rostlin	+9	+1	+1
		počet větví		+1	+1
		velikost cm	+10	+2,5	+1
C	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
		počet rostlin	+2		+2
		počet větví			
		velikost cm	+1	+4	+1
D	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-1	počet rostlin	+2	+1	
		počet větví		+2	
		velikost cm	+3,5	+3	
E	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	+1	počet rostlin	+2		
		počet větví			
		velikost cm	+2	+1	
celkem	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-3	počet rostlin	+18	+2	+3
		počet větví		+3	+1
		velikost cm	+22,5	+14,5	+2

Plocha č. 13 (Obr. 47) má středové GPS souřadnice N 50°43'40,43" E 015°42'17,65". Nachází se v nadmořské výšce 1536 m n. m. Plocha se vyznačuje výskytem mechorostů, lišejníků a *Carex bigelowii*.

Plocha byla pozorována ve třech termínech a jeho zkrácené výsledky jsou zobrazené v Tab. 22. Na této ploše počet bulbil klesl a počet jedinců vzrostl (Obr. 48).



Obr. 47: Fotografie plochy č. 13 (foto Sylva Hučková - 30.10.2015)



Obr. 48: Počet jedinců a bulbil na ploše 13

Tab. 22: Výsledky monitoringu plochy č. 13

A	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	+3	počet rostlin	+4	+2	
		počet větví		+2	
		velikost cm	+6,5	+5	
B	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-6	počet rostlin	+6	+1	
		počet větví		+2	
		velikost cm	+6	+2	
C	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-2	počet rostlin	-3		+3
		počet větví		-2	+4
		velikost cm	-2		+6
D	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	+2	počet rostlin	-1	+1	+1
		počet větví		-1	+3
		velikost cm	-1	+4	+3
E	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
		počet rostlin	+2		
		počet větví			
		velikost cm	+5	+1	
celkem	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-3	počet rostlin	+8	+4	+4
		počet větví		+1	+7
		velikost cm	+14,5	+12	+9

V Tab. 23 jsou shrnuty výsledky z monitorovacích ploch na Luční hoře. Na všech monitorovaných plochách se *Huperzia selago* značně rozšířila.

Monitorovací plochy č. 1–3 byly založeny na podkladu, kde se hodně vyskytovala suť. Jak je vidět, rostlině se zde dařilo a značně se tu rozrostla. Na ploše č. 2 dokonce přibylo 19 malých rostlin. Na ploše č. 1 se *Huperzia selago* rozrostla o 4 nové rostliny a na ploše č. 3 o 6 rostlin. Na monitorovací ploše č. 2 je menší podíl suti, než na plochách č. 1 a č. 3, proto se mohla *Huperzia selago* více rozšířit.

Monitorovací plocha č. 4 obsahuje převážně mechorosty a *Avenella flexuosa*. Zde se *Huperzia selago* na plochách v rámci Luční hory dařilo nejlépe, přibylo 30 nových rostlin.

Monitorovací plochy č. 5 a č. 7 jsou plochy s výskytem mechorostů a *Carex bigelowii*. I zde je vidět, jak rostliny prosperují a značně se šíří. Na ploše č. 5 je hojně zastoupená *Carex bigelowii* a *Huperzia selago* se rozrostla o 8 jedinců. Na ploše č. 7 je ve velkém množství zastoupen mech *Lecidoma demissum* a početnost *Huperzia selago* se zvýšila o 20 jedinců.

Monitorovací plocha č. 6 obsahuje jak suť, lišejníky a *Calluna vulgaris*. *Huperzia selago* se i na této ploše rozšířila a přibylo 8 jedinců.

Populace *Huperzia selago* se na monitorovacích plochách zvětšovala o nové jedince, ale také jednotlivé rostliny narůstaly na své velikosti.

V Tab. 24 jsou zobrazeny výsledky z monitorovacích ploch na Studniční hoře: Zde se *Huperzia selago* již nerozrůstala tak dobře jako na monitorovacích plochách na Luční hoře.

Monitorovací plochy č. 8–11 byly založené v oblasti výskytu holé půdy, lišejníků, nahromaděné stařiny a *Calluna vulgaris*. Zde rostliny v celkovém počtu hodně ubývaly. Na ploše č. 8 s velkým výskytem stařiny se *Huperzia selago* rozšířila o 2 nevětvené rostliny a 7 větvených rostlin uhynulo. Na monitorovací ploše č. 9 uhynulo 6 rostlin, na plochách č. 10 a č. 11 se populace *Huperzia selago* zmenšila o 7 jedinců.

Na monitorovacích plochách č. 12 a č. 13 s kombinací mechorostů, lišejníků a *Carex bigelowii*, *Huperzia selago* prosperovala. Na ploše č. 12 přibylo 18 nových nevětvených jedinců a 2 jedinci větvení *Huperzia selago*. Na ploše č. 13 za období

monitorování přibýlo 12 nových jedinců *Huperzia selago*. V tabulkách č. 23 a 24 je zeleně označeno zvýšení nárůstů rostlin a červeně pokles rostlin.

Terenní výsledky ukazují na lepší šíření *Huperzia selago* na stanovištích s výskytem mechů, *Carex bigelowii* a *Avenella flexuosa*, a naopak snížení početnosti druhu na stanovištích s vysokou pokryvností *Calluna vulgaris* a stařiny. Avšak statistické testy tyto vztahy nepotvrdily. Při reverzních RDA nebyl zjištěn průkazný vliv složení okolní vegetace na pokryvnost *Huperzia selago*, ať byla použita data se soubornými pokryvnostmi mechorostů a lišejníků ($F=1.15$, $P<0.323$), nebo data s pokryvnostmi jednotlivých druhů mechorostů a lišejníků ($F=0.67$, $P<0.772$).

Mezi lokalitami nebyly prokázány rozdíly v průměrném počtu pupenů v ploše ($P<0.92$), v průměrném počtu rostlin v ploše ($P<0.26$), ani ve vývoji počtu rostlin (nepřukázná interakce času s lokalitou, $P<0.06$). Vývoj počtu pupenů v ploše se však mezi lokalitami lišil (průkazná interakce času s lokalitou, $P<0.007$). Zatímco na Luční hoře se počet pupenů během sledování příliš neměnil, na Studniční hoře docházelo během první poloviny doby sledování k výraznému poklesu počtu pupenů oproti počátečnímu stavu.

Tab. 23 : Výsledky z monitorovacích ploch na Luční hoře

Luční hora - 30.10.2015 - 9.9.2016					
1. plocha	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-4	počet rostlin	+ 3	+ 1	
		počet větví		+ 2	
		velikost cm	+ 8	+ 3,5	
2. plocha	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	+2	počet rostlin	+ 22	-3	+ 4
		počet větví		-9	+ 11
		velikost cm	+ 21	-2,5	+ 10

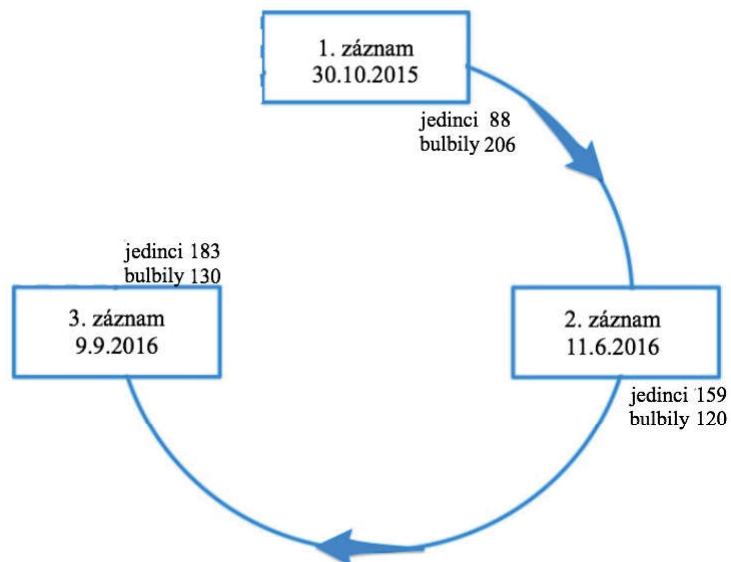
Tab. 23 pokračování : Výsledky z monitorovacích ploch na Luční hoře

Luční hora - 30.10.2015 - 9.9.2016					
3. plocha	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-5	počet rostlin	+ 5	+1	
		počet větví			
		velikost cm	+5,5	-6	
4. plocha	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	+ 9	počet rostlin	+ 31	-1	
		počet větví		-3	
		velikost cm	+ 30	-2,5	
5. plocha	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-1	počet rostlin	+9		+1
		počet větví			
		velikost cm	+11,5	+13,5	+0,5
6. plocha	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-4	počet rostlin	+ 8		
		počet větví			
		velikost cm	+ 6	+ 10	
7. plocha	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-5	počet rostlin	+ 21	-1	+ 1
		počet větví		-2	+ 2
		velikost cm	+ 19,5	+ 5	+ 2

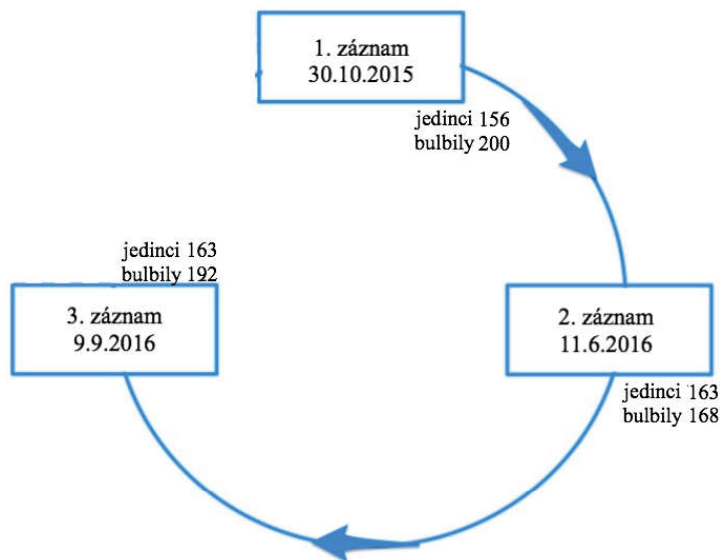
Tab. 24: Výsledky z monitorovacích ploch na Studniční hoře

