

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ekologie lesa



**Ekologické mapování lesních a nelesních
prameništích mokřadů v povodí
Kozelského potoka a horní Jizerky,
Krkonošský národní park**

Bakalářská práce

Autor: Michaela Morkesová
Vedoucí práce: Mgr. Tomáš Černý, Ph.D.

2018

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Michaela Morkesová

Lesnictví

Název práce

Ekologické mapování lesních a nelesních prameništích mokřadů v povodí Kozelského potoka a horní Jizerky, Krkonošský národní park

Název anglicky

Ecological mapping of forest and non-forest spring wetlands in the headwaters of Kozelský brook and upper Jizerka rivulet, The Krkonoše Mountains National Park

Cíle práce

Semiakvatické typy biotopů (obecněji mokřady, prameniště) jsou v krajině velice dynamickým systémem, v mnoha případech jde též o biotopy značně náchylné k degradaci (lidmi, zvěří, změnou chemismu půdy či vody vlivem nejen lokálních jevů, ale též vlivů velkého měřítka – depozice látek ve srážkách, globální změna klimatu). V případě velkoplošných zvláště chráněných území přírody (národní parky, chráněné krajinné oblasti) je velmi důležité zejména za účelem plánování regulačního managementu periodicky zjišťovat aktuální stav těchto biotopů. Výsledky mapování budou použitelné také k faktografické aktualizaci existujících biotopů v síti NATURA 2000. Dle poptávky ze strany Správy Krkonošského NP byla proto navržena tato studie postavená na sběru terénních dat v části Krkonoš, vymezené prostorově s ohledem na akční rádius řešitelky.

Metodika

Mapování biotopů M 1.7, R 1.2, R 1.4, R 2.2, R 2.3, T 1.5, T 1.6 (případně doplněné T1.10 a M5) dle soustavy NATURA 2000 + soubory lesních typů 6V a 7V (závěry svahových prohlubní). Mapování výskytu vybraných taxonů cévnatých bylin (seznam vytvořen dle výskytu hojnějších druhů v práci Harčarik 1991) na místech lesních a nelesních mokřadů/prameništ se semikvantitativním odhadem abundance jejich populací (1 – do 10%, 2 – 10–50%, 3 – nad 50% pokryvnosti z plochy celého biotopu). V případě svahových lesních prameništ bude max. délka hodnoceného biotopu po spádnicí 50 m. Geologické podloží jednotlivých lokalit bude zjištěno z digitální mapy. Na prameništích budou též zjišťovány dle vhodného postupu tyto charakteristiky prostředí: rozloha biotopu, hloubka půdního tělesa (pomocí kovové tyče), stupeň degradace (dle metodiky aktualizace biotopů NATURA 2000), trvalost vodní plochy (voda v úrovni, nad úrovní či pod úrovní povrchu; hodnoceno 2x v jarním a letním období), pH vody a teplota vody (odběr ca 40 reprezentativních vzorků, teplota bude měřena zároveň při odběru) – vzorky budou odebírány do plastových vzorkovnic v září při stabilním trvání počasí, uskladněny v lednici a do týdne analyzovány v laboratoři KEL. Všechna data budou vyhodnocena vhodnými statistickými analýzami (ANOVA, regresní analýzy, mnohorozměrné analýzy), mapované segmenty budou též digitalizovány v prostředí GIS.

Doporučený rozsah práce

Předpokládá se rozsah textu v délce 25-50 normostran

Klíčová slova

Mapování biotopů, prameniště, kyselé horniny, cévnaté rostliny, ohrožené druhy rostlin, disturbance, klimatická změna, horské prostředí, Sudety

Doporučené zdroje informací

Baroš A. (ed.) (2013): Břehové porosty vodních toků. – Sborník ze semináře, VÚKOZ, v. v. i., Průhonice, 92 p.

Faltysová H., Mackovčín P., Sedláček M. & kol. (2002): Královéhradecko. – In: Mackovčín P. & Sedláček M. (eds.), Chráněná území ČR, svazek V, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR & EkoCentrum Brno, Praha.

Gerža M., Myšková Z. & Kučera J. (2011): Montia fontana a M. hallii v Orlických horách. – Zprávy České Botanické Společnosti 46: 359–377.

Háková A., Klauisová A. & Sádlo J. (eds.) (2004): Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy Natura 2000. – Planeta XII/8 – druhá část. Ministerstvo životního prostředí, Praha.

Harčarik J. (1991): Nástin vegetace lesních pramenišť západní části Krkonoš – povodí Mumlavy. – Ms., Dipl. práce, depon. in: Knihovna Krkonošského muzea, Vrchlabí.

Havrdová L., Zahradník D., Romporlt D., Pešková V. & Černý K. (2017): Environmental and silvicultural characteristics influencing the extent of ash dieback in forest stands. – Baltic Forestry (accepted).

Chytrý M. (ed.) (2010): Katalog biotopů České republiky, Ed. 2. – Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.

Chytrý M. (ed.) (2011): Vegetace České republiky 3. Vodní a mokřadní vegetace. – Academia, Praha.

Kolbek J. a kol. (1999): Vegetace Chráněné krajinné oblasti a Biosférické rezervace Křivoklátsko 1. Vývoj krajiny a vegetace, vodní, pobřežní a luční společenstva. – Agentura ochrany přírody a krajiny, Praha.

Myšková Z. (2009): Prameništní vegetace Orlických hor a sezónní dynamika jejího mechového patra. – Ms., Dipl. práce, depon. in: Ústav Botaniky a Zoologie, Masarykova Univerzita, Brno.

Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – FLD

Vedoucí práce

Mgr. Tomáš Černý, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie lesa

Konzultant

Mgr. Ing. Michaela Češková, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 29. 4. 2017

prof. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 15. 2. 2018

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

V Praze dne 21. 02. 2018

Prohlašuji, že jsem bakalářskou / diplomovou práci na téma „Ekologické mapování lesních a nelesních prameništích mokřadů v povodí Kozelského potoka a horní Jizerky, Krkonošský národní park“ vypracovala samostatně pod vedením pana Mgr. Tomáše Černého, Ph.D. a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědoma, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Ve Vítkovcích dne 19.4.2018



Michaela Morkesová

Poděkování

Lidé, kterým bych tímto chtěla mockrát poděkovat je hned několik. V první řadě vedoucímu práce, panu Mgr. Tomáši Černému Ph. D., za velikou vstřícnost, ochotu, čas a v neposlední řadě za souhlas s vedením bakalářské práce, kterou jsem v podstatě sama navrhla a s jeho pomocí mohla dovést do finální podoby. Dále paní Alžbětě Čejkové, za velkou pomoc při sestavování cílů práce a metodiky s ohledem na požadavky správy KRNAP a za nasměrování při začátcích terénního mapování. Rodině děkuji za psychickou podporu po celou dobu studia a speciálně mému snoubenci, Michalovi ještě za výpomoc v terénu. Děkuji také paní Vieře Horákové za konzultaci, která sice proběhla těsně před ukončením práce, ale pomohla v osvětlení řady nejasností a navedení tím správným směrem. Nesmím však zapomenout také na naši fenku Gairu, díky které mi samotné při terénním mapování nebylo tak smutno.

Abstrakt

Prameniště jsou v čase a prostoru velmi dynamickými ekosystémy. Jejich vegetace dokáže rychle reagovat na různorodé změny globálních i lokálních měřítek, jak v distribuci vody, tak ve změně jejího chemismu, teploty, aj. Tato práce byla navržena dle seznamu námětů na bakalářské a diplomové práce pro rok 2016/2017 v součinnosti se správou Krkonošského národního parku.

Cílem této práce bylo provést plošné zmapování předem vybraného území spadající pod KÚ Vítkovice v Krkonoších. Celková rekognoskovaná plocha činila přibližně 10 km². Na této ploše bylo nalezeno celkem 67 pramenišť, na kterých byly zaznamenávány informace o vegetaci a řadě charakteristik prostředí. Celkem bylo zapsáno 97 taxonů cévnatých rostlin včetně některých vzácnějších druhů. Jednotlivá prameniště byla také přímo na místě zakreslována do map formou polygonů v aplikaci MapPlus s přesností 5–10 m. Data byla sbírána v nadmořských výškách od 700 po 1100 m n. m. v horní části povodí řeky Jizerky a Kozelského potoka a dále analyzována v programech Canoco 5 a R. Statistické analýzy se zaměřily zejména na vztahy botanických dat s proměnnými prostředí, a zároveň také na rozdíly v rámci jednotlivých povodí, prameništních biotopů či vegetačních asociací.

Výsledky ukázaly řadu zajímavých trendů, které by bylo určitě velmi přínosné rozvést v dalších pracích zaměřených na lesní prameniště. Například, že ve smrkových porostech byl v povodí řeky Jizerky nalezen větší počet druhů cévnatých rostlin než v porostech smíšených (buk, olše, smrk) či dokonce listnatých. Dále vázanost druhu *Lastrea limbosperma* na hlubší půdy, nebo zvyšující se počet typických prameništních druhů se zvyšujícím se pH vody. Nižší pH vody ale naopak často korelovalo s nižším stupněm degradace prameniště. Do budoucna je určité důležité se touto problematikou dále zabývat, monitorovat případné změny a dokázat na těchto plochách vhodně lesnický hospodařit.

Pramenné vývěry patří k důležitým biotopům „na střeše“ celých povodí, ovlivňují četné populace rostlin i živočichů na ně přímo či nepřímo navazujících, včetně naší lidské populace, a zajisté tak ovlivňují kvalitu prostředí v rozsáhlejších prostorovém měřítku.

Klíčová slova: mapování biotopů, lesní prameniště, kyselé horniny, cévnaté rostliny, ohrožené druhy rostlin, disturbance, horské prostředí, Krkonoše, Sudety

Abstract:

The springs are very variable and dynamic ecosystems in terms of both time and space scales. Their vegetation can be abruptly affected by many changes on global or local range, such as water distribution, the reaction (pH) or the temperature changes. This thesis was designed in accordance with the list of bachelor and diploma theses for the years 2016/2017 by the Krkonoše Mountains National Park Administration.

This study was aimed at making spatial mapping in the selected region occupying the cadastral area of the Vítkovice v Krkonoších village. The total examined area covered about 10 square kilometres. The total number of springs found in this area represented 67 springs; the vegetation and environmental variables of this area were recorded in parallel. The vegetation composition comprised 97 taxa of vascular plants including several rarer species. Individual springs were plotted on maps in the field as polygons in a MapPlus application with the accuracy of 5–10 meters. The data were collected in altitudes from 700 to 1100 meters a. s. l. in the headwaters of the upper Jizerka and Kozelsky brook and analysed in Canoco 5 and R programs. Statistical analyses were particularly focused on relations between botanical and environmental variables and differences between headwaters in terms of spring habitat types and vegetation associations.

The results show a series of remarkable trends, a more detailed analysis of which would be more than beneficial. For example, the number of vascular plant species found under spruce stands was higher than that found in mixed (beech, alder, spruce) or even deciduous stands. What was also devoted attention to was the binding of fern species *Lastrea limbosperma* on deeper soils as well as a rising number of typical spring species associated with increased water reaction. Lower water pH, by contrast, correlated with a lower level of spring degradation. Undoubtedly, this issue would deserve a more detailed analysis in the future. It also appears to be beneficial to continue monitoring potential changes and to be able to propose suitable forest management for these unique localities.

Springs belong to important habitats “on the roof” of the whole headwaters in that they influence many populations of plants and animals being directly or indirectly connected, including human population, and have certain effects on the environmental quality over a larger spatial scale.

Keywords: habitat mapping, forest springs, acid rocks, vascular plants, endangered plant species, disturbance, mountain environment, Krkonoše mountains, Sudetes

Obsah

SEZNAM TABULEK, OBRÁZKŮ A GRAFŮ	10
Tabulky	10
Obrázky a grafy	11
1. ÚVOD	12
2. CÍLE PRÁCE	16
3. ROZBOR PROBLEMATIKY	17
3.1. Charakteristika vybraného území.....	17
3.1.1. Geologické podloží.....	17
3.1.2. Půdy.....	18
3.1.3. Klima	19
3.2. Mokřady, prameniště a jejich úloha v ekosystému	20
3.2.1. Faktory ovlivňující bohatost pramenišť a druhové složení.....	20
3.2.2. Specifikace svazu <i>Caricion remotae</i> Kästner 1941 a jeho asociací..	21
3.2.3. Popis vybraných vzácných druhů rostlin zapsaných při mapování....	23
3.3. Natura 2000 – mapování biotopů	26
3.3.1. Mapované prameništní biotopy	27
3.3.2. Management lesních pramenišť.....	28
4. METODIKA	29
4.1. Příprava mapových podkladů	29
4.2. Mapování pramenišť	30
4.3. Statistické analýzy nasbíraných dat.....	33
4.3.1. Mnohorozměrné analýzy (program CANOCO 5)	33
4.3.2. Ellenbergovy indikační hodnoty (program JUICE)	35
4.3.3. Jednorozměrné analýzy (program R)	36

5.	VÝSLEDKY.....	37
5.1.	Vyhodnocení terénního mapování	37
5.2.	Výsledky statistických analýz	42
5.2.1.	Mnohorozměrné analýzy	42
5.2.2.	Jednorozměrné analýzy	50
6.	DISKUZE	57
7.	ZÁVĚR.....	60
8.	SEZNAM LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	61
9.	SEZNAM PŘÍLOH.....	64

SEZNAM TABULEK, OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Tabulky

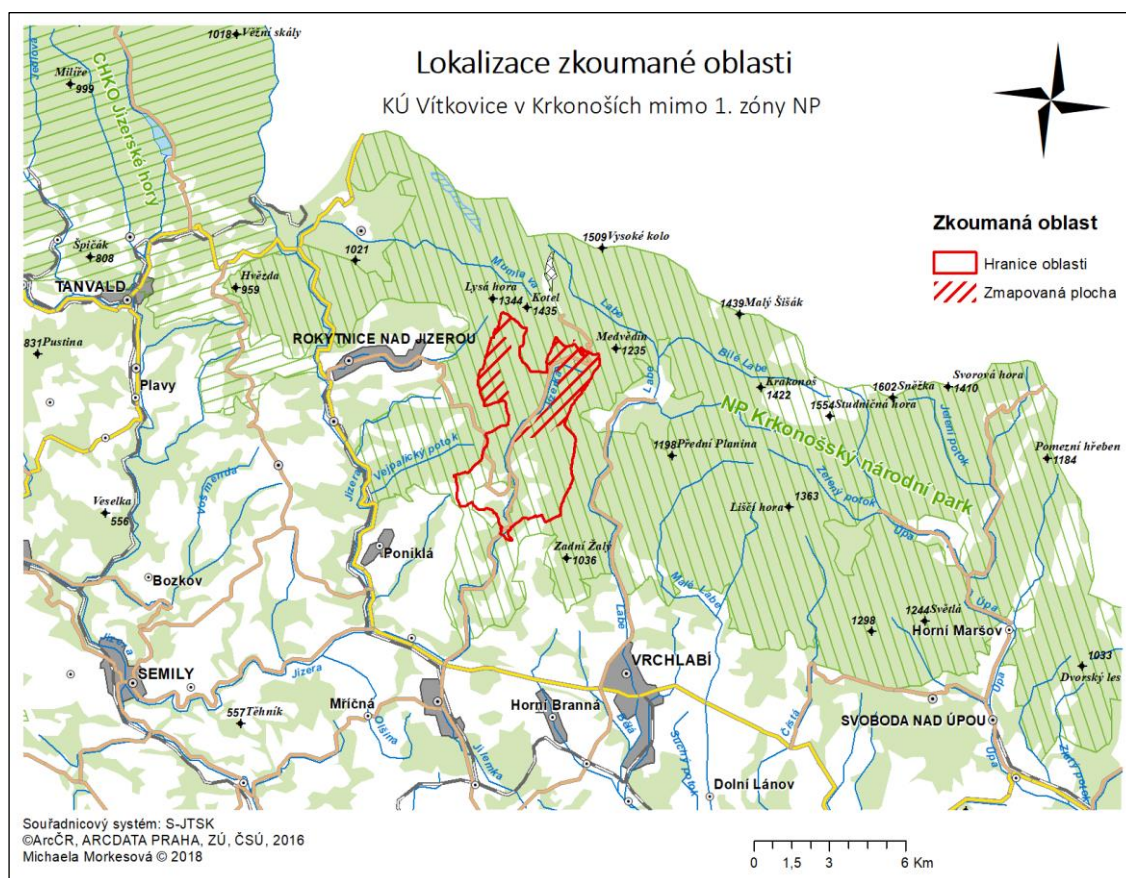
Tab. 1:	Seznam všech biotopů primárně určených k mapování	14
Tab. 2:	Průměrné roční teploty a úhrny srážek	19
Tab. 3:	Hladiny signifikancí a vysvětlené variability proměnných jednotlivých skupin	45
Tab. 4:	Procentuální vyjádření ovlivnění variability dat kovariátami v rámci jednotlivých skupin proměnných	46
Tab. 5:	Hodnoty signifikance lineárních modelů vztahu celkového počtu druhů, počtu typických druhů a jednotlivých stanovištních proměnných.....	54

Obrázky a grafy

Obr. 1: Mapa lokalizace zkoumané oblasti – KÚ Vítkovice v Krkonoších	12
Obr. 2: Fotografie zmije obecné (<i>Vipera berus</i>) na prameništi „P29“	15
Obr. 3: Fotografie půdních sond	18
Obr. 4: Mapa zařazení studované oblasti a mapovaných pramenišť do klimatické oblasti	19
Obr. 5: Fotografie <i>Chrysosplenium oppositifolium</i> , <i>Ch. alternifolium</i> a <i>Chaerophyllum hirsutum</i> s <i>Rumex alpinus</i>	21
Obr. 6: Fotografie <i>Gentiana asclepiadea</i> , <i>Aconitum plicatum</i> , <i>Dactylorhiza fuchsii</i> a <i>Epipactis helleborine</i>	25
Obr. 7: Fotografie <i>Circaea alpina</i> a <i>Pyrola minor</i>	26
Obr. 8: Mapa prostorového umístění jednotlivých nalezených pramenišť	37
Obr. 9: Mapa polygonů pramenišť nalezených v povodí řeky Jizerky	39
Obr. 10: Mapa polygonů pramenišť nalezených v povodí Kozelského potoka	41
Obr. 11: Druhový diagram a diagram ploch analýzy hlavních komponent (PCA)	43
Obr. 12: Diagram vysvětlujících proměnných PCA všech charakteristik prostředí	43
Obr. 13: Diagram druhové bohatosti PCA druhových dat	43
Obr. 14: Diagram vysvětlujících proměnných a ploch PCA charakteristik prostředí bez charakteru proudění vody, pH a teploty	43
Obr. 15: Grafy RDA s kovariáty a doplňkovými proměnnými	47
Obr. 16: Graf RDA s kovariáty a doplňkovými proměnnými – stanovištní proměnné bez charakteru proudění vody, pH a teploty	49
Obr. 17: Interakční grafy pro vztah povahy degradace a celkového počtu druhů a počtu typických druhů	51
Obr. 18: Interakční graf pro vztah stupně degradace a celkového počtu druhů	51
Obr. 19: Interakční grafy pro vztah asociace a celkového počtu druhů a počtu typických druhů	51
Obr. 20: Interakční graf reprezentativnosti a celkového počtu druhů	51
Obr. 21: Interakční graf pro vztah podloží a celkového počtu druhů	52
Obr. 22: Interakční graf vztahu dominant stromového patra a celkového počtu druhů	52
Obr. 23: Interakční grafy pro vztah výskytu vody a charakteru proudění, celkového počtu druhů a počtu typických druhů	53
Obr. 24: Krabicový diagram vztahu hodnocení typických druhů a celkovému počtu druhů	55
Obr. 25: Bodový diagram vztahu nadmořské výšky a počtu typických druhů	55
Obr. 26: Bodový diagram vztahu pH a počtu typických druhů	55
Obr. 27: Krabicový diagram vztahu asociace a počtu typických druhů	55

1. ÚVOD

Prameniště jako specifické biotopy představují velmi dynamický systém, který se mění v krátkodobém i dlouhodobém horizontu v závislosti na rozložení a distribuci podzemních vod, množství srážek, charakteru porostu a řadě dalších faktorů. Z hlediska fungování mnoha společenstev (včetně lidských) jsou ale klíčová a jejich mapování a následný monitoring se zaznamenáváním rozdílů by mohl být do budoucna velice užitečným. Může kupříkladu napomoci ke zjištění stavu pramenišť, vývojových trendů změn objemu a kvality podzemní vody, reakce prameništních ekosystémů na tuto změnu, úlohy degradace pramenišť aj. Na základě těchto zjištění je možné lépe reagovat vhodnými ochrannými opatřeními na případné změny v rozloze pramenišť, jejich zániku apod. a zkoumat příčiny a důsledky. V současné situaci zesílených antropických vlivů (a to i v prostředí Krkonošského národního parku), kdy se navíc podíl nezávadné vody ztelně snižuje, nabývá tato potřeba kontroly ještě většího významu.



Obr. 1: Mapa lokalizace zkoumané oblasti – KÚ Vítkovice v Krkonoších, mimo 1. zóny národního parku (zdroj: ARCDATA Praha; úprava: vlastní).

