

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra botaniky a fyziologie rostlin



**Odpadní vody: fytoindikátory v okolí horských bud –
případová studie Niklův vrch a Rennerovy boudy
(Krkonošský národní park)**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Tereza Brádrlová

Vedoucí práce: Mgr. Milan Skalický, Ph.D.

© 2016 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci na téma Odpadní vody: fytoindikátory v okolí horských bud - případová studie Niklův vrch a Rennerovy boudy (Krkonošský národní park) vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 5.4.2016

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala především vedoucímu práce Mgr. Milanu Skalickému, Ph.D. za ochotu a vstřícnost, velké množství cenných rad a poskytnutí užitečných materiálů. Dále za spoustu času stráveného při konzultacích a v neposlední řadě také za výpomoc při odběru půdních vzorků. Dále bych chtěla poděkovat panu Ing. Aleši Hančovi, Ph.D. a pracovníkům Katedry agrochemie a výživy rostlin za vytvoření podmínek a výpomoc při laboratorním stanovení vzorků.

Velké díky patří také mým nejbližším, a to zejména příteli za pomoc s grafickým zpracováním, sestře za asistenci při zápisu fytoceologických snímků a rodičům, kteří mě podporovali po celou dobu mého studia.

Odpadní vody: fytoindikátory v okolí horských bud – případová studie Niklův vrch a Rennerovy boudy (Krkonošský národní park)

Souhrn

Tato práce byla řešena na území Niklova vrchu a Rennerových bud, lučních enkláv nacházejících se ve východní části Krkonošského národního parku.

Jejím hlavním cílem byl fytoocenologický průzkum vybraných lučních porostů zatížených prosakujícími odpadními vodami a luk v jejich těsném sousedství, tzv. referenčních ploch. Dále popis ekologických faktorů ovlivňujících jednotlivá stanoviště pomocí Ellenbergových indikačních hodnot. Dalším cílem této práce bylo stanovení půdní reakce, obsahu přijatelného fosforu, celkového dusíku a těžkých kovů z půdních odběrů na zájmových lokalitách. A na základě všech získaných dat navržení vhodné budoucí péče.

Na Niklově vrchu se negativní vliv prosakujících odpadních vod na luční porosty nepotvrdil, a to díky jejich vysoce efektivnímu čištění prostřednictvím tříkomorového septiku a biologického filtru před vypouštěním do vod povrchových.

Na Rennerových boudách bylo naopak zatížení porostů prosakujícími odpadními vodami prokázáno, avšak pouze v oblasti těsně pod septikem. Důvodem zatížení je nevyhovující stav samotného septiku (změna na bezodtokovou jímku zaslepením odtoku + propadlý poklop). Tato lokalita se vyznačovala nejnižší druhovou diverzitou, s čímž souvisí i nejnižší počet rostlinných druhů zde nalezených (12 taxonů). Na základě dominantního nitrofilního druhu *Urtica dioica* a druhů s nitrofilní tendencí (*Alopecurus pratensis*, *Geranium sylvaticum* a *Chaerophyllum hirsutum*) zde byla determinována asociace *Rumicetum alpini* Beger 1922.

Půdní odběr z této oblasti ovlivněné prosakujícími odpadními vodami se vyznačoval nejvyšší hodnotou pH/KCl a celkového dusíku a také zvýšeným obsahem přijatelného a celkového draslíku a fosforu oproti ostatním odběrům.

K potlačení nežádoucího společenstva *Rumicetum alpini* Beger 1922 je nutné především zefektivnit čistící proces splaškových vod zde prosakujících, a to náhradou nefunkční jímky za domovní čistírnu odpadních vod. Na rozšiřování tohoto společenstva se rovněž podílí nulové obhospodařování, proto se jeví jako nutné obnovit jednoroční seč kosou této lokality.

Klíčová slova: odpadní vody, septik, fytoindikátory, luční porost, referenční plocha.

Wastewater: plant indicators around mountain chalets – case study "Niklův vrch" and "Rennerovy boudy" (The Krkonoše Mountains National Park, Czech Republic)

Summary

This diploma thesis was solved in Niklův vrch and Rennerovy boudy, areas located in the eastern part of The Krkonoše Mountains National Park.

The main aims of this work were vegetation survey and description of environmental factors by Ellenberg indicator values of meadow areas contaminated by leaked sewage and meadows in their vicinity (referential areas). Another objective of this study was to determine soil pH, acceptable phosphorus and total nitrogen content and heavy metals amount in soil samples. Based on all collected data was proposed future management for each area.

The negative influence of leaking sewage on meadows in Niklův vrch wasn't confirmed, because of their highly effective cleaning by three-compartment septic tank and biological filter before discharge into surface waters.

Leaked sewage loading was demonstrated in Rennerovy boudy, but only in the area just below the septic tank. The reason of the loading is unsatisfactory condition of the septic tank itself (change to cesspool by blinding discharge and sunken cover). This area was characterized by low species diversity, which is connected with the lowest number of plant species found there (12 species). Based on the habitat of dominant nitrophilous species *Urtica dioica* and species with nitrophilous tendencies (*Alopecurus pratensis*, *Geranium sylvaticum* and *Chaerophyllum hirsutum*) was determined association *Rumicetum alpini* Beger 1922 here.

Soil from the area affected by the leaked sewage was characterized by the highest pH/KCl and total nitrogen content and also increased contents of acceptable and total P and K compared to other soil samples.

To suppress this undesirable community *Rumicetum alpini* Beger 1922 is particularly necessary to improve the process of purifying leaking sewage by replacement the cesspool for household wastewater treatment plant. The distribution of this community also affects the absence of management. Therefore, it seems necessary to renew one-year mowing by scythe of this area.

Keywords: wastewater, septic tank, plant indicators, meadow stand, referential area.

Obsah

1	Úvod.....	8
2	Cíle práce a hypotézy	9
3	Literární rešerše.....	10
3.1	Geografické vymezení	10
3.2	Geologie.....	11
3.3	Geomorfologie	12
3.4	Pedologie.....	13
3.5	Klimatické poměry.....	14
3.6	Hydrologie	15
3.7	Vegetační poměry	16
3.8	Vznik horských luk Krkonoš	19
3.9	Rostliny jako indikátory.....	22
3.10	Charakteristika lokalit.....	25
4	Materiál a metody	29
4.1	Fytocenologické snímkování	29
4.2	Ellenbergovy indikační hodnoty	36
4.3	Půdní vzorky	36
4.4	Zpracování dat	42
5	Výsledky	46
5.1	Fytocenologické snímkování	46
5.2	Ellenbergovy indikační hodnoty	47
5.3	Analýzy fytocenologických dat	49
5.4	Půdní vzorky	62
6	Diskuze.....	73
6.1	Analýzy fytocenologických dat	73

6.2	Půdní vzorky	77
6.3	Vliv prosakujících odpadních vod na druhové složení luk	79
7	Závěr	83
8	Seznam literatury	84
9	Přílohy	I

1 Úvod

Dle Štursy et Flouska (2007) je historie osídlování Krkonoš stará přes půl tisíciletí – kratší na jižní, české straně hor, o něco delší na severní, polské straně pohoří. Během tak dlouhé doby člověk stačil nejrůznějším způsobem výrazně pozměnit tvář horské krajiny – její reliéf, vodu a půdu, rozložení a skladbu lesů, ale i rozmanitost květeny a zvířeny.

Na mnoha místech hor, od úpatí až po jejich nejvyšší vrcholky, vytvořili naši předci polokulturní až kulturní krajinu, která se vyznačuje řadou vlastností výrazně odlišných od přírodního (přirozeného) prostředí.

Kolem horských příbytků začaly vznikat nové tvary reliéfu, zejména v místech, kde lidé vysypávali popel a nejrůznější odpad organického i anorganického původu. Taková činnost člověka podmíněná (antropogenní) místa – navážky, rumišťe, hnojiště, septiky a další plochy v okolí lidských sídel, začala postupně zarůstat svéráznou flórou, které vyhovovala změněná struktura a chemismus půd, vznikajících pod vlivem různých podmínek a lidských aktivit.

Antropofyta, tj. rostliny doprovázející lidská sídla a komunikace, se však začala spontánně šířit i do vzdálenějších míst a jejich diaspory se pasivně rozšířily od úpatí až po vrcholky hor. Rychlosti jejich šíření značně napomohl vzrůstající turistický ruch a dopravní zátěž v pohoří.

Nejednalo se však a dodnes nejedná jen o náhodné projevy na několika místech pohoří. Vzhledem k tomu, že na české straně hor existuje okolo 1 500 horských objektů a každý z nich přispěl svým provozem k „obohacení“ přirozené flóry a fauny Krkonoš, je jejich vliv na synantropizaci (tj. přizpůsobování se volně žijících druhů organismů prostředí, které vytvořil nebo pozměnil člověk) pohoří nezanedbatelný (Štursa et Flousek, 2007).

Dle Krahulce et al. (1996) společně s acidifikací, eutrofizací těsného okolí bud a synantropizací prostředí horských luk v důsledku nedostatečného čištění odpadních vod přesycujících organickými látkami široké okolí horských objektů, zvýšeného transportu a invazivního chování synantropních druhů podél turistických cest probíhají na loukách rozsáhlé změny v druhovém složení i ve struktuře společenstev.

2 Cíle práce a hypotézy

Hlavním cílem práce je fytoocenologický průzkum vybraných lučních porostů zatížených prosakujícími odpadními vodami (Niklův vrch a Rennerovy boudy, Krkonošský národní park) a porostů v jejich těsném sousedství, tzv. referenčních ploch. Dále popis ekologických faktorů ovlivňujících jednotlivá stanoviště pomocí Ellenbergových indikačních hodnot. Dalším cílem této práce je stanovení půdní reakce, obsahu přijatelného fosforu, celkového dusíku a těžkých kovů z půdních odběrů na zájmových lokalitách. Na základě všech získaných dat určení diferencí mezi plochami a zároveň mezi oběma sledovanými lokalitami a navržení vhodné budoucí péče.

Hypotézy:

1. Luční porosty zatížené prosakujícími odpadními vodami se budou vyznačovat nižší druhovou diverzitou než referenční plochy.
2. Na loukách s prosakujícími odpadními vodami budou převažovat nitrofilní druhy (*Rumex alpinus*, *Urtica dioica*) a druhy s nitrofilní tendencí (*Alopecurus pratensis*, *Bistorta major*, *Geranium sylvaticum*).
3. Luční porosty nezatížené odpadními vodami budou druhově bohatší, pravděpodobně s vyšším výskytem ohrožených a chráněných druhů typických pro louky v montánním stupni (*Dactylorhiza majalis* subsp. *majalis*, *Gentiana asclepiadea*, *Hieracium aurantiacum*, *Pedicularis sylvatica*, *Phleum alpinum*).
4. Obsahy přijatelného fosforu a celkového dusíku budou vyšší v půdních vzorcích odebraných z porostů s prosakujícími odpadními vodami.

3 Literární rešerše

3.1 Geografické vymezení

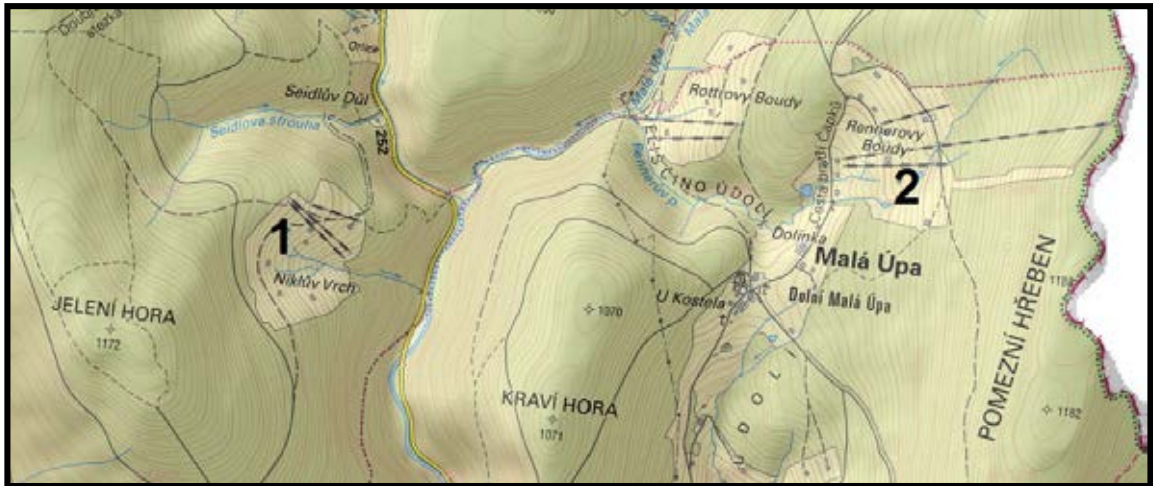
Podle Pilouse (2007a) jsou Krkonoše nejvyšším a nejvýznamnějším pohořím České republiky, nacházejícím se na severovýchodě státu při hranicích s Polskem. Celý masiv má plochu 639 km², z toho česká část zaujímá plochu 454 km², tedy více než dvě třetiny pohoří. Nejvyšší horou Krkonoš je Sněžka (1602 m n. m.) ležící na česko-polské hranici.

Česká část Krkonoš je z orografického hlediska členitou hornatinou o střední výšce 901 m. Nejvyšší částí pohoří jsou Krkonošské hřbety. Plošně největší část zaujímají více či méně členité postranní hřbety, tzv. Krkonošské rozsochy. Ty vzájemně oddělují údolí hlavních toků a jsou tvořeny jak jednotlivými skupinami elevací a vrcholů, tak protáhlými hřebeny vybíhajícími z Krkonošských hřbetů.

Zájmové území (Niklův vrch a Rennerovy boudy) se nachází ve východní části Krkonoš a je tvořeno Růžohorskou hornatinou, členěnou na Růžohorskou a Maloúpskou rozsochu (Pilous, 2007a).

Dle Pilouse (2007b) se **Niklův vrch** (obr. č. 1) nachází na úpatí Jelení hory (1171 m n. m.), jedné z rozsoch Růžohorské hornatiny, vybíhající k jihu ze Svorové hory, 2 km západně od Dolní Malé Úpy. Rozlehlé, zaoblené temeno Jelení hory kontrastuje se strmými, málo rozčleněnými svahy.

Rennerovy boudy (obr. č. 1) jsou situovány na úpatí Lysečinské hory (1188 m n. m.), která je zároveň nejvyšším vrcholem Pomezního hřebene. Ten se nachází při státní hranici s Polskem a tvoří severní část Maloúpské rozsochy v Růžohorské hornatině. Má výrazně lineární charakter s minimálně členěnými svahy (Pilous, 2007b).



Obr. č. 1 Topografická mapa zájmového území, ČÚZK (zdroj: <http://geoportal.gov.cz/web/guest/map/>)

Měřítko 1: 15 000 (výšek z mapy - upraveno); 1: Niklův vrch, 2: Rennerovy boudy

3.2 Geologie

Podle Plamínka (2007) je zájmová oblast součástí krkonošsko-jizerského krystalinika, komplexu metamorfovaných hornin, tvořícího jižní svahy a východní část Krkonoš.

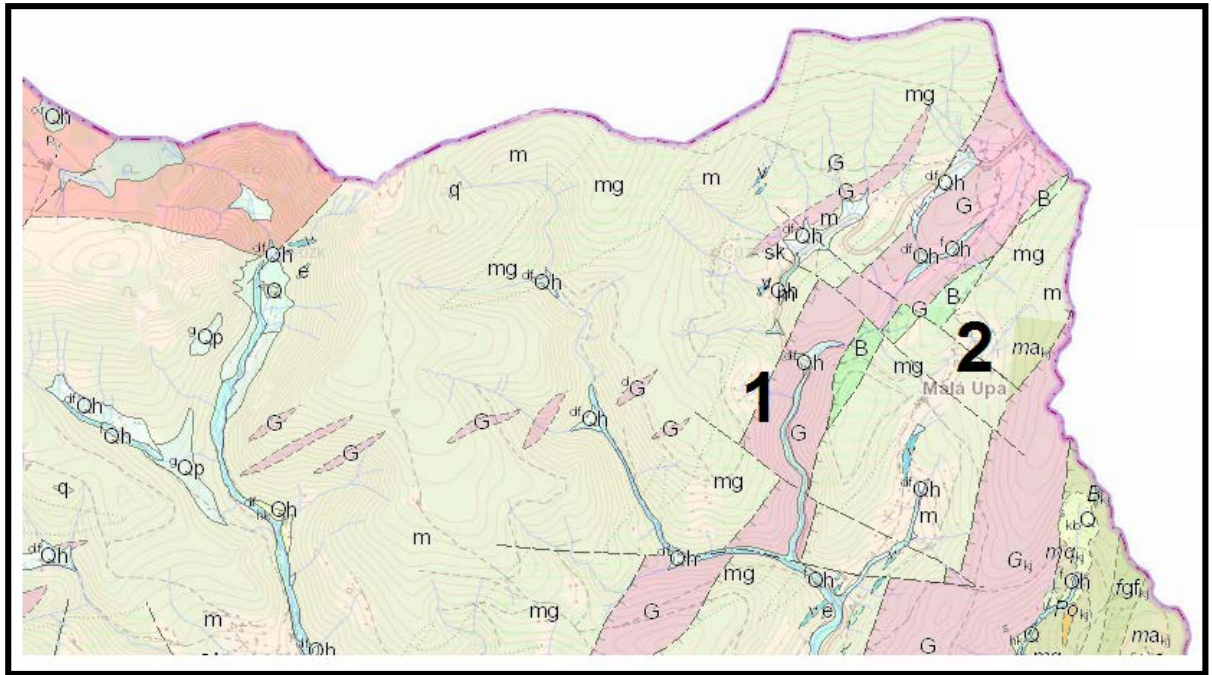
Jedná se o nejstarší část hor, tvořenou staršími prvohorními a starohorními sedimenty a vyvřelinami, které byly později pohřbeny hluboko v zemské kůře a vlivem zvýšené teploty a působením různých napěťových polí přeměněny na břidlice, fylity, kvarcity, svory a ortoruly (obr. č. 2) (Plamínek, 2007).

Krahulec et al. (1996) uvádějí, že v mladších prvohorách došlo k rozsáhlé intruzi žuly, která již nebyla postižena metamorfózou.

Jako vložky starohorních hornin se zde často nacházejí kvarcity, vápence a erlany, amfibolity a zelené břidlice. Ve východní části pohoří je úpatí tvořeno zejména sedimenty mladších prvohor.

Pro rozšíření rostlinných společenstev jsou významné tyto skutečnosti:






1. Nejkyselejší a nejhrubozrnněji zvětrávající horniny jsou v nejvyšší části pohoří.
2. Směrem do nižších poloh přibývají horniny tvořící hlinité zvětraliny a půdy, je zde daleko pestřejší geologický podklad (Krahulec et al., 1996).



Obr. č. 2 Geologická mapa zájmového území (zdroj: http://mapy.geology.cz/geocr_25/)

Měřítko 1: 25 000 (výšek z mapy - upraveno); 1: Niklův vrch, 2: Rennerovy boudy

Legenda ke geologické mapě 1: 25 000 :

	G	středně až hrubě zrnitá, místy okatá až plástevná biotit-muskovitická ortorula
	mg	muskovitický svor až svorová rula, místy s biotitem
	m	muskovit-chloritický svor s porfyroblasty albitu
	fQh	fluviální písčité hlíny a písčité šterky
	B	zelená břidlice

3.3 Geomorfologie

Pilous (2007a) uvádí, že reliéf Krkonoš je výrazně polygenetický. Představují kernou hornatinu se zbytky zarovnaných povrchů v několika výškových úrovních. Severní svah je výrazně zlomový, strmý a málo členitý. Jižní je naopak silně rozčleněný hlubokými a podstatně více rozvětvenými erozními údolními.

Zájmová oblast je z hlediska geomorfologie součástí Hercynského systému a v něm subsystému Hercynského pohoří. V jejich rámci je základní geomorfologickou jednotkou pro

Krkonoše provincie České vysočiny, v ní Krkonoško-jesenická subprovincie a její Krkonošská oblast (Pilous, 2007a).

3.4 Pedologie

Podle Kozáka et al. (2009) dominují v půdním podloží zájmového území podzoly, nejčastěji subtypy kambické (obr. č. 3). Dále lze v oblasti východních Krkonoš nalézt (zejména ve vyšších polohách) rankery modální a organozemě.

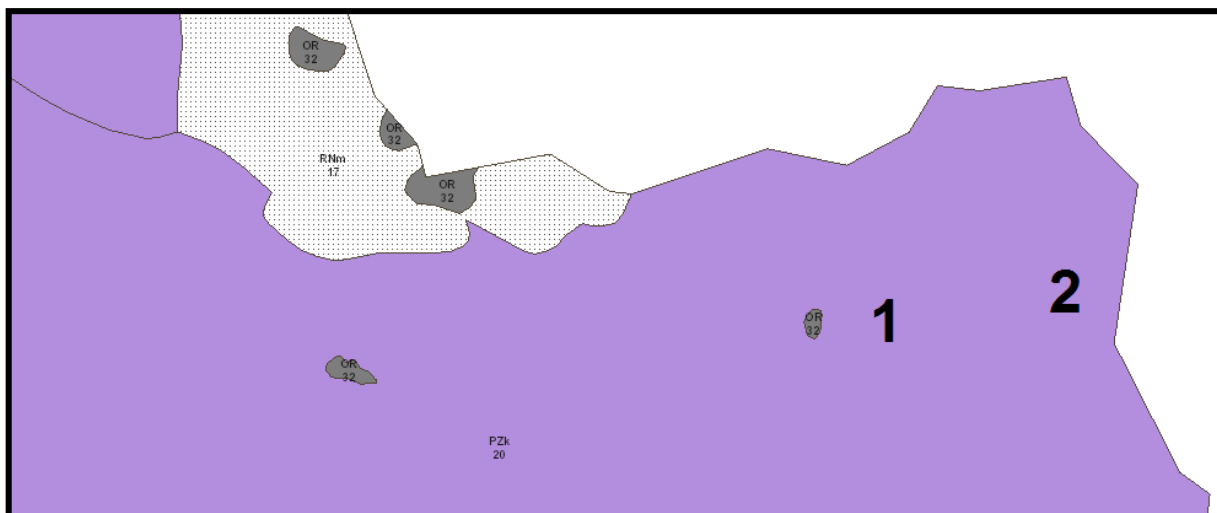
3.4.1 Podzoly

Kozák et al. (2009) uvádějí, že podzoly se vytvářejí ve dvou ekologicky odlišných oblastech, a to jak na svahovinách krycího a hlavního souvrství přemístěných zvětralin hornin dávajících lehčí zvětralinu (žuly, ruly, pískovce), tak na písčích nižších poloh. Podzoly vyšších poloh s typicky chladným humidním podnebím vznikly pod přirozenými lesy s převahou smrku a klečovými porosty.

Tyto půdy jsou charakteristické výrazně diferencovaným profilem na vybělený horizont a iluviální spodický horizont obohacený o seskvioxyd a humus. Tento spodický horizont je charakterizován amorfními černohnědými (svrchní část) a rezivými (spodní část) koloidy. Podle hodnot svrchních horizontů jsou podzoly půdy velmi kyselé až extrémně kyselé (Kozák et al., 2009).

Dle Němečka (2001) se podzoly vyznačují výrazně nenasyčeným sorpčním komplexem, vysokou nasyceností hliníku (> 30 %), tvorbou sekundárních Al-chloritů a vysokým obsahem humusu.




Subtyp kambický podzol, nejčastěji tvořící podloží studovaných porostů, zpravidla vytváří ve vysokých pohořích pásmo nad silně kyselými kambizeměmi, nebo s nimi tvoří komplexy. Hodnota pH tohoto subtypu kolísá v rozsahu 4 – 5. Obsah humusu je vysoký, v horizontech do 40 cm je 6 – 25 % a dospodu klesá. Po stanovištní stránce můžeme tento subtyp hodnotit jako půdu se zpomaleným koloběhem živin (Němeček, 2001).



