



FOLIA OECOLOGICA 3

PRÍRODNÉ VEDY, LI.

ACTA UNIVERSITATIS PREŠOVIENSIS



PRÍRODNÉ VEDY

FOLIA OECOLOGICA 3

Ročník LI.

Prešov 2010

ACTA UNIVERSITATIS PREŠOVIENSIS

PRÍRODNÉ VEDY
FOLIA OECOLOGICA 3

Ročník LI



Zostavovatelia: doc. Ing. Danica Fazekašová, PhD.
Mgr. Peter Manko
RNDr. Beáta Baranová

Výkonný redaktor: Mgr. Peter Manko

Recenzenti:

Ing. Pavol Balázs, PhD., doc. RNDr. Magdaléna Bálintová, PhD., doc. RNDr. Adriana Eštoková, PhD., doc. Ing. Danica Fazekašová, PhD., prof. Ing. Václav Kohout, DrSc., PaedDr. Ján Koščo, PhD., MVDr. Peter Košuth, PhD., RNDr. Dana Kotorová, PhD., RNDr. Darina Muchová, doc. RNDr. Ľubomír Panigaj, CSc, Mgr. Ladislav Pekárik, PhD., doc. Dr. Ing. Miloslav Šlezinger, CSc., prof. RNDr. Jozef Terek, PhD., Ing. Stanislav Torma, PhD., Ing. Hana Uhmanová, prof. Ing. Jozef Vilček, PhD., doc. RNDr. Ing. Josef Zahradníček, CSc., doc. Ing. Ľubica Zaušková, PhD., doc. Ing. Miloslav Zota, CSc.

Redakčná rada:

Predseda: doc. Ing. Danica Fazekašová, PhD.

Členovia: Ing. Pavol Balázs, PhD.
prof. RNDr. Róbert Ištók, PhD.
PaedDr. Ján Koščo, PhD.
prof. RNDr. Oľga Kontrišová, CSc.
doc. RNDr. Ivan Šalamon, CSc.
prof. RNDr. Jozef Terek, PhD.
prof. RNDr. Miroslav Papáček, CSc.
prof. Dr. Ján Kišgeci
doc. PaedDr. RNDr. Milada Švecová, CSc.

ISSN 1338-080X

OBSAH / CONTENTS

<i>Josef HOLEC – Martina LEVINSKÁ – Václav BRANT – Josef SOUKUP</i> Změny druhové diverzity polních plodin pěstovaných na území ČR v období 1956 – 2008 <i>Changes in diversity of crop species grown in the area of the Czech Republic between 1956 – 2008</i>	6
<i>Luděk TYŠER – Michaela KOLÁŘOVÁ</i> Plevelné druhy rodu Rozrazil v České republice <i>Weed species of genus Veronica in the Czech Republic</i>	13
<i>Dagmar MACKOVÁ – Danica FAZEKAŠOVÁ – Pavol BALÁZS</i> Druhové zloženie rastlín na vybraných plochách s ekologickým systémom hospodárenia v marginálnych oblastiach severovýchodného Slovenska <i>Diversity of flora species on localities with ecological management in marginal parts of north-eastern Slovakia</i>	21
<i>Vlasta HARBULÁKOVÁ – Adriana EŠTOKOVÁ – Nadežda ŠTEVULOVÁ</i> Biodeteriorizácia betónových konštrukcií ako dôsledok pôsobenia vybraných druhov baktérií nachádzajúcich sa v kyslých prostrediach <i>Biodeterioration of concrete structures as a result of interaction of selected species of bacteria occurring in acidic environments</i>	28
<i>Beáta BARANOVÁ</i> Zastúpenie radov epigeickej makrofauny a koleopter vybranej jedľobučiny v Čergovskom pohorí <i>Epigaeic macro fauna and beetles (Coleoptera) of fir-beech forest in Čergovské pohorie mountain</i>	35
<i>Ivan STRÁŇAI – Jaroslav ANDREJI</i> Vek a rast pstruha potočného (<i>Salmo trutta m. fario</i>) vo vodárenskej nádrži Turček <i>Age and growth of brown trout (Salmo trutta m. fario) in the Turček water reservoir</i>	42
<i>Peter MANKO – Ján ŠEVC – Ján KOŠČO – Jozef VYŠIN</i> Potrava pstruha (<i>Salmo trutta m. fario</i>) a hlaváča (<i>Cottus poecilopus</i>) v hornej Toryse <i>Food composition of Salmo trutta m. fario and Cottus poecilopus in upper Torysa river</i>	48

Gabriela BARANČÍKOVÁ

Vývoj organického uhlíka na poľnohospodárskych pôdach Slovenska
Organic carbon development on agricultural soils of Slovakia..... 61

Dana KOTOROVÁ – Rastislav MATI – Ladislav KOVÁČ – Božena ŠOLTYSOVÁ

Možnosti mimoprodukčného využívania poldrov
Possibilities no-production using of polders..... 74

Rudolf MIDRIAK

Spustnuté pôdy ako krajinnoeologický problém
Wastelands as a landscape-ecological problem..... 89

Ľubica ZAUŠKOVÁ

Pustnutie poľnohospodárskej krajiny Slovenska a jeho formy
Abandoning agricultural land of Slovakia and its forms 99

Natália JUNÁKOVÁ – Magdaléna BÁLINTOVÁ

Modelovanie transportu vybraných chemických látok v povodiach
v procese vodnej erózie
*Modelling of the chosen pollutant transport through water
erosion in catchments* 107

Magdaléna BÁLINTOVÁ – Aneta LACKOVÁ

Hodnotenie vplyvu pH na obsah medi a zinku v sústave sediment voda
*Impact assessment of the pH on copper and zinc contents
in sediment water system*..... 118

Martina ZELENÁKOVÁ – Lenka ZVIJÁKOVÁ

Využitie rizikovej analýzy v krajinnoeologickom hodnotení
Use risk analysis in landscape ecological assessment..... 124

Adriana EŠTOKOVÁ – Jana HUDÁKOVÁ – Anton VALIGA

Porovnanie filtračnej schopnosti špeciálnych filtračných materiálov
v zariadeniach pre odlučovanie tuhých častíc
*The comparison of the effectiveness of the special filtration
materials in particulate matter separators*..... 133

Jozef JUNÁK – Nadežda ŠTEVULOVÁ

Activation techniques of coal fly ash for its application
as a partial cement replacement in concrete
*Spôsoby aktivácie popolčka pre jeho využitie ako čiastočnej
náhrady cementu do betónu* 142

Danica FAZEKAŠOVÁ

História a súčasnosť Katedry ekológie na Fakulte humanitných
a prírodných vied Prešovskej univerzity v Prešove 148

Jozef TEREK

Ako ďalej? (zamyslenie sa pri významnej etape života)..... 152

Z VEDECKÉHO ŽIVOTA

Ekologické dni 157

ZMĚNY DRUHOVÉ DIVERZITY POLNÍCH PLODIN PĚSTOVANÝCH NA ÚZEMÍ ČR V OBDOBÍ 1956 – 2008

CHANGES IN DIVERSITY OF CROP SPECIES GROWN IN THE AREA OF THE CZECH REPUBLIC BETWEEN 1956 – 2008

Josef HOLEC¹ – Martina LEVINSKÁ¹ – Václav BRANT¹ – Josef SOUKUP¹

ABSTRACT

The agriculture came through important changes in the area of the Czech Republic during the last 50 years. We can point out especially the collectivisation, followed by industrialisation and overall intensification. The aim of our study was to find out if these changes are reflected also in the diversity of crop species. Based on data published by Czech Statistical Office and its predecessors, the sowing areas for individual crops and years were obtained and using this data, diversity indices were calculated. Remarkable changes can be seen in sowing areas of particular crop species, such as decrease in sowing area of potatoes or beet and increase in the case of oil seed rape. The value of Simpson index (D) decreased to one-half during observed period (1956: $D = 11.6$; 2008: $D = 6.2$) while the values of Shannon index (H) decreased not so rapidly (1956: $H = 2.41$; 2008: $H = 2.07$).

KEYWORDS

arable crops, species diversity, diversity index

Úvod

Biodiverzita v zemědělství (agrobiodiverzita) zahrnuje všechny komponenty biologické diverzity, které souvisí se zemědělstvím a potravinami a které vytvářejí agroekosystém: druhy, odrůdy, plemena, mikroorganismy na genové, druhové a ekosystémové úrovni. Tyto jsou nutné pro udržení hlavních funkcí agroekosystému, jeho struktury a procesů (BROOKFIELD, 2000).

Zemědělská půda v současnosti tvoří významný podíl celkové rozlohy souše na Zemi - kolem 38%. Trvalé pastviny tvoří největší podíl z celkové výměry zemědělské půdy. Orná půda tvoří asi 11% celkové výměry. Rozsah stanovišť zemědělské

1 Ing. Josef Holec, Ph.D., Ing. Václav Brant, Ph.D., Ing. Martina Levinská, prof. Ing. Josef Soukup, CSc.

Katedra agroekologie a biometeorologie, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 957, 165 21 Praha 6 – Suchbátka, Česká republika

biodiverzity na celosvětové úrovni významně vzrostl a současně došlo ke snížení rozlohy lesů a ostatních typů území. Během druhé poloviny 20. století rostla výměra půdy využívané pro zemědělské účely, kvůli některým opatřením se snižovala jakost půdy (SEKRETARIÁT ÚMLUVY O BIOLOGICKÉ ROZMANITOSTI, 2004).

V historii zemědělství se skladba plodin významně měnila, zejména s příchodem některých nových plodin (v našich podmínkách například brambor, později kukuřice), změnou pěstebních technologií a intenzifikací zemědělské výroby, pro kterou byly některé původní plodiny nevhodné, a proto nebyly dále pěstovány ani šlechtěny. Rovněž plošné zavádění velkovýroby v době kolektivizace vedlo k omezení pěstování těch plodin, pro něž nebyly k dispozici vhodné velkovýrobní technologie (DOTLAČIL, 2002). Snížení biodiverzity agroekosystému je považováno za neudržitelné a negativně ovlivňuje zemědělství v mnoha dalších oblastech, jako je: snížení odolnosti k chorobám a škůdcům, narušení diverzity hmyzu z důvodů nevhodné aplikace pesticidů, ztráta půdní diverzity a nesporné jsou také důsledky v lidské výživě způsobené snížením diverzity potravin (MICHALOVÁ, 2003). Tradiční zemědělské metody jsou stále více potlačovány intenzivními systémy hospodaření. Jistou výzvou je tedy rozvíjení takového způsobu hospodaření, který umožní produkci potravin trvale udržitelnou a zároveň ekonomicky životaschopnou cestou, která biodiverzitu spíše obohací, než aby ji poškozovala (BRANDOVÁ, 2002).

Zemědělská intenzifikace nastala ve velké části Evropy v polovině 20. století. V důsledku toho došlo k velkým změnám v zemědělské praxi, a to bylo hlavní příčinou narušení biologické rozmanitosti v hospodářsky obhospodařovaných ekosystémech. Protože nynější společenské potřeby také zahrnují netržní zboží jako biodiverzita, krajina, historické prostředí a přírodní zdroje, je nezbytné ocenit kompromis mezi zemědělskou produkcí a zachováním biologické rozmanitosti patřící k zemědělské praxi (RODRIGUEZ, WIEGAND, 2009).

České zemědělství prošlo během posledních padesáti let rozsáhlými změnami. Mezi nejvýznamnější patří proces industrializace, intenzifikace, dále vybudování velkých zemědělských podniků typu Jednotných zemědělských družstev (JZD) a státních statků. Industrializace je charakteristická silnou specializací a koncentrací, růstem vkladů do pěstitelských systémů, růstem dávek průmyslových hnojiv, pesticidů a dalších agrochemikálií, zvyšováním výkonnosti zemědělské techniky, přínosem nových odrůd kulturních rostlin, zvyšováním podílu vědy, výzkumu, vývoje technologie a vzdělanosti (KOHOUT, 2002).

Cílem naší práce je postižení změny v charakteru zemědělské výroby na území České republiky pomocí kvantifikace změn druhové diverzity pěstovaných plodin za období let 1956 – 2008.

MATERIÁL A METODY

Vstupní data, týkající se výměry plodin v jednotlivých letech sledovaného období, byla získána ze statistických údajů poskytovaných Českým statistickým úřadem a Ministerstvem zemědělství ČR (ČSÚ, 2008). Na základě získaných údajů byly vypočteny indexy diverzity druhové skladby hlavních druhů polních plodin a jejich zastoupení na orné půdě.

Byl použit Simpsonův index diverzity (D) s Shannonův index diverzity (H) dle následujících vzorců:

Simpsonův index diverzity:

$$D = 1 / \sum_{i=1}^S (P_i)^2$$

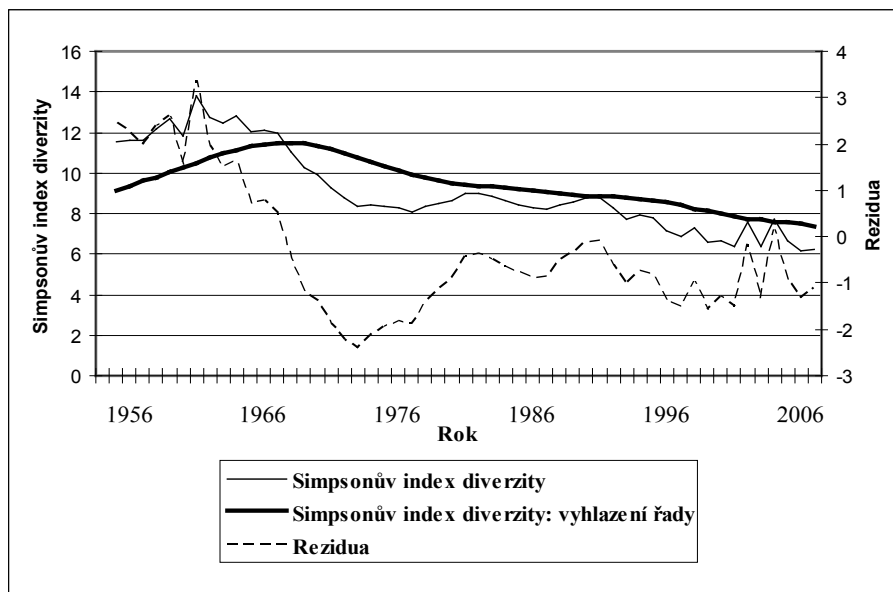
Shannonův index diverzity:

$$H = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

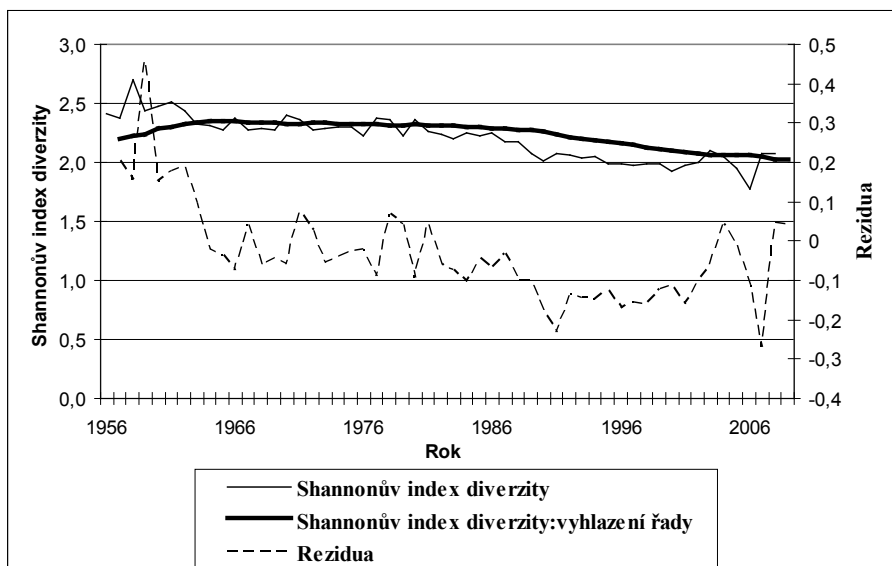
kde P_i je podíl i-tého druhu na celkové osevní ploše a S je celkový počet druhů. Získaná data byla zpracována pomocí programu MS Excel, vypočtené hodnoty indexů byly zpracovány v programu Statistica CZ, verze 8. Analýza časové řady byla provedena metodou exponenciálního vyrovňování, bez trendu a bez předpokladu sezónnosti.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Vypočtené hodnoty indexů diverzity jsou uvedeny v obrázku 1 (Simpsonův index diverzity) a obrázku 2 (Shannonův index diverzity).



Obrázek 1 Hodnoty Simpsonova indexu diverzity pro období let 1956 - 2008. Průměrná absolutní procentuální chyba modelu = 13,90 a vyrovnávací konstanta Alfa = 0.1



Obrázek 2 Hodnoty Shannonova indexu diverzity pro období let 1956 - 2008. Průměrná absolutní procentuální chyba modelu = 4,75 a vyrovnávací konstanta Alfa = 0.1

Od roku 1956 do roku 1969 hodnoty Simpsonova indexu narůstají. Nejvyšší hodnota $D=11,49$ byla vypočtena pro rok 1969. Během let 1969 až 2008 došlo k poklesu indexu o 4,14. Nejnižší hodnota byla v roce 2008 a to $D=7,35$. Celková tendence je klesající.

Pokud jde o hodnoty Shannonova indexu, pak během let 1956 až 1964 je patrný mírný vzestup o 0,14. Od roku 1966 do 1983 byly hodnoty poměrně vyrovnané. Po zbytek sledovaného období diverzita dle tohoto indexu klesala. Nejnižší hodnota Shannonova indexu $H=2,02$ byla v roce 2007. Nejvyšší hodnota tohoto indexu $H=2,35$ byla vypočtena pro období let 1963 a 1964. Během posledních 30 let index klesl v absolutní hodnotě o 0,29.

Z vypočtených hodnot Simpsonova indexu diverzity (obrázek 1) je patrný pokles druhové rozmanitosti téměř na polovinu, přičemž největší pokles je zaznamenán mezi lety 1962 až 1978. Nejvyšší hodnota byla zaznamenána v roce 1962 a nejnižší hodnota v roce 2007. Celková tendence je klesající. Hodnoty Simpsonova indexu diverzity narůstají do roku 1969, kdy bylo dosaženo maximum. Celkový trend je klesající. Průměrná absolutní procentuální chyba byla 13,90. Aby model odpovídal skutečnosti, měla by se hodnota průměrné absolutní procentuální chyby pohybovat kolem 10%. V tomto případě je nepatrně vyšší hodnota způsobena sezónním kolísáním v jednotlivých letech.

Dle Shannonova indexu diverzity (obrázek 2) je patrný mírný vzestup během let 1956 až 1964. Od roku 1966 do 1983 byly hodnoty poměrně vyrovnané. Po zbytek sledovaného období diverzita dle tohoto indexu klesala. Nejnižší hodnota indexu byla

zaznamenána v roce 2006. Celková tendence je mírně klesající. Průměrná absolutní procentuální chyba modelu byla 4,75, což znamená, že model odpovídá skutečnosti.

Hodnoty vypočtených indexů se v jednotlivých letech liší. Dle Simpsonova indexu diverzity došlo k poklesu biodiverzity téměř o 50 %. Naproti tomu hodnoty Shannonova indexu diverzity poklesly mírněji. Shannonův index v sobě spojuje složku druhové bohatosti i složku vyrovnanosti. Vzhledem k nízké vyrovnanosti vycházejí hodnoty Shannonova indexu nižší než hodnoty Simpsonova indexu. Tato nízká vyrovnanost je způsobena nerovnoměrným rozdělením osevních ploch jednotlivých pěstovaných plodin.

Určitý vliv na dosažené výsledky má i metodika získávání a prezentace statistických údajů. Od roku 1956 do roku 1989 byly sledovány přibližně stejné plodiny. Osevní plocha jednotlivých obilnin byla zaznamenávána pravidelně ve všech letech, naproti tomu osevní plocha luskovin, krmných okopanin a píce byla sledována od roku 1990 spíše jako celek, ne jako jednotlivé druhy. Naopak pěstování některé zeleniny bylo evidováno právě od roku 1995 (např. celer, petržel, kapusta a kedlubny). U hlavních pěstovaných plodin ale došlo za sledované období k natolik výrazným změnám v osevní ploše, že vliv těchto metodických záležitostí je výrazně překonáván.

Jak uvádí MOONEY (2005), v celosvětovém měřítku dochází k poklesu genetické rozmanitosti převážně u kulturních plodin. Počet druhů na planetě neustále klesá a rozložení druhů je stále stejnorodější. Tak i na území ČR klesl celkový počet významnějších druhů polních plodin během posledních padesáti let přibližně o 25 %. Nejvýraznější pokles byl zaznamenán v roce 1990 (MICHALOVÁ, 2003).

Ve srovnání s poměrně vyrovnaným stavem, který je možné spatřit ještě v padesátých letech, je dobře patrný trend zvyšující se dominance ozimé pšenice, která v současné době reprezentuje více než čtvrtinu všech osevních ploch. Plodinou, u které až čtrnáctinásobně vzrostla výměra, je řepka. Důvodem je, že řepka byla po roce 1989 významnou transformační plodinou českého zemědělství a nahrazovala úbytky ploch krmných plodin, dále udržuje bilanci humusu v půdě a má ozdravné účinky na půdu. Jak zmiňují KRAUS et al. (1998), nejlepších výsledků dosahuje zemědělství v těch odvětvích, která jsou méně náročná na kvalitu lidské práce a technologické vybavenosti (obiloviny, řepka). Osevní plocha řepky olejné během let 1956 až 2008 vzrostla přibližně čtrnáctinásobně a to ze 27 304 ha na 395 632 ha. Zastoupení ostatních technických plodin klesá, s výjimkou maku, slunečnice a soji. Razantní pokles osevních ploch luskovin, luskovinoobilných směsek, brambor, cukrovky a píce na orné půdě negativně ohrožuje stabilitu zemědělské výroby. Během let 1956 až 2008 došlo k poklesu pěstební plochy brambor o 413 091 ha, což je přibližně 93,5 %. Největší osevní plocha cukrovky byla v roce 1959 a to 187 624 ha. V roce 2008 se pěstovala cukrovka na 50 380 ha, což je pokles výměry přibližně o 73 %. Z píce stopla výměra kukuřice na zeleno a na siláž a naopak došlo k snížení výměry jetele, vojtěšky, jarních směsek a víceletých trav. Osevní plocha zelenin klesla asi o třetinu (ČSÚ, 2008).

Na základě našich výsledků můžeme říci, že za sledované období došlo k poklesu diverzity pěstovaných polních, jak dle Simpsonova indexu, tak Shannonova. Od roku 2006 hodnoty Shannonova indexu mírně narůstají. Simpsonův index nadále klesá.