Ve své bakalářské práci jsem se zaměřila na menší oblast nacházející se na východním okraji Západních Krkonoš, konkrétně v katastrálním území Vítkovice v Krkonoších (**Obr. 1**). Oblast zájmu byla vybrána zástupcem správy Krkonošského národního parku, paní Alžbětou Čejkovou. Bylo tak učiněno zejména s ohledem na dopravní vzdálenost. Jistou výhodou byla i znalost místních podmínek a terénu. Navíc tato oblast z hlediska distribuce a vlastností prameništních biotopů nebyla doposud vůbec zkoumána.

Původní návrh bakalářské práce byl zaměřen na mapování celkově mokřadních biotopů v rámci celého vybraného území. Tedy zejména prameništních biotopů (lesní a luční prameniště) ale i mokřadů a podmáčených luk. Celý seznam i s příslušnými kódy uvádí **Tab. 1**. Nakonec se však z mnoha hledisek (časová náročnost, oborové zaměření autorky, zvolený postup mapování aj.) práce zaměřila na ryze lesní, případně luční prameniště (kód R1.4 a R1.2), zejména ta primární, tedy nacházející se na počátku hlavních vodotečí. Během mapování byl zjištěn výskyt řady přechodových biotopů k dalším, lesním, biotopům, které jsou ale s výskytem vody (v půdě i na povrchu) a lesními prameništi velmi úzce spjaty (**Tab. 1** dole). Jednalo se o temperátní a boreální lužní lesy a lesy rašelinné, které jsou zároveň předmětem ochrany v Evropsky významné lokalitě Krkonoše (HORÁKOVÁ ET AL., 2006).

V rámci lesních prameništ' byly dále rozlišovány i asociace spadající pod svaz ***Caricion remotae* Kästner 1941**, který biotopu R1.4 odpovídá (CHYTRÝ ET AL., 2010). Na území Krkonoš se pravděpodobně nacházejí všechny tři asociace, řadí se do tohoto svazu, tedy asociace:

- *Caricetum remotae* Kästner 1941 (kód „RAA01“)
- *Cardamino amarae-Chrysosplenietum alternifolii* Maas 1959 (kód „RAA02“)
- *Pelio epiphyllae-Chrysosplenietum oppositifolii* Maas 1959 (kód „RAA03“)

Asociace *Caricetum remotae* však nebyla na území Krkonoš doposud popsána (CHYTRÝ, 2011). Lesními prameništi v Krkonoších se totiž doposud podrobněji zabýval pouze Harčarik (1991), který v povodí řeky Mumlavy zdokumentoval pouze asociace *Cardamino-Chrysosplenietum* a *Pelio-Chrysosplenietum*. Z hlediska ekologických charakteristik krkonošských prameništ' není ale důvod vylučovat výskyt porostů patřících k asociaci *Caricetum remotae* (CHYTRÝ, 2011).

Tab. 1: Úplný seznam všech biotopů, které byly vybrány pro mapování v bakalářské práci, s příslušnými kódy a přesnými názvy biotopů dle Chytrého (2011).

SEZNAM VŠECH BIOTOPŮ PRIMÁRNĚ URČENÝCH K MAPOVÁNÍ, (Chytrý, 2010)		
Kód dle Natura 2000	Kód biotopu	Název biotopu
-	M1.7	Vegetace vysokých ostřic
-	R1.2	Luční prameniště bez tvorby pěnovců
-	R1.4	Lesní prameniště bez tvorby pěnovců
7140	R2.2	Nevápnitá mechová slatiniště
-	R2.3	Přechodová rašeliniště
-	T1.5	Vlhké pcháčkové louky
6430	T1.6	Vlhká tužebníková lada
91E0	L2.1	Horské olšiny s olší šedou
91E0	L2.2	Údolní jasanovo-olšové luhy
91D0	L9.2	Rašelinné a podmáčené smrčiny

Typy prameništní vegetace svazu *Carcion remotae*, která se překrývá s mapovaným biotopem „R1.4“ se nacházejí po celé Evropě. Jako příklady uvádím několik prací zabývajících se lesními prameništi tohoto svazu (CHYTRÝ, 2011): Ve Velké Británii se jimi zabývá např. Rodwell (1991) ve druhém svazku knihy „British Plant Communities“ s názvem „Mires and Heaths“. Ve Francii se touto problematikou zabíral např. Braun-Blanquet (1926), v Nizozemí to byl např. Maas (1959) v Německu Pott (1995) a na Slovensku Valachovič (2001). Údaje o vegetaci lesních pramenišť však chybějí z území Balkánského poloostrova (CHYTRÝ, 2011).

Pomineme-li samotnou vegetační skladbu, které bude dán dostatečný prostor v kapitole 3, je důležité připomenout, že na biotopy pramenišť a na nich navazujících stružek, potoků a řek je vázána řada vzácných druhů živočichů. Někteří z nich mohou být dokonce glaciálními relikty, či endemité Krkonoš, jako například ploštěnka horská (*Crenobia alpina*) nebo pošvatka *Isoperla sudetica*, které lze nalézt právě v okysličené, prudce tekoucí studené vodě pramenišť či horských toků. V těch se také vyskytuje pstruh potoční (*Salmo trutta* m. *fario*), který je na chemické složení vody, odvíjející se i od stavu pramenišť, poměrně citlivý, což je podloženo značným snížením jeho populací v horních tocích řek v důsledku imisního okyselení (FALTYSOVÁ ET AL., 2002). Na populace fauny v řekách je také vázána řada ptáků, například ledňáček horský (*Alcedo atthis*) a skorec vodní (*Cinclus cinclus*), ale i savců (Vydra říční – *Lutra lutra*).

Voda stagnující v mělkých depresích nebo jenom mírně proudící má také pro mnoho druhů velký význam. Nacházejí zde útočiště nejrůznější druhy živočichů (**Obr. 2**), rozmnožuje se tu např. čolek horský (*Triturus alpestris*) a skokan hnědý (*Rana temporaria*). Vzácně se zde vyskytuje i mlok skvrnitý (*Salamandra salamandra*) (FALTYSOVÁ ET AL., 2002). Větší komplexy tůňek, zejména ty skryté v mladších porostech, jsou pak s oblibou vyhledávány zvěří.

Je tedy velmi důležité mít o těchto biotopech příslušné informace, nejen o jejich poloze, ale též o jejich aktuálním stavu. Prameniště mohou být ovlivňována řadou faktorů prostředí, počínaje klimatem, přes podloží, sklon (který pak ovlivňuje i charakter proudění vody), chemické složení vody a degradaci, která může mít řadu příčin. Hlavními příčinami degradace, které popisuje Filippov (2016) mohou být v případě pramenišť **eutrofizace, mechanická disturbance a odvodnění**. Eutrofizace může být způsobena přímo dodáním živin, např. v souvislosti s těžbou, přezvěřením, imisemi, anebo změně v chemickém složení podzemních vod. Těžba dřeva i aktivity zvěře pak mohou být příčinou mechanického poškození. Za odvodnění může být zodpovědná jednak těžká dřevařská technika, tvořící hluboké rýhy, kterými může voda unikat, tak rovněž přirozená či antropicky ovlivněná změna, v distribuci podzemních vod. Prameniště v lesích jsou pak často považována za nežádoucí a z toho plyne snaha o jejich zalesňování, čímž dochází k ústupu prameništní vegetace (CHYTRÝ, 2011).



Obr. 2: Zmije obecná (*Vipera berus*) na prameništi „P29“ (zdroj: vlastní).

2. CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem bakalářské práce je doplnit databázi informací o krkonošských lesních prameništích. Ty pak poslouží pro další účely, které mohou být jak teoretické, tak praktické.

Původním záměrem bakalářské práce byla kontrola v mapě již zakreslených segmentů vybraných druhů biotopů a případné dovymapování dalších. Již zmapované segmenty byly ale z velké části tvořeny lučními ekosystémy (tedy vlhké pcháčové louky, tužebníková lada, aj.), navíc jejich monitoring je podrobněji prováděn mapováním biotopů (DIGITÁLNÍ VEKTOROVÁ VRSTVA MAPOVÁNÍ BIOTOPŮ, VČETNĚ JEJICH AKTUALIZACÍ, AOPK ČR 2016) a také činností Správy KRNAP (VRSTVA PODMÁČENÝCH LOKALIT, KRNAP 2001–2004). Naproti tomu lesní prameniště byla při mapování soustavy Natura 2000 v porostech lokalizována jen minimálně a pokud bylo nějaké prameniště objeveno, bylo mapováno pouze jako mozaika s daným lesním biotopem, bez podchycení důležitých detailnějších parametrů. Ze Správy Krkonošského národního parku se pak touto problematikou v současnosti zabývá paní Mgr. Viera Horáková. Vznikající článek bude však s velkou pravděpodobností vydán až po termínu obhajoby této práce (HORÁKOVÁ, ÚSTNĚ). Zásadním cílem se tedy už v průběhu příprav stalo zejména aktivní vyhledávání dosud nezmapovaných biotopů. Těch bylo nakonec nalezeno na relativně malém území poměrně velké množství.

Dalším cílem bylo vzájemné porovnání zjištěných charakteristik pramenišť nalezených ve vybraných povodích. A to jak mezi jednotlivými prameništi, tak i mezi celými povodími. Cílem bylo také pokusit se najít určité trendy místní prameništní vegetace a charakteristik prostředí, a výsledky dále srovnat s jinými oblastmi, kde byl podobný průzkum prováděn také.

3. ROZBOR PROBLEMATIKY

3.1. Charakteristika vybraného území

Jak i znázorňuje mapka na **Obr. 1**, obec **Vítkovice v Krkonoších**, jejichž katastrální území bylo pro mapování vybráno, se nachází v západní části Krkonoš, spadající do Libereckého kraje. Celková katastrální výměra obce činí 3 197 ha z toho 2 560 ha je tvořena lesní půdou (OBEC VÍTKOVICE, 2017) (Reálně prochozeno však bylo pouze kolem 750 ha). Zkoumané území spadá do geomorfologického celku Krkonoše, podcelku Krkonošské rozsochy (KRKONOŠSKÉ ROZSOCHY (POHOŘÍ), [2017?])

3.1.1. Geologické podloží

Zkoumaná oblast se nachází v severovýchodní části Českého masívu, kde tvoří součást krkonošsko-jizerského krystalinika (FALTYSOVÁ ET AL., 2002). Zdejší podloží je tvořeno převážně komplexem metamorfovaných hornin (metasedimentů) proterozoického až spodně paleozoického stáří, tedy hlavně fylity, ve kterých se místy nacházejí vložky zelených břidlic. Směrem na sever ke krkonošsko-jizerskému plutonu se pak z důvodu vzniku reakčního dvora v podloží zkoumané oblasti vyskytují také svory, následovány četnými vložkami erlanu (tj. vápenato-silikátové kontaktní rohovce), kvarcitu a také magmatické ruly. Podél vodních toků se pak vyskytují nivní a kamenité až hlinito-kamenité sedimenty (GEOČR50, ČGS 2015). Právě skutečnost výskytu jak kyselých (fylit, svor), tak i bazických hornin (erlan) a stejně tak hornin s různou ochotou zvětrávat (magmatické ruly versus zelené břidlice) má velice významný vliv na vývoj flory a fauny v daných ekosystémech (JENÍK, 2007).

3.1.2. Půdy

Na území Krkonoš se setkáváme s půdami, které odpovídají obvyklým poměrům středoevropských hor, s tím, že je zde dobře zřetelná vertikální stupňovitost (FALTYSOVÁ ET AL., 2002). Dominantními půdami jsou zde podzoly (**Obr. 3** vlevo).

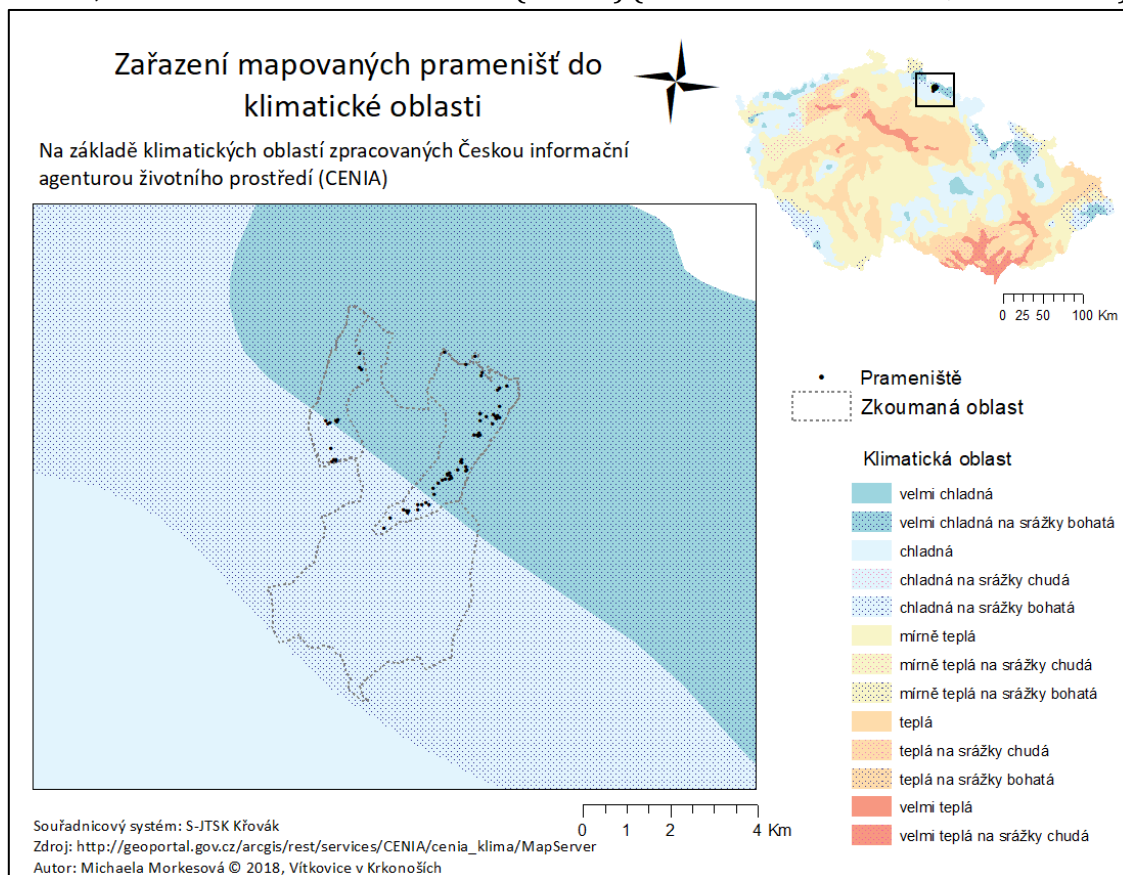
Co se týče půd přímo na prameništích, jedná se zpravidla o půdy mělké, na kterých je patrné výrazné ovlivnění vodou. Půdní typy vázané na prameniště, které se zároveň vyskytují v Krkonoších jsou **glej kambický** s výskytem do 1 000 m n. m., **kambizem glejová** s výskytem v údolích do 750 m n. m. a **kryptopodzol glejový**, který se v Krkonoších vyskytuje v rozmezí 650–1200 m n. m. (PODRÁZSKÝ ET AL., 2007). Na rašeliništích se pak vyskytují různé subtypy a přechodové formy organozemí, které mají zpravidla velmi mocný rašelinný horizont (VOKOUN ET AL., 2002) a celková hloubka horizontu bývá oproti prameništím výrazně větší. Mezi těmito dvěma ekosystémy však mohou existovat četné přechody.



Obr. 3: Půdní sonda v blízkosti prameniště „P60“ – **podzol rankerový** (vlevo) a v blízkosti prameniště „P55“ – **kambizem rankerová** (vpravo) (zdroj: vlastní).

3.1.3. Klima

Studovaná oblast se nachází v klimatické oblasti, která je srážkově velmi bohatá. Voda tu tedy pravděpodobně nebude limitujícím faktorem pro růst a přežívání rostlin (včetně dřevin). Z hlediska teploty zasahuje do dvou klimatických oblastí, a sice chladná a velmi chladná (**Obr. 4**) (KLIMATICKÉ OBLASTI ČR, 1901-2000).



Obr. 4: Zařazení studované oblasti a mapovaných prameniště do klimatické oblasti (zdroj: CENIA, úprava: vlastní).

Nejblíže položená meteorologická stanice je stanice Dolní Dvůr, Hanapetrova paseka (ID: H4DDPH01; 875 m n. m.), ta však měří pouze teplotu vzduchu a historická data z ní nejsou bezplatně dostupná. Uvádím proto data z meteorologické stanice v Peci pod Sněžkou (ID: H1PECS01; 816 m n. m.), která se nachází od vybrané oblasti KÚ Vítkovice v Krkonoších ve vzdálenosti přibližně 15 km (měřeno vzdušnou čarou) (HISTORICKÁ DATA: POČASÍ: Měsíční DATA, ČHMÚ 1961-2017) (**Tab. 2**).

Tab. 2: Průměrné roční teploty a úhrny srážek z meteorologické stanice v Peci pod Sněžkou (zdroj: ČHMÚ).

Rok	Průměrná roční teplota (°C)	Průměrný roční úhrn srážek (mm)
2017	5,5	1420
2016	5,8	1175
2015	6,3	1005
1961–1990	4,7	1230

3.2. Mokřady, prameniště a jejich úloha v ekosystému

Jak už bylo popisováno výše, prameniště spolu s jejich typickou vegetací tvoří sice malou, ale velmi významnou součást lesních (i lučních) ekosystémů a mají velký vliv i na řadu dalších ekosystémů na ně navazujících. V této kapitole jsou shrnuty hlavně informace botanického a fytocenologického charakteru včetně obecných charakteristik prostředí na těchto stanovištích.

3.2.1. Faktory ovlivňující bohatost pramenišť a druhové složení

Prameništní (a podobně též rašeliništní) vegetace se vyznačuje v průběhu roku relativně stabilním zamokřením, tedy zde obvykle nedochází k poklesům hladiny vody hluboko pod povrch ani k zaplavování (CHYTRÝ, 2011). Variabilita vegetace na prameništích je dána různými ekologickými faktory týkající se charakteru vody (její chemismus, teplota, vydatnost pramene, rychlost proudění, ...), ale i dalšími proměnnými, jako je obsah živin, světlo, délka sněhové pokrývky nebo i sklon svahu (CHYTRÝ, 2011). Hlavní roli zde ale hraje minerální bohatost a pH vody (PERSSON, 1962; HÁJKOVÁ ET AL., 2006).

Prameništní voda, zpravidla proudící, má obvykle vyšší pH než voda stagnující, kterou může významněji ovlivňovat respirační aktivita řas a mechorostů (TAHVANAINEN & TUOMAALA, 2003). Teplota také může snižovat produktivitu bylinného patra (DIERSSEN & DIERSSEN, 2005).

Dalším faktorem, který má na vegetaci pramenišť výrazný vliv, jsou právě už výše zmíněné živiny. Prameniště jsou většinou oligotrofní (CANTONATI ET AL., 2006), chudá na živiny (zejména na dusík a fosfor), což se často projevuje potlačeným bylinným patrem na úkor patra mechového a také hromaděním odumřelých rostlinných zbytků. Může tak i na prameništích docházet ke vzniku slatiny či rašeliny (obecně však v mnohem menším rozsahu, než je tomu u rašelinišť a vrchovišť). Avšak při nárůstu živin dochází zpravidla k zintenzivnění zarůstání bylinnou biomasou. Lesní prameniště, která jsou v hlavním zájmu této práce, jsou kontrolována dalším významným omezujícím faktorem, a tím je světlo a jeho dostupnost (CHYTRÝ, 2011).

3.2.2. Specifikace svazu *Caricion remotae* Kästner 1941 a jeho asociací

Tento svaz, spadající do třídy *Montio-Cardaminetea*, sdružuje vegetaci lesních pramenišť na kyselém až slabě bazickém podloží. Bylinné patro bývá dobře vyvinuto, často členěno na více vrstev. Typicky spodní vrstva je tvořena drobnými stín tolerantními druhy, například rod *Chrysosplenium* (Obr. 5 vlevo), často v doprovodu *Lysimachia nemorum*, *Stelaria alsine*, *Oxalis acetosella* (CHYTRÝ, 2011) a pro případ Krkonošských pramenišť v povodí Jizerky a Kozelského potoka i poměrně hojně se vyskytující *Circaea alpina*. Vyšší vrstvu tvořily v případě mapovaných pramenišť zejména *Chaerophyllum hirsutum* (Obr. 5 vpravo), *Impatiens noli-tangere* a *Petasites albus*. V rámci tohoto svazu se ale může hojně vyskytovat i *Caltha palustris* či *Cardamine amara* (v obou poddruzích, hojněji subs. *amara* vzácnější subsp. *austriaca*), mechové patro může mít jak velkou, tak i malou pokryvnost. Tato prameniště jsou často doprovázena mezofilními lesními druhy, které sem přesahují ze sousedních lesních porostů a diferencují tento svaz proti jiným svazům této třídy. Kontaktními lesními porosty jsou nejčastěji bučiny, někdy také dubohabřiny nebo podmačené smrčiny, jedliny a olšiny (CHYTRÝ, 2011).



Obr. 5: *Chrysosplenium oppositifolium* s přimíšeným *Ch. alternifolium* na prameništi „P07“ (vlevo), často tvořící spodní vrstvu prameništní vegetace a *Chaerophyllum hirsutum* v tomto případě s *Rumex alpinus* na prameništi „P10“ (vpravo) tvořící v mnoha případech vrstvu horní.