Obr. č. 3 Půdní mapa zájmového území (zdroj: <http://geoportal.gov.cz/web/guest/map/>)

Měřítko 1: 25 000 (výsek z mapy - upraveno); 1: Niklův vrch, 2: Rennerovy boudy

Legenda k půdní mapě 1: 25 000 (klasifikace dle Taxonomického klasifikačního systému půd ČR):

	PZk 20	Podzol kambický
	OR 32	Organozem
	RNm 17	Ranker modální

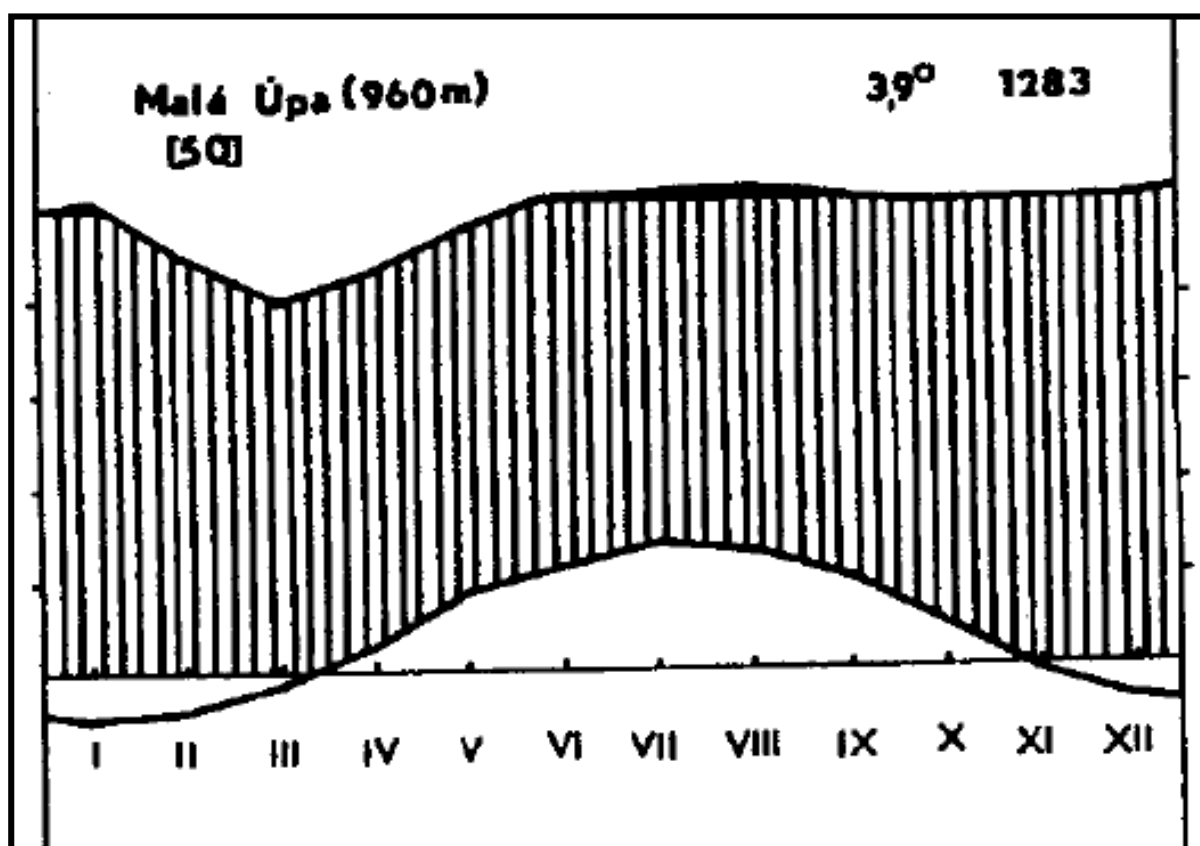
3.5 Klimatické poměry

Dle Quittovy klasifikace klimatu spadá území Niklova vrchu a Rennerových bud do chladné oblasti C4. Ta se vyznačuje 0 – 20 letními dny a 80 – 120 dny s průměrnou teplotou 10 °C a více. Průměrná teplota v červenci se pohybuje mezi 12 – 14 °C. Dále je tato oblast charakteristická 160 – 180 mrazovými dny a 60 – 70 dny ledovými. Průměrná lednová teplota se pohybuje v rozmezí -7 – -6 °C. Suma srážek ve vegetačním období má hodnotu 600 – 700 mm, v zimním období 400 – 500 mm. Počet dní se sněhovou pokrývkou je 140 – 160 (Tolasz et al., 2007).

Klimatické poměry zájmového území ilustruje klimadiagram Malé Úpy (obr. č. 4), sestavený Krahulcem et al. (1996) na základě již publikovaných údajů (Vesecký et al., 1961). Vodorovná osa zde představuje jednotlivé měsíce. Na levé svislé čáře jsou vyneseny teploty

po 10 °C a na pravé svislé čáře úhrny srážek po 20 mm. Vrchní čára reprezentuje průměrné množství spadlých srážek v jednotlivých měsících a čára spodní průměrné měsíční teploty. Číslo 3,9° v pravé horní části diagramu znázorňuje průměrnou roční teplotu (°C) a hodnota 1283 průměrný roční úhrn srážek (mm) (Krahulec et al., 1996).

Z klimadiagramu je patrné, že pro zájmové území je typické na srážky bohaté a vyrovnané klima. Méně srážek je pouze na konci zimy, kdy zde leží sníh. Také z něj lze vyčíst, že se teploty v zimním období prakticky neustále pohybují pod bodem mrazu (Krahulec et al., 1996).



Obr. č. 4 Klimadiagram Malé Úpy (upraveno dle Krahulec et al., 1996)

3.6 Hydrologie

Zájmové území náleží dle Pilouse et Tesaře (2007) do povodí řeky Úpy. Tato řeka pramení v Úpském rašeliništi, 1,5 km severně od Studniční hory v nadmořské výšce 1432 m. Jedná se o nejvyšší pramenící řeku v České republice. Ústí do Labe v Jaroměři v nadmořské výšce

250 m. Plocha jejího povodí činí 513,083 km², délka toku 78,7 km a délka údolí 77,1 km. Na počátku své cesty vytváří Úpa Horní a Dolní Úpský vodopád a stéká do Obřího dolu.

Níklův vrch a Rennerovy boudy zásobuje její levostranný přítok Malá Úpa. Ta ústí do Úpy 3,5 km nad Horním Maršovem v nadmořské výšce 638 m n. m. a pramení 1 km severozápadně od Horní Malé Úpy ve výšce 1230 m n. m. Plocha jejího povodí je 33,185 km², délka toku 11,3 km a délka údolí 11,2 km (Pilous et Tesař, 2007).

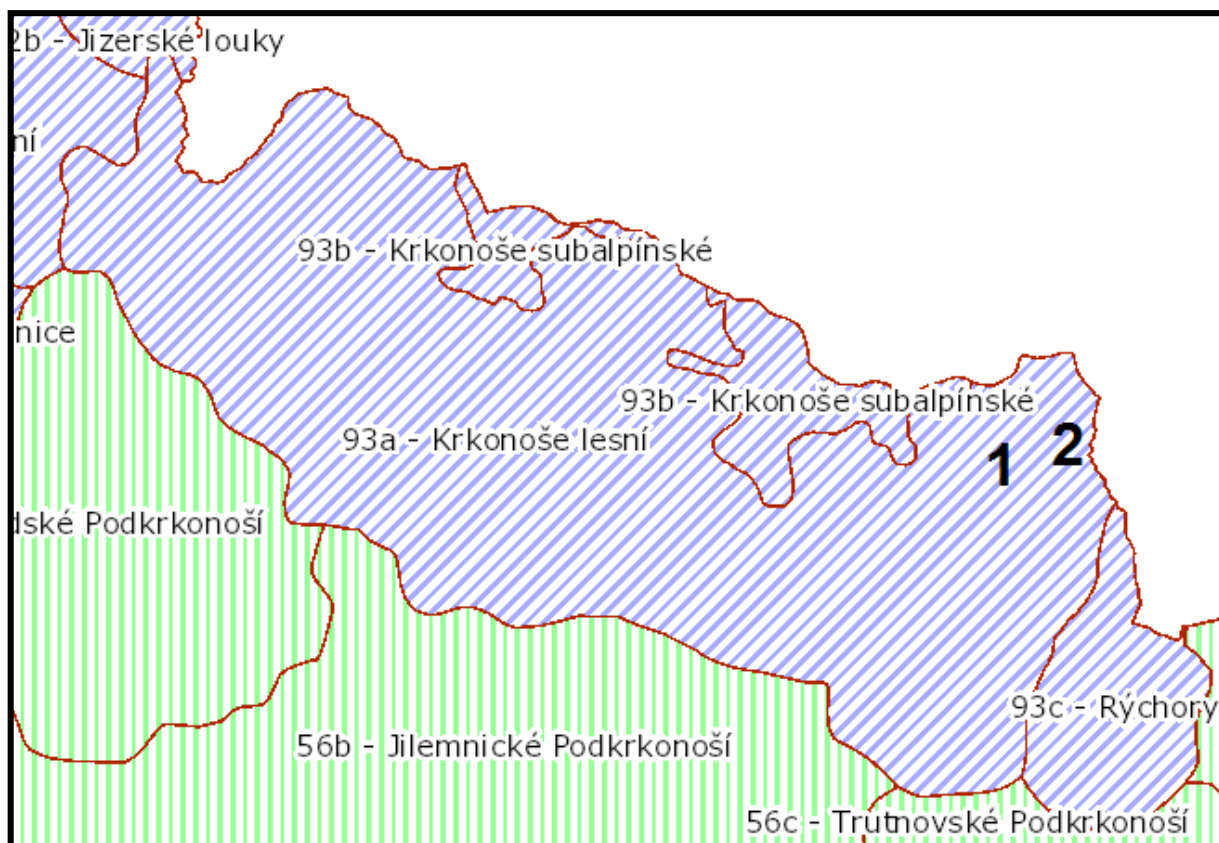
3.7 Vegetační poměry

3.7.1 Fytogeografické vymezení

Podle regionálního fytogeografického rozčlenění je zájmové území zařazeno následovně (upraveno dle Skalický, 1988):

- Fytogeografická oblast: oreofytikum
 - Fytogeografická podoblast: české oreofytikum
 - Fytogeografický okres: **93. Krkonoše**
 - Fytogeografický podokres: **93a. Krkonoše lesní**
 - Fytogeografický podokres: **93b. Krkonoše subalpínské**
 - Fytogeografický podokres: **93c. Rýchory**



Dle Dvořáka et Štursy (2009) je oreofytikum tvořeno horskými oblastmi s převažující chladnomilnou květenou. Podoblast české oreofytikum je složena ze 14 okresů, které tvoří izolované, nejvýše položené oblasti hor Českého masivu, kam patří i zájmové území (obr. č. 5).



Obr. č. 5 Fytogeografická mapa zájmového území (zdroj: <http://geoportal.gov.cz/web/guest/map/>)

Měřítko 1: 100 000 (výsek z mapy - upraveno); 1: Niklův vrch, 2: Rennerovy boudy

Legenda k fytogeografické mapě 1: 100 000 (dle Skalický, 1988):

-  České oreofytikum
-  Českomoravské mezofytikum

3.7.2 Vegetační výškové stupně

Dle Dvořáka et Štursy (2009) jsou v Krkonoších vytvořeny čtyři vegetační výškové stupně, a to stupeň submontánní, montánní, subalpínský a alpínský (tab. č. 1).

Stupeň **submontánní** (podhorský) představují původní listnaté a smíšené lesy v údolích podél potoků a řek a druhotné podhorské louky, pastviny a pole. **Montánní** (horský) stupeň v minulosti pokrývaly smíšené a smrkové lesy, které byly vlivem člověka přeměněny na květnaté horské louky. Klečové porosty, přirozené i druhotné smilkové louky a severská rašeliniště jsou typickými představiteli **alpínského** stupně. **Subalpínský** stupeň je

charakterizován alpínskými trávníky, kamenitými sutěmi a lišejníky, které společně vytváří tzv. arкто-alpínskou tundru (Dvořák et Štursa, 2009).

Tab. č. 1 Vegetační výškové stupně Krkonoš (upraveno dle Dvořák et Štursa, 2009)

Název	Výškové rozpětí (m n. m.)	Podíl na celkové rozloze (%)
Submontánní	400 – 800	50,0
Montánní	800 – 1200	40,0
Subalpínský	1200 – 1450	9,3
Alpínský	1450 – 1602	0,7

Niklův vrch i Rennerovy boudy se nacházejí v montánním stupni, jsou tedy typickými představiteli květnatých horských luk vzniklých vlivem člověka (Dvořák et Štursa, 2009).

3.7.3 Potenciální přirozená vegetace

Dle Mapy potenciální přirozené vegetace České republiky převládají v zájmovém území **bučiny s kyčelnicí devítilistou** (*Dentario enneaphylli-Fagetum*) a **smrkové bučiny** (*Calamagrostio villosae-Fagetum*) (Neuhäslová et Moravec, 1997).

Dle Neuhäslové et al. (2001) patří bučiny s kyčelnicí devítilistou do květnatých bučin (*Eufagenion*), které jsou charakteristické častým výskytem bylin a trav na silikátových půdách submontánních a montánních poloh. Náhradní luční a pastvinná společenstva po těchto bučinách jsou společenstva svazu *Arrhenatherion* a *Polygono-Trisetion* a chudé louky a pastviny řádu *Nardetalia*.

Smrkové bučiny náleží do acidofilních bučin a jedlin (*Luzulo-Fagion*), druhově chudých bučin a jedlin na minerálně chudých silikátových půdách, vyskytujících se převážně v submontánním a supramontánním stupni. Náhradní luční a pastvinná společenstva po smrkových bučinách jsou stejná jako v případě bučin s kyčelnicí devítilistou (Neuhäslová et al., 2001).

3.8 Vznik horských luk Krkonoš

Dle Krahulce et al. (1996) středohorský charakter Krkonoš předurčoval, že toto nejvyšší české pohoří během vývoje po skončení posledního ochlazení evropského kontinentu pokryly jehličnaté, případně smíšené horské lesy. V montánním stupni, ve kterém se nachází zájmové území, převažovaly horské bučiny a smrčiny.

První větší změny v rozložení lesní a nelesní krajiny přineslo teprve osídlování české strany Krkonoš v průběhu 12. a 13. století, kdy sem horníky, dřevorubce, uhlíře a skláře zavedl zájem o přírodní bohatství hor, rudy a dřeva. Docházelo k prvním drastickým zásahům do rozlohy lesních porostů, které se vystupňovaly později v průběhu dolování v 15. a zejména ve 2. polovině 16. století (Krahulec et al., 1996).

Tehdy potřebám krkonošských, ale zejména kutnohorských dolů, padla za oběť značná část lesů Krkonoš. Na těžbu dřeva pro kutnohorské doly byli povoláni alpští kolonisté, kteří si zdejší drsné životní podmínky zlepšovali chovem dobytka a travením kolem příbytků, známým z jejich domoviny. Přinesli tak do Krkonoš novou formu zemědělského využívání nejvyšších poloh - tzv. **budní hospodářství** (Vítková et al., 2012).

Dle Štursy (1999) tak byl úbytek lesních porostů částečně kompenzován vznikem přírodovědecky velmi pestrých luk, které spolu s rázovitými dřevěnými chalupami přispěly ke vzniku svérázného koloritu krkonošské krajiny.

3.8.1 Budní hospodářství

Po ukončení devastační těžby dřeva pro kutnohorské doly v roce 1609 a po úpadku dolování se stal hlavním zdrojem obživy místních horalů chov dobytka a travení. Rozloha bezlesých enkláv kolem horských příbytků, jejichž počet stále stoupal, se tak začala prudce zvětšovat (Vítková et al., 2012).

V 17. a 18. století dosahovalo budní hospodářství největšího rozsahu. Po celých Krkonoších, od úpatí až do hřebenových poloh, byly rozptýleny letní i celoročně užívané horské boudy s poměrně značným množstvím chovaného hovězího dobytka, koz a v menší míře i koní (Krahulec et al., 1996).

Krahulec et al. (1996) uvádějí, že původní hospodáři dobře znali druhové složení lučních porostů a jejich produkci a tomu podřizovali režim hospodářské péče a využívání. Na loukách se proto pravidelně páslo stádo hovězího dobytka, sekalo a sklízelo seno, louky se

přihnojovaly přirozenými i průmyslovými hnojivy, kejdovaly a vápnily. Na enklávách se také prováděla občasná rekultivace drnového fondu a vodní režim byl rovněž pečlivě dodržován.

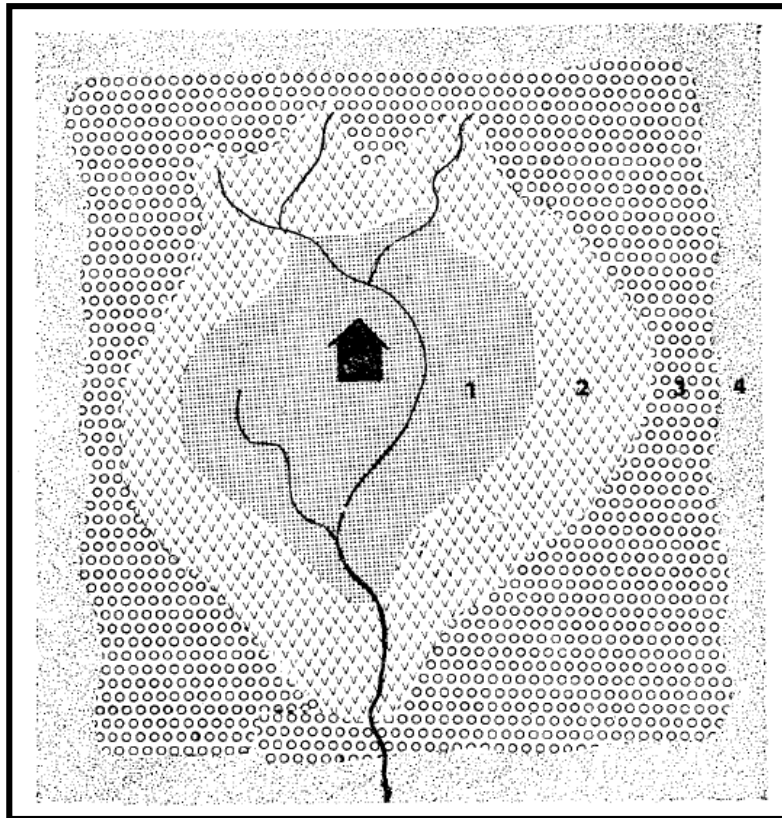
3.8.2 Vegetační zóny

V okolí bud se tak na lučních enklávách dle Krahulce et al. (1996) postupně vytvořily tři vegetační zóny (obr. č. 6).

Zóna 1 se nacházela v těsné blízkosti bud. Zde byly zakládány tzv. travní zahrady, kultivované a intenzivně hnojené plochy určené k pěstování kvalitní vegetace a sklizni dobrého sena ke krmení dobytka v zimním období. Hospodáři zde měli vypracovaný systém managementu - hnojení, zavlažování a sklizení probíhalo dvakrát až třikrát ročně. Primární produkce těchto luk byla velmi vysoká v důsledku záměrného vyhnojování a eutrofizace stanovišť, ačkoliv se jednalo o plochy s nižší druhovou diverzitou. Převládaly zde druhy z okruhu svazu *Polygono-Trisetion*, jako *Alchemilla* sp., *Alopecurus pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Deschampsia cespitosa*, *Festuca rubra*, *Melandrium rubrum*, *Phleum alpinum* či *Rumex alpestris*, avšak i nivní druhy ze svazů *Calthion*, jako *Cirsium oleraceum* a či druhy svazu *Rumicion alpini*, jako např. *Chaerophyllum hirsutum*.

Zóna 2 se rozkládala ve středních částech enkláv. Nebyla již tak dotčena eutrofizací, vegetační kryt zde byl kosen, spásán i ošetřován s průměrnou intenzitou, úměrnou vzdáleností od bud a nákladům. Postupně se zde vytvořila středně bohatá mezotrofní až slabě oligotrofní stanoviště, optimální z hlediska druhového složení. V této části se vyvinuly a dodnes na mnoha místech existují krátkostébelné květnaté horské louky z okruhu svazů *Nardion*, *Nardo-Agrostion tenuis* a *Polygono-Trisetion*, s druhy jako je *Campanula bohemica*, *Hieracium aurantiacum* či druhy rodů *Dactylorhiza* a *Orchis*.

Zóna 3 představovala okrajové, od bud nejvzdálenější části enkláv. Ty byly sice využívány k pastvě, avšak pro svou odlehlost nebyly tak pravidelně ošetřovány a přihnojovány jako dostupnější místa. Pod vlivem extrémních klimatických a pedologických poměrů zde docházelo k ochuzování stanoviště (především vyplavováním zásob živin z půdy) a k postupnému vytvoření silně kyselých oligotrofních stanovišť. Tomu odpovídá i vegetační kryt s převahou druhů *Anthoxanthum odoratum*, *Deschampsia cespitosa*, *Nardus stricta*, *Silene vulgaris* či keříčky rodu *Vaccinium*. Fytocenologicky patří tato společenstva k oligotrofnímu křídlu svazů *Nardion* a *Nardo-Agrostion tenuis* (Krahulec et al., 1996).



Obr. č. 6 Vegetační zóny na horských loukách Krkonoš – 1: eutrofní stanoviště, 2: mezotrofní stanoviště, 3: oligotrofní stanoviště, 4: les (upraveno dle Štursová et Štursa, 1982)

Krahulec et al. (1996) rovněž uvádějí, že uspořádání vegetace na enklávách ovlivňoval i udržovaný systém stružek vedoucích napříč svahem. Každá bouda měla vlastní stružku přivádějící z lesa či lučních pramenů čistou vodu. Alespoň část z této vody protékala boudou a sloužila mimo jiné k odplavování hnoje ze stájí. Odpadní voda tak byla odváděna zpět do lesa. Tento systém na jedné straně louky povrchově odvodňoval a bránil tak jejich přemokření, na druhé straně však udržoval přiměřenou vlhkost a pod chatou zvyšoval zásobení živinami.

3.8.3 Sociekonomické změny a jejich vliv na využívání luk

Dle Krahulce et al. (1996) pravidelné hospodaření na horských loukách trvalo až do konce druhé světové války. K podstatným změnám v péči o louky došlo až s odsunem německého obyvatelstva po válce. V tomto období velmi pokleslo zemědělské využívání krajiny a naopak se zvýšila její rekreační funkce. Z luk mizel dobytek, chlévy byly přeměněny na ubytovny pro turisty. Nejdříve zaniklo pravidelné hnojení luk, posléze se snížila i výměra kosených ploch.

Nepravidelná péče o louky odstartovala celou řadu negativních procesů umocněných nejistými poválečnými majetkovými poměry a posléze pak několik desetiletí trvajícím neobhospodařováním a rozsáhlou degradací botanického bohatství horských luk.

Společně s eutrofizací těsného okolí bud a synantropizací prostředí horských luk v důsledku nedostatečného čištění odpadních vod přesycujících organickými látkami široké okolí horských objektů, zvýšeného transportu a invazivního chování synantropních druhů podél turistických cest probíhají na loukách rozsáhlé změny v druhovém složení i ve struktuře společenstev (Krahulec et al., 1996).

3.9 Rostliny jako indikátory

Nadbytečné množství živin v krajině narušuje přirozené koloběhy prvků a mnohdy směřuje ke znehodnocování přírodních ekosystémů. Pro rostliny jsou důležité především živiny minerální, které přijímají z toho důvodu, aby z nich prostřednictvím fotosyntézy vyrobily živiny organické (Hanegraaf, 1998). Zejména dusík a fosfor se ve velkém množství dostávají do prostředí vlivem lidské činnosti (Falkengen-Grerup et SchötenIndreier, 2004).

Kontrola a regulace zvýšeného vstupu živin patří k nevyhnutelným krokům prevence i druhotné nápravy poškozených ekosystémů. Nadměrné množství živin lze sledovat prostřednictvím biomonitoringu, tj. studia stavu a změn životního prostředí pomocí živých organismů – **bioindikátorů** (Diekmann, 2003).

Dle Dziocka et al. (2006) je bioindikátor charakterizován jako živý organismus nebo společenstvo, z jehož existence, stavu nebo chování je možné odvodit přítomnost určitého činitele v prostředí, rovněž také stav a změny v něm. Dobrým bioindikátorem je dle Diekmanna (2003) druh s úzkou ekologickou valencí, tj. se specifickým vztahem k jednotlivým faktorům prostředí. Dále jde o druh snadno determinovatelný a relativně běžný.

Častěji než indikace na základě jednoho druhu je však výhodnější ta na úrovni druhového složení rostlinného společenstva. Je přesnější z toho důvodu, že překryv tolerancí několika druhů je menší než ekologická amplituda jednoho druhu. Platí, že větší vypovídající hodnotu má přítomnost určitého druhu než jeho nepřítomnost, protože druh může chybět na daném místě i z jiných než jen nepříznivých podmínek prostředí (Diekmann, 2003).

Vztah mezi rostlinným druhem a faktorem prostředí lze vyjádřit pomocí indikační hodnoty. Jedná se o optimální hodnotu faktoru prostředí, při které se druh vyskytuje nejčastěji, nejlépe

roste a nejnáze se rozmnožuje. Indikační hodnoty byly druhům přiděleny na základě terénních zkušeností či statistických analýz, které zkombinovaly naměřené hodnoty sledovaného faktoru a výskyt určitých druhů na daném místě. Indikační hodnoty odrážejí ekologické chování druhu, ne jeho fyziologické preference. V jedné hodnotě je tak zahrnut celý komplex environmentálních proměnných. Mezi nejznámější a nejpoužívanější patří **Ellenbergovy indikační hodnoty** (Ellenberg et al., 1992).

Tyto hodnoty se nevztahují k podmínkám v daný okamžik, jsou naopak ukazatelem dlouhodobých změn v rostlinném společenstvu. Jejich funkce spočívá v tom, že upozorňují na ta místa, kde by bylo vhodné provést přesnější a podrobnější stanovení pomocí chemických analýz půd (Diekmann, 2013).

3.9.1 Rostliny jako indikátory dusíku

Dle Pitcairna et al. (2003) si rostlinné druhy k dusíku uchovávají vcelku vyhraněný vztah, což se dá výborně využít pro stanovení jeho množství. Ke stávajícím metodám se tak nabízí možnost využít rostlinné bioindikátory neboli **fytoindikátory**. Jako nejvýhodnější se jeví indikace na základě druhového složení rostlinného společenstva.

Jak již bylo zmíněno, v jedné indikační hodnotě je zahrnut celý komplex environmentálních proměnných (Ellenberg et al., 1992). Hodnota dusíku tedy mnohem více vypovídá o celkové úživnosti stanoviště než o jeho samotném obsahu (Schaffers et Sýkora, 2000).

Dle Slavíkové (1986) rostou na stanovištích, kde probíhá nitrifikace optimálně a kde jsou v půdě stálé zásoby sloučenin dusíku přístupných pro rostliny, rostliny náročné na dusík. Nazývají se **nitrofyty** (nitrofilní rostliny) a často tvoří i celá **nitrofilní společenstva**.

V Tatranském a Krkonošském národním parku se na místech, kde před lety byly salaše, udržují ještě půdy, na nichž je doposud dobrá nitrifikace a zvýšená koncentrace dusíkatých sloučenin. Takovéto půdy jsou indikovány společenstvy s dominantním šťovíkem alpským (*Rumex alpinus*) a kodominantami kontryhelem (*Alchemilla* sp. div.) a kopřivou (*Urtica* sp. div.) a nápadně se odlišují od původních horských společenstev, která je obklopují (Slavíková, 1986).

Rovněž dle Chytrého et al. (2009) porosty s dominancí druhu *Rumex alpinus* vznikly v důsledku jeho pěstování, zplanění a rozšíření v souvislosti s pastvou a chovem dobytka.