Studniční hora - 30.10.2015 - 9.9.2016					
8. plocha	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-21	počet rostlin	+ 2	-7	+ 7
		počet větví		-21	+ 19
		velikost cm	+ 7	-19,5	+ 26,5
9. plocha	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-12	počet rostlin	-5	-1	+ 2
		počet větví		-1	+ 1
		velikost cm	-4,5	+ 1	+ 2
10. plocha	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-12	počet rostlin	-3	-4	+7
		počet větví		-11	+7
		velikost cm	+ 0,5	-12	+9,5
11. plocha	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-25	počet rostlin	-2	-5	+7
		počet větví		-7	+8
		velikost cm	-1,5	-19	+ 24,5
12. plocha	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-3	počet rostlin	+18	+2	+3
		počet větví		+3	+1
		velikost cm	+22,5	+14,5	+2
13. plocha	počet bulbil		živá rostlina nevětvená	živá rostlina větvená	mrtvá rostlina
	-3	počet rostlin	+8	+4	+4
		počet větví		+1	+7
		velikost cm	+14	+12	+9

Na Obr. 49 je graficky znázorněno, jak se měnil počet jedinců a bulbil v průběhu monitorování trvalých ploch na Luční hoře. Na Obr. 50 je znázorněn počet jedinců a bulbil v průběhu monitorování na Studniční hoře.



Obr. 49: Počet jedinců a bulbil na Luční hoře



Obr. 50: Počet jedinců a bulbil na Studniční hoře

3. 2 Rostlinná společenstva s výskytem *Huperzia selago* na Luční s Studniční hoře

3. 2. 1 Floristický soupis trvalých monitorovacích ploch o rozměru 0,5 x 0,5 metrů

Na Studniční a Luční hoře bylo vytvořeno 13 trvalých monitorovacích ploch o rozměru 0,5 x 0,5 metrů, kde byla zachycená rostlinná společenstva a vzorky populace *Huperzia selago* (Tab. 25A–25C).

Soupis druhů z monitorovacích ploch o rozměru 0,5 x 0,5 metrů seřazený podle početnosti je přílohou diplomové práce (Příloha 3. - CD-ROM).

Tab. 25A: Floristický soupis cévnatých rostlin

plocha číslo	Luční hora							Studniční hora					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
E1													
cévnaté rostliny													
<i>Avenella flexuosa</i> (metlička křivolaká)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<i>Calluna vulgaris</i> (vřes obecný)		/	/			/	/	/	/	/	/	/	/
<i>Carex bigelowii</i> (ostřice Bigelowova)					/	/	/		/	/		/	/
<i>Hieracium</i> sp. (jestřábník)	/	/							/	/	/		
<i>Huperzia selago</i> (vranec jedlový)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<i>Vaccinium myrtillus</i> (borůvka)									/				
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> (brusinka)										/	/		

Tab. 25B: Floristický soupis mechorostů

plocha číslo	Luční hora							Studniční hora					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
E0													
mechy													
<i>Dicranella</i> sp.	/	/						/	/	/			/
<i>Kiaeria starkei</i>	/					/					/		/
<i>Pohlia</i> sp.						/		/	/	/			/
<i>Polytrichum strictum</i>				/	/		/				/	/	
<i>Racomitrium</i> sp.			/										

Tab. 25C: Floristický soupis lišejníků

plocha číslo	Luční hora							Studniční hora					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
E0													
lišejníky													
<i>Alectoria ochroleuca</i>					/	/				/	/	/	
<i>Baeomyces rufus</i>								/	/	/			
<i>Cetraria islandica</i>		/		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
<i>Cladonia bellidiflora</i>	/		/	/	/	/	/	/	/			/	/
<i>Cladonia cervicornis</i>			/										
<i>Cladonia rangiferina</i>												/	
<i>Cladonia uncialis</i>							/	/					/
<i>Fuscidea kochiana</i>						/							
<i>Lecanora intricata</i>							/						
<i>Lecanora polytropa</i>	/	/	/			/		/	/		/		
<i>Lecidea fuscoatra</i>		/											
<i>Lecidea lapicida</i>							/						
<i>Lecidea lithophila</i>	/	/	/						/				/
<i>Lecidea plana</i>	/	/	/			/		/	/		/		
<i>Lecidoma demissum</i>							/	/	/				
<i>Micarea lignaria</i>								/					/
<i>Micarea turfosa</i>									/				
<i>Placynthiella icmalea</i>								/					
<i>Placynthiella uliginosa</i>						/							/

Tab. 25C pokračování: Floristický soupis lišejníků

plocha číslo	Luční hora							Studniční hora					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
lišejníky													
<i>Porpidia soledizodes</i>													/
<i>Porpidia tuberculosa</i>	/	/	/			/					/	/	
<i>Protoparmelia badia</i>												/	
<i>Rhizocarpon alpicola</i>											/		
<i>Rhizocarpon geographicum</i>	/	/	/			/					/	/	
<i>Rhizocarpon lecanorinum</i>											/		
<i>Rhizocarpon reductum</i>	/	/	/			/					/		
<i>Schaereria fuscocinerea</i>			/									/	
<i>Stereocaulon dactylophyllum</i>	/												
<i>Stereocaulon vesuvianum</i>			/										
<i>Trapeliopsis granulosa</i>						/					/		
<i>Tremolecia atrata</i>	/		/										

Podle floristického soupisu, který byl na trvalých monitorovacích plochách proveden, lze konstatovat, že z cévnatých rostlin mají nejvyšší stálost *Avenella flexuosa* a *Huperzia selago*. Z lišejníku je nejrozšířenější *Cetraria islandica* a *Cladonia bellidiflora*.

3. 2. 2 Fytocenologické snímky ploch o rozměru 4 x 4 metry

Na Studniční hoře byl vytvořen jeden fytocenologický snímek v blízkosti trvalých ploch. Na Luční hoře byly vytvořeny dva fytocenologické snímky, které slouží k zachycení variability společenstev (Tab. 26 A, 26 B). Jejich pokryvnost byla hodnocena s využitím Braun–Blanquetovy stupnice pokryvnosti.

Fytocenologický snímek č. 1 je nachází na severním svahu Studniční hory v 1534 m n. m. Další dva fytocenologické snímky na Luční hoře se nachází v 1525 m n. m. a 1521 m n. m. Na Studniční hoře je mnohem větší pokryvnost E1 patra a menší pokryvnost mechorostů a lišejníků. Na severní straně Luční hory, kde byly vybrány pozorované lokality je velký výskyt suti, která je porostlá buď dominujícími lišejníky (fytocenologický snímek 2) nebo mechorosty (fytocenologický snímek 3).

Všechny fytocenologické snímky reprezentují asociaci *Avenello flexuosae-Callunetum vulgaris* varianta *Carex bigelowii*, která je typická nízkou druhovou diverzitou, výskytem na méně vyfoukávaných stanovištích než příbuzná varianta se sitinou trojklanou (*Jungus trifidus*).

Tab. 26 A: Fytocenologické snímky na Studniční a Luční hoře o rozměru 4 x 4 metrů

	Studniční hora	Luční hora	
	fytocenologický snímek č. 1	fytocenologický snímek č. 2	fytocenologický snímek č. 3
E 1	64 %	20 %	30 %
<i>Avenella flexuosa</i> (metlička křivolaká)	2a	2a	1
<i>Calluna vulgaris</i> (vřes obecný)	3		+
<i>Carex bigelowii</i> (ostřice Bigelowova)	2m		2a
<i>Hieracium sp.</i> (jestrábník)	+	+	
<i>Huperzia selago</i> (vranec jedlový)	2m	1	1
<i>Picea abies</i> (smrk ztepilý)	r		r
<i>Pinus mugo</i> (borovice kleč)	+		
<i>Vaccinium myrtillus</i> (borůvka)	+		+
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> (brusinka)	2m		
E 0			
mechy	10 %	5 %	75 %
<i>Dicranella sp.</i>		+	
<i>Kiaeria starkei</i>	2a	+	
<i>Pohlia sp.</i>	+		3
<i>Polytrichum strictum</i>			+

Tab. 26 B: Fytocenologické snímky na Studniční a Luční hoře o rozměru 4 x 4 metrů

	Studniční hora	Luční hora	
	fytocenologický snímek č. 1	fytocenologický snímek č. 2	fytocenologický snímek č. 3
E 0			
lišejníky	20 %	75 %	15 %
<i>Cetraria islandica</i>	2a	2m	2a
<i>Cladonia bellidiflora</i>		1	1
<i>Lecanora polytropa</i>		1	
<i>Lecidea plana</i>		2m	
<i>Cladonia digitata</i>	+	2m	
<i>Porpidia tuberculosa</i>		2b	
<i>Rhizocarpon geographicum</i>		2b	
<i>Alectoria ochroleuca</i>	2a		
<i>Lecidea lithophila</i>		1	
<i>Rhizocarpon reductum</i>		1	
<i>Schaereria fuscocinerea</i>		+	
<i>Tremolecia atrata</i>		+	
<i>Stereocaulon dactylophyllum</i>		+	
<i>Stereocaulon vesuvianum</i>		+	
<i>Cladonia cervicornis</i>		+	
<i>Lecanora intricata</i>			+

3. 3 Průběh teplot po dobu průzkumu pomocí dataloggerů

Na Studniční hoře byl umístěn 1 datalogger značky TOMST (Obr. 51), v blízkosti plochy č. 11 (GPS souřadnice N50°43'40,90" E015°42'18,57").



