

EKOLOGICKÁ ANALÝZA VEGETÁCIE LÚK HODRUŠSKEJ HORNATINY

Alexandra KLIMANTOVÁ

Ústav krajinnej ekológie SAV, pobočka Nitra, Akademická 2, 949 74 Nitra
e-mail: alexandra.klimantova@savba.sk

***Abstract:** A systematic survey of grassland communities was performed in Hodrušská hornatina highland, in Štiavnické vrchy mountains. In the submitted paper, we have analysed ecological profile of grassland communities. We also evaluate the effect of environmental factors on species composition of grasslands. The dataset included 153 phytosociological relevés of grasslands recorded between 2013 and 2015. Grassland communities were classified within five associations: *Holcetum lanati*, *Pastinaco sativae-Arrhenatheretum elatioris*, *Alchemillo-Arrhenatheretum elatioris*, *Anthoxantho odorati-Agrostietum tenuis*, *Onobrychido viciifoliae-Brometum erecti*; and the successional and transitional stages belonging to alliances *Arrhenatherion elatioris* and *Bromion erecti*. The results of DCA support our assumption that the main environmental gradient in species composition on grasslands is related to moisture. The results of the direct gradient analysis (RDA) show that all used environmental variables explained 3.4 % of the variability of the species data. The most important factors affecting the data variation were altitude, slope, distance from settlements, and management.*

***Key words:** diversity, Ellenberg indication values, grasslands, management, Štiavnické vrchy*

Úvod

Na území stredného Slovenska sa rozprestiera orografický celok Hodrušská hornatina. Hodrušská hornatina tvorí západnú časť územia Štiavnických vrchov, najväčšieho sopečného pohoria Západných Karpát. Väčšina územia je súčasťou Chránenej krajinnej oblasti, vyhlásenej v roku 1979 z dôvodu ochrany prírodných hodnôt a unikátnych pamiatok spojených s historickým osídlením a baníctvom. Väčšia časť Hodrušskej hornatiny je zahrnutá aj medzi lokality európskeho významu v rámci siete NATURA 2000. Väčšina lúčnych porastov na tomto území vznikla činnosťou človeka. Po vyklčovaní lesov na banské účely, začal človek tieto holé miesta obhospodarovať a skultúrňovať. Vplyvom pasvy a kosenia sa zabránilo spätnej sukcesii a vznikli často rozľahlé trávnaté a kvetnaté plochy. V minulosti boli lúky predmetom najmä hospodárskeho záujmu v poľnohospodárstve. V období kolektivizácie sa kvôli väčším výnosom stali lúky obeťami intenzifikácie, čím sa rapídne ochudobnila diverzita lúčnych druhov. Z tohto extrému sa postupne prešlo do extrému druhého. Veľkým problémom bolo nedostatočné finančné ohodnotenie, ktoré spôsobovalo opúšťanie lúčnych enkláv, ich zanedbávanie a následné zarastanie náletovými drevinami. Plochy kvetnatých lúk sa z roka na rok zmenšujú. Aj vďaka ochrane prírody a aktivite ľudí žijúcich v území sa podarilo zachovať aspoň časť

týchto unikátnych rastlinných spoločenstiev, vyznačujúcich sa pomerne vysokou druhovou diverzitou. Na ploche 25 m² môžeme nájsť viac ako 60 druhov (Klimantová, 2017). Takýto vysoký počet druhov je výsledkom dlhodobého obhospodarovania trávnych porastov (pravidelné kosenie a pasenie) a odlišných mikroklimatických podmienok.

Flóra a vegetácia skúmaného územia priťahovala pozornosť veľkého množstva botanikov už od 18. storočia (Ján Anton Scopoli, Pál Kitaibel) (Hrabovec, 1990; Oťaheľová a kol., 2011). Významným botanikom prvej polovice 19. storočia bol aj Rudolf Feistmantel, ktorý sa okrem iného zaslúžil o založenie botanicko – dendrologickej záhrady v Kysihýbli. V okolí Banskej Štiavnice v tom období botanizovali aj menej známi Feichtinger Sándor a Fekete Lajos (Vozárová a Šipošová, 2010). Za najstarší fytoecenologický výskum na území Štiavnických vrchov môžeme považovať výskum Mikyšku z obdobia medzi rokmi 1929 - 1939 (Ciriaková a Hegedúšová, 2003). Ďalším výskumom štiavnického okolia sa v druhej polovici 19. storočia zaoberali Andrej Kmeť. Najkomplexnejšia publikácia z pohoria Štiavnických vrchov však pochádza až z roku 1985, keď Aladar Hlavaček zhrnul dovtedajšie poznatky a herbárové zbery do publikácie Flóra CHKO Štiavnické vrchy. Vegetačné pomery južných výbežkov Štiavnických vrchov spracovali Neuhäusl a Neuhäuslová-Novotná počas rokov 1964 - 1965 (Ciriaková a Hegedúšová, 2003). Skúmaním lúčnej a pasienkovej vegetácie územia Štiavnických vrchov sa vo svojich publikáciách zaoberali Ružičková (1986), Ružičková a Halada (2005), Hegedúšová a Ružičková (2007), Klimantová (2017).