ASOCIACE: ***Caricetum remotae*** Kästner 1941

= **Vegetace lesních prameništ' s ostřicí řídkoklasou („RAA01“)**

Bylinné patro bývá dobře vyvinuto a často dosahuje pokryvnosti 50-80 %. Dominuje zde *Carex remota* (ostřice řídkoklasá), zatímco další druhy se vyskytují v menších pokryvnostech. Častý je výskyt bylinného patra typického pro mezofilní lesy, které je v ostatních asociacích zastoupeno mnohem méně. Přítomnost mechového patra je závislá na zástinu, množství listového opadu a míře disturbance. Počet druhů je ve srovnání s ostatními asociacemi svazu průměrný (na plochách o vel. 1–50 m² obvykle 10–20 druhů cévnatých rostlin). Tato vegetace je vázána na bučiny a při výskytu ve smrkových monokulturách představuje významné refugium druhů listnatého lesa uprostřed sekundárně vytvořených porostů. (CHYTRÝ, 2011) Nejčastěji se vyvíjí na prameništích se slabším prouděním vody a kolísajícím vodním režimem (SÝKORA, 1970). Je velmi podobná vegetaci prameništních olšin a také k nim může sukcesně směřovat. Při větším zvodnění pak má tendenci přecházet k vegetaci lesních prameništ' s řeřišnicí hořkou („RAA02“ – následující asociace) (CHYTRÝ, 2011).

ASOCIACE: ***Cardamino-Chrysosplenietum alternifolii*** Maas 1959

= **Vegetace lesních prameništ' s řeřišnicí hořkou („RAA02“)**

Zapojené bylinné patro bývá tvořeno dvěma vrstvami. Jeho pokryvnost se pohybuje obvykle mezi 70 a 100 %. Vyšší vrstvu bylinného patra často tvoří *Caltha palustris*, *Cardamine amara*, *Chaerophyllum hirsutum* a *Petasites albus*. Druhy *Chrysosplenium alternifolium* a *Lysimachia nemorum* se uplatňují ve spodní vrstvě. Druhovú bohatost je většinou obdobná s prameništi asociace *Caricetum remotae*. Společným znakem je i výskyt v bukových lesích, případně sekundárních jehličnatých kulturách na místech původních bučin. Oproti ní osídluje však výrazně hlubší půdy a vyžaduje také stálé zamokření chladnou vodou (SLABÝ, 1977). *Cardamino-Chrysosplenietum alternifolii* se nejčastěji se nachází na okrajích olšin i jiných typů lesa, částečný zástin zde není vyžadován. Lesní prameniště s vegetací této asociace mají význam pro zadržování vody v krajině. Pokud jsou prameny dostatečně silné, slouží často jako zdroje pitné vody, což má v mnoha případech bohužel negativní vliv na místní vegetaci (CHYTRÝ, 2011).

ASOCIACE: ***Pellio epiphyllae-Chrysosplenietum oppositifolii*** Maas 1959
= **Vegetace subatlantských lesních prameništ' s mokřýšem vstřícno listým**
(„RAA03“)

Tato asociace se vyznačuje dobře vyvinutým bylinným patrem s pokryvností v rozmezí 80–90 %. Spodní vrstvu tvoří dominantní druh *Chrysosplenium oppositifolium* s roztroušenými druhy jako *Lysimachia nemorum*, *Stellaria alsine* a *Stellaria nemorum*. Druhou vrstvu vytváří *Athyrium filix-femina*, *Cardamine amara* a *Impatiens noli-tangere*. Druhovú bohatost je menší než u ostatních asociací (na plochách 4–25 m² bývá zaznamenáno kolem 10 druhů rostlin) (CHYTRÝ, 2011). Takto zařazené porosty se často vyskytují v hustých bukových lesích a v létě bývají dosti zastíněné, což může být rovněž jedním z rozhodujících ekologických faktorů ovlivňujícím druhové složení (SOFRON & VONDRÁČEK, 1986). U nás je asociace významná hlavně kvůli výskytu druhu *Chrysosplenium oppositifolium* na jeho východním okraji areálu (CHYTRÝ, 2011).

3.2.3. Popis vybraných vzácných druhů rostlin zapsaných při mapování

Tato kapitola obsahuje informace o vzácných či jinak zajímavých druzích rostlin, které se na prameništích v rámci mapování podařilo nalézt a zapsat. V závorce za latinským názvem je uvedena jednotka klasifikace ohrožení daného taxonu dle národního systému kategorií a kategorií IUCN **Červeného seznamu cévnatých rostlin** (GRULICH & CHOBOT, 2017).

Hořec tolitovitý (*Gentiana asclepiadea* L.; C3; LC) (**Obr. 6** vlevo nahoře)

V České republice se vyskytuje pouze v horách sudetských pohoří, Moravskoslezských Beskyd a Javorníků. Krkonoše jsou nejsevernějším místem rozšíření. Roste zejména v horských lesích, na pasekách, loukách a v nivách. Stylizovaná rostlina se nachází ve znaku KRNP (ŠTURSA & DVOŘÁK, 2009).

Oměj šalamounek (*Aconitum plicatum* Rchb.; C3; LC) (**Obr. 6** vpravo nahoře)

Druh rostoucí roztroušeně až hojně právě na vlhkých lesních prameništích a dále v nivách ledovcových karů. Jedná se o endemita Českého masívu, včetně pohoří v sousedních státech (Německo, Rakousko, Polsko). V Čechách se vyskytuje pouze v česko-moravských hraničních pohořích od podhůří do subalpínského stupně, prudce jedovatá rostlina (ŠTURSA & DVOŘÁK, 2009).

Čarovník alpský (*Circaea alpina* L.) (Obr. 7 vlevo)

Tento taxon se sice v nejnovějším seznamu ohrožených druhů (GRULICH & CHOBOT, 2017) již nenachází, ale statut ohrožení a ochrany, konkrétně kategorie **C3**, je uváděn ve starších publikacích se zaměřením na flóru Krkonoš (ŠTURSA ET AL., 2009). S největší pravděpodobností tedy v posledních letech došlo k navýšení jeho populací, což bylo potvrzeno i v rámci šetření této práce. Vyskytuje se na vlhkých a živinami bohatých půdách v lesích podhorských a horských oblastí (ŠTURSA & DVOŘÁK, 2009).

Prstnatec Fuchsův pravý (*Dactylorhiza fuchsii* (Druce) Soó subsp. *Fuchsii*; C4a; NT) (Obr. 6 vlevo dole)

Orchidej vyskytující se hlavně na vlhčích loukách a lesních okrajích spíše submontánního stupně. Na lokalitách mapovaných pramenišť však byl v několika případech nalezen i v lesním porostu, což může napovídat o jeho původu (dříve se zde pravděpodobně nacházela louka).

Kruštík širolistý (*Epipactis helleborine* (L.) Crantz) (Obr. 6 vpravo dole)

Druh s největším rozšířením v rámci celého rodu (téměř celá Evropa, severní Afrika, Malá a Střední Asie, Japonsko a druhotně i v Severní Americe). V Krkonoších se vyskytuje roztroušeně až dosti hojně, na vlhčích loukách, ve světlých lesích a podél cest. Velmi variabilní druh, který se na území ČR vyskytuje ve dvou poddruzích. Opět se jedná o druh, který byl do červeného seznamu zařazen dříve (ŠTURSA ET AL., 2009), ale nyní se v něm již nenachází (GRULICH & CHOBOT, 2017).

Pérnatec horský (*Lastrea limbosperma* (All.) Holub et Pouzar)

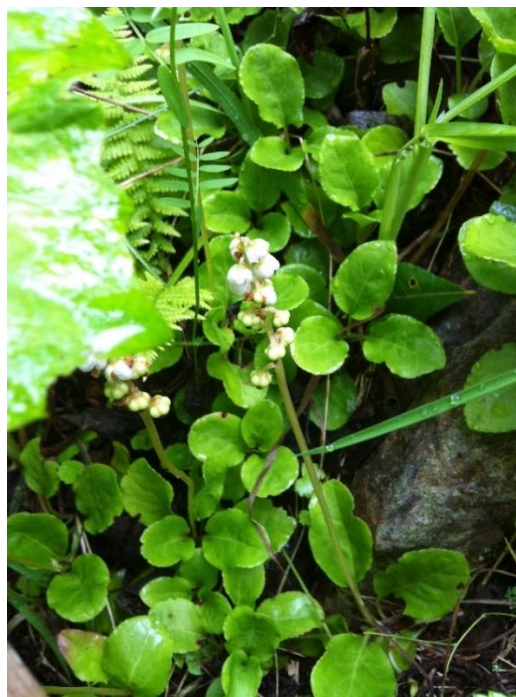
Druh vzhledem velmi připomínající kaprad' samec (*Dryopteris filix-mas*). Vyskytuje se ve stinných horských lesích, v nížinách vzácně. Nachází se roztroušeně po celém území Krkonoš. V novém seznamu (GRULICH & CHOBOT, 2017) se už nevyskytuje, ovšem ve starších publikacích (ŠTURSA ET AL., 2009) je řazen do kategorie **C4a**.

Hruštička menší (*Pyrola minor* L.; C3; NT) (Obr. 7 vpravo)

Místy výskytu jsou světliny v lesích a na jejích okrajích. Nejedná se o typický prameništní druh, avšak v rámci mapování byl na prameništi nalezen. Všechny druhy čeledi hruštičkovitých (*Pyrolaceae*) se vyznačují endomykorhizou a soužitím s určitými druhy dřevin (ŠTURSA & DVOŘÁK, 2009).



Obr. 6: *Gentiana asclepiadea* na prameništi „P07“ (vlevo nahoře), *Aconitum plicatum* na prameništi „P21“ (vpravo nahoře; jediný nález tohoto druhu), *Dactylorhiza fuchsii* na prameništi „P06“ (vlevo dole) a *Epipactis helleborine* na prameništi „P31“ (vpravo dole).



Obr. 7: *Circaea alpina* na prameništi „P31“ (vlevo) a *Pyrola minor* na prameništi „P26“ (vpravo).

3.3. Natura 2000 – mapování biotopů

Vytvoření sítě chráněných území v Evropě, známých jako soustava NATURA 2000, je přímou odpovědí Evropského společenství na rychlý úbytek přírodních typů prostředí i jednotlivých druhů rostlin a živočichů v posledních desetiletích (HORÁKOVÁ ET AL., 2006). Na základě směrnice Evropské unie 92/43/EEC, o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin, jsou státy EU povinny vymezit významné lokality soustavy NATURA 2000 a dále zajistit jejich ochranu. A právě jedním z nejvýznamnějších kritérií pro vymezení těchto území je přítomnost vybraných biotopů, tzv. typů přírodních stanovišť, které jsou jmenovitě uvedeny v této směrnici a jejichž vymezení je převážně založeno na fytoocenologické (curyšsko-montpelliérské) klasifikaci vegetace. Zároveň ze směrnice vyplývá povinnost pravidelného sledování změn stavů biotopů na celém území státu. První základní mapování proběhlo v letech 2001-2004 a od roku 2006 probíhají tzv. aktualizace vrstvy mapování biotopů. Vymezení a popis jednotek používaných pro mapování biotopů v České republice shrnuje Katalog biotopů České republiky (CHYTRÝ ET AL., 2010).

Biotopy uvedené v Katalogu (2010) jsou rozčleněny na devět skupin. Z toho osm zahrnuje biotopy důležité z hlediska ochrany přírody a jedna představuje biotopy silně ovlivněné, nebo přímo vytvořené člověkem. Každá skupina je označena písmenem a dále členěna pomocí čísel na základní jednotky klasifikace. V několika málo případech je ještě doplněna písmenem na konci kódu, který dělí jednotky na podjednotky.

V **Krkonoších** bylo zjištěno 67 přírodních biotopů (tedy mimo těch vytvořených či ovlivněných člověkem), se zastoupením všech osm skupin biotopů. Nejčastější, co se počtu biotopů týče, je skupina **Alpínské bezlesí** (přes 3 000 ha). Dalšími prostorově výrazně zastoupenými skupinami jsou **Lesy** a **Sekundární trávníky a vřesoviště** (dohromady pokrývají téměř 24 000 ha). **Prameniště a rašeliniště** se zde plošně vyskytují daleko méně. Avšak menší rozsah je vyvážen počtem podjednotek. Z celkových 13 se jich na území Krkonoš nachází 9 (HORÁKOVÁ, 2005).

3.3.1. Mapované prameniště biotopy

Zde jsou ve zkratce uvedeny informace o biotopech z Katalogu biotopů České republiky (CHYTRÝ, 2010), na které jsem se v bakalářské práci zaměřila.

R1.4 Lesní prameniště bez tvorby pěnvců

Jedná se o prameniště s řídkou zapojenou bylinnou nebo mechobylinnou vegetací, v některých případech téměř bez vegetace. Ta je totiž potlačována korunovým zápojem okolního lesního porostu. Na rozsáhlejších prameništích méně ovlivněných zástínem se proto nacházejí zapojenější a vyšší porosty cévnatých rostlin. Lesní prameniště se vyvíjejí na humózních, bahnitých nebo kamenitých substrátech, často i na mokrých skalách. Je zde malý obsah vápníku, který ve vodě neumožňuje srážení pěnvců. Kromě pramenných vývěrů se tato vegetace může vyvíjet i podél menších vodních toků, v příkopech podél lesních cest, aj. Pokud však není dotována silnějším pramenným vývěrem, má často pouze dočasný charakter (CHYTRÝ ET AL., 2010).

R1.2 Luční prameniště bez tvorby pěnovců

Jedná se o vydatné a trvalé vývěry vody uprostřed luk, rašelinišť či pasek obklopující nízkou bylinnou nebo mechobylinnou vegetací, v níž dominují zástupci rodu *Montia* (zdrojovky), nebo *Stellaria alsine*. Obsah vápníku ve vodě je malý, a tudíž neumožňuje srážení pěnovce (CHYTRÝ ET AL., 2010).

3.3.2. Management lesních pramenišť

V příručkách k mapování biotopů NATURA 2000 jsem se v souvislosti s lesními prameništi nejčastěji setkala s termínem „biotopy nevyžadující žádnou zvláštní péči“ (FILIPPOV, 2016; CHYTRÝ ET AL., 2010). Základní informace o hospodaření v lesních porostech jsem následně získala od paní Horákové (ÚSTNĚ). K určitému návrhu managementu se však podařilo dobrat až v publikaci zabývající se péčí o nelesní biotopy v rámci soustavy NATURA 2000 (HÁKOVÁ, 2003). Přírodní biotopy, kterými jsou právě i lesní prameniště (oproti prameništím lučním, které se dle Hákové (2003) řadí mezi biotopy polopřírodní) by měly být ponechávány, pokud možno, samovolnému vývoji. Při hospodaření je však nutné dbát těchto zásad:

- Neprovádět meliorační úpravy v okolí těchto biotopů, pozemky by neměly být přehnojovány.
- Omezit intenzivní pastvu, či výskyt skládek hnoje v okolí pramenišť.
- V okolních lesních porostech provádět jen šetrné zásahy, které nezpůsobí poškození půdního krytu a vznik druhotné hydrologické sítě (hlavně v případě svažitých terénů).
- Vyvarovat se rozsáhlejší těžbě či tvorbě větších holin v okolí pramenišť.
- Nevápnit lesní porosty v okolí rašelinišť.
- Neprovádět výsadbu smrkových kultur v okolí pramenišť.

4. METODIKA

4.1. Příprava mapových podkladů

Ještě před samotným terénním mapováním proběhly přípravné práce zaměřené na zpracování map vybraného území. V prostředí programu ArcGIS (ARCGIS DESKTOP, ESRI 2017) byla nejprve provedena vektorizace hranic zkoumaného území a pro lepší přehlednost v terénu následně i lesních typů převzatých z typologické mapy (UHUL OPRL WEB MAP SERVICE, 2017), ve kterých by se prameniště potenciálně mohla nacházet. Jednalo se zejména o závěry svahových prohlubní ekologické řady obohacené vodou, konkrétně edafické kategorie V – vlhká. Dále byly pro úplnost zakresleny i edafické kategorie z řad oglejené, podmáčené a rašelinné, na kterých výskyt pramenišť také lze předpokládat (na vybrané ploše se vyskytovaly pouze kategorie P – oglejená kyselá, G – podmáčená středně bohatá a R – rašelinná) (TYPOLOGICKÁ TABULKA, ÚHUL 2003). Do mapy byla přidána i vybraná prameniště, mokřady a podmáčené louky z mapování biotopů v rámci projektu NATURA 2000 (DIGITÁLNÍ VEKTOROVÁ VRSTVA MAPOVÁNÍ BIOTOPŮ, VČETNĚ JEJICH AKTUALIZACÍ, AOPK ČR 2016), které byly hlavním předmětem této práce (tedy jednotky klasifikace R1.2, R1.4, R2.2, R2.3, T1.5, T1.6, M1.7) (licenční smlouva se nachází v **Příloze č.1**). Dalším potenciálním zdrojem srovnávacích dat byla Vrstva podmáčených lokalit (KRNP 2001–2004) v KÚ Vítkovice v Krkonoších (Smlouva o poskytnutí je v **Příloze č.2**). Všechny tyto vrstvy byly vloženy do mapového souboru s podkladem Základní Mapy České republiky 1:10 000 (MAPOVÁ SLUŽBA WMS – ZM 10, ČÚZK 2017), a Ortofoto mapy České republiky (MAPOVÁ SLUŽBA WMS – ORTOFOTO, ČÚZK 2017). Tato vytvořená tematická mapa KÚ Vítkovice v Krkonoších mimo 1. zóny NP byla rozdělena na celkem 31 listů (reálně jich nakonec bylo zmapováno 17, a to konkrétně č. 17–19, 21–31 celé listy a č. 5, 6, 16 a 20 pouze částečně). Veškeré vytvořené mapy i s klady mapových listů se nacházejí v **Příloze č.3** a **Příloze č.4**. Vodní toky byly sledovány dle ZM 10 (MAPOVÁ SLUŽBA WMS – ZM 10, ČÚZK 2017).

4.2. Mapování pramenišť

V první fázi byla podána žádost o povolení výzkumné činnosti na území Krkonošského národního parku a následně uzavřena „Smlouva o spolupráci“ (viz **Přílohy č. 5, 6 a 7**) mezi Správou KRNAP a autorkou práce. Tyto záležitosti byly nezbytné k umožnění volného pohybu mimo vyznačené turistické trasy v rámci 2. a 3. zóny NP (1. zóna nebyla mapována).

Samotný sběr dat byl prováděn v průběhu července až září 2017. V říjnu se následně uskutečnil odběr vzorků vody z vybraných pramenišť ke zjištění pH. Území bylo systematicky procházeno s využitím předem připravených map. V terénu se pak postupovalo vždy od počátků všech toků zakreslených v mapě spolu s ověřováním závěrů segmentů mapovaných do edafické kategorie „V“, případně i „R“, pokud se v mapě vyskytovaly. Pokud se v mapě objevil i segment z vrstvy mapování biotopů, nebo vrstvy podmáčených lokalit, byl v terénu taktéž zkontrolován (k tomu však došlo v rámci reálně prozkoumaného území pouze v jednom případě). Jestliže byla při průchodu nalezena prameniště mimo jakékoli záznamy v mapě, byla vymapována také. Počátky toků vyznačené v mapě, které neměly typicky prameništní ráz (např. bez vegetace, voda z jednoho místa ihned vtékala do koryta), nebo dokonce vyschlé, byly označeny a popsány bodově. Kvůli poměrně velké časové náročnosti procházení terénu i samotného mapování došlo ke zpracování pouze části vymezeného území (vyznačeno v **Obr. 1** či **8**). K tomu přispěl i fakt, že se na relativně malé ploše nacházelo velké množství pramenišť. Podařilo se však zachytit velkou část potoků a stružek vyskytujících se na daném území, zejména ve vyšších nadmořských výškách celého katastrálního území.

Na každém prameništi byl proveden zápis vegetace použitím jednoduché stupnice abundance. Dominantní druhy (pokryvnost cca nad 50 % plochy prameniště) byly označovány číslem 3. Subdominantní druhy s pokryvností přibližně 10–50 % se označovaly číslem 2, do této skupiny se řadily druhy, které už sice netvořily jasnou dominantu, ale jejich plocha nebyla zanedbatelná anebo případy, kdy se na prameništi nacházely dvě a více dominant (všechny se pak označily číslem 2). A jako poslední byly zapisovány číslem 1 druhy s malou pokryvností (do 10 %). Veškeré dominanty a subdominanty byly na daném prameništi zapisovány vždy. Další druhy se pak zaznamenávaly hlavně s ohledem na schopnost determinace autorky práce. Byla však snaha o obsáhnutí co největšího

počtu druhů (nejlépe všech), vyskytujících se na dané ploše. Některé z druhů byly určeny pomocí Klíče ke květeně ČR (KUBÁT, 2002), případně z obrazového atlasu Rothmalera (JÄGER ET AL., 2013). Na lesních prameništích bylo toto obecně splňováno úspěšněji než na lučních, často přecházejících na mokřadní louky. Ty jsou z hlediska určování druhů náročnější, a to byl také jeden z praktických důvodů, proč jsem se raději ve své práci zaměřila na prameniště lesní. V některých případech byly taxony určovány pouze na rodové úrovni (pouze v případě opravdu obtížné determinace). Do zápisu se přidávala i informace o přítomnosti rodu *Sphagnum* (rašeliníky) a obecně *Bryophyta* (mechorosty) s ohodnocením pokryvnosti s pomocí již zmíněné stupnice. Zaznamenány byly i dominanty stromového patra v okolí prameniště (pokud byly přítomny) (Datový soubor se nachází v **Příloze 8**).