Obr. 51: Umístění dataloggeru na Studniční hoře
(foto Sylva Hučková - 31.10. 2015)

Na Luční hoře byl umístěn datalogger značky TOMST (Obr. 52) u plochy č. 7 (GPS souřadnice N50°43'43,99" E015°41'00,82")

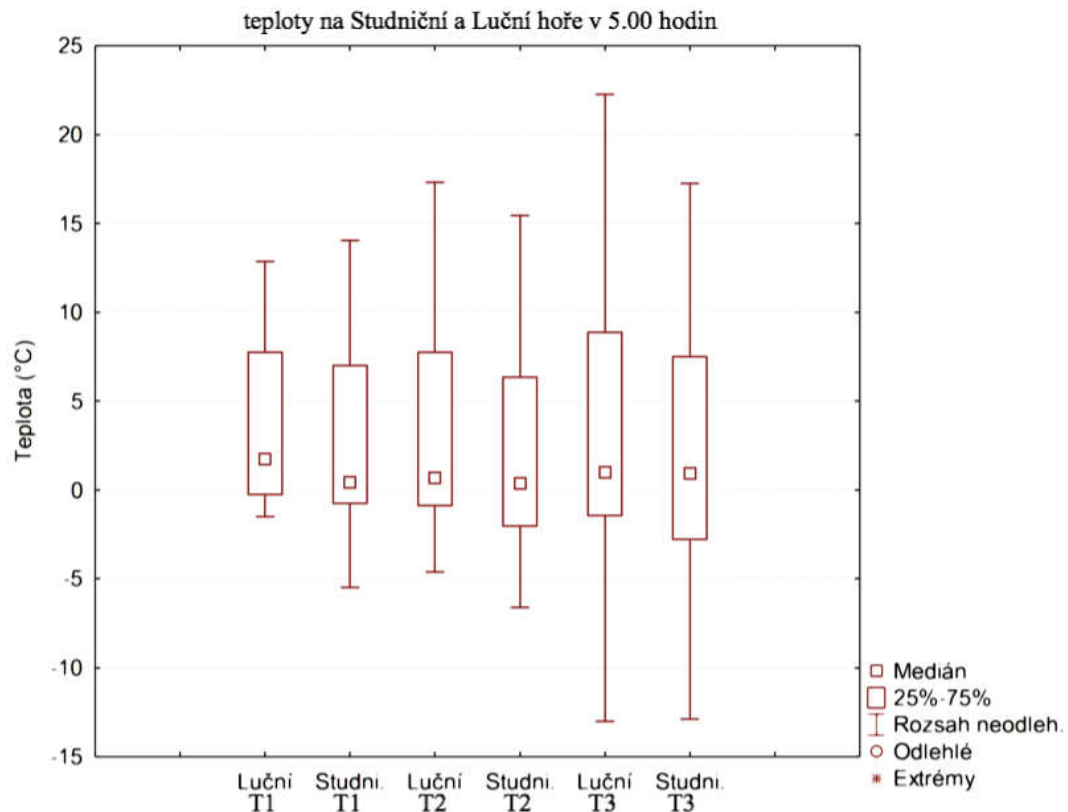


Obr. 52: Umístění dataloggeru na Luční hoře.

(foto Sylva Hučková - 31.10. 2015)

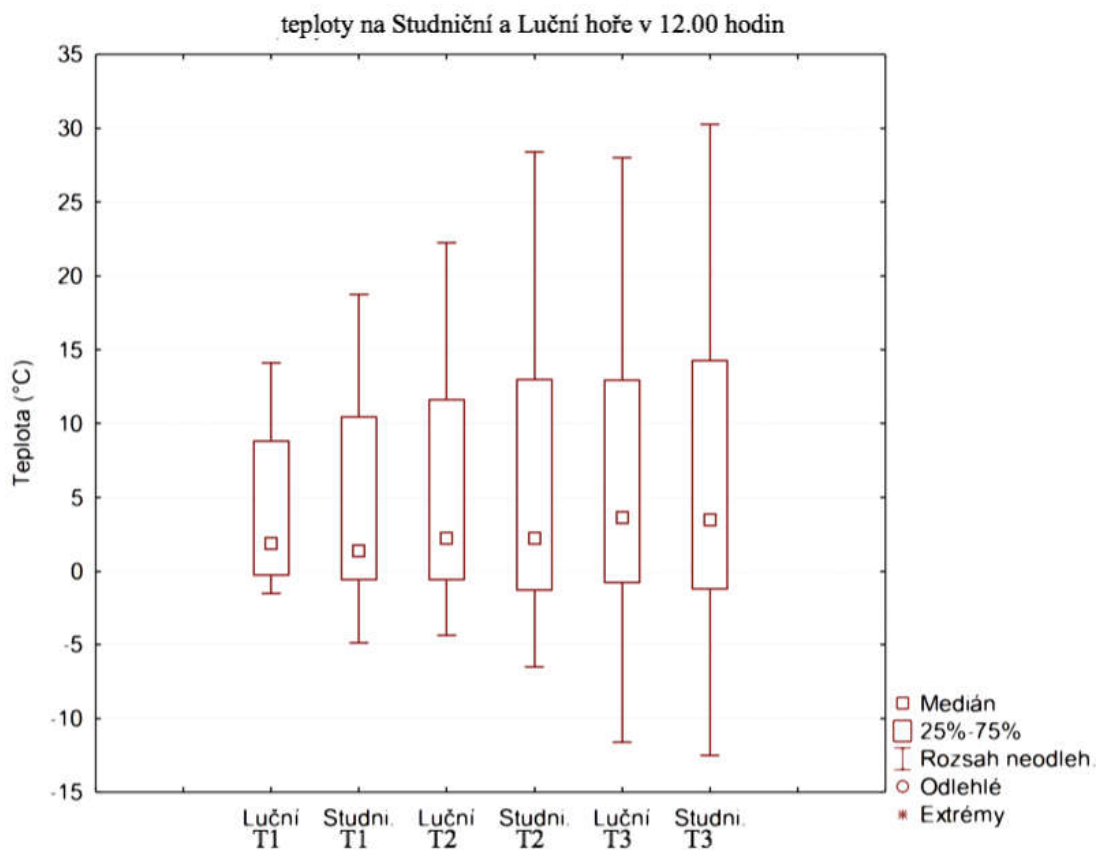
Součástí příloh (Příloha č.4 - CD-ROM) diplomové práce jsou teplotní data. V příloze jsou veškerá data zaznamenána dataloggerem, které data ukládá každých 15 minut. V následujícím textu jsou vyfiltrovány hodnoty naměřené v 5, 12, 18 a 24 hodin v průběhu dne.

Na Studniční a Luční hoře se v měřeném čase 5.00 hodin naměřily teploty T1, T2 a T3, všechny tyto teplotní údaje z 6 cm pod půdním povrchem země, 2 cm nad půdním povrchem a 15 cm nad půdním povrchem země mají teplotní medián v rozmezí 0°C–2°C. Největší teplotní rozsah má teplota T3 na Luční hoře, kde se teploty pohybují od -13°C–23°C. Teploty na Studniční a Luční hoře v 5:00 hodin jsou znázorněny v Obr. 53.



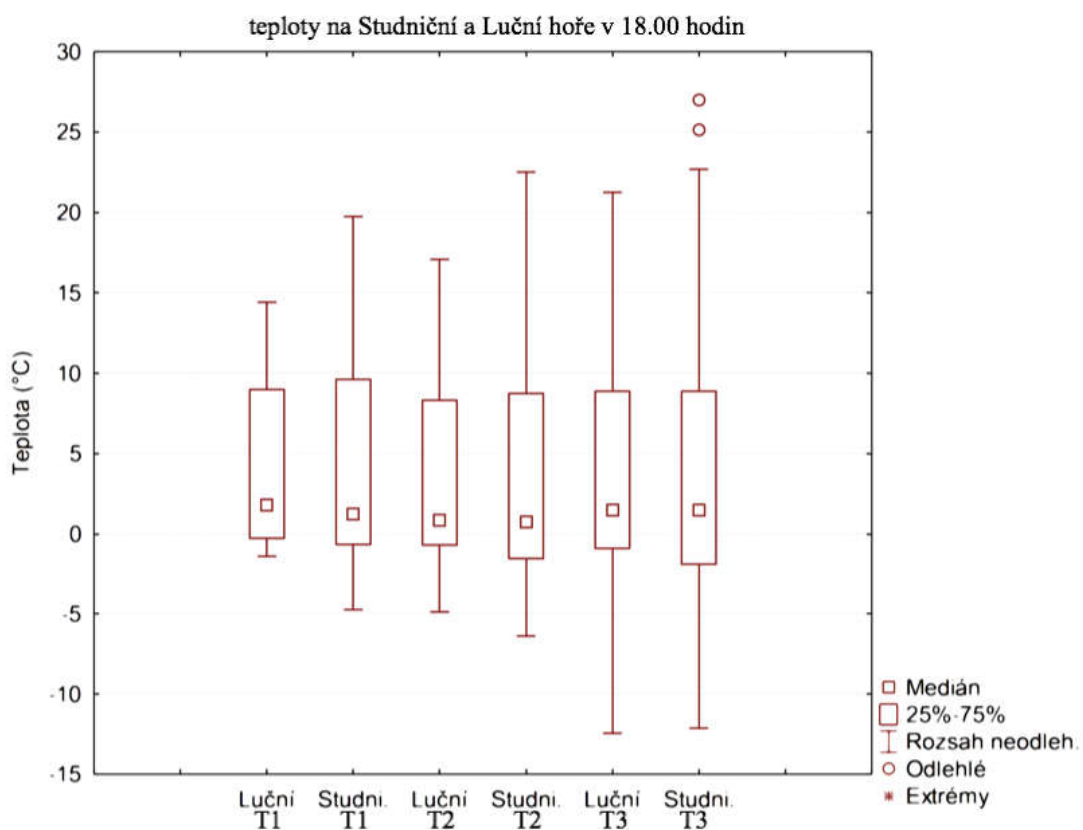
Obr. 53: Teploty na Studniční a Luční hoře v 5.00 hodin v období 30.10.2015–30.10.2016

Teplotní data naměřena ve 12.00 hodin ukazují, že nejmenší teplotní výkyvy jsou naměřeny 6 cm pod půdním povrchem, kde je na Luční hoře se teploty pohybují od -1°C–15°C, na Studniční hoře klesly teploty k -5 °C a maxima dosáhly na 19 °C. Naopak teploty naměřené 15 cm nad půdním povrchem země mají medián na 4 °C a minima se pohybují okolí -14 °C a maximální teploty na Luční hoře dosáhly 30 °C. Grafické znázornění teplotních dat z 12.00 hodin jsou znázorněny v Obr. 54.