Jejich vytvoření bylo přímo podmíněno sešlapem spojeným s dodáním živin, zejména fosforu a dusíku, tj. na místech, kde se shromažďoval dobytek a kde přísun živin z exkrementů dlouhodobě převažoval nad jejich odběrem. Nejčastěji jde o okolí horských chat a bývalých stájí dobytka. Porosty jsou stabilní dodnes, ačkoli se na převážné většině míst nepáslo alespoň půl století.

Stejný původ těchto společenstev potvrzují i Pignatti et Pignatti (2013), dle kterých se nitrofilní společenstva s převahou *Rumex alpinus* vyskytují kolem alpských chat a stodol, kde se vlivem exkrementů dobytka hromadí organické látky.

Chytrý et al. (2009) dále uvádějí, že nové porosty dnes už nevznikají v důsledku pastvy, ale v souvislosti s eutrofizací krajiny. Intenzivnější eutrofizace, zejména silnějšími splachy pod většími boudami, totiž způsobuje zarůstání expanzními širokolistými bylinami, zejména druhu *Rumex alpinus* nebo i *Urtica dioica*.

Tato nitrofilní vysokobylinná společenstva montánních až alpínských poloh jsou řazena do svazu *Rumicion alpini* Scharfetter 1938 (Horská nitrofilní vegetace širokolistých bylin) a příslušné asociace ***Rumicetum alpini* Beger 1922** (Horská nitrofilní vegetace s invazním šťovíkem alpským) (Chytrý et al., 2009).

***Rumicetum alpini* Beger 1922**

Chytrý et al. (2009) uvádějí, že v těchto porostech dominuje *Rumex alpinus*, subdominantu porostů pravidelně tvoří *Urtica dioica* a v rozvolněných porostech mívá větší pokryvnost také *Chaerophyllum hirsutum*. V nejvyšší vrstvě bylinného patra se dále častěji vyskytují některé luční druhy (*Alopecurus pratensis*, *Dactylis glomerata*), pasekové druhy (*Epilobium angustifolium*, *Senecio hercynicus*) i druhy vysokobylinných niv (*Geranium sylvaticum*, *Veratrum album* subsp. *lobelianum*). Spodní vrstva bylinného patra bývá tvořena druhy vlhkomilnými i druhy snášejícími sešlap, jako jsou *Alchemilla vulgaris* s. l., *Deschampsia cespitosa*, *Poa annua* či *Ranunculus repens*.

Počet druhů ve společenstvu kolísá v závislosti na charakteru stanoviště a pokryvnosti dominanty, obvykle se vyskytuje 10 – 20 druhů cévnatých rostlin na plochách o velikosti 10 – 25 m². Mechové patro je většinou vyvinuto jen slabě, často zcela chybí. Půdy jsou zpravidla hluboké, mírně kyselé až kyselé, bohaté humusem i živinami a mezické až vlhké.

Asociace je známa z většiny evropských pohoří dosahujících subalpínského stupně. U nás je tato vegetace doložena fytoocenologickými snímky z Jizerských hor (Hejda, nepubl., Chytrý, nepubl.), Krkonoš (Hadač 1982) a Orlických hor (Kopecký & Hejný 1971) (Chytrý et al., 2009).

3.10 Charakteristika lokalit

Paciorková (2013) uvádí, že Niklův vrch i Rennerovy boudy jsou součástí **Malé Úpy**, horské obce ve východních Krkonoších. Tato obec byla založena alpskými dřevaři v 16. století, kteří sem byli povoláni kvůli těžbě dřeva pro kutnohorské doly.

Malá Úpa si zachovala původní ráz ryze horské osady s typickými boudami lidové architektury rozptýlenými po horských svazích, čemuž odpovídá i dnešní zastavění nižší než 1 % celkové plochy. V dnešní době se jedná o samostatnou obec s výrazně rekreačním charakterem. Svědčí o tom skutečnost, že zde trvale žije kolem 100 obyvatel a z celkového počtu cca 220 objektů se 2 285 lůžky jich 90% slouží výhradně k rekreačním účelům.

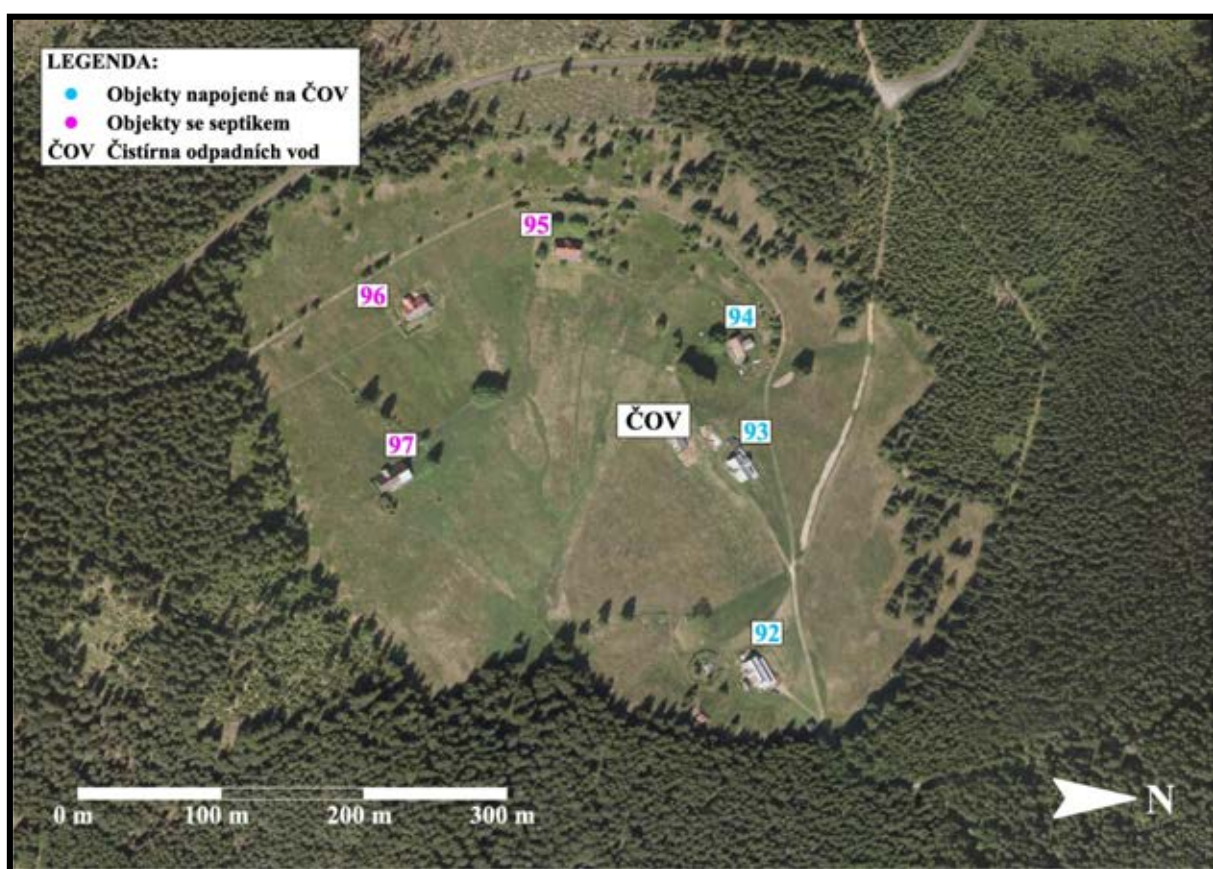
Obec tvoří dvě katastrální území – Dolní Malá Úpa a Horní Malá Úpa. Obě části leží v oblasti Krkonošského národního parku, což je jednou ze složek atraktivity území, zároveň však i jeho výrazným limitem. Jejich celková rozloha činí 2 665 ha. Převažují na nich pozemky určené k plnění funkcí lesa (85,5%), v mnohem menší míře je zastoupen zemědělský půdní fond, tj. louky a pastviny na enklávách (11,0%). Zbytek (4,5%) tvoří ostatní a zastavěné plochy a komunikace. Nejvyšším bodem katastru obce je Sněžka (1602 m n. m.), nejnižším naopak Spálený mlýn (702 m n. m.) (Paciorková, 2013).

3.10.1 Niklův vrch

Poloha:	3,3 km jihozápadně od obce Malá Úpa, k. ú. Horní Malá Úpa
Rozloha:	16,1 ha
Nadmořská výška:	950 – 1050 m n. m.
Geologie:	krystalické břidlice – ortoruly, svor až svorová rula, místy s biotitem
Pedologie:	podzol kambický
Klimatické poměry:	chladná oblast C4

Fytogeografie: podokres 93a – Krkonoše lesní
Potenciální vegetace: smrková bučina (*Calamagrostio villosae – Fagetum*)
Statut ochrany: Krkonošský národní park – II. zóna

Kanalizační systém je v oblasti **Niklova vrchu** (obr. č. 7) realizován prostřednictvím čistírny odpadních vod v soukromém vlastnictví, s napojením na lokální splaškové kanalizační stoky nemovitostí č. p. 92, 93 a 94. Zbylé tři boudy (č. p. 95, 96 a 97) mají splaškové odpadní vody odvedeny přes septiky s trativody (Paciorková, 2013).



Obr. č. 7 Niklův vrch, ortofotomapa KRNAP (2012) (zdroj: <http://gis.krnap.cz/map/>)

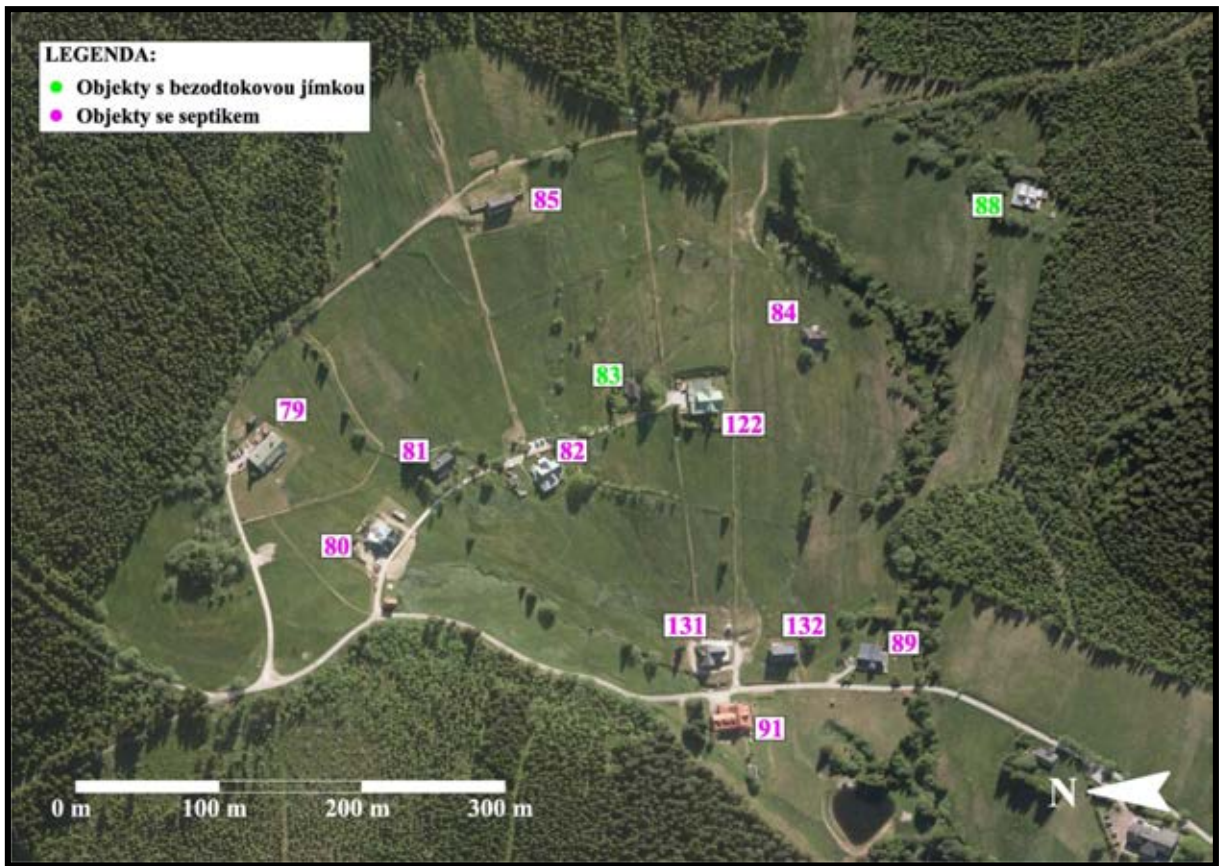
3.10.2 Rennerovy boudy

Poloha:	2 km jižně od obce Malá Úpa, k. ú. Dolní Malá Úpa
Rozloha:	23,5 ha
Nadmořská výška:	970 – 1080 m n. m.
Geologie:	krystalické břidlice – svor až svorová rula, místy s biotitem
Pedologie:	podzol kambický
Klimatické poměry:	chladná oblast C4
Fytogeografie:	podokres 93a - Krkonoše lesní
Potenciální vegetace:	smrková bučina (<i>Calamagrostio villosae</i> – <i>Fagetum</i>), místy bučina s kyčelnicí devítilistou (<i>Dentario enneaphylli</i> – <i>Fagetum</i>)
Statut ochrany:	Krkonošský národní park – III. zóna

Na **Rennerových boudách** (obr. č. 8) jsou splaškové odpadní vody z nemovitostí odváděny do místních recipientů přes sestavy septiků s následným filtračním zařízením či s trativody (všechny objekty krom č. p. 83 a 88) nebo prostřednictvím bezodtokových jímek (č. p. 83 a 88), které jsou dle potřeb vyváženy. Tento způsob vyvážení je však velmi limitován klimatickými podmínkami a horší dostupností některých objektů (Paciorková, 2013).

V současnosti je dle Paciorkové (2013) obcí připravována intenzifikace čistírny odpadních vod pro spádovou oblast U Kostela (rozšíření o další nádrže, popř. reaktor), u které se plánuje prodloužení splaškové kanalizace až do lokality Rennerových bud (je uvažováno v kapacitě ČOV). Vzhledem ke značnému rozdílu v množství odpadních vod v sezóně a mimo sezónu je navrhována biologická čistírna s kapacitou 180 EO (ekvivalentních obyvatel), typu SBR (Sequence Batch Reactors) s nitrifikací a denitrifikací a aerobní stabilizací kalu.

Biologický proces bude probíhat ve zcela uzavřených železobetonových nádržích s vysoce účinným přestupem kyslíku, zajišťujícím bezzápachový provoz celé čistírny. Velikost reaktorů bude volena s ohledem na sezónní výkyvy v množství odpadních vod. Pro odvedení veškerých splaškových vod z dané lokality jsou navrhovány 2 stoky v celkové délce 455 m a jeden přepadový řad v celkové délce 90 m. Předpokládá se, že na kanalizaci budou připojeny všechny nemovitosti v této části obce. Na navrhovanou stavbu musí proto nutně navazovat realizace kanalizačních přípojek v celkové délce cca 412 m (Paciorková, 2013).



Obr. č. 8 Rennerovy boudy, ortofotomapa KRNAP (2012) (zdroj: <http://gis.krnap.cz/map/>)

4 Materiál a metody

Z odborné literatury byly před provedením terénního průzkumu získány veškeré dostupné údaje o území a poté zpracovány formou literární rešerše.

Fytcenologickému snímkování a odběrům vzorků půdy předcházela rekognoskace a fotodokumentace terénu obou lokalit, která proběhla během května roku 2015. Nejprve byly zjištěny způsoby nakládání s odpadními vodami na lokalitách. Dále složení rostlinných společenstev kolem horských bud a jejich potenciální ovlivnění prosakujícími odpadními vodami. Také byla zmapována vegetace v přilehlém okolí, především z hlediska přítomných lučních typů a vhodnosti odběrů půdních vzorků.

Jak na Niklově vrchu, tak na Rennerových boudách byla po rekognoskaci a fotodokumentaci vybrána vždy jedna horská bouda s nedostatečným čištěním odpadních vod, které by mohlo mít negativní vliv na složení okolních lučních porostů.

V případě Niklova vrchu se jedná o objekt č. p. 95 (obr. č. 7), kde jsou odpadní vody čištěny prostřednictvím tříkomorového septiku a biologického filtru a takto vyčištěné následně vypouštěny pomocí trativodu do vod podzemních.

Na Rennerových boudách byla vybrána nemovitost s č. p. 84 (obr. č. 8), kde jsou odpadní vody taktéž čištěny pomocí septiku a poté odváděny do vsakovací jímky pod boudou.

4.1 Fytcenologické snímkování

Fytcenologické snímky byly pořízeny 2. a 5. července 2015 metodou curyšsko–montpelliérskou dle Moravce (2000). Jejich umístění a počet byly zvoleny tak, aby byla zachována co největší homogenita každého z nich a zároveň aby vhodně reprezentovaly typy porostů vyskytujících se v dané oblasti. Celkem bylo vybráno 12 snímků, 6 na každé lokalitě.

Snímky byly označeny čtyřmístným číslem, kdy první dvojčíslí udává číslo lokality (Niklův vrch **01**, Rennerovy boudy **02**) a druhé dvojčíslí pořadové číslo snímku (tab. č. 2).

Jednotlivé plochy pro fytcenologické snímky byly vybrány s ohledem na potenciální vliv septiku a prosakujících odpadních vod. Plochy za boudou s nulovým vlivem septiku byly označeny jako **NS**. Plochy s vysoce pravděpodobným vlivem septiku (tj. v těsné blízkosti septiku a 5 metrů pod ním) jako **SI** a s pravděpodobným vlivem (tj. cca 30 – 40 metrů od septiku) pomocí **SII** (tab. č. 2).

Při výběru ploch bylo také zohledněno obhospodařování lokalit, a to tak, aby bylo zachyceno co nejvíce variant. Proto byly snímky vytvořeny v oblastech nesečených, 1krát ročně sečených a v místech sečených častěji, tj. 3 – 4krát ročně (tab. č. 2).

Tab. č. 2 Označení fytoocenologických snímků se zohledněním vlivu septiku a managementu

Označení snímku	Vliv septiku	Management
0101	SI	Nesečeno
0102	SI	1krát ročně sečeno
0103	SII	1krát ročně sečeno
0104	SII	Nesečeno
0105	NS	3 – 4krát ročně sečeno
0106	SI	1krát ročně sečeno
0201	NS	1krát ročně sečeno
0202	SI	Nesečeno
0203	SI	1krát ročně sečeno
0204	SI	1krát ročně sečeno
0205	SII	1krát ročně sečeno
0206	SII	1krát ročně sečeno

Floristické složení snímku a pokryvnosti pater E_0 (mechové patro) a E_1 (bylinné patro) byly stanoveny na ploše čtverce o velikosti 4 x 4 m. Tato plocha byla vymezena pomocí dřevěných tyčí spojených provázkem (obr. č. 9).

Všechny snímky byly lokalizovány pomocí GPS souřadnic (odpovídajících středu snímku) a následně zakresleny do ortofotomapy z mapového serveru Krkonošského národního parku (dále KRNAP) pomocí programu MicroStation V8i (SELECTseries 3). Jejich nadmořská výška (rovněž odpovídající středu snímku), expozice a sklon svahu byly určeny prostřednictvím výše uvedeného programu v kombinaci s Google Earth.

Pro soupis druhů a zachycení jejich abundance v jednotlivých snímcích byla použita devítičlenná Braun–Blanquettova stupnice pokryvnosti s rozděleným stupněm 2, upravená dle Moravce (2000) (tab. č. 3).

Rostlinné druhy a mechorosty byly determinovány pomocí následující literatury: Atlas krkonošských rostlin (Dvořák et Štursa, 2009), Klíč ke Květeně ČR (Kubát et al., 2002) a Naše květiny (Deyl et Hísek, 2001). Problematické taxony byly herbarizovány a poté determinovány s pomocí pracovníků Katedry botaniky a fyziologie rostlin. Nomenklatura taxonů byla sjednocena dle Danihelky et al. (2012).



Obr. č. 9 Vymezení fytoecologického snímku 0206 na Rennerových boudách (5.7.2015)

Tab. č. 3 Braun-Blanquetova stupnice pokryvnosti (upraveno dle Moravec, 2000)

Stupeň	Výskyt druhu ve fytoecologickém snímku
r	Druh velmi vzácný (1 – 2 jedinci)
+	Druh vzácný (do 2 %)
1	Druh drobný a početný nebo velký a vzácný (2 – 5 %)
2m	Druh drobný a velmi početný nebo velký a roztroušený (5 %)
2a	Druh drobný a velmi početný nebo velký a roztroušený (5 – 15 %)
2b	Druh drobný a velmi početný nebo velký a roztroušený (15 – 25 %)
3	Druh hojný (25 – 50 %)
4	Druh silně dominující (50 – 75 %)
5	Druh pokrývající téměř celou plochu (75 – 100 %)

Nalezené a verifikované ohrožené a chráněné druhy byly zařazeny do kategorií dle svého statutu ochrany a ohrožení dle těchto seznamů:

1. **Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 395/1992 Sb.:**
 - a) §1 kriticky ohrožené druhy
 - b) §2 silně ohrožené druhy

- c) §3 ohrožené druhy
- 2. Red List of vascular plants of the Czech Republic: 3rd edition (Grulich, 2012):**
- a) **C1** Kriticky ohrožené druhy:
 - A. **C1t** Kriticky ohrožené druhy – mizející
 - B. **C1b** Kriticky ohrožené druhy – ojedinělé nálezy
 - C. **C1r** Kriticky ohrožené druhy – vzácné
 - b) **C2** Silně ohrožené druhy:
 - A. **C2t** Silně ohrožené druhy – mizející
 - B. **C2b** Silně ohrožené druhy – ojedinělé nálezy
 - C. **C2r** Silně ohrožené – vzácné
 - c) **C3** Ohrožené druhy
 - d) **C4** Vzácnější taxony vyžadující další pozornost:
 - A. **C4a** Vzácnější taxony vyžadující další pozornost – méně ohrožené
 - B. **C4b** Vzácnější taxony vyžadující další pozornost – nedostatečně prostudované
- 3. Černý a červený seznam cévnatých rostlin Krkonoš (Štursa et al., 2009):**
- a) **C1** Kriticky ohrožené druhy
 - b) **C2** Silně ohrožené druhy
 - c) **C3** Ohrožené druhy
 - d) **C4** Vzácnější taxony vyžadující další pozornost:
 - A. **C4a** Vzácnější druhy vyžadující další pozornost – méně ohrožené
 - B. **C4b** Vzácnější druhy vyžadující pozornost – dosud nedostatečně prostudované

Nalezené a verifikované invazní druhy byly zařazeny do kategorií dle následujícího seznamu:

1. **Black, Grey and Watch Lists of alien species in the Czech Republic based on environmental impacts and management strategy (Pergl et al., 2016):**
 - a) **BL1** Druhy vyznačující se rychlým populačním růstem a kolonizačním potenciálem, se širokým areálem rozšíření po celé zemi
 - b) **BL2** Druhy vyskytující se jako zbytky výsadby v okolí lidských obydlí a v zahradách, se širokou distribucí, v městských a polopřirozených stanovištích
 - c) **BL3** Druhy spontánně se šířící, se širokým areálem rozšíření jak v městských, tak polopřirozených stanovištích
 - d) **GL** Druhy spontánně se šířící vlivem výsadby, s regionálním či lokálním výskytem

Syntaxonomie rostlinných společenstev proběhla na základě určení diagnostických a dominantních druhů na úroveň asociací s využitím publikací Chytrého et Tichého (2003), Chytrého et al. (2007), Chytrého et al. (2009), Chytrého et al. (2011) a Moravce et al. (1995).

4.1.1 Niklův vrch

Na Niklově vrchu bylo vytvořeno 6 fytoecnologických snímků se zohledněním vlivu septiku (0101 až 0106) (obr. č. 10).

Oblast nacházející se nad boudou byla vybrána jako plocha neovlivněná prosakujícími odpadními vodami ze septiku (snímek **0105**), a to tak, aby nekřížovala příjezdovou cestu k objektu. Zároveň byla zvolena proto, že jedná o plochu sečenou 3 - 4krát ročně na velmi nízkou výšku, tudíž se zde vyskytují především druhy s přizemními růžicemi (*Alchemilla* spp., *Taraxacum* sect. *Ruderalia*) a druhy plazivé (*Trifolium repens*).

Jako plocha s vysoce pravděpodobným vlivem septiku byla zvolena oblast nacházející se těsně pod ním (snímek **0106**), sušší a na živiny chudší stanoviště, smilkový trávník s výskytem chráněných druhů (*Campanula bohemica*, *Gentiana asclepiadea* a *Hieracium aurantiacum*).

Další plocha s vysoce pravděpodobným vlivem septiku (snímek **0102**) byla vybrána ve směru prosakujících odpadních vod, ve vzdálenosti cca 5 metrů pod septikem. Jedná se o jednoróčně sečené, vlhčí, na živiny bohatší stanoviště lemované z pravé strany drobným vodním tokem. Nalevo od protékajícího potoka, avšak v nesečené oblasti, byla zvolena plocha **0101** jako referenční.

Nalevo od septiku, v sečené oblasti, byla zvolena vlhká louka s převahou *Anthoxanthum odoratum* a *Carex nigra* jako plocha s pravděpodobným vlivem septiku (snímek **0103**). V nesečeném území nalevo od snímku 0103 byla vybrána jako referenční plocha (snímek **0104**) rašelinná louka s dominantními druhy *Equisetum palustre* a *Eriophorum angustifolium*.



Obr. č. 10 Ortofotomapa se zákresem fytoocenologických snímků na Niklově vrchu

4.1.2 Rennerovy boudy

Na Rennerových boudách bylo taktéž vytvořeno 6 fytoocenologických snímků se zohledněním vlivu septiku (0201 až 0206) (obr. č. 11).