Dále byla podle Příručky hodnocení biotopů (FILIPPOV, 2016) určena základní jednotka daného biotopu a označeny typické druhy. Ty se podle metodiky dělí na druhy bazální a specifické a dle jejich zastoupení se stav hodnotí jako příznivý, méně příznivý a nepříznivý. Pokud se na daném prameništi vyskytovaly i druhy typické pro jiný biotop, ve vlastnosti „reprezentativnost biotopu“ se označil jako přechodový a zároveň bylo zaznamenáno, ke kterému dalšímu biotopu přítomná vegetace patří. V téměř úplné většině případů se jednalo o biotop „Lesní prameniště bez tvorby pěnvců“ (R1.4), jiný biotop byl zaznamenán pouze v jednom případě, kdy se zároveň jednalo o kontrolu již vymapovaného segmentu. S pomocí Příručky byla také určena povaha případné degradace (v rámci zmapovaných segmentů se vyskytovala zejména eutrofizace, vysychání, mechanická disturbance a zarůstání). Stupeň degradace byl dle Metodiky aktualizace vrstvy mapování biotopů (LUSTYK, 2016) hodnocen stupněm 0 (žádná degradace) až 3 (silná a výrazná degradace).

Na základě zaznamenaných druhů, jejich pokryvností a určeného biotopu bylo v případě lesních pramenišť odhadnuto zařazení porostů do asociace v rámci svazu *Caricion remotae*, který je s biotopem R1.4, tedy prameništi bez tvorby pěnvců, spojován (CHYTRÝ ET AL., 2010). V případě, že z nějakého důvodu nebylo možné asociaci určit (např. nepřítomnost diagnostických druhů) označilo se prameniště jako „RAAXX“, tedy zařazením na úroveň vegetačního svazu, bez další bližší specifikace.

Poté byla změřena hloubka půdy v několika bodech pomocí ruční zarážecí sondy, principiálně obdobné té, která byla použita v práci v NPR Rolavská vrchoviště (BAROCH, 2016). Počet sond se měnil v závislosti na velikosti prameniště od 2 do 6 a sondy byly rovnoměrně rozmístěny po celé ploše. Z těchto hodnot byl pro další účely následně vypočítán medián a uveden rozptyl (maximální a minimální hodnota). Zároveň byl zapsán výskyt vody, tedy zda se nacházela pod či nad povrchem, a charakter proudění. Ten se rozlišoval na rychle proudící, pomalu proudící a stagnující vodu. S výskytem vody a charakterem jejího proudění souvisela i možnost zjišťování dalších údajů o vodě na prameništi, tedy jejím pH a teplotě. Při první fázi mapování byla pouze zaznamenána skutečnost, zda vzorek vody k dalšímu měření bude možné odebrat či nikoliv. Na prameništích, u kterých bylo toto hodnoceno pozitivně (39 z celkových 67 zmapovaných pramenišť), proběhl v průběhu října 2017 odběr vzorků vody do polyetylenových lahvíek objemu 100 ml. Při odběru byla navíc změřena teplota klasickým rtuťovým teploměrem. Vzorky byly následně přechodně uloženy do lednice a do týdne zpracovány v laboratoři Katedry ekologie lesa na Fakultě lesnické a dřevařské, ČZU. Odběry a laboratorní rozborů vody proběhly ve 2 etapách. 29. 9. – 5. 10. 2017 se posbíraly a vyhodnotily vzorky z povodí Jizerky (25 pramenišť), 14 – 19. 10. 2017 vzorky z povodí Kozelského potoka (14 pramenišť). Počasí bylo po oba termíny odběrů konstantní, bez srážek, a tak by nemělo dojít k výraznému ovlivnění výsledků (např. zředěním a změnou pH a teploty pramene v důsledku silných dešťů anebo výraznou změnou teplot). V laboratoři bylo pH zjišťováno metodou ponorné pH elektrody na přístroji Mettler MP225 s přesností na dvě desetinná místa.

Každé nalezené prameniště bylo přímo na místě zakresleno formou polygonu do mapové aplikace MapPlus v. 2.6.12.3. (DUWEI 2016). Přesnost zakreslení se pohybovala od 5 do 10 metrů a v průběhu zakreslování byla neustále kontrolována pomocí záchytných bodů a kompasu, případně byly na základě těchto kontrol i polygony mírně doopravovány. Tyto vytvořené polygony byly následně ve formátu shp („shapefile“) přeneseny do programu ArcMap (ARCGIS DESKTOP, ESRI 2017). Pomocí nástroje „Feature to point“ byly v tomto programu vygenerovány centroidy (tedy geometrické středy) každého polygonu (Vrstvy se nacházejí v **Příloze 10 a 11**). Pro jednotlivá prameniště byly pak zjišťovány souřadnice a nadmořská výška centroidu pro využití v dalších analýzách.

V poslední řadě jsem přes webový portál České geologické služby provedla v Geologické mapě 1:50 000 (GEOČR50, ČGS 2015) vyhledání podloží jednotlivých pramenišť (Celý soubor dat prostředí lze nalézt v **Příloze 9**).

4.3. Statistické analýzy nasbíraných dat

V úvodu považuji za důležité uvést, že informace a terminologie týkající se statistických analýz byly čerpány zejména z vysokoškolských příruček Biostatistika (LEPŠ & ŠMILAUER, 2016), Mnohorozměrná analýza ekologických dat (LEPŠ ET AL., 2000), Zpracování geobotanických dat v příkladech (HERBEN & MÜNZBERGOVÁ, 2003). Velkou pomoc v orientaci poskytly i programové nápovědy používaného software (Canoco 5, Juice, R) a samozřejmě i z ústního sdělení vedoucího mé bakalářské práce, se kterým byl postup a způsob výpočtů průběžně konzultován.

4.3.1. Mnohorozměrné analýzy (program CANOCO 5)

Následné zpracování dat proběhlo nejprve v programu Canoco 5 (TER BRAAK & ŠMILAUER, 2013). Prvním krokem byla nepřímá (syn. neomezená, anglicky „unconstrained“) gradientová analýza nasbíraných druhových dat, kterou byl vysvětlen charakter jejich vlastní variability. Ordinační algoritmus byl zvolen lineární, s ohledem na povahu dat a délku gradientu variability, který vyšel jako 3,3násobek směrodatné odchylky (tedy na rozhraní mezi lineárním a unimodálním algoritmem). Použitou metodou byla analýza hlavních komponent (anglicky „Principal component analysis“, zkratka PCA). Data byla pro lepší rozložení a přehlednost grafu centrována dle rostlinných druhů a provedlo se důležité odstranění vlivu kovariáty, což v mém případě byla velikost jednotlivých pramenišť (tato proměnná se mezi lokalitami významně lišila). Díky tomu se předešlo případnému zkreslení výsledků rozdílností ploch a zároveň byla zjištěna míra ovlivnění tímto parametrem.

Druhým krokem byla modifikovaná PCA s charakteristikami prostředí. Zanalyzováno bylo nejprve 6 kontinuálních a 9 kategoriálních proměnných, tedy všechny vysvětlující proměnné, avšak pouze na 36 vzorcích (prameništích). Toto bylo způsobeno zejména neúplností dat, hlavně ve změřeném pH, teplotě (pouze 39 pramenišť) a zároveň množstvím pramenišť bez možnosti detekce charakteru proudění vody (voda pod povrchem v 16 případech).

Dále jsem provedla tři **přímé** (syn. omezené, angl. „**constrained**“) ordinační analýzy hledající vztah mezi prediktory prostředí a rostlinnými daty jednotlivých ploch. Prediktory byly pro tento účel rozděleny do tří zvláštních kategorií: geografické proměnné, ochranné proměnné a stanovištní proměnné.

Jako **geografické proměnné** byly zvoleny:

- asociace určené dle Chytrého (2011) („asociace“),
- nadmořská výška („nadm_v“),
- povodí – příslušnost k povodí Jizerky nebo Kozelského potoka („povodi“),
- a geologické podloží („podlozi“).

Do **ochranných proměnných** jsem zařadila:

- reprezentativnost biotopu, tedy jeho přechodovost („RB“),
- hodnocení typických druhů („TD“),
- intenzitu degradace („DG“)
- a povahu degradace (DG_pozn).

Stanovištními proměnnými byly:

- medián změřených hloubek („hloubka“),
- maximální změřená hloubka („hlb_max“),
- výskyt vody vůči zemskému povrchu („voda_typ“),
- charakter proudění vody („voda_proud“),
- změřené pH vody („pH“),
- teplota vody („tepl“)
- a dominanty stromového patra („dom_E3“).

Právě kvůli již dříve zmíněným chybějícím datům v případě zjišťovaného pH, teplotě a charakteru proudění vody byla kategorie stanovištních proměnných analyzována dvakrát. Jednou se všemi prediktory a podruhé s vyloučením proměnných s chybějícími daty (chybějící data byla v datovém souboru kódována konvenčním označením NA – „Not Available“). Pro tento případ byla využita analýza „Interactive forward selection with covariates“, kde kovariátou byla i v tomto případě plocha jednotlivých pramenišť. Tato analýza se skládá z dílčích kroků, kterými jsou celkový permutační test (v programu Canoco prováděn permutační metodou Monte Carlo) s 999 opakováními a následná selekce prováděná na základě stanovení hladiny parametru „p“ („probability value“). Do výsledků se dostaly tímto testem

pouze proměnné, které byly na hladině $p = 0,05$ statisticky významné (tedy standardní hladina $\alpha = 5 \%$). V několika málo případech byly použity i parametry, které zadanou hodnotu jen lehce překročily (přibližně o 1 %). Proměnné, které prošly tímto statistickým sítím, byly použity pro další výpočty.

Nejprve proběhly statistické výpočty lineární ordinační analýzou RDA („Redundancy analysis“). Opět, každá skupina prediktorů byla analyzována zvlášť. Pro potřeby této analýzy byl proveden výpočet indikačních hodnot dle H. Ellenberga (Ellenberg, 2010), pro každé prameniště zvlášť. Způsob a podrobnější postup výpočtu indikačních hodnot pro jednotlivá prameniště je popsán v následující kapitole (**Kapitola 4.3.2**). Tyto hodnoty byly použity jako doplňkové proměnné (v programu Canoco určené jako tzv. „supplementary variables“). Poslední vícerozměrnou analýzou byla RDA, od které se navíc, mimo odečtení vlivu plochy, odečetl i vliv umístění prameniště v prostoru, tedy specifické prostorové kovariáty. Veškeré možné varianty prostorových autokorelací byly napřed otestovány analýzou „Interactive forward selection“ a vybrány pouze varianty statisticky významné (stejně jako v případě vysvětlujících proměnných). Pokud si definujeme souřadnici „x“ a souřadnici „y“ pro každé prameniště (respektive jeho centroid), jednalo se o varianty „x“, „y“, „xy“, „y²“. Kategorie stanovištních proměnných měla i v těchto případech dva výstupy, tedy variantu se všemi proměnnými a poté tu s vyloučením neúplných proměnných (pH, teplota a charakter proudění vody).

4.3.2. Ellenbergovy indikační hodnoty (program JUICE)

Výpočet Ellenbergových indikačních hodnot pro jednotlivá prameniště byl proveden pomocí programu Juice (TICHÝ ET AL., 2011), do kterého se nejprve provedlo nahrání pořízených dat o výskytu rostlin v jednotlivých lokalitách. Tato data bylo potřeba po přiřazení hodnot ekologických faktorů k jednotlivým rostlinným druhům ještě revidovat a některé údaje manuálně doplnit. Poté se uskutečnil výpočet ekologických faktorů pro každé prameniště postupem dle manuálu k programu Juice (TICHÝ ET AL., 2011). Tyto údaje byly následně importovány k datům v programu Canoco 5 jako šest dalších numerických proměnných (vztah ke světlu, teplotě, kontinentalitě, vlhkosti, pH a k půdnímu dusíku).

4.3.3. Jednorozměrné analýzy (program R)

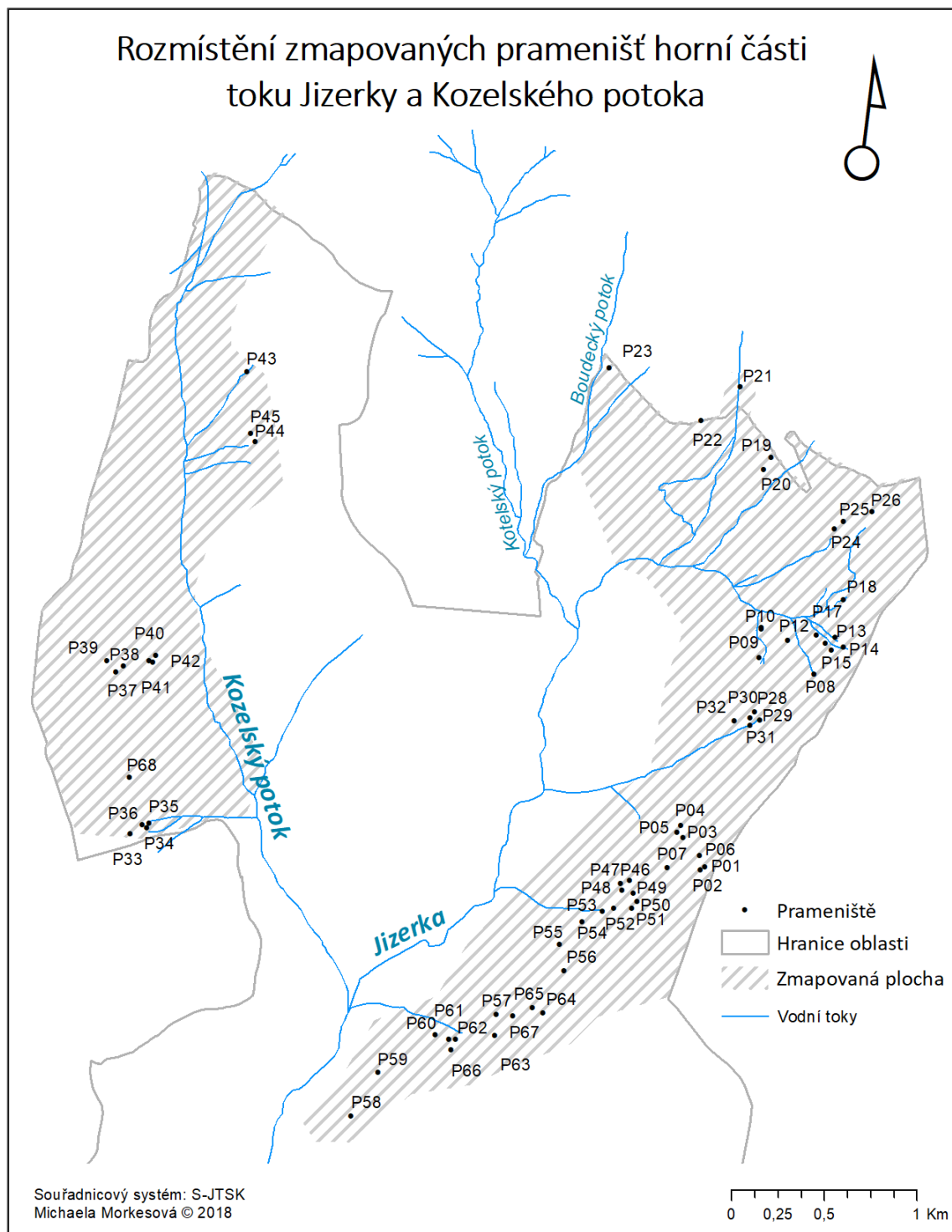
V této části statistických výpočtů byly zjišťovány závislosti vysvětlujících proměnných, tedy charakteristiky prostředí, a počtu druhů na prameništích pomocí jednorozměrných analýz. Veškeré analýzy popsané v této kapitole byly prováděny v programu R (R CORE DEVELOPMENT TEAM 2017).

Pro potřeby jednorozměrných analýz byl z rostlinných dat každého prameniště vygenerován celkový počet druhů popsanych na daném prameništi a počet typických druhů pro daný biotop podle Filippova (2016). Tato data byla dále zpracována lineárním modelem (funkce *lm*) analyzujícím závislost počtu druhů na ploše. Vzhledem k tomu, že růst druhů se zvětšující se plochou obecně nebývá lineární, ale jedná se zpravidla o logaritmickou závislost, byla plocha zlogaritmována pomocí dekadického logaritmu. Následně byly hodnoty počtu druhů, jak celkových, tak pouze typických, očištěny od tohoto vlivu plochy (v grafech označen jako „nr_sp1_cista“ a „nr_sp2_cista“). Reziduály z této první regresní analýzy, tedy zbytková variabilita po odečtení vlivu velikosti plochy, byly použity do následných analýz. Nejprve jsem vytvořila několik jednoduchých interakčních grafů (příkaz *interaction.plot*) popisující vztah mezi počty druhů a proměnnými a zároveň odlišnosti mezi oběma mapovanými povodími (Jizerka vs. Kozelský potok). Dále byly po ověření normality využity jednotlivé proměnné prostředí do dalších lineárních modelů analýzy variance (ANOVA). Pro každou vysvětlující proměnnou byla provedena analýza variance zvlášť a zjištěna hladina významnosti. Statisticky významné rozdíly v proměnných jsou dále interpretovány ve výsledcích pomocí krabicových diagramů.

5. VÝSLEDKY

5.1. Vyhodnocení terénního mapování

Celkem bylo zmapováno 67 pramenišť o velikosti přibližně od 100 do 5000 m² v nadmořských výškách 750–1080 m n. m. a zapsáno bylo celkem 97 taxonů cévnatých rostlin. Polohu jednotlivých segmentů ukazuje **Obr. 8**.



Obr. 8: Mapa prostorového umístění jednotlivých nalezených pramenišť (zdroj: vlastní).

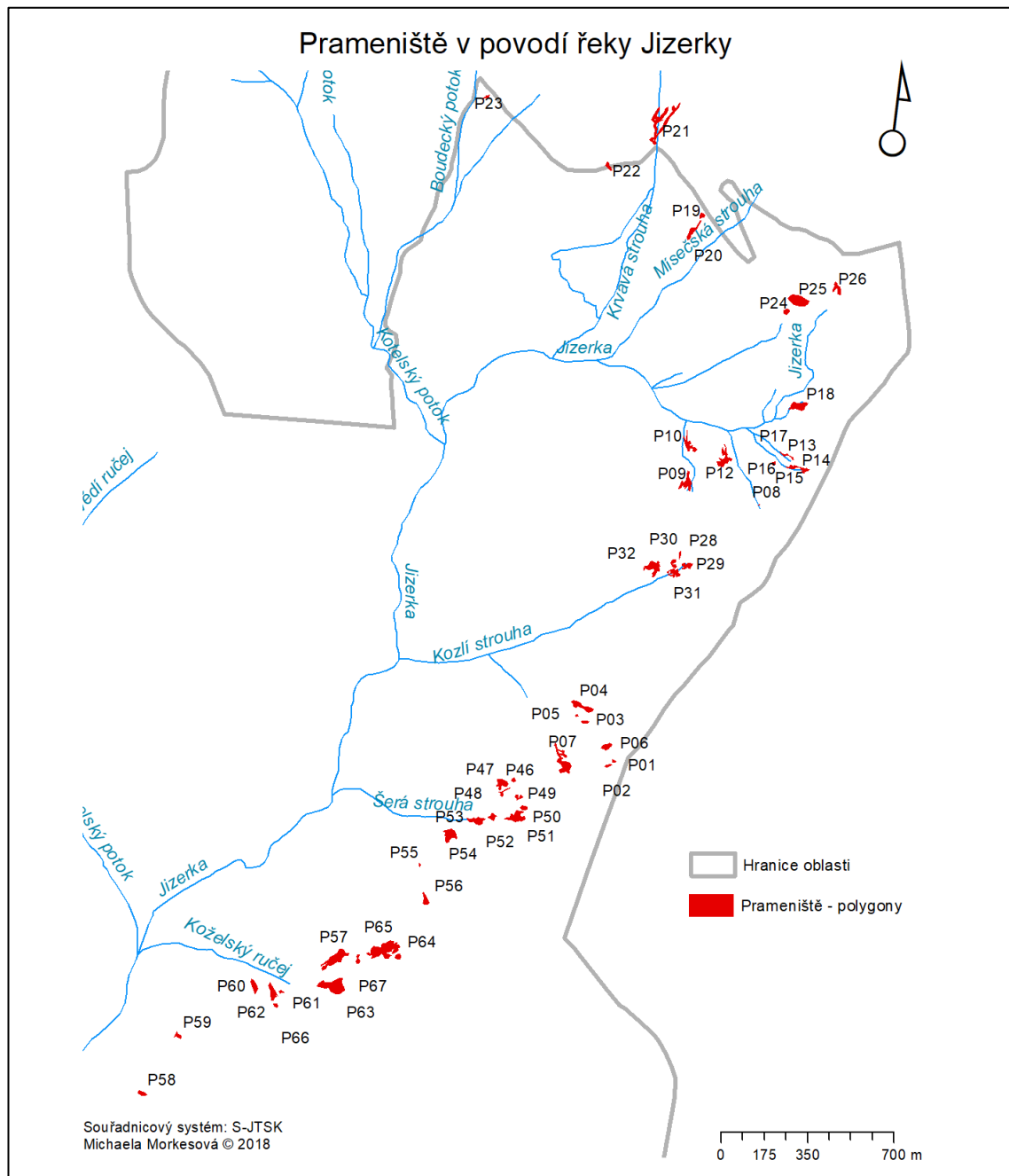
Samotné vymapované polygony jsou zobrazeny v následujících mapkách.