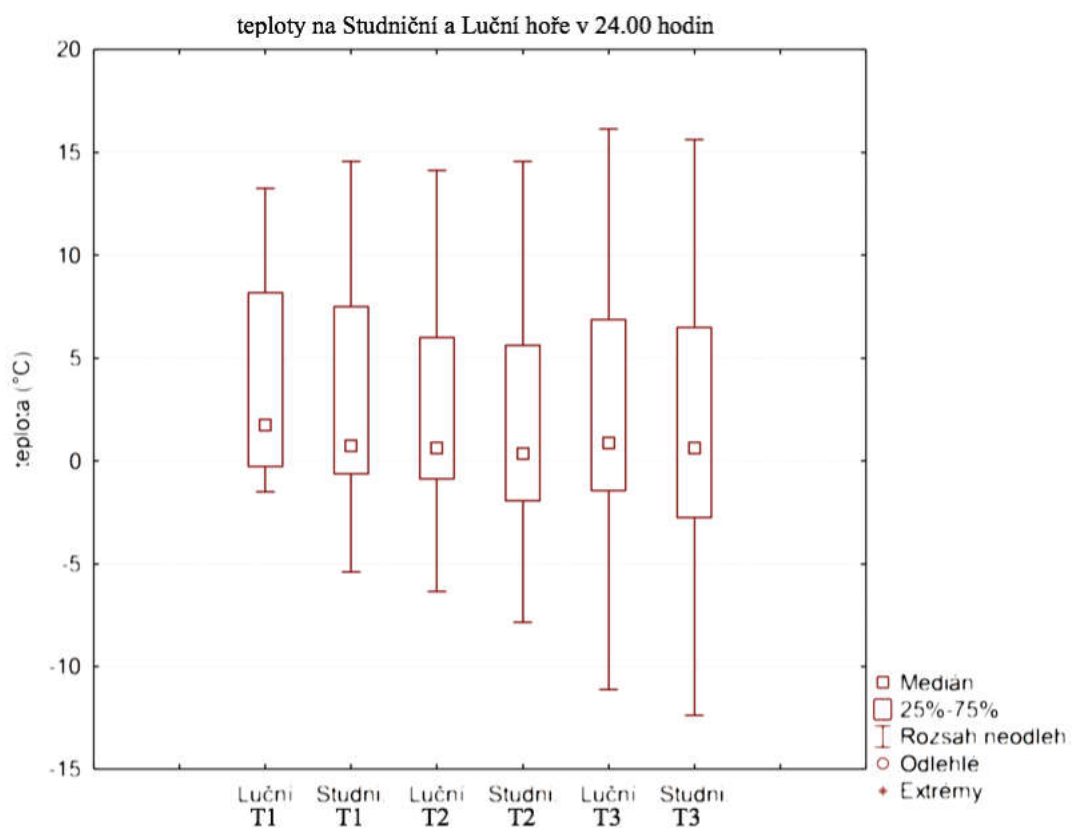
Obr. 54: Teploty na Studniční a Luční hoře ve 12.00 hodin
v období 30.10.2015–30.10.2016

Dataloggery naměřená data v 18.00 hodin jsou znázorněny na Obr. 55. Mediální hodnoty ve všech třech měřených bodech dosahují rozmezí 0 °C–2 °C. Hodnoty 15 cm nad půdním povrchem ukazují 2 odlehlé teploty a to 25 °C a 27 °C.



Obr. 55: Teploty na Studniční a Luční hoře ve 18.00 hodin
v období 30.10.2015–30.10.2016

Teplotní data naměřená ve 24.00 hodin ukazují, že medián teplot ve všech třech měřených hodnotách se pohybují od $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ – $7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Teploty naměřené 15 cm nad půdním povrchem mají největší teplotní rozsah maximální teploty na Luční hoře dosáhly $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ a minimální teplota je $-13\text{ }^{\circ}\text{C}$. Grafické znázornění teplotních dat z 24.00 hodin jsou znázorněny v Obr. 56.

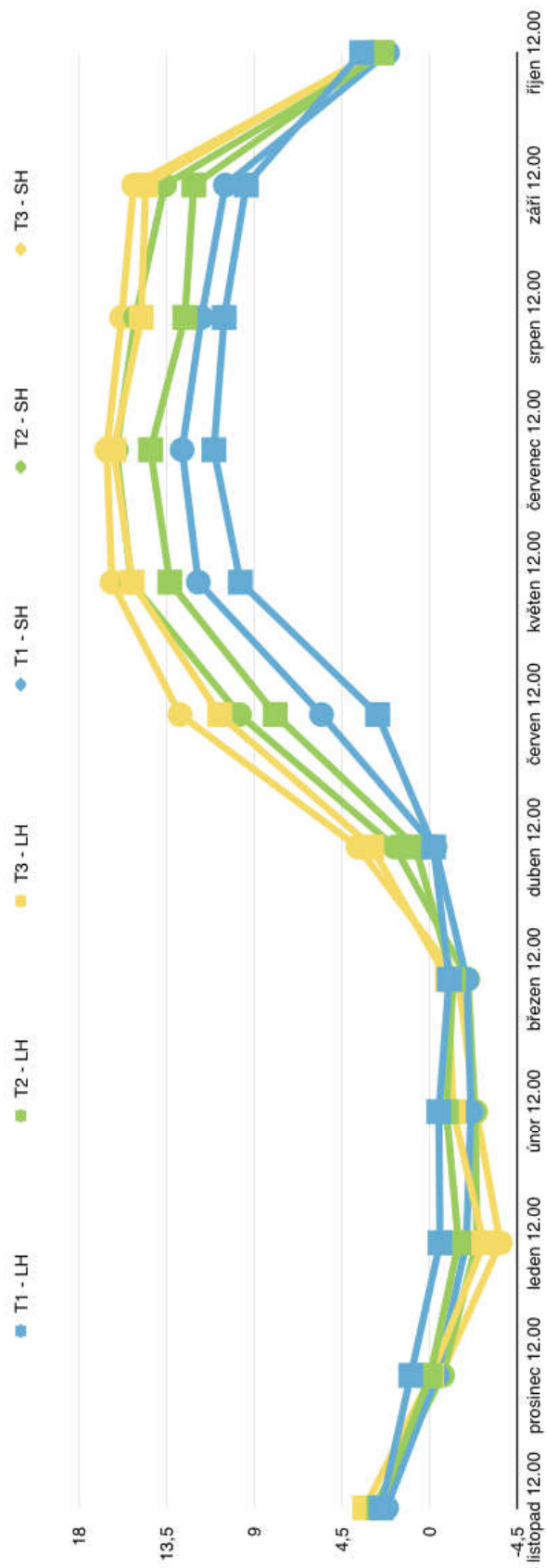


Obr. 56: Teploty na Studniční a Luční hoře ve 24 hodin
v období 30.10.2015–30.10.2016

V Tab. 27 jsou průměrné měsíční teploty ve 12.00 hodin na Studniční i Luční hoře. Obr. 58 znázorňuje hodnoty průměrných měsíčních teplot v období listopad 2015—říjen 2016.

Tab. 27: Průměrné měsíční teploty ve 12.00 hodin v období listopad 2015—říjen 2016.