Koncepce agrární politiky ČR pro období vstupu do EU (2004 – 2013), Státní politika životního prostředí a Státní program ochrany přírody a krajiny ČR iniciovaly změny vedoucí ke zlepšení současného stavu, přesto tyto změny nejsou dostatečné k naplnění evropského cíle – zastavení úbytku biodiverzity do roku 2010 (BROŽOVÁ, 2004).

K jejich eliminaci může přispět, zvláště v marginálních podmínkách, zavádění alternativních plodin. Lze využít známých již dříve pěstovaných, nyní však opomíjených druhů. Z polních plodin lze jmenovat např. pluchaté pšenice (jednozrnka, dvouzrnka, pšenice špalda), proso a pohanku. Významným přínosem jejich pěstování je rozšíření nabídky kvalitní produkce a v neposlední řadě rozšíření agrobiodiverzity. Vedle tradičních a málo využívaných plodin se ověřuje a rozvíjí i pěstování některých v našich podmínkách nových druhů (ROUDNÁ, 2003).

Náhrada tradičních polních plodin může spočívat v rozvoji pěstování maloobjemových plodin pro potravinářské účely a jiné využití. Jedná se vesměs o plodiny známé, i u nás dříve pěstované v ne větším rozsahu: pšenice špalda, pšenice tvrdá, pšenice dvouzrnka, oves a ječmen bezpluchý, proso seté, pohanka, kulturní formy merlíku a laskavce, málo pěstované luskoviny (zvláště čočka, některé lupiny, cizrna a pod.), alternativní olejnin (lnička, len olejný, saflor), léčivé, aromatické a kořeninové rostliny. Dále v nepotravinářském využití tradičních plodin. Týká se využití semene ozimé řepky na bionaftu technické oleje, dále zvláště obilnin, částečně brambor a cukrové řepy na výrobu bioethanolu, energetické plodiny jako čirok, křídlatka, chrastice, či konopí (ZIMOLKA et al., 2000). Zde je však potřeba podotknout, že nejvýznamnějším faktorem při výběru plodiny je možnost jejího uplatnění na trhu, která je u mnoha výše uvedených druhů limitovaná a jejich vyšší rozšíření tedy není možné očekávat.

PODĚKOVÁNÍ

Tato práce vznikla za podpory projektu MSM 6046070901

POUŽITÁ LITERATURA

- BRANDOVÁ, K., 2002. Zemědělství a biodiverzita. *Euromagazín*, 3, 1, 42-43.
- BROOKFIELD, H., 2000. *Exploring Agrodiversity*. Columbia University Press, New York.
- BROŽOVÁ, J., 2004. *Biologická rozmanitost v České republice. Současný stav a trendy*. Ministerstvo Životního prostředí ČR, Praha.
- ČSÚ, 2008. Osevní plochy zemědělských plodin. On-line, dostupné z < www.czso.cz > [cit. 2008-08-28].
- DOTLAČIL, L., 2002. Biodiverzita a genetické zdroje rostlin pro setrvalý rozvoj zemědělství. *Úroda*, 50, 8, 43-46.
- KRAUS, J. - DOUCHA, T. - SOKOL, Z. (eds.), 1998. *Předpokládané dopady vstupu ČR do EU na české zemědělství*. VÚZE, Praha.
- KOHOUT, V., (ed.), 2002. *Zemědělské soustavy*. Praha : Institut tropického a subtropického zemědělství. ČZU , Praha.
- MICHALOVÁ, A., 2003. Význam biologické diverzity, agrobiodiverzita a genetické zdroje rostlin v ČR. *Agromagazín*, 4, 6, 24-25.

- MOONEY H., A. (ed.), 2005. *Ekosystémy a lidský blahobyt*. Centrum pro otázky životního prostředí UK, Praha.
- RODRIGUEZ, C. - WIEGAND, K., 2009. Evaluating the trade-off between machinery efficiency and loss of biodiversity-friendly habitats in arable landscapes: The role of field size. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 129, 2009, 361-366.
- ROUDNÁ, J., 2003. *Biologická rozmanitost a otázky biologické bezpečnosti*. Ministerstvo Životního prostředí ČR, Praha.
- SEKRETARIÁT ÚMLUVY O BIOLOGICKÉ ROZMANITOSTI, 2004. *Biologická rozmanitost na Zemi - stav a perspektivy*. Scientia, Praha.
- ZIMOLKA, J., (ed.), 2000. *Speciální produkce rostlinná – rostlinná výroba*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno.

PLEVELNÉ DRUHY RODU ROZRAZIL V ČESKÉ REPUBLICE

WEED SPECIES OF GENUS *VERONICA* IN THE CZECH REPUBLICLuděk TYŠER¹ – Michaela KOLÁŘOVÁ¹

ABSTRACT

In the world, there are about 270 species of the genus Veronica that grow mainly in temperate zone of the northern hemisphere. In our country, 30 species growing in many types of habitats are provided. About half of them may be present as weeds on arable land - mainly annual species with winter or spring character. According to our monitoring in the Czech Republic, the most important are Veronica persica and Veronica arvensis. In the lowland areas on calcareous substrates, Veronica polita is very abundant. In early spring aspect of agrophytocoenosis are normally extended species of Veronica hederifolia agg. complex, especially Veronica hederifolia and Veronica sublobata. In a much smaller scale we have found Veronica agrestis at medium elevations (approximately 500m above sea level).

KEY WORDS

Czech Republic, weeds, Veronica persica, Veronica polita, Veronica arvensis

Úvod

Ve světě se vyskytuje asi 270 druhů rodu rozrazil. Není zde zařazován rod *Pseudolysimachion*, který je ve shodě s novějšími názory na taxonomii širokého rodu *Veronica* z tohoto rodu vyčleňován a je hodnocen jako samostatný rod. Druhy rodu *Veronica* rostou převážně v mírném pásu severní polokoule, dále v horských oblastech tropů a jen málo přesahují na jižní polokouli, izolovaně v Austrálii (HROUDA, 2000). Jedná se o jednoleté až vytrvalé byliny, které náleží do čeledi krtičníkovité (*Scrophulariaceae*). Lodyhy jsou plazivé až přímé, listy vstřícné (vzácně střídavé). Květenstvím jsou vrcholové nebo úžlabní hrozny, květy jsou oboupohlavné, čtyřčetné, koruna nejčastěji modrá, řidčeji fialová, růžová či bílá. Plodem je druhově charakteristická dvoupouzdrá tobolka, obvykle zploštělá, na vrcholu různě hluboce vykrojená, ve výkroji s vytrvávající čnělkou.

V České republice je uváděno 30 druhů rodu *Veronica* rostoucích na mnoha typech stanovišť. Asi polovina z nich se může vyskytovat jako plevel na orné půdě – jedná

1 Ing. Luděk Tyšer, Ph.D., Ing. Michaela Kolářová
Katedra agroekologie a biometeorologie, Česká zemědělská univerzita v Praze,
Kamýcká 957, 165 21 PRAHA 6 – Suchbátka, tyser@af.czu.cz

v naprosté většině o jednodrtě dvanásiměrně slovně jasného charakteru. Vytrvalé druhy rozrazilů jsou v souvislosti se svým biologickým vývojovým charakterem vázány na jiné druhy stanovišť než jsou klasické disturbované polní kultury. Takto jsou běžné a široce známé druhy jako je např. rozrazil rezekvítek (*Veronica chamaedrys*) rozšířeny na travnatých lokalitách či rozrazil potoční (*Veronica beccabunga*) na vlhkých až bažinných břehových stanovištích a na polích nejsou nalézány. Z vytrvalých druhů zpravidla výjimečně vstupuje do polních kultur jen rozrazil douškolistý (*Veronica serpyllifolia*), přičemž osidluje hlavně plochy s nízkou intenzitou zpracování půdy jako jsou okraje polí či porosty víceletých pícnin. Mezi plevely je zařazován i vytrvalý rozrazil nitkovitý (*Veronica filiformis*). Jedná se o neofytní taxon s původem z horských poloh Malé Asie a Kavkazu. V Evropě byl pěstován pro svůj pěkný vzhled od roku 1780 (Anglie) a posléze zplaněl. U nás roste v kosených trávnicích, zahradách, parcích, vlhkých loukách a pod., kde vytváří často souvislé porosty, které zcela potlačí původní travní společenstvo (JEHLÍK, 1998).

Klasická domácí herbologická literatura popisuje v jednotlivých pracích až kolem 10 druhů rozrazilů, samozřejmě s ohledem na rozsah a zaměření dané monografie, např. DEYL a UŠÁK (1956) uvádí 10 druhů, HRON a VODÁK (1959) 5 druhů, KOHOUT (1985) 8 druhů. Nejběžněji citovanými druhy jsou zde rozrazil perský, rozrazil břečťanolistý, rozrazil trojklaný, rozrazil polní a rozrazil rolní. V okolních zemích například je charakterizováno jako plevel 11 druhů rozrazilů (RAUH, 1983; ZWERTGER a AMMON, 2002), 13 druhů (HOLZNER a GLAUNINGER, 2005). Nejrozsáhlejší přehled 18 plevelných rozrazilů rostoucích na území celé Evropy uvádí HANF (1999) – tabulka 1. Některé z uvedených druhů (*V. acinifolia*, *V. chamaepithyoides*, *V. cymbalaria*, *V. glauca*) nejsou součástí naší vegetace a rostou jen v jiných částech Evropy – jedná se hlavně o středomořské druhy.

Cílem uvedené práce je posoudit na základě provedených fytoocenologických snímků současné spektrum nejvýznamnějších druhů rodu *Veronica* rostoucích v porostech základních polních plodin v České republice.

Tabulka 1 Přehled plevelných druhů rodu *Veronica* rostoucích v Evropě na orné půdě (HANF, 1999)

Table 1 List of weed species of the genus *Veronica* growing on arable land of Europe (HANF, 1999)

Vědecký název	Český název
<i>Veronica acinifolia</i>	Rozrazil pomněnkolistý
<i>Veronica agrestis</i>	Rozrazil polní
<i>Veronica anagalloides</i>	Rozrazil bažinný
<i>Veronica arvensis</i>	Rozrazil rolní
<i>Veronica chamaepithyoides</i>	-
<i>Veronica cymbalaria</i>	Rozrazil zvěšincový
<i>Veronica filiformis</i>	Rozrazil nitkovitý
<i>Veronica glauca</i>	-
<i>Veronica hederifolia</i>	Rozrazil břečťanolistý
<i>Veronica opaca</i>	Rozrazil matný
<i>Veronica peregrina</i>	Rozrazil cizí

<i>Veronica persica</i>	Rozrazil perský
<i>Veronica polita</i>	Rozrazil lesklý
<i>Veronica praecox</i>	Rozrazil časný
<i>Veronica sublobata</i>	Rozrazil laločnatý
<i>Veronica triloba</i>	Rozrazil trojlaločný
<i>Veronica triphyllos</i>	Rozrazil trojklaný
<i>Veronica verna</i>	Rozrazil jarní

MATERIÁL A METODY

V letech 2006–2008 proběhlo hodnocení zaplevelení porostů základních polních plodin (ozimé a jarní obilniny, okopaniny) ve vybraných lokalitách České republiky (obrázek 1).



Obrázek 1 Mapa České republiky s vyznačením sledovaných lokalit
Figure 1 Map of Czech Republic showing the monitored sites

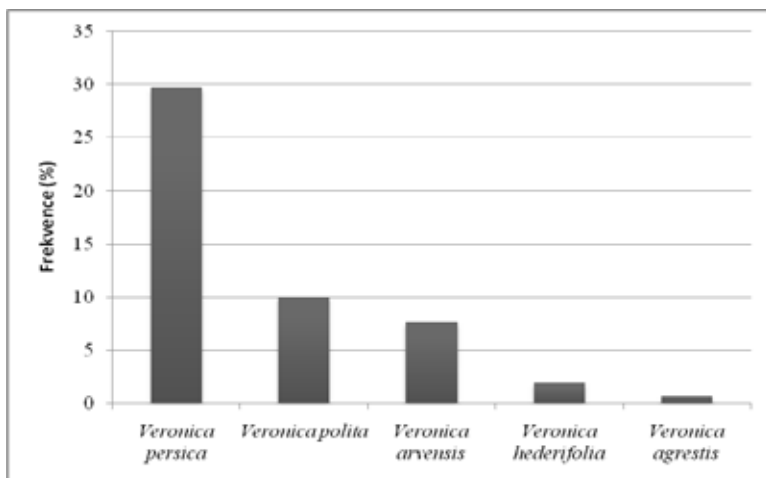
Vybrané plochy se nacházejí v teplé až mírně teplé klimatické oblasti, s průměrnou roční teplotou vzduchu 6,5–9,5 °C a průměrným ročním úhrnem srážek 480–850 mm. Hlavními genetickými půdními představiteli jsou černozem, hnědozem, kambizem, příp. fluvizem. Z hlediska podmínek zemědělsko-výrobních se jedná o stanoviště řepařské, kukuřičné a bramborářské výrobní oblasti. Na stanovených lokalitách byl používán běžný konvenční způsob hospodaření.

Při výzkumu byl aplikován odhadový systém curyšsko-montpelliérské školy se zápisem vegetačních snímků o ploše cca 100 m² při použití devítičlenné Braun-Blanquetovy stupnice pokryvnosti a početnosti (BRAUN-BLANQUET, 1964). Snímkování porostů probíhalo vždy v období plně rozvinuté vegetace (červen–červenec).

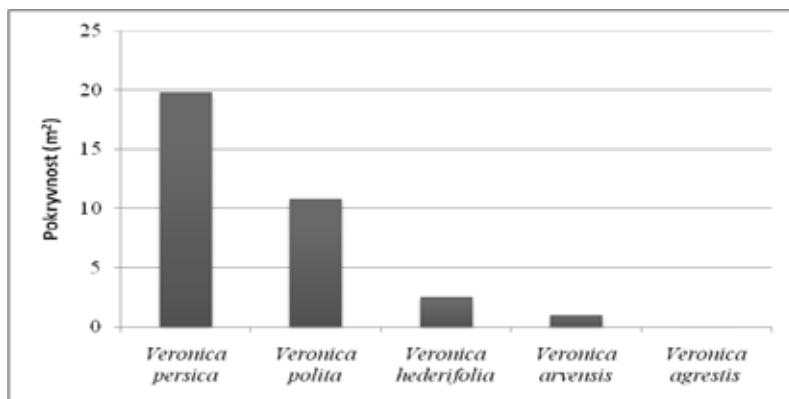
Získáno bylo celkem 158 fytocenologických snímků porostů polních plodin. Botanická nomenklatura je upravena dle KUBÁT a kol. (2002).

VÝSLEDKY A DISKUSE

V rámci fytoocenologického sledování bylo zaznamenáno celkem 5 plevelných taxonů *Veronica*. Na obrázek 2 a 3 je vyjádřené grafické znázornění jejich pořadí podle frekvence výskytu ve snímcích, resp. podle jejich sumy pokryvnosti.



Obrázek 2 Pořadí taxonů *Veronica* podle jejich frekvence ve snímcích
Figure 2 Position of *Veronica* taxa according to their frequency in relevés



Obrázek 3 Pořadí taxonů *Veronica* podle jejich sumy pokryvnosti
Figure 3 Position of *Veronica* taxa according to their sum of dominance

Z uvedených obrázků vyplývá, že nejvýznamnějším plevelným druhem rodu *Veronica* je v České republice rozrazil perský. Vyskytuje se velmi hojně ve všech oblastech státu, od nížin až do horských poloh (obrázek 4). Je velmi nenáročný, rozrůstá se i za nízkých teplot, vyhýbá se pouze čistě písčitém půdám, obecně extrémně suchým či naopak trvale vlhkým synantropním stanovištím. Zajímavostí je, že patří k neofytním druhům – pochází z hor střední Asie a do Evropy byl zavlečen až počátkem

19. století (botanická zahrada v Karlsruhe) a rychle se rozšířil po celém kontinentě (DEYL a UŠÁK, 1956).



Obrázek 4 Sledované lokality s rozšířením *Veronica persica*
Figure 4 Monitored sites with *Veronica persica*

Druhým nejrozšířenějším druhem byl stanoven rozrazil lesklý. Jeho výskyt je soustředěn do nížin a nízkých pahorkatin, kde hojně roste na úrodnějších, živinných půdách, zejména s vyšším obsahem vápníku (obrázek 5). Je pozoruhodné, že tomuto druhu není v mnohých domácích literárních pramenech často věnována dostatečná pozornost či je dokonce zcela opomíjen, např. HRON a VODÁK (1959).



Obrázek 5 Sledované lokality s rozšířením *Veronica polita*
Figure 5 Monitored sites with *Veronica polita*

Třetím nejvíce frekventovaným druhem ve snímcích byl rozrazil rolní. Vyznačuje se širokou ekologickou amplitudou a roste hojně od nížin až do horských oblastí (obrázek 6). Jeho výskyt byl však charakterizován relativně nízkou pokryvností. Tento stav může souviset s tím, že rozrazil rolní se vyznačuje především přímou, vertikálně rostoucí lodyhou, zatímco ostatní nalezené rozrazilky mají lodyhy poléhavé, plazivé nebo nanejvýš na konci vystoupavé (HROUDA, 2000). Rovněž se jedná o druh s převážným časným, jarním charakterem výskytu, a tak v době sledování byly nalezeny mnohdy dozrávající či usychající exempláře.



Obrázek 6 Sledované lokality s rozšířením *Veronica arvensis*
Figure 6 Monitored sites with *Veronica arvensis*

Dalším druhem v pořadí frekvence výskytu byl rozrazil břečťanolistý. Hodnocen je zde společně s velmi příbuzným a podobným druhem - rozrazil laločnatý, který byl v rámci komplexu *Veronica hederifolia* agg. vyčleněn relativně nedávno a v mnohé současné literatuře je stále neodlišován od rozrazilu břečťanolistého (často je chápán jako poddruh - *V. hederifolia* subsp. *lucorum*). Díky značné morfologické podobnosti, variabilitě jedinců v rámci taxonů a blízké ekologické vazbě je navíc jejich rozlišování problematické. Uvedené druhy komplexu *V. hederifolia* mají význačný časně jarní, efemérní charakter, a tedy v době sledování byl jejich výskyt již silně redukován. Nízké zaznamenané rozšíření je tedy podstatně ovlivněno obdobím snímkování (obrázek 7).



Obrázek 7 Sledované lokality s rozšířením *Veronica hederifolia*
Figure 7 Monitored sites with *Veronica hederifolia*

Nejméně rozšířeným druhem ve sledovaných agrofytocenózách byl rozrazil polní. Vyskytuje se velmi roztroušeně ve středních polohách státu (hlavně 350 – 570 m n. m.), klimaticky vlhčích oblastech, na půdách čerstvě vlhkých, lehčích, slabě kyselé reakce (OTÝPKOVÁ, 2007). Je zařazen do červeného seznamu cévnatých rostlin České republiky, a to do kategorie C2 – silně ohrožený druh (PROCHÁZKA, 2001). Toto velmi nízké rozšíření bylo prokázáno i při našem sledování, kdy byl rozrazil polní zaznamenán jen zcela ojediněle v oblasti Českomoravské vrchoviny (obrázek 8).



Obrázek 8 Sledované lokality s rozšířením *Veronica agrestis*
Figure 8 Monitored sites with *Veronica agrestis*

Jiné druhy rozrazilů nebyly během výzkumu v porostech nalezeny. Jedná se zpravidla o druhy s těžištěm rozšíření mimo ornou půdu nebo o vzácnější druhy, často i efemérního charakteru s výskytem v časně jarním aspektu vegetace. Takto je např. *Veronica praecox* zařazen do kategorie ochrany C3 (ohrožený), *Veronica triloba* a *Veronica anagalloides* jsou zařazeny do kategorie ochrany C2 (silně ohrožené) a *Veronica opaca* dokonce do C1 (kriticky ohrožený) (PROCHÁZKA, 2001). Naopak *Veronica peregrina* jako neofyt je zatím vzácně zavlékán spíše jen na ruderalní plochy.

ZÁVĚR

Podle našich fytoocenologických sledování porostů polních plodin patří v České republice k nejdůležitějším zástupcům rodu *Veronica* druhy rozrazil perský (*Veronica persica*) a rozrazil rolní (*Veronica arvensis*). V nížinných oblastech na vápenitých podkladech se velmi hojně vyskytuje rozrazil lesklý (*Veronica polita*). V časně jarním aspektu agrofytocenóz jsou běžně rozšířeny druhy komplexu *Veronica hederifolia* agg., především rozrazil břečťanolistý (*Veronica hederifolia*) a rozrazil laločnatý (*Veronica sublobata*). V ojedinělém měřítku jsme ve středních polohách státu (cca 500 m n.m.) našli rozrazil polní (*Veronica agrestis*).

PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek byl vytvořen za podpory výzkumného záměru MSM6046070901.

LITERATURA

- BRAUN-BLANQUET, J., 1964. Pflanzensoziologie. Springer, Wien, New York, 865 s.
- DEYL, M. - UŠÁK, O., 1956. Plevelé polí a zahrad. Nakladatelství ČSAV, Praha, 384 s.
- HANE, M., 1999. Ackerunkräuter Europas mit ihren Keimlingen und Samen. BLV Verlagsgesellschaft, München, 496 s.
- HOLZNER, W. - GLAUNINGER, J., 2005. Ackerunkräuter. Leopold Stocker Verlag, Graz, Stuttgart, 264 s.
- HRON, F. - VODÁK, A., 1959. Polní plevelé a boj proti nim. SZN, Praha, 380 s.
- HROUDA, L., 2000. *Veronica* L. – rozrazil. In: SLAVÍK, B. (ed.), Květena České republiky 6. Academia, Praha, s. 355–397.
- JEHLÍK, V. (ed.), 1998. Cizí expanzivní plevelé České republiky a Slovenské republiky. Academia, Praha, 506 s.
- KOHOUT, V., 1985. Diagnostika plevelů. Institut výchovy a vzdělávání MZVŽ ČSR, Praha, 168 s.
- KUBÁT, K. - HROUDA, L. - CHRTEK, J. JUN. - KAPLAN, Z. - KIRSCHNER, J. - ŠTĚPÁNEK, J., 2002. Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha, 928 s.
- OTÝPKOVÁ, Z., 2007. Poznámky k současnému rozšíření *Veronica agrestis* v České republice. Zprávy Čes. Bot. Společ., Praha, 42:1, s. 105-115.
- PROCHÁZKA, F. (ed.), 2001. Černý a červený seznam cévnatých rostlin České republiky (stav v roce 2000). Příroda, Praha, 18, s. 1-166.
- RAUH, W., 1983. Unkräuter. Gebrüder Borntraeger, Berlin, Stuttgart, 246 s.
- ZWERGER, P. - AMMON, H. U., 2002. Unkraut – Ökologie und Bekämpfung. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, 419 s.