Oblast nad boudou byla stejně jako v případě Niklova vrchu vybrána jako plocha neovlivněná prosakujícími odpadními vodami ze septiku (snímek **0201**).

Jako plocha s vysoce pravděpodobným vlivem septiku byla zvolena oblast nacházející se těsně pod ním (snímek **0202**), nesečené a ruderalizované stanoviště s dominancí *Urtica dioica* a *Chaerophyllum hirsutum* a s výskytem invazní *Lupinus polyphyllus*.

Další plocha s vysoce pravděpodobným vlivem septiku (snímek **0204**) byla vybrána ve směru prosakujících odpadních vod, cca 5 metrů pod septikem, jako vlhčí stanoviště s převahou *Carex nigra* a *Juncus effusus*. Nalevo od této plochy byl zvolen snímek **0203** jako referenční, představitel smilkového trávníku s výskytem chráněných druhů (*Hieracium aurantiacum*, *Pedicularis sylvatica* a *Phleum alpinum*).

Napravo od septiku, v sečené oblasti, byla zvolena plocha s pravděpodobným vlivem septiku (snímek **0205**), vlhká louka taktéž s převahou *Carex nigra* a *Juncus effusus*. Jako referenční plocha (snímek **0206**) bylo zvoleno sušší a druhově chudší stanoviště s převahou trav (*Agrostis capillaris*, *Deschampsia cespitosa* a *Nardus stricta*).



Obr. č. 11 Ortofotomapa se zákresem fytoecenologických snímků na Rennerových boudách

4.2 Ellenbergovy indikační hodnoty

Z dat získaných z fytoecologických snímků byly pro každý snímek s využitím Ellenbergových indikačních hodnot (dále EIH) zjištěny následující stanovištní charakteristiky: vztah ke světlu (L), vlhkost (F), reakce prostředí (R), vztah k dusíku (N) a míra zasolení (S).

Každá z charakteristik je vyjádřena pomocí devítičlenné stupnice (pouze u vlhkosti je složena z 12 bodů), kdy číslo 1 představuje nejnižší indikační hodnotu a číslo 9 naopak nejvyšší. Jednotlivé stupnice pro každou z charakteristik jsou uvedeny v příloze 1.

Konkrétní EIH pro jednotlivé druhy byly získány ze dvou publikací: Hill et al. (1999) a Hill et al. (2004). Jejich přehled je uveden v příloze 2.

Výsledná hodnota jednotlivých stanovištních charakteristik byla pro každý snímek vypočtena váženým průměrem dle zastoupení jednotlivých druhů ve snímku. Pro účely výpočtu byla Braun-Blanquetova stupnice transformována na střední hodnoty pokryvnosti (tab. č. 4). Druhy, pro které nejsou dostupné EIH, nebyly do výpočtu zahrnuty.

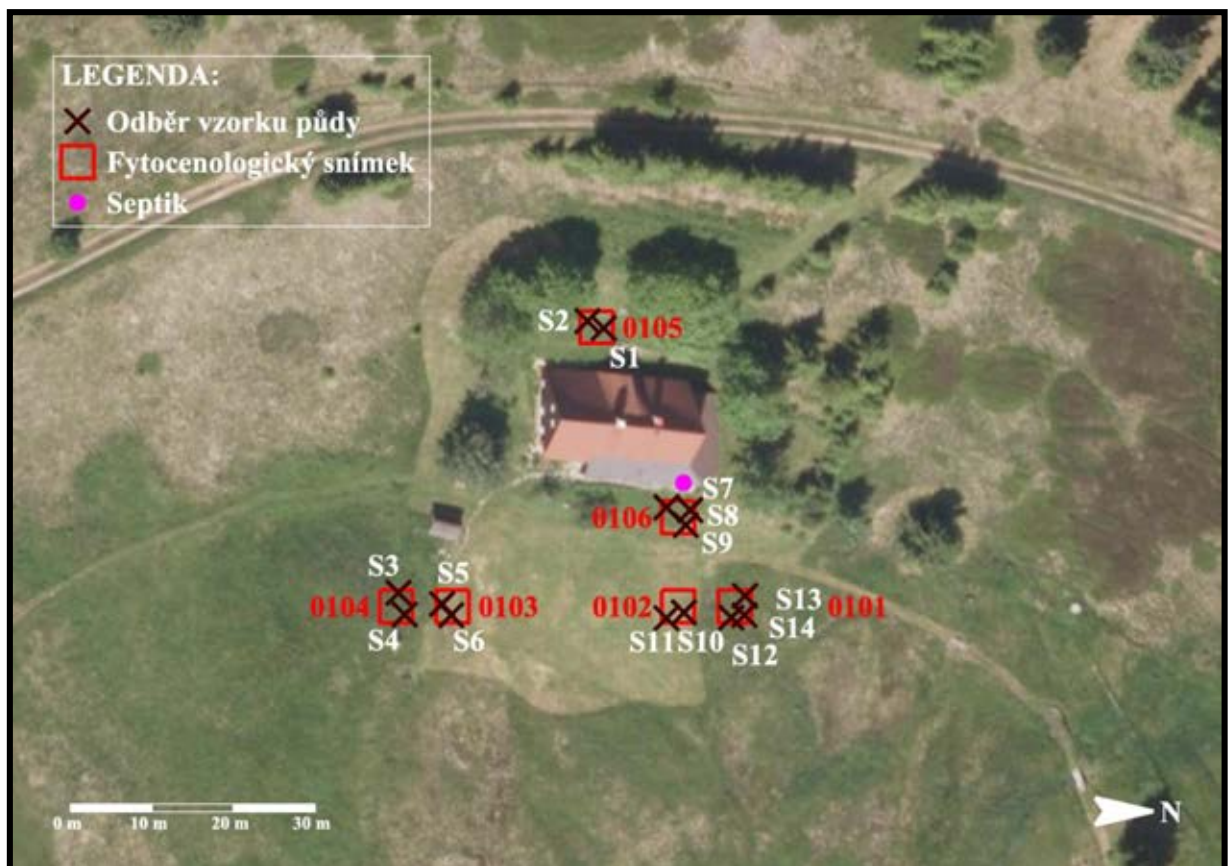
Tab. č. 4 Transformace Braun-Blanquetovy stupnice na střední hodnoty pokryvnosti

Braun-Blanquetova stupnice	Pokryvnost	Střední hodnoty pokryvnosti
r	1 – 2 jedinci	0,0001
+	do 2 %	1
1	2 – 5 %	3,5
2m	5 %	5
2a	5 – 15 %	10
2b	15 – 25 %	20
3	25 – 50 %	37,5
4	50 – 75 %	62,5
5	75 – 100 %	87,5

4.3 Půdní vzorky

Odběr porušených půdních vzorků pomocí pedologické sondy proběhl dne 25. 9. 2015, a to do hloubky 20 cm, s následným odstraněním drnové vrstvy. Celkem bylo odebráno 26 vzorků, 14 na Niklově vrchu (označeny jako **S1** až **S14**) a 12 na Rennerových boudách (**S15** – **S26**), vždy z oblasti totožné s fytoecologickým snímkem. Odběry byly lokalizovány pomocí GPS souřadnic a následně zakresleny do mapy (tab. č. 5, obr. č. 12 a 13).

Vzorky byly při převozu skladovány v papírových sáčcích a poté volně usušeny na vzduchu s využitím filtračního papíru. Po usušení byly připraveny pro požadované analýzy následovně: nejprve byly rozemlety v třecí misce za pomoci tlučku a následně prosety přes síto s oky o průměru 0,5 mm na jemnozem. Zároveň z nich byly odstraněny nežádoucí rostlinné zbytky a kamení.



Obr. č. 12 Ortofotomapa se zákresem půdních odběrů na Niklově vrchu



Obr. č. 13 Ortofotomapa se zákresem půdních odběrů na Rennerových boudách

Tab. č. 5 Odběry vzorků půdy na lokalitách

Označení snímku	Vliv septiku	Půdní vzorek
0101	SI	S12, S13, S14
0102	SI	S10, S11
0103	SII	S5, S6
0104	SII	S3, S4
0105	NS	S1, S2
0106	SI	S7, S8, S9
0201	NS	S15, S16, S17, S18
0202	SI	S19, S20, S21, S22
0203	SI	S23
0204	SI	S24
0205	SII	S25
0206	SII	S26

4.3.1 Stanovení přístupných živin dle Mehlicha III

Obsahy přístupných živin byly stanoveny dle metodiky Zbírала (2003).

Nejprve byl připraven extrakční roztok, který obsahoval 65% kyselinu dusičnou, fluorid amonný, dusičnan amonný, koncentrovanou kyselinu octovou a kyselinu ethylendiamino-tetraoctovou (EDTA).

Z každého vzorku bylo naváženo 5 g zeminy do PVC lahviček o objemu 250 ml. Tyto navážky byly přelity 50 ml extrakčního činidla. Poté byly extrahovány na třepačce po dobu 5 minut. Po extrakci byla vzniklá suspenze přefiltrována přes filtrační papír do PVC lahviček o objemu 100 ml a použita k vlastnímu stanovení přístupných živin (obr. č. 14).

Koncentrace přístupných živin [mg/l] byly stanoveny na atomovém spektrofotometru metodou ICP-OES (optická emisní spektrofotometrie s indukčně vázaným plazmatem).

K vyhodnocení výsledků byla použita stupnice dle Vyhlášky Ministerstva zemědělství (dále MZe) č. 275/1998 Sb., Příl. 5 (příloha 3 této práce), tj. hodnoty pro K, Mg a P.



Obr. č. 14 Filtrace suspenzí vzniklých třepáním 5 g zeminy s 50 ml extrakčního činidla (19.11.2015)

4.3.2 Stanovení celkových obsahů prvků mikrovlnným rozkladem

Celkové obsahy prvků byly stanoveny dle Zbírala (2003).

Pro rozklad vzorků za zvýšeného tlaku s mikrovlnným ohřevem bylo nejprve naváženo 0,5 g zeminy z každého vzorku do rozkladné teflonové nádoby. Poté byla navážka zalita mineralizačním činidlem, tj. směsí kyseliny dusičné a peroxidu vodíku, konkrétně 7 ml 65 % HNO_3 a 2 ml H_2O_2 .

Vzorky byly po několikaminutové reakci s mineralizačním činidlem vloženy do ochranného válcového krytu, poté uzavřeny teflonovým víčkem, překryty bezpečnostní diskovou pružinou a indikátorovým kroužkem. Celá sestava byla poté vložena do segmentu rotoru a tlakově uzavřena pomocí momentového klíče. Po uzavření byly segmenty vloženy do rotoru mineralizační jednotky (vždy po 10 kusech) a ponechány 35 minut mikrovlnnému rozkladu (obr. č. 15) v přístroji ETHOS 1.

Z důvodu vysoké teploty a tlaku uvnitř nádobek po skončení mikrovlnného rozkladu byly segmenty ponechány volnému vychladnutí a poté pomocí momentového klíče otevřeny. Po uvolnění všech částí sestavy byly následně převedeny do teflonových nádobek pro odpaření nadbytečného množství reakční směsi minerálních kyselin ve stejném přístroji. Po odpaření kyselin pomocí přístroje VAC-1000 po dobu 15 minut byly obsahy vzorků převedeny do zkumavek a doplněny demineralizovanou vodou na objem 25 ml.

Následně v nich byly stanoveny koncentrace přístupných živin [mg/l], a to pomocí spektrofotometru metodou ICP-OES (optická emisní spektrofotometrie s indukčně vázaným plazmatem).

K vyhodnocení obsahů rizikových prvků byla použita stupnice dle Vyhlášky MZe č. 13/1994 Sb., Příl. 1 (příloha 4 této práce).



Obr. č. 15 Segmenty vzorků v rotoru mineralizační jednotky ETHOS 1 (2.2.2016)

4.3.3 Stanovení CHNS

Celkové obsahy C, H, N ve vzorcích půd byly stanoveny na přístroji pro elementární analýzu Vario MACRO cube.

Vzorky půd byly nejprve naváženy do cínové folie a následně byly katalyticky spalovány při teplotě 1150 °C v proudu velmi čistého kyslíku. Nosným plynem bylo velmi čisté helium. Po tepelném rozkladu vzorku byla směs plynů obsahující C, H, N vlivem katalyzátoru převedena na CO₂, H₂O a N₂. Ostatní plyny byly odstraněny pomocí kondenzace a adsorpce na oxid fosforečný a stříbrnou vatu. Směs čistých analyzovaných plynů byla od sebe oddělena

specifickou adsorpcí-desorpcí na kolonách a následně byl stanoven jejich obsah na tepelně vodivostním detektoru (TCD).

4.3.4 Stanovení výměnné půdní reakce (pH/KCl)

Stanovení výměnné půdní reakce (pH/KCl) bylo provedeno dle Zbírala (2001).

Nejprve byly do PVC lahvíček o objemu 100 ml naváženy 2 g zeminy z každého vzorku a zality 5 ml 0,2M KCl tak, aby byl zachován poměr 1 : 2,5. Po zamíchání tyčinkou byly vzniklé půdní suspenze extrahovány na mechanické třepačce po dobu 60 minut při 160 ot/min. Po odstátí suspenzí po dobu jedné hodiny bylo ve vzorcích změřeno pH pomocí skleněné iontově selektivní elektrody pH-metru.

K vyhodnocení výsledků byla použita stupnice dle Vyhlášky MZe č. 275/1998 Sb., Příl. 5 (příloha 3 této práce).

4.3.5 Stanovení rozpustných solí na základě elektrické vodivosti

Obsahy rozpustných solí na základě elektrické vodivosti byly stanoveny dle metodiky Zbírala (2003).

Nejprve bylo do PVC lahvíček o objemu 100 ml naváženo 5 g zeminy z každého vzorku a zalito 50 ml destilované vody tak, aby byl zachován poměr 1 : 10. Po zamíchání tyčinkou byly vzniklé půdní suspenze extrahovány na mechanické třepačce po dobu 60 minut. Po odstátí suspenzí v nich byla změřena elektrická vodivost ($\mu\text{S}/\text{cm}$) pomocí skleněné elektrody konduktometru.

K vyhodnocení výsledků byla použita stupnice dle Vyhlášky MZe č. 275/1998 Sb., Příl. 5 (příloha 3 této práce).

4.4 Zpracování dat

4.4.1 Zpracování terénních dat, základní výpočty

MS Excel 2007

Zpracování dat a jejich transformace

MS Word 2007

Textová část

4.4.3 Grafické zpracování

ArcGIS Viewer 10.21	Mapové podklady (ortofotomapa KRNAP z roku 2012)
Česká geologická služba	Geologická mapa zájmového území
Google Earth	Mapové výstupy (nadmořská výška, sklon, expozice)
MicroStation V8i	Mapové výstupy (nakládání s odpady, zákresy fytoocenologických snímků a odběrů vzorků půdy)
Národní geoportál INSPIRE	Topografická, pedologická a fyto geografická mapa zájmového území

4.4.4 Statistické zpracování

Pro statistické zpracování dat byly využity následující programy:

CANOCO 5.02	Korespondenční analýza (CA), redundanční analýza (RDA)
PAST 3.11	Euklidovské vzdálenosti, Jaccardův index podobnosti, index dominance, Shannon-Wienerův index diverzity
STATISTICA 12	Analýza rozptylu (ANOVA)

Fytoocenologické snímky byly pro potřeby statistického zpracování v programech Canoco, PAST a STATISTICA označeny následovně (tab. č. 6).

Tab. č. 6 Označení fytoocenologických snímků a jejich vztah k septiku

Označení snímku	Vliv septiku	Canoco/STATISTICA	PAST
0101	SI	1	0101
0102	SI	2	0102
0103	SII	3	0103
0104	SII	4	0104
0105	NS	5	0105
0106	SI	6	0106
0201	NS	7	0201
0202	SI	8	0202
0203	SI	9	0203
0204	SI	10	0204
0205	SII	11	0205
0206	SII	12	0206

Hodnoty abundance jednotlivých druhů dle Braun-Blanquetovy stupnice pokryvnosti byly pro statistické analýzy transformovány na střední hodnoty procent a na hodnoty ordinální dle Herbena et Münzbergerové (2003) (tab. č. 7).

Tab. č. 7 Transformace hodnot Braun-Blanquetovy stupnice pokryvnosti na střední hodnoty procent a ordinální hodnoty (upraveno dle Herben et Münzbergová, 2003)

Braun-Blanquetova stupnice	Pokryvnost	Střední hodnoty pokryvnosti ¹	Ordinální hodnoty ²
r	1 – 2 jedinci	0,0001	1
+	do 2 %	1	2
1	2 – 5 %	3,5	3
2m	5 %	5	4
2a	5 – 15 %	10	5
2b	15 – 25 %	20	6
3	25 – 50 %	37,5	7
4	50 – 75 %	62,5	8
5	75 – 100 %	87,5	9

¹ Transformace pro program PAST

² Tzv. van der Maarelůva transformace, využito v programu CANOCO

V programu PAST byly zjištěny **Euklidovské vzdálenosti (ED)** udávající umístění snímků v mnohorozměrném prostoru. Pro přehlednost byly vzdálenosti mezi snímky znázorněny shlukovou analýzou pomocí kladogramu. Minimální hodnota vzdálenosti je 0 a značí identické snímky, tj. snímky ve stejné lokaci. Horní mez není stanovena. Hodnota vzdálenosti se zvyšuje s rostoucí nepodobností mezi snímky (Walker et al., 1999).

$$ED = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{ij} - x_{ik})^2}$$

x_{ij} ... kvantitativní zastoupení druhu i ve snímku j

x_{ik} ... kvantitativní zastoupení druhu i ve snímku k

n ... počet druhů v obou snímcích

Dále byl spočítán **Jaccardův index podobnosti (J)** pro každý snímek a podobnost mezi snímky byla znázorněna pomocí kladogramu. Index nabývá hodnot od 0 (snímky nesdílejí žádný druh) do 1 (snímky jsou identické) (Real et Vargas, 1996).

$$J = \frac{c}{(a + b) - c}$$

a ... počet druhů přítomných ve snímku a

b ... počet druhů přítomných ve snímku b

c ... počet druhů přítomných v obou snímcích

V tomto programu byly také zjištěny diverzitní charakteristiky snímků prostřednictvím následujících indexů:

1) Index dominance (D): jedná se o index hodnotící významnost druhu. Hodnoty tohoto indexu se pohybují od 0 (všechny druhy jsou shodně zastoupeny) do 1 (jeden druh ve společenstvu zcela dominuje) (Peet, 1974).

$$D = \sum_{i=1}^s \left(\frac{n_i}{n}\right)^2$$

n_i ... počet jedinců i-tého druhu

n ... celkový počet jedinců

s ... počet druhů

2) Shannon-Wienerův index diverzity (H): udává vyrovnanost (ekvitabilitu) společenstva. Pro tento index platí, že se stoupající hodnotou roste druhová diverzita společenstva (Jeppesen et al., 2000).

$$H = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{n} \ln \frac{n_i}{n}$$

n_i ... počet jedinců i-tého druhu

n ... celkový počet jedinců

s ... počet druhů

5 Výsledky

5.1 Fytocenologické snímkování

Celkem bylo determinováno 66 taxonů ve 12 fytocenologických snímcích (6 snímků na Niklově vrchu a taktéž 6 na Rennerových boudách).

Druhy rodu *Senecio* se nepodařilo blíže určit vzhledem k jejich častému mezidruhovému křížení, v textu jsou proto označeny jako *Senecio* spp.

5.1.1 Chráněné a ohrožené druhy

Celkem bylo determinováno 6 chráněných a ohrožených druhů dle uvedených seznamů (kapitola 4.1).

Nejvíce chráněných a ohrožených druhů se vyskytovalo ve snímku 0203 (druhově bohatý smilkový trávník s alpínskými druhy), kde byl zastoupen i druh nejvíce ohrožený, tj. všivec lesní (*Pedicularis sylvatica*).

Chráněné a ohrožené druhy vyskytující se ve snímcích udává tab. č. 8.

Tab. č. 8 Chráněné a ohrožené druhy zájmového území

Rostlinný druh	Fytec. snímek	Vliv septiku	Abundance (dle tab. č. 4)	RL CZE ¹	ČČS Krkonoš ²	Vyhláška č. 359/1994 ³
<i>Dactylorhiza majalis</i> subsp. <i>majalis</i>	0205	SII	r	C3	C4a	§3
<i>Gentiana asclepiadea</i>	0106	SI	+	C4a	C4a	§3
<i>Hieracium aurantiacum</i>	0106	SI	+	C3	C4a	-
	0203	SI	+			
<i>Hieracium iseranum</i>	0105	NS	r	-	C3	-
	0203	SI	r			
<i>Pedicularis sylvatica</i>	0203	SI	+	C3	C2	§2
<i>Phleum alpinum</i>	0201	NS	r	C4a	C4a	-
	0203	SI	+			

¹ Red List of vascular plants of the Czech Republic: 3rd edition (Grulich, 2012)

² Černý a červený seznam cévnatých rostlin Krkonoš (Štursa et al., 2009)

³ Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 359/1992 Sb. ze dne 11. června 1992

5.1.2 Invazní druhy

Na Rennerových boudách byl determinován 1 invazní druh *Lupinus polyphyllus*, vyskytující se ve snímku 0202 (silně ruderalizovaná plocha s převahou *Urtica dioica* v těsné blízkosti septiku) (tab. č. 9; příloha 10).

Tab. č. 9 Invazní druhy zájmového území

Rostlinný druh	Fytop. snímek	Vliv septiku	Abundance (dle tab. č. 4)	BGL CZE ¹
<i>Lupinus polyphyllus</i>	0202	SI	r	BL2

¹Black, Grey and Watch Lists of alien species in the Czech Republic based on environmental impacts and management strategy (Pergl et al., 2016)

5.2 Ellenbergovy indikační hodnoty

Ellenbergovy indikační hodnoty fytoecologických snímků byly kalkulovány jako vážený průměr (tab. č. 10).

Hodnoty vztahu jednotlivých snímků ke světlu se nachází v rozsahu 5,895 – 6,983, což představuje lokality minimálně zastíněné (podle stupnice stanovištních charakteristik dle Ellenberga, příloha 1). Interval hodnot pro vlhkost je 4,577 – 6,576, jedná se tedy o stanoviště s čerstvými až vlhkými půdami, které nevysychají. Reakce prostředí se pohybuje v hodnotách 4,229 – 5,405, což odpovídá kyselým až slabě kyselým půdám. Rozsah hodnot pro zásobenost dusíkem činí 2,715 – 6,717, tj. jde o půdy chudé na minerální dusík (snímek 0104) až středně bohaté a bohaté na minerální dusík (především snímek 0202). Míra zasolení snímků je velice nízká, pohybuje se v intervalu 0,000 – 0,881, což značí druhy indikující nezasolené prostředí.

Nejvyšších hodnot pro vlhkost nabývá snímek 0104 (trvale zamokřená rašelinná louka s dominancí *Equisetum palustre* a *Eriophorum angustifolium*, obr. č. 26), naopak dosahuje nejnižších hodnot z hlediska půdní reakce (pH) a celkového obsahu dusíku. Plocha 0106 se vyznačuje nejnižší indikační hodnotou pro světlo a vlhkost (oligotrofní, sušší smilkový trávník nad boudou, neovlivněný prosakujícími odpadními vodami, zastíněný boudou). U plochy 0202 (silně ruderalizovaná louka s převahou *Urtica dioica* těsně pod septikem) byla zjištěna nejvyšší hodnota celkového obsahu dusíku. Tento snímek taktéž vykazuje nulovou

salinitu. Naopak nejvyšší koncentraci solí v půdě lze nalézt u snímku 0205, který má zároveň nejvyšší hodnotu pro světlo.

Tab. č. 10 Průměrné Ellenbergovy indikační hodnoty fytoecologických snímků

	minimální hodnota
	maximální hodnota

Označení snímku	Vliv septiku	L (světlo)	F (vlhkost)	R (reakce)	N (dusík)	S (salinita)
0101	SI	6,433	5,238	5,219	4,299	0,545
0102	SI	6,007	5,426	4,358	3,415	0,192
0103	SII	6,613	5,868	4,586	3,496	0,246
0104	SII	6,229	6,576	4,229	2,715	0,040
0105	NS	6,369	4,833	5,405	4,255	0,290
0106	SI	5,895	4,577	4,721	3,733	0,455
0201	NS	5,931	4,743	4,358	4,358	0,358
0202	SI	6,192	6,121	4,997	6,717	0,000
0203	SI	6,673	5,547	4,471	3,417	0,349
0204	SI	6,784	5,650	4,778	4,191	0,444
0205	SII	6,983	5,514	5,126	4,297	0,881
0206	SII	6,543	5,353	4,260	3,463	0,607



Obr. č. 16 Společenstvo *Rumicetum alpini* pod septikem na Rennerových boudách (5.7.2015)

5.3 Analýzy fytoocenologických dat

5.3.1 Diverzitní charakteristiky

Diverzitní charakteristiky fytoocenologických snímků udává tab. č. 11.

Největší počet druhů se vyskytoval shodně ve snímcích 0101 a 0203 (31 taxonů).

Snímek 0102 se vyznačuje nejnižší hodnotou indexu dominance a naopak nejvyšší hodnotou Shannonova-Wienerova indexu diverzity (druhově bohatá plocha bez výrazné dominanty), je zde tedy patrná negativní korelace mezi indexy.

Nejnižší počet druhů se vyskytoval ve snímku 0202 (silně ruderalizovaná plocha v blízkosti septiku s výraznou dominancí *Urtica dioica*), čemuž odpovídá i nejvyšší index dominance ze všech snímků a naopak nejnižší hodnoty Shannonova indexu diverzity.