V povodí řeky Jizerky (**Obr. 9**) bylo nalezeno celkem 52 lesních pramenišť. Vyskytovaly se zde všechny 3 asociace v rámci svazu *Caricion remotae* a 9 pramenišť, u kterých se asociace nepodařila určit. Dále se v tomto povodí vyskytovalo i jediné zmapované prameniště luční („P24“).

Povodí Kotelského potoka nebylo mapováno, protože se již jedná o 1. zónu NP, a také kvůli faktu odchylné specifity místních pramenišť a odlišné distribuci vody v důsledku předchozího zalednění. Tzv. Mechové jezírko, které vzniklo ve spodní části údolí Kotelského potoka, kde byly vhodné podmínky pro akumulární činnost ledovců je dokonce jediným ledovcovým jezerem na české straně Krkonoš. Díky tomu je pro mapování nutná vyšší znalost oboru a více floristických zkušeností. Genezi jezerní lokality v rámci Kotelského potoka se podrobněji zabývá Engel (2003).

Do 1. zóny NP jsem se přesto neúmyslně dostala při mapování prameniště „P21“, které se však mimo zvýšený podíl mechového patra, strmějšímu srázu a v rámci mapování ojedinělému výskytu několika druhů (*Aconitum plicatum*, *Cicerbita alpina*, aj.) nijak výrazně neodlišovalo od ostatních pramenišť. Navíc po dokončení mapování jsem se rozhodla jej v souboru nalezených pramenišť ponechat. V této lokalitě se navíc nacházejí jedny z nejvýše položených smíšených porostů s výskytem buku v Krkonoších, které dále stoupají až na horní hranici lesa. Tyto porosty jsou zajímavé vegetativním rozmnožováním buku a byly v rámci několika ploch zkoumány (VACEK & JENÍK, 2010, 2012; FANTA, 2012).

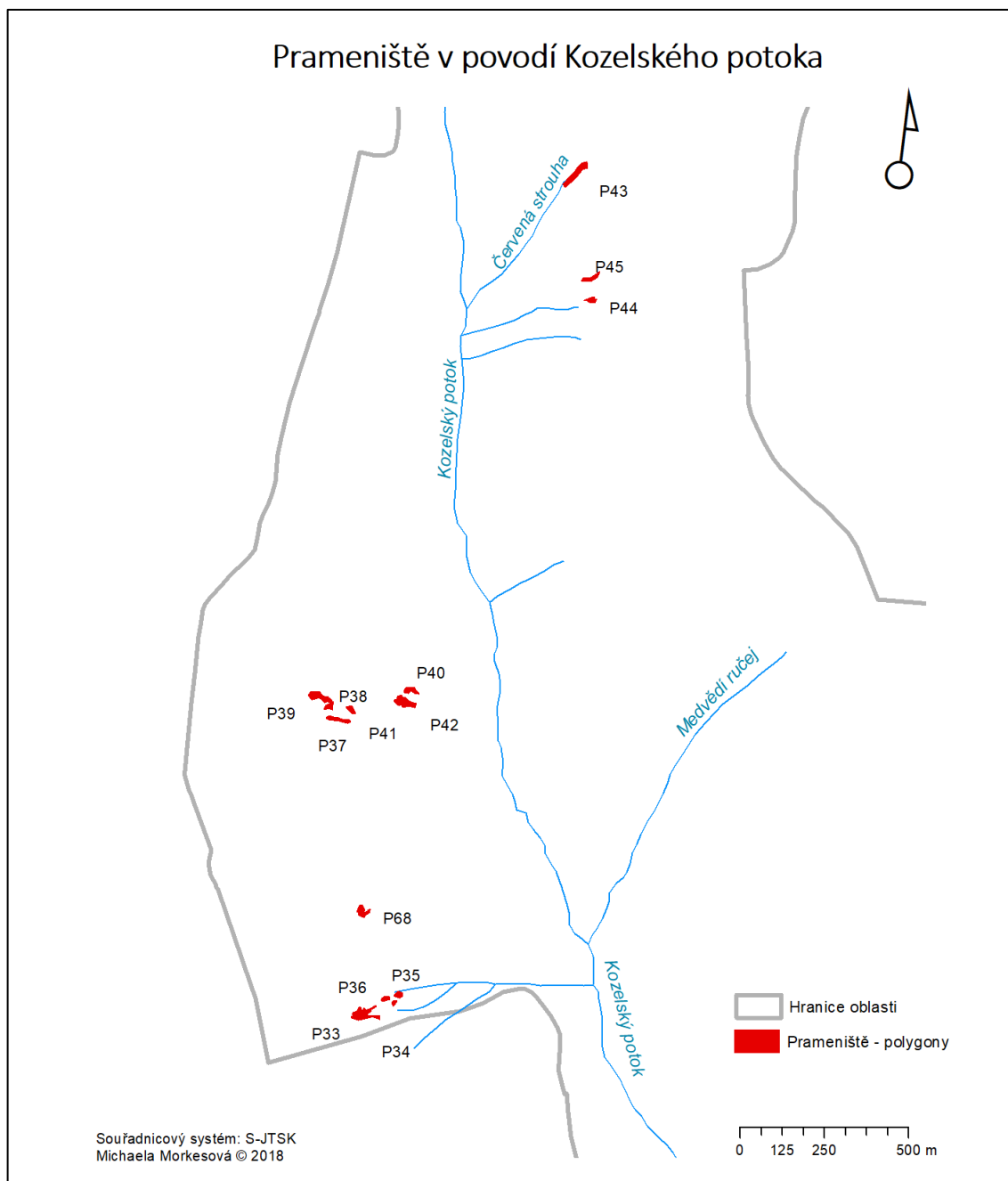
Západní břeh řeky Jizerky po přítok Kozelského potoka se kvůli nedostatku potřebného času nepodařilo projít. K tomu přispěl i fakt, že se zde podle základních map ČR nenacházely žádné větší boční přítoky a mapovaných cílových lesních typů tu bylo jen několik. Do budoucna by však samozřejmě nebylo od věci tuto oblast prohlédnout, jelikož výskyt nějakého prameniště nelze jednoznačně vyloučit.



Obr. 9: Mapa polygonů pramenišť vymezených v povodí řeky Jizerky (zdroj: vlastní).

V povodí Kozelského potoka (**Obr. 10**) bylo nalezeno 14 pramenišť s identifikovanými asociacemi *Cardamino-Chrysosplenietum aternifolii* a *Pellio epiphyllae-Chrysosplenietum oppositifolii* (tedy kromě asociace *Caricetum remotae*). Menší množství pramenišť je dáno pravděpodobně menší rozlohou povodí a oproti Jizerce výrazně nižším počtem přítoků. Dalším důvodem může být, že poměrně velká část přítoků (včetně samotného Kozelského potoka) mají svá prameniště až hluboko v první zóně, takže do mapování nemohly být zahrnuty, anebo prameniště úplně postrádalo vegetaci, a tudíž nebylo co mapovat. V oblasti Kozelského potoka se totiž ve větší míře nacházejí bukové porosty, které více brání rozvoji bylinného patra silným zástinem. Výrazná plasticita korunového rozvoje buku navíc umožňuje zatáhnout i větší světliny, které se v rámci pramenišť vytvářejí.

Východní část povodí se také nemapovala z důvodu ovlivnění Kotelskými jamami, které se nacházejí na opačné straně hřebene. Prameniště tu byla výrazně odlišná a rozprostírala se po téměř celé délce Kozelského hřebene, který se nachází na rozhraní údolí Kozelského potoka a údolí Kotle. Spodní část východní strany však opět kvůli časovému deficitu prozkoumána nebyla (zejména Medvědí ručej).



Obr. 10: Mapa polygonů prameniště vymezených v povodí Kozelského potoka.

5.2. Výsledky statistických analýz

5.2.1. Mnohorozměrné analýzy

PCA – NEPŘÍMÉ ANALÝZY

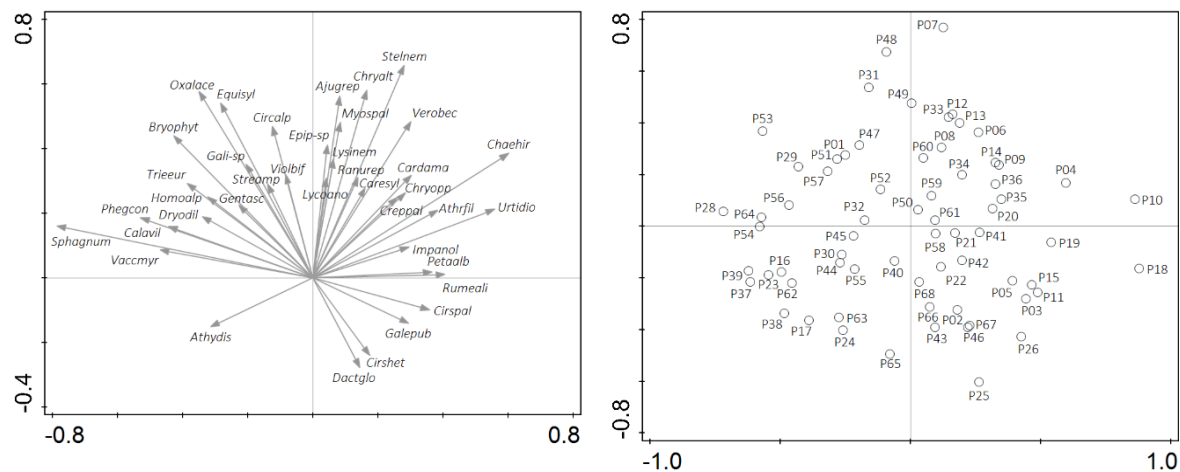
První analýza hlavních komponent, jak už bylo popsáno v kapitole 4.3.1, se zabývala druhovými daty, tedy rostlinnými taxony a jejich zjednodušeným odhadem abundance.

Po očištění od vlivu velikosti plochy (kovariáty) zůstalo téměř 97 % variability, což ukazuje, že její vliv na početnost druhů na zmapovaných prameništích nebyl příliš výrazný. Výsledek analýzy je interpretován na Obr. 11 a 12. Osy „x“ a „y“ vyobrazené na diagramu (Obr. 11) v tomto případě vysvětlují necelých 23 % celkové variability. Na základě nároků jednotlivých druhů se lze domnívat, že osa y bude gradientem světla – stín tolerantní druhy se nacházejí v horní polovině, ty světlomilné pak v dolní – a stejně tak i v případě vyzmapovaných prameniští. Tedy ty v horní části jsou zastíněné a v dolní části diagramu světlejší (na pasekách, lesních světlinách + P24 je jediným zmapovaným prameništěm lučným). Osa x bude s největší pravděpodobností charakterizovat živnost stanoviště, zleva od nejchudších (rod *Sphagnum* čili rašeliníky, nebo *Vaccinium myrtillus*, což jsou typicky taxony nacházející se na chudých stanovištích) doprava k živinově nejbohatším (z bylinného patra typický zástupce *Urtica dioica*). Graf nacházející se na Obr. 11 vlevo popisuje chování druhové skladby prameniští, vpravo chování jednotlivých prameniští.

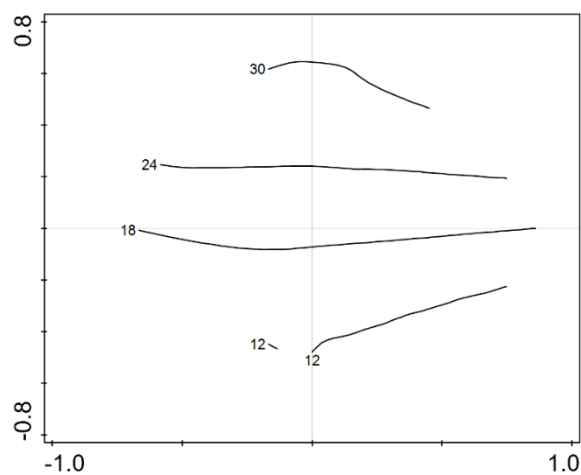
Obr. 12 pak ukazuje vztah růstu druhové bohatosti vzhledem k těmto gradientům, na kterém je jasně patrné, že počet druhů na daných plochách je závislý jen a pouze na světle (obsah živin se projevuje minimálně, až skoro vůbec).

Druhá analýza hlavních komponent byla zaměřena na charakteristiky prostředí, tedy vysvětlující proměnné. Z výše uvedených důvodů (Kapitola 4.3.1) byla analýza provedena dvakrát s různým počtem vzorků (prameniští) a vysvětlujících proměnných (charakteristik prostředí).

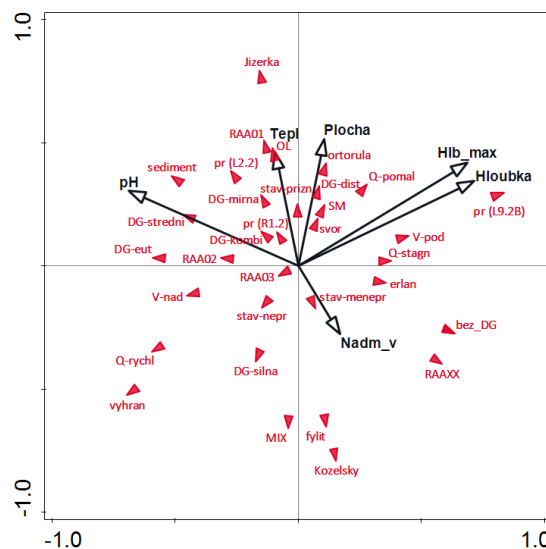
Do první analýzy vstoupilo celkem 17 prediktorů, které byly testovány na souboru 36 vzorků (z celkových 67). Dvě hlavní osy zde vysvětlily téměř 30 % celkové variability druhového složení.



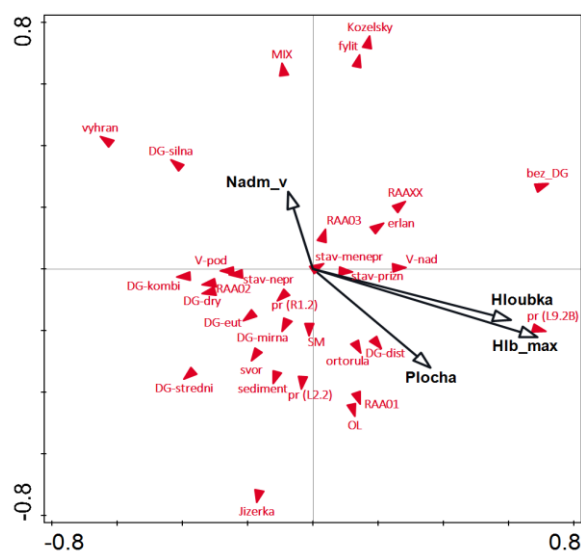
Obr. 11: Analýza hlavních komponent (PCA) druhových dat – druhový diagram a diagram ploch.



Obr. 12: PCA všech charakteristik prostředí – Diagram vysvětlujících proměnných.



Obr. 13: PCA druhových dat – Diagram druhové bohatosti.



Obr. 14: PCA charakteristik prostředí bez charakteru proudění vody, pH a teploty – Diagram vysvětlujících proměnných a ploch.

Výsledek této analýzy prezentuje graf na **Obr. 13**. Pro lepší přehlednost byly odlišeny kontinuální proměnné, které jsou označeny černou šipkou, od kategorických, označených pouze červeným koncem šipky bez linie (napodobení trojúhelníku, kterým se kategorické proměnné běžně označují). Ze zde vyobrazených údajů lze vyčíst například to, že přechodové biotopy k L9.2B (Podmáčené smrčiny) mají obecně větší hloubku půdy, než ostatní prameniště a zpravidla vodu pod povrchem. Rovněž prameniště s vyšší plochou mají v podloží nejčastěji ortorulu. Se snižujícím se pH vody zpravidla klesá i degradace a s vyšší teplotou vody a nižší nadmořskou výškou se na prameništích hojněji vyskytují olše. Toto všechno jsou však pouze trendy, vyvozované pouze na základě omezené podmnnožiny sesbíraných dat.

Některé z těchto potencionálních směrů se podařilo vyvrátit hned s další PCA bez chybějících dat, jejíž výsledky znázorňuje **Obr. 14**. Například u výše zmiňované vody pod povrchem, kde vyšla v tomto případě téměř opačná tendence (tedy že na hlubších prameništích se spíše nacházela voda nad povrchem, než zaklesnutá). Jinak však diagramy byly vesměs podobné. Co se týče obecných charakteristik analýzy, prediktorů bylo v tomto případě 14 a vzorků 65. Vysvětlená variabilita prvními dvěma osami se pohybovala kolem 24 %.

PŘÍMÉ ANALÝZY

V první fázi, tedy testování signifikance, prošel do dalších analýz z celkového počtu pro každou skupinu proměnných zvlášť jen určitý počet proměnných, jejichž významnost neklesla pod hranici $p = 0,1$ (hladina $\alpha = 10 \%$). Pokud se jednalo o proměnnou kategoriální, v momentě splnění signifikance jednou z kategorií, byly automaticky přidány i kategorie ostatní nehledě na jejich signifikanci (LEPŠ ET AL. 2000). Tyto proměnné v rámci tří stanovených skupin spolu s hladinami signifikance a procentem vysvětlení variability uvádí **Tab. 3**. K hladině významnosti bylo ve všech případech používáno „P(adj)“ (což je hladina dosažené pravděpodobnosti korigovaná na počet stupňů volnosti). Jednotlivé hladiny signifikance jsou v tabulce barevně označeny, konkrétně $p = 0,01$ je označeno zeleně, $p = 0,05$ žlutě a $p = 0,1$ oranžově. V tabulce je zřetelně zobrazeno, že většina proměnných nepřekročila ani tu nejpřísnější hladinu, tedy $p = 0,01$ (překročena byla pouze ve třech případech z 13).

Tab. 3: Hladiny signifikancí a podíly vysvětlené variability v druhovém složení pramenišť proměnnými v jednotlivých skupinách.

VÝSLEDKY VÝBĚRU S POSTUPNÝM PŘIDÁVÁNÍM (angl. „FORWARD SELECTION“)			
Prediktor	Vysv. %	P	P(adj)
Geografické proměnné			
Asociace.RAAXX	4,6	0,001	0,004
Asociace.RAA03	4,2	0,001	0,003
Nadm_v	3,7	0,001	0,004
Podlozi.sediment	2,5	0,010	0,030
Asociace.RAA02	2,2	0,053	0,106
Asociace.RAA01	2,2	0,042	0,101
Podlozi.ortorula	1,6	0,267	0,320
Podlozi.erlan	1,5	0,374	0,431
Podlozi.svor	1,4	0,488	0,488
Podlozi.fylit	1,4	0,426	0,465
Ochránářské proměnné			
RB.P (L9.2B)	9,7	0,001	0,004
TD.P	3,9	0,001	0,008
RB.P (L2.2)	3,1	0,001	0,005
DG_pozn.KOMBI	2,5	0,002	0,008
DG_pozn.EUT	2,4	0,002	0,006
RB.P (R1.2)	1,5	0,267	0,427
RB.V	1,5	0,249	0,427
TD.N	1,9	0,045	0,103
TD.MP	1,9	0,044	0,103
DG_pozn.DRY	1,4	0,338	0,492
DG_pozn.DIST	1,0	0,723	0,785
DG_pozn.bez_DG	1,0	0,716	0,785
Stanovištní proměnné měřené pouze v podsouboru dat			
pH	10,5	0,001	0,004
Hlb_max	4,6	0,011	0,064
Stanovištní proměnné s úplnými daty			
Hlb_max	4,6	0,001	0,007
Dom_E3.SM	2,7	0,014	0,040
Dom_E3.MIX	1,7	0,251	0,494
Dom_E3.OL	1,7	0,282	0,494

Abych vyhodnotila, jaký vliv má na závislé proměnné v rámci skupin velikost plochy a prostorové souřadnice, byly provedeny analýzy bez odečtu těchto proměnných, tedy bez kovariát. **Tab. 4** popisuje procenta celkové variability dat vysvětlené kovariátami u jednotlivých skupin proměnných. Z tabulky je patrné, že obecně rozmístění pramenišť v prostoru má na variabilitu dat větší vliv než samotná

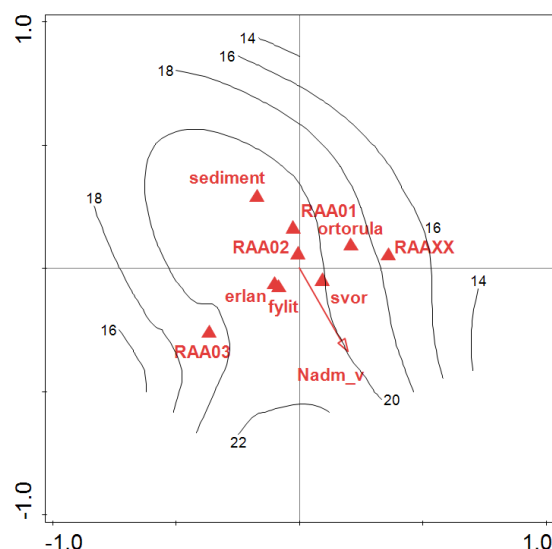
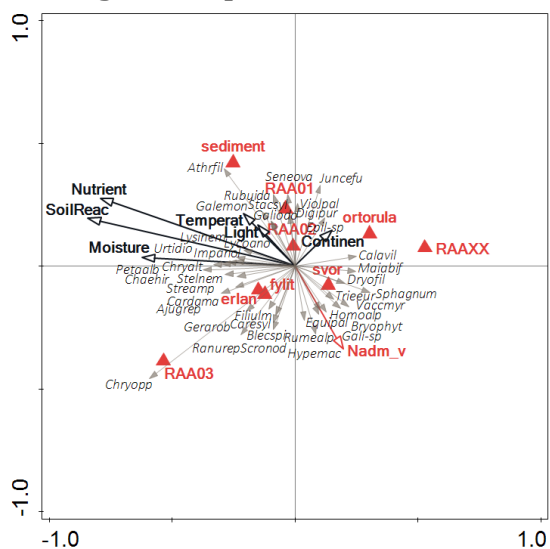
Tab. 4: Procentuální vyjádření ovlivnění variability dat kovariátami v rámci jednotlivých skupin proměnných.