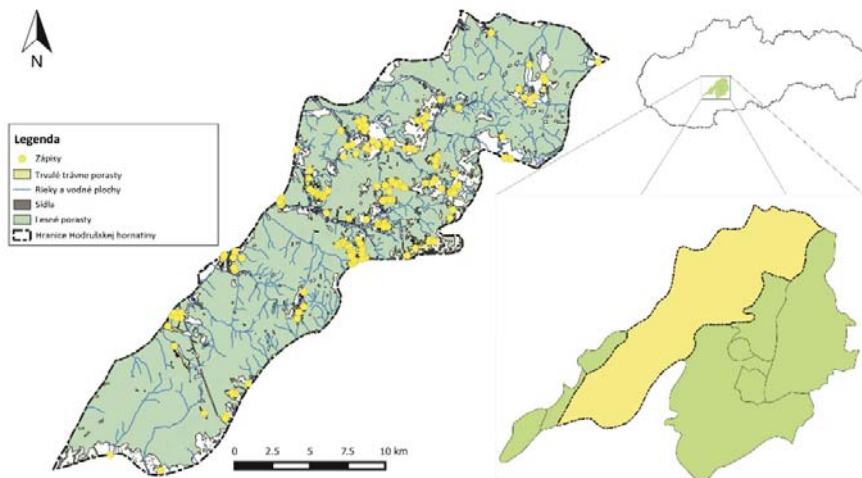
Hlavným cieľom príspevku je analyzovať ekologický profil lúčnych spoločenstiev Hodrušskej hornatiny a vplyv faktorov prostredia na ich druhové zloženie.

Vymedzené územie

Štiavnické vrchy predstavujú výnimočné územie nielen svojim geologickým pôvodom, ale najmä svojou špecifickou biogeografickou polohou (Kollár a Lacika, 2004). Nachádzajú sa totiž na rozhraní dvoch rôznych klimatických typov, čo dovoľuje prelínanie prvkov panónskej flóry s karpatskými horskými. Záujmové územie Hodrušskej hornatiny tvorí osobitý geomorfologický podcelok v západnej časti Štiavnických vrchov (Mihál, 2004) (obr. 1). Celková rozloha skúmaného územia predstavuje 35 136 ha. V rámci Štiavnických vrchov má Hodrušská hornatina najčlenitejší reliéf (Kollár a Lacika, 2004). Nadmorská výška sa pohybuje v rozpätí od 232 m n. m. do 939 m n. m. Celková vertikálna disekcia územia je 707 m. Geologický podklad je tvorený predovšetkým andezitmy a granitmy, v niektorých častiach vápencami a čadičom. Z pôdnych typov tu prevládajú fluvizeme, rendziny (Miklós a Hrnčiarová (eds.), 2002) a kambizeme (Kunca a kol., 2005). Hodrušská hornatina leží v mierne teplom klimatickom pásme s priemernými ročnými teplotami od 6°C do 10°C. Letá sú pomerne krátke a suché, s priemernou teplotou najteplejšieho mesiaca v intervale 15°C - 19°C. Na druhej strane, priemerné teploty najchladnejšieho mesiaca sa pohybujú medzi -1°C až -5°C. Priemerný ročný úhrn zrážok sa uvádza v rozpätí od 700 do 900 mm (SHMÚ, 2015). Z fyto geografického hľadiska patrí územie do celku *Carpaticum occidentale* a podcelku

Praecarpaticum. Vymedzené územie má charakter prevažne lesnej krajiny so zastúpením trvalých trávnych porastov.

Obr. 1: Mapa skúmaného územia



Metodika

Zber fytoocenologických dát

Východiskom pre výber lokalít bolo získať plochy čo najlepšie reprezentujúce charakter lúčnych porastov územia Hodrušskej hornatiny. Zvolené plochy zahŕňali lúky s intenzívnym aj extenzívnym spôsobom obhospodarovania, pasienky, sadové lúky a tiež opustené trávne porasty. Celkovo sa nám podarilo zmonitorovať 153 lokalít. Fytoocenologický výskum bol realizovaný počas troch vegetačných sezón (2013 – 2015), pričom vychádzal zo zásad Züriško-Montpelierskej školy (Braun-Blanquet, 1964). Plocha každého zápisu predstavovala štvorec o rozlohe 25 m² (Chytrý a Otýpková, 2003). Pri určovaní pokryvnosti jednotlivých druhov sme používali 9-člennú ordinálnu stupnicu (van der Maarel, 1979). Názvoslovie uvádzame podľa práce Marhold a Hindák (1998).

Spracovanie a analýza fytoocenologických dát

Zobierané fytoocenologické dáta boli uložené do databázového programu Turboveg for Windows (Hennekens a Schaminée, 2001). Pre numerickú klasifikáciu zápisov sme použili klasifikačnú metódu TWINSpan (Hill, 1979) v programe JUICE 7.0 (Tichý, 2002). Podľa metodiky Botta-Dukát a kol. (2005) sme vypočítali „Crispness of classification“ a na základe najvyššej hodnoty „Actual Average Crispness Value“ sme zápisy rozdelili do 8 skupín. Diagnostické druhy pre jednotlivé skupiny sme určili na základe vypočítanej fidelity. Štatistická významnosť fidelity bola testovaná Fisherovým testom ($p < 0,001$). Za diagnostické druhy boli považované tie s hodnotou $\geq 0,20$. Druhová bohatosť sme určili podľa počtu druhov na plochách a diverzitu sme vyjadrili pomocou Shannonovho indexu.