**DRUHOVÉ ZLOŽENIE RASTLÍN NA VYBRANÝCH PLOCHÁCH S EKOLOGICKÝM
SYSTÉMOM HOSPODÁRENIA V MARGINÁLNYCH OBLASTIACH
SEVEROVÝCHODNÉHO SLOVENSKA**

**DIVERZITY OF FLORA SPECIES ON LOCALITIES WITH ECOLOGICAL
MANAGEMENT IN MARGINAL PARTS OF NORTH-EASTERN SLOVAKIA**

Dagmar MACKOVÁ¹ - Danica FAZEKAŠOVÁ¹ - Pavol BALÁZS¹

ABSTRACT

*Research was done during the vegetation season (from June to September) on selected sites owned by agricultural enterprise Liptovská Teplička with ecological farming. This area is the part of the National park Nízke Tatry. We made semiquantitative analyses of weed species which accompany culture crop species, on the permanent research plots, which are used as an arable land. We analyzed also sites which are used also as grasslands. There are predominating beside culture crops species also species of genus *Alchemilla*, *Anthyllis*, *Dactylis*, *Fallopia*, *Taraxacum*, *Trifolium*, *Chenopodium* on these sites.*

KEY WORDS

arable land, ecological farming, grassland, plant diversity

Úvod

Konvenčná sústava hospodárenia z hľadiska regulácie zaburinenosti môže byť ekonomicky úspešná, no zaťažuje životné prostredie, spôsobuje pokles biodiverzity a znižuje autoregulačnú schopnosť agroekosystému. V posledných rokoch stúpa záujem o ekologické poľnohospodárstvo, spôsob pestovania rastlín, ktorý vylučuje používanie všetkých druhov chemických prípravkov, vrátane herbicidov. Regulácia zaburinenosti v týchto systémoch sa zakladá na preventívnych, nepriamych a priamych opatreniach, z ktorých sa v súčasnosti najviac využívajú mechanické opatrenia. Vzhľadom na efektívnu reguláciu burín za posledných 20-30 rokov, zaburinenosť je dnes všeobecne nižšia ako bola v minulosti, a preto rutinná regulácia burín je už nežiadúca. Vďaka efektívnym regulačným opatreniam, ktoré už dnes využívame, pravdepodobne nie je riskantné tolerovať miernu zaburinenosť (LACKO-BARTOŠOVÁ *et al.*, 2005).

1 Ing. Dagmar Macková, doc. Ing. Danica Fazekašová, PhD., Ing. Pavol Balázs, PhD. Katedra ekológie, Fakulta humanitných a prírodných vied, Prešovská Univerzita, 17. novembra 1, 080 16 Prešov, mackovadagmar@zoznam.sk,

MATERIÁL A METÓDY

Výskum bol uskutočnený v mesiacoch jún a september rokov 2008 a 2009 na vybraných parcelách Poľnohospodárskeho podielníckeho družstva (PPD) Liptovská Teplica (okres Poprad), ktoré od roku 1996 uplatňuje ekologický systém hospodárenia na pôde. Skúmané územie leží v nadmorskej výške 900 – 1400 m n. m. Geomorfologicky patrí do Kráľovohorských Nízkyh Tatier, je súčasťou Národného parku Nízke Tatry. Podľa agroekologických podmienok sa územie PPD nachádza v horskej výrobnnej oblasti, ktorá je prevažne chladná a vlhká. Reliéf územia je horský, voľne členitý a silne kopcovitý. Priemerné ročné teploty sa pohybujú od 2-5° C, v priebehu vegetačného obdobia 8-11°C. Najteplejší mesiac je júl (priemerná teplota 12 až 14 ° C) a najchladnejší január (-6 až -7 °C). Priemerný ročný úhrn zrážok je 700 -1200 mm. Najväčšiu výmeru podniku tvoria kambizeme, prevažne stredne ťažké, silno skeletovité, najmä v podornici. Druhým najrozšírenejším typom sú rendziny, stredne ťažké, plytké a skeletovité. Na uvedenom území sa nachádzajú aj organozeme. Z hľadiska reliéfu sa prevažná väčšina pôd nachádza na svahoch.

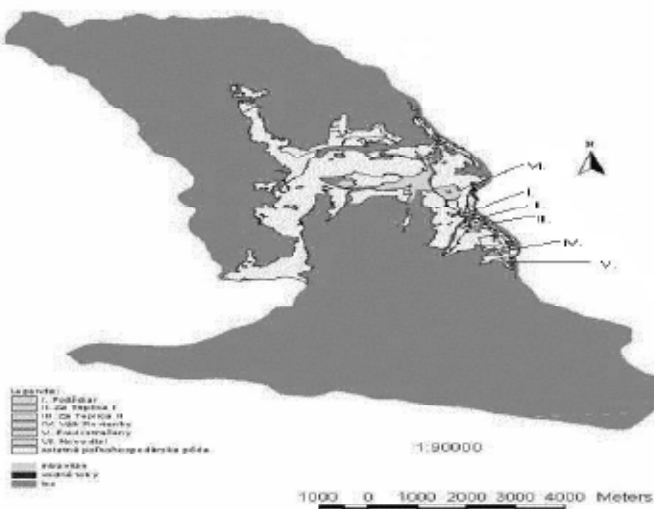
Orná pôda sa hnojí len maštalným hnojom v dávke cca 30 t.ha⁻¹ každý druhý rok. Posledných 5 rokov neboli použité na prihnojenie ani povolené fosforečné a draselné hnojivá. Na trvalo trávnych porastoch (TTP), ale aj na ornej pôde (OP) sa aplikuje na jar hnojivo Natural Harmony v dávke 3000 l. ha⁻¹ (minimálny obsah živín: celkový dusík ako N v sušine v % minimálne 15, celkový fosfor ako P₂O₅ v sušine v % minimálne 0,2, celkový draslík ako K₂O v sušine v % minimálne 0,4, celková síra ako S v sušine v % minimálne 16,5).

Na vybraných 6 trvalých výskumných plochách (o rozlohe 4 x 4 m), ktoré sú využívané ako orná pôda, bola urobená semikvantitatívna analýza prítomných taxónov sprevádzajúcich kultúrne rastliny. Prítomné druhy boli vyhodnotené podľa Braun-Blanquetovej stupnice. Názvoslovie je uvedené v súlade s Dostálom a Červenkom (DOSTÁL, ČERVENKA, 1991).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Všeobecne sa uvádza, že spoločenstvá burín sú menlivé v závislosti od produkčného systému. Vyššia diverzita burinných druhov a zmena stálosti ich výskytu je pozorovaná v ekologických systémoch (ZWGER, in BACKO-BARTOŠOVÁ a kol., 2005). TÝR, VEREŠ, LACKO-BARTOŠOVÁ (2009) determinovali 19 druhov burín v poraste *Triticum aestivum* a *Hordeum vulgare* sledovaných na ekologicky hospodáriacich farmách západného a stredného Slovenska. KADZYS, AUSKALNIENE, AUSKALNIS (2007) zistili, že v ekologických porastoch jarnej pšenice a jarného jačmeňa boli nájdené najmä semená dvojkličnolistových burín – *Chenopodium album*, *Stellaria media*, *Viola arvensis*. Tento poznatok potvrdzujú aj nami získané výsledky. V priebehu sledovaných rokov sme na vybraných parcelách (obrázok 1) v porastoch kultúrnych rastlín (*Hordeum vulgare*, *Solanum tuberosum*, *Trifolium pratense*, *Triticum spelta*, *Triticale*, ďatelinotrávna miešanka) zistili 37 druhov burín (tabuľka 1) patriacich do 19 čeľadí a 30 rodov (tabuľka 2). Najväčšiu druhovú diverzitu burín sme zaznamenali v poraste ďatelinotrávnej miešanky (parcely Predzatračane), kde bolo okrem kultúrnych druhov rastlín zaznamenaných ďalších 16 druhov. Z tabuľky 2 vyplýva, že dominantnými druhmi boli *Alchemilla* spp., *Campanula patula*, *Taraxacum officinale*. Na parcele

IV. v porastoch kultúrnych druhov *Triticale aestivum* a *Hordeum vulgare* bolo zistených 14 druhov, z ktorých dominovali *Trifolium arvense*, *Taraxacum officinale*, *Fallopia convolvulus*. Najnižší počet druhov (7 sprievodných druhov) sme zaznamenali na parcele VI. v porastoch kultúrnych druhov *Trifolium pratense* a *Triticum spelta*, v ktorých dominovali *Plantago lanceolata* a *Taraxacum officinale*.



Obrázok 1 Lokality výskumu druhovej diverzity rastlín v katastrálnom území Liptovská Teplička

Tabuľka 1 Druhové zloženie rastlín na sledovaných parcelách PPD Liptovská Teplička v rokoch 2008-2009

Parcela I. Pod Ždiar			
<i>Hordeum vulgare</i> / <i>Solanum tuberosum</i>			
Jarný aspekt 2008	Neskoro-letný aspekt 2008	Jarný aspekt 2009	Neskoro-letný aspekt 2009
<i>Hordeum vulgare</i> 5	Strnisko po <i>Hordeum vulgare</i>	<i>Solanum tuberosum</i> 5	<i>Solanum tuberosum</i> 5
<i>Lamium purpureum</i> 1	<i>Fallopia convolvulus</i> 1	<i>Lamium purpureum</i> 1	<i>Taraxacum officinale</i> 1
<i>Stellaria media</i> 1	<i>Lamium purpureum</i> 1	<i>Viola arvensis</i> 1	<i>Chenopodium album</i> 1
<i>Galium aparine</i> 1	<i>Viola arvensis</i> 1	<i>Chenopodium album</i> 1	<i>Viola arvensis</i> +
<i>Capsella bursa-pastoris</i> 1	<i>Avenula planiculmis</i> 1	<i>Stellaria media</i> +	<i>Convolvulus arvensis</i> +
<i>Avenula planiculmis</i> 1	<i>Galium aparine</i> 1		<i>Potentilla anserina</i> +
<i>Viola arvensis</i> +	<i>Capsella bursa-pastoris</i> +		
<i>Plantago major</i> r	<i>Plantago major</i> +		
<i>Myosotis palustris</i> r	<i>Stellaria media</i> +		
<i>Fallopia convolvulus</i> r			

Parcela II. Zateplica I. Ďateľinotravné miešanky			
Jarný aspekt 2008	Neskoro-letný aspekt 2008	Jarný aspekt 2009	Neskoro-letný aspekt 2009
<i>Trifolium pratense</i> 3	<i>Trifolium pratense</i> 3	<i>Trifolium pratense</i> 2	<i>Taraxacum officinale</i> 3
<i>Trifolium repens</i> 2	<i>Trifolium repens</i> 2	<i>Trifolium repens</i> 3	<i>Trifolium pratense</i> 2
<i>Phleum pratense</i> 2	<i>Phleum pratense</i> 2	<i>Phleum pratense</i> 2	<i>Trifolium repens</i> 2
<i>Lolium perene</i> 2	<i>Lolium perene</i> 1	<i>Lolium perene</i> 1	<i>Alchemilla</i> spp. 2
<i>Poa pratensis</i> 1	<i>Poa pratensis</i> 1	<i>Poa pratensis</i> 1	<i>Phleum pratense</i> 2
<i>Festuca rubra</i> 1	<i>Festuca rubra</i> 1	<i>Festuca rubra</i> 1	<i>Lolium perene</i> 1
<i>Festuca pratensis</i> 1	<i>Festuca pratensis</i> 1	<i>Festuca pratensis</i> 1	<i>Poa pratensis</i> 1
<i>Taraxacum officinale</i> 2	<i>Taraxacum officinale</i> 2	<i>Taraxacum officinale</i> 2	<i>Festuca rubra</i> 1
<i>Alchemilla</i> spp.2	<i>Alchemilla</i> spp. 2	<i>Alchemilla</i> spp. 2	<i>Festuca pratensis</i> 1
<i>Ranunculus acris</i> 1	<i>Ranunculus acris</i> 1	<i>Ranunculus acris</i> +	<i>Ranunculus acris</i> 1
<i>Veronica chamaedrys</i> 1	<i>Veronica chamaedrys</i> 1	<i>Veronica chamaedrys</i> +	<i>Veronica chamaedrys</i> 1
<i>Galium uliginosum</i> 1	<i>Galium uliginosum</i> 1	<i>Galium uliginosum</i> +	<i>Galium uliginosum</i> 1
<i>Stellaria media</i> +	<i>Stellaria media</i> +	<i>Stellaria media</i> +	<i>Stellaria media</i> +
<i>Cruciata laevipes</i> +	<i>Plantago major</i> +	<i>Plantago major</i> +	<i>Plantago major</i> +
<i>Plantago major</i> +	<i>Potentilla anserina</i> r	<i>Potentilla anserina</i> r	<i>Potentilla anserina</i> r
<i>Potentilla anserina</i> r			
<i>Myosotis palustris</i> r			
Parcela III. Zateplica II. <i>Hordeum vulgare</i>			
Jarný aspekt 2008	Neskoro-letný aspekt 2008	Jarný aspekt 2009	Neskoro-letný aspekt 2009
<i>Hordeum vulgare</i> 5	Strnisko po <i>Hordeum vulgare</i>	<i>Hordeum vulgare</i> 5 s pod-sevom <i>Trifolium</i> spp.	Strnisko po <i>Hordeum vulgare</i> + <i>Trifolium</i> spp.
<i>Taraxacum officinale</i> 1	<i>Trifolium hybridum</i> 3	<i>Taraxacum officinale</i> 1	<i>Taraxacum officinale</i> 1
<i>Lamium purpureum</i> 1	<i>Taraxacum officinale</i> 2	<i>Poa pratensis</i> 1	<i>Plantago major</i> 1
<i>Capsella bursa-pastoris</i> 1	<i>Poa pratensis</i> 2	<i>Anthemis arvensis</i> 1	<i>Veronica hederifolia</i> +
<i>Poa pratensis</i> 1	<i>Anthemis arvensis</i> 1	<i>Lamium purpureum</i> +	<i>Fallopia convolvulus</i> +
<i>Trifolium hybridum</i> 1	<i>Lamium purpureum</i> +	<i>Myosotis palustris</i> +	<i>Capsella bursa-pastoris</i> +
<i>Viola arvensis</i> +	<i>Myosotis palustris</i> +	<i>Veronica hederifolia</i> +	
<i>Myosotis palustris</i> +	<i>Veronica hederifolia</i> +	<i>Fallopia convolvulus</i> +	
<i>Stellaria media</i> +	<i>Fallopia convolvulus</i> +	<i>Capsella bursa-pastoris</i> +	
<i>Anthemis arvensis</i> +	<i>Capsella bursa-pastoris</i> +	<i>Plantago major</i> +	
<i>Veronica hederifolia</i> +	<i>Galium aparine</i> +		
<i>Fallopia convolvulus</i> +			
<i>Galium aparine</i> +			
Parcela IV. Váh - Rovníky <i>Triticale aestivum</i> / <i>Hordeum vulgare</i>			
Jarný aspekt 2008	Neskoro-letný aspekt 2008	Jarný aspekt 2009	Neskoro-letný aspekt 2009
<i>Triticale aestivum</i> 5	Strnisko po <i>Triticale aestivum</i>	<i>Hordeum vulgare</i> 5 s pod-sevom <i>Trifolium</i> spp.	Strnisko po <i>Hordeum vulgare</i> + <i>Trifolium</i> spp.
<i>Capsella bursa-pastoris</i> 1	<i>Trifolium arvense</i> 2	<i>Taraxacum officinale</i> 1	<i>Taraxacum officinale</i> 2
<i>Fallopia convolvulus</i> 1	<i>Taraxacum officinale</i> 2	<i>Capsella bursa-pastoris</i> 1	<i>Capsella bursa-pastoris</i> 2

<i>Ranunculus acris</i> +	<i>Fallopia convolvulus</i> 2	<i>Veronica hederifolia</i> 1	<i>Veronica hederifolia</i> 1
<i>Anthemis arvensis</i> +	<i>Capsella bursa-pastoris</i> 2	<i>Fallopia convolvulus</i> 1	<i>Fallopia convolvulus</i> 1
<i>Mentha arvensis</i> +	<i>Mentha arvensis</i> 1	<i>Sinapis arvensis</i> +	<i>Festuca rubra</i> +
<i>Daucus carota</i> +	<i>Anthemis arvensis</i> 1	<i>Festuca rubra</i> +	
<i>Taraxacum officinale</i> +	<i>Stellaria media</i> 1		
<i>Sinapis arvensis</i> +	<i>Veronica hederifolia</i> 1		
<i>Stellaria media</i> +	<i>Myosotis palustris</i> 1		
<i>Trifolium arvense</i> +	<i>Melandrium album</i> 1		
<i>Festuca rubra</i> +	<i>Daucus carota</i> +		
	<i>Festuca rubra</i> +		

**Parcela V. Predzatračene
Ďatelinotravné miešanky**

Jarný aspekt 2008	Neskoro-letný aspekt 2008	Jarný aspekt 2009	Neskoro-letný aspekt 2009
<i>Trifolium pratense</i> 3	<i>Trifolium pratense</i> 3	<i>Trifolium repens</i> 3	<i>Taraxacum officinale</i> 3
<i>Trifolium repens</i> 3	<i>Trifolium repens</i> 3	<i>Trifolium pratense</i> 2	<i>Trifolium repens</i> 2
<i>Phleum pratense</i> 3	<i>Phleum pratense</i> 3	<i>Phleum pratense</i> 3	<i>Trifolium pratense</i> 2
<i>Lolium perene</i> 2	<i>Lolium perene</i> 2	<i>Lolium perene</i> 2	<i>Festuca rubra</i> 2
<i>Festuca rubra</i> 2	<i>Festuca rubra</i> 2	<i>Festuca rubra</i> 3-4	<i>Lolium perene</i> 2
<i>Taraxacum officinale</i> 1	<i>Alchemilla</i> spp. 2	<i>Alchemilla</i> spp. 2	<i>Alchemilla</i> spp. 2
<i>Leucanthemum vulgare</i> 1	<i>Campanula patula</i> 2	<i>Campanula patula</i> 1	<i>Campanula patula</i> 1
<i>Campanula patula</i> 1	<i>Galium uliginosum</i> 2	<i>Galium uliginosum</i> 1	<i>Galium uliginosum</i> 1
<i>Alchemilla</i> spp.1	<i>Veronica chamaedrys</i> 2	<i>Veronica chamaedrys</i> 2	<i>Veronica chamaedrys</i> 2
<i>Stellaria media</i> 1	<i>Capsella bursa pastoris</i> 2	<i>Capsella bursa pastoris</i> 2	<i>Capsella bursa pastoris</i> 1
<i>Galium uliginosum</i> 1	<i>Ranunculus acer</i> 2	<i>Ranunculus acer</i> 1	<i>Ranunculus acer</i> 1
<i>Ranunculus acer</i> 1	<i>Myosotis palustris</i> 1	<i>Myosotis palustris</i> 1	<i>Myosotis palustris</i> 1
<i>Euphrasia tatarica</i> +	<i>Euphrasia tatarica</i> 1	<i>Euphrasia tatarica</i> 1	<i>Euphrasia tatarica</i> 1
<i>Veronica chamaedrys</i> +	<i>Leucanthemum vulgare</i> 1	<i>Leucanthemum vulgare</i> 1	<i>Leucanthemum vulgare</i> 1
<i>Myosotis palustris</i> +	<i>Stellaria media</i> 1	<i>Stellaria media</i> 1	<i>Stellaria media</i> 1
<i>Plantago major</i> +	<i>Viola pratensis</i> 1	<i>Viola pratensis</i> +	<i>Viola pratensis</i> +
<i>Capsella bursa pastoris</i> +	<i>Taraxacum officinale</i> +	<i>Taraxacum officinale</i> +	<i>Taraxacum officinale</i> +
	<i>Plantago major</i> +	<i>Plantago major</i> +	<i>Plantago major</i> +
		<i>Tragopogon pratensis</i> +	
		<i>Achillea millefolium</i> +	

**Parcela VI. Nový diel
Trifolium pratense / Triticum spelta**

Jarný aspekt 2008	Neskoro-letný aspekt 2008	Jarný aspekt 2009	Neskoro-letný aspekt 2009
Pokosené	<i>Trifolium pratense</i> 3	<i>Triticum spelta</i> s podse- vom <i>Trifolium</i> spp.	Strnisko po <i>Triticum spelta</i> s podsevom <i>Trifo- lium</i> spp.
	<i>Plantago lanceolata</i> 2	<i>Trifolium pratense</i> 4	<i>Trifolium pratense</i> 3
	<i>Trifolium hybridum</i> 2	<i>Plantago lanceolata</i> 2	<i>Trifolium hybridum</i> 2
	<i>Taraxacum officinale</i> 2	<i>Trifolium hybridum</i> 2	<i>Taraxacum officinale</i> 2
	<i>Plantago major</i> 1	<i>Taraxacum officinale</i> 2	<i>Plantago major</i> +
	<i>Veronica chamaedrys</i> +	<i>Plantago major</i> 1	<i>Achillea millefolium</i> +

5 – pokryvnosť 75 – 100 %, 4 – pokryvnosť 50 – 75 %, 3 – pokryvnosť 25 – 50 %, 2 – pokryv-
nosť 5 – 25 %, 1 – pokryvnosť pod 5 %, + – pokryvnosť zanedbateľná, r – ojedinele (niekedy
sa používa symbol -)

Tabuľka 2 Počet rodov jednotlivých čeľadí vyskytujúcich sa na skúmaných plochách

Čeľaď	Počet rodov
<i>Asteraceae</i>	3
<i>Poaceae</i>	3
<i>Brassicaceae</i>	2
<i>Cichoriaceae</i>	2
<i>Fabaceae</i>	2
<i>Lamiaceae</i>	2
<i>Rosaceae</i>	2
<i>Rubiaceae</i>	2
<i>Scrophulariaceae</i>	2
<i>Apiaceae</i>	1
<i>Boraginaceae</i>	1
<i>Campanulaceae</i>	1
<i>Convolvulaceae</i>	1
<i>Dianthaceae</i>	1
<i>Chenopodiaceae</i>	1
<i>Orobanchaceae</i>	1
<i>Polygonaceae</i>	1
<i>Ranunculaceae</i>	1
<i>Stellariaceae</i>	1

ZÁVER

Spoločenstvá burín, ako aj jednotlivé burinné druhy zistené na nami pozorovaných parcelách nepredstavujú z pohľadu poľnohospodára závažné ohrozenie produkcie prekračujúce prah škodlivosti (ekonomickej únosnosti). Druhy burín zistené na parcelách s porastom ďatelinotrávných miešaniek nepredstavujú žiadne potenciálne nebezpečenstvo pre pestované plodiny, môžeme ich považovať za obohatenie druhovej skladby a zvýšenie celkovej stability agroekosystému aj v nasledujúcich rokoch. V porastoch obilnín sme zaznamenali akceptovateľný stupeň pokryvnosti burín, ktoré však budú musieť byť monitorované a preventívnymi opatreniami (vhodným striedaním plodín, obrábaním pôdy...) utlmovaný ich výskyt v budúcnosti. Na danom území považujeme ekologický spôsob hospodárenia za vhodný, podporujúci ekologickú stabilitu a trvalú udržateľnosť agroekosystému, ako aj okolitých ekosystémoch ako celku.