PROCENTO VYSVĚTLENÉ VARIABILITY (angl. „EXPLAINED VARIATION“) KOVARIÁTAMI		
Kovariáta „velikost plochy“	Prostorová kovariáta (x;y;x*y;y²)	Celkem
Geografické proměnné		
2,8 %	12,4 %	15,2 %
Ochrannářské proměnné		
3,4 %	11,3 %	14,7 %
Stanovištní proměnné měřené pouze v podsouboru dat		
3,6 %	20,0 %	23,6 %
Stanovištní proměnné s úplnými daty		
4,1 %	11,7 %	15,7 %

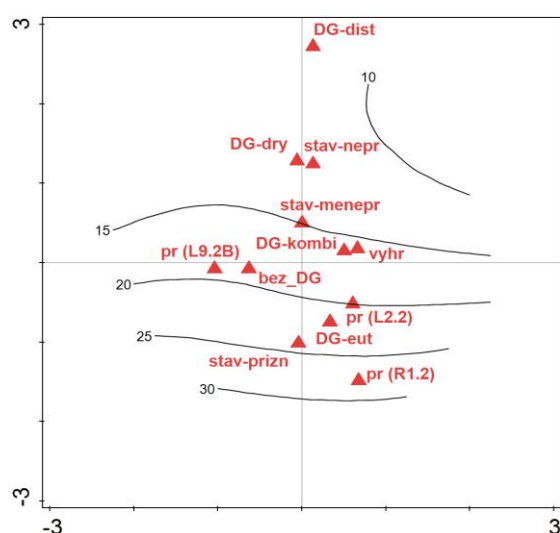
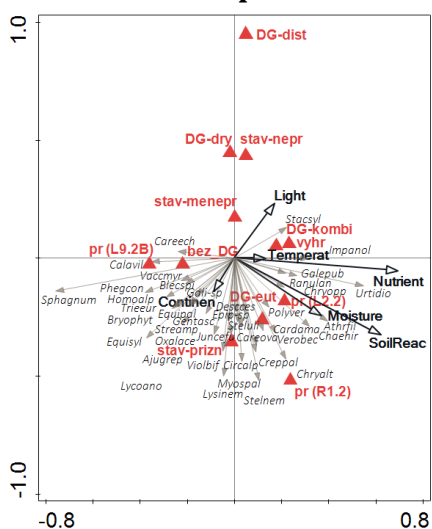
plocha. To znamená, že prameniště, které jsou u sebe blíže, mají velmi podobné jak stanovištní charakteristiky, tak druhové složení. Plocha v tomto ohledu nehraje až tak významnou roli. Je tu i vidět tendence ke vzrůstání vlivu plochy od dat zjišťovaných v rámci většího měřítka (geografické proměnné) po detailnější data malého měřítka (stanovištní proměnné). Jedná se však pouze o posun v rámci desetin až jednotek procent, takže se nejedná o nijak zvlášť významný vliv. Vliv geografických koordinát má v tomto případě spíše tendenci klesat, ovšem mimo všech stanovištních proměnných (včetně pH, teploty a způsobu proudění vody), kde došlo k výraznému nárůstu o téměř 10 % oproti předchozím skupinám proměnných. Znamenalo by to, že pH, teplota a proudění vody jsou ještě více ovlivňovány vzájemnou polohou pramenišť než ostatní prediktory.

Následují výsledky s použitím **geografických proměnných**. Jejich chování vzhledem k jednotlivým druhům a druhové bohatosti uvádí diagramy na **Obr. 15** nahoře. Hlavní osy v tomto případě vysvětlují skoro 50 % z 8 % variability vysvětlené všemi osami. Osa „x“ je jako v případě nepřímé analýzy pravděpodobně opět gradientem živin, pouze tedy oproti předchozí analýze zrcadlově převráceným. U osy „y“ by se mohlo jednat o gradient nadmořské výšky (Směrem dolů nadmořská výška narůstá a nahoru její hodnota klesá). Z tohoto diagramu lze vyčíst vcelku přímočaré závislosti, jako např. stoupající výskyt druhů horských poloh (jako *Homogyne alpina* či *Hypericum maculatum*) s rostoucí nadmořskou výškou, případně vcelku zřejmý vztah, že asociace *Pellio epiphyllae-Chrysosplenietum oppositifolii* (kód „RAA03“) se pojí s druhem *Chrysosplenium oppositifolium*, který je pro ni diagnostický. Ukazuje ale také, že výskyt sedimentů v podloží často koresponduje s výskytem papralky samičí (*Athyrium filix-femina*).

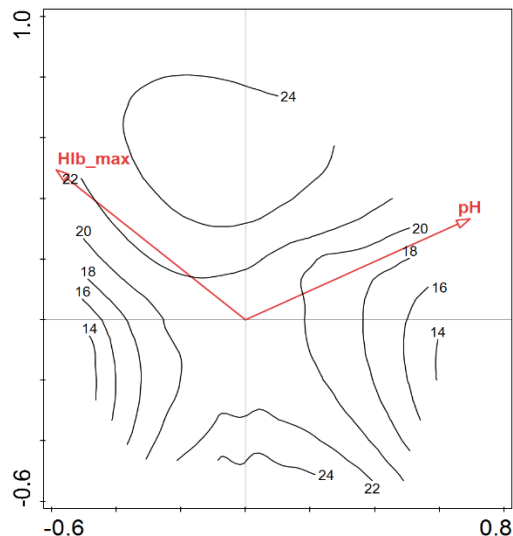
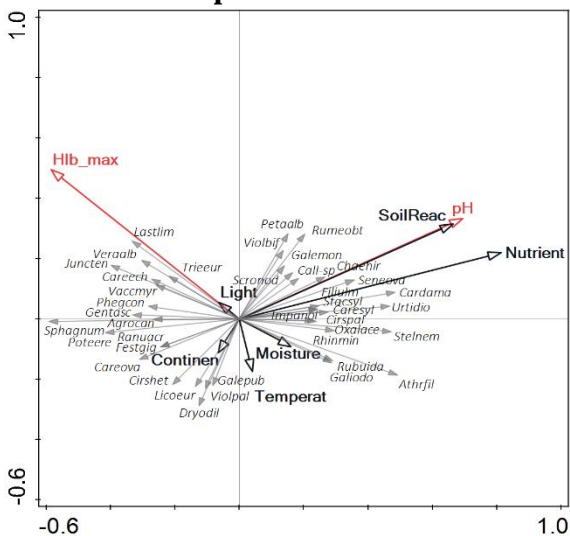
Geografické proměnné



Ochrannářské proměnné



Stanovištní proměnné

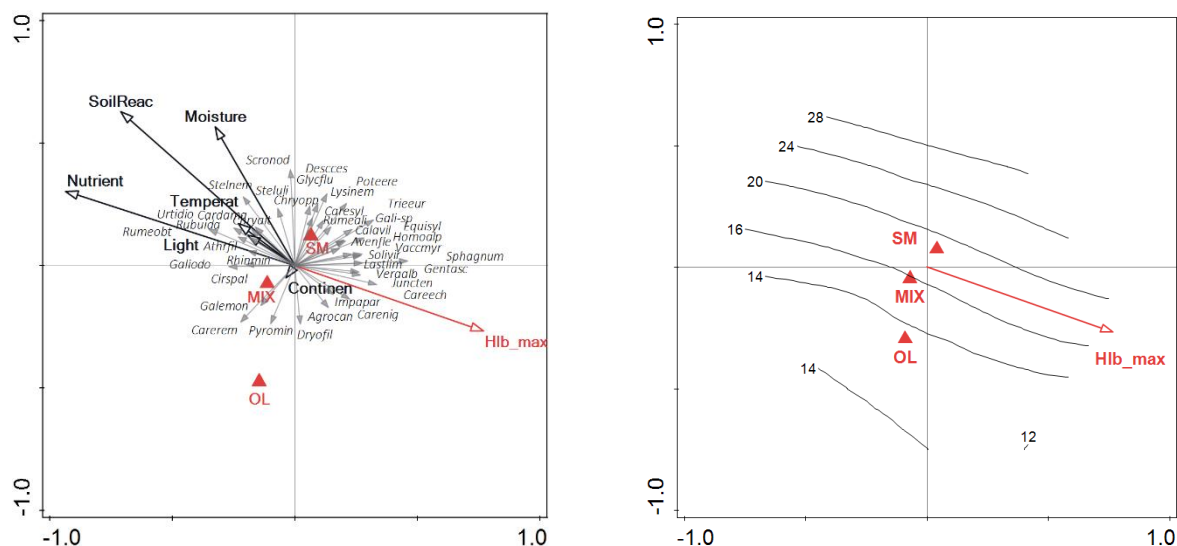


Obr. 15: Grafy RDA s kovariáty a doplňkovými proměnnými – odshora skupina geografických proměnných, skupina ochrannářských proměnných a proměnných stanovištních; vlevo druhové diagramy a vpravo diagramy druhové bohatosti.

Podle diagramu druhové bohatosti pak mají prameniště s erlanem a fylitem v podloží o něco vyšší druhovou bohatost než prameniště na ortonulách a ukazuje se, že nevyhraněné typy porostů (kód „RAAXX“) jsou na druhy obecně chudší, což v přímých analýzách odhalila i jednoduchá interakce. Na asociaci *Caricetum remotae* (kód „RAA01“) se pak často objevují druhy jako *Rubus idaeus* či *Senecio ovatus*, které mohou značit, že tyto prameniště mají tendenci sukcesně přecházet k pasekám. Dochází zde tedy k určité degradaci, ať už v důsledku náhlého prosvětlení, nebo i jiných událostí.

Ochranařské proměnné, které se na Obr. 15 nacházejí uprostřed, vysvětlují 16 % variability po odečtení vlivu kovariát. Z těchto 16 % pak 1. a 2. osa vysvětlují přes 57 %. Tyto osy jsou v tomto případě shodné s osami diagramu nepřímé analýzy druhů, osa y tedy zastupuje smíšený vliv světla a kontinentality (poukazují na to i doplňkové proměnné „Light“ a „Continentality“, které svírají s touto osou ostřejší úhel) a osa x postihuje efekt obsahu živin. Ellenbergovy hodnoty živin („Nutrient“) to také dokládají. Z diagramů lze vyčíst, že nejméně degradované byly v případě studované vegetace prameniště přechodové k biotopu L9.2B (podmáčené smrčiny), kde se zároveň ve větší míře nacházely druhy jako *Carex echinata*, *Blechnum spicant*, *Homogyne alpina* a samozřejmě zástupci rodu *Sphagnum*. Naproti tomu byla více degradována prameniště vyhraněná, a to zpravidla kombinací více způsobů (kód „DG-kombi“). S těmito dvěma proměnnými se pojí výskyt *Impatiens noli-tangere* a *Stachys sylvatica*. Co se druhového bohatství týče, nejchudší byla prameniště, kde byl stav hodnocen jako méně příznivý (kód „stav-menepř“) až nepříznivý (kód „stav-nepřizn“) a dále prameniště degradovaná vysycháním (kód „DG-dry“) a mechanickým poškozením (kód „DG-dist“). Nejvíce druhů bylo nalezeno na prameništích s přechodem k L2.2 (údolní jasanovo-olšové luhy) a s příznivým stavem (tzn. s velkým množstvím typických druhů, kód „stav-prizn“).

Nakonec byly analyzovány **proměnné stanovištní**, nejprve pouze na 39 lokalitách, kde bylo měřeno pH. Výsledek je prezentován na Obr. 15 dole. Testované proměnné byly v tomto případě pouze dvě, takže první dvě osy vysvětlily celou variabilitu, která činila 7 % z celkové variability dat bez vlivu kovariát. Osa x opět postihuje smíšený gradient obsahu živin a půdní reakce, osa y je v tomto případě poněkud nejasná – vzhledem k ostrému úhlu gradientu pomocné proměnné



Obr. 16: Graf RDA s kovariáty a doplňkovými proměnnými – stanovištní proměnné bez charakteru proudění vody, pH a teploty; vlevo druhový diagram, vpravo diagram druhové bohatosti.

Ellenbergova vztahu k teplotě s touto osou se může jednat o gradient nadmořské výšky, případně o gradient související s teplotou vody v pramenném vývěru. Na tomto diagramu si můžeme v první řadě všimnout, že výskyt vzácného druhu kapradiny *Lastrea limbosperma* je podmíněn značnou hloubkou půdy. Stejně tak se na „hlubších“ prameništích více vyskytuje *Veratrum album* a *Trientalis europaea*. Oproti tomu na prameništích s mělkým substrátem se častěji vyskytoval druh *Athyrium filix-femina*. Šipky hloubky a pH jsou v tomto případě vůči sobě téměř kolmo, což by naznačovalo, že hloubka půdy nemá na pH žádný výrazný vliv a naopak. Se zvyšujícím se pH nastupují druhy spíše nitrofilní (vysloveně bazofilní druhy nebyly nalezeny) jako např. *Chaerophyllum hirsutum* a *Senecio ovatus*. Vzhledem ke druhové bohatosti pramenišť nebyl u těchto proměnných nalezen žádný vliv.

Jako poslední byly otestovány **stanovištní proměnné bez neúplných dat** (Obr. 16). Vysvětlující proměnné byly i v tomto případě 2 (hloubka a dominanty stromového patra). První dvě osy vysvětlily 84 % z 3 % variability dat, které tyto proměnné vysvětlily. Propojení *Lastrea limbosperma* a maximální změřené hloubky tento model nepopírá, avšak objevují se tu ještě další druhy, které by mohly být na hlubší půdu nějakým způsobem vázány, jako např. *Carex nigra*, *Impatiens parviflora* a *Juncus tenuis*. Smíšené porosty jsou pak na základě tohoto modelu spojovány s druhy jako *Carex remota*, *Pyrola minor* a *Galeobdolon montanum*. Stejně jako předchozí analýza, ani tato nenašla žádnou korelaci hloubky s počtem druhů.

Z hlediska dominant jsou na tom v tomto případě nejlépe porosty smrkové oproti olšinám a porostům smíšeným. Rozdíly ale nejsou nijak výrazné.

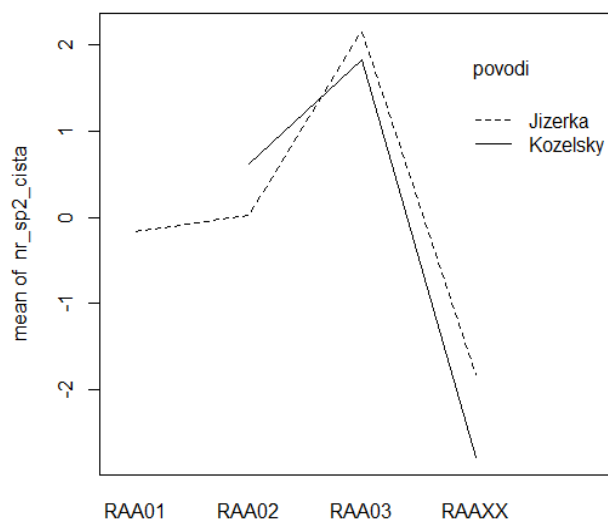
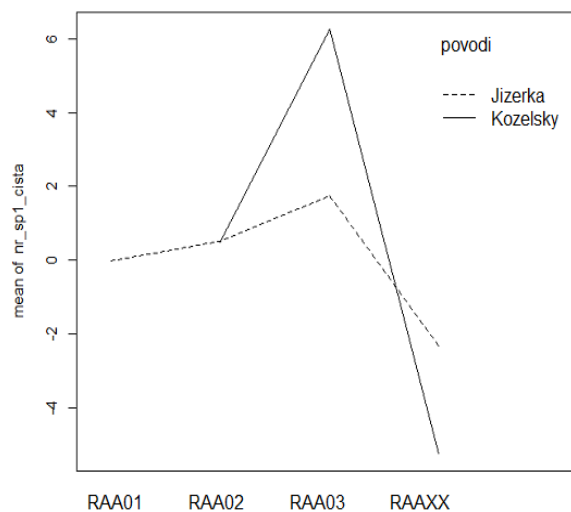
5.2.2. Jednorozměrné analýzy

Zde jsou prezentovány nejprve vztahy celkového počtu druhů a druhů typických (tedy takových, které mají z hlediska mapovaného biotopu ochránářský význam) se zjišťovanými parametry prostředí. Odděleně jsou zaznamenány hodnoty pro povodí Jizerky a Kozelského potoka. Výsledky těchto jednoduchých interakcí znázorňují grafy na **Obr. 17** až **20**.

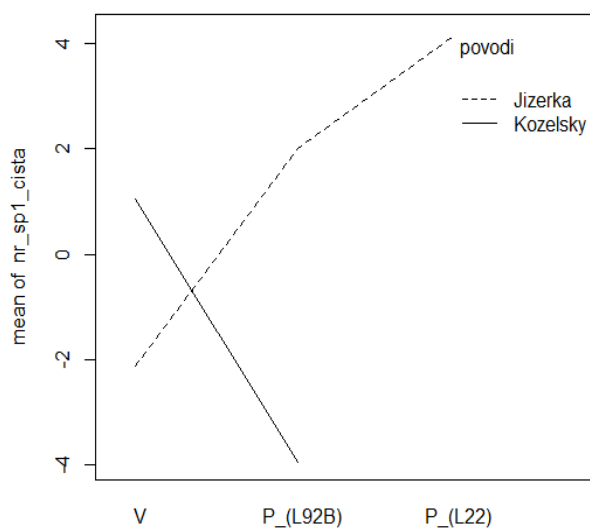
Vztah mezi druhy a **asociacemi** znázorňují grafy na **Obr. 17**. Zde si můžeme všimnout, že v případě Kozelského potoka je zaznamenám mnohem výraznější nárůst celkového počtu druhů asociace *Pellio epiphyllae-Chrysosplenietum oppositifolii* (kód „RAA03“) oproti asociaci *Cardamino-Chrysosplenietum aternifolii* (kód „RAA02“). Avšak z hlediska typických druhů pro daný biotop ukazuje asociace „RAA03“ o něco lepší stav v povodí řeky Jizerky.

Reprezentativnost biotopu („RB“) vykazovala pak v povodí řeky Jizerky biotopy přechodné obecně bohatší než ty vyhraněné. V případě povodí Kozelského potoka tomu však bylo naopak (**Obr. 18**).

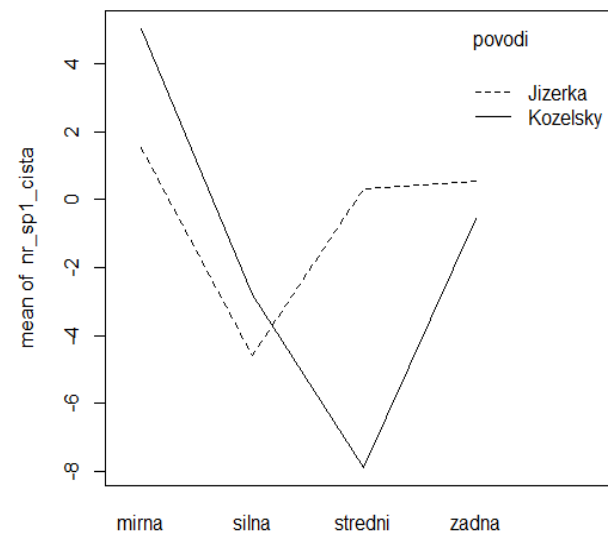
Další proměnná v pořadí, která ukázala odlišné trendy v rámci druhů či povodí je **degradace**, u které byl vyhodnocován jak stupeň intenzity (**Obr. 19**), tak i její charakter (např. eutrofizace, vysychání aj.) (**Obr. 20**). Míra degradace ovlivňovala jak celkový počet druhů, tak i počet těch typických velice podobně (viz **Obr. 19**), proto je zde opět uveden pouze graf s celkovým počtem druhů. Na něm je patrné, že nejméně druhů se vyskytovalo v případě střední míry degradace (Kozelský potok) a silné (Jizerka). Odlišné chování mezi všemi druhy a pouze těmi typickými bylo odhaleno u povahy degradace v případě povodí Jizerky (avšak pouze mírné). Konkrétně v případě eutrofizace, kde poměrově bylo typických druhů o něco více než u ostatních typů degradace, kde byla reakce typických a celkového počtu druhů v podstatě obdobná. Nejvíce druhů se vyskytovalo na prameništích ovlivněných eutrofizací a prameništích bez degradace. Ostatní typy degradace měly na druhovou bohatost dosti neblahý vliv.