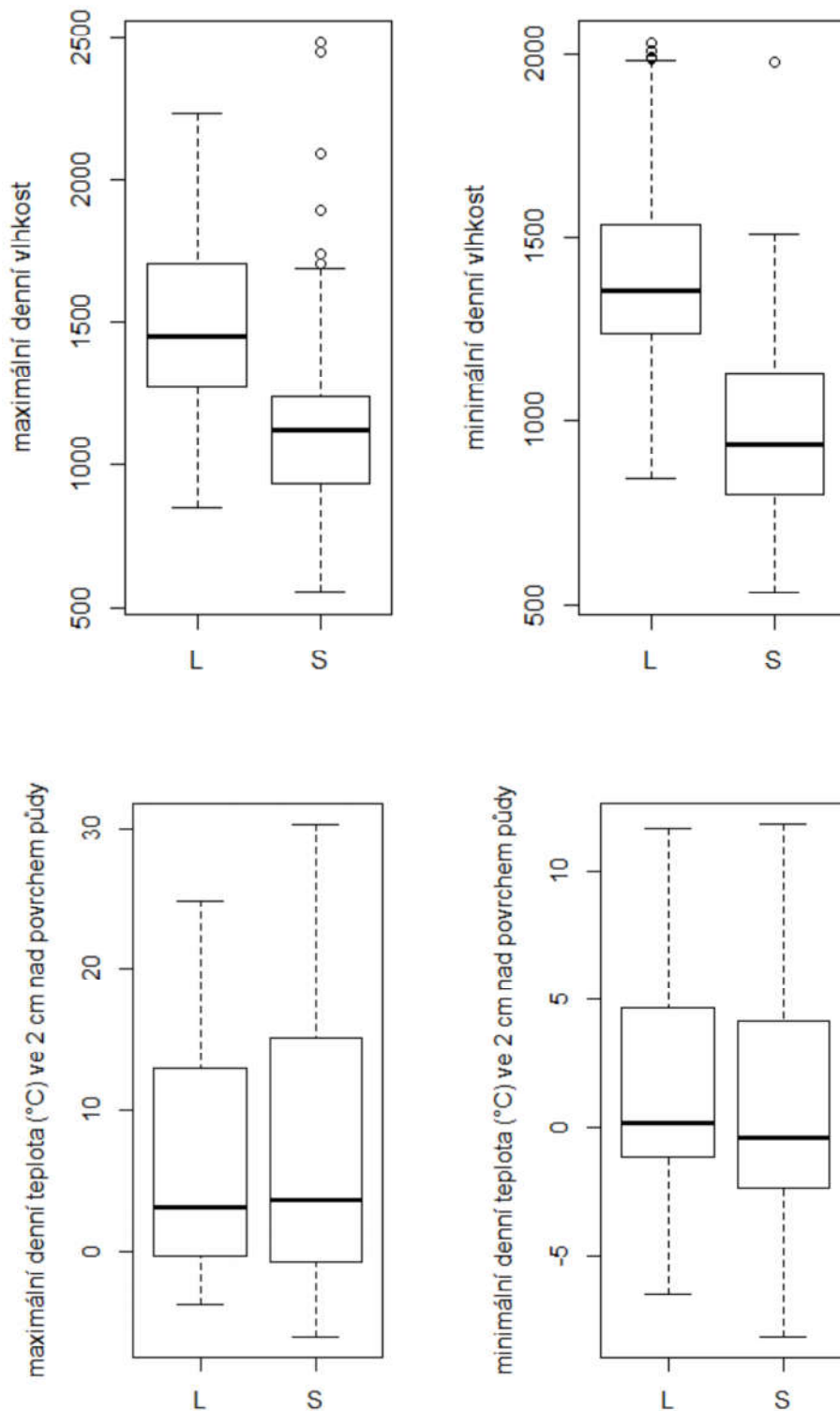
měsíc / čas	Luční hora			Studniční hora		
	T1 - LH	T2 - LH	T3 - LH	T1 - SH	T2 - SH	T3 - SH
listopad 12.00	2,46	2,58	3,30	2,18	2,81	2,58
prosinec 12.00	0,94	-0,06	-0,13	-0,42	-0,69	-0,59
leden 12.00	-0,56	-1,51	-2,79	-1,91	-2,46	-3,65
únor 12.00	-0,50	-0,88	-1,24	-2,15	-2,35	-2,40
březen 12.00	-1,03	-1,23	-0,95	-1,93	-1,99	-1,49
duben 12.00	-0,23	0,7	2,94	-0,30	1,76	3,65
červen 12.00	2,64	7,89	10,74	5,52	9,73	12,78
květen 12.00	9,68	13,30	15,23	11,84	15,28	16,27
červenec 12.00	11,04	14,29	16,18	12,67	16,05	16,54
srpen 12.00	10,51	12,53	14,77	11,68	15,06	15,78
září 12.00	9,38	12,07	14,54	10,45	13,56	15,15
říjen 12.00	3,46	2,42	2,80	2,13	2,18	2,65



Obr. 58: Průměrné měsíční teploty ve 12.00 hodin v období listopad 2015–říjen 2016.

Hodnoty naměřené na Studniční hoře jsou nižší než teploty na Luční hoře. V průběhů měření byly na Studniční hoře v 18.00 hodin zaznamenány teplotní extrémy, a to 25°C (23. června 2016) a 27°C (24. června 2016). Nejnižší naměřené teploty se pohybovaly jak na Studniční tak Luční hoře okolo - 13°C.

Maximální denní teplota byla na Studniční hoře průkazně vyšší než na Luční hoře (ANOVA, $F_{1,732}=3.893$, $P<0.05$), naopak minimální denní teplota byla na Studniční hoře průkazně nižší než na Luční hoře (ANOVA, $F_{1,732}=8.721$, $P<0.004$). Denní vlhkost byla na Luční hoře vždy průkazně vyšší než na Studniční hoře, jak v případě hodnot maximálních (ANOVA, $F_{1,732}=323.3$, $P<0.001$), tak minimálních (ANOVA, $F_{1,732}=621.9$, $P<0.001$) (Obr. 59). V Obr. 59 hodnoty vlhkosti, odpovídají naměřenému signálu surové vlhkosti staženému přímo z dataloggerů.



Obr. 59: Boxplot minT2/maxT2/minH/maxH vs lokalita. Diagramy zobrazují medián (silná vodorovná úsečka), horní a dolní kvartily (obdélník), minimální a maximální přilehlé hodnoty (svislé úsečky) a odlehlé hodnoty (body).
L - Luční hora, S - Studniční hora

3. 4 Vegetativní šíření *Huperzia selago* v laboratorních podmínkách

V laboratořích bylo založeno 9.10.2015, 16 Petriho misek. Byly použity 4 typy ošetření.

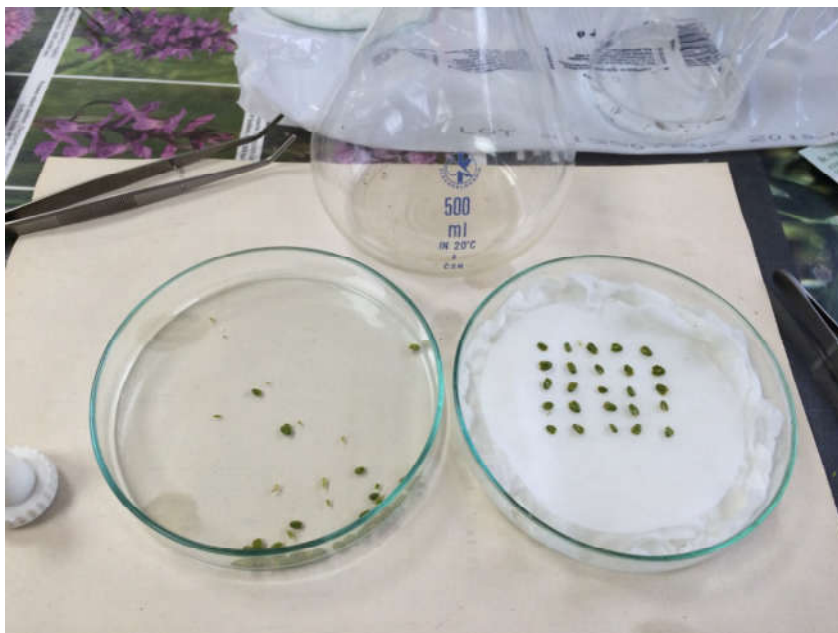
Tab. 28: Zavedení Petriho misek v laboratorních podmínkách

označení PM	druh	lokality, datum sběru	datum založení	typ stratifikace	počet zrn
K 123/15	bulbily <i>Hup. selago</i>	Studniční hora 2.10.2015	9.10.2015	20/S	25
K 124/15	bulbily <i>Hup. selago</i>	Studniční hora 2.10.2015	9.10.2015	20/S	25
K 125/15	bulbily <i>Hup. selago</i>	Studniční hora 2.10.2015	9.10.2015	20/S	25
K 126/15	bulbily <i>Hup. selago</i>	Studniční hora 2.10.2015	9.10.2015	20/S	25
K 127/15	bulbily <i>Hup. selago</i>	Studniční hora 2.10.2015	9.10.2015	0/S	25
K 128/15	bulbily <i>Hup. selago</i>	Studniční hora 2.10.2015	9.10.2015	0/S	25
K 129/15	bulbily <i>Hup. selago</i>	Studniční hora 2.10.2015	9.10.2015	0/S	25
K 130/15	bulbily <i>Hup. selago</i>	Studniční hora 2.10.2015	9.10.2015	0/S	25
K 131/15	bulbily <i>Hup. selago</i>	Luční hora 3.10.2015	9.10.2015	KG/S	25
K 132/15	bulbily <i>Hup. selago</i>	Luční hora 3.10.2015	9.10.2015	KG/S	25
K 133/15	bulbily <i>Hup. selago</i>	Luční hora 3.10.2015	9.10.2015	KG/S	25
K 134/15	bulbily <i>Hup. selago</i>	Luční hora 3.10.2015	9.10.2015	KG/S	25
K 135/15	bulbily <i>Hup. selago</i>	Luční hora 3.10.2015	9.10.2015	U/S	25
K 136/15	bulbily <i>Hup. selago</i>	Luční hora 3.10.2015	9.10.2015	U/S	25
K 137/15	bulbily <i>Hup. selago</i>	Luční hora 3.10.2015	9.10.2015	U/S	25
K 138/15	bulbily <i>Hup. selago</i>	Luční hora 3.10.2015	9.10.2015	U/S	25

Dne 9.10.2015 bylo v laboratoři správy KRNAP v genetické bance zavedeno 16 petriho misek, se 4 druhy stratifikací (Obr. 60). Na Obr. 61 je ukázáno, jak byly bulbily rovnány do Petriho misek.



Obr. 60: Připravené Petriho misky na laboratorní pokusy
(foto Sylva Hučková - 9.10. 2015)



Obr. 61 : Zavádění Petriho misek pro laboratorní pokusy
(foto Sylva Hučková - 9.10. 2015)

Skleněné Petriho misky s označením K 123/15 - K 134/15 přemísťovány tak, aby proběhly potřebné stratifikace v laboratorních podmínkách. Plastové Petriho misky s označením K 135/15 - K 138/15 byly uloženy pod pergolu ve venkovních prostorech správy KR NAP, byly uloženy v igelitovém sáčku Obr. 62.



Obr. 62: Petriho misky připravené na venkovní stratifikaci
(foto Sylva Hučková - 9.10. 2015)

1. stratifikace - teplotní stratifikace - 3 měsíce ve 20°C

Petriho misky s označením K 123/15 - K 126/15 byly podrobeny teplotní stratifikaci. Dne 9.10.2015 byly Petriho misky uloženy do termostatu, dne 26.10. byly Petriho misky zkontrolovány a fotodokumentovány (Obr. 63). Petriho miska s označením K 123/15 měla již 24 kořínků a 3 bulbilám rostly vrcholy, K 124/15 měla již 24 kořínků a 3 bulbilám rostly vrcholy. Petriho miska s označením K 125/15 všechny bulbily měly již kořínek a u 1 bulbily už rostl vrchol. K 126/15 u všech bulbil při kontrole 26.10.2015 byly již kořínky (Tab. 29).