POĎAKOVANIE

Výskum bol podporený z grantu VEGA 1/0601/08 – „Vplyv biotických a abiotických faktorov na udržanie trvalosti ekosystémov.“

LITERATÚRA

- DOSTÁL, J. - ČERVENKA M., 1991. Veľký kľúč na určovanie vyšších rastlín. SPN Bratislava, 1. a 2. diel., 1567 s.
- KADZYS, A. – AUSKALNIENE, O. – AUSKALNIS, A., 2007. Weed seed rain in cereals. In: SEMASKIENE, R., BRAZAUSKIENE, I. (eds.), Modern-day crop protection in context of science and agrobusiness, s. 235-240.
- LACKO-BARTOŠOVÁ, M. - CAGÁŇ, Ľ. - ČUBOŇ, J. – KOVÁČ, K. – KOVÁČIK, P. – MACÁK, M. – MOUDRÝ, J. – SABO, P., 2005. Udržateľné a ekologické poľnohospodárstvo. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 575 s.
- TÝR, Š. – VEREŠ, T. – LACKO-BARTOŠOVÁ, M., 2009. Weed as important stress factor in ecological farming. VIII. Alps-Adria Scientific Workshop, Neum, Bosnia-Herzegovina, s. 1-4

**BIODETERIORIZÁCIA BETÓNOVÝCH KONŠTRUKCIÍ AKO DÔSLEDOK
PÔSOBENIA VYBRANÝCH DRUHOV BAKTÉRIÍ NACHÁDZAJÚCICH SA
V KYSLÝCH PROSTREDIACH**

**BIODETERIORATION OF CONCRETE STRUCTURES AS A RESULT OF
INTERACTION OF SELECTED SPECIES OF BACTERIA OCCURING IN ACIDIC
ENVIRONMENTS**

Vlasta HARBULÁKOVÁ¹ – Adriana EŠTOKOVÁ¹ – Nadežda ŠTEVULOVÁ¹

ABSTRACT

The unwanted changes in the properties of materials caused by microorganisms are termed in the technical literature as microbial corrosion or biodeterioration. Concrete biodeterioration is attributed to the corrosive effect of biogenic formed sulphuric acid as a result of sulphuretum activity. The biogenic acid is generated by complex mechanisms and various microbial species, particularly ferrous and sulphur oxidising bacteria genera Acidithiobacillus and sulphate-reducing bacteria (SRB). This paper presents the results of surface changes study of concrete samples due to biocorrosion. The simultaneous influence of bacteria Acidithiobacillus thiooxidans and Desulfovibrio sp. was investigated under laboratory condition during 120 days. The acid main drainage was used as corrosive medium. The morphology study of concrete surfaces was realized by using atomic force microscopy (AFM).

KEY WORDS

microorganisms, concrete, biodeterioration

Úvod

Betón je najdôležitejšia stavebná látka, ktorá sa vyznačuje za normálnych podmienok veľkou stabilitou voči okoliu. Napriek tomu môžu nastať podmienky, ktoré vedú k porušeniu betónu. Poruchy betónu môžu byť spôsobené (okrem mechanických porúch) koróziou (chemické zmeny) alebo eróziou (mechanické opotrebovanie). K poruchám materiálov nosných prvkov dochádza hlavne účinkom nepriaznivého obklo-

1 Ing. Vlasta Harbuláková, PhD., doc. RNDr. Adriana Eštoková, PhD.,
prof. RNDr. Nadežda Številová, PhD.

Technická Univerzita v Košiciach, Stavebná fakulta, Ústav budov a prostredia,
Vysokoškolská 4, 042 00 Košice, vlasta.harbulakova@tuke.sk,
adriana.estokova@tuke.sk, nadezda.stevulova@tuke.sk

pujúceho prostredia. Pochody vyvolávajúce poškodenie stavebných materiálov môžu byť povahy fyzikálnej (zmeny teploty a vlhkosti, vplyv atmosférických podmienok), chemickej (roztoky kyselín, zásad a solí, organické látky) a biologickej (mikroorganizmy – riasy, huby, baktérie a pod.) (LUPTÁKOVÁ, 2006). Biokorózia je zmena vlastností stavebných materiálov podmienená činnosťou mikroorganizmov. Je to synergický dej, ktorý prebieha väčšinou súčasne so znehodnotením stavebného kameňa vlhkosťou. Na kameni rastie množstvo mikroorganizmov produkujúcich minerálne a organické kyseliny, ktoré rozpúšťajú kremičitany a hlinitany vápenaté za tvorby vodorozpuštných komplexov (SAND, 1997). Štúdiom nežiaducich zmien stavebných materiálov pôsobením mikroorganizmov sa zaoberá vedný odbor – Biodeteriorizácia stavieb a mikroorganizmy sú v tomto prípade označované ako biodeteriogény (WASSERBAUER, 2004). Biodeteriorizácia je vo väčšine prípadov vysvetľovaná ako dôsledok aktivít mikroorganizmov, ktoré sú vo forme tzv. biofilmu uchytené na povrchu materiálu. Biofilmom nazývame spoločenstvá rôznych druhov baktérií a niektorých vyšších organizmov, tvoriacich tenké povlaky na povrchu materiálov. Podľa poľa pôsobenia biofilmu sa rozlišujú 4 základné oblasti, ktoré sú uvedené v tabuľke 1 (DENKAUS et al., 2006).

Tabuľka 1 Charakterizácia oblastí pôsobenia biofilmu na stavebné konštrukcie

Oblasti pôsobenia biofilmu			
biologické znečistenie	biokorózia	biodegradácia	ekológia
biofilm na architektonických pamiatkach, narušenie funkcie konštrukcie	zloženie spoločenstva, metabolické aktivity mikroorganizmov		patogenéza (vznik a vývin choroboplodných zárodkov), hygienické hľadisko

Pre vznik, rast a rozmnožovanie mikroorganizmov má rozhodujúci význam teplota, vlhkosť, prítomnosť kyslíka, živiny a pH prostredia (ŠTIFER et al., 1990). Rozpätie optimálneho pH pre rast mikroorganizmov sa pohybuje v hraniciach pH = 4 – 10. Veľmi vážnym deštruentom stavebných konštrukcií sú sírne baktérie, ktoré dobre rastú pri pH = 1 a sú schopné rásť i pri pH = 0 (ROSE, 1972).

Tieto baktérie patria do skupiny chemolitotrófnych baktérií a vyskytujú sa v pôde, vo vode a všade tam, kde je dostatočná vlhkosť a prítomnosť zdrojov síry.

Optimálna teplota je 25 – 30 °C. Hlavnými zástupcami sú: *Acidithiobacillus thioparus*, *Ac. denitrificans*, *Ac. thiooxidans*, *Ac. thermophilus*, *Ac. novelus*. Činnosťou sírnych baktérií sa zlúčeniny síry menia na sírany, pričom vznikajúca H_2SO_4 výrazne znižuje pH prostredia (SADURSKA et al, 1993). Ďalšou skupinou veľmi často sa vyskytujúcou spolu so sírnymi baktériami sú desulfurikačné baktérie. Sú to striktné anaeróbne, chemoorganotrofné baktérie, ktoré respirujú na sulfátoch a iných oxidovaných zlúčeninách síry alebo na elementárnej síre, pričom vzniká H_2S . V odbornej literatúre sa stretávame s ich pomenovaním síran redukujúce baktérie (SRB). Ich korozívna aktivita bola popísaná ako účasť pri korózii základu stavebného diela, avšak ich pravdepodobná úloha v procese biokorózie spočíva v prísune zlúčenín síry (sulfánu) pre ďalšiu oxidáciu sírnymi baktériami (SCHANDER et al, 1993, GAYLARDE et al., 2003).

Z hľadiska biodeteriorácie betónových materiálov sú významné hlavne baktérie *Acidithiobacillus thiooxidans*, *Acidithiobacillus ferrooxidans* a síran-redukujúce baktérie. Mikroorganizmom prevládajúcim v pôde, ktorý vyvoláva oxidáciu sulfidu na elementárnu síru, patrí rod *Acidithiobacillus*, schopný života aj vo vodnom prostredí, hlavne v kyslých banských vodách (http://filebox.vt.edu/users/chagedor/biol_4684/Cycles/Soxidat.html). Tvorba kyslých banských vôd (AMD) je jedným z najväčších environmentálnych problémov spojených s banskou činnosťou a je preukázaný de-gradračný vplyv AMD na jednotlivé zložky životného prostredia - pôdu a horniny, biosféru, rastliny a na povrchovú vodu (BÁLINTOVÁ et al., 2008).

V našich predchádzajúcich prácach sme zistili, že pôsobenie mikroorganizmov vedie k vylúhovaniu Ca a Fe iónov do kvapalnej fázy, k nárastu pH do alkalických oblastí a k celkovej degradácii betónovej matrice (HARBULÁKOVÁ et al. 2008, HARBULÁKOVÁ et al. 2009).

V práci sú prezentované výsledky štúdia povrchových zmien betónových vzoriek vplyvom biokorózie spôsobenej mikroorganizmami prítomnými v kyslej banskej vode.

MATERIÁL A METÓDY

Experimenty prebiehali v laboratórnych podmienkach za simultánneho pôsobenia síru oxidujúcich a síran redukujúcich baktérii (SRB) po dobu 120 dní. V experimentoch sledovania biokorózie vzoriek betónu boli použité síru oxidujúce baktérie *Acidithiobacillus thiooxidans* a síran redukujúce baktérie *Desulfovibrio* sp. (zdroj Ústav geotechniky SAV v Košiciach).

Pre experimenty boli pripravené 2 betónové vzorky tvaru trojuholníka, ktorého šírka v základni bola 25 mm, výška 35 mm a hrúbka 7 mm. Tieto vzorky boli počas experimentu čiastočne ponorené do dvoch rôznych médií. Koróznym médiom bola kyslá banská voda, v ktorej sa nachádzali baktérie, aeróbne síru oxidujúce baktérie *Acidithiobacillus thiooxidans*. Porovnávacím médiom reprezentujúcim nepriaznivé podmienky pre život baktérii bola deionizovaná voda. Každá vzorka bola ponorená do týchto médií iba do polovice z dôvodu simulácie prostredia banských ložísk, kde v anaeróbných podmienkach (pod vodou, pôdou) pôsobia síran-redukujúce baktérie hlavne rodov *Desulfovibrio*, ktoré produkujú sulfán a ten je pôsobením aeróbných baktérii *Acidithiobacillus thiooxidans* oxidovaný na kyselinu sírovú, ktorá spôsobuje výrazne poškodenie stavebných materiálov, v našom prípade betónu.

Kyslá banská voda AMD pochádzala zo starej banskej záťaže Smolník, zo šachty Pech na východnom Slovensku. Chemické zloženie AMD je uvedené v tabuľke 2, pH kyslej banskej vody bolo 3,7.

Tabuľka 2 Zloženie kyslej banskej vody z lokality Smolník

parameter	SO ₄ ²⁻	Fe	Mn	Mg	Ca	Cu	Zn	Al	Cd	Ni
koncentrácie [mg.l ⁻¹]	2938	307	26	300	119	5,3	10,8	77	0,1	0,3

Experimenty prebiehali v laboratórnej aparatúre pozostávajúcej z hermeticky uzavretej sklenenej nádoby – exikátora o objeme 4000 ml, v ktorom boli vložené kadičky so vzorkami betónov uloženými vo vyššie uvedených kvapalných médiách a z reagenčnej fľaše o objeme 500 ml, ktorá slúžila ako zdroj síran-redukujúcich baktérii rodu *Desulfovibrio* (SRB), produkujúcich sulfán. Kontinuálny prívod bakteriálne vyprodukovaného sulfánu bol zabezpečený pomocou inertného plynu – dusíka z reagenčnej fľaše na dno exikátora. Na zachytávanie prebytočného biogenného sulfánu bola použitá ďalšia reagenčná fľaša naplnená s roztokom síranu mednatého, ktorá bola taktiež prepojená s exikátorom.

Síran redukujúce baktérie *Desulfovibrio* sp. boli vyizolované z pitného minerálneho prameňa Gajdovka. Pre ich izoláciu a kultiváciu sa použila selektívna živná pôda DSM-63 s pH 7.5 (KARAVAJKO et al., 1988), ktorá svojím kvalitatívnym a kvantitatívnym zastúpením jednotlivých zložiek vytvára optimálne podmienky pre prednostný rast SRB rodu *Desulfovibrio*.

Živná pôda s baktériami SRB bola v reagenčnej fľaši vymieňaná každé 3-4 dni z dôvodu zabezpečenia dostatočnej tvorby sulfánu, ktorý bol následne baktériami *Acidithiobacillus thiooxidans* oxidovaný na kyselinu sírovú.

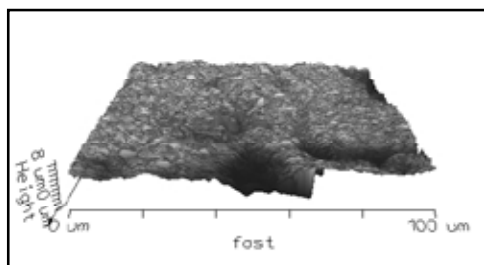
Síru oxidujúce baktérie *Acidithiobacillus thiooxidans* boli prítomné v kyslej banskej vode a boli v 7 dňových intervaloch inokulované na povrch betónovej vzorky uloženej do kyslej banskej vody.

Síru oxidujúce baktérie boli vyizolované z kyslej banskej vody, vytekajúcej z ložiska Smolník. Pre prípravu tejto aktívnej bakteriálnej kultúry bola použitá selektívna živná pôda podľa Waksmana a Joffého (LUPTÁKOVÁ et al., 2008). Jej príprava spočívala v rozpustení odvážených zložiek (okrem síry) v 1000 ml destilovanej vody a následnej sterilizácii v autokláve pri 110 °C po dobu 20 minút. Potom bola pridaná elementárna siera, vysterylizovaná oddelene v alkohole.

Pre štúdium morfológie povrchu vzoriek betónu pred a po 4 mesačnom pôsobení bakteriálne vyprodukovanej kyseliny sírovej bola použitá mikroskopia atomárných síl (AFM – *atomic force microscopy*). Metóda AFM (JPK Instruments, Germany) sa použila pre sledovanie ponorenej i neponorenej časti vzorky. Pre štúdium povrchov sa použil konštantný mód NanoWizardII a silikónový kantiléver CSC 37 B (Micro-mash, Estónsko) so silovou konštantou 0,3 N/m a rezonančnou frekvenciou 37 Hz. Každý AFM obraz bol v rozlíšení 512 x 512 pixelov.

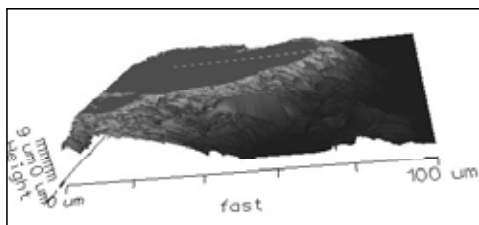
VÝSLEDKY A DISKUSIA

Po 120 dňoch simultánneho pôsobenia vyššie uvedených baktérií sa pozorovali zmeny povrchov ponorených a neponorených častí betónových vzoriek. Na obrázku 1 je znázornený povrch betónovej vzorky pred uložením do kvapalných médií.

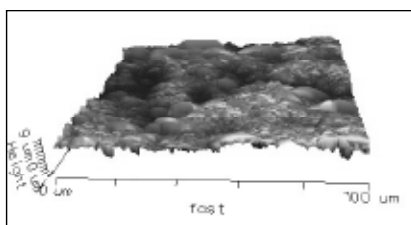


Obrázok 1 Povrch betónovej vzorky pred experimentom

Obrázky 2 a 3 zachytávajú povrch ponorených častí vzoriek po experimente. Na obrázku 2 je možné zreteľne vidieť povrchové zmeny spôsobené korozívnym prostredím v hĺbke viac ako 9 μm. V prípade deionizovanej vody (referenčnej vzorky) v tejto časti vzorky nedošlo k žiadnym výrazným zmenám (obrázok 3).

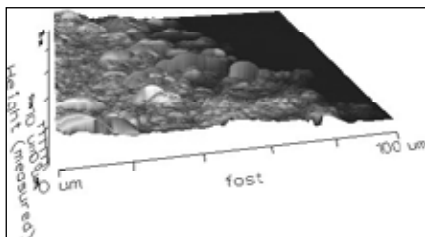


Obrázok 2 Povrch ponorenej časti betónovej vzorky uložennej v AMD

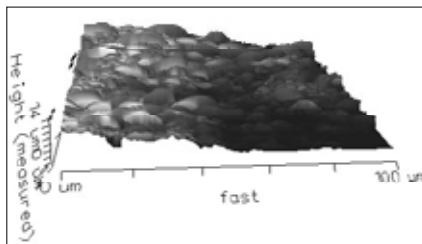


Obrázok 3 Povrch ponorenej časti betónovej vzorky uložennej v deionizovanej vode

Povrchy neponorených častí vzoriek sú ilustrované na obrázkoch 4 a 5. V prípade vzorky uložennej do AMD došlo k výraznejším zmenám povrchu v neponorenej časti oproti ponorenej z dôvodu nielen pôsobenia bakteriálne vyprodukovanej kyseliny sírovej, ale aj pôsobením bakteriálnej kultúry priamo inokulovanej na povrch betónovej vzorky (obrázok 4). Na obrázku 5 je znázornený povrch neponorenej časti kontrolnej vzorky uložennej do deionizovanej vody, na ktorom nie sú viditeľné zmeny povrchu betónovej vzorky v porovnaní s povrchom pred experimentom.



Obrázok 4 Povrch neponorenej časti betónovej vzorky uložennej v AMD



Obrázok 5 Povrch neponorenej časti betónovej vzorky uložennej v deionizovanej vode

ZÁVER

Pomocou metódy atómovej silovej mikroskopie boli sledované zmeny v štruktúre morfológie betónových vzoriek uložených v AMD a porovnávané s uložením vzoriek do deionizovanej vody. V prípade vzorky uloženej do AMD sa pozorovali výrazné zmeny vplyvom prebiehajúcej síranovej korózie v ponorenej i neponorenej časti. Výraznejšie zmeny sa zaznamenali v neponorenej časti z dôvodu priamej inokulácie síru oxidujúcich mikroorganizmov *Acidithiobacillus thiooxidans*, a tiež kvôli nevhodným podmienkam (pH prostredia) pre rast a vývin týchto baktérií v kvapalnej fáze. V prípade deionizovanej vody, ktorá slúžila ako kontrolné médium, sa v súlade s predpokladmi nezaznamenali žiadne markantné zmeny.

POĎAKOVANIE

Tento príspevok bol vytvorený realizáciou projektu s názvom Podpora Centra excelentného integrovaného výskumu progresívnych stavebných konštrukcií, materiálov a technológií, na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja a pri riešení projektu VEGA č. 2/0075/08.

LITERATÚRA

- BALINTOVÁ, M. – KOVALÍKOVÁ, N. 2008. Zhoršovanie kvality povrchových vôd v potočku Smolník vplyvom kyslých banských vôd, Zem v pasci? Zvolen: 2008, s. 88-92. ISBN 978-80-228-1848-3.
- DENKHAUS, E. - MEISEN, S. - TELGHEDER, U. - WINGENDER, J. 2006. Chemical and physical methods for characterisation of biofilms, In: *Microchimica Acta* 158, Springer-Verlag, 2006, p.1-27
- GAYLARDE, C. - RIBAS SILVA, M. - WARSCHIEDT, TH. 2003. Microbial Impact on building materials: an overview, *Materials & Structures*, Vol. 36, 2003, p.342-352
- HARBULÁKOVÁ, V. et al. 2008. Biocorrosion of concrete sewer pipes. In: Pollack Periodica: An International Journal for Engineering and Information Sciences. vol. 3, no. 2, p. 51-58. ISSN 17881994, 2008
- HARBULÁKOVÁ, V. 2008. Biokorózia betónových kanalizačných potrubí. In: JUNIOR-STAV 2008: 10. odborná konferencia doktorského štúdia, Brno, 23.1.2008: Sborník anotací. Brno: VUT, 2 p. ISBN 978-80-86433-45-5.
- LUPTÁKOVÁ, A. - HARBULÁKOVÁ, V. 2007. VIII. vedecká konferencia Stavebnej fakulty TU v Košiciach, Zborník prednášok, 2007, s. 147-150 ISBN 978-80-8073-791-7.
- LUPTÁKOVÁ, A. 2006. Biokorózia stavebných materiálov. In: *Acta Montanistica Slovaca*, ročník 11, mimoriadne číslo 2., 2006, s. 339-334
- LUPTÁKOVÁ, A. - KUŠNIEROVÁ M. - PRAŠČÁKOVÁ M. 2008. Prítomnosť baktérií rodu *Acidithiobacillus* v sulfidických ložiskách. Prítomnosť baktérií rodu *Acidithiobacillus* v sulfidických ložiskách na Slovensku. In Zborník prednášok z odborného seminára konaného pri príležitosti životného jubilea prof. Ing. Miroslava Štofka, CSc., Herľany, 12. február 2008. ISBN 978-80-8073-966-9. s. 72 - 76.
- SADURSKA, I. - KOWALIK, R. 1993. Mikrobiologický rozklad materialov archiwalnych, *Acta Microbiologica* 159, 1993, p.491

- SAND, W. 1997. Microbial mechanisms of deterioration of inorganic substrates – A general overview, Int. Biodeterioration & Biodegradation J., 40, 1997, p.183-190
- SCHANDER, R. - KROGER, A. 1993. Arch. Microbiol. 159, 1993, p.491
- ŠTIFER, M. - BERANOVÁ, M. - VANČUROVÁ, D. - WASSERBAUER, R. 1990. *Folia Microbiol.*, 35, 1990, s.509
- WASSERBAUER, R. 2004. Biodeteriorace stavebních materiálu a konstrukcí, Zpravodaj STOP 6, No. 2, 2004, s.45-55. Dostupné na
<http://filebox.vt.edu/users/chagedor/biol_4684/Cycles/Soxidat.html>

**ZASTÚPENIE RADOV EPIGEICKEJ MAKROFAUNY A CHROBÁKOV VYBRANEJ
JEDEOBUČINY V ČERGOVSKOM POHORÍ**

**EPIGAEIC MACRO FAUNA AND BEATLES (*COLEOPTERA*) OF FIR-BEECH FOREST
IN ČERGOVSKÉ POHORIE MOUNTAIN**

Beáta BARANOVÁ¹

ABSTRACT

Epigaeic macro fauna with lay emphasis on group Coleoptera of fir-beech forest in Baranie and Podbaranie locality of Čergovské pohorie mountain was studied in seasons 2007 and 2008. Material was sampled using formalin pitfall traps situated on four trapping stations located in different above sea level on northeast orientated slope. Study confirmed presence of these groups of epigaeic macro fauna: landsnails (Stylomatophora), earthworms (Lumbricida), spiders (Araneida), harvestmen (Opilionida), pill millipedes (Glomerida), julid millipedes (Julida), polydesmid millipedes (Polydesmida), stone centipedes (Lithobiomorpha), beetles (Coleoptera), earwings (Dermaptera), Hymenoptera and dominancy of Coleoptera group in epigaeic macro fauna of studied type of ecosystem. There were found 107 species of beetles belonged into the 22 families. Most numerous families were Carabidae and Staphylinidae. Most significant species were Agyrtes bicolor, Catops kirbyi kirbyi, Licinus hoffmannseggii and Tetratoma ancora.