Ekologická analýza

Pri ekologickej charakteristike sme využili vážené priemery Ellenbergovych indikačných hodnôt pre vlhkosť, svetlo, teplotu, kontinentalitu, pôdnu reakciu a obsah živín (Ellenberg a kol., 1992). Priamo v teréne sme zaznamenávali nadmorskú výšku, sklonitosť plochy, orientáciu voči svetovým stranám a spôsob obhospodarovania. Pre zjednodušenie sme rozlišovali tri kategórie manažmentu: intenzívne alebo extenzívne obhospodované a opustené plochy. Tepelný index (heat index) sme vypočítali podľa vzorca, ktorý udávajú Parker (1988) a McCune a Keon (2002): tepelný index = $\cos(\text{orientácia} - 225^\circ) \times \text{tg}(\text{sklon})$. Pre výpočet najkratšej vzdialenosti lokalít od cestných komunikácií a sídel bol využitý multiplatformový, voľne dostupný, desktopový geografický informačný systém GRASS GIS (Grass Development Team, 2016). Štatistické analýzy sme uskutočnili v programe STATISTICA 8 (StatSoft, 2001). Pre analýzu ekologických gradientov druhových dát bola využitá detrendovaná korešpondenčná analýza (DCA) v programe Canoco 4.5 for Windows (Ter Braak a Šmilauer, 2002). Shannonov index diverzity a vážené priemery Ellenbergovych indikačných hodnôt vstupujú do analýzy ako doplnkové premenné. Na základe výsledkov DCA analýzy sme ďalej volili lineárny ordinačný model, kde sme použili redundančnú (RDA) analýzu. Prostredníctvom priamej gradientovej analýzy sme analyzovali vzťah medzi faktormi prostredia a druhovým zložením jednotlivých syntaxonomických jednotiek. Signifikantnosť vplyvu environmentálnych faktorov na druhové zloženie bola testovaná Monte Carlo permutačným testom s použitím 499 permutácií ($p < 0,05$) v programe Canoco 4,5 for Windows.

Výsledky a diskusia

Použitím expertného systému sme identifikovali 153 fytoecologických zápisov z územia Hodrušskej hornatiny.

Hierarchický systém zistených syntaxónov:

Molinio-Arrhenatheretea R. Tx. 1937

Molinia caeruleae Koch 1926

Deschampsion cespitosae Horvatić 1930

***Holcetum lanati* Issler 1936**

Arrhenatheretalia R. Tx. 1931

Arrhenatherion elatioris Luquet 1926

***Pastinaco sativae-Arrhenatheretum ealtioris* Passarge 1964**

***Alchemillo-Arrhenatheretum elatioris* Sougnez et Limbourg 1963**

***Anthoxantho odorati-Agrostietum tenuis* Sillinger 1933**

Festuco-Brometea Br.-Bl. et R. Tx. ex Soó 1947

Brometalia erecti Br.-Bl. 1936

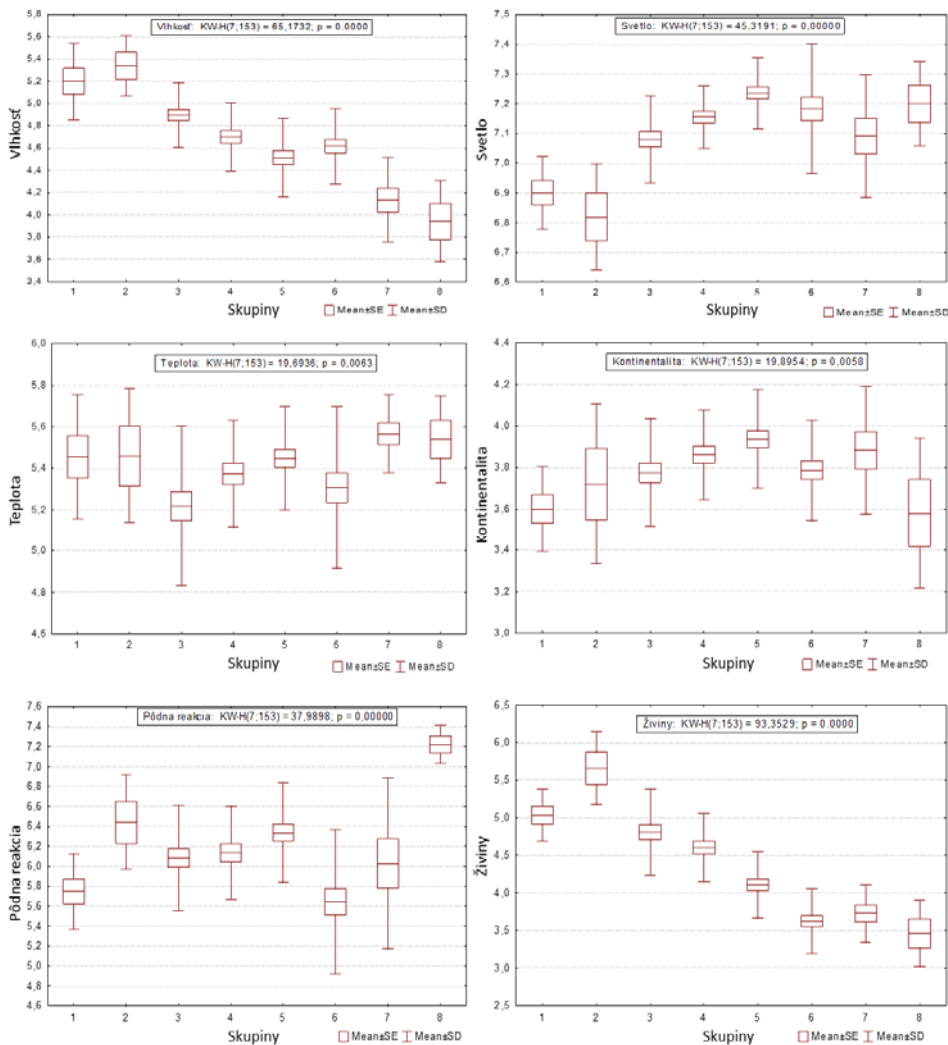
Bromion erecti Koch 1926

***Onobrychido viciifoliae-Brometum erecti* T.Müller 1966**

Deväť spoločenstiev sme zaradili do asociácie *Holcetum lanati* Issler 1936, 37 zápisov bolo klasifikovaných v asociácii *Pastinaco sativae-Arrhenatheretum elatioris* Passarge 1964, 33 zápisov bolo zaradených do asociácie *Alchemillo-Arrhenatheretum elatioris* Sougnez et Limbourg 1963, 30 zápisov sme klasifikovali ako asociáciu *Anthoxantho odorati-Agrostietum tenuis* Sillinger 1933 a päť sme zaradili k asociácii *Onobrychido viciifoliae-Brometum erecti* T.Müller 1966. Zápisy, ktoré nebolo možné klasifikovať do asociácií, z dôvodu ich prechodných a sukcesných štádií, boli klasifikované do vyšších syntaxonomických jednotiek - zväzy *Arrhenatherion elatioris* Luquet 1926 a *Bromion erecti* Koch 1926. Jednotlivé skupiny spoločenstiev travinno-bylinnej vegetácie Hodrušskej hornatiny sú bližšie popísané v práci Klimantová (2017). Ekologický profil spoločenstva je rozhodujúcim indikátorom vlastností prostredia a vychádza z kvalitatívnych a kvantitatívnych znakov fytoocenóz (Križová a Nič, 2000). Ekologické nároky nami identifikovaných syntaxónov hodnotíme na základe vážených Ellenbergových indikačných hodnôt (EIH) (Ellenberg a kol., 1992). Porovnanie EIH na obrázku 2 poukazuje na značné rozdiely medzi ekologickými nárokmi jednotlivých syntaxonomických skupín, obzvlášť na vlhkosť pomery. Pôdna vlhkosť patrí k najvýznamnejším ekologickým faktorom, ktoré podmieňujú rozvoj spoločenstiev. Jej určujúcimi faktormi sú najmä atmosférické zrážky a hladina spodnej vody. Vlhkostný režim pôd sa odráža na druhovom zložení jednotlivých spoločenstiev. Jednotlivé skupiny zaznamenaných spoločenstiev v podstate kopírujú vlhkostný gradient. Výnimkou sú len intenzívne obhospodarované lúky asociácie *Pastinaco sativae-Arrhenatheretum elatioris*, ktoré vykazujú vyššie vážené hodnoty Ellenbergových ekočísiel. Dôvodom môže byť skutočnosť, že sa dané porasty nachádzali v alúviu vodných tokov. Druhým najvlhším spoločenstvom bola vlhkomilná asociácia *Holcetum lanati*. Na opačnej strane vlhkosťného gradientu sa nachádzajú spoločenstvá zväzu *Bromion erecti*. Nižšiu pôdnu vlhkosť indikujú mnohé suchomilné druhy ako *Dianthus carthusianorum*, *Geranium sanguineum*, *Hieracium pilosella* a iné. Z hľadiska nárokov na svetlo majú najvyššie hodnoty subxerofilné spoločenstvá zväzu *Bromion erecti* a asociácie *Anthoxantho odorati-Agrostietum tenuis*. Keďže ide o pomerne nízke a riedke spoločenstvá svetlomilné druhy sa dokážu lepšie uplatňovať. Vyšším zastúpením svetlomilných druhov (*Arabis hirsuta*, *Dianthus carthusianorum*, *Plantago media*, *Sanguisorba minor*, *Trifolium montanum*) sa vyznačujú aj spoločenstvá prechodných štádií zväzu *Arrhenatherion elatioris*. Naopak v spoločenstvách asociácie *Holcetum lanati* a asociácie *Pastinaco sativae-Arrhenatheretum elatioris*, kde na mnohých lokalitách prevládajú vysoké druhy tráv, sme zaznamenali pomerne vysoké zastúpenie druhov znášajúcich zatienenie (*Cruciata laevipes*, *Trifolium repens*, *Trifolium pratense*, *Veronica chamaedrys*). Ellenbergove indikačné hodnoty pre teplotu v rozmedzí hodnôt 4 – 5 prislúchajú indikátorom chladu až mierneho tepla. Spoločenstvá asociácie *Pastinaco sativae-Arrhenatheretum elatioris* predstavovali v teplotnom gradiente najchladnejšie porasty. Nižšie priemerné hodnoty EIH indikovali prítomnosť psychrofilných druhov (*Alchemilla xanthochlora*). Najvyššími hodnotami sa prirodzene vyznačovali subxerofilné porasty zo zväzu *Bromion erecti*. V týchto spoločenstvách sa vyskytovali xerotermné druhy *Poa angustifolia*, *Cerastium holosteoides*, *Trifolium arvense*. Nároky na teplotu mezofilných spoločenstiev ostatných syntaxónov boli pomerne vyrovnané. Z pohľadu kontinentality

zaradujeme väčšinu zistených spoločenstiev na úroveň prechodov medzi oceánickými a suboceánickými spoločenstvami.

Obr. 2: Krabicové grafy znázorňujúce rozpätia priemerných EIH na úrovni identifikovaných syntaxónov (Vysvetlivky: 1 - *Holcetum lanati*, 2 - *Pastinaco sativae-Arrhenatheretum elatioris* - intenzívne lúky, 3 - *Pastinaco sativae-Arrhenatheretum elatioris*, 4 - *Alchemillo-Arrhenatheretum elatioris*, 5 - *Arrhenatherion elatioris*, 6 - *Anthoxantho odorati-Agrostietum tenuis*, 7 - *Bromion erecti*, 8 - *Onobrychido viciifoliae-Brometum erecti*)