Tab. č. 11 Diverzitní charakteristiky fytoocenologických snímků

	minimální hodnota
	maximální hodnota

Označení snímku	Vliv septiku	Počet druhů	Index dominance ¹	Shannon ¹
0101	SI	31	0,086	2,777
0102	SI	27	0,067	2,884
0103	SII	23	0,081	2,707
0104	SII	15	0,202	1,955
0105	NS	24	0,118	2,433
0106	SI	28	0,072	2,876
0201	NS	28	0,133	2,513
0202	SI	12	0,221	1,754
0203	SI	31	0,118	2,634
0204	SI	22	0,100	2,645
0205	SII	23	0,130	2,374
0206	SII	22	0,157	2,214

¹Výpočty dle vzorců z kapitoly 4.5.3

5.3.2 Euklidovské vzdálenosti

Hodnoty Euklidovských vzdáleností mezi fytoecologickými snímky znázorňuje matice vzdáleností (tab. č. 12). Jedná se o symetrickou matici, tj. podobnost mezi snímkem 0101 a 0102 se rovná podobnosti mezi snímkem 0102 a 0101.

Hodnoty Euklidovských vzdáleností mezi jednotlivými snímky se nacházejí v rozsahu 32,16 – 109,92.

Snímky 0102 a 0103 se vyznačují nejvyšší stanovištní homogenitou, jsou tedy od sebe nejméně vzdáleny. V obou případech se jedná o vlhká, jednorokně sečená stanoviště na Niklově vrchu pod septikem, čemuž odpovídá i velmi podobné druhové složení.

Naopak nejvíce vzdáleny jsou od sebe snímky 0104 (trvale podmáčená rašelinná louka na Niklově vrchu – asociace *Caricetum nigrae*) a 0202 (nitrofilní společenstvo těsně pod septikem na Rennerových boudách – asociace *Rumicetum alpini*), tj. plochy s velice rozdílným druhovým složením.

Vzdálenosti mezi snímky jsou dobře patrné v následujícím kladogramu (obr. č. 17), kde jsou nejvíce vzdálené snímky (0104 a 0202) vyznačeny červenou barvou a naopak ty nejméně vzdálené barvou zelenou (0102 a 0103).

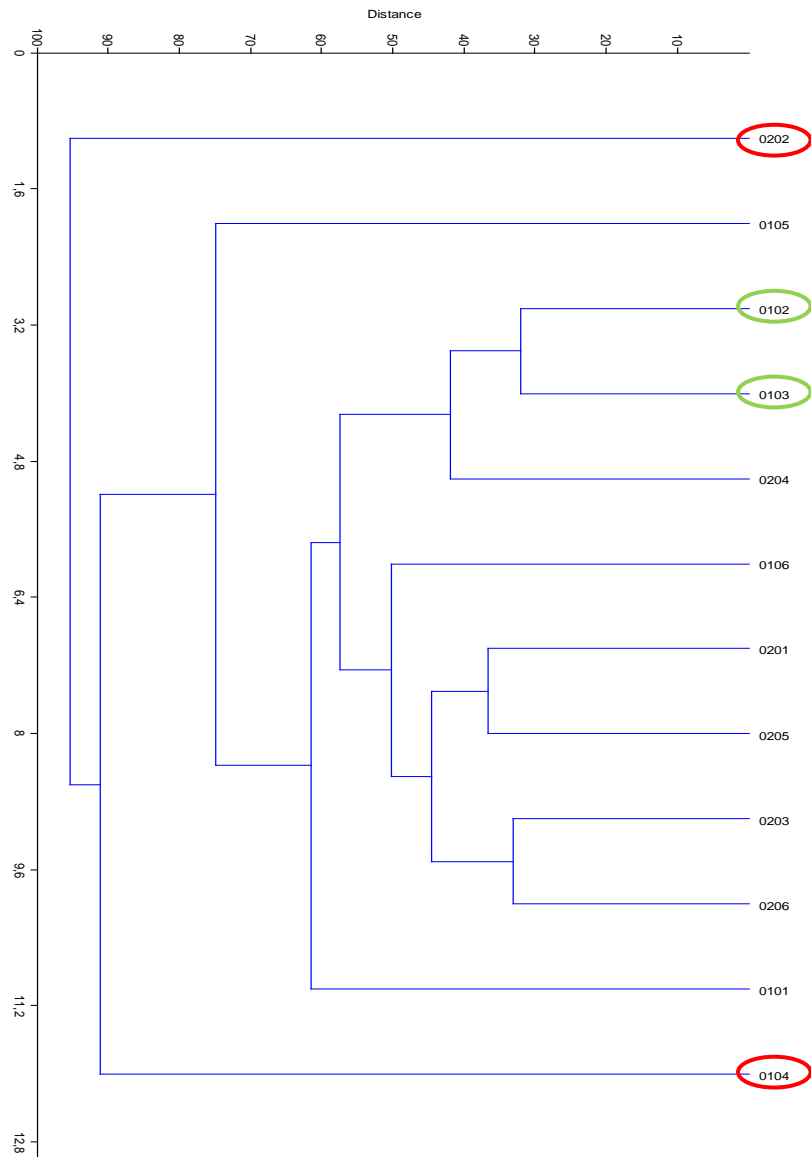
Z kladogramu je taktéž dobře viditelné, že snímek 0202 (nitrofilní společenstvo pod septikem na Rennerových boudách s převahou *Urtica dioica*) je velmi vzdálen od všech zbylých snímků, tj. se vysoce odlišuje druhovým složením.

Tab. č. 12 Matice Euklidovských vzdáleností mezi fytoecologickými snímky

	minimální hodnota
	maximální hodnota

	0101	0102	0103	0104	0105	0106	0201	0202	0203	0204	0205	0206
0101	0.00	49.21	63.85	96.60	75.50	57.29	63.57	99.50	61.38	67.53	55.98	73.60
0102	49.21	0.00	32.16	78.36	73.58	64.68	57.94	94.17	57.02	49.59	55.02	68.25
0103	63.85	32.16	0.00	75.83	72.03	63.32	55.02	89.69	54.35	34.30	47.09	64.82
0104	96.60	78.36	75.83	0.00	105.73	100.05	90.01	109.92	89.98	87.37	91.22	96.86
0105	75.50	73.58	72.03	105.73	0.00	62.42	76.25	99.44	72.36	75.42	78.47	87.86
0106	57.29	64.68	63.32	100.05	62.42	0.00	46.76	95.15	48.73	64.49	46.67	59.14
0201	63.57	57.94	55.02	90.01	76.25	46.76	0.00	90.42	44.82	54.65	36.75	37.03
0202	99.50	94.17	89.69	109.92	99.44	95.15	90.42	0.00	89.64	90.45	91.70	99.21
0203	61.38	57.02	54.35	89.98	72.36	48.73	44.82	89.64	0.00	55.14	47.58	33.12

	0101	0102	0103	0104	0105	0106	0201	0202	0203	0204	0205	0206
0204	67.53	49.59	34.30	87.37	75.42	64.49	54.65	90.45	55.14	0.00	39.92	61.94
0205	55.98	55.02	47.09	91.22	78.47	46.67	36.75	91.70	47.58	39.92	0.00	49.37
0206	73.60	68.25	64.82	96.86	87.86	59.14	37.03	99.21	33.12	61.94	49.37	0.00



Obr. č. 17 Kladogram Euklidovských vzdáleností mezi fytoecenologickými snímky

5.3.4 Jaccardův index podobnosti

Hodnoty Jaccardova indexu podobnosti mezi snímky udává následující matice podobností (tab. č. 13). Jedná se rovněž o matici symetrickou, stejně jako v případě tab. č. 12.

Jaccardův index podobnosti mezi snímky se pohybuje v intervalu od 0,10 do 0,88.

Hodnota Jaccardova indexu podobnosti je nejvyšší mezi snímky 0204 a 0205, jedná se tedy o plochy nejvíce identické. Opět představují vlhká, jednorokně sečená společenstva 5 metrů pod septikem, tentokrát však na Rennerových boudách.

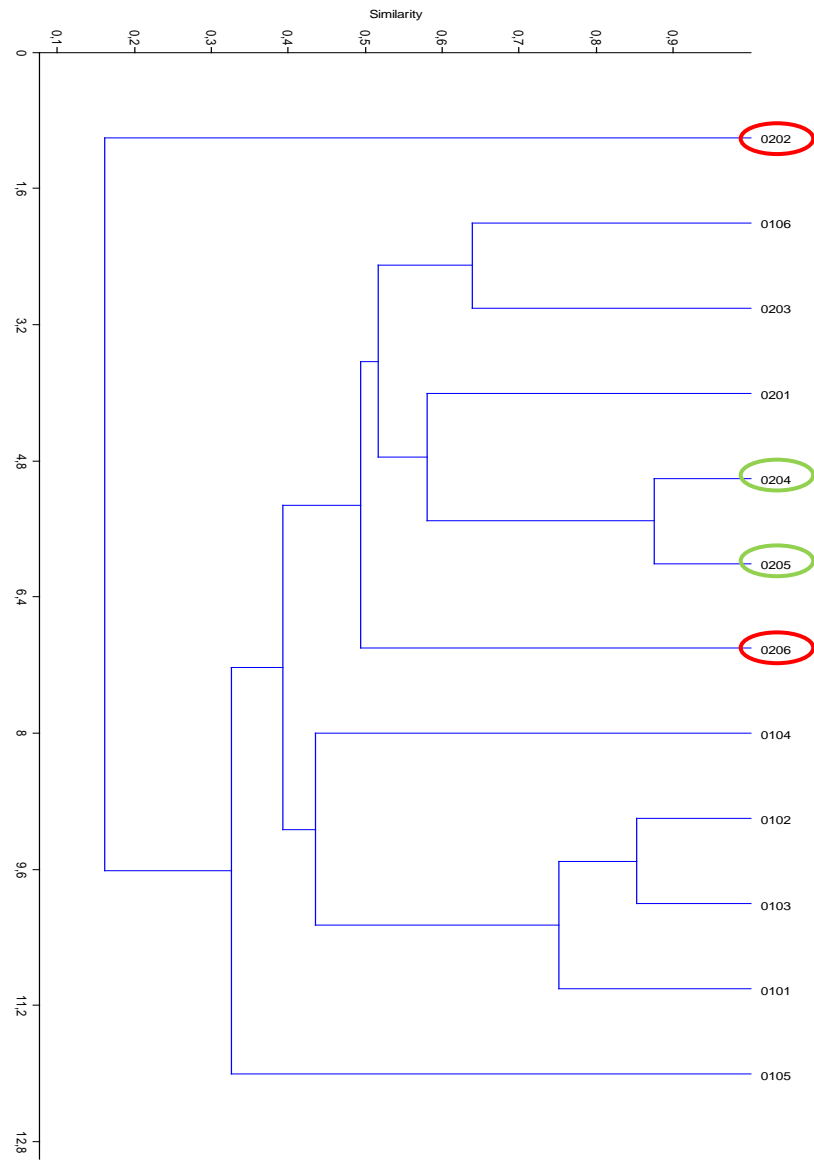
Nejméně podobné jsou si naopak snímky 0202 (již zmiňované nitrofilní společenstvo v blízkosti septiku) a 0206 (oligotrofní, na živiny chudý smilkový trávník s dominancí trav).

Následující kladogram lépe znázorňuje podobnosti mezi snímky, nejvíce podobné snímky (0204 a 0205) jsou vyznačeny zelenou barvou a naopak ty nejméně podobné barvou červenou (0202 a 0206) (obr. č. 18).

Tab. č. 13 Matice podobností mezi fytoecologickými snímky dle Jaccardova indexu

	minimální hodnota
	maximální hodnota

	0101	0102	0103	0104	0105	0106	0201	0202	0203	0204	0205	0206
0101	1	0.81	0.69	0.39	0.28	0.44	0.40	0.19	0.38	0.51	0.50	0.36
0102	0.81	1	0.85	0.45	0.28	0.41	0.41	0.18	0.38	0.53	0.52	0.40
0103	0.69	0.85	1	0.46	0.24	0.38	0.38	0.21	0.35	0.55	0.53	0.36
0104	0.39	0.45	0.46	1	0.15	0.23	0.26	0.17	0.21	0.32	0.31	0.28
0105	0.28	0.28	0.24	0.15	1	0.49	0.41	0.13	0.38	0.35	0.34	0.35
0106	0.44	0.41	0.38	0.23	0.49	1	0.51	0.21	0.64	0.47	0.46	0.52
0201	0.40	0.41	0.38	0.26	0.41	0.51	1	0.18	0.59	0.61	0.55	0.47
0202	0.19	0.18	0.21	0.17	0.13	0.21	0.18	1	0.13	0.13	0.13	0.10
0203	0.38	0.38	0.35	0.21	0.38	0.64	0.59	0.13	1	0.56	0.50	0.51
0204	0.51	0.53	0.55	0.32	0.35	0.47	0.61	0.13	0.56	1	0.88	0.47
0205	0.50	0.52	0.53	0.31	0.34	0.46	0.55	0.13	0.50	0.88	1	0.50
0206	0.36	0.40	0.36	0.28	0.35	0.52	0.47	0.10	0.51	0.47	0.50	1



Obr. č. 18 Kladogram Jaccardova indexu podobnosti mezi fytocenologickými snímky

5.3.5 Korelace druhového složení s fytoocenologickými snímky

Korelace druhového složení byla provedena v programu Canoco 4.5. Jelikož byla nepřímou gradientovou analýzou DCA zjištěna délka intervalu větší než 4, byla za předpokladu, že se jedná o unimodální typ odezvy, pro další analýzy vybrána korespondenční analýza CA (Lepš et Šmilauer, 2003).

Kumulativní variabilitu na jednotlivých osách zjištěnou touto metodou udává tab. č. 14.

Tab. č. 14 Vysvětlená kumulativní variabilita na prvních čtyřech osách (analýza CA)

Osa	I.	II.	III.	IV.
Kumulativní variabilita (%)	26,70	49,45	60,87	70,93

Na prvních čtyřech osách bylo vysvětleno celkem 70,93 % variability.

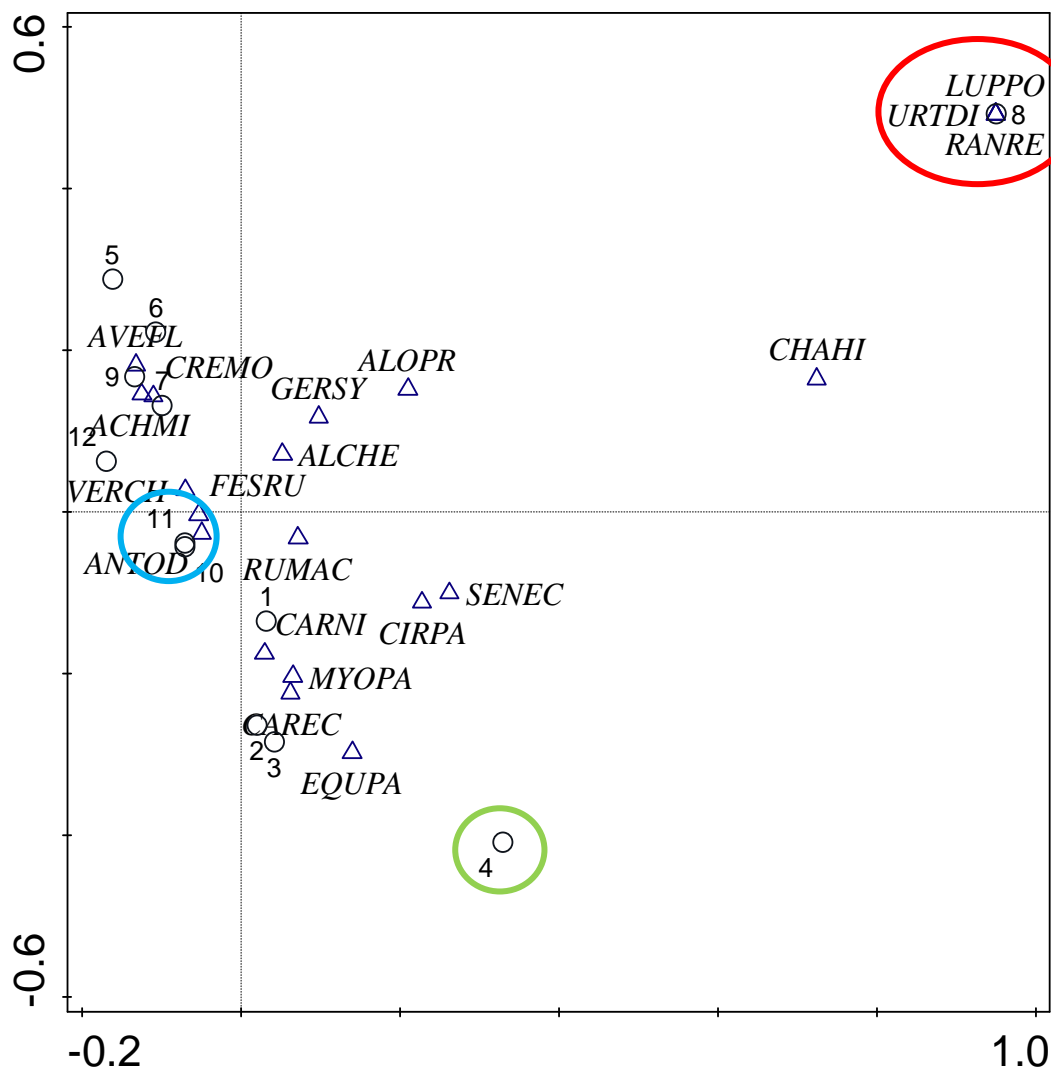
Odpověď jednotlivých taxonů na prostředí je znázorněna pomocí korespondenční analýzy CA, kde čísla 1 až 12 představují fytoocenologické snímky (obr. č. 19).

Z obrázku je patrné, že se nejvíce odlišuje snímek č. 8 v pravém horním rohu se signifikantními druhy *Lupinus polyphyllus*, *Ranunculus repens* a *Urtica dioica* (označeno červeně), které inklinují k této silně ruderalizované ploše v blízkosti septiku (asociace *Rumicetum alpini*). Zároveň se v pravé horní části obrázku nacházejí další druhy s nitrofilní tendencí, tj. *Chaerophyllum hirsutum*, *Alopecurus pratensis*, *Geranium sylvaticum* a *Alchemilla vulgaris*.

Do pravého dolního rohu směřují druhy vyskytující se na vlhkých stanovištích (*Equisetum palustre*, *Carex echinata*, *Myosotis palustris* a *Carex nigra*). Tomu odpovídá i umístění snímku č. 4 (trvale podmáčená rašelinná louka asociace *Caricetum nigrae*, v obrázku zeleně) a dále snímky 1, 2 a 3 (vlhké louky svazu *Calthion palustris*).

V levé horní části grafu se nacházejí druhy horských knotovkových luk a smilkových trávníků tj. *Avenella flexuosa*, *Crepis mollis*, *Achillea millefolium* a *Veronica chamaedrys* s odpovídajícími snímky č. 5, 6, 7, 9 a 12.

Festuca rubra spolu s *Anthoxanthum odoratum* a snímky 10 a 11 tvoří předěl mezi oligotrofními smilkovými trávníky a mezotrofními loukami svazu *Calthion* (v obrázku modře).



Obr. č. 19 Korespondenční analýza (CA) fytoocenologických snímků

Vysvětlivky zkratk:

1 až 12 Fytoocenologické snímky

ACHMI	<i>Achillea millefolium</i>	FESRU	<i>Festuca rubra</i>
ALCHE	<i>Alchemilla vulgaris</i>	GERSY	<i>Geranium sylvaticum</i>
ALOPR	<i>Alopecurus pratensis</i>	CHAHY	<i>Chaerophyllum hirsutum</i>
ANTOD	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	LUPPO	<i>Lupinus polyphyllus</i>
AVEFL	<i>Avenella flexuosa</i>	MYOPA	<i>Myosotis palustris</i>
CARNI	<i>Carex nigra</i>	RUMAC	<i>Rumex acetosa</i>
CIRPA	<i>Cirsium palustre</i>	SENEC	<i>Senecio</i> spp.

Vysvětlivky zkratk:

CREMO *Crepis mollis*

URTDI *Urtica dioica*

EQUPA *Equisetum palustre*

VERCH *Veronica chamaedrys*

5.3.6 Vliv gradientů prostředí na výskyt druhů

Analýza vlivu gradientů prostředí na výskyt druhů byla provedena pomocí programu Canoco 5.02. Nepřímou gradientovou analýzou DCA byla zjištěna délka intervalu nižší než 4. Proto byla za předpokladu, že se jedná o lineární typ odezvy, vybrána redundanční analýza (RDA) (Lepš et Šmilauer, 2003).

Jako vysvětlující proměnné (environmental variables) k přítomným druhům byly zvoleny Ellenbergovy indikační hodnoty (dále EIH) pro světlo (L), vlhkost (F), půdní reakci (R), dusík (N) a zasolení (S).

EIH byly v následujícím případě (obr. č. 20) použity jako nezávislé proměnné a přítomné druhy jako závislé proměnné. Byla stanovena hypotéza ($\alpha = 0,01$), že výskyt druhů je významně ovlivněn gradienty prostředí.

Výsledky analýzy udává následující tab. č. 15.

Tab. č. 15 Výsledky RDA analýzy

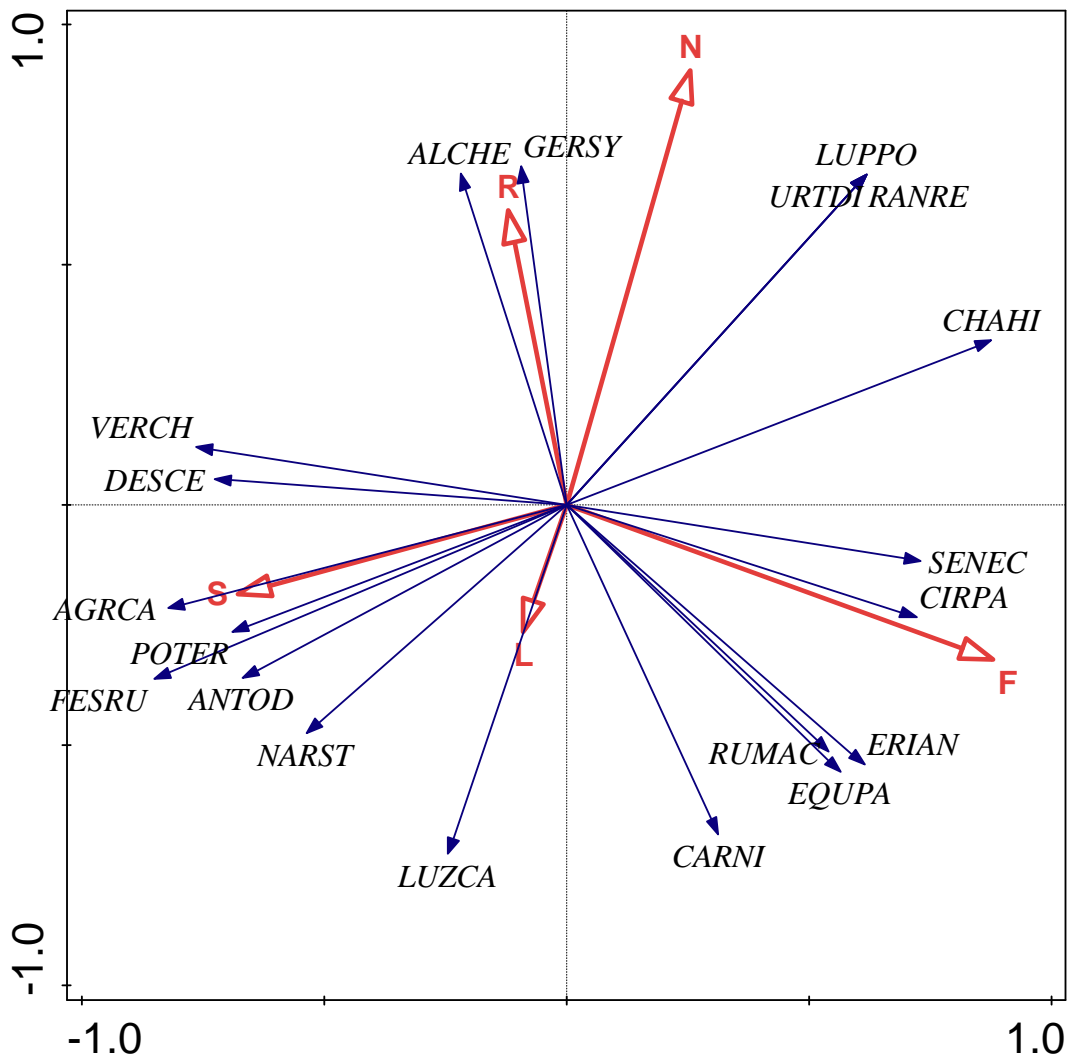
Vysvětlená variabilita	F-ratio	p hodnota
64,0 %	2,1	0,002

Tvrzení, že výskyt druhů je významně ovlivněn gradienty prostředí, vyšlo průkazně na 1 % hladině významnosti.

Z grafu je patrné, že druhy jako *Urtica dioica*, *Lupinus polyphyllus* a *Ranunculus repens* se vyskytují na stanovištích bohatých na minerální dusík. *Chaerophyllum hirsutum* preferuje jak půdy vlhké, tak ty bohaté na minerální dusík.

Dále také to, že druhy *Senecio* spp. a *Cirsium palustre* a též *Eriophorum angustifolium*, *Rumex acetosa* a *Equisetum palustre* vyhledávají vlhké půdy.

Alchemilla vulgaris a *Geranium sylvaticum* preferují půdy s kyselou půdní reakcí.