KEY WORDS

epigaeic macro fauna, beetles, Coleoptera, fir-beech forest, Čergovské pohorie Mts.

Úvod

Epigeická makrofauna a rad Coleoptera patrí v rámci jedľobučin, ako aj v rámci celého Čergovského pohoria k málo preskúmaným faunistickým prvkom. Literárne údaje o jednej zo skupín epigeonu a to výskyte Diplopoda v rámci sledovaného územia pochádzajú síce už z konca 19. storočia (CHYZER 1886; ATTEMS 1889; DADAY 1889 in MOCK, 1999) ale sú venované výlučne faunistike. V rámci šiestich lokalít na území Čergova sledoval výskyt mnohonôžok MOCK (l.c.). Systematické štúdium radu Coleoptera doposiaľ na území Čergova nikto nerobil. Prehľad literárnych údajov o his-

1 RNDr. Beáta Baranová

Katedra ekológie, Fakulta humanitných a prírodných vied Prešovskej univerzity v Prešove, Ul. 17. novembra č. 1, 081 16 Prešov, bbaranova@gmail.com

torickom výskume fauny chrobákov na území Čergovských vrchov nájdeme v práci JÁSZAYA (1999). Štúdiom chrobákov javorových bučín a vrcholových lúk severnej časti pohoria sa zaoberá JÁSZAY (l.c.). Jedľobučiny Čergova vznikli pozmenením pôvodných bukových lesov a v súčasnosti predstavujú dominantný typ v rámci zastúpenia lesných porastov skúmaného pohoria. Väčšina z nich je po ponechaní v bezzásahovom režime bohato štruktúrne a vekovo diferencovaná. Epigeická makrofauna, aj keď z pohľadu človeka ľahko prehliadnuteľná, patrí k dôležitým prvkom lesného ekosystému, v rámci ktorého zohráva svoju úlohu v procese rozkladu odumretej organickej hmoty a tým aj kolobehu látok a energie. Rad Coleoptera, predovšetkým však čeľade *Carabidae* a *Staphylinidae* patria k bioindikativným ukazovateľom narušenosti, či naopak zachovalosti ekosystému. Práca prináša nové a doplňujúce poznatky o faune chrobákov a zložení spoločenstva epigeickej makrofauny skúmaného typu biotopu a sledovaného územia.

MATERIÁL A METÓDY

Charakteristika lokality

Materiál bol zbieraný v rámci štyroch stacionárov v jedľovobukovom lesnom poraste v Čergovskom pohorí. Skúmaný porast sa nachádza na pravom, severo až severovýchodne orientovanom svahu vrchu v 21° 07' a 21° 09' sev. šírky a cca 49° 11' a 49° 10' východnej dĺžky. Vrch sa tiahne od rozdeľovníka modrej a žltej turistickej značky v nadmorskej výške 682,8 m.n.m po vrchol Lysá (1067,9 m.n.m.) oblasťou Podbaranie a Baranie. Celkové prevýšenie je 385,1 výškových metrov. Časť svahu prebieha súbežne s modrou turistickou značkou (Podbaranie – Lysá – Drienica), ktorá ho vo vrcholových partiách priečne križuje. Vrcholom prechádza lesná zvažnica, v závere doliny, ktorú vytvára s protilahlým vrchom preteká lesný tok. Lesný porast tvorí jedľobučina (*Abieto-fagetum*) s ojedinelým výskytom *Acer pseudoplatanus* a *Picea abies*. Porast je súvislý, bez holorubov, jedľobučinu na jednom mieste strieda monokultúrny porast *Betula pendula*. Porast je výrazne vekovo a štruktúrne diferencovaný, vek najstarších jedincov bol odhadom stanovený na 90 až 100 rokov. Podklad tvorí skalná sutina s nárastmi machov a bohatým listovým opadom s prímесou ihličia. Prítomné sú stojace i spadnuté odumreté kmene stromov. V bylinnom podraze sú zastúpené *Asarum europaeum*, *Dentaria enneaphyllos*, *Dryopteris filix-mas*, *Glechoma hederacea*, *Pulmonaria officinalis*. Stacionáre boli rozmiestnené v rozličných nadmorských výškach, s výškovým rozdielom minimálne 100 výškových metrov medzi za sebou nasledujúcimi stacionármi. Stacionár 1 sa nachádzal v nadmorskej výške 1 043 m.n.m. (N49°09.893; E21°08.529-súradnice zo systému GPS) v blízkosti vrcholu Lysá. Stacionár predstavuje cíp porastu ohraničeného lyžiarskymi svahmi. Stacionár 2 sa nachádzal v nadmorskej výške 938 m.n.m. (N49°10.320; E21°08.165) v blízkosti vrcholovej zvažnice. Stacionár 3 sa nachádzal v nadmorskej výške 796 m.n.m. (N49°10.407; E21°08.441) v závere doliny a blízkosti lesného toku. Stacionár 4 sa nachádzal v nadmorskej výške 691 m.n.m. (N49°10.970; E21°08.503) v závere doliny, blízkosti lesného toku a údolnej zvažnice.

Metódy odberu vzoriek

Pre zber materiálu bola zvolená metóda formalínových zemných pascí. Pasca poz-

stávala z umelohmotného pohára s objemom 0,5 l a priemerom ústia 90 mm, zakopaného do zeme tak, aby okraj pohára bol zarovno s povrchom pôdy. Pasce boli opatrené ochrannou strieškou. Ako konzervačná kvapalina bol použitý 10% formalín, poháre boli tekutinou naplnené približne do polovice. Pasce boli v rámci stacionárov exponované v celkovom počte 5 kusov, umiestnené podľa štvorcovej schémy s jednou stredovou pascou, vo vzájomnej vzdialenosti cca 1,5 metra. V rámci stacionárov 1, 2, 3 boli pasce založené a exponované od 22. apríla 2007, v rámci stacionára 4 od 13. mája 2007. Počas obdobia medzi výberom pascí v októbri a novembri 2007 došlo v rámci stacionára 4 k zničeniu pascí následkom sťahovania dreva po ťažbe z vyššie položenej časti porastu. Výber pascí bol vykonávaný približne v mesačných intervaloch, v termínoch 13.5., 15.6., 15.7., 12.8., 13.9., 14.10., 23.11.2007, 27.4. a 18.5.2008. V sezóne 2007 boli pasce exponované celkovo 214, v sezóne 2008 celkovo 139 dní. Získaný materiál bol vytriedený do radov podľa stanovených cieľov práce, rad Coleoptera bol vytriedený do čeľadí a druhov. Revíziu radu a čiastočnú determináciu čeľadí *Leiodidae* a *Staphylinidae* vykonal MGR. TOMÁŠ JÁSZAY zo Šarišského múzea v Bardejove.

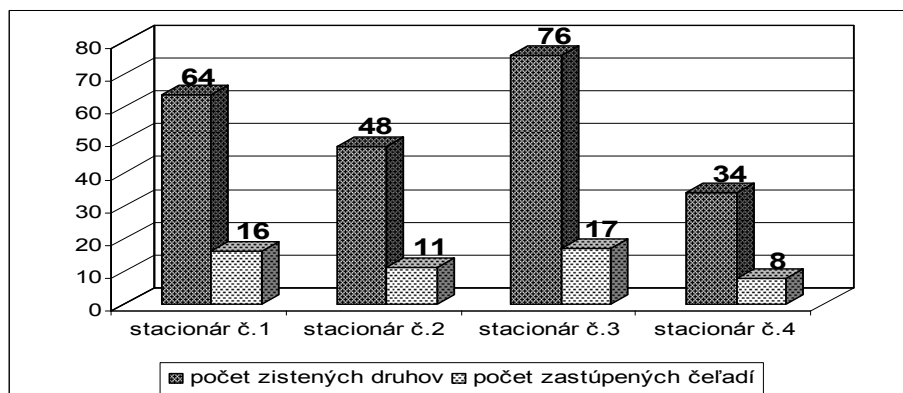
VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pravidelným odberom vzoriek bolo získaných celkovo 6 584 exemplárov epigeickej makrofauny a potvrdený výskyt týchto skupín: Stylomatophora, Lumbricida, Araneida, Opilionida, Isopoda, Glomerida, Julida, Polydesmida, Lithobiomorpha, Coleoptera, Dermaptera, Hymenoptera (tabuľka 1). Radom s najvyššou početnosťou bol rad Coleoptera, radom s najnižšou početnosťou rad Hymenoptera. Celková početnosť radu Coleoptera bola v porovnaní s druhým najpočetnejším radom Araneida dvoj až trojnásobne vyššia. V porovnaní s ostatnými zistenými radmi vykazoval rad Coleoptera niekoľko násobne vyššiu početnosť. Uvedené výsledky poukazujú na to, že v rámci skúmanej lokality a typu biotopu je dominantnou skupinou epigeickej makrofauny rad Coleoptera. Najviac exemplárov epigeickej makrofauny bolo zachytených v rámci stacionára 3, najmenej v rámci stacionára 4 aj napriek tomu, že uvedené stacionáre sa vyznačovali veľmi podobnými fyziognomickými vlastnosťami (údolný charakter, blízkosť lesného toku, výška a zapojenosť porastov). Tento výsledok možno s najväčšou pravdepodobnosťou odôvodniť stupňom antropogénnych zásahov (sťahovanie dreva po ťažbe s následným narušením pôdneho krytu, blízkosť zvažnice podmieňajúca zvýšený pohyb ľudí) v rámci stacionára 4.

Pravidelným odberom vzoriek bolo získaných celkovo 3 802 jedincov epigeických chrobákov patriacich do 22 čeľadí a k 107 druhom. Najpočetnejšie zastúpenou čeľadťou bola čeľaď *Staphylinidae* s celkovým počtom 32 zistených druhov. Druhou najpočetnejšou bola čeľaď *Carabidae* (29 sp.), ďalej čeľade *Curculionidae* (13 sp.), *Leiodidae* (7sp.), *Silphidae* (5 sp.) a *Nitidulidae* (4sp.). Ostatné čeľade boli zastúpené jedným druhom. Aj napriek vysokej početnosti uvedeného radu možno predpokladať, že početnosť a druhové zastúpenie chrobákov v rámci skúmanej lokality a územia je bohatšie, keďže podľa MAJZLANA (1998) umožňuje použitý typ metódy zachytiť predovšetkým epigeické formy chrobákov.

Tabuľka 1 Počet zachytených jedincov jednotlivých radov celkovo
a v rámci jednotlivých stacionárov za sledované obdobie

	radý	stacionár č. 1	stacionár č. 2	stacionár č. 3	stacionár č. 4	celkom
1.	COLEOPTERA	806	1120	1384	492	3802
2.	ARANEIDA	254	526	391	473	1644
3.	OPILIONIDA	155	124	152	80	511
4.	GLOMERIDA	35	38	147	30	250
5.	JULIDA	28	50	25	35	138
6.	STYLOMATOPHORA	30	8	19	18	75
7.	LITHOBIOMORPHA	12	16	29	10	67
8.	ISOPODA	12	1	25	9	47
9.	LUMBRICIDA	3	3	13	1	20
10.	POLYDESMIDA	4	5	4	4	17
11.	DERMAPTERA	7	1	0	0	8
12.	HYMENOPTERA	1	2	2	0	5
	celkom	1346	1894	2191	1152	6584



Obrázok 1 Počet zastúpených čeľadí a druhov chrobákov
v rámci jednotlivých stacionárov

Najvyšší počet zistených druhov a čeľadí, ako aj najvyšší počet zachytených jedincov chrobákov bol v rámci stacionára 3 (17 čeľadí, 74 sp., 1 384 ks), najnižší počet zistených druhov a čeľadí ako aj najnižší počet zachytených jedincov chrobákov bol v rámci stacionára 4 (8 čeľadí, 34 sp., 492 ks). Rozdiely v počte zastúpených druhov sa prejavili aj v indexe biodiverzity, ktorý u stacionára 3 dosiahol najvyššiu hodnotu a to 3,06 (stacionár 1-2,36; stacionár 2-2,71; stacionár 4-2,56).

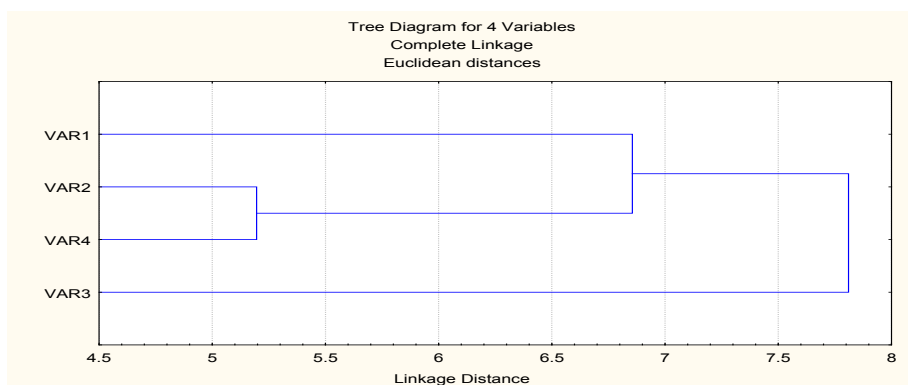
Tabuľka 2 Zoznam zistených čeľadí a druhov radu Coleoptera

AGYRTIDAE	CRYPTOPHAGIDAE	SILPHIDAE
<i>Agyrtes bicolor</i>	<i>Cryptophagus</i> sp.	<i>Nicrophorus humator</i>
BYRRHIDAE	CURCULIONIDAE	<i>Nicrophorus vespilloides</i>
<i>Byrrhus pilula</i>	<i>Acalles camelus</i>	<i>Oiceoptoma thoracica</i>
CANTHARIDAE	<i>Acalles hypocrita</i>	<i>Phosphuga atrata</i>
<i>Malthodes</i> sp.	<i>Donus ovalis</i>	<i>Silpha carinata</i>
CARABIDAE	<i>Notaris atterimus</i>	SPHAERITIDAE
<i>Abax ovalis</i>	<i>Omiamima hanaki</i>	<i>Sphaerites glabratus</i>
<i>Abax parallelepipedus</i>	<i>Otiorhynchus niger</i>	STAPHYLINIDAE
<i>Carabus arvensis carpathus</i>	<i>Otiorhynchus scaber</i>	<i>Acidota cruentata</i>
<i>Carabus auronitens escheri</i>	<i>Plinthus sturmi</i>	<i>Anotilus cf. mutator</i>
<i>Carabus coriaceus rufiger</i>	<i>Plinthus tischeri</i>	<i>Anthobium melanocephalum</i>
<i>Carabus glabratus glabratus</i>	<i>Polydrusus</i> sp.	<i>Bisnius fimentarius</i>
<i>Carabus irregularis montandoni</i>	<i>Rhinomias forticornis</i>	<i>Bolitobius castaneus</i>
<i>Carabus obsoletus</i>	<i>Rhyncolus elongatus</i>	<i>Domene scabricollis</i>
<i>Carabus linnaei</i>	<i>Strophosoma melanogrammum</i>	<i>Eusphalerum limbatum limbatum</i>
<i>Carabus violaceus</i>	ELATERIDAE	<i>Eusphalerum minutum</i>
<i>Cychrus attenuatus</i>	<i>Athous subfuscus</i>	<i>Lesteva longoehytrata</i>
<i>Cychrus caraboides caraboides</i>	GEOTRUPIDAE	<i>Liogluta microptera</i>
<i>Leistus piceus piceus</i>	<i>Anoplotrupes stercorosus</i>	<i>Lordithon lunulatus</i>
<i>Licinus hoffmannseggi</i>	CHRYSOMELIDAE	<i>Ocypus macrocephalus</i>
<i>Molops piceus piceus</i>	<i>Bathophila rubri</i>	<i>Omalium caesum</i>
<i>Nebria brevicollis</i>	<i>Chrysolina purpurascens p.</i>	<i>Omalium rivulare</i>
<i>Notiophilus biguttatus</i>	LEIODIDAE	<i>Omalium rugatum</i>
<i>Pseudoophonus rufipes</i>	<i>Catops coracinus coracinus</i>	<i>Othius punctulatus</i>
<i>Pterostichus aethiops</i>	<i>Catops fuliginosus fuliginosus</i>	<i>Oxypoda spectabilis</i>
<i>Pterostichus burmeisteri</i>	<i>Catops kirbyi kirbyi</i>	<i>Parabolitobius inclinans</i>
<i>Pterostichus foveolatus</i>	<i>Catops nigrita</i>	<i>Philonthus addendus</i>
<i>Pterostichus oblongopunctatus o.</i>	<i>Catops subfuscus subfuscus</i>	<i>Philonthus decorus</i>
<i>Pterostichus niger niger</i>	<i>Catops tristis tristis</i>	<i>Proteinus brachypterus</i>
<i>Pterostichus pilosus</i>	<i>Sciodrepoides watsoni</i>	<i>Quedius cinctus</i>
<i>Pterostichus rufitarsis cordatus</i>	LYMEXYLIDAE	<i>Quedius cincticollis</i>
<i>Pterostichus unctulatus</i>	<i>Hylocoetus dermestoides</i>	<i>Quedius collaris</i>
<i>Trechus cf. pulpani</i>	MONOTOMIDAE	<i>Quedius obscuripennis</i>
<i>Trechus pulchellus</i>	<i>Rhizophagus</i> sp.	<i>Quedius paradisianus</i>
<i>Trichotichnus laevicollis</i>	NITIDULIDAE	<i>Tachinus laticollis</i>
CIIDAE	<i>Epurea</i> sp.	<i>Tachinus marginellus</i>
<i>Cis</i> sp.	<i>Glischrochilus hortensis</i>	<i>Tachinus pallipes</i>
COCCINELLIDAE	<i>Omosita depressa</i>	<i>Tachinus proximus</i>
<i>Calvia quatuordecimguttata</i>	SCARABEIDAE	<i>Tachyporus hypnorum</i>
CORTICARIIDAE	<i>Aphodius rufipes</i>	TETRATOMIDAE
<i>Latridius cf. minutus</i>	SCRAPTIIDAE	<i>Tetratoma ancora</i>
	<i>Anaspis</i> sp.	

Tabuľka 3 Druhovú identitu stacionárov pre Coleoptera, Sørensenov index v %

ST.	1	2	3	4
1	x	57	54	53
2		x	59	63
3			x	49
4				x

31-40%	41-50%	51-60%	61-70%



VAR 1 – stacionár 1, VAR 2 – stacionár 2, VAR 3 – stacionár 3, VAR 4 – stacionár 4

Obrázok 2 Zhhluková analýza - druhová podobnosť stacionárov (Coleoptera)

Hodnoty Sørensenovho indexu (tabuľka 3), ako aj výsledky zhhlukovej analýzy (obrázok 2) poukazujú na vysokú druhovú odlišnosť stacionára 3 v porovnaní so stacionárom 4, ako aj s ostatnými stacionármi. Jeho odlišnosť možno zdôvodniť odlišnými ekologickými podmienkami (malá narušenosť prostredia, blízkosť lesného toku, údolný charakter), ktoré podmienili výskyt niekoľkých druhov chrobákov zachytených výlučne v rámci uvedeného stacionára.

K faunisticky zaujímavým patrili nález *Licinus hoffmannseggii*, vzácného montánneho, až alpskeho druhu (JÁSZAY, 2001), vzácného druhu mycetofágneho silvikola *Tetratoma ancora*, ako aj nález *Catops kirbyi kirbyi*, vzácného druhu nekrofila. Ďalším pozoruhodným druhom je *Agyrtes bicolor*, atlantický druh na území Slovenska známy z niekoľkých lokalít (ŠUSTEK, 1981). Zaujímavý bol tiež vysoký výskyt chráneného druhu *Carabus auronitens escheri*, ako aj druhov *Carabus glabratus glabratus* a *Cychrus attenuatus*.

Výsledky výskumu možno na úrovni radu Coleoptera porovnať s výsledkami práce JÁSZAYA (1999). Keďže však uvedený výskum prebiehal v odlišnom type biotopu (javorové bučiny Čergovského Minčolu), možno výsledky porovnávať len v rovi-

ne druhového zastúpenia v rámci sledovaného územia. Sørensenov index druhovej identity je pre porovnávané lokality 38%. Výsledky boli na úrovni radu porovnané tiež s výsledkami práce MAJZLANA (1998), vzhľadom k tomu, že šlo o jeden z mála literárnych údajov o zastúpení chrobákov v jedľobučine. Zber materiálu uskutočnil autor v lúčavskej Malej Fatre. Hodnota Sørensenovho indexu 2% však poukazuje na vysoké rozdiely v zložení spoločenstva chrobákov s najväčšou pravdepodobnosťou z dôvodu odlišného typu substrátu (vápenec/flyš).