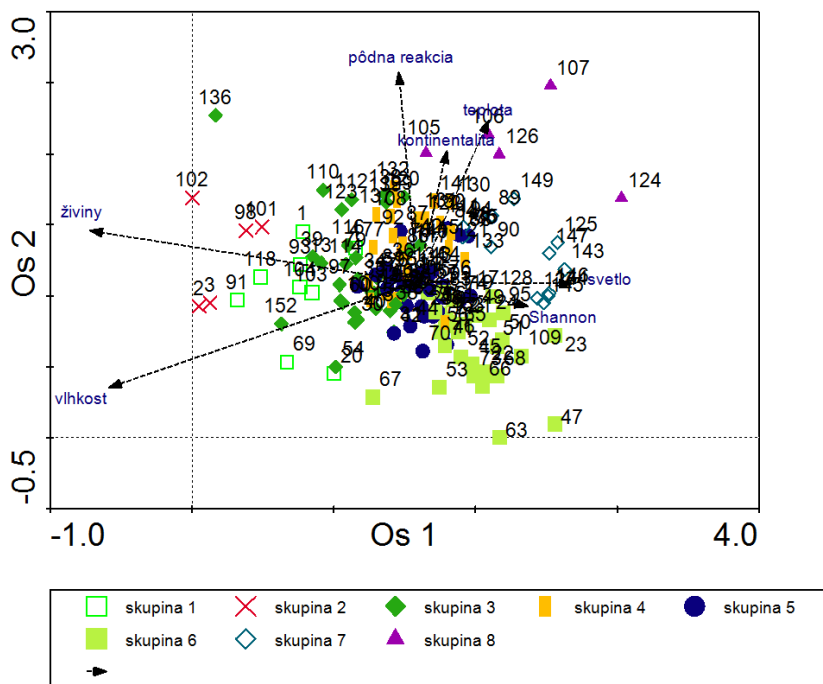


Na druhové zloženie rastlinných spoločenstiev vplyvajú predovšetkým pôdna reakcia a obsah živín v pôde. Pôdnu reakciu priamo ovplyvňuje geologické podlažie. Väčšina záujmového územia sa rozprestiera na andezitoch, miestami prechádzajú aj bridlice,

granity, ryolity, či dokonca vápence. Neutrálnu až zásaditú reakciu mali porasty asociácie *Onobrychido viciifoliae-Brometum erecti* na vápencovom podklade. Ostatné spoločenstvá rásť skôr na neutrálnych až mierne kyslých pôdach. Obsah živín v pôde radíme k dôležitým synekologickým faktorom, ktoré ovplyvňujú výskyt rastlinných spoločenstiev. V pôdach trávnych porastov je určovaný prirodzenou zásobou pôdy a hnojením. Spoločenstvá s najvyššími hodnotami EIH pre živiny boli intenzívne obhospodarované porasty asociácie *Pastinaco sativae-Arrhenatheretum elatioris*. Túto skutočnosť indikovala aj prítomnosť na živiny náročných druhov. Nižším obsahom živín sa vyznačovali spoločenstvá subxerofilného charakteru čo môže byť spôsobené rýchlejším vyplavovaním živín na strmších a prevažne južne orientovaných svahoch. Nízke hodnoty živín v pôde mali tiež spoločenstvá asociácie *Anthoxantho odorati-Agrostietum tenuis*, rovnako ako uvádza Uhlárová (1996) vo svojej práci.

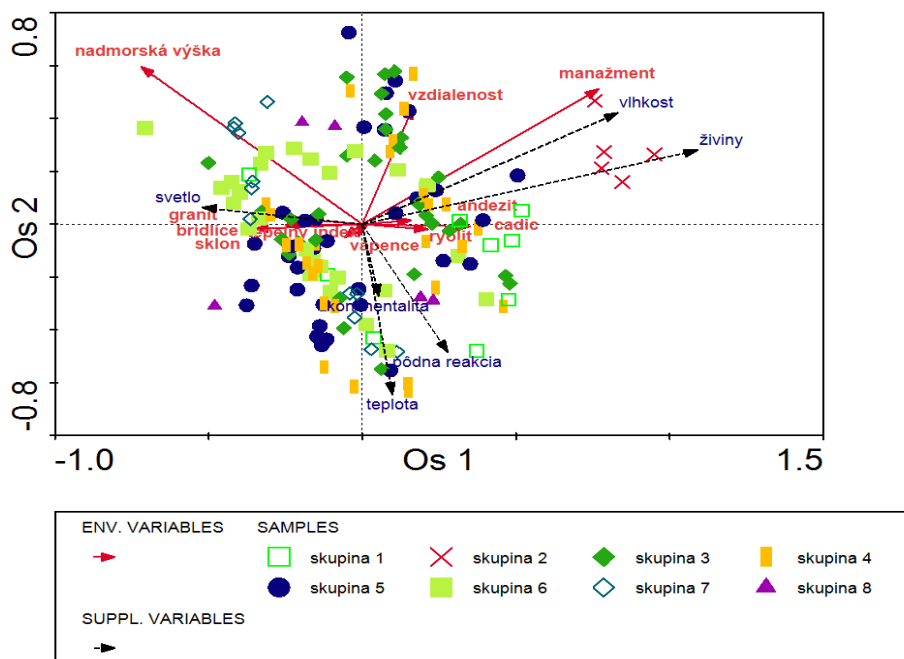
Vznik a vývoj trávnych spoločenstiev je v našich zemepisných šírkach podmienený predovšetkým pôsobením rôznych ekologických faktorov prostredia a antropogénnych vplyvov (klíma, vlhkosť, geologický podklad, pôdne pomery a spôsob obhospodarovania). Detrendovaná korešpondenčná analýza (DCA) zobrazuje rozmiestnenie jednotlivých skupín zápisov v ordinačnom priestore vo vzťahu k faktorom prostredia (obr. 3).