Obr. č. 20 Vliv gradientů prostředí na výskyt druhů (RDA analýza)

Vysvětlivky zkratk:

L - EIH pro světlo, F – EIH pro vlhkost, R – EIH pro půdní reakci, N – EIH pro dusík, S – EIH pro salinitu

AGRCA	<i>Agrostis capillaris</i>	CHAHI	<i>Chaerophyllum hirsutum</i>
ALCHE	<i>Alchemilla vulgaris</i>	LUPPO	<i>Lupinus polyphyllus</i>
ANTOD	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	LUZCA	<i>Luzula campestris</i>
CARNI	<i>Carex nigra</i>	NARST	<i>Nardus stricta</i>
CIRPA	<i>Cirsium palustre</i>	POTER	<i>Potentilla erecta</i>
DESCE	<i>Deschampsia cespitosa</i>	RANRE	<i>Ranunculus repens</i>
EQUPA	<i>Equisetum palustre</i>	RUMAC	<i>Rumex acetosa</i>

Vysvětlivky zkratk:

ERIAN	<i>Eriophorum angustifolium</i>	SENEC	<i>Senecio</i> spp.
FESRU	<i>Festuca rubra</i>	URTDI	<i>Urtica dioica</i>
GERSY	<i>Geranium sylvaticum</i>	VERCH	<i>Veronica chamaedrys</i>

5.3.7 Vliv prosakujících odpadních vod ze septiku na výskyt druhů

Analýza vlivu prosakujících odpadních vod ze septiku na výskyt druhů se zohledněním stanovišť byla provedena taktéž v programu Canoco 4.5. Nepřímou gradientovou analýzou DCA byla zjištěna délka intervalu nižší než 4. Proto byla za předpokladu, že se jedná o lineární typ odezvy, vybrána redundanční analýza (RDA) (Lepš et Šmilauer, 2003).

Vliv stanoviště byl zohledněn pomocí doprovodných proměnných (kovariát), kde A představuje fytoecologické snímky 1 až 6 na Niklově vrchu a B snímky 7 až 12 na Rennerových boudách.

V tomto případě byla stanovena hypotéza ($\alpha = 0,01$), že prosakující odpadní vody ze septiku mají vliv na výskyt druhů (obr. č. 21).

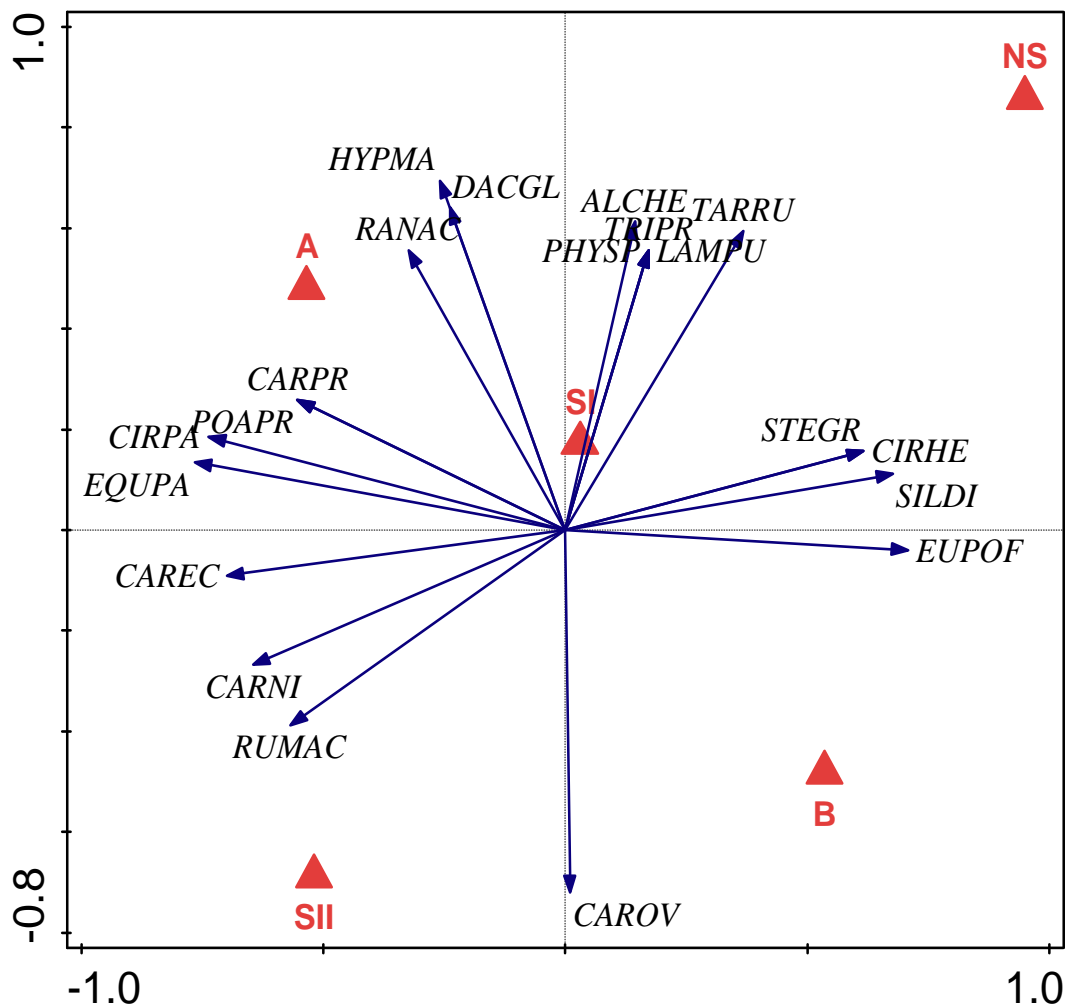
Výsledky analýzy udává následující tab. č. 16.

Tab. č. 16 Výsledky RDA analýzy

Vysvětlená variabilita	F-ratio	p hodnota
32,7 %	1,3	0,138

Závislost výskytu rostlinných druhů na přítomnosti prosakujících odpadních vod ze septiku nedosáhla průkaznosti na 1 % hladině významnosti.

Z obrázku je patrné, že výskyt druhů *Taraxacum* sect. *Ruderalia*, *Lamium purpureum*, *Trifolium pratense* a *Phyteuma spicatum* je podmíněn nulovým vlivem septiku.



Obr. č. 21 Vliv septiku na výskyt druhů se zohledněním stanovišť (RDA analýza)

Vysvětlivky zkratk:

NS – nulový vliv septiku, SI – vysoce pravděpodobný vliv septiku, SII – pravděpodobný vliv septiku

A – fytoecologické snímky č. 1 – 6 na Niklově vrchu

B – fytoecologické snímky č. 7 – 12 na Rennerových boudách

ALCHE	<i>Alchemilla vulgaris</i>	HYPMA	<i>Hypericum maculatum</i>
CAREC	<i>Carex echinata</i>	LAMPU	<i>Lamium purpureum</i>
CARNI	<i>Carex nigra</i>	PHYSP	<i>Phyteuma spicatum</i>
CAROV	<i>Carex ovalis</i>	POAPR	<i>Poa pratensis</i>

Vysvětlivky zkratk:

CARPR	<i>Cardamine pratensis</i>	RANAC	<i>Ranunculus acris</i>
CIRHE	<i>Cirsium heterophyllum</i>	RUMAC	<i>Rumex acetosa</i>
CIRPA	<i>Cirsium palustre</i>	SILDI	<i>Silene dioica</i>
DACGL	<i>Dactylis glomerata</i>	STEGR	<i>Stellaria graminea</i>
EQUPA	<i>Equisetum palustre</i>	TARRU	<i>Taraxacum sect. Ruderalia</i>
EUPOF	<i>Euphrasia officinalis</i>	TRIPR	<i>Trifolium pratense</i>

5.3.8 Vliv prosakujících odpadních vod ze septiku na gradienty prostředí

Analýza vlivu prosakujících odpadních vod ze septiku na gradienty prostředí se zohledněním stanovišť byla provedena rovněž pomocí programu Canoco 5.02. Nepřímou gradientovou analýzou DCA byla zjištěna délka intervalu nižší než 4. Proto byla za předpokladu, že se jedná o lineární typ odezvy, pro další analýzy vybrána redundanční analýza (RDA) (Lepš et Šmilauer, 2003).

Vliv prosakujících odpadních vod ze septiku (NS, SI, SII) byl použit jako nezávislá proměnná a Ellenbergovy indikační hodnoty (L, F, R, N, S) jako závislé proměnné.

Vliv stanoviště byl zohledněn pomocí doprovodných proměnných (kovariát), kde A představuje fytoocenologické snímky 1 až 6 na Niklově vrchu a B snímky 7 až 12 na Rennerových boudách.

V tomto případě byla stanovena hypotéza ($\alpha = 0,01$), že prosakující odpadní vody ze septiku ovlivňují gradienty prostředí a tím pádem i výskyt rostlinných druhů (obr. č. 22).

Výsledky analýzy udává následující tab. č. 16.

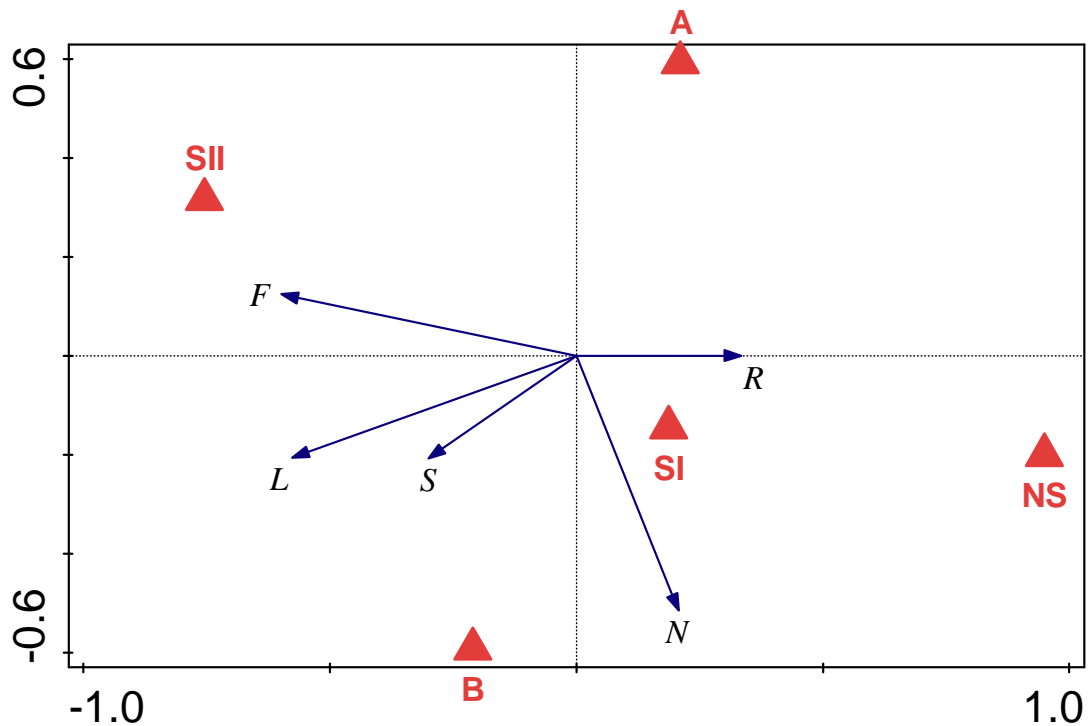
Tab. č. 17 Výsledky RDA analýzy

Vysvětlená variabilita	F-ratio	p hodnota
27,2 %	1,0	0,522

Závislost hodnot gradientů prostředí na přítomnosti prosakujících odpadních vod ze septiku nedosáhla průkaznosti na 1 % hladině významnosti.

Z grafu je tedy patrné, že druhy s vysokými EIH pro dusík se nacházejí v blízkosti septiku na Rennerových boudách. Na Rennerových boudách se také vyskytují druhy vyžadující vlhká stanoviště, avšak s menším vlivem septiku. Druhy preferující kyselé půdy jsou přítomny na plochách neovlivněných septikem, a to na obou lokalitách.

Zároveň je z něj patrné, že druhy vyžadující světlo a zasolení nijak neovlivňuje přítomnost prosakujících odpadních vod ze septiku na Rennerových boudách.



Obr. č. 22 Vliv prosakujících odpadních vod ze septiku na gradienty prostředí

Vysvětlivky zkratk:

L – EIH pro světlo, F – EIH pro vlhkost, R – EIH pro půdní reakci, N – EIH pro dusík, S – EIH pro salinitu

NS – nulový vliv septiku, SI – vysoce pravděpodobný vliv septiku, SII – pravděpodobný vliv septiku

A – fytoecologické snímky č. 1 – 6 na Niklově vrchu

B – fytoecologické snímky 7 – 12 na Rennerových boudách

5.4 Půdní vzorky

5.4.1 Obsahy přístupných živin dle Mehlicha III

Naměřené obsahy veškerých přístupných živin v půdních vzorcích dle Mehlicha III jsou uvedeny v příloze 7.

Obsahy draslíku, hořčíku a fosforu vyhodnocené dle kritérií Vyhlášky MZe č. 275/1998 Sb., Příl. 5 (příloha 3 této práce) se nacházejí v tab. č. 18.

Obsah draslíku v půdních vzorcích se pohyboval v rozmezí 64,2 až 330 mg.kg⁻¹. U většiny vzorků byl obsah draslíku vyhovující (17 vzorků, tj. cca 65 %). Pouze u vzorků S13 (oblast fytoecologického snímku 0101, cca 5 metrů pod septikem na Niklově vrchu) a S19 (snímek 0202 v blízkosti septiku na Rennerových boudách) byl naměřen vysoký obsah draslíku. Naopak nejnižší obsah draslíku byl stanoven u vzorku S16, odebraného z oblasti nad boudou na Rennerových boudách (snímek 0201).

Hodnoty hořčíku v půdních vzorcích se nacházely v intervalu 55,2 – 456 mg.kg⁻¹. Nejvyšší obsah byl naměřen u vzorku S4, odpovídajícího snímku 0104, tj. vysoce podmáčené rašelinné louce na Niklově vrchu. Vzorek S1 odebraný nad boudou na Niklově vrchu (odpovídající snímek 0105) obsahoval naopak tohoto prvku nejméně.

Obsah fosforu se pohyboval od 9,9 do 270 mg.kg⁻¹. Nejvyšší obsah fosforu vykazoval vzorek S19 (snímek 0202 v blízkosti septiku na Rennerových boudách). Naopak nejnižší obsah fosforu byl naměřen u vzorku S25, odebraného ze snímku 0205 na Rennerových boudách.

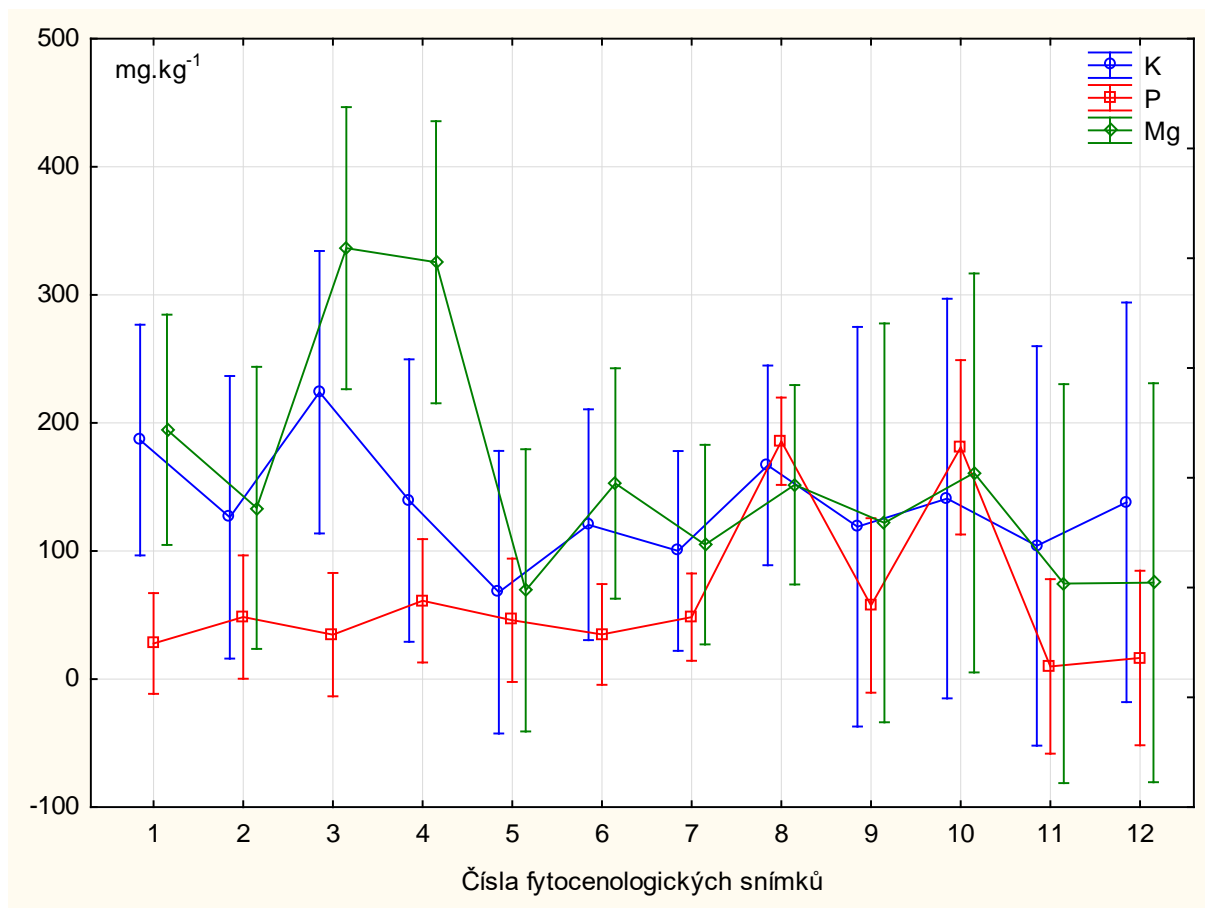
Tab. č. 18 Přehled obsahu draslíku, hořčíku a fosforu v půdních vzorcích (Mehlich III)

	minimální hodnota
	maximální hodnota

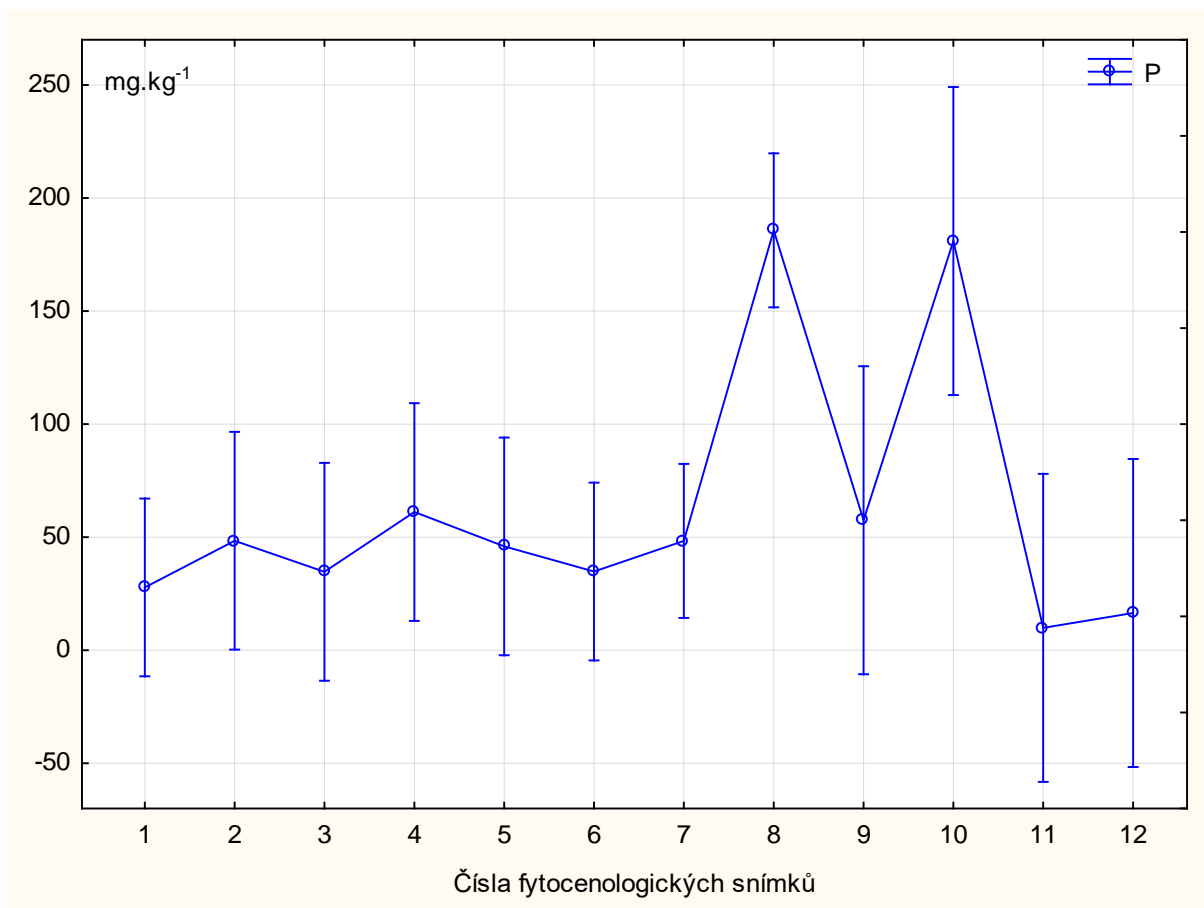
Označení vzorku	Vliv septiku	K (mg.kg ⁻¹)	Obsah draslíku ¹	Mg (mg.kg ⁻¹)	Obsah hořčíku ¹	P (mg.kg ⁻¹)	Obsah fosforu ¹
S1	NS	64.5	nízký	55.2	nízký	38.5	vyhovující
S2	NS	71.2	nízký	83.4	nízký	53.4	dobry
S3	SII	95.8	vyhovující	195	vysoký	47.3	vyhovující
S4	SII	183	dobry	456	velmi vysoký	75	nízký
S5	SII	173	dobry	316	velmi vysoký	22.6	nízký
S6	SII	275	vysoký	357	velmi vysoký	46.8	vyhovující
S7	SI	117	vyhovující	186	vysoký	16.9	nízký
S8	SI	163	dobry	207	vysoký	49.9	vyhovující
S9	SI	81.6	vyhovující	65.3	nízký	37.7	vyhovující
S10	SI	98.7	vyhovující	66.4	nízký	78.9	dobry
S11	SI	154	vyhovující	201	vysoký	18	nízký
S12	SI	118	vyhovující	122	vyhovující	32	vyhovující
S13	SI	330	vysoký	296	velmi vysoký	16.4	nízký
S14	SI	112	vyhovující	166	dobry	35	vyhovující
S15	NS	118	vyhovující	117	vyhovující	24.4	nízký
S16	NS	64.2	nízký	123	vyhovující	61.6	dobry
S17	NS	99.1	vyhovující	83.4	nízký	50.0	vyhovující
S18	NS	119	vyhovující	96.6	vyhovující	57.5	dobry
S19	SI	303	vysoký	167	dobry	270	velmi vysoký
S20	SI	130	vyhovující	147	dobry	165	velmi vysoký
S21	SI	153	vyhovující	153	dobry	141	vysoký
S22	SI	81.5	vyhovující	140	dobry	167	velmi vysoký
S23	SI	119	vyhovující	122	vyhovující	57.5	dobry
S24	SI	141	vyhovující	161	dobry	181	velmi vysoký
S25	SII	104	vyhovující	74.6	nízký	9.9	nízký
S26	SII	138	vyhovující	75.3	nízký	16.5	nízký

¹ Dle Vyhlášky MZe č. 275/1998 Sb., Příl. 5 (příloha 3)

Obsahy draslíku, hořčíku a fosforu ve fytoocenologických snímcích vyhodnocené pomocí analýzy rozptylu jsou uvedeny v obr. č. 23. Obsahy fosforu jsou vzhledem k jejich nejvyšším hodnotám ve snímcích 8 a 10 pod septikem na Rennerových boudách znázorněny samostatně v obr. č. 24.



Obr. č. 23 Obsahy draslíku, hořčíku a fosforu ve fytoocenologických snímcích



Obr. č. 24 Zvýšené obsahy fosforu ve snímcích 8 a 10 (plochy pod septikem na Rennerových boudách)

K porovnávání obsahu fosforu v jednotlivých snímcích mezi sebou byl použit post-hoc Tukeyův test (tab. č. 19). Z výsledků je patrné, že se snímek 8 (ruderalizovaná plocha těsně pod septikem na Rennerových boudách) nejvíce liší od všech ostatních.