ZÁVER

Pravidelným odberom vzoriek zo zemných pascí bolo získaných celkovo 6 584 exemplárov epigeickej makrofauny, potvrdený výskyt dvanástich skupín epigeonu a dominancia radu Coleoptera v rámci epigeickej makrofauny skúmaného typu biotopu. Pravidelným odberom vzoriek bolo získaných 3 802 exemplárov epigeických chrobákov a zistená prítomnosť 22 čeľadí a 107 druhov radu Coleoptera. Najpočetnejšími boli čeľade *Staphylinidae*, *Carabidae* a *Curculionidae*. K faunisticky zaujímavým patrila nálež *Agyrtus bicolor*, *Licinus hoffmannseggii*, *Catops kirbyi kirbyi* a *Tetratoma ancora*. Najvyšším počtom zachytených jedincov epigeickej makrofauny ako aj najvyšším počtom exemplárov a najväčšou druhovou bohatosťou radu Coleoptera sa vyznačoval stacionár 3, ktorý bol z pohľadu narušenosti prostredia a stupňa antropogénnych zásahov zo sledovaných stacionárov najzachovalejší. Naopak, najnižším počtom zachytených jedincov epigeickej makrofauny, ako aj najnižším počtom exemplárov a najnižšou druhovou bohatosťou radu Coleoptera sa vyznačoval stacionár 4, čo bolo s najväčšou pravdepodobnosťou spôsobené negatívnymi antropogénnymi zásahmi.

POĎAKOVANIE

Touto cestou ďakujem Mgr. Tomášovi Jászayovi zo Šarišského múzea v Bardejove za pomoc a cenné rady pri determinácii radu Coleoptera.

LITERATÚRA

- JÁSZAY, T., 1999. Chrobáky (Coleoptera) NPR Čergovský Minčol (Beatles (Coleoptera) in NNR Čergovský Minčol). *Natura Carpatica*, 40, 127-142.
- JÁSZAY, T., 2001. Chrobáky (Coleoptera) Národného parku Poloniny (Coleoptera of the National park Poloniny). Štátna ochrana prírody SR Banská Bystrica, správa Národného parku Poloniny Snina. 234 s.
- MAJZLAN, O., 1998. Chrobáky (Coleoptera) okolia masívu kľaku v lúčavskej Malej Fatre. *Folia faunistica Slovaca*, 3, 65-75.
- MOCK, A., 1999. Mnohonôžky (Myriapoda, Diplopoda) vybraných lokalít východného Slovenska. *Natura Carpatica*, 40, 217-224.
- ŠUSTEK, Z., 1981. Kľíče k určovaniu hmyzu 2. Mrchožroutovití Československa (Coleoptera, Silphidae). Zprávy Československé Společnosti entomologické při ČSAV, Praha, 44 s.

**VEK A RAST PSTRUHA POTOČNÉHO (*SALMO TRUTTA M. FARIO*)
VO VODÁRENSKEJ NÁDRŽI TURČEK**

**AGE AND GROWTH OF BROWN TROUT (*SALMO TRUTTA M. FARIO*)
IN THE TURČEK WATER RESERVOIR**

Ivan STRÁŇAI¹ - Jaroslav ANDREJ¹

ABSTRACT

*The aim of this study was to estimate the growth rate of brown trout (*Salmo trutta m. fario*) from Turček water reservoir, which is the youngest water work built in the Slovakia. Totally 65 specimens were analyzed, in the age of 0+ to VIII+. Back calculated standard lengths (*l*) and weights (*w*) were made from regression equations $\log l = 1.609530 + 0.336527 * \log w$, and $\log w = -4.782762 + 2.971527 * \log l$. Correlation coefficient achieved the value of 0.992 ± 0.016 and mean condition coefficient for all analyzed population achieved the value of 1.263. Mean absolute length increments in individual years are equable, but in the comparison with other sites very low. From this aspect probably do not forms the lake form (*Salmo trutta m. lacustris*), however the predisposition in older specimens exists (> 500 mm standard length).*

KEY WORDS

Salmo trutta, age, length-weight growth, Turček water reservoir

Úvod

Vodárenské nádrže (VN) zabezpečujú dodávku surovej pitnej vody pre hromadné zásobovanie obyvateľstva. Ekosystém nádrže je však systém výrazne závislý od prísunu živín z povodia, kvôli ktorému je potrebné sledovať biologické a chemické činitele v nádrži a na ich základe následne robiť zásahy na udržanie vyhovujúcej kvality vody účelovou obsádkou rýb. Napúšťanie vodnej nádrže Turček sa realizovalo v rokoch 1996 – 1999 s predpokladom obsádky salmonidného typu s hlavným druhom pstruhom potočným, ktorý sa vyskytoval na toku ešte pred výstavbou vodárenskej nádrže. Jeho početnosť v zmenených podmienkach sa pravidelne udržiava každo-

¹ doc. Ing. Ivan Stráňai, CSc., Ing. Jaroslav Andreji, PhD
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Katedra hydinnárstva a malých hospodárskych zvierat,
Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra,
Ivan.Stranai@uniag.sk, Jaroslav.Andreji@uniag.sk

ročným vysádzaním násad z chovov. Ako u všetkých podobných typoch nádrží aj v Turčeku za 11 rokov postupne došlo k zavlečeniu nežiaducich druhov rýb. V období prieskumu tvorilo obsádku 10 druhov rýb vrátane pstruha potočného (*Salmo trutta m. fario*, Linnaeus, 1758), namiesto pôvodných dvoch druhov – pstruh potočný a hlaváč pásoplutvý (*Cottus poecilopus*, Heckel, 1837.).

Problematickou veku a rastu pstruha vo VN Slovenska sa zaoberali viacerí autori (BALON, 1959, 1967; SEDLÁR, 1970; HOLČÍK, 1982, 1998; HOCHMAN, BASTL, 1986; MUŽÍK, 1996; KOŠČO A KOL., 2004), avšak údaje sú väčšinou staršieho dáta.

MATERIÁL A METODIKA

Analyzovaný materiál pstruha potočného bol odlovený do žiabrových sietí v rôznych častiach nádrže v termíne 12. – 14. jún 2006. Vek a rast sme určovali zo šupín odobratých z oblasti chvostového stebľa nad začiatkom základne análnej plutvy. Z každej ryby bolo odobratých niekoľko šupín. Vek sme určovali šupinovou metódou pomocou stereomikroskopu s okulárovým mikrometrom. Na orálnom polomere šupiny sme merali vzdialenosti k jednotlivým anulom, podľa ktorých bol pomocou spätného výpočtu metódou R. Lee určený lineárny rast v uplynulých rokoch (HOLČÍK, HENSEL, 1972). Zo vzťahu dĺžka tela – orálny polomer šupiny sme vypočítali hodnotu odrezku (21 mm). Pre dĺžkovo-hmotnostný rast sme použili regresnú rovnicu. Tento vzťah bol vyjadrený korelačným a regresným koeficientom a regresnými rovnicami pomocou počítačového programu Ichtyo (v.16/03, © Andrej Makara 1990). Koeficient kondície sme stanovili z nevyplivaných rýb podľa Fultona.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Nádrž od jej napustenia je pravidelne zarybňovaná ročnými násadami pstruha potočného a sivoňa potočného, od roku 2000 už len násadami pstruha potočného. Veľkosť odlovených jedincov zodpovedá použitým žiabrovým sieťam. Najmladšie vekové skupiny boli odlovené elektrickým agregátom pri zaústení prítokov do nádrže. Najpočetnejšie sú jedince IV. vekovej skupiny (40 %) a III. vekovej skupiny (20 %).

Celkovo sme vyhodnotili 65 exemplárov pstruha potočného v deviatich vekových skupinách (0. – VIII.), s prevahou jedincov III. a IV. vekovej skupiny. Priemerná dĺžka tela (SL) spracovaných rýb bez rozdielu pohlavia je 306 mm s rozpätím 61 mm až 605 mm (tabuľka 1). U pstruha potočného sme zaznamenali značnú variabilitu pri individuálnych medziročných prírastkoch a pri spätne vypočítaných dĺžkach tela na konci jednotlivých rastových období. V prvom roku rástli najrýchlejšie jedince V., VII. a VIII. vekovej skupiny. Rozdiely medzi ostatnými vekovými skupinami nie sú však veľké až na I. vekovú skupinu, kde prírastok v prvom roku života je najnižší, pričom podľa rastových zákonitostí sú pre najnižšie vekové skupiny najväčšie dĺžky. V druhom roku života rástli najrýchlejšie ryby VII. vekovej skupiny, u ostatných je rast vyrovnaný. Počnúc tretím rokom až po piaty výrazne rýchlejšie rastie VIII. veková skupina. V štvrtom roku sme zaznamenali výrazne najrýchlejší rast u VII. vekovej skupiny. V ostatných rokoch dominuje posledná VIII. veková skupina.

Hodnota korelačného koeficientu, ktorá vyjadruje vzťah medzi dĺžkou tela a hmotnosťou pstruha z VN Turček je $r = 0,992 \pm 0,016$. Regresné koeficienty tejto závislosti majú hodnoty: $bx/y = 0,336527$ a $by/x = 2,971527$. Regresné rovnice pre tento vzťah

sú: $\log w = -4,782762 + 2,971527 * \log l$ a $\log l = 1,609530 + 0,336527 * \log w$. Priemerný koeficient kondície pre celú populáciu je 1,263 (tabuľka 2).

Porovnaním dĺžky tela v jednotlivých rokoch medzi jedincami z iných lokalít (tab. 3), v prvom roku ide hlavne o násady pochádzajúce z farmového chovu a hodnoty dĺžky tela nevybočujú z priemeru iných lokalít. Počnúc druhým rokom je rast pstruha potočného vo VN Turček najslabší vo všetkých nasledujúcich rokoch. Prírastky dĺžky tela počnúc druhým až štvrtým rokom sú zhodné s dĺžkou len 63 mm. Na iných porovnávaných lokalitách sú prírastky takmer až dvojnásobné (Hriňová 102, 94, 102 mm; Starina 80, 90, 111 mm; Hnilec 95, 95, 85 mm). Nízke ročné prírastky úzko súvisia s potravným spektrom nádrže. Pred spustením do prevádzky sa nádrž zarybňovala výlučne násadami lososovitých rýb a sprievodné druhy v pôvodných tokoch (hlaváč pásoplutvý) nemali schopnosť masového rozšírenia sa v nádrži. Analýzou potravy či už z predchádzajúcich prieskumov (GROHOL, 1999, 2002), ale aj nášho (STRÁNAL, ANDREJ, 2006) vidieť, že sa pstruh živí zooplanktónom a neskôr zástupcami bezstavovcov. Od piateho roku sa zvyšuje prírastok na približne 80 mm ročne až po siedmy rok a toto zvýšenie súvisí s prechodom na výživu rybami.

Z celkového materiálu sme prítomnosť rýb v potrave zistili len u 18 % rýb. Potravu tvorila čerebľa pestrá (*Phoxinus phoxinus* Linnaeus, 1758), plotica červenooká (*Rutilus rutilus* Linnaeus, 1758) i pstruh potočný, čím sa potvrdil prejav kanibalizmu. Najťažší jedinec – ikernačka pstruha potočného však mala v žalúdku 7 žubrienok a kameň o veľkosti 15 x 20 mm. Z uvedeného možno vidieť určitú mieru predačného tlaku starších rýb na menšie druhy rýb nádrže. V konkrétnom prípade sa jedná o ťažšie dostupných veľkostne vhodných jedincov rýb ako potravy z dôvodu ich prítomnosti v blízkosti brehov pozdĺž nádrže, resp. ukrytých v porastoch vodnej vegetácie, za ktorou má pstruh sťažený prístup. Zo sprievodných druhov sú v nádrži početné populácie plotice červenookej, jalca maloústeho (*Leuciscus leuciscus* Linnaeus, 1758) a jalca hlavatého (*Leuciscus cephalus* Linnaeus, 1758) dosahujúce väčšiu veľkosť (200 – 300 mm), ktoré sa tak stávajú pre značnú časť obsádky nedostupné, pretože túto veľkostnú kategóriu už nedokáže konzumovať.

Z uvedených dôvodov, okrem prvého roku možno považovať rast pstruha vo VN Turček v porovnaní s inými podobnými biotopmi, ako veľmi pomalý.

Hodnoty koeficientu kondície zodpovedajú vekovej štruktúre a s narastajúcou dĺžkou tela postupne klesá od 2,64 po 1,39. Od piatej vekovej skupiny postupne narastá po 2,01 v poslednej vekovej skupine. Priemerná hodnota koeficientu kondície je 1,26 a je identická so pstruhom jazerným z VN Starina (KOŠČO A KOL., 2004).

Je známe, že pstruh potočný v dôsledku lepších potravných podmienok a priestorového faktoru v nádrži lepšie rastie a vytvára tzv. jazernú formu (HOLČÍK, 1982). V našich podmienkach pstruh jazerný vznikol z domáceho pstruha potočného, splaveného do nádrží alebo z násad pochádzajúcich z odchovných zariadení (HOLČÍK, 1998). V prípade VN Turček jedince pstruha potočného nevytvárajú túto formu, nakoľko potravná ponuka v období prieskumu je veľmi skromná. Je však predpoklad, že v budúcnosti by sa táto forma mohla vytvoriť zo súčasných najstarších jedincov (ryby nad 500 mm dĺžky tela), ktorí zvládnu početnú a veľkostne dostupnú ploticu červenookú.

Tabuľka 1 Lineárny a hmotnostný rast pstruha potočného vo VN Turček
Table 1 Linear and mass growth of brown trout in the Turček water reservoir

Veková skupina Age group	N	Dĺžka tela (mm) v časе ulovenia Standard length in capture time		Hmotnosť tela (g) v časе ulovenia Total weight in capture time		Spätne vypočítané dĺžky tela (l) a hmotnosti (w) pre jednotlivé roky života Back calculated standard lengths (l) and weights (w) in individual years															
		Rozpätie Range	Priemer Mean	Rozpätie Range	Priemer Mean	l ₁	w ₁	l ₂	w ₂	l ₃	w ₃	l ₄	w ₄	l ₅	w ₅	l ₆	w ₆	l ₇	w ₇	l ₈	w ₈
0.	1		61		6																
I.	2	135–138	136	37–39	38	74	6														
II.	8	166–225	200	60–162	118	104	16	172	72												
III.	13	222–312	254	151–431	260	108	18	174	75	228	167										
IV.	26	252–385	303	254–850	374	104	16	158	56	225	161	227	295								
V.	8	348–405	380	473–971	781	112	20	177	79	249	218	309	413	357	635						
VI.	3	425–455	444	1183–1424	1341	105	17	168	68	243	202	312	425	363	667	416	1000				
VII.	2	540–580	564	2700–2980	2800	116	22	185	90	245	207	328	493	380	764	470	1437	523	1974		
VIII.	2	600–605	602	4200–4600	4400	113	21	169	69	256	236	343	564	407	937	462	1366	532	2077	573	2589
Suma Total	65	Priemer Average				102	15	165	64	228	167	291	346	368	695	439	1173	527	2019	573	2589
Prírastok (mm) Increase (mm)						102	63	63	63	63	63	63	63	77	71	71	88	88	46	46	
Prírastok (g) Increase (g)						15	49	49	49	103	179	179	179	349	478	478	838	838	578	578	

Tabuľka 2 Koeficient kondície pstruha potočného z VN Turček**Table 2** Condition coefficient of brown trout from the Turček water reservoir

Veková skupina Age group	Koeficient kondície Condition coefficient
0.	2,643
I.	1,496
II.	1,429
III.	1,391
IV.	1,315
V.	1,393
VI.	1,528
VII.	1,570
VIII.	2,012
Priemer Average	1,263

Tabuľka 3 Rast pstruha potočného v niektorých nádržiach Slovenska**Table 3** Growth of brown trout in the some water reservoirs of Slovakia

Vodná nádrž Water reservoir	Dĺžka tela v mm v jednotlivých rokoch Standard length in mm in individual years									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hnilecká (Balon, 1959)	90	178	259							
Hnilecká (Sedlár, 1970)	95	190	285	374	560	670				
Oravská (Balon 1967)	102	181	324	402	509	613	703			
Hriňová (Hochman et al., 1986)	92	194	288	390	506	541				
Nová Bystrica (Mužík, 1996)	106	173	253	322	392					
Starina (Koščo et al., 2004)	98	178	268	379	473	562	729			
Liptovská Mara (Holčík, 1982)	53	131	189	226	412	560	692	758	807	840
Turček (náš materiál)	102	165	228	291	368	439	527	573		

ZÁVER

Cieľom práce bola realizácia analýzy rastu pstruha potočného (*Salmo trutta* m. *fario*) vo vodárenskej nádrži Turček, ktorá je najmladšou vodnou nádržou vybudovanou na Slovensku. Analyzovaných bolo celkovo 65 exemplárov vo veku 0+ až VIII+. Spätne vypočítané dĺžky tela (*l*) a hmotnosti (*w*) boli vypočítané pomocou regresných rovníc $\log l = 1,609530 + 0,336527 \cdot \log w$ resp. $\log w = -4,782762 + 2,971527 \cdot \log l$. Korelačný koeficient dosiahol hodnotu $0,992 \pm 0,016$ a priemerný koeficient kondície za celú populáciu dosiahol hodnotu 1,263. Priemerné absolútne dĺžkové prírastky v jednotlivých rokoch sú pomerne vyrovnané, avšak v porovnaní s inými lokalitami dosť nízke. Z tohto dôvodu pravdepodobne nevytvára jazernú formu, avšak predpoklad tu je najmä u starších vekových skupín (nad 500 mm dĺžky tela).

POĎAKOVANIE

Tento príspevok vznikol vďaka finančnej podpore GA MŠ VEGA 1/0585/08

LITERATÚRA

- BALON, E., 1959. Príspevok k poznaniu veku a rastu pstruha potočného (*Salmo labrax* morpho *fario*) v Hnileckej údolnej nádrži. *Biológia Bratislava*, 14(11): 853–862.
- BALON, E., 1967. Vplyv životného prostredia na rast rýb v Oravskom priehradnom jazere. Biologické práce SAV Bratislava, XIII(1): 123–175.
- GROHOL, R., 1999. Prieskum ichtyofauny VN Turček v roku 1999. Správa z ichtyologického prieskumu vodárenskej nádrže Turček v roku 1999. 28 s. nepublikované.
- GROHOL, R., 2002. Prieskum ichtyofauny VN Turček v roku 2002. Správa z ichtyologického prieskumu vodárenskej nádrže Turček v roku 2002. 11 s. nepublikované.
- HOCHMAN, L. - BASTL, J., 1986. Účelové rybárske obhospodarovanie vodárenských nádrží v správe podniku Povodia Hrona (Hriňová, Klenovec, Rosgrund). Laboratórium rybárstva a hydrobiológie, Bratislava, 31 pp. nepublikované.
- HOLČÍK, J., 1982. Pstruh – obor. *Poľovníctvo a rybárstvo*, 35(8): 40.
- HOLČÍK, J., 1998. Ichtyológia. Príroda, Bratislava, 310 pp.
- HOLČÍK, J. - HENSEL, K., 1972. Ichtyologická príručka. Obzor, Bratislava, 218 pp.
- KOŠČO, J. – KOŠUTH, P. - ONDREJ, J., 2004. Rast pstruha jazerného (*Salmo trutta* m. *lacustris*) vo vodárenskej nádrži Starina. Acta Fac. Stud. Hum. et Nat. Univ. Prešovensis, *Prírodné vedy XI.*, s. 124 – 128.
- MUŽÍK, V., 1996. Vek a rast pstruha potočného (*Salmo trutta* m. *fario*, L.) vo vodárenskej nádrži Nová Bystrica. *Živočíšna výroba*, 41(3): 119–124.
- SEDLÁR, J., 1970. Ďalšie poznatky o veku a raste *Salmo trutta* m. *fario* v Hnileckej údolnej nádrži. *Biológia Bratislava*, 25(8): 571–574.
- STRAŇAI, I. - ANDREJI, J., 2006. Ichtyologický prieskum VN Turček 12. – 14. jún 2006. Záverečná správa. 40 s. nepublikované.

POTRAVA PSTRUHA (*SALMO TRUTTA M. FARIO*) A HLAVÁČA (*COTTUS POECILOPUS*) V HORNEJ TORYSĽE

FOOD COMPOSITION OF *SALMO TRUTTA M. FARIO* AND *COTTUS POECILOPUS* IN UPPER TORYSA RIVER

Peter MANKO¹ – Ján ŠEVC¹ – Ján KOŠČO¹ – Jozef VYŠIN¹

ABSTRACT

*Stomach contents of 30 specimens of *Cottus poecilopus* and 26 specimens of *Salmo trutta* from two sites of the Torysa river were analysed. Larvae of aquatic insects (Chironomidae, Ephemeroptera and Simuliidae) dominated in the diet of *C. poecilopus*. Also, these taxonomic groups achieved the highest frequency. Insects (Chironomidae, Simuliidae, Heteroptera) and Oligocheta were the most preferred food components of *C. poecilopus*, according to Ivlev's electivity index. Ephemeroptera and Chironomidae dominated in the stomach contents of *S. trutta*. These taxa groups were very frequent together with Simuliidae and terrestrial insects. Positive prey selection was shown for majority of insects (Plecoptera, Chironomidae, Coleoptera, Odonata) and for terrestrial arthropods. Negative prey selection was shown for Ephemeroptera and Simuliidae despite their high frequency and dominance. Diet overlap (indicated by Schoener's index) of these species was high, ranging between 0,73 and 0,82.*

KEYWORDS

brown trout, alpine bullhead, food, diet, competition, Ivlev's electivity index, Schoener's index

Úvod

V rámci štúdia trofických vzťahov sme sa zamerali na analýzu potravných zložiek dvoch dominantných druhov rýb hornej časti tejto rieky – pstruha potočného (*Salmo trutta m. fario* Linnaeus, 1758) a hlaváča pásoplutvého (*Cottus poecilopus* Heckel, 1837) a nadviazali tak na naše predošlé práce venované makrozoobentosu a ichtyofaune Torysy (Koščo a kol. 1988; Koščo, Košuth, 1997; MANKO, KOŠČO 2004; MANKO 2006, 2008; Koščo, 2007).

1 Mgr. Peter Manko, Mgr. Ján Ševc, PaedDr. Ján Koščo, PhD., Mgr. Jozef Vyšin
Katedra ekológie, Fakulta humanitných a prírodných vied, Prešovská univerzita
v Prešove, 17. novembra 1, 081 16 Prešov, Slovenská republika

Potravná ekológia pstruha potočného, ako hospodársky preferovaného druhu, je relatívne dobre prebádaná v zahraničí aj u nás (napr. prehľad prác v publikácii BLAHÁKA, 1978), o potrave hlaváča (považovaného za škodcu, resp. hospodársky nevýznamný – sprievodný druh) máme najmä z nášho územia menej informácií (STRAŠKRABA a kol. 1966; ORSÁGH, ZELINKA, 1974). Pstruh potočný a hlaváč pásoplutvý sú dominantnými druhmi ichtyofauny horných častí tokov karpatskej oblasti. Sú uvádzané ako dobré príklady rozdielneho získavania potravy (a tým aj rozdielneho vplyvu na makrozoobentos) napriek tomu, že sa oba druhy podieľajú na konzumácii vodných bezstavovcov (DAHL, 1998; DAHL, GREENBERG, 1996). Mnoho prác sa venuje ich koexistencii a interakciám (HESTHAGEN, HEGGENES, 2003; HESTHAGEN a kol., 2004a, 2004b; HOLMEN a kol., 2003; OLSEN, VOLLESTAD, 2001, 2003, 2005; STRAŠKRABA a kol., 1966), hlavne negatívneho vplyvu hlaváča na pstruha (napr. potravná a habitatová kompetícia, predácia ikier a lariev pstruha hlaváčom).