Obr. 63: Petriho miska K 123/15 při kontrole 26.10.2015
(foto Ludmila Harčariková - 26.10.2015)

2. stratifikace - chladová stratifikace

Petriho misky K 127/15 -K 130/15 byly jeden týden ponechány v laboratorní teplotě 21 °C a dne 16.10.2015 byly přeneseny do lednice. Obr. 64 zobrazuje, jak vypadaly Petriho misky při přesunu do lednic, nebyl zde zaznamenán žádný růstový posun. Dne 16. 3. byly Petriho misky přesunuty z lednice do termostatu (Obr. 65) v tuto chvíli už měly všechny bulbily kořínek, až na Petriho misku s označením K 129/15 ten u jedné bulbily kořínek chyběl. 23.5. byly Petriho misky přesunuty do laboratorní teploty, všechny bulbily měly již narostlé kořínky a vrcholy (Obr. 66).



Obr. 64: Petriho miska K 128/15 při přesunu z laboratorních podmínek do lednice (foto Ludmila Harčariková - 16.10.2015)



Obr. 65 : Petriho miska K129/15 při přesunu z lednice do termostatu (foto Ludmila Harčariková - 16.3.2016)



Obr. 66 : Petriho miska K 128/15 při přesunu z termostatu
do laboratorních podmínek
(foto Ludmila Harčariková - 23.5.2016)

3. stratifikace - aplikace kyseliny gibberelové

Petriho misky se stratifikací s aplikací kyseliny gibberelové jsou označeny K 131/15 - K 134/15 . Při kontrole Petriho misek 26.10.2015 měly již všechny bulbily kořínky. U Petriho misek s označením K 131/15 už byly vytvořeny 2 vrcholy, u K 132/15 bylo vytvořeno 5 vrcholů a u Petriho misky s označením K 133/15 už byly vytvořeny 4 vrcholy. Další kontrola těchto Petriho misek proběhla 26.11.2015, když byly uloženy v termostatu. Všechny bulbily již měly vytvořený kořen a vrcholy. Fotodokumentace ze dne 11.1. 2016 ukazuje vyvynuté vrcholy a kořínky (Obr. 67).



Obr. 67 : Petriho miska K 131/15 ze dne 11.1. 2016

(foto Ludmila Harčariková - 11.1.2016)

4. stratifikace - zabalení Petriho misek do mikrotenových sáčků a uloženo ven pod střechu do roztání sněhu

Petriho misky s označením K 135/15 - K 138/15 byly vloženy 9.10.2015 do mikrotenových sáčků a uschovány pod pergolou na území správy KRNP až do roztání sněhu. Dne 29.3. 2016 byly Petriho misky přeneseny zpět do laboratorních podmínek (Obr. 68) . Na bulbilách nebyly vytvořeny kořínky, viditelné byly jen nepatrné vrcholy. Poslední fotodokumentace byla provedena 24.5.2016, bulbily již měly vytvořeny jak kořínky tak i vrcholy (Obr. 69) .



Obr. 68 : Petriho miska s označením K 135/15 po vyjmutí ze sněhu
(foto Ludmila Harčariková - 29.3.2016)



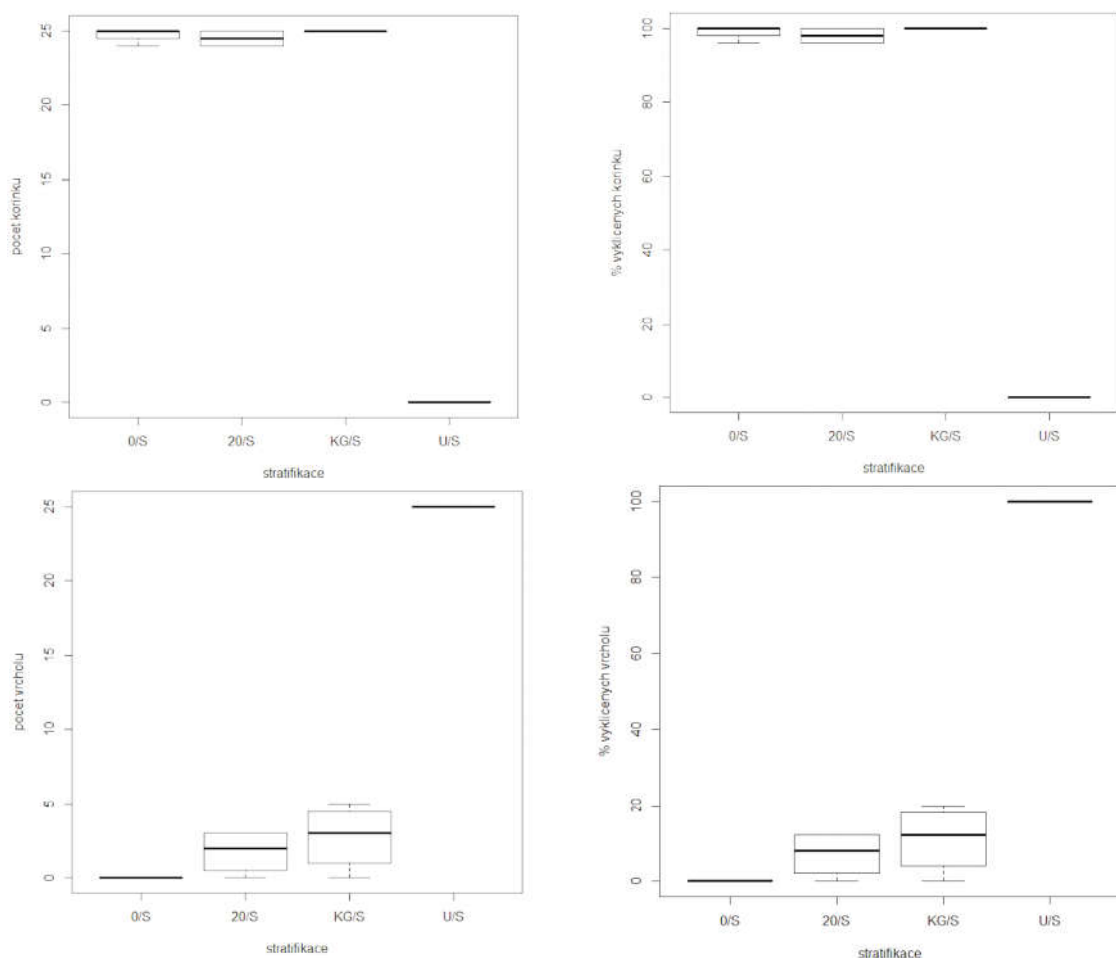
Obr. 69: Petriho miska s označením K 135/15 ze dne 24.5.2016
(foto Ludmila Harčariková - 24.5.2016)

Výsledky z genetické banky jsou znázorněny v Tab. 29. V tabulce je znázorněno, jak bulbily odlišně klíčily při různých typech stratifikace. Nejrychleji zakořenily a utvořily vrcholy při stratifikaci a aplikaci kyseliny gibberelové. Nejhůře kořenily při stratifikaci ve venkovních podmínkách, kde se nejprve začaly tvořit vrcholy a až po následovném přesunutí do tepla začaly tvořit kořínky.

Tab. 29: Výsledky z genetické banky

stratifikace	Petriho miska	počet bulbil	datum založení	datum kontroly	kořínky	vrchol
1. 20/S	K 123/15	25	9.10.2015	26.10.2015	24	3
	K 124/15	25	9.10.2015	26.10.2015	24	3
	K 125/15	25	9.10.2015	26.10.2015	25	1
	K 126/15	25	9.10.2015	26.10.2015	25	0
2. 0/S	K 127/15	25	9.10.2015	16.3.2016	25	0
	K 128/15	25	9.10.2015	16.3.2016	25	0
	K 129/15	25	9.10.2015	16.3.2016	24	0
	K 130/15	25	9.10.2015	16.3.2016	25	0
3. KG/S	K 131/15	25	9.10.2015	26.10.2015	25	2
	K 132/15	25	9.10.2015	26.10.2015	25	5
	K 133/15	25	9.10.2015	26.10.2015	25	4
	K 134/15	25	9.10.2015	26.10.2015	25	0
4. U/S	K 135/15	25	9.10.2015	29.3.2016	0	25
	K 136/15	25	9.10.2015	29.3.2016	0	25
	K 137/15	25	9.10.2015	29.3.2016	0	25
	K 138/15	25	9.10.2015	29.3.2016	0	25

Výsledné modely nenaznačovaly přítomnost nadměrné variability v datech o klíčivosti kořínků (reziduální deviance 5.6165 při 12 stupních volnosti) ani vrcholů (reziduální deviance 13.999 při 12 stupních volnosti) a použití modelu pro data s předpokládanou binomickou distribucí se jeví jako adekvátní. Způsob stratifikace průkazně ovlivnil klíčení kořínků (při zahrnutí způsobu stratifikace do GLM pokles deviance o 425.53 při ztrátě 3 stupňů volnosti, $P < 0.001$) i vrcholů (pokles deviance o 365.22 při ztrátě 3 stupňů volnosti, $P < 0.001$). Kořínky vůbec neklíčily ve stratifikaci U/S, zatímco v ostatních variantách stratifikace byla jejich klíčivost téměř nebo zcela stoprocentní. Vrcholy měly vysokou klíčivost ve variantě U/S, zatímco ve variantách 20/S a KG/S byla jejich klíčivost nízká a ve variantě 0/S nulová (Obr. 70).



Obr.70: Vliv stratifikace na růst kořínků a vrcholů. Diagramy zobrazují medián (silná vodorovná úsečka), horní a dolní kvartily (obdélník) a minimální a maximální přilehlé hodnoty (svislé úsečky).