Tab. č. 19 Tukeyův HSD test obsahu fosforu v jednotlivých snímcích

Tukeyův HSD test; proměnná P (Tab_Canoco_Ellen) Homogenní skupiny, alfa = ,05000 Chyba: meziskup. PČ = 1008,3, sv = 14,000					
Č. buňky	Plot	P Průměr	1	2	3
11	11	9,9000	****	****	
12	12	16,5000	****	****	
1	1	27,8000	****		
3	3	34,7000	****	****	
6	6	34,8333	****		
5	5	45,9500	****	****	
7	7	48,3750	****	****	
2	2	48,4500	****	****	
9	9	57,5000	****	****	****
4	4	61,1500	****	****	
10	10	181,0000		****	****
8	8	185,7500			****

5.4.2 Celkové obsahy prvků

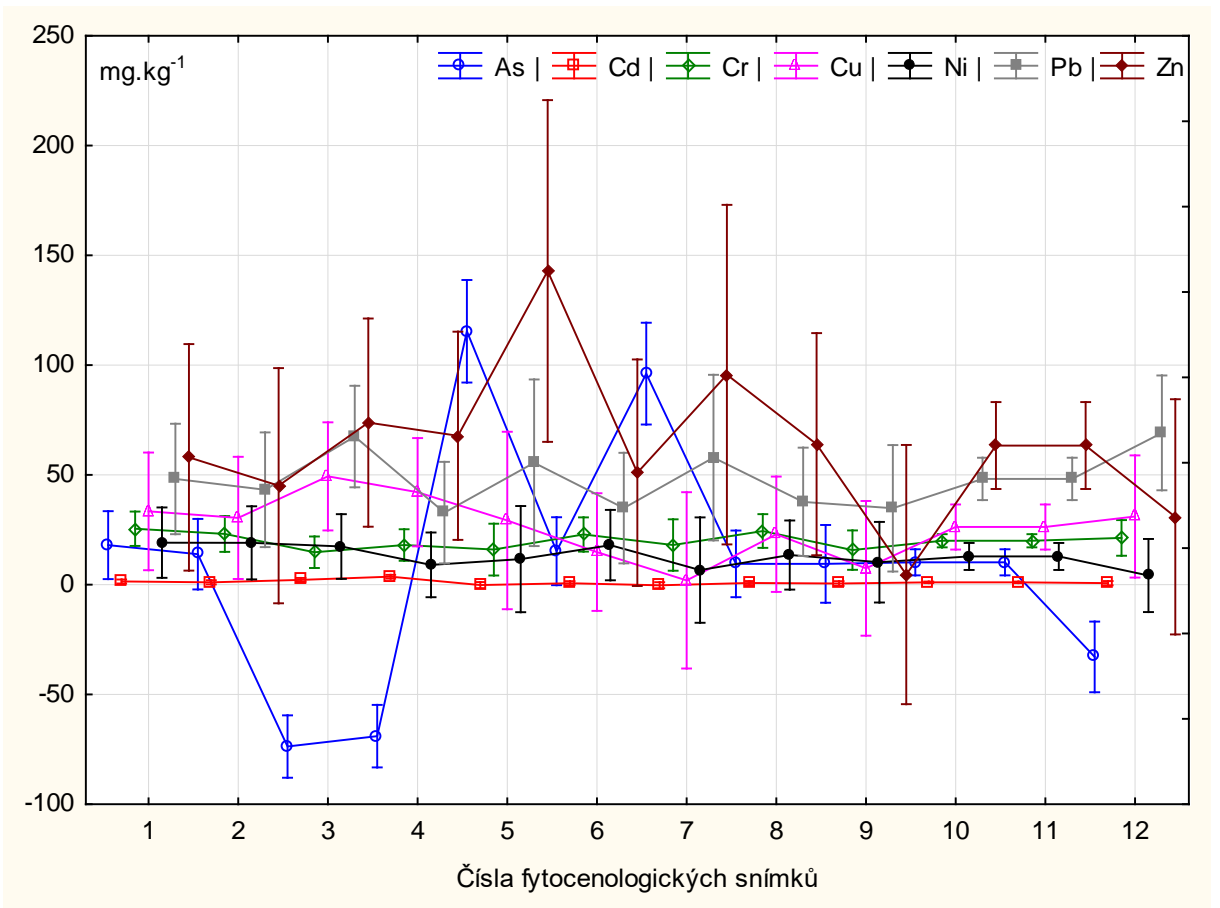
Celkové obsahy prvků v půdních vzorcích stanovené pomocí mikrovlnného rozkladu jsou uvedeny v příloze 4.

Obsahy rizikových prvků ve vzorcích vyhodnocené dle Vyhlášky MZe č. 13/1994 Sb., Příl. 1 udávají tab. č. 20 a 21. Jejich obsahy se zohledněním fytoceologických snímků jsou znázorněny v obr. č. 25

V obou měřeních byly překročeny maximální přípustné koncentrace pro arsen a kadmium, hodnoty ostatních těžkých kovů (Cr, Cu, Ni, Pb a Zn) byly ve stanovených mezích.

Limity pro arsen byly překročeny v případě vzorku S2 (fytoceologický snímek 0105 nad boudou na Niklově vrchu) a u dvojice vzorků S25 a S26, odebraných z oblasti snímků 0205 a 0206 na Rennerových boudách.

Obsahy kadmia byly nadlimitní u vzorků S3, S4, S5 a S6, odebraných z míst snímků 0103 a 0104 (rašelinná louka *Caricetum nigrae* a vlhká louka svazu *Calthion*). Taktéž byly nadlimitní u vzorku S11, S13 a S14 (snímky 0101 a 0102, ležící cca 5 metrů pod septikem na Niklově vrchu). V případě prvního měření byl nepatrně překročen limit pro kadmium také u vzorku S25, odpovídajícího snímku 0205 na Rennerových boudách.



Obr. č. 25 Obsahy rizikových prvků ve fytoocenologických snímcích

Tab. č. 20 Obsahy těžkých kovů v půdních vzorcích

nadlimitní hodnota As a Cd dle Vyhlášky MZe č. 13/1994 Sb., Příl. 1 (příloha 4)

Označení vzorku	Vliv septiku	As (mg.kg ⁻¹)	Cd (mg.kg ⁻¹)	Cr (mg.kg ⁻¹)	Cu (mg.kg ⁻¹)	Ni (mg.kg ⁻¹)	Pb (mg.kg ⁻¹)	Zn (mg.kg ⁻¹)
S1	NS	16.99	0.206	20.66	61.10	9.69	60.18	69.58
S2	NS	30.13	0.317	16.79	18.27	11.96	48.89	109.74
S3	SII	11.96	2.66	20.33	31.20	15.90	34.99	99.56
S4	SII	9.81	4.33	15.77	22.89	10.84	36.75	75.50
S5	SII	6.57	1.70	12.34	32.45	11.50	61.72	64.87
S6	SII	7.60	2.50	13.55	45.37	8.49	78.44	121.54
S7	SI	18.14	0.265	19.59	15.96	12.88	35.69	90.83
S8	SI	16.54	0.270	19.80	21.99	12.21	39.02	78.82
S9	SI	12.0	0.295	18.11	15.95	15.76	22.85	69.14
S10	SI	11.42	0.145	16.96	33.44	13.73	28.67	59.28
S11	SI	15.3	1.21	20.65	39.29	16.68	71.12	81.25
S12	SI	20.89	0.549	22.05	18.85	18.17	29.29	115.96
S13	SI	20.51	1.25	18.69	48.83	12.94	53.54	83.23
S14	SI	13.38	1.55	21.90	32.16	12.69	50.78	47.88
S15	NS	17.12	0.295	27.59	17.44	8.23	61.59	57.00
S16	NS	18.47	0.144	18.32	12.11	5.96	88.14	38.12
S17	NS	11.37	0.167	23.77	13.70	8.17	44.22	57.85
S18	NS	11.62	0.283	22.36	13.55	5.79	47.73	43.05
S19	SI	14.79	0.628	24.67	45.82	11.59	39.25	125.77
S20	SI	8.40	0.327	21.46	26.15	9.28	35.48	81.16
S21	SI	9.07	0.333	18.44	13.47	6.26	32.46	84.06
S22	SI	8.24	0.310	17.70	14.74	8.92	30.26	74.23
S23	SI	9.42	0.183	8.17	9.41	5.17	32.55	28.03
S24	SI	11.60	0.701	14.69	27.93	8.46	45.38	88.90
S25	SII	94.11	1.06	18.55	12.43	17.58	51.97	85.75
S26	SII	46.20	0.632	19.90	16.76	8.48	70.59	50.29

Tab. č. 21 Obsahy těžkých kovů v půdních vzorcích

nadlimitní hodnota As a Cd dle Vyhlášky MZe č. 13/1994 Sb., Příl. 1 (příloha 4)

Označení vzorku	Vliv septiku	As (mg.kg ⁻¹)	Cd (mg.kg ⁻¹)	Cr (mg.kg ⁻¹)	Cu (mg.kg ⁻¹)	Ni (mg.kg ⁻¹)	Pb (mg.kg ⁻¹)	Zn (mg.kg ⁻¹)
S1	NS	23.01	0.233	18.51	59.71	10.65	55.73	69.42
S2	NS	63.11	0.379	23.09	25.64	15.20	59.31	134.96
S3	SII	14.53	2.84	22.11	35.62	16.42	36.60	102.60
S4	SII	12.74	4.54	14.99	23.62	10.58	35.92	78.64
S5	SII	8.80	1.78	15.36	32.87	11.79	63.59	70.05
S6	SII	7.20	2.65	18.73	31.47	55.52	79.12	123.81
S7	SI	16.74	0.249	19.05	13.54	11.90	32.79	82.06
S8	SI	16.44	0.221	15.90	16.14	9.88	30.55	62.47
S9	SI	17.0	0.502	21.08	16.98	17.85	26.44	77.43
S10	SI	13.39	0.196	14.93	14.83	9.03	27.83	60.01
S11	SI	19.17	1.21	24.09	41.78	18.38	30.72	83.14
S12	SI	26.43	0.606	26.07	20.70	18.34	32.73	124.14
S13	SI	19.33	1.14	18.28	58.17	12.60	51.87	86.78
S14	SI	13.03	1.46	22.08	33.14	12.59	48.75	44.81
S15	NS	16.14	0.273	25.34	15.80	7.53	56.25	56.40
S16	NS	13.76	0.117	13.97	9.28	4.81	73.56	30.05
S17	NS	13.92	0.168	24.81	17.60	9.54	54.68	69.96
S18	NS	9.72	0.223	18.72	11.78	5.05	40.95	37.23
S19	SI	16.44	0.602	23.90	46.94	12.29	41.59	125.53
S20	SI	8.16	0.283	20.21	24.55	8.43	32.68	70.95
S21	SI	10.06	0.327	19.48	12.97	6.21	32.54	85.26
S22	SI	7.96	0.317	18.18	14.51	8.33	28.33	71.40
S23	SI	11.38	0.191	15.45	9.35	6.10	29.73	32.82
S24	SI	10.63	0.672	17.39	28.46	8.12	43.63	89.48
S25	SII	88.85	0.972	21.87	12.54	17.03	50.84	83.48
S26	SII	50.54	0.683	23.19	17.73	8.74	74.18	53.98

5.4.3 Obsahy uhlíku a dusíku, poměr C: N

Obsahy uhlíku a dusíku a taktéž poměr C: N byly nejvyšší ve vzorku S19 odebraném ze společenstva *Rumicetum alpini* těsně pod septikem na Rennerových boudách (snímek 0202).

Nejnižší množství uhlíku a dusíku obsahoval vzorek S9, ačkoliv byl odebraný z místa odpovídajícího snímku 0106 těsně pod septikem na Niklově vrchu.

Tab. č. 22 Obsahy uhlíku, dusíku a poměr C: N v půdních vzorcích

minimální hodnota

maximální hodnota

Označení vzorku	Vliv septiku	C (%)	N (%)	C: N
S1	NS	3.445±0.095	0.260±0.0	13.270±0.459
S2	NS	4.655±0.375	0.365±0.025	12.725±0.291
S3	SII	10.680±1.290	0.790±0.080	13.436±0.253
S4	SII	23.195±0.895	1.335±0.055	17.418±0.073
S5	SII	21.015±0.025	1.600±0.0	13.134±0.003
S6	SII	30.900±0.900	1.320±0.060	23.409±0.031
S7	SI	4.540±0.080	0.375±0.005	12.082±0.026
S8	SI	5.620±0.090	0.430±0.010	13.147±0.041
S9	SI	2.715±0.065	0.215±0.005	12.514±0.146
S10	SI	4.215±0.075	0.350±0.0	12.063±0.227
S11	SI	11.960±0.550	0.880±0.040	13.531±0.004
S12	SI	3.410±0.100	0.310±0.010	11.074±0.039
S13	SI	17.890±0.610	1.315±0.035	13.622±0.108
S14	SI	14.770±0.440	1.085±0.025	13.594±0.109
S15	NS	9.000±0.200	0.650±0.020	13.801±0.116
S16	NS	4.665±0.305	0.350±0.020	13.216±0.117
S17	NS	5.580±0.310	0.435±0.015	12.920±0.255
S18	NS	6.385±0.075	0.505±0.005	12.617±0.005
S19	SI	31.015±0.025	1.600±0.0	19.384±0.003
S20	SI	23.475±0.275	1.310±0.020	17.920±0.216
S21	SI	3.355±1.045	0.300±0.090	11.211±0.041
S22	SI	3.910±0.100	0.360±0.010	10.965±0.029
S23	SI	4.345±0.055	0.390±0.0	11.197±0.088
S24	SI	7.095±0.085	0.615±0.005	11.547±0.103
S25	SII	9.480±0.580	0.715±0.035	13.318±0.146
S26	SII	12.165±0.615	0.930±0.040	13.054±0.069

5.4.4 Výměnná půdní reakce (pH/KCl)

Hodnoty pH/KCl se pohybovaly v rozsahu od 3,7 do 5,3 (tab. č. 23). Většinu tvořily vzorky s extrémně kyselou půdní reakcí (18 vzorků). Silně kyselou reakci vykazovalo 8 vzorků.

Nejnižší hodnota byla naměřena u vzorku S18 s nulovým vlivem septiku, odpovídajícího snímku 0201 nad boudou na Rennerových boudách. Nejvyšší hodnotu pH vykazoval vzorek S19, odebraný z místa těsně pod septikem (snímek 0202), opět na Rennerových boudách.

Tab. č. 23 Hodnoty pH/KCl v půdních vzorcích

	minimální hodnota
	maximální hodnota

Označení vzorku	Vliv septiku	pH / KCl	Půdní reakce ¹
S1	NS	3.9	extrémně kyselá
S2	NS	4.1	extrémně kyselá
S3	SII	4.4	extrémně kyselá
S4	SII	4.3	extrémně kyselá
S5	SII	3.8	extrémně kyselá
S6	SII	4.3	extrémně kyselá
S7	SI	4.6	silně kyselá
S8	SI	4.7	silně kyselá
S9	SI	3.9	extrémně kyselá
S10	SI	3.9	extrémně kyselá
S11	SI	4.2	extrémně kyselá
S12	SI	4.4	extrémně kyselá
S13	SI	4.2	extrémně kyselá
S14	SI	4.0	extrémně kyselá
S15	NS	4.1	extrémně kyselá
S16	NS	4.6	silně kyselá
S17	NS	4.3	extrémně kyselá
S18	NS	3.7	extrémně kyselá
S19	SI	5.3	silně kyselá
S20	SI	5.1	silně kyselá
S21	SI	4.7	silně kyselá
S22	SI	4.4	extrémně kyselá
S23	SI	4.3	extrémně kyselá
S24	SI	4.7	silně kyselá
S25	SII	4.1	extrémně kyselá
S26	SII	4.7	silně kyselá

¹ Dle Vyhlášky MZe č. 275/1998 Sb., Příl. 5 (příloha 3)

5.4.5 Obsah rozpustných solí na základě elektrické vodivosti

Obsah rozpustných solí v půdních vzorcích na základě elektrické vodivosti činil 0,0297 - 0,2080 mS.cm⁻¹ (tab. č. 24). Podle Vyhlášky MZe č. 275/1998 Sb., Příl. 5 jsou tyto vzorky klasifikovány jako půdy nezasolené.

Nejnižší obsah rozpustných solí byl stanoven u vzorku S1 s nulovým vlivem septiku (oblast nad boudou na Niklově vrchu, snímek 0106). Nejvíce solí se naopak vyskytovalo ve vzorku S6, odebraném z rašelinné louky na Niklově vrchu odpovídající snímku 0105.

Tab. č. 24 Přehled obsahu rozpustných solí v půdních vzorcích na základě elektrické vodivosti

minimální hodnota

maximální hodnota

Označení vzorku	Vliv septiku	Vodivost (mS.cm ⁻¹)	Koncentrace solí ¹
S1	NS	0.0297	nezasolená půda
S2	NS	0.0362	nezasolená půda
S3	SII	0.1839	nezasolená půda
S4	SII	0.1640	nezasolená půda
S5	SII	0.1775	nezasolená půda
S6	SII	0.2080	nezasolená půda
S7	SI	0.0440	nezasolená půda
S8	SI	0.0541	nezasolená půda
S9	SI	0.0352	nezasolená půda
S10	SI	0.0423	nezasolená půda
S11	SI	0.0724	nezasolená půda
S12	SI	0.0613	nezasolená půda
S13	SI	0.1738	nezasolená půda
S14	SI	0.1667	nezasolená půda
S15	NS	0.0504	nezasolená půda
S16	NS	0.0501	nezasolená půda
S17	NS	0.0465	nezasolená půda
S18	NS	0.0497	nezasolená půda
S19	SI	0.1183	nezasolená půda
S20	SI	0.0895	nezasolená půda
S21	SI	0.0810	nezasolená půda
S22	SI	0.0797	nezasolená půda
S23	SI	0.0691	nezasolená půda
S24	SI	0.0722	nezasolená půda
S25	SII	0.0556	nezasolená půda
S26	SII	0.0710	nezasolená půda

¹ Dle Vyhlášky MZe č. 275/1998 Sb., Příl. 5 (příloha 3)

6 Diskuze

6.1 Analýzy fytoocenologických dat

Z výsledků je patrné, že fytoocenologický snímek **0202** (ruderalizovaná plocha *Rumicetum alpini* těsně pod septikem na Rennerových boudách) se nejvíce odlišuje od ostatních snímků, následován snímkem **0104** (podmáčená rašelinná louka *Caricetum nigrae* na Niklově vrchu).

Tyto dva snímky se vyznačují nejvyšší hodnotou Euklidovských vzdáleností (trojnásobně vyšší než nejnižší hodnota), jedná se tedy o snímky s velice rozdílným druhovým složením.

6.1.1 Niklův vrch

Na Niklově vrchu se nejvíce vymezoval již zmiňovaný snímek **0104**. Na základě diagnostických druhů (*Carex echinata*, *Carex nigra* a *Eriophorum angustifolium*) byla tato podmáčená rašelinná louka určena jako asociace *Caricetum nigrae* Braun 1915 (obr. č. 26).



Obr. č. 26 Společenstvo *Caricetum nigrae* na Niklově vrchu (2.7.2015)

Na této lokalitě se vyskytovalo 15 rostlinných druhů. Jedná se o oblast s druhým nejnižším počtem druhů a velmi nízkou hodnotou Shannon-Wienerova indexu diverzity (tab. č. 11). To je v rozporu s tvrzením Chytrého et al. (2011), že druhová bohatost bylinného patra tohoto společenstva je mimořádně velká – na ploše o velikosti 16 m² se může vyskytnout až 50 druhů cévnatých rostlin; nejčastěji zde roste 20–30 druhů.

Tento snímek se vyznačoval nejvyšší Ellenbergovou indikační hodnotou pro vlhkost ze všech snímků (tab. č. 10). Dle Hilla et al. (2004) se jedná o vlhké půdy, které nevysychají. To potvrzují i Chytrý et al. (2011), dle nichž toto společenstvo osídluje rašelinné louky v plochých nebo mírně svažitéch terénech, kterými voda buď protéká, nebo zde stagnuje.

Naopak dosahoval nejnižších Ellenbergových indikačních hodnot pro půdní reakci a dusík (tab. č. 10). Dle Hilla et al. (2004) se jedná o nejvíce kyselé půdy ze všech snímků, které jsou chudé na minerální dusík.

Ačkoliv se jedná o druhově chudý snímek, většina druhů v něm zastoupených je však vysoce specifických a v ostatních snímcích se nevyskytují, proto je přítomnost tohoto společenstva na lokalitě žádoucí. To je ve shodě s tvrzením Krahulce (2007), dle kterého rašelinná společenstva ještě více zvyšují diverzitu nelesní vegetace na lučních enklávách.

6.1.2 Rennerovy boudy

Na Rennerových boudách se od ostatních fytoocenologických snímků nejvíce lišil již uváděný snímek **0202**. Jedná se o plochu nacházející se těsně pod septikem, která byla na základě dominantního druhu *Urtica dioica* a diagnostických druhů (*Geranium sylvaticum* a *Chaerophyllum hirsutum*) identifikována jako asociace *Rumicetum alpini* Beger 1922 (Horská nitrofilní vegetace se šťovíkem alpským) (obr. č. 27).

Odlišnost snímku 0202 dokládá i nejnižší hodnota Jaccardova indexu podobnosti tohoto snímku se snímkem 0206 (oligotrofní smilkový trávník) (tab. č. 13).

Rovněž z korespondenční analýzy (CA) vyplývá, že se tato oblast výrazně odlišuje od ostatních jak samotná, tak i svými druhy (*Urtica dioica*, *Ranunculus repens* a *Lupinus polyphyllus*, obr. č. 20). Výsledky CA analýzy jsou ve shodě s tvrzením Slavíkové (1986), že společenstva s dominantním šťovíkem alpským (*Rumex alpinus*) a kodominantami kontryhelem (*Alchemilla* sp. div.) a kopřivou (*Urtica* sp. div.) se nápadně odlišují od původních horských společenstev, která je obklopují.

Na této lokalitě se rovněž vyskytovalo nejméně rostlinných druhů ze všech snímků (12 taxonů), což je ve shodě s tvrzením Chytrého et al. (2009), že obvykle se v této asociaci vyskytuje 10–20 druhů cévnatých rostlin na plochách o velikosti 10–25 m² a také s nejnižší naměřenou hodnotou Shannon-Wienerova indexu diverzity ze všech snímků. Rovněž dle Bohnera (2005) je *Rumicetum alpini* Beger 1922 stabilním, avšak druhově chudým společenstvem, s výskytem 19 druhů cévnatých rostlin na ploše 50 m².

Nejvyšší stanovená hodnota indexu dominance (tab. č. 11) pozitivně koreluje s výraznou dominancí druhu *Urtica dioica* ve snímku (hodnota abundance 4, dle Braun-Blanquetovy stupnice pokryvnosti druh silně dominující, pokrývající 50 – 75 % plochy) a subdominantami *Chaerophyllum hirsutum*, *Alchemilla vulgaris* a *Geranium sylvaticum*.

Ačkoliv dle Chytrého et al. (2009) v těchto porostech dominuje *Rumex alpinus*, subdominantu porostů pravidelně tvoří *Urtica dioica*. V rozvolněných porostech mívá dle Chytrého et Tichého (2003) větší pokryvnost také *Chaerophyllum hirsutum*, dále druhy vysokobylinných niv (*Geranium sylvaticum*) či druhy vlhkomilné i ty snášející sešlap (*Alchemilla vulgaris*, *Deschampsia cespitosa* či *Ranunculus repens*).



Obr. č. 27 Společenstvo *Rumicetum alpini* pod septikem na Rennerových boudách (5.7.2015)

Dle vyskytujících se rostlinných druhů lze tedy předpokládat, že toto společenstvo asociace *Rumicetum alpini* vzniklo vlivem budního hospodářství v 17. až 18. století, kdy byl *Rumex alpinus* pěstován jako potrava pro hospodářská zvířata, následně se rozšířil a zplaněl vlivem pastvy a chovu dobytka.

To je ve shodě s tvrzením Chytrého et al. (2009), podle nichž byl *Rumex alpinus* v minulosti patrně využíván jako potrava pro lidi i krmivo pro dobytek, a to především v době, kdy byla pohraniční pohoří osídlena německy mluvícím obyvatelstvem. Rovněž Wagnerová (2007) uvádí, že velmi důležitou roli pro původní šíření synantropních rostlin mělo budní hospodářství (např. migrace *Rumex alpinus* a dalších antropofyt).

S tím souvisí i vytvoření vegetačních zón kolem bud vlivem zmiňovaného budního hospodářství (kapitola 3.8.2, obr. č. 6), kde přítomnost asociace *Rumicetum alpini* v první vegetační zóně v blízkosti bud potvrzuje i Krahulec (2007). První zóna se podle něj nacházela v blízkosti bud, kde byly zakládány tzv. travní zahrady - kultivované a intenzivně hnojené plochy, určené k pěstování kvalitní vegetace a ke sklizni dobrého sena pro krmení dobytka. Primární produkce těchto luk byla velmi vysoká v důsledku záměrného vyhnojování a eutrofizace stanovišť (Krahulec, 2007).

Ačkoliv na těchto místech pastva či hnojení neprobíhá již několik století, porost se zde vyskytuje neustále. Příčinou jeho přítomnosti je patrně eutrofizace způsobená nedostatečně vyčištěnými odpadními vodami z boudy, které prosakují do porostů v okolí septiku a negativně tak ovlivňují jejich druhové složení.

To potvrzují i Chytrý et al. (2009), kteří uvádějí, že nové porosty dnes už nevznikají v důsledku pastvy, ale v souvislosti s eutrofizací krajiny. Intenzivnější eutrofizace, zejména silnějšími splachy pod většími boudami, totiž způsobuje zarůstání expanzními širokolistými bylinami, zejména druhy *Rumex alpinus* nebo i *Urtica dioica* (Chytrý et al., 2009).

Rovněž dle Málkové (2001) se zvýšený obsah živin (zejména organického dusíku a fosforu) pod boudou odrazil v biodiverzitě vegetace. Druhově chudé smilkové porosty byly obohaceny o antropofytní druhy, především o ty nitrofilní (*Ranunculus repens*, *Silene dioica*, *Urtica dioica* či *Taraxacum* sect. *Ruderalia*) (Málková, 2001).

Zastoupení nitrofilních druhů dokládá i nejvyšší průměrná Ellenbergova indikační hodnota (dále EIH) pro dusík (tab. č. 10). Dle klasifikace Hilla et al. (2004) se jedná o půdy bohaté na minerální dusík. Hodnota EIH pro dusík nejvíce zastoupeného druhu, tj. *Urtica dioica*, má dle

Hilla et al. (1999) hodnotu 8 – jedná se tedy o indikátor dusíku. To potvrzuje i Slavíková (1986), podle které zvýšenou koncentraci v dusíku půdě indikují např. *Urtica* sp. div. - kopřiva a *Alchemilla* sp. div. - kontryhel. Rovněž dle Málkové (2000) na nitrofilních stanovištích převládá *Rumex alpinus*, případně *Urtica dioica*.

Druhové složení této lokality tak bylo pozměněno v důsledku dřívější hospodářské činnosti (eutrofizace záměrná vlivem přehnojování) a nynějších antropogenních zásahů (eutrofizace nezáměrná vlivem nedostatečného čištění odpadních vod).

Jelikož společenstvo *Rumicetum alpini* nemá dle Chytrého et al. (2009) v současnosti hospodářský význam, jeví se jako žádoucí tyto porosty potlačovat, aby se předešlo dalšímu šíření tohoto konkurenčně zdatného a expanzivního společenstva horských luk.