Napriek veľkému významu biologických interakcií sa u nás vplyvu predátorov na taxocenózy, či spoločenstvá makrozoobentosu ako celku nevenuje takmer žiadna pozornosť. (Nepriamo sa tejto problematike venujú napr. KRNO, ŠPORKA, 2003; KRNO a kol., 2005 a NOVIKMEC a kol., 2008). Analýzy potravy jednotlivých druhov rýb boli často publikované v minulosti a po niekoľkých desaťročiach sa práce podobného charakteru opätovne objavujú až v posledných rokoch (napr. KOŠČO a kol., 2008; NOVIKMEC a kol., 2008).

MATERIÁL A METÓDY

Odlov rýb

Ryby boli lovené motorovým elektrickým agregátom značky HONDA 10. septembra 2008 na dvoch lokalitách hornej časti Torysy (lokalita 1 - Nižné Repaše, lokalita 2 - Tichý Potok). Územie a lokality zberu sú podrobne charakterizované v práci MANKA (2008).

Spracovanie vzoriek rýb

Po ulovení boli jedince určené na analýzu potravy fixované 4 %-ným formalínom. V laboratóriu bola stanovená celková dĺžka tela a vykonaná analýza obsahu tráviacich traktov metódou publikovanou v práci KOŠČA a kol. (2008).

Potravná ponuka - makrozoobentos

Na oboch lokalitách boli súčasne s odlovom rýb odobrané vzorky makrozoobentosu pre stanovenie kvality a kvantít potravnej ponuky. Použili sme zber z plochy 25 x 25 cm (na každej lokalite 6 štvorcov s rôznym zložením substrátu) pomocou sieťky na zber makrozoobentosu (veľkosť rámu 25 x 25 cm a veľkosťou ôk 0,36 mm). Získaný materiál bol v laboratórnych podmienkach vytriedený a determinovaný.

Spracovanie dát

Na základe výsledkov analýz sme vypočítali Ivlevov index elektivity E (IVLEV, 1961) a Schoenerov index percentuálnej podobnosti D (SCHOENER, 1968; HULBERT, 1978). Pre imága suchozemského hmyzu neboli počítané indexy elektivity, pretože sme nemali údaje o ich dostupnosti v potravnej ponuke. E nadobúda hodnoty od -1 do +1, pričom nula znamená náhodnú výberovosť, hodnoty nižšie ako nula odmietanie komponentu hodnoty vyššie ako 0 aktívne vyhľadávanie (preferovanie) koristi (IVLEV, 1961). Hodnoty D sa pohybujú v rozmedzí od 0 do 1 a stupeň prekrývania ník

sa považuje za signifikantný, ak je index vyšší ako 0,6 (WALLACE 1981 in: HESTHAGEN a kol. 2004b). Dominanciu (*Do*) a frekvenciu (*F*) jednotlivých taxónov makrozoobentosu v ponuke a v potrave sme počítali a vyjadrovali podľa LOSOSA a kol. (1984). Lineárnu regresiu a clusterovú analýzu sme vykonali softvérom PAST (PALaeontological STatistics, ver. 1.53, HAMMER a kol., 2001). Clusterovú analýzu podobnosti rýb na základe zloženia potravy sme vykonali s použitím Jaccardovho indexu podobnosti a metódou single linkage.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Makrozoobentos

Celkovo sme na dvoch lokalitách hornej Torysy zistili 10 taxónov bentontov v rôznych vývinových štádiách. Na lokalite 1 - Nižné Repaše tvorili larvy podeniek (*Ephemeroptera*) a muškovitých (*Simuliidae*) vyše 90 % relatívnej abundancie, ostatné taxóny mali rádovo nižšie zastúpenie. Na lokalite 2 - Tichý potok sme oproti prvej lokalite zaznamenali ešte vyšší podiel lariev podeniek, larvy muškovitých boli zastúpené menej a k dominantným patrili ešte larvy potočníkov (*Trichoptera*) a pakomárov (*Chironomidae*) (tabuľka 1).

Tabuľka 1 Makrozoobentos ako potravná ponuka
– dominancia taxonomických skupín

		Lokalita	
		1 – NR	2 – TP
Komponenty v potravnéj ponuke	<i>Turbellaria</i>	0,1%	--
	<i>Oligochaeta</i>	0,1%	0,3%
	<i>Gammarus sp.</i>	1,4%	0,9%
	<i>Ephemeroptera</i> larva	52,0%	55,6%
	<i>Plecoptera</i> larva	0,7%	1,7%
	<i>Trichoptera</i> larva	1,5%	5,6%
	<i>Trichoptera</i> pupa	0,1%	0,2%
	<i>Chironomidae</i> larva	2,4%	6,9%
	<i>Chironomidae</i> pupa	0,5%	0,4%
	<i>Simuliidae</i> larva	40,6%	27,7%
	<i>Simuliidae</i> pupa	+	+
	<i>Diptera</i> larva	0,6%	0,7%
	<i>Coleoptera</i> larva	0,1%	0,0%

O makrozoobentose na týchto lokalitách máme skôr publikované údaje (KIRKA a kol., 1981; MANKO, 2006, 2008), tieto údaje však nie je možné porovnávať s našimi výsledkami kvôli rozdielom v termínoch zberov a veľkému podielu temporárnej zložky (emergencia semiakvatických druhov hmyzu). Naše údaje pochádzajú len zo septembra, kým MANKO (2006) udáva priemerné hodnoty zberov z piatich mesiacov a KIRKA a kol. (1981) z mája a júla.

Zloženie potravy - *Salmo trutta m. fario*

Analyzovali sme obsah tráviacich traktov dvoch vzoriek rýb s rozdielnym veľkostným/vekovým zložením. Tento rozdiel je možnou príčinou toho, že na lokalite 1 sme v tráviacich traktoch všetkých jedincov vytriedili zhruba o tretinu vyšší počet kusov koristi, ktorá bola pestrejšia (13 skupín podľa taxonomickej príslušnosti a vývinového štádia oproti 8 skupinám na lokalite 2) a vyššie bolia aj počty koristi na jednu analyzovanú rybu (tabuľka 2).

Tabuľka 2 Základné štatistické údaje o vyhodnotenej vzorke rýb a potrave (koristi) v tráviacich traktoch

počet		<i>Cottus poecilopus</i>		<i>Salmo trutta m. fario</i>	
		1 – NR	2 – TP	1 – NR	2 – TP
		15	15	14	12
Dĺžka (mm)	Min	83	50	66	71
	Max	124	125	223	101
	Mean	99,8667	97,4	128,786	85,5
	Median	95	97	94,5	85,5
korisť (počet)	Min	4	19	22	5
	Max	91	257	142	131
	Mean	46,2	99,4667	55,5714	37,4167
	Median	50	79	50,5	32,5
	Sum	693	1492	778	449

V potrave pstruha potočného (*Salmo trutta m. fario*) sa vyskytovalo 10 taxónov v rozdielnych vývinových štádiách. Na lokalite 1 sme potvrdili 9 a na druhej 7 taxónov. Najfrekvencovanejšiu zložku potravy pstruhov z obidvoch lokalít tvorili larvy podeniek (takmer výlučne *Baetidae*), pakomárov a muškovitých. Okrem bentosu sa v potrave nachádzali aj imága semiakvatického hmyzu (potočníkov - obe lokality a pošvatiek – lokalita 1) a suchozemských článkonožcov (pavúky [*Araneae*]; zástupcovia blanokridlovcov [*Hymenoptera*] – mravce [*Formicoidea*], osy [*Vespidae*]; kobylky [*Ensifera*]) na lokalite 1. Z hľadiska dominancie prevažovali na lokalite 1 larvy podeniek, pakomárov a muškovitých, ktoré tu spolu tvorili viac ako polovicu relatívnej abundancie. Na lokalite 2 tvorili tri štvrtiny dominancie larvy pakomárov, o tretinu poklesla relatívna abundancia podeniek a ostatné komponenty spolu tvorili menej ako 10%. Pstruh potočný aktívne vyhľadával na obidvoch lokalitách larvy a kukly pakomárov. Rozdielna situácia nastala pri larvách pošvatiek. Kým na lokalite 1 ich preferoval, na lokalite 2 sa ich konzumácii vyhýbal, čo súvisí s tým, že larvy pošvatiek konzumovali na lokalite 1 výlučne jedince s celkovou dĺžkou väčšou ako 196 mm a ryby takejto veľkosti v našej vzorke z lokality 2 absentovali (tabuľky 4 a 5). Podľa Ivlevovho indexu (*E*) nepreferoval larvy muškovitých a prekvapivo ani larvy podeniek (tabuľka 3). Prejavili aj rozdiely v zložení potravy v závislosti od veľkosti jedincov. Na lokalite 1 konzumovali niektoré zložky (larvy a dospelce pošvatiek, kriváky, dospelce potočníkov, larvy iných dvojkrídlavcov) výlučne jedince

s celkovou dĺžkou väčšou ako 100 mm, čo sa prejavilo aj v dendrograme vyjadrujúcom podobnosť zloženia potravy (*Ja*) jednotlivých rýb (obrázok 1). Jedince v tejto kategórii tiež konzumovali vo výrazne vyššej miere terestrický hmyz a larvy muškovitých (tabuľky 4 a 5). Tieto rozdiely sa vzhľadom na zloženie vzorky neprejavili na lokalite 2. Výsledky analýzy potravy poukazujú na to, že pstruhom sú najviac ovplyvnené larvy, kukly a dospelce semiakvatického hmyzu, najmä pakomárov (vzhľadom na ich vysokú frekvenciu a dominanciu v tráviacich traktoch, aj vysokú pozitívnu elektivitu).

Tabuľka 3 Elektivita (*E*) a frekvencia (*Fq*) a dominancia (*Do*) jednotlivých potravných komponentov

		<i>Salmo trutta m. fario</i>						<i>Cottus poecilopus</i>					
		1 – NR			2 – TP			1 – NR			2 – TP		
		<i>E</i>	<i>Fq</i>	<i>Do</i>	<i>E</i>	<i>Fq</i>	<i>Do</i>	<i>E</i>	<i>Fq</i>	<i>Do</i>	<i>E</i>	<i>Fq</i>	<i>Do</i>
Potravný komponent	<i>Turbellaria</i>	-1	0%	0%	0	0%	0%	-1	0%	0,00%	0	0%	0,00%
	<i>Oligochaeta</i>	-1	0%	0%	-1	0%	0%	0,91	33%	1,44%	-0,51	7%	0,07%
	<i>Gammarus sp.</i>	0,42	36%	3,50%	-0,65	8%	0,22%	-0,87	7%	0,14%	-0,81	7%	0,07%
	<i>Ephemeroptera</i> larva	-0,27	100%	29,99%	-0,49	100%	18,93%	-0,18	100%	36,22%	-0,61	100%	13,54%
	<i>Odonata</i> larva	0	0%	0,00%	1	8%	0,22%	0	0%	0,00%	0	0%	0,00%
	<i>Plecoptera</i> larva	0,75	29%	4,73%	-0,79	8%	0,22%	-0,74	7%	0,14%	-0,79	7%	0,20%
	<i>Plecoptera</i> imágo *	1	21%	0,85%	0	0%	0%	0	0%	0,00%	0	0%	0,00%
	<i>Trichoptera</i> larva	-0,02	21%	1,79%	-1	0%	0,00%	-0,44	26%	0,58%	-1	0%	0,00%
	<i>Trichoptera</i> pupa	-1	0%	0,00%	-1	0%	0,00%	-1	0%	0,00%	-1	0%	0,00%
	<i>Trichoptera</i> imágo *	1	7%	0%	0	4%	0,22%	0	0%	0,00%	0	0%	0,00%
	<i>Chironomidae</i> larva	0,76	71%	17,69%	0,83	100%	75,06%	0,91	100%	52,09%	0,77	93%	52,55%
	<i>Chironomidae</i> pupa	0,82	93%	4,92	0,66	42%	2,45%	-0,08	80%	0,43%	0,09	13%	0,47%
	<i>Simuliidae</i> larva	-0,69	57%	7,28%	-0,84	50%	2,45%	-0,69	13%	7,36%	0,09	73%	32,98%
	<i>Simuliidae</i> pupa	1	7%	0,09%	1	8%	0,22%	1	13%	0,72%	0	0%	0,00%
	<i>Diptera</i> larva	-0,72	7%	0,09%	-1	0%	0%	-0,01	20%	0,58%	-0,76	13%	0,13%
	<i>Coleoptera</i> larva	0,19	7%	0,09%	0	0%	0%	-1	0%	0,00%	0	0%	0,00%
	<i>Heteroptera aquatica</i> imágo	0	0%	0%	0	0%	0%	1	13%	0,29%	0	0%	0,00%
	<i>Arthropoda terestrica</i> *	1	71%	2,55%	0	0%	0%	0	0%	0,00%	0	0%	0,00%

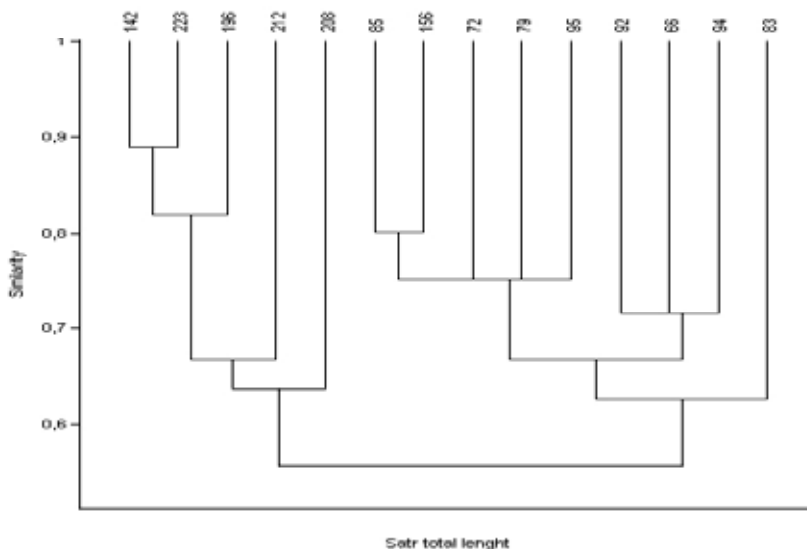
Tab. 4 Celková dĺžka (v mm), počty a celkový počet (Σ) zistených potravných komponentov v tráviacich traktoch analyzovaných rýb

species	lokalita 1 - Nižné Repaše																												
	Salmo trutta m. fario														Cottus poecilopus														
total lenght	66	72	79	83	85	92	94	95	142	156	196	208	212	223	83	84	86	88	92	95	93	90	97	111	110	111	112	122	124
Oligochaeta															1	1	2			3					3				
Gammarus sp.									2	15	4		1	15															1
Ephemeroptera larv.	4	25	9	17	16	36	23	34	76	9	12	4	34	18	1	4	1	37	11	12	9	8	15	18	20	54	21	10	30
Odonata larv.																													
Plecoptera larv.											14	6	4	26											1				
Plecoptera imago									2	3	3			4															
Trichoptera larv.	1			1								14								1	1	1		1					
Trichoptera imago													1	2															
Chironomidae larv.	13	7	33	3	22	16				9	1	11	36		17	12	1	21	35	2	47	49	24	68	13	4	35	4	11
Chironomidae pu.	2	2	12	5	8	5	4	1	2	1	5	3	2				1	1		1									
Simuliidae larv.	1			1	2	1	2	1	3		3		62	4	2	1		3	4	3	12		3	2	13	5	1	2	
Simuliidae pu.							1															2			3				
Diptera oth. larv.											1									1			2			1			
Heteroptera imago				1													1								1				
Insecta terrestrica	1	1				2	3		5		2	8	3	2															
Σ	22	35	54	28	46	61	32	35	90	34	45	47	142	71	21	18	4	64	50	19	73	58	44	91	51	66	58	14	44

Tab. 5 Celková dĺžka (v mm), počty a celkový počet (Σ) zistených potravných komponentov v tráviciach traktoch analyzovaných rýb

species	lokalita 2 - Tichý potok																											
	Salmo trutta m. fario														Cottus poecilopus													
	71	78	77	78	78	85	86	97	98	99	100	101	60	97	101	101	102	105	111	113	113	114	122	125	125	130	143	
total length																					1							
<i>Oligochaeta</i>																												
<i>Gammarus</i> sp.																											1	
<i>Ephemeroptera</i> larv.	6	3	5	1	33	6	2	2	6	6	14	1	7	20	2	56	3	7	2	15	7	9	15	15	21	17	6	
<i>Odonata</i> larv.										1																		
<i>Plecoptera</i> larv.		1																					3					
<i>Plecoptera</i> imago																												
<i>Trichoptera</i> larv.																												
<i>Trichoptera</i> imago								1																				
<i>Chironomidae</i> larv.	125	26	23	4	21	44	4	41	9	4	4	32	75	7	17	22	248	44	64	44	56	30	62	81	12	22		
<i>Chironomidae</i> pu.		1	4			2				1		3	6				1											
<i>Simuliidae</i> larv.			2		3	1		1	2	2				2		1	5			8	78	33	42	8	32	164	119	
<i>Simuliidae</i> pu.								1																				
<i>Diptera</i> oth. larv.																				1							1	
<i>Heteroptera</i> imago																												
<i>Insecta</i> terrestria																												
Σ	131	31	34	5	57	53	7	45	17	14	18	36	88	29	19	79	257	51	66	67	143	72	122	104	65	203	127	

Za jeden z najdôležitejších faktorov ovplyvňujúcich zloženie potravy považujeme na základe našich výsledkov vek (veľkosť) ryby. Potvrdilo sa to hlavne na lokalite 1, kde sme vo vzorke zachytili širšie veľkostné spektrum rýb. Kým menšie jedince konzumovali takmer výlučne makrozobentos, u väčších jedincov nadobúdala význam aj korisť lovená na hladine, či nad ňou (terestrické článkonožce, imága semiakvatického hmyzu). U väčších jedincov sa vo vyššej miere objavovala v potrave korisť väčších rozmerov (pošvatiek a niektorých dvojkrídlcov). K podobným výsledkom dospeli aj OSOZ a kol. (2005), JONSSON a GRAVEM (1985) a NOVIKMEC a kol. (2008). Súvisí to s lepšou viditeľnosťou i vyššou energetickou hodnotou týchto taxónov (WARE, 1972; CONFER a BLADES, 1975; WERNER a HALL, 1974; RINGLER, 1979). Podľa našich výsledkov sú v potrave pstruha najdôležitejšími zložkami larvy pakomárov a podeniek (vysoké hodnoty F a Do), i keď sme medzi lokalitami zaznamenali hlavne v ich dominancii značné rozdiely. Podobné zistenia prezentovali aj HESTHAGEN a kol. (2004), OSOZ a kol. (2005) a RUGINIS (2008). Larvy pošvatiek mali ako potrava v našich vzorkách význam len u rýb s TL blížiacou sa k 200 mm a vyššou. Naopak, KARA a ALP (2005) zistili, že u pstruhov od 40 do 280 mm a nad 320 mm boli po larvách podeniek najvýznamnejšími komponentmi práve pošvatky. Ďalšie práce (STRAŠKRABA a kol., 1966; ALP a kol., 2003, 2005; HOLMEN a kol., 2003; NOVIKMEC a kol., 2008) uvádzajú oproti našim výsledkom tiež rozdielny relatívny význam jednotlivých komponentov, čo je pravdepodobne zapríčinené faktormi ako sezóna, charakter lokality, zloženie potravnnej ponuky (makrozoobentosu), vekové/veľkostné zloženie skúmanej vzorky.

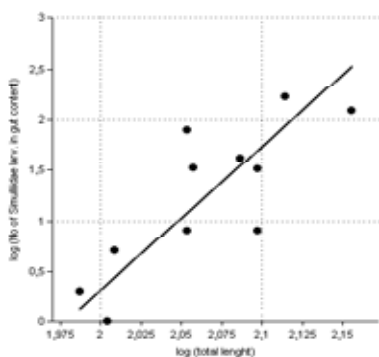


Obrázok 1 Dendrogram vyjadrujúci podobnosť zloženia potravy jedincov pstruha na lokalite 1 (single linkage, Jaccardov index podobnosti, total length = celková dĺžka v mm)

Zloženie potravy – *Cottus poecilopus*

Vzorky rýb z oboch lokalít boli počtom a veľkosťou (okrem minimálnej) porovnateľné. Napriek tomu sme zaznamenali výrazné rozdiely v kvantitatívnych údajoch o potrave, kde na lokalite 2 bol celkový počet aj priemerný počet na rybu dvojnásobný a ešte väčšie rozdiely boli v maximálnom a minimálnom počte koristi v jednom jedincovi (tabuľka 2). Napriek tomu bolo zloženie potravy na lokalite 1 pestrejšie (11 rozdielnych komponentov) ako na lokalite 2 (8 komponentov).