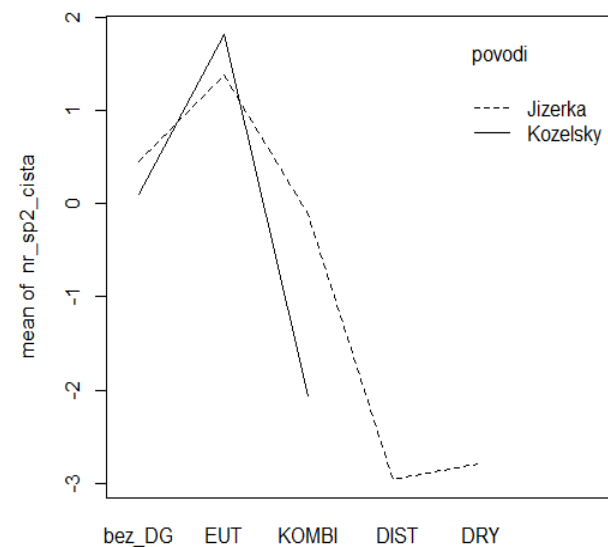
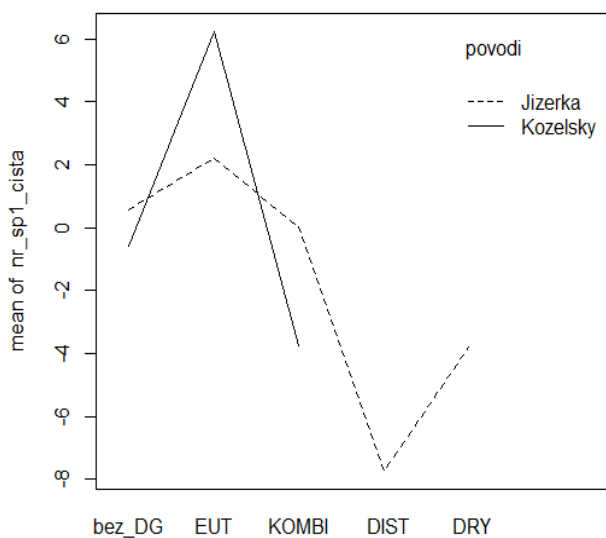
Obr. 17: Interakční grafy pro vztah asociace a celkového počtu druhů (vlevo) a počtu typických druhů (vpravo).



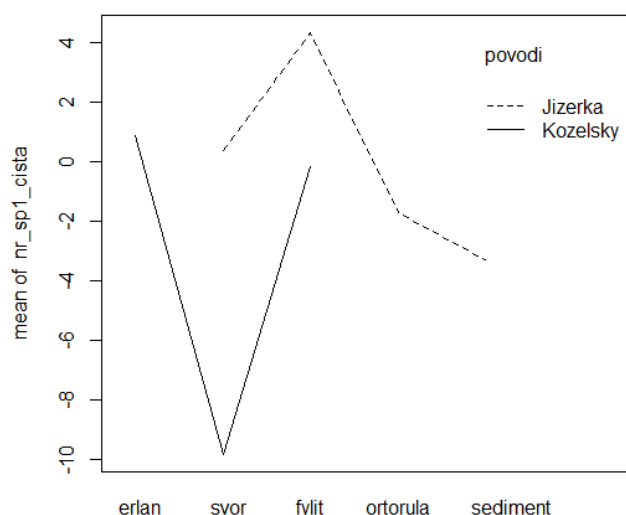
Obr. 18: Interakční graf reprezentativnosti a celkového počtu druhů.



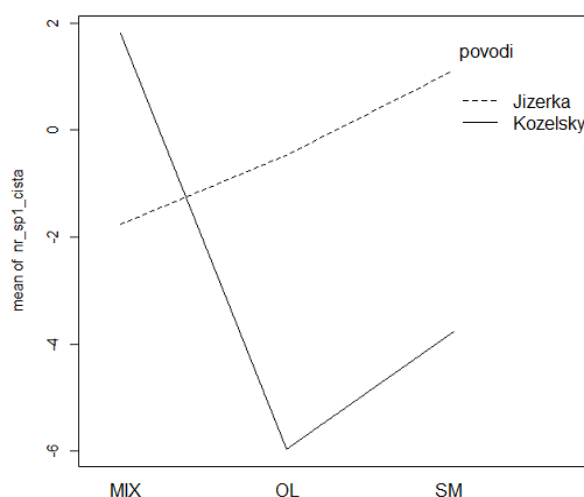
Obr. 19: Interakční graf pro vztah stupně degradace a celkového počtu druhů.



Obr. 20: Interakční grafy pro vztah povahy degradace a celkového počtu druhů (vlevo) a počtu typických druhů (vpravo).



Obr. 21: Interakční graf pro vztah podloží a celkového počtu druhů.

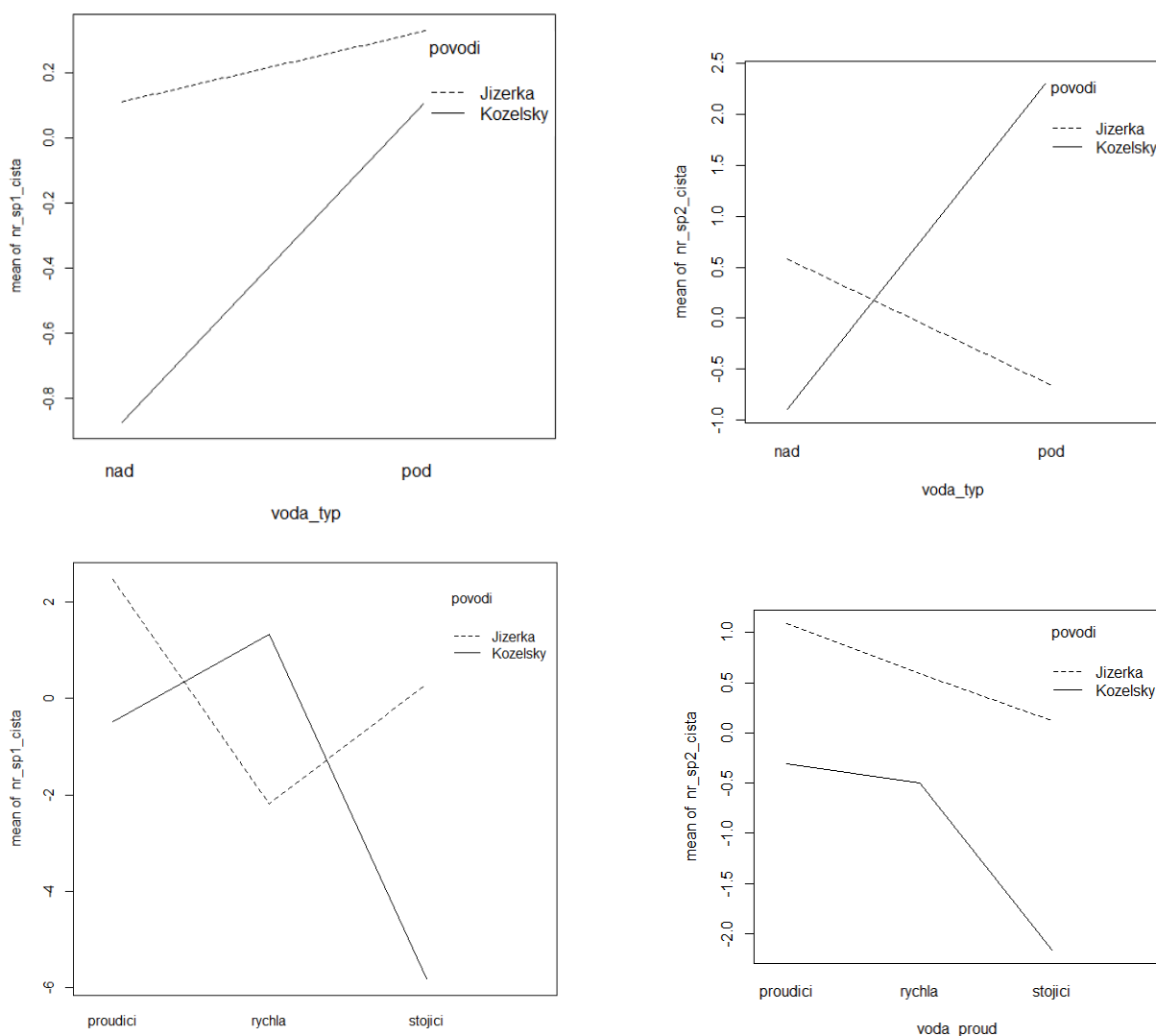


Obr. 22: Interakční graf vztahu dominant stromového patra a celkového počtu druhů.

V případě **podloží** (Obr. 21) z hlediska druhové bohatosti byla v nejlepším stavu prameniště na sedimentech a fylitech, nejhorším pak na ortonule. A to jak z hlediska počtu typických druhů, tak i celkového počtu. Odlišnosti byly zaznamenány v případě erlanu, kdy celkový počet druhů byl celkově poměrně nízký, počet typických druhů byl však vyšší. Lokality na svoru pak vykazovaly zcela odlišnou tendenci.

Ve výsledcích následují data o vlivu **dominant**. U této biotické proměnné však graf zobrazil jen velmi malé rozdíly mezi celkovou druhovou bohatostí a druhy typickými, proto je zde uveden pouze graf pro celkový počet druhů (Obr. 22). Na grafu opět můžeme vidět odlišný trend dvou mapovaných povodí, kdy v případě Jizerky byla prameniště s porostem olší výrazně druhově bohatší než v případě Kozelského potoka, kde bylo ovšem prameniště s olšemi pouze jediné. Smíšené porosty, které byly zpravidla tvořeny směsí buku a smrku v různém zastoupení byly v případě Kozelského potoka nejbohatší. V případě pramenišť Jizerky však nejvyšší druhovou bohatostí disponovaly překvapivě porosty čistě smrkové.

Poslední proměnnou hodnocenou v rámci interakčních grafů byla **voda** (**Obr.**). U vody se na každém prameništi zapisoval výskyt (nad či pod povrchem) a rychlost proudění. V případě Kozelského potoka obecně platilo, že prameniště s vodou pod povrchem byly druhově bohatší než ty s vodou nad povrchem. V případě Jizerky byl tento trend podobný vyjma typických druhů, kde s minimálním rozdílem dominovaly prameniště s vodou nad povrchem (**Obr.** nahoře). Ovšem co se týče rychlosti proudění, byl trend u obou povodí vždy naprosto opačný (**Obr.** dole). Na Kozelském potoce pak byl celkově menší počet typických druhů (vzhledem k typu proudění) než v povodí Jizerky. Obecně však u proudící vody (ať už rychle nebo pomalu), byl počet druhů vždy o něco vyšší.



Obr. 23: Interakční grafy pro vztah výskytu vody (nahoře) a charakteru proudění (dole), a celkového počtu druhů (vlevo) a počtu typických druhů (vpravo).

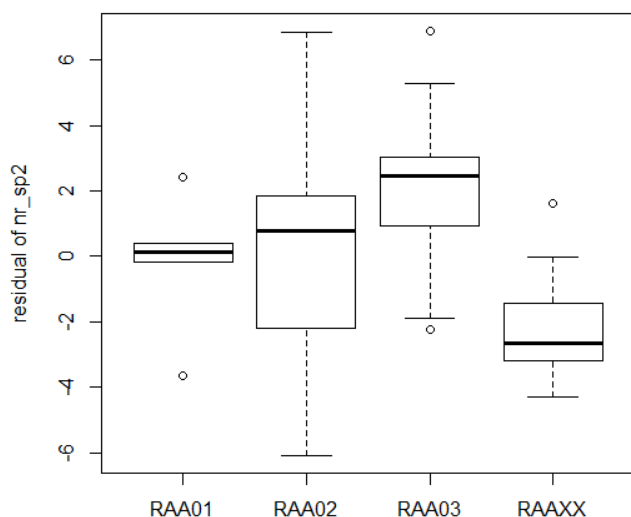
Dále jsou prezentovány výsledky lineárních modelů a analýz variance. Proměnné, jejichž rozdíly byly v jednotlivých hodnotách statisticky významné, jsou uvedeny v tabulce spolu s dosaženými hladinami signifikance, opět v barevném odlišení (p = 0,01 zelené, p = 0,05 žluté a p = 0,1 oranžové) (**Tab. 5**).

Tab. 5: Hodnoty signifikance lineárních modelů vztahu celkového počtu druhů (nr_sp1_cista), počtu typických druhů (nr_sp2_cista) a jednotlivých stanovištních proměnných.

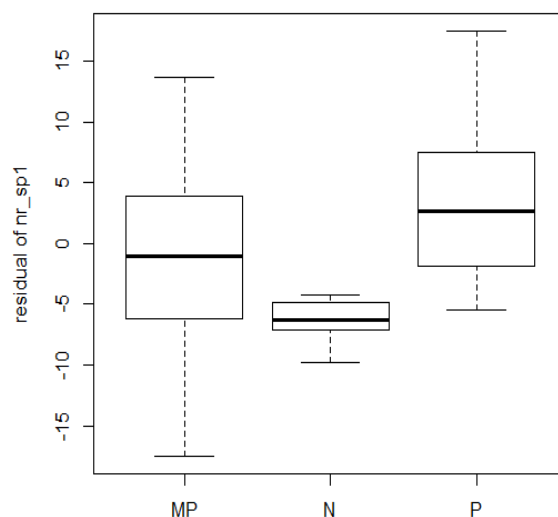
SIGNIFIKANCE VZTAHU POČTU DRUHŮ A STANOVIŠTNÍCH PROMĚNNÝCH		
	p („probability value“)	
Proměnná	nr_sp1_cista	nr_sp2_cista
asociace	0,167	0,017
RB	0,165	0,278
TD	0,002	<0,001
DG	0,184	0,120
DG_pozn	0,245	0,178
hloubka	0,557	0,982
h1b_max	0,743	0,960
voda_typ	0,799	0,933
voda_proud	0,442	0,611
pH	0,235	0,066
Tepl	0,491	0,455
nadm_v	0,284	0,083
Povodi	0,657	0,392
dom_E3	0,800	0,529
podlozi	0,412	0,622

Z tabulky si můžeme všimnout, že významné rozdíly druhových dat byly pouze v případech kategoriální proměnné příslušnosti k asociaci, hodnocení typických druhů, pH a nadmořské výšky. Tyto čtyři proměnné jsou dále prezentovány formou krabicových diagramů (první dvě proměnné, kategoriální povahy) a bodových diagramů s proložením trendu (další dvě proměnné kvantitativní) a popsány.

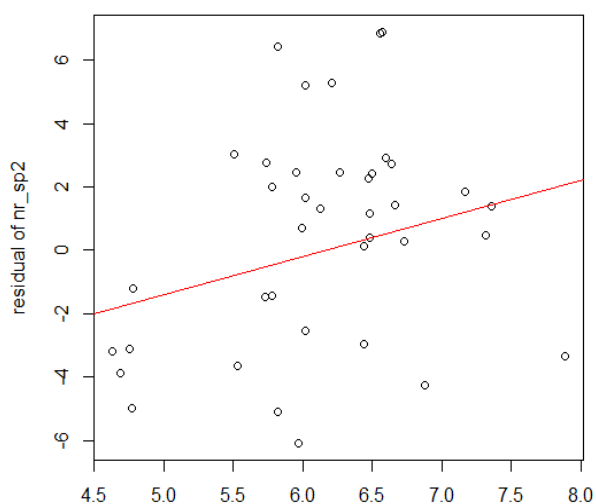
Normalita dat, která byla nutná pro další analýzy, byla zhodnocena na základě histogramů četností hodnot reziduálů celkového počtu a počtu typických druhů. Reziduály celkového počtu druhů podmínku splnily a od počtu typických druhů musela být odečtena prameniště, která u tohoto parametru přesahovala hodnotu 6,5 (prameniště s čísly „P7“, „P8“, „P20“ a „P33“), tedy ta, která měla i po odečtení vlivu plochy nepoměrně velký počet typických druhů.



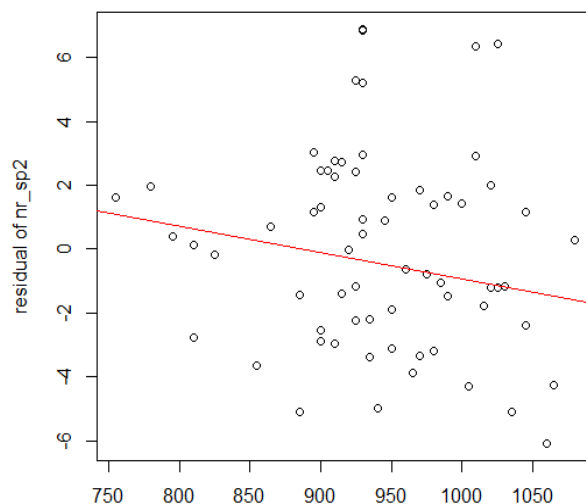
Obr. 24: Krabicový diagram vztahu asociace a počtu typických druhů.



Obr. 25: Krabicový diagram vztahu hodnocení typických druhů a celkovému počtu druhů.



Obr. 26: Bodový diagram vztahu pH a počtu typických druhů.



Obr. 27: Bodový diagram vztahu nadmořské výšky a počtu typických druhů.

Vztah příslušnosti k **asociaci** a počtu typických druhů se nachází na **Obr. 24**. Nejvíce typických druhů pro lesní prameniště zde má asociace *Pellio epiphyllae-Chrysosplenietum oppositifolii* (kód „RAA03“) a nejméně prameniště označená jako „RAAXX“ (tj. vegetačně nevyhraněné typy). Tyto vztahy potvrdila i jednoduchá interakce zmiňovaná výše. Nejmenší rozpětí počtu typických druhů zde má asociace *Caricetum remotae* (kód „RAA01“), které ale bylo zároveň nacházeno nejméně (pět lokalit z celkových 67 pramenišť) a největší rozpětí asociace *Cardamino-Chrysosplenietum aternifolii* (kód „RAA02“), která zahrnovala jak prameniště na typické druhy chudší, tak i ty bohatší. Hlavní těžiště počtu druhů této asociace se však nachází v průměrných hodnotách (cca kolem šesti typických druhů).

Hodnocení **typických druhů** na základě příručky mapování biotopů (Filippov, 2016) ve vztahu k celkovému počtu druhů popisuje **Obr. 25** a ukazuje, že celkově nejvíce druhů se nacházelo na prameništích hodnocených jako „příznivé“ (kód „P“). Nejméně druhově bohaté pak byly ty z hlediska typických druhů prameniště hodnocená jako „nepříznivá“ (kód „N“). „Méně příznivá“ (kód „MP“) prameniště se pak nacházela mezi těmito hodnotami, avšak oproti předešlým s výrazně větším rozptylem hodnot. Vztah počtu typických druhů s touto proměnou tu není prezentován, jelikož tyto proměnné jsou od sebe z velké části odvozeny, a tudíž je diference zřejmá (prameniště hodnocené stupněm „P“ budou mít velké množství typických druhů a naopak).

Závislost **pH vody** a počtu typických druhů (**Obr. 26**) naznačuje určitý trend zvyšování počtu druhů se zvyšujícím se pH (ukazuje proložená linie). Nejvíce typických druhů se však v tomto případě nacházelo spíše ve středních hodnotách pH, tedy přibližně mezi hodnotami 5,5 a 6,5.

Oproti tomu množství typických druhů v reakci na **nadmořskou výšku** (**Obr. 27**) vykazuje zcela opačnou tendenci. Tedy, že se zvyšující se nadmořskou výškou počet typických druhů, sice velmi mírně, přesto klesá.

6. DISKUZE

Jelikož provedených statistických analýz bylo poměrně dost a výsledků, tedy spíše trendů, z nich získaných bylo také mnoho, považuji za vhodné tu uvést souhrn těch významnějších.

Jak je popsáno i ve výsledcích (5.2.1), velikost prameniště nehrála ve druhové skladbě (a zejména početnosti) téměř vůbec žádný vliv. Avšak **rozmístění pramenišť v prostoru** už vliv mělo, a domnívám se, že nezanedbatelný (průměrně kolem 15 % celkové variability dat). Pravdou je, že prameniště se také často nacházela ve „skupinkách“, které byly nejčastěji shlukovány na počátku menších vodotečí. V několika případech byla i stružka napájena hned z několika pramenných vývěrů, u kterých nebylo možno odlišit, který je primární (lze pozorovat na **Obr 9** a **Obr. 10**).

Nejvíce vzájemná poloha pramenišť ovlivňovala proměnné **pH, teplotu vody** a její **proudění** (20 % celkové variability dat). U prvních dvou zmiňovaných proměnných je důvod poměrně zřejmý. Prameniště blíže u sebe pocházela pravděpodobně ze stejného podzemního rezervoáru, který si má v celém objemu velmi obdobnou teplotu a taktéž i pH. S prouděním už ale vysvětlení úplně jednoduché není, ale určitou roli v tom bude jistě hrát sklon terénu, který se v případě skupinek pramenišť dle Základních map (MAPOVÁ SLUŽBA WMS – ZM 10, ČÚZK 2017) nijak výrazně nemění.

Nyní se dostáváme k **faktorům**, které podle vícerozměrných analýz sesbíraných dat pravděpodobně **nejvíce ovlivňují druhové složení** mapovaných pramenišť. Podle výsledků těchto analýz nejvíce rostlinnou skladbu Vítkovických pramenišť ovlivňují **živiny a pH**. Dále následuje **světlo, nadmořská výška** a určitý vliv by mohla mít i **teplota pramene, což** potvrzuje i Dierssen (2005). Úzký vztah chemismu a reakce (tedy pH) prameništní vody s druhovou skladbou ve svých pracích popisují i Persson (1962) či Hájková (2006). Reakci vody pak z velké části určuje podloží, obsah CO₂, srážky a speciálně na prameništích i úroveň prokysličené vody (Tahvanainen, 2003) – proudící voda má zpravidla vyšší pH. Výraznější omezování relativní ozářenosti povrchu je pak specifikem výlučně lesních pramenišť (CHYTRÝ, 2011).