3. 5 Dopěstování vyklíčených bulbil ve venkovních podmínkách

Pro růstový pokus v České Skalici byly použity bulbily z Petriho misek K 126/15 a K 134/15 (Obr. 71 a 72). Rostliny byly přesazeny do připraveného substrátu, který byl co nejvíce podobný složení půdy na mnou pozorovaných plochách. Květináče s přesazenými bulbilami (Obr. 73 a 74) byly přesunuty do venkovních podmínek dne 5.2. 2016, bulbily po celou dobu vysazení ve venkovních podmínkách se nijak růstově neprojevíly. Dne 27.6. všechny rostliny uhynuly.



Obr. 71: Petriho miska K 126/15 s bulbilami, které byly přesazeny do venkovních podmínek v České Skalici (foto Sylva Hučková - 28.1.2016)



Obr. 72: Petriho miska K 134/15 s bulbilami, které byly přesazeny do venkovních podmínek v České Skalici (foto Sylva Hučková - 28.1.2016)



Obr. 73: Květináč s přesazenými bulbilami z Petriho misky K 126/15
(foto Sylva Hučková - 5.2.2016)



Obr. 74: Květináč s přesazenými bulbilami z Petriho misky K 134/15
(foto Sylva Hučková - 5.2.2016)

Pro růstové pokusy byly použity Petriho misky s označením K 136/15 a K 138/15 (Obr. 75 a 76). Rostliny byly vysazeny do stejného substrátu jako v České Skalici. Květináče s přesazenými bulbilami byly přesunuty do venkovních podmínek 26.5. 2016, i zde všechny rostliny uhynuly, a to na počátku července.



Obr. 75: Petriho miska K 136/15 s bulbilami, které byly přesazeny do venkovních podmínek ve Vrchlabí (foto Ludmila Harčariková - 24.5.2016)



Obr. 76: Petriho miska K 138/15 s bulbilami, které byly přesazeny do venkovních podmínek ve Vrchlabí
(foto Ludmila Harčariková - 24.5.2016)

4 Diskuze

Vegetativní šíření *Huperzia selago*

Na Studniční a Luční hoře bylo založeno 13 trvalých monitorovacích ploch, které se lišily podílem suti. Plochy č. 1–3 byly na Luční hoře pokryty suti z 60–86 %. *Huperzia selago* nejvíce prosperovala na ploše č. 2, kde se kromě suti vyskytovala *Avenella flexuosa* a lišejníky, v průběhu studia přibylo 19 jedinců. Plocha č. 4 se vyznačuje největším podílem *Avenella flexuosa* ze všech ploch, na této ploše přibylo 30 jedinců *Huperzia selago*. Na plochách č. 7 a č. 12 rostly druhy *Carex bigelowii*, *Avenella flexuosa* a mechy. Na plochách č. 8–11 se ve velké míře vyskytovala *Calluna vulgaris* a zástupci lišejníků. Na všech plochách byl zaznamenán úbytek jedinců *Huperzia selago*. Na plochách č. 10 a č. 11 proběhla v průběhu monitorování disturbance pohybem volně žijící zvěře. Na ploše č. 10 bylo zaznamenáno velké rozrůstání *Calluna vulgaris* na úkor ostatních rostlin.

Z monitoringu trvalých ploch 0,5 x 0,5 metrů vyplynulo, že plochy, kde se vyskytovala suť se zastoupením *Avenella flexuosa*, se zvyšovala početnost a pokryvnost *Huperzia selago*. U ploch, kde tvořila dominantu *Avenella flexuosa* doprovázena mechy a lišejníky se *Huperzia selago* také rozrůstala. Na ploše s dominantním druhem mechu *Polytrichum strictum* a s 8 % výskytem *Avenella flexuosa* se *Huperzia selago* rozrůstala nejvíce. Na plochách, kde se vyskytovala *Avenella flexuosa*, *Carex bigelowii* společně s mechy a lišejníky, *Huperzia selago* přibývala. U ploch, kde byla hlavní dominantou *Calluna vulgaris* a lišejníky, početnost a pokryvnost *Huperzia selago* klesala.

Statistická analýza (reverzní RDA) nepotvrdila průkazný vliv složení okolní vegetace na pokryvnost *Huperzia selago*. Vývoj počtu pupenů v ploše byl na lokalitách odlišný. Průkazná byla interakce času s lokalitou, $P < 0.007$.

Jukoniene et al. (2012) uvádějí, že poddruh *Huperzia selago* subsp. *arctica*, ležící jižně od hlavní distribuční oblasti, se odlišuje svými ekologickými nároky ve vztahu ke klimatu a upřednostňuje spíše suché lokality s holou rašelinou. V této oblasti je poddruh naopak mechy utlačován. Autor připouští možnost, že druh zanikne kvůli šíření invazního mechu.

Maximální denní teplota byla na Studniční hoře průkazně vyšší než na Luční hoře a naopak minimální denní teplota byla na Studniční hoře průkazně nižší než na Luční hoře. Denní vlhkost byla na Luční hoře vždy průkazně vyšší než na Studniční hoře. Z těchto měření vyplývá, že na Studniční hoře je *Huperzia selago* vystavena kontinentálnějším podmínkám (velkým výkyvům), které mohou mít negativní vliv na jeho vitalitu i šíření.

Výsledky celosvětového projektu GLORIA ukazují, že *Huperzia selago* byla na vrcholcích Krkonoš v roce 2016 častější, než v roce 2008 (Březina et al., 2016).

Podle databáze PLADIAS se *Huperzia selago* v oblasti Krkonoš značně rozšiřuje. Na počátku 20. století je uvedeno několik výskytů, v polovině 20. století je evidováno již přes 10 výskytů, na počátku 21. století je zde uvedeno již přes 100 výskytů v oblasti Krkonoš (www.pladias.ibot.cas.cz).

Rostlinná společenstva

Na vrcholcích Studniční a Luční hory se vyskytují alpinská vřesoviště svazu *Loiseleurio procumbentis-Vaccinion* (alpínská keříčková vegetace) a svazu *Juncion trifidi* (acidofilní alpínské trávníky, vyfoukávané alpínské trávníky). Druhové složení trvalých monitorovacích ploch a fytoocenologických snímků odpovídá asociaci *Avenello flexuosae-Callunetum vulgaris* varianta *Carex bigelowii* (Chytrý et al., 2010).

Mezi nejfrekventovanější taxony cévnatých rostlin ve snímcích s *Huperzia selago* patřily *Avenella flexuosa*, *Calluna vulgaris*, *Hieracium* sp. U mechů byly nejčastější *Dicranella* sp., *Pohlia* sp. a *Polytrichum strictum*, z lišejníků *Cetraria islandica*, *Cladonia bellidiflora* a *Lecanora polytropa*.

Ve snímcích z Luční hory byl větší podíl mechů a lišejníků, pokryvnost E1 patra ve fytoocenologických snímcích byla 20 % a 30 %, zatímco na Studniční hoře 64 %. E0 patro pokrývala suť a zemina. Na Luční hoře byla pokryvnost E0 až 90 %. Na Studniční hoře mělo E0 patro pokryvnost 30 %.

Vegetativní šíření *Huperzia selago* v laboratorních podmínkách

Ze 4 typů ošetření bulbil (Harčariková et Zahradníková, 2007) před kultivací vyplynulo, že nejrychleji dochází k přerušení dormance, zakořenění rostliny a tvorbě vrcholů při aplikaci kyseliny gibberelové o koncentraci 0,03 %.

Pro vytvoření kořínků a vrcholů na bulbilách stačilo 17 dní při teplotě vyšší jak 20°C. Zatímco u všech bulbil se za 17 dní vytvořily kořínky, vrcholy se vytvořily pouze u 11 %. Pro vytvoření všech vrcholů za použití kyseliny gibberelové je potřeba stratifikace po dobu 48 dní.

Přírozené podmínky bulbil ve venkovním prostředí, nejvíce napodobovala venkovní stratifikace. Měla naprosto odlišné výsledky oproti ošetřením 1–3. Ve venkovních podmínkách se vytvořily vrcholy u všech bulbil. Teprve po přenesení bulbil do vnitřních prostorů se utvořily u všech bulbil i kořínky.

Způsob stratifikace průkazně ovlivnil klíčení kořínků (při zahrnutí způsobu stratifikace do GLM pokles deviance o 425.53 při ztrátě 3 stupňů volnosti, $P < 0.001$) i vrcholů (pokles deviance o 365.22 při ztrátě 3 stupňů volnosti, $P < 0.001$).

Dopěstování vyklíčených bulbil ve venkovních podmínkách

Při růstovém pokusu - klíčení bulbil ve venkovních podmínkách v České Skalici (297 m n. m.) a Vrchlabí (482 m n. m.), všechny vyklíčené bulbilby uhynuly (Česká Skalice po 143 dnech, Vrchlabí po 41 dnech). Úhyn rostlin mohl být způsoben nepřítomností arbuskulární mykorhizy. I když Wang et al. (2006) uvádějí, že *Huperzia selago* ke svému vývoji potřebuje fakultativně arbuskulární mykorhizu (dokáže růst i bez ní), studie z roku 2010 ukazují na přítomnost endofytů u výhonků *Huperzia selago* - *Penicillium chrysogenum* a *Phoma herbarum* (Budziszewska et Szypuła, 2010).

Závěr

Výsledkem této diplomové práce je, že se *Huperzia selago* značně šíří. Nynější klimatické podmínky pravděpodobně pozitivně ovlivňují klíčení bulbil a rozšiřování jedinců na vrcholcích Studniční a Luční hory. Závěry této studie potvrdily předpoklady pracovníků správy Krkonošského národního parku, že se druh nad horní hranicí lesa šíří.

Vegetace na lokalitách má přirozenou skladbu, vyskytují se zde rostliny, které jsou pro toto území typické. Klimatické změny podporují některé druhy rostlin, které se šíří a následně v budoucnu by mohly konkurenčně vyloučit jiné, méně adaptabilní druhy této oblasti. Nejlépe *Huperzia selago* prosperuje v plochách s přítomností *Avenulla flexuosa*, lišejníky a mechy. Výskyt *Carex bigelowii* na plochách pozitivně koreluje s *Huperzia selago*, naopak pokryvnost *Huperzia selago* klesá na plochách s přítomnou *Calluna vulgaris*.