Potrava hlaváča pásoplutvého pozostávala z 9 taxónov rôznych vývinových štádií. Viac taxónov (9) sme našli v jedincoch z lokality 1 a menej (8) z lokality 2. Najvyššiu frekvenciu v potrave hlaváčov dosahovali larvy podeniek (*Baetidae*, *Heptageniidae*, *Ephemerellidae*) a pakomárov (obe lokality), kukly pakomárov (lokalita 1) a larvy muškovitých (lokalita 2). Aj z pohľadu relatívnej abundancie bola podstatná časť potravy zložená na lokalite 1 z lariev pakomárov a podeniek (vyše 88 %), na lokalite 2 z lariev pakomárov a muškovitých (viac ako 85 %), výrazne tu kleslo zastúpenie lariev podeniek v potrave. Vyššie počty menších komponentov (larvy pakomárov, muškovitých, malé larvy podeniek) boli na lokalite 2 zrejme kompenzované nižším počtom väčších a výdatnejších komponentov (larvy potočníkov, väčších zástupcov podeniek – *Heptageniidae* a *Ephemerellidae*, veľkých lariev dvojkrídlavcov). Podobne ako pstruh aj hlaváč preferoval larvy pakomárov. Menej vyhľadával ($E < 0$) kriváky, larvy pošvatiek (lokalita 1 *Perlodes* sp., lokalita 2 *Leuctra* sp., *Protonemura* sp.), potočníkov (*Hydropsychidae*, *Rhyacophilidae*) a muškovitých. Odlišná bola obľúbenosť máloštetinavcov – preferoval ich v lokalite 1, v lokalite 2 však nie (tabuľka 3). Na lokalite 2 sme zaznamenali lineárnu závislosť medzi dĺžkou jedinca a počtom lariev muškovitých aj ich podielom v obsahu tráviaceho traktu (obrázok 2), pričom sme analyzovali iba jedince v tráviacich traktách, v ktorých boli prítomné larvy muškovitých. Asi 65 %, resp. 63 % variability vysvetľuje dĺžka ryby, zvyšok vnútorná variabilita, alebo iná neznáma premenná. V ostatných prípadoch sme nezaznamenali závislosť medzi veľkosťou ryby a konzumáciou nejakého druhu koristi.



r: 0,76298
R²: 0,62881
p(uncorr): 0,0020234

Obrázok 2 Grafické znázornenie lineárnej závislosti medzi dĺžkou jedinca a počtom (a) lariev muškovitých a ich podielom (b) v potrave druhu *Cottus poecilopus* na lokalite 2

Podľa zloženia potravy, frekvencie, dominancie jednotlivých komponentov a hodnôt indexu elektivity považujeme za hlaváči najviac ovplyvnené larvy muškovitých, pakomárov a podeniek.

Tak ako my aj STRAŠKRABA a kol. (1966), HESTHAGEN a kol. (2004b) a HOLMEN a kol. (2003) uvádzajú ako najvýznamnejší komponent larvy pakomárov. Rozdiel sa však objavil v relatívnom zastúpení ostatných skupín, najmä lariev semiakvatického hmyzu. Menovaní autori zistili v potrave vyšší podiel lariev potočníkov a pošvatiek. Kým potočníky sa v našich vzorkách vyskytovali len ojedinele (lokalita 1) alebo vôbec (lokalita 2), podľa ich výsledkov tvorili druhú najvýznamnejšiu zložku potravy. Naopak, naše výsledky poukazujú na výrazne vyššie zastúpenie lariev podeniek a muškovitých. Rozdiely si vysvetľujeme hlavne zložením potravnnej ponuky, ktorá je závislá na sezóne. V našich vzorkách tvorili napr. larvy potočníkov iba 1,55 % (lokalita 1), resp. 5,61 % (lokalita 2), larvy pošvatiek 0,67 %, resp. 1,66 %.

Potravná kompetícia

Podľa našich zistení majú pstruh aj hlaváč podobné zloženie potravy, rozdiely sú hlavne v konzumácii terestrických bezstavovcov a dospelcov semiakvatického hmyzu (nálet, hladina), čiastočne aj v taxonomickom zložení niektorých konzumovaných skupín (napr. *Ephemeroptera*). Kým u pstruhov sa terestrické článkonožce v potrave objavujú často (na lokalite 1 frekvencia až 71 %), u hlaváča sme túto zložku potravy nepotvrdili. Zhoduje sa to so zisteniami iných autorov, ktorí sa tejto problematike venovali (STRAŠKRABA a kol., 1966; HOLMEN a kol., 2003; HESTHAGEN a kol., 2004b). Pri porovnaní podobnosti zloženia potravy na základe Jaccardovho indexu podobnosti (*Ja*) sa ukázalo, že na lokalite 1 bolo zloženie potravy značne odlišné (*Ja* = 0,33). Ak sme však vzali do úvahy len výsledky analýzy jedincov porovnateľnej veľkosti (< 100 mm), podobnosť bola vyššia (*Ja* = 0,67). Na lokalite 2 sa potravné spektrá oboch druhov prekrývali (*Ja* = 1).

Prekrývanie potravných ník pstruha a hlaváča

Z našich výsledkov vyplýva, že prekrývanie potravných ník pstruha a hlaváča je na obidvoch lokalitách skúmaného toku signifikantné (0,8). Schoenerov index na prvej lokalite (0,82) je vyšší v porovnaní s druhou (0,73). K podobným záverom dospel aj HESTHAGEN a kol. (2004).

POĎAKOVANIE

Práca vznikla aj vďaka podpore grantov APVV 0154-07, Vega 1/3273/06, Vega 1/4355/07 a Vega 1/0352/08. Za pomoc a konštruktívne pripomienky, ktoré pomohli zvýšiť kvalitu práce ďakujeme Lacovi Pekárikovi a recenzentom rukopisu.

POUŽITÁ LITERATÚRA

- ALP, A. – KARA, C. – BÜYÜKCAPAR, H.M., 2005. Age, Growth and Diet Composition of the resident Brown Trout, *Salmo trutta macrostigma* Dumeril 1858, in Firniz Stream of the River Ceyhan, Turkey. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences 29: 285-295.
- BLAHÁK, P., 1978. Příspěvek k poznání vztahu zoobentosu k potravě pstruha potočního a lipana. Acta Rerum Naturalium Musei Nationalis Slovaci, 24: 41-83.

- CONFER, J. – BLADES, P. I., 1975. Omnivorous zooplankton and planktivorous fish. *Limnology and Oceanography*, 20: 571-579.
- DAHL, J., 1998. Effects of a benthivorous and drift feeding fish on a benthic stream assemblage. *Oecologia*, 113(3): 426-432.
- DAHL, J. – GREENBERG, L., 1996. Impact on stream benthic prey by benthic vs drift feeding predators: a meta-analysis. *Oikos*, 77: 177-181.
- HAMMER, Ø. – HARPER, D. A. T. – RYAN, P. D., 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9 pp.
- HESTHAGEN, T. – HEGGENES, J., 2003. Competitive habitat displacement of brown trout by Siberian sculpin: the role of size and density. *Journal of Fish Biology*, 62: 222 - 236.
- HESTHAGEN, T. – HEGGE, O. – SKURDAL, J. – DERVO, B. K., 2004a. Age and growth of Siberian sculpin (*Cottus poecilopus*) and young brown trout (*Salmo trutta*) in a subalpine Norwegian river. *Hydrobiologia*, 521: 107-115.
- HESTHAGEN, T. – SAKSGÅRD, R. – HEGGE, O. – DERVO, B. K. – SKURDAL, J., 2004b. Niche overlap between young brown trout (*Salmo trutta*) and Siberian sculpin (*Cottus poecilopus*) in a subalpine Norwegian river. *Hydrobiologia*, 521: 117-125.
- HOLMEN, J. – OLSEN, E. M. – VOLLESTAD, L. A. 2003. Interspecific competition between stream-dwelling brown trout and Alpine bullhead. *Journal of Fish Biology*, 62: 1312-1325.
- IVLEV, V.S., 1961. Experimental ecology of the feeding of the fishes. Yale University Press, New Haven, Connecticut, USA.
- JONSSON, B. – GRAVEM, F. M., 1985. Use of space and food by resident and migrant brown trout, *Salmo trutta*. *Environmental Biology of Fishes*, 14(4): 281-293.
- KARA, C. – ALP, A., 2005. Feeding habitats and diet composition of brown trout (*Salmo trutta*) in the upper streams of river Ceyhan and river Euphrates in Turkey. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 29: 417-428.
- KIRKA, A. – MÉSZÁROS, S. – NAGY, Š., 1981. Ichtyocenózy a bentos v riekach východného Slovenska vo flyšovom pásme. *Poľnohospodárska veda, sér. A*, 1/81, SAV Bratislava, 128 s.
- KOŠČO, J., 2007. Zmeny ichtyocenóz povodia Torysy s dôrazom na chránené a invázne druhy. *Natura Carpatica*, XLVIII: 127-140.
- KOŠČO, J. – KOŠUTH, P., 1997. Ichtyofauna Torysy v oblasti odberového objektu „Tichý Potok“. *Acta FHPV PU, Prešov, Prírodné vedy, biológia - geografia - chémia*, 28: 37-43.
- KOŠČO, J. – BRÁZDA, J. – HALÁTOVÁ, K., 1988. K poznaniu limnológie podhorského pásma rieky Torysy a jej prítokov. str. 61-82, *In: XII. Východoslovenský tábor ochrancov prírody*, Sigord – Kokošovce, 30.7.1988.
- KOŠČO, J. – MANKO, P. – MIKLISOVÁ, D. – KOŠUTHOVÁ, L., 2008. Feeding ecology of invasive *Perccottus glenii* (Perciformes, Odontobutidae) in Slovakia. *Czech Journal of Animal Science* (11): 479 - 486.
- KRNO, I. – ŠPORKA, F., 2003. Influence of environmental factors on production of stoneflies (Plecoptera) from the Hincov brook (High Tatra, Slovakia). *Ecohydrology & Hydrobiology*, 3(4): 409-416.

- KRNO, I. – ŠPORKA, F. – ŠTEFKOVÁ, E. – TIRJAKOVÁ, E. – BITUŠÍK, P. – BULÁNKOVÁ, E. – LUKÁŠ, J. – ILLÉŠOVÁ, D. – DERKA, T. – TOMAJKA, J. – ČERNÝ, J., 2005. Ecological study of a high-mountain stream ecosystem (Hincov potok, High Tatra Mountains, Slovakia). *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae*, 69 (3-4): 299-316.
- LOSOS, B. – GULIČKA, J. – LELLÁK, J. – PELIKÁN, J. 1984. *Ekologie živočichu*. Státní pedagogické nakladatelství Praha, 316 s.
- MANKO, P., 2006. Biomasa a abundancia makrozoobentosu v hornej časti Torysy. *Prírodné vedy: biológia – ekológia*. Prešovská univerzita v Prešove, Fakulta humanitných a prírodných vied. Ročník 41: 62-67.
- MANKO, P., 2008. Aquatic macroinvertebrate communities in River Torysa across the Javorina military training area in the Levočské vrchy mountains (Slovakia). *Transylvanian Review of Systematical and Ecological Research*, 6: 41-50.
- MANKO, P. – KOŠČO, J., 2004. Príspevok k poznaniu makrozoobentosu a ichthyofauny Torysy. *Správy Slovenskej zoologickej spoločnosti*, 22 : 23-36.
- MANKO, P., 2008. Vplyv predátorov na makrozoobentos. *Limnologický spravodajca*, 3(1): 31-35.
- NOVIKMEC, M. – SVITOK, M. – MEDVECKÝ, M., 2008. Potrava pstruha potočného (*Salmo trutta m. fario*) a jeho preferencie pri získavaní potočníkov v podhorskom úseku potoka Hučava. In: Stloukal, E., Kautman, J. (eds), 2008. Kongres slovenských zoológov a konferencia 14. Feriancove dni – Zborník abstraktov. Faunima, Bratislava, 63 pp.
- OLSEN, E. M. – VOLLESTAD, L. A. 2001. Within-stream variation in early life-history traits in brown trout. *Journal of Fish Biology*, 59: 1579-1588.
- OLSEN, E. M. – VOLLESTAD, L. A. 2003. Microgeographical variation in brown trout reproductive traits: possible effects of biotic interactions. *Oikos*, 100: 483-492.
- OLSEN, E. M. – VOLLESTAD, L. A. 2005. Small – scale spatial variation in age and size at maturity of stream-dwelling brown trout, *Salmo trutta*. *Ecology of Freshwater Fish*, 14: 202-208.
- ORSAGH, L. – ZELINKA, M. 1974. Zur Nahrung der Arten *C. poecilopus* und *C. gobio*. *Zoologické listy* 23 (3): 185-196.
- OSCOZ, J. – LEUNDA, P. M. – CAMPOS, F. – ESCALA, M. C. – MIRANDA, R., 2005. Diet of 0+ brown trout (*Salmo trutta* L., 1758) from the river Erro (Navarra, north of Spain). *Limnetica*, 24 (3 - 4): 319-326.
- RINGLER, N. H., 1979. Selection predation by drift feeding brown trout *Salmo trutta*. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 36: 392-403.
- RUGINIS, T., 2008. Diet and prey selectivity by age- 0 brown trout (*Salmo trutta* L.) in different lowland streams of Lithuania. *Acta Zoologica Lituanica*, 18(2): 139-146.
- STRAŠKRABA, M. – ČIHAŘ, J. – FRANK, S. – HRUŠKA, V., 1966. Contribution to the problem of food competition among the sculpin, minnow and brown-trout. *Journal of Animal Ecology* 35, 303-311.
- SCHOENER, T. W., 1968. The *Anolis* Lizards of Bimini: Resource Partitioning in a Complex Fauna. *Ecology* 49 (4): 704-726.
- WALLACE, R.K., 1981: An assessment of diet overlap indexes. *Transaction of the American Fisheries Society*, 110: 72-76. In: HESTHAGEN, T. – SAKSGÅRD, R. – HEGGE, O.

- DERVO, B. K. – SKURDAL, J., 2004b. Niche overlap between young brown trout (*Salmo trutta*) and Siberian sculpin (*Cottus poecilopus*) in a subalpine Norwegian river. *Hydrobiologia*, 521: 117-125.
- WARE, D. M., 1972. Predation by rainbow trout (*Salmo gairdneri*): the influence of hunger, prey density and prey size. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 29: 1193-1201.
- WERNER, E. E. – HALL, D. J., 1974. Optimal foraging and the size selection of prey by the bluegill sunfish (*Lepomis macrochirus*). *Ecology*, 55: 1042-1052.

VÝVOJ ORGANICKÉHO UHLÍKA NA POĽNOHOSPODÁRSKÝCH PÔDACH SLOVENSKA

ORGANIC CARBON DEVELOPMENT ON AGRICULTURAL SOILS OF SLOVAKIA

Gabriela BARANČIKOVÁ¹

ABSTRACT

Soil organic mater (SOM) is one of the most important soil characteristic therefore qantitative and qualitative parameters of SOM is included in soil monitoring system. In this paper changes of SOM values for particular soil types and land management during monitoring period 1993-2002 are showed. On the basis receiving data it can be concluded, that content of soil organic carbon (SOC) is higher on pasture in comparison with arable soils. On arable land value of SOC is in range 1-2%. The highest value of SOC is characteristic for mountain soils of rankers, podzols and andosols. On the basis of qualitative parameters of SOM, ratio of carbon of humic and fulvic acids, C_{HA}/C_{FA} and optical parameter, Q^1_6 can be concluded that the soil organic mater with the highest quality is characterized for Chernozem. During monitoring period on majority soil types insignificant increasing of SOC was observed. Decreasing of this parameter on top soil of rendzinas and subsoil of regosols was found.

KEY WORDS

soil organic matter, organic carbon, soil types, monitoring

Úvod

Napriek nízkemu obsahu, predovšetkým v intenzívne obrábaných poľnohospodárskych pôdach, pôdna organická hmota (POH) je jedným z najdôležitejších pôdných parametrov, nakoľko zohráva hlavnú úlohu v uhlíkovom cykle pôdy, ovplyvňuje všetky chemické, biologické i fyzikálne vlastnosti pôdy. Významne vplýva nie len na úrodnostnú schopnosť pôdy, ale aj mimoprodukčné, predovšetkým environmentálne pôdne funkcie a je súčasťou všetkých minimálnych súboroch indikátorov komplexne hodnotiacich kvalitu pôdy na základe pôdných funkcií (GREGORICH a kol., 1994, HARRIS a kol. 1996, BREJDA a kol. 2000). Organická hmota je najväčšou zásobárňou živín, nakoľko obsahuje viac ako 95% dusíka a síry a 20-75 % fosforu z cel-

1 RNDr. Gabriela Barančíková, CSc.

Výskumný ústav pôdoznavectva a ochrany pôdy, pracovisko Prešov,
Raymannova, 1, 08001 Prešov, g.barancikova@vupop.sk

kového množstva týchto biogénnych prvkov v pôdnom prostredí (DUXBURY a kol. 1989, BALDOCK a NELSON, 1999). POH reprezentuje viac ako 95% celkového uhlíka akumulovaného v pastvinách a trvalých trávnych porastoch a takmer 100% celkového uhlíka akumulovaného v orných pôdach (STOLBOVOY a MONTANARELLA, 2008). V súčasnosti, predovšetkým v dôsledku intenzívnych klimatických zmien a zmien v hospodárení na pôde sa zásoba pôdneho organického uhlíka (POC) pomerne rýchlo mení. Tieto zmeny umožňuje zachytiť Monitoring obsahu a kvality pôdnej organickej hmoty na jednotlivých pôdnych typoch, ktorý sa od roku 1993 na viac ako 300 lokalitách realizuje v pravidelných 5 ročných intervalov v rámci základnej monitorovacej siete. Okrem základnej monitorovacej siete sa na 20-tich kľúčových lokalitách, ktoré charakterizujú hlavné pôdne typy poľnohospodárskych pôd Slovenska pôdna organická hmota monitoruje v pravidelných ročných intervaloch. Popri obsahu celkového uhlíka, ktorý predstavuje kvantitatívny parameter POH, je dôležité hodnotiť aj kvalitu pôdnej organickej hmoty. Kvalitatívne parametre, na základe ktorých je možné posudzovať vyzretosť pôdneho humusu (stupeň humifikácie POH) reprezentuje pomer uhlíka humínových a fulvokyselín (C_{HK}/C_{FK}) a optický parameter – farebný kvocient (Q_6^4). Ďalším dôležitým kvalitatívnym parametrom POH je celkové množstvo dusíka (Nt) a pomer C/N.

V tomto príspevku uvidíme vývoj kvantitatívnych (POC) a kvalitatívnych (C_{HK}/C_{FK} , Q_6^4 , C/N) parametrov POH v rámci jednotlivých pôdnych typov v priebehu obdobia rokov 1993 – 2002 základnej monitorovacej siete a na štyroch vybraných kľúčových lokalitách v období 1994 - 2008.

MATERIÁL A METÓDY

Parametre POH sa sledujú v orničnom (0-10 cm) a podorničnom (35-45 cm) horizonte na orných pôdach (OP) a trvalých trávnych porastoch (TTP) týchto pôdnych typov :

Rendziny (RA) – OP, TTP

Pseudogleje (PG) – OP, TTP

Kambizeme (KM) – OP, TTP

Čiernice (ČA) – OP

Černozeme (ČM) - OP

Fluvizeme (FM) – OP

Hnedozeme (HM) – OP

Regozeme (RM) – OP

Andozeme (AM) – TTP

Podzoly, Rankre, Litozeme (PN +PZ+LI) – TTP

Vývoj parametrov POH v ročných intervaloch bude ilustrovaný na týchto vybraných kľúčových lokalitách:

Sihla – Kambitem kyslá KM^a (TTP)

Istebné – Kambizem pseudoglejová KM^g (OP)

Moravský Ján – Regozem arenická RM^a (OP)

Voderady – Černozem karbonátová ČM^c (OP)

Pôdny organický uhlík sa stanovoval podľa Ťurina v modifikácii Nikitina, celkový dusík podľa Kjeldala, frakcionácia humusu podľa Kononovovej a Beľčikovej (Kobza,

1999). Na hodnotenie kvality humusu boli vybrané parametre - C_{HK}/C_{FK} (pomer uhlíka humínových a fulvokyselín) a farebný kvocient Q_6 (pomer absorpcií meraných v roztoku humínových kyselín pri vlnových dĺžkach 465 a 650 nm).

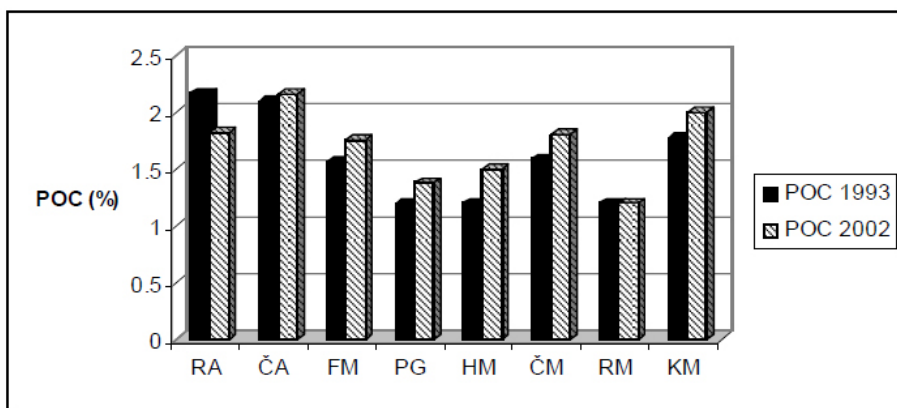
VÝSLEDKY A DISKUSIA

Vývoj základných kvantitatívnych a kvalitatívnych parametrov POH základnej monitorovacej siete

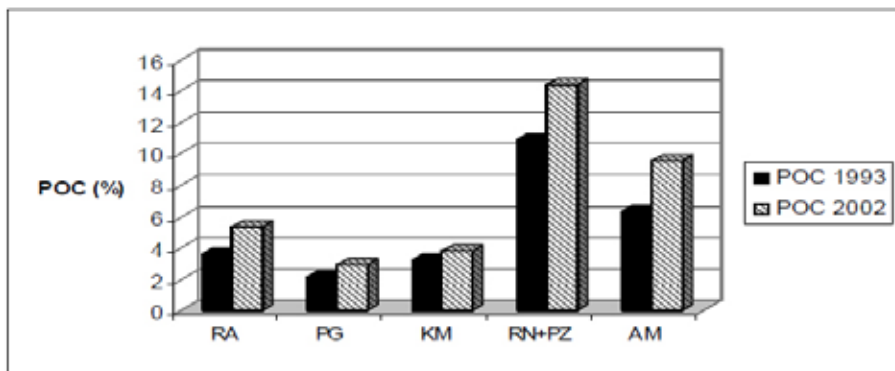
Množstvo organického uhlíka na intenzívne obrábaných orných pôdach je pomerne nízke a pohybuje sa v rozmedzí 1-2%, pričom najnižšia hodnota POC bola zaznamenaná na regozemiach a najvyššia na čierniciach (obrázok 1). Na trvalých trávnych porastoch je množstvo POC aj v rámci pôdneho typu kambizeme, rendziny, pseudogleje, až o 50% vyššie (obrázok 2). GUO a GIFFORD (2002) na základe výsledkov meta analýzy uvádzajú, že pri zmene hospodárenia na pôde v prípade rozorania pasienkov je pokles Cox až 59 %, čo je v súlade s našimi hodnotami. Najvyššie hodnoty pôdneho organického uhlíka sú charakteristické pre vysokohorské lúky na andozemiach, podzoloch, litozemiach.

V hĺbke 35-45 cm sú hodnoty organického uhlíka podstatne nižšie v porovnaní s orničným horizontom a viac sa v tomto horizonte odrážajú rozdiely medzi pôdnymi typmi. Rozdiely medzi obsahom POC v podorničnom horizonte OP a TTP sú nepatrné (obrázky 3, 4).