Obr. 3: Ordinačný graf detrendovanej korešpondenčnej analýzy (DCA) (Vysvetlivky: 1 - *Holcetum lanati*, 2 - *Pastinaco sativae-Arrhenatheretum elatioris* - intenzívne lúky, 3 - *Pastinaco sativae-Arrhenatheretum elatioris*, 4 - *Alchemillo-Arrhenatheretum elatioris*, 5 - *Arrhenatherion elatioris*, 6 - *Anthoxantho odorati-Agrostietum tenuis*, 7 - *Bromion erecti*, 8 - *Onobrychido viciifoliae-Brometum erecti*)



Environmentálne premenné odvodené z Ellenbergových indikačných hodnôt sú vložené ako doplnkové. Prvá os v tomto prípade vysvetľuje 4,4 % variability druhov a druhá os 2,9 %. Na základe výsledkov DCA analýzy môžeme usudzovať, že prvá DCA os predstavuje gradient svetelných podmienok, ktoré s ňou korelujú pozitívne (0,420). Negatívne s prvou osou korelujú EIH pre živiny (-0,898) a vlhkosť (-0,813). Pozdĺž druhej DCA osi je možné interpretovať gradient pôdnej reakcie, teploty či kontinentality. Tieto parametre korelujú s druhou DCA osou pozitívne (pôdna reakcia 0,652, teplota 0,478 a kontinentalita 0,396). Popisované korelácie súvisia s ekologickými vlastnosťami jednotlivých syntaxonomických jednotiek. Na základe dĺžky gradientu (1. DCA os: 3,030 a 2. DCA os: 2,482) zistenej prostredníctvom DCA analýzy sme ďalej použili lineárne ordinačné metódy. Vzťah medzi druhovým zložením a vybranými faktormi prostredia sme analyzovali pomocou redundančnej analýzy (RDA) (obr. 4).

Obr. 4: Ordinačný graf detrendovanej korešpondenčnej analýzy (DCA) (Vysvetlivky: 1 - *Holcetum lanati*, 2 - *Pastinaco sativae-Arrhenatheretum elatioris* - intenzívne lúky, 3 - *Pastinaco sativae-Arrhenatheretum elatioris*, 4 - *Alchemillo-Arrhenatheretum elatioris*, 5 - *Arrhenatherion elatioris*, 6 - *Anthoxantho odorati-Agrostietum tenuis*, 7 - *Bromion erecti*, 8 - *Onobrychido vicifoliae-Brometum erecti*)



Prvá RDA ordinačná os vysvetľuje 3,4 % variability druhových dát. Zároveň, prvou ordinačnou osou je zachytená skutočnosť, že 27,2 % variability celého dátového súboru vysvetľujú vybrané premenné prostredia. Druhá ordinačná os vysvetľuje 1,9 % variability druhových dát a 15,7 % vzťahu medzi druhovým zložením a premennými prostredia. Tieto hodnoty sú pomerne nízke, čo znamená, že zvolené premenné pravdepodobne nie sú najvýznamnejšími faktormi ovplyvňujúcimi druhové zloženie tunajších porastov.

Vážené EIH boli do tejto analýzy vnesené len ako doplnkové premenné. Intenzívne využívané porasty asociácie *Pastinaco sativae-Arrhenatheretum elatioris* sú v ordinačnom priestore situované v pravej časti grafu, kde vplyvom intenzívneho manažmentu stúpa množstvo živín v pôde. Porasty asociácie *Alchemillo-Arrhenatheretum elatioris*, ktoré už neboli obhospodarované sa naopak zhlukujú v ľavej časti priestoru grafu. Smerom z ľavej strany do pravej stúpa aj vplyv vlhkosti a na pravej polovici grafu sa zoskupujú zápisy z asociácie *Holcetum lanati*. Subxerofilné trávne porasty asociácie *Onobrychido viciifoliae-Brometum erecti* sú väčšinou rozmiestnené v spodnej časti, kde preukazuje značný vplyv teploty, pôdnej reakcie a vápenatého podkladu. Zápisy asociácie *Anthoxantho odorati-Agrostietum tenuis* sú sústredené v ľavom priestore grafu, korelované s rastúcou nadmorskou výškou. Väčšina zápisov asociácie *Pastinaco sativae-Arrhenatheretum elatioris* a prechodných štádií v rámci zväzu *Arrhenatherion elatioris* je rozmiestnená takmer v celom priestore ordinačného diagramu, čo naznačuje, že tieto syntaxonomické jednotky sú značne indiferentné k vybraným environmentálnym faktorom.

Na základe Monte Carlo permutačného testu so 499 permutáciami v rámci RDA analýzy, môžeme konštatovať, že druhové zloženie významne ovplyvňujú nadmorská výška, sklon, vápencový geologický podklad, manažment a vzdialenosť lokality od sídiel (tab. 1). Menším vplyvom sa vyznačuje tepelný index, vyjadrujúci topografickú výhrevnosť.

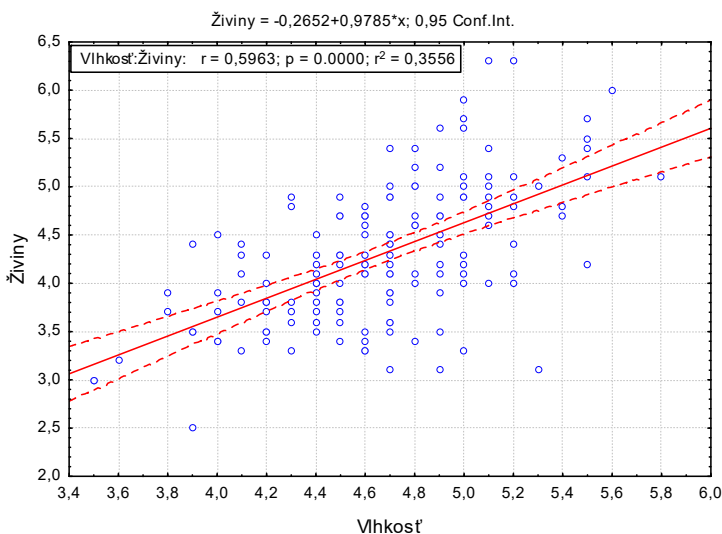
Tab. 1: Výsledky Monte Carlo permutačného testu so 499 permutáciami v rámci RDA analýzy (Vysvetlivky: tučným písmom sú označené štatisticky významné hodnoty, kde $p < 0,05$)