Z výzkumu vyplývá, že se *Huperzia selago* velmi dobře šíří pomocí vegetativních rozmnožovacích útvarů, které ale ke svému dalšímu vývoji pravděpodobně potřebují mykorhizu. Do budoucna by měla být věnována pozornost výzkumu mykorhizy u vyklíčených rostlin z vegetativních bulbil *Huperzia selago*.

Literatura:

Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Výskyt druhu *Huperzia selago* podle záznamu v ND OP [online]. [cit 29-03-2017]. Dostupné z http://portal.nature.cz/nd-dev/nd_atlas_mapa_q_nova.php?idTaxon=37541

Bína, J., Demek, J. (2012): Z nížin do hor: geomorfologické jednotky České republiky. Academia, Praha, 344 s., ISBN: 978-80-200-2026-0.

Březina S., Čejková A., Hučková S., Masárová M., Šťastná P., Vokounová K. (2016): Zpracování databáze pro projekt GLORIA 2008–2016. s. 3

Budziszewska, J., Szypula, W. (2010): Influence of site conditions on the diversity of endophytic fungi of fir clubmoss *Huperzia selago* (L.) bernh. ex. schrank et mart. Polish Journal of Ecology. 58 (4), s. 627 - 634.

Bureš, L. (2013): Chráněné a ohrožené rostliny CHKO Jeseníky. Agentura Rubico s.r.o., Olomouc, 320 s., ISBN: 978-80-7346-158-4.

Czapski, G., A., Szypuła, W., Kudlik, M., Wileńska, B., Kania, M., Danikiewicz, W., Adamczyk, A. (2014): Assessment of antioxidative activity of alkaloids from *Huperzia selago* and *Diphasiastrum complanatum* using *in vitro* systems. Folia Neuropathol; 52 (4) s. 394-406.

Danihelka J., Chrtěk J. Jr. & Kaplan Z. (2012): Checklist of vascular plants of the Czech Republic. Preslia 84: s. 647–811.

Ellenberg, H., Weber, E., H., Düll, R., Wirth, W., Werner, W., PauliBen, D. (1992): Indicator values of plants in Central Europe. Erich Goltze KG, Göttingen, 257 s.

eProgress s.r.o. Studniční hora [online]. [cit 08-10-2016]. Dostupné z <https://studnicni-hora.ceskehory.cz>

Faltysová H., Mackovič P., Sedláček M. a kol (2002): Královéhradecko. In: Mackovič P. a Sedláček M. (eds): Chráněné území ČR, svazek V. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, Praha, 410 s., ISBN 80-86064-45-X.

Gola, E., M. (2008): Reproductive strategies of Huperzia. In: Szczêniak, E., Gola E., M. (eds), Club mosses, horsetails and ferns in Poland - resources and protection. - Institute of Plant Biology, University of Wrocław, Wrocław, 514 s.

Grulich V. (2012): Red List of vascular plants of the Czech Republic: 3rd edition. *Preslia* 84: s. 631–645.

Hančarová, E., Parzóch, K. (2007): Hydrologie. In: Flousek, J., Hartmanová, O., Štursa, J., & Potocki, J. (et al.) (2007): Krkonoše. Příroda, historie, život. Nakl. Miloš Uhlíř - Baset, Praha, 158 s., ISBN: 978-80-7340-104-7.

Hejný, S., Slavík, B., et al. (1988): Květena. České socialistické republiky 1. Academia, Praha, 560 s.

Chytrý, M. (2010): Vegetace České republiky. 1, Travinná a keříčková vegetace. Academia, Praha, 528 s., ISBN: 978-80-200-1462-7.

Jukoniene I., Dobravolskaite R., Sendžikaite J. (2012): Characteristics of atypical Huperzia selago subsp. arctica habitats to the south of distribution area. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. 81(2), s. 87 - 92.

Kremer, Bruno, P., Muhle, H. (1998): Lišejníky, mechorosty, kaprad'orosty: evropské druhy. Knižní klub, Praha, 286 s., ISBN: 80-7202-356-X.

Lepš J., Šmilauer P. (2003): Multivariate analysis of ecological data using CANOCO. – Cambridge University Press, New York, 269 s., ISBN 978-0-521-89108-0.

Lepš J., Šmilauer P. (2016): Biostatistika. – Episteme, České Budějovice, 438 s., ISBN 978-80-7394-587-9.

Mártonfi P. (2013): Systematika cievnatých rastlín. Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, Košice, 415 s., ISBN: 978-80-7097-694-4.

Metelka et al. (2007): Podnebí. In: Flousek, J., Hartmanová, O., Štursa, J., & Potocki, J. (et al.) (2007): Krkonoše. Příroda, historie, život. Nakl. Miloš Uhlíř - Baset, Praha, s. 147., ISBN: 978-80-7340-104-7.

Němec, J. (2006): Voda v České republice. Consult, Praha, 256 s., ISBN: 80-903482-1-1.

Němec, J. (2009): Vodstvo a podnebí v České republice. Consult, Praha, 256 s., ISBN: 978-80-903482-7-0.

Ničová, V., Štursa, J. (2016): Krakonošův herbář. Správa KRNAP, Vrchlabí, 280 s., ISBN: 978-80-7535-030-5.

Øllgaard B. (1987): A revised classification of the Lycopodiaceae s. lat. *Opera Botanica* **92**: s. 153–178.

Pauli, H.; Gottfried, M.; Lamprecht, A.; Niessner, S.; Rumpf, S.; Winkler, M.; Steinbauer, K. and Grabherr, G., coordinating authors and editors (2015). The GLORIA field manual – standard Multi-Summit approach, supplementary methods and extra approaches. 5th edition. GLORIA Coordination, Austrian Academy of Sciences & University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna. 140 s., ISBN 978-92-79-45694-7 (electronic)

Petránek, J., Březina, J., Březinová, E., Cháb, J., Loun, J., Zelenka, P. (2016): Encyklopedie. Geologie. Česká geologická služba, Praha 352 s., ISBN: 978-80-7075-901-1.

Pilous, V. (2007): Geografické vymezení: Horopis. In: Flousek, J., Hartmanová, O., Štursa, J., & Potocki, J. (et al.) (2007): Krkonoše. Příroda, historie, život. Nakl. Miloš Uhlíř - Baset, Praha, s. 14 - 23., ISBN: 978-80-7340-104-7.

Pladius Centre of Excellence. Výskyt druhu *Huperzia selago* na území České republiky [online]. [cit 15-03-2017]. Dostupné z <http://pladius.ibot.cas.cz/wiki/doku.php>

Prieto, J., A., F., Aguiar, C., Dias E., Casado, M., de L., A., F., Homet, J. (2008): The genus *Huperzia* (Lycopodiaceae) in the Azores and Madeira. Botanical Journal of the Linnean Society, 158, s. 522 - 533.

Smith A. J. E. (2004): The Moss Flora of Britain & Ireland, second edition. Cambridge University Press, Cambridge. 1012s.

Smith C.W., Aptroot A., Coppins B. J., Fletcher A., Gilbert O. L., James P.W. & Wolseley P. A. (2009): The Lichens of Great Britain and Ireland. The British Lichen Society, London, 1046 s.

Sýkora, B. et al. (1983): Krkonošský národní park. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 280 s.

Swedish Museum of Natural History. Světový výskyt druhu *Huperzia selago* [online]. [cit 29-03-2017]. Dostupné z <http://linnaeus.nrm.se/flora/orm/lycopodia/huper/hupeselv.jpg>

Šarapatka, B. (2014): Pedologie a ochrana půdy. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 232 s., ISBN: 978-80-244-3736-1.

Šourek, J. (1969): Květena Krkonoš. Český s polský Krkonošský národní park. Academia, Praha, 452 s.

Tolazs, R., Míkova, T., Valeriánová A., Voženík V. (2007): Atlas podnebí Česka. Český hydrometeorologický ústav, Praha, 256 s., ISBN: 978-80-86690-26-1.

Tomášek, M. (2007): Půdy České republiky. Česká geologická služba, Praha, 68 s., ISBN: 978-80-7075-688-1.

Tomst s.r.o. Tomst [online]. [cit 08-02-2017]. Dostupné z <http://tomst.com/web/cz/>

Vinter, V., Macháčková, P. (2013): Přehled morfologie cévnatých rostlin. Studijní opora e-learningových vzdělávacích modulů projektu BOTASKA. Univerzita Palackého v Olomouci, 198 s., ISBN: 978-80-244-3322-6.

Wang, B., Qiu, Y.-L. (2006): Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizas in land plants. *Mycorrhiza*, 16, s. 299 - 263.

Westhoff V. & Van Der Maarel E. 1978: The Braun-Blanquet approach. In: Whittaker R. H. (ed), *Classification of plant communities*. W. Junk The Hague. s. 289–399.

Wikipedia. Luční hora [online]. [cit 08-10-2016]. Dostupné z https://cs.wikipedia.org/wiki/Lučn%C3%AD_hora

Wilce J. H. (1972): Lycopod spores, I. General spore patterns and the generic segregates of Lycopodium. *American Fern Journal* 62: s. 65–79.

Zahradníková J. & Harčariková L. 2007: Rod hořeček (*Gentianella* Moench) v Krkonoších – monitoring, management a studium reprodukce. – In: Štursa J. & Knapik R. (eds), *Geoekologické problémy Krkonoš. Sborn. Mez. Věd. Konf., říjen 2006*, Svoboda n. Úpou. *Opera Corcontica*, 44/1: s. 327–333.

Přílohy na CD-ROM:

Příloha 1: Zápisy z monitorovacích ploch 1 - 13

Příloha 2: Fotodokumentace monitorovacích ploch 0,5 x 0,5m

Příloha 3: Soupis druhů z ploch 0,5 x 0,5m podle početnosti

Příloha 4: Data z dataloggeru TOMST