Pokud bychom se blíže podívali na **pH pramene**, další analýzy odhalily jeho možný vztah s degradací, kdy při snižujícím se pH docházelo také ke snižování intenzity degradace pramenišť. Naměřené pH však obecně nedosahovalo na mapovaných prameništích extrémně nízkých hodnot (pod hodnotu 5 kleslo pouze v pěti případech – nejnižší hodnota byla 4,63), tudíž byla nízká degradace vázána na pH spíše průměrné, až mírně kyselé. Hodnoty pH i ukazují na regeneraci těchto biotopů po relativně nedávných imisních kalamitách a výsledky dávají najevo, že současným problémem pramenišť v Krkonoších nebude jejich překyselení, ale naopak nadměrná eutrofizace. Zvyšující se pH pak ještě ukázalo trend zvyšujícího se počtu typických druhů, ale pouze na úroveň středních hodnot, po kterých jejich počet opět začíná klesat. Podle tohoto závěru prameništím tedy mírnější nárůst živin prospívá, avšak jen po určité hranici (pH cca 6,5).

Když ještě zůstaneme u **degradace**, výsledky analýz ukázaly, že nejvíce se na druhové početnosti (i v případě typických prameništních druhů) podepsalo mechanické narušování a vysychání (to jsou faktory, které jsou rovněž uvedeny v Zásadách péče o nelesní biotopy soustavy NATURA 2000, BUŤKOVÁ & HÁJEK IN HÁKOVÁ 2003). Eutrofizace pak měla v některých případech na počty druhů i pozitivní vliv.

Co se týče charakteristik asociací, bylo zjištěno poněkud odlišné druhové bohatství, než udává Přehled vegetace České republiky (CHYTRÝ, 2011). A sice, že nejvíce druhů se nacházelo v asociaci *Pellio epiphyllae-Chrysosplenietum oppositifolii*, hodnocené jako obecně druhově chudší. Nejmarkantněji se tato charakteristika ukázala pro povodí Kozelského potoka (Jizerka vykazovala jen velice malé rozdíly v počtech druhů). Větší počet druhů na Kozelském potoce může být dán například přechodem pramenišť k jinému biotopu anebo zkrátka větším počtem druhů, které nejsou pro lesní prameniště typické.

Velice zajímavý výsledek přineslo srovnávání počtu druhů se **dřevinou skladbou** okolního porostu. Jak vícerozměrné, tak jednorozměrné analýzy totiž ukázaly největší druhovou bohatost ve smrkových porostech (zejména v povodí řeky Jizerky). Tento trend je naprosto opačný od názorů, které jsou zmiňovány v knize zabývající se managementem biotopů (HÁKOVÁ, 2003). O důvodech lze pouze spekulovat. Jedním z nich může být kupříkladu rozvolňování smrkových porostů ve vyšších nadmořských výškách, a i v případě zhoršených podmínek pro růst smrku. Na řadě prameništ' jsem totiž byla svědkem postřehnutelné rozvolněnosti jinak okolo zapojeného smrkového porostu, což vedlo k větší dotaci světla na prameniště. Pokud se na lokalitě nacházely buky či olše, vytvářely svým olistěním mnohem výraznější kryt. Určitě by ale bylo zajímavé se tímto trendem více zabývat a pokusit se tak potvrdit či vyvrátit negativní vliv smrku na prameništní vegetaci.

Jako poslední bych ještě chtěla zmínit nalezené možné spojitosti některých druhů rostlin s **hloubkou půdy**. Konkrétně se jednalo o druhy kapradin – *Lastrea limbosperma* a *Athyrium filix-femina*. Druh *Lastrea limbosperma* se na studovaném území vyskytoval zpravidla na hlubokých půdách. Oproti tomu *Athyrium filix-femina* vyhledávala půdy spíše mělké. Určitá spojitost by zde mohla být se semennou bankou, vzcházením a přežíváním semen různých druhů v závislosti na hloubce půdy, což podrobněji popisuje Rydgren (1997).

Obsah živin v půdě je velice úzce vázán na charakter vody, zejména na její chemické složení, pH a vodivost (HÁJEK ET AL., 2002). V případě této práce byl zaznamenán se zvyšujícím se pH trend nárůstu počtu druhů (převážně těch pro prameniště typických), které jsou svým výskytem vázány na živinově bohatší stanoviště. Určitý vztah pH vody a obsahu živin v půdě odhalily i vícerozměrné analýzy. Rybníčková (IN POULÍČKOVÁ ET AL., 2005) navíc popisuje tento vztah jako téměř lineární. I přestože se ve své práci zaměřuje převážně na prameniště luční, lze získané informace s největší pravděpodobností aplikovat i na prameniště lesní.

7. ZÁVĚR

Na závěr je důležité si uvědomit, že tato práce představuje v určitém slova smyslu pouze startovní čáru pro monitoring a sběr dat v následujících sezónách. Z dat získaných pouze za jednu sezónu, navíc na poměrně malé ploše v rámci celých Krkonoš, lze pouze odhadovat určité trendy, které je pak možné s odstupem času ověřit. Jen na základě většího objemu dat z více period lze reálně stanovit nějaké závěry a případně navrhnout příslušná opatření, pro to, aby tyto ostrůvky prameništění vegetace v rámci lesních ekosystémů zůstaly zachovány.

Věřím, že data získaná touto prací najdou uplatnění jak ve výzkumné činnosti Správy KRNAP, tak i v praktickém hospodaření v lesních porostech a zároveň nastartují projekty spojené s vyhledáváním a zakreslováním těchto prameništěních ekosystémů mapových podkladů v dalších částech Krkonošského národního parku. Z mnoha hledisek totiž není důležité pouze podloží, půda a charakter podzemní vody pramenného vývěru, ale i jeho vegetace (jak bylinná, tak i dřevinná), která nám navíc o stavu a historii daného pramene může mnohé napovědět.



Obr. 11: Pohled na vrchní část prameniště „P12“ (zdroj: vlastní).

8. SEZNAM LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ

- BAROCH Patrik, 2016. *Botanická inventarizace Národní přírodní rezervace Rolavská vrchoviště, dílčí lokality Velký močál*. Praha, Bakalářská práce. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra ekologie lesa.
- BRAUN-BLANQUET Josias, 1926. *Etudes phytosociologiques en Auvergne*. Francie.
- CANTONATI Marco, GERECKE Reinhard a BERTUZZI Emilio, 2006. *Springs of the Alps – sensitive ecosystems to environmental change: from biodiversity assessments to long-term studies*. Hydrobiologia. 562: 59-96. DOI: 10.1007/s10750-005-1806-9.
- DIERSEN Klaus a DIERSEN Barbara, 2005. *Studies on the vegetation of fens, springs and snow fields in West Greenland*. Phytocenologia. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 35(4): 849–885. DOI: 10.1127/0340-269X/2005/0035-0849.
- ELLENBERG Heinz a LEUSCHNER Christoph, 2010. *Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen*. 6. Auflage. Göttingen: Ulmer. ISBN 9783825281045.
- ENGEL Zbyněk, ŠOBR Miroslav a KRÍŽEK Marek, 2003. *Mechové jezírko v Krkonoších – fyziogeografická studie = Mechové jezírko Lake in the Giant Mountains*. Opera Corcontica. 40: 201–207.
- FALTYSOVÁ Helena, MACKOVČIN Peter a SEDLÁČEK Miroslav (eds), 2002. *Chráněná území ČR: Královehradecko*. Brno: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. ISBN 80-860-6445-X. Dostupné také z: <http://www.ochranaprirody.cz/publikacni-cinnost/chranena-uzemi-cr/kralovehradecko/>
- FANTA Josef, 2012. *Tvorba hříženců a polykormonální růstové formy buku (Fagus sylvatica L.) na alpské hranici lesa v Krkonoších = Layering and polycormonal growth forms in European beech (Fagus sylvatica L.) on the alpine timberline in the Krkonoše Mountains*. Opera Corcontica. 49: 219–223.
- GRULICH Vít a CHOBOT Karel (eds), 2017. *Červený seznam ohrožených druhů České republiky: Cévnaté rostliny = Red list of threatened species of the Czech republic: Vascular plants*. Příroda 35: 1–92. Dostupné také z: http://portal.nature.cz/publik_syst/files/rl_cevnate2017.pdf
- HÁJEK Michal, HEKERA Petr a HAJKOVÁ Petra, 2002. *Spring fen vegetation and water chemistry in the Western Carpathian flysch zone*. Folia Geobotanica. 37: 205–224.
- HÁJKOVÁ Petra, HÁJEK Michal a APOSTOLOVA Iva, 2006. *Diversity of wetland vegetation in the Bulgarian high mountains, main gradients and context-dependence of the pH role*. Plant Ecology. 184: 111–130. DOI: 10.1007/sl 1258-005-9056-5.
- HÁKOVÁ Alice (ed.), 2003. *Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy NATURA 2000*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR.
- HARČARIK Josef, 1991. *Nástin vegetace lesních pramenišť západní části Krkonoš – povodí Mumlavy*. Praha, 64 s. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Katedra botaniky.
- HERBEN Tomáš a MÜNZBERGOVÁ Zuzana, 2003. *Zpracování geobotanických dat v příkladech: Část I. Data o druhovém složení*. Praha: Karlova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Katedra botaniky.
- HORÁKOVÁ Viera, 2005. *Natura 2000 a Krkonoše: Nezbytná dávka teorie. Krkonoše a Jizerské hory*. 2: 10–11.
- HORÁKOVÁ Viera, FLOUSEK Jiří a HARČARIK Josef, 2006. *Natura 2000 v Krkonoších: "příroda lidem, lidé přírodě"*. Vrchlabí: Správa Krkonošského národního parku. ISBN 80-864-1855-3.
- CHYTRÝ Milan, (ed.), 2011. *Vegetace České republiky. 3, Vodní a mokřadní vegetace: Vegetation of the Czech Republic. 3, Aquatic and wetland vegetation*. Praha: Academia, ISBN 978-80-200-1918.
- CHYTRÝ Milan, KUČERA Tomáš, KOČÍ Martin, GRULICH Vít a LUSTIG Pavel (eds), 2010. *Katalog biotopů České republiky: Habitat catalogue of the Czech Republic*. Vyd. 2. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, ISBN 978-80-87457-02-3. Dostupné také z: http://www.nature.cz/publik_syst2/files/kat_biotopu_r_2_vydani.pdf

- JÄGER Eckehart, WESCHE Karsten, RITZ Christiane, MÜLLER Frank a WELK Erik, 2013. *Rothmaler – Exkursionsflora von Deutschland, Gefäßpflanzen: Atlasband*. Vyd. 12. Berlín: Springer Spektrum, ISBN 978-382-7420-503.
- JENÍK, Jan, 2007. *Outstanding legibility of geo-ecological objects in the Giant Mountains = Mimořádná čitelnost geo-ekologických objektů v Krkonoších*. Opera Corcontica. 44/1: 9–22.
- KUBÁT Karel (ed.), 2002. *Klíč ke květeně České republiky*. Praha: Academia, ISBN 80-200-0836-5.
- LEPŠ Jan a ŠMILAUER Petr, VAŠKOVÁ Dana, 2000. *Mnohorozměrná analýza ekologických dat*. České Budějovice: Biologická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích,
- LEPŠ Jan a ŠMILAUER Petr, 2016. *Biostatistika*. České Budějovice: Nakladatelství Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, Natura. ISBN 978-80-7394-587-9.
- MAAS F. M., 1959. *Bronnen, bronbeken en bronbossen van Nederland, in het bijzonder die van de veluwezoom: Een plantensociologische en oecologische studie=Springs, springbrooks and springwoods of the Netherlands, especially those of the "Veluwezoom": A phytosociological and ecological study*. Wageningen (Nizozemí): Mededelingen van de Landbouwhogeschool.
- PERSSON Åke, 1962. *Mire and spring vegetation in an area north of Lake Torneträsk, Torne lappmark, Sweden*. Švédsko.
- PODRÁZSKÝ Vilém, VACEK Stanislav, MIKESKA Miroslav a BOČEK Miloš, 2007. *Stav a vývoj půd v bilaterální Biosférické rezervaci Krkonoše/Karkonosze*. Opera Corcontica 44: 129–139.
- POTT Richard, 1995. *Die Pflanzengesellschaften Deutschlands*. 2. Auflage. Německo: Ulmer.
- POULÍČKOVÁ A., HÁJEK M. a RYBNÍČEK K. (eds), 2005. *Ecology and palaeoecology of spring fens of the West Carpathians*. Olomouc: Palacký University Press.
- RODWELL J. S. (ed.), 1991. *British plant communities*. New York: Cambridge University Press. ISBN 978-0521391658.
- RYDGREN K. a HESTMARK G., 1997. *The soil propagule bank in a boreal old-growth spruce forest: Changes with depth and relationship to aboveground vegetation*. Canadian Journal of Botany. 75: 121–128. DOI: 10.1139/b97-014.
- SOFRON J a VONDRÁČEK M., 1986. *Vegetace pramenů královského hvozdů na Šumavě*. Zprávy Muz. Západočeského kraje, Přír. 32-33: 31–49.
- SLABÝ P., 1977. *Přehled rostlinných společenstev jižní části Českého lesa*. Preslia, 49: 33–51.
- SÝKORA Tomáš, 1970. *Lesní společenstva jihozápadní části Hradčanské plošiny*. – Studie ČSAV, Praha, 1970/7: 9–43.
- ŠTURSA Jan a DVOŘÁK Jiří, 2009. *Atlas krkonošských rostlin*. České Budějovice: Karmášek, ISBN 978-80-87101-06-3.
- ŠTURSA Jan, KWIATKOWSKI Paweł, HARČARIK Josef, ZAHRADNÍKOVÁ Jitka a KRAHULEC František, 2009. *Černý a červený seznam cévnatých rostlin Krkonoš = Black and red list of vascular plants of the Krkonoše/Karkonosze Mts. (Western Sudetes CZ, PL)*. Opera Corcontica. 46: 67–104.
- TAHVANAINEN Teemu a TUOMAALA Teemu, 2003. *The reliability of mire water pH measurements—a standard sampling protocol and implications to ecological theory*. WETLANDS. The Society of Wetland Scientists, 23(4): 701–708.
- TICHÝ Lubomír, HOLT Jason a NEJEZCHLEBOVÁ Martina, 2011. *JUICE: program for management, analysis and classification of ecological data*. 2nd Edition of the Program Manual. Brno: Vegetation Science Group Masaryk university Brno.
- VACEK Stanislav a JENÍK Jan, 2010. *Přirozené hřížení buku lesního (Fagus sylvatica L.) v ekotonu alpské hranice lesa v Krkonoších*. Opera Corcontica. 47(1): 215–224.
- VACEK Stanislav a JENÍK Jan, 2012. *Dodatek k článku o přirozeném hřížení buku lesního = In addition to the article dealing with layering of European beech*. Opera Corcontica. 49: 225–227.
- VALACHOVIČ Milan (ed.), 2001. *Rastlinné spoločenstvá Slovenska: 3. Vegetácia mokradí*. Bratislava: Veda. Vegetácia Slovenska. ISBN 978-80-224-0951-3.

(INTERNETOVÉ ZDROJE)

- FILIPPOV, Petr, 2016. *Příručka hodnocení biotopů* [online]. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 538 s. [cit. 2018-03-08]. Dostupné z: http://www.nature.cz/publik_syst2/files/phb_28_verejnost.pdf
- Geologická mapa České republiky 1:50 000 (GEOČR50)* [online], 2015. Brno: Česká geologická služba [cit. 2018-03-21]. Dostupné z: <http://mapy.geology.cz/arcgis/services/Geologie/geocr50/MapServer/WmsServer>; <https://mapy.geology.cz/geocr50/>
- Historická data: Počasí: Měsíční data* [online], 1961-2017. Praha: Český hydrometeorologický ústav [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mesicni-data#>
- Klimatické oblasti ČR* [online], 1901-2000. Praha: CENIA, česká informační agentura životního prostředí [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: http://geoportal.gov.cz/arcgis/rest/services/CENIA/cenia_klima/MapServer
- Krkonošské rozsochy (Pohoří): Mapy.cz* [online], [2017?]. [cit. 2018-04-04]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=15.6028423&y=50.6568183&z=10&source=area&id=26299>
- LUSTYK Pavel, 2016. *Metodika aktualizace vrstvy mapování biotopů* [online]. Pracovní verze pro sezónu 2017. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 33 s. [cit. 2018-03-08]. Dostupné z: http://www.nature.cz/publik_syst2/files/avmb_2016_zari_zmeny.pdf
- Mapová služba WMS – Ortofoto* [online], 2017. Praha: Český úřad zeměměřický a katastrální [cit. 2018-03-21]. CZ-0025712-CUZK_WMS_LOCAL_ORTOFOTO. Dostupné z: http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ORTOFOTO_PUB/WMSservice.aspx
- Mapová služba WMS – ZM 10* [online], 2017. Praha: Český úřad zeměměřický a katastrální [cit. 2018-03-21]. CZ-00025712-CUZK_WMS_LOCAL_ZM10. Dostupné z: http://geoportal.cuzk.cz/WMS_ZM10_PUB/WMSservice.aspx
- Obec Vítkovice: Oficiální stránky obce Vítkovice v Krkonoších* [online], 2017. Vítkovice v Krkonoších [cit. 2018-04-04]. Dostupné z: <http://www.vitkovicevkrk.cz/cs/obec-Vitkovice-v-Krkonosich.aspx>
- Přehled lesních typů a souboru lesních typů v ČR (Typologická tabulka)* [online], 2003. Brandýs nad Labem: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů [cit. 2018-03-21]. Dostupné z: http://www.uhul.cz/images/typologie/tab_LT_web_F.pdf
- UHUL OPRL Web Map Service: Mapa typologická* [online], 2017. Brandýs nad Labem: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů [cit. 2018-03-21]. Dostupné z: http://gp2.uhul.cz/wms_oprl/service.svc/get
- VOKOUN Jiří et. al., 2002. *Příručka pro průzkum lesních půd: Taxonomický klasifikační systém půd ČR v lesnické praxi* [online]. 1. Brandýs nad Labem: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů [cit. 2017-08-15]. Dostupné z: https://moodle.czu.cz/pluginfile.php/582039/mod_resource/content/1/Vokoun_pudy_klasifikace.pdf

(DATABÁZE)

- Digitální vektorová vrstva mapování biotopů, včetně jejich aktualizací* [databáze AOPK]. verze květen 2016 s přidruženou atributovou tabulkou. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2016 [cit. 2018-04-03]. Územní specifikace: Katastrální území Vítkovice v Krkonoších, data nabytá na základě licenční smlouvy č. 03212/SOPK/17
- Vrstva podmáčených lokalit* [databáze Správy KRNP]. Vrchlabí: Správa Krkonošského národního parku, 2001-2004 [cit. 2018-04-03]. Data nabytá na základě smlouvy o poskytnutí a užití digitálních dat č. 06/2017 (SMLJ-71-302/2017)

(PROGRAMY)

- TER BRAAK J. F. Cajo a ŠMILAUER Petr, 1997, 2013. *Canoco 5* [počítačový program]. Ver. 5.03. Nizozemí a Česká republika: Biometris, Plant Research International, [cit 2018-03-21]. 64-bitová verze, licencovaná ČZU s Licenčním číslem: 'C591221'
- TICHÝ Lubomír, 1999–2010. *Juice* [počítačový program]. Ver. 7.0.102. Brno: Masarykova univerzita. Přírodovědecká fakulta. Ústav botaniky a zoologie, [cit 2018-04-03]. Dostupné z: <http://www.sci.muni.cz/botany/juice/?idm=3>. Freeware umožňující editaci a analýzu fytosociologických dat.
- R Core Development Team, 2017. *R* [počítačový program]. Ver. 3.4.3. The R Foundation for Statistical Computing, [cit 2018-04-03]. Dostupné z: <https://www.r-project.org/>. Freeware pro statistické výpočty a tvorbu grafů.
- ArcGIS Desktop* [počítačový program]. Ver. 10.5.1. USA: Esri, 1995, 2017 [cit 2018-03-21]. licencované ČZU, časově limitovaná licence, Activation key: EVA465681369
- MapPlus* [mobilní aplikace]. V2.7.2.2. Čína: Duwei Technology Ltd., 2016 [cit 2018-03-21].

9. SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha č.1:** Licenční smlouva s AOPK ČR (typ souboru .pdf)
- Příloha č.2:** Smlouva o poskytnutí dat Správou KRNAP (typ souboru .pdf)
- Příloha č.3:** Klady map pro vyhledávání pramenišť v terénu (typ souboru .png)
- Příloha č.4:** Mapy pro vyhledávání pramenišť v terénu (typ souboru .pdf)
- Příloha č.5:** Rozhodnutí o povolení výzkumné činnosti (typ souboru .pdf)
- Příloha č.6:** Povolení výzkumné činnosti na území KRNAP (typ souboru .pdf)
- Příloha č.7:** Smlouva o spolupráci (typ souboru .pdf)
- Příloha č.8:** Rostlinná data (typ souboru .xlsx)
- Příloha č.9:** Data charakteristik prostředí pramenišť (typ souboru .xlsx)
- Příloha č.10:** Vrstva vymapovaných pramenišť (polygony, typ souboru .shp)
- Příloha č.11:** Vrstva centroidů vymapovaných pramenišť (body, typ souboru .shp)