Environmentálna premenná	p-hodnota	F-ratio
Tepelný index	0,0440	1,36
Sklon	0,0020	1,71
Nadmorská výška	0,0020	3,48
Vzdialenosť od sídiel	0,0020	1,76
Manažment	0,0020	4,07
Čadič	0,4300	1,01
Vápenec	0,0040	2,03
Granit	0,4300	1,01
Bridlica	0,0100	1,71
Andezit	0,0920	1,24
Ryolit	0,0780	1,25

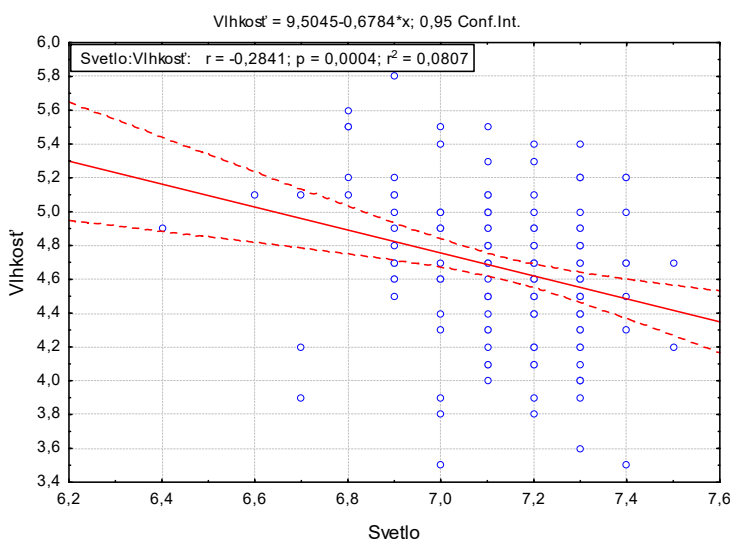
Regresná analýza uvádzaných ekologických faktorov ukázala najtesnejšiu pozitívnu koreláciu medzi pôdnou vlhkosťou a obsahom živín v pôde. Hladinu významnosti α sme stanovili na $\alpha = 0,05$. Hodnota p vyšla hlboko pod touto hodnotou (obr. 5) a keďže

$p < 0,05$, hypotézu H_0 o lineárnej nezávislosti ekologických faktorov vlhkosti a živín môžeme zamietnuť. Negatívny typ korelácie bol preukázaný pre vlhkosť a svetlo (obr. 6). Pri hodnote $p = 0,0004$ a hladine významnosti $\alpha = 0,05$ hypotézu H_0 o lineárnej nezávislosti vlhkosti a svetla zamietame. Závislosť pôdnej reakcie a živín sa nám nepodarilo potvrdiť, keďže hodnota $p = 0,0659$, čo znamená že $p > 0,05$. Podobné výsledky regresnej analýzy dosiahli vo svojej práci aj Cornwell a Grubb (2003). Sú dôkazom prirodzenej viacnásobnej závislosti vzájomného pôsobenia ekologických faktorov.

Obr. 5: Lineárna závislosť vlhkosti a obsahu živín v pôde



Obr. 6: Lineárna závislosť svetelných podmienok a vlhkosti



Záver

Výsledky našej štúdie potvrdzujú význam jednak podmienok prostredia a tiež spôsobu obhospodarovania na druhové zloženie lúčnych spoločenstiev na území Hodrušskej hornatiny. Na druhové zloženie nami identifikovaných vegetačných jednotiek majú z environmentálnych faktorov najväčší vplyv nadmorská výška, sklon, tepelný index, vzdialenosť od sídiel, geologický podklad a z nej vyplývajúca pôdna reakcia a vlhkosť. Na skúmanom území sa preto väčšinou vyvinuli mezofilné, subxerofilné a xerofilné podhorské lúky. Vo všeobecnosti, druhové zloženie závisí aj od spôsobu a intenzity hospodárenia. Strata záujmu o hospodárenie má za následok postupnú sukcesiu a zalesňovanie, čo vedie ku každoročným stratám na výmere. Na druhej strane prílišné využívanie znižuje druhovú bohatosť porastov. Pre zachovanie čo najvyššej druhovej aj funkčnej diverzity je potrebné nastaviť optimálne hospodárenie pre jednotlivé typy trávnych porastov.

PodĎakovanie

Tento príspevok vznikol vďaka podpore operačného programu Výskum a vývoj pre projekt: Obnova a budovanie technickej infraštruktúry výskumu a vývoja Ústavu krajinej ekológie Slovenskej akadémie vied, kód ITMS: 26210120007, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja (100 %).