6.2 Půdní vzorky

Veškeré odebrané půdní vzorky z Niklova vrchu a Rennerových bud se vyznačovaly extrémně až silně kyselou půdní reakcí (pH 3,7 - 5,3, tab. č. 21). Vzhledem k tomu, že se jedná o kambické podzoly, jsou naměřené hodnoty ve shodě s tvrzením Němečka (2001), že hodnota pH tohoto subtypu kolísá v rozsahu 4 – 5.

Všechny vzorky se taktéž vyznačovaly vysokými obsahy Al a Fe, a to stanovenými jak dle Mehlicha III, tak mikrovlnným rozkladem (Příloha 7, 8 a 9). To potvrzuje i Němeček (2001), dle kterého se podzoly vyznačují vysokou nasyceností hliníku (> 30 %), tvorbou sekundárních Al-chloritů a s výraznou migrací komplexu Fe a Mn. Také dle Chytrého et al. (2009) se tyto půdy vyznačují vysokou koncentrací toxického hliníku.

6.2.1 Niklův vrch

Na Niklově vrchu se nejvíce od ostatních vzorků lišil půdní vzorek S4, odebraný z místa odpovídajícího snímku 0104 (rašelinná louka *Caricetum nigrae* Braun 1915).

V tomto vzorku byly naměřeny vysoké hodnoty Ca a Mg (Příloha 7, 8 a 9). Zároveň v něm byl více jak čtyřikrát překročen povolený limit pro Cd dle Vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 13/1994 Sb., příl. 1 (tab. č. 20 a 21). Půdní reakce tohoto vzorku byla klasifikována jako extrémně kyselá (hodnota pH/KCl činila 4,3).

Chytrý et al. (2011) uvádějí, že reakce prostředí společenstev *Caricetum nigrae* je slabě kyselá a většinou neklesá pod pH 5, při kterém by už docházelo k uvolňování vodíkových iontů, železa a hliníku a druhová bohatost by prudce poklesla.

Nízká hodnota půdní reakce tak dle Chytrého et al. (2011) vysvětluje vysoké obsahy Al a Fe v půdním vzorku i nízký počet druhů v odpovídajícím snímku 0104 (15 taxonů).

6.2.2 Rennerovy boudy

Na Rennerových boudách se nejvíce vymezoval půdní vzorek S19, odebraný z oblasti snímku 0202 těsně pod septikem (společenstvo *Rumicetum alpini* Beger 1922).

Tento vzorek se vyznačoval nejvyšším obsahem přijatelného P a vysokými hodnotami přijatelného Ca a K (Příloha 7). Také mikrovlnný rozklad potvrdil nejvyšší množství K ze všech vzorků a vysoké obsahy Ca, P a Mg v porovnání s ostatními vzorky. Ve vzorku S19 bylo rovněž naměřeno nejvyšší pH, jedná se tedy o nejméně kyselý půdní vzorek.

To je ve shodě s tvrzením Wagnerové (2000), že v komunikačních lemech a v okolí horských bud dochází k hromadění výluhů bazí, tj. zvýšení pH, což odpovídá ekologickým nárokům řady zastoupených synantropních druhů rostlin.

Rovněž dle Wagnerové (2001) pedologické rozborů potvrzují na antropicky ovlivněných stanovištích v okolí boudy především zvýšené hodnoty pH, CaO, MgO a P₂O₅ při srovnání s kontrolními odběry na bezprostředně neovlivněných stanovištích.

Také dle Bohnera (2005) bylo pH asociace *Rumicetum alpini* vyšší (5,3) než u ostatních společenstev.

Výše uvedené potvrzují i Cerabolini et al. (2010), dle kterých byly půdy společenstva *Rumicetum alpini* Beger 1922 méně kyselé, dále obsahovaly devětkrát více P a čtyřikrát více K než ostatní půdy a také 42krát více přijatelného Ca a 25krát více přijatelného K.

Tento vzorek také obsahoval nejvyšší množství celkového dusíku ze všech. Rovněž poměr C: N zde byl nejvyšší ze všech odběrů.

To potvrzuje i Bohner (2005), dle kterého půdy asociace *Rumicetum alpini* obsahovaly více celkového dusíku než ostatní půdy společenstev *Nardetum strictae*.

6.3 Vliv prosakujících odpadních vod na druhové složení luk

6.3.1 Niklův vrch

Na Niklově vrchu se negativní vliv prosakujících odpadních vod na druhové složení lučních porostů nepotvrdil.

Naopak se zde nacházejí porosty, které se vyznačují vysokou druhovou diverzitou (druhově bohaté společenstvo *Melandrio rubri-Phleetum alpini* těsně pod septikem, vlhká louka *Angelico sylvestris-Cirsietum palustris* napravo od boudy a trvale zamokřená rašelinná louka *Caricetum nigrae* nalevo od septiku).

Vysokou druhovou diverzitu těchto společenstev potvrzuje i nejvyšší hodnota Shannon-Wienerova indexu diverzity u snímku 0102 a vysoké hodnoty tohoto indexu u zbývajících snímků této lokality (tab. č. 11).

Rovněž nejnižší hodnota Euklidovských vzdáleností mezi snímky 0101 a 0102 jen stvrzuje předchozí tvrzení (tab. č. 12).

Snímek 0106 těsně pod septikem dokonce představoval druhově bohaté společenstvo s výskytem ohrožených a chráněných druhů (*Gentiana asclepiadea*, *Hieracium aurantiacum*) (tab. č. 8, obr. č. 28). Což je v rozporu s tvrzením Wagnerové (2000), že na lokalitě Moravská bouda, kde došlo ke značným zásahům do původních ekosystémů v podobě odlesnění, sešlapu, převrstvení zemin cizorodými navážkami s obsahem alochtonních diaspor a eutrofizace spojené s nedostatečnou likvidací odpadů, je zřetelný úbytek chráněných a ohrožených druhů rostlin a naopak zvyšující se trend synantropizace.

Odpadní vody vedené ze septiku pomocí trativodu končícího v oblasti snímků 0101 a 0102 v této oblasti sice do podzemních vod prosakují, ale jelikož jsou v předchozích krocích dostatečně vyčištěny, nemají negativní vliv na okolní porosty. Vysoká efektivita čištění odpadních vod je zajištěna pomocí tříkomorového septiku a pískového filtru.



Obr. č. 28 Druhově bohatá louka s výskytem *Gentiana asclepiadea* těsně pod septikem na Niklově vrchu (2.7.2015)

6.3.2 Rennerovy boudy

Na Rennerových boudách byl prokázán negativní vliv prosakujících odpadních vod, avšak pouze na luční porosty vyskytující se těsně pod septikem (oblast snímku 0202).

Pod septikem byla determinována již zmiňovaná nitrofilní vegetace *Rumicetum alpini* (oblast snímku 0202), dokonce s výskytem invazního druhu *Lupinus polyphyllus* (Příloha 11).

Při půdních odběrech byl po seči objeven propadlý poklop septiku (obr. č. 29), tudíž zde hrozí navyšování jeho obsahu vodami dešťovými. Zároveň bylo při dalším průzkumu objeveno, že septiku byl zaslepen odtok a plní tedy funkci bezodtoké jímky (žumpy). Splaškové vody nejen že nejsou řádně vyčištěny a z jímky neodtékají, ale vlivem nedostatečné těsnosti jímky (způsobené degradací materiálu) prosakují do okolního prostředí.



Obr. č. 29 Propadlý poklop septiku na Rennerových boudách (25.9.2015, autor: M. Skalický)

Lze tedy předpokládat, že k zaslepení vývodu septiku došlo vlivem zániku povolení k vypouštění odpadních vod od 1. 1. 2008. Jelikož není v této oblasti možnost napojení septiku na veřejnou kanalizaci, majitel tehdy zvolil nejjednodušší a nejlevnější variantu namísto toho, aby si vyřídil povolení nové. S novým povolením by totiž musela přijít modernizace septiku se zařazením filtru jako dočišťovací mechanické jednotky (jako v případě boudy na Niklově vrchu) či přechodu na domovní čistírnu odpadních vod.

Na přítomnosti tohoto ruderálního společenstva se tak podílí jak nedostatečně vyčištěné prosakující odpadní vody z jímky, tak absence jakéhokoliv managementu (kosení, seč mechanizací či pastva).

Nález propadlé jímky a negativní vliv odpadních vod z ní prosakujících na přilehlé porosty jen potvrzuje nejnižší počet druhů ze všech snímků a nejnižší hodnota Shannon-Wienerova indexu diverzity (tab. č. 11). Zároveň také nejvyšší hodnota indexu dominance. Dominantní *Urtica dioica* dosahuje hodnoty 4 dle Braun-Blanquetovy stupnice pokryvnosti (druh pokrývající 50 – 75% plochy), z čehož vyplývá nejvyšší průměrná EIH pro dusík ze všech snímků.

Rovněž v půdním vzorku odebraném z této oblasti se potvrdilo zvýšené množství dusíku, fosforu a draslíku oproti ostatním (tab. č. 22; příloha 7, 8 a 9). Což potvrzuje Wagnerová (2000), dle které zvyšování živin v půdě působí negativně, a to z důvodu nedostatečné likvidace odpadu.

Negativní vliv odpadních vod na luční společenstva potvrzuje i Wagnerová (2001), která uvádí, že v okolí turisticky exponované lokality u Petrovy boudy je vysoký podíl synantropní flóry podmíněn degradačními změnami chemických, fyzikálních a biologických charakteristik půdního prostředí a to ve prospěch převahy zastoupených synantropních druhů rostlin. Především se jedná o eutrofizaci půdního prostředí, která byla vyvolaná nedostatečnou likvidací odpadů. V okolí Petrovy boudy lze tak nalézt sekundární nitrofilní fytocenózy, řazené do svazu *Rumicion alpini* Klika in Klika et Hadač 1944 (Wagnerová, 2001).

To potvrzuje i Wagnerová (2007) v případě Vosecké boudy, kde tvrdí, že přestože na této lokalitě působí antropické zásahy již několik století, lze předpokládat, že nejvyšší nárůst synantropizace zastoupených ekosystémů proběhl až ve druhé polovině 20. století. Z rušivých vlivů, které způsobily destrukci přirozených fytocenóz, je to především nedostatečná likvidace tekutého i pevného odpadu, která souvisí s provozem boudy (Wagnerová, 2007).

Stávající septik tedy na Rennerových boudách plní funkci bezodtokové jímky, kde se nevyčištěné splaškové odpadní hromadí a vlivem nedostatečně těsnící konstrukce prosakují do okolí a negativně tak ovlivňují přilehlé porosty. Otázkou zůstává, zda-li jsou z jímky tyto odpady vyváženy, vzhledem k absenci příjezdové cesty k objektu. To potvrzuje i Paciorková (2013), dle které je způsob vyvážení splaškových odpadních vod kumulujících v bezodtokových jímkách velmi svazován klimatickými podmínkami a konkrétní dostupností. Takovýto technický stav nedovoluje možnost rozvoje územní části, možnost rekonstrukcí vlastních nemovitostí a jejich kvalitní využívání (Paciorková, 2013).

Jako nejvhodnější varianta se tedy jeví nahradit jímku domovní čistírnou odpadních vod, která by se v budoucnu mohla napojit na plánovanou čistírnu odpadních vod v lokalitě U Kostela. Rovněž je nutné znovu zavést obhospodařování ruderálního společenstva pod jímkou, které se šíří i díky současné absenci managementu.

7 Závěr

- Celkem bylo determinováno 66 taxonů ve 12 fytoocenologických snímcích.
- Nejvíce rostlinných druhů se vyskytovalo ve snímcích 0101 a 0203 (31 taxonů).
- Ve snímku 0203 na Rennerových boudách (bez zatížení prosakujícími odpadními vodami) bylo zároveň determinováno nejvíce ohrožených a chráněných druhů (*Hieracium aurantiacum*, *Hieracium iseranum*, *Pedicularis sylvatica* a *Phleum alpinum*).
- Na Niklově vrchu se negativní vliv prosakujících odpadních vod na luční porosty nepotvrdil, a to díky jejich vysoce efektivnímu čištění prostřednictvím tříkomorového septiku a biologického filtru před vypouštěním do vod povrchových.
- Na Rennerových boudách bylo naopak zatížení porostů prosakujícími odpadními vodami prokázáno, avšak pouze v oblasti těsně pod septikem. Důvodem zatížení je zde nevyhovující stav samotného septiku (změna na bezodtokovou jímku zaslepením odtoku + propadlý poklop), ze kterého nedostatečně vyčištěné odpadní vody prosakují do okolí a negativně ovlivňují druhové složení přilehlých porostů.
- Oblast zatížená prosakujícími odpadními vodami ze žumpy na Rennerových boudách se vyznačovala nejnižší druhovou diverzitou, s čímž souvisí i nejnižší počet rostlinných druhů zde nalezených (12 taxonů). Na základě dominantního nitrofilního druhu *Urtica dioica* a druhů s nitrofilní tendencí (*Alopecurus pratensis*, *Chaerophyllum hirsutum* a *Ranunculus repens*) zde byla determinována asociace *Rumicetum alpini* Beger 1922.
- K potlačení nežádoucího společenstva *Rumicetum alpini* je nutné především zefektivnit čistící proces splaškových vod zde prosakujících, a to náhradou nefunkční jímky za domovní čistírnu odpadních vod. Na rozšiřování tohoto společenstva se rovněž podílí nulové obhospodařování, proto se jeví jako nutné obnovit jednoroční seč kosou této lokality.
- Půdní odběr z oblasti ovlivněné prosakujícími odpadními vodami na Rennerových boudách se vyznačoval nejvyšší hodnotou pH/KCl a celkového dusíku a také zvýšeným obsahem přijatelného a celkového P a K oproti ostatním odběrům.

8 Seznam literatury

Bohner, A. 2005. *Rumicetum alpini* Beger 1922 – species composition, soil–chemical properties, and mineral element content. *Wulfenia*. 12. 113–126.

Cerabolini, B., Pierce, S., Luzzaro, A., Ossola, A. 2010. Species evenness affects ecosystem processes in situ via diversity in the adaptive strategies of dominant species. *Plant Ecology*. 207 (2). 333–345.

Danihelka, J., Chrtek, J. Jr., Kaplan, Z. 2012. Checklist of vascular plants of the Czech Republic. *Preslia*. 84 (3). 647–811.

Diekmann, M. 2003. Species indicator values as an important tool in applied plant ecology – a review. *Basic and Applied Ecology*. 4 (6). 493–506.

Dvořák, J., Štursa, J. 2009. Atlas krkonošských rostlin. Nakladatelství Karmášek. České Budějovice. 336 s. ISBN: 9788087101063.

Dziock, F., Henle, K., Foeckler, F., Follner, K., Scholz, M. 2006. Biological indicator systems in floodplains – a review. *International Review of Hydrobiology*. 91 (4). 271–291.

Ellenberg, H., Weber, H. E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W., Paulissen, D. 1992. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica*. 18. 1–258.

Falkengen-Grerup, U., Schöttenlndreier, M. 2004. Vascular plants as indicators of nitrogen enrichment in soils. *Plant Ecology*. 172 (1). 51–62.

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

Hanegraaf, M. C. 1998. Environmental performance indicators for nitrogen. *Environmental Pollution*. 102 (1). 711–715.

Herben, T., Münzbergová, Z. Zpracování geobotanických dat v příkladech: část I. Data o druhovém složení [online]. Praha. Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy v Praze. Duben 2003. [cit. 2016-02-12]. Dostupné z <ftp://botany.natur.cuni.cz/skripta/zpracovani_geobot_dat/multivar.pdf>.

Hill, M. O., Mountford, J. O., Roy, D. B., Bunce, R. G. H. 1999. Ellenberg's indicator values for British plants. ECOFACT Volume 2 Technical Annex (Vol. 2). Institute of Terrestrial Ecology. Huntingdon. 47 pp. ISBN: 1870393481.

Hill, M. O., Preston, C. D., Roy, D. B. 2004. PLANTATT – Attributes of British and Irish Plants: Status, Size, Life History, Geography and Habitats. Centre for Ecology and Hydrology. Huntingdon. 73 pp. ISBN: 870393740.

Horáková, M. (ed.). 2003. Analytika vody. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. Praha. 335 s. ISBN: 9788070805206.

Chytrý, M., Tichý, L. 2003. Diagnostic, constant and dominant species of vegetation classes and alliances of the Czech Republic: a statistical revision. Folia Facultatis Scientiarum Naturalium Universitatis Masarykianae Brunensis. 108. 1–231.

Chytrý, M. (ed.). 2007. Vegetace České republiky 1. Travinná a keříčková vegetace / Vegetation of the Czech Republic 1. Grassland and Heathland Vegetation. Academia. Praha. 525 s. ISBN: 9788020014627.

Chytrý M. (ed.). 2009. Vegetace České republiky 2. Ruderální, plevelová, skalní a suťová vegetace / Vegetation of the Czech Republic 2. Ruderal, weed, rock and scree vegetation. Academia. Praha. 524 s. ISBN: 9788020017697.

Chytrý M. (ed.). 2011. Vegetace České republiky 3. Vodní a mokřadní vegetace / Vegetation of the Czech Republic 3. Aquatic and wetland vegetation. Academia. Praha. 828 s. ISBN: 9788020019189.

- Jeppesen, E., Peder Jensen, J., SØndergaard, M., Lauridsen, T., Landkildehus, F. 2000. Trophic structure, species richness and biodiversity in Danish lakes: changes along a phosphorus gradient. *Freshwater Biology*. 45 (2). 201–218.
- Kozák, J. (ed.). 2009. Atlas půd České republiky. ČZU Praha. Praha. 149 s. ISBN: 9788021318823.
- Krahulec, F. 2007. Louky. In: Flousek, J., Hartmanová, O., Potocki, J., Štursa, J. (eds.). *Krkonoše: příroda, historie, život*. Nakladatelství Miloš Uhlíř – Baset. Praha. s. 13–18. ISBN: 9788073401047.
- Krahulec, F., Štursa, J., Pecháčková, S., Balátová-Tuláčková, E., Fabšičová, M., Blažková, D. 1996. Louky Krkonoš: Rostlinná společenstva a jejich dynamika. *Opera Corcontica*. 33. 3–250.
- Kubát, K., Hrouda, L., Chrtěk, J. jun., Kaplan, Z., Kirschner, J., Štěpánek, J., Zázvorka, J. (eds.). 2002. Klíč ke květeně České republiky. Academia. Praha. 927 s. ISBN: 8020008365.
- Lepš, J., Šmilauer, P. 2003. *Multivariate Analysis of Ecological Data using CANOCO*. Cambridge University Press. Cambridge. p. 284. ISBN: 9780521891080.
- Málková, J. 2000. Geobotanická studie vegetačního krytu u bývalé Klínovky v Krkonoších. *Východočeský sborník přírodovědný - Práce a studie*. 8 (2000). 183–213.
- Málková, J. 2001. Výzkum antropofyt u bývalé Scharfovy boudy a šesti přilehlých cest. *Východočeský sborník přírodovědný - Práce a studie*. 9 (2001). 57–94.
- Moravec, J. (ed.). 1995. Rostlinná společenstva České republiky a jejich ohrožení. Severočeská pobočka České botanické společnosti. Litoměřice. 206 s. ISBN: 8090082769.
- Němeček, J. 2001. Taxonomický klasifikační systém půd České republiky. Česká zemědělská univerzita. Praha. 79 s. ISBN: 8023880616.

Neuhäslová, Z. (ed.). 2001. Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky. Textová část. Academia. Praha. 341 s. ISBN: 8020006877.

Neuhäslová, Z., Moravec, J. (eds.). 1997. Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky 1 : 500 000. Kartografie Praha. Praha.

Paciorková, J. Územní plán obce Malá Úpa změna č. 1: Vyhodnocení vlivů změny č. 1 územního plánu obce Malá Úpa na životní prostředí pro účely posuzování vlivů koncepcí na životní prostředí dle přílohy č. 1 zákona 183/2006 Sb. dle změn s účinností od 1. 1. 2013 [online]. Trutnov. Městský úřad Trutnov. Únor 2013. [cit. 2015–10–26]. Dostupné z <<http://upd.trutnov.cz/files/files/SEA-hodnoceni-Zmeny-c.-1-UPO-Mala-Upa.pdf>>.

Peet, R. K. 1974. The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 5. 285–307.

Pergl, J., Sádlo, J., Petrussek, A., Laštůvka, Z., Musil, J., Perglová, I., Šanda, R., Šefrová, H., Šíma, J., Vohralík, V., Pyšek, P. 2016. Black, Grey and Watch Lists of alien species in the Czech Republic based on environmental impacts and management strategy. *NeoBiota*. 28. 1–37.

Pignatti, E., Pignatti, S. 2014. Stable Meadows and Vegetation of Fields and Human Settlements. In: *Plant Life of the Dolomites*. Springer Berlin Heidelberg. Berlin. pp. 19–68. ISBN: 9783642310423.

Pilous, V. 2007a. Geografické vymezení. In: Flousek, J., Hartmanová, O., Potocki, J., Štursa, J. (eds.). *Krkonoše: příroda, historie, život*. Nakladatelství Miloš Uhlíř – Baset. Praha. s. 13–18. ISBN: 9788073401047.

Pilous, V. 2007b. Horopis. In: Flousek, J., Hartmanová, O., Potocki, J., Štursa, J. (eds.). *Krkonoše: příroda, historie, život*. Nakladatelství Miloš Uhlíř – Baset. Praha. s. 19–28. ISBN: 9788073401047.

Pilous, V., Tesař, M. 2007. Vodopis. In: Flousek, J., Hartmanová, O., Potocki, J., Štursa, J. (eds.). Krkonoše: příroda, historie, život. Nakladatelství Miloš Uhlíř - Baset. Praha. s. 29–38. ISBN: 9788073401047.

Pitcairn, C. E. R., Fowler, D., Leith, I. D., Sheppard, L. J., Sutton, M. A., Kennedy, V., Okello, E. 2003. Bioindicators of enhanced nitrogen deposition. *Environmental Pollution*. 126 (3). 353–361.

Plamínek, J. 2007. Geologie. In: Flousek, J., Hartmanová, O., Potocki, J., Štursa, J. (eds.). Krkonoše: příroda, historie, život. Nakladatelství Miloš Uhlíř - Baset. Praha. s. 83–102. ISBN: 9788073401047.

Real, R., Vargas, J. M. 1996. The probabilistic basis of Jaccard's index of similarity. *Systematic Biology*. 45 (3). 380–385.

Schaffers, A. P., Sýkora, K. V. 2000. Reliability of Ellenberg indicator values for moisture, nitrogen and soil reaction: a comparison with field measurements. *Journal of Vegetation science*. 11 (2). 225–244.

Skalický, V. 1988. Regionálně fytogeografické členění. In: Hejný, S., Slavík, B. (eds.). Květena České socialistické republiky. Sv. 1. Academia. Praha. s. 103–121. ISBN: 8020006435.

Slavíková, J. 1986. Ekologie rostlin. Státní pedagogické nakladatelství. Praha. 247 s. ISBN: 1444686.

Štursa, J. 1999. Květy Krkonoš. Správa Krkonošského národního parku. Vrchlabí. 32 s. ISBN: 8090248950.

Štursová, H., Štursa, J. 1982. Horské louky s *Viola sudetica* Willd. v Krkonoších. *Opera Corcontica*. 19. 95–132.

- Štursa, J., Flousek, J. 2007. Lidská sídla a jejich okolí. In: Flousek, J., Hartmanová, O., Potocki, J., Štursa, J. (eds.). Krkonoše: příroda, historie, život. Nakladatelství Miloš Uhlíř - Baset. Praha. s. 83–102. ISBN: 9788073401047.
- Štursa, J., Kwiatkowski, P., Harčarik, J., Zahradníková, J., Krahulec, F. 2009. Černý a červený seznam cévnatých rostlin Krkonoš. Opera Corcontica 46. 67–104.
- Tolasz, R., Voženílek, V., Míková, T., Valeriánová, A. (eds.). 2007. Atlas podnebí Česka. ČHMÚ a Vydavatelství Univerzity Palackého v Olomouci. Praha a Olomouc. 255 s. ISBN: 9788086690261.
- Vítková, M., Vítek, O., Müllerová, J. 2012. Antropogenní změny vegetace nad horní hranicí lesa v Krkonošském národním parku s důrazem na vliv turistiky. Opera Corcontica. 49. 5–30.
- Wagnerová, Z. 2000. Floristické složení vegetace lokality Moravská bouda v Krkonoších. Východočeský sborník přírodovědný - Práce a studie. 8 (2000). 109–127.
- Wagnerová, Z. 2001. Synantropní flóra u Petrovy boudy v Krkonoších. Východočeský sborník přírodovědný - Práce a studie. 9 (2001). 95–107.
- Wagnerová, Z. 2007. Floristické poměry v okolí Vosecké boudy v Krkonoších v letech 1996 až 2006 (Po aplikaci herbicidu na populace *Rumex alpinus* L.). Východočeský sborník přírodovědný - Práce a studie. 14 (2007). 159–174.
- Walker, B., Kinzig, A., Langridge, J. 1999. Plant Attribute Diversity, Resilience, and Ecosystem Function: the Nature and Significance of Dominant and Minor Species. Ecosystems. 2 (2). 95–113.
- Zbírál, J. 2001. Comparison of methods for soil pH determination. Rostlinná výroba. 47 (10). 463–466.
- Zbírál, J. 2003. Analýza půd II: jednotné pracovní postupy. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. Brno. 84 s. ISBN: 8086548384.

Použité zákony a vyhlášky:

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 275/1998 Sb. ze dne 12. listopadu 1998, o agrochemickém zkoušení zemědělských půd a zjišťování půdních vlastností lesních pozemků.

Dostupné z

<<http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/100050334.html>>.

Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 395/1992 Sb. ze dne 11. června 1992, kterou se provádějí některá ustanovení zákona České národní rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.

Dostupné z

<<http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/d79c09c54250df0dc1256e8900296e32/7698185c778da46fc125654b0044ddb?OpenDocument>>.

Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 13/1994 Sb., kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu.

Dostupné z

<http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/ostatni/Legislativa-ostatni_uplna-zneni_vyhlaska-1994-13.html>