Literatúra

- BOTTA-DUKÁT, Z., CHYTRÝ, M., HÁJKOVÁ, P., HAVLOVÁ, M., 2005: Vegetation of lowland wet meadows along a climatic continentality gradient in Central Europe. *Preslia* 77: 89 – 111.
- BRAUN-BLANQUET, J., 1964: Pflanzensozioogie. Grundzuge der Vegetationskunde. Ed. 3. - Springer Verlag, Wien et New York, 865 ss.
- CIRIKOVÁ, A., HEGEDŮŠOVÁ, K., 2003: Lesné spoločenstvá severozápadnej časti Štiavnických vrchov. *Bull. Slov. Bot. Spoločn.* 25: 185 – 198.
- CORNWELL, W. K., GRUBB, P. J., 2003: Regional and local patterns in plant species richness with respect to resource availability. In: *Oikos* 100: 417 – 428.
- ELLENBERG, H., WEBER, H. E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W., P. D., 1992: Zeigwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica*. Erich Goltze, Göttingen.
- GRASS DEVELOPMENT TEAM., 2016: Geografický informačný systém GRASS GIS. Online: <https://grass.osgeo.org/>.
- HEGEDŮŠOVÁ, K., RUŽIČKOVÁ, H., 2007: Diversity of alliance *Polygono-Trisetion* and its occurrence in Slovakia. In: Ecology of grassland communities VII. Zborník prác zo VII. Medzinárodnej konferencie pri príležitosti 45. výročia vzniku Výskumného ústavu

trávných porastov a horského poľnohospodárstva a životného jubilee prof. Ing. Vladimíra Krajčoviča, 28. - 30.11.2007. Banská Bystrica, 146 – 153.

HENNEKENS, S. M., SCHAMINÉE, J. H. J., 2001: Turboveg a comprehensive database management for vegetation data. *Journal of Vegetation Science* 12 (4): 589 – 591.

HILL, M. O., 1979: Twinspan. a Fortran program for arranging multivariate data in an ordered two - way table by classification of the individuals and attributes. *Ecology and Systematics*, Cornell University, Ithaca, New York.

HLAVAČEK, A., 1985: Flóra CHKO Štiavnické vrchy. Ústredie štátnej ochrany prírody, Liptovský Mikuláš, 774 s.

HRABOVEC, I., 1990: Z dejín botaniky a zoológie na Slovensku do polovice 19. stor. VEDA, Bratislava, 120 s. ISBN 80-224-0177-3.

CHYTRÝ, M., OTÝPKOVÁ, Z., 2003: Plot size used for phytosociological sampling of European vegetation. *Journal of Vegetation Science*. 14 (4): 563 – 570.

KLIMANTOVÁ, A., 2017: Grassland vegetation of Hodrušská hornatina highland in Central Slovakia. *Hacquetia* 16 (2): 189 – 212.

KOLLÁR, D., LACIKA, J., 2004: Štiavnické vrchy (Slovenské stredohorie)/ S batohom po Slovensku, Dajama, Bratislava, 160 s. ISBN 80-85314-93-2.

KRIŽOVÁ, E., NIČ, J., 2000: Fytocenológia a lesnícka typológia. Návody na cvičenia. Edič. stred. VŠLD, Zvolen, 120 ss.

KUNCA, V., ŠEFFEK, J., OLAH, B., GAVLAS, V., WIEZIK, M., 2005: Dynamika ekosystémov Štiavnických vrchov (Zhodnotenie z pohľadu zmien využitia krajiny, štruktúry vybraných zoocenóz a stability lesných ekosystémov), 102 s.

MARHOLD, K., HINDÁK, F., 1998: Zoznam nižších a vyšších rastlín Slovenska. Bratislava: Veda, 687 ss., ISBN 80-224-0526-4.

MCCUNE, B., KEON, D., 2002: Equations for potential annual direct incident radiation and heat load. *Journal of Vegetation Science* 13: 603 – 606.

MIHÁL, I., 2004: Poznámky k mykoflóre bunkových monokultúr Hodrušskej pahorkatiny. In: *Ochrana prírody*, Banská Bystrica, 23: 51 – 57.

MIKLÓS, L., HRNČIAROVÁ, T., (EDS.), 2002: The Atlas of the Slovak Republic landscape. Ministerstvo životného prostredia, Bratislava, 342 s. ISBN 80-88833-27-2.

OŤAHELOVÁ, H. a kol., 2011: Rastlinné spoločenstvá antropogénnych vodných nádrží Štiavnických vrchov. In: *Bull. Slov. Bot. Spoločn.*, Bratislava, roč. 33, č. 1: s. 67 – 82.

PARKER, K. C., 1988: Environmental relationship and vegetation associates of columnar cacti in the northern Sonoran Desert. *Vegetation* 78:125 – 140.

RUŽIČKOVÁ, H., 1986: Moor-grass meadows (association *Junco-Molinietum* Preising 1951) at Holý vrch. In: Šteffek J. (ed.) *Overview of results from the XXI. camp of conservationists*. Počúvadlo. s. 5 – 13.

RUŽIČKOVÁ, H., HALADA, L., 2005: Orchard meadows of Banská Štiavnica town (Central Slovakia). *Polish Bot. Stud.* 19: 211 – 218.

SHMÚ. 2015: Atlas of Climate. Slovak hydro-meteorological institute. Online: <http://klimat.shmu.sk/kas/>.

STATSOFT, Inc. 2001: STATISTICA (data analysis software system), version 8.0. www.statsoft.com.

TICHÝ, L., 2002: JUICE, software for vegetation classification. In: *Journal of Vegetation Science* 13: 451 – 453.

TER BRAAK, C. J. F., ŠMILAUER, P., 2002: CANOCO. Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Microcomputer Power (Ithaca NY, USA), 500 ss.

UHLIAROVÁ, E., 1996: Trávne porasty Javoria, ich produkčné a mimoprodukčné funkcie. Kandidátska dizertačná práca. Ústav krajinej ekológie SAV.

VAN DER MAAREL, E., 1979: Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effect on community similarity. *Vegetation* 39: 97 – 114.

VOZÁROVÁ, M., ŠÍPOŠOVÁ, H., 2010: Osobnosti botaniky na Slovensku. VEDA, Bratislava, 615 s. ISBN 978-80224-1136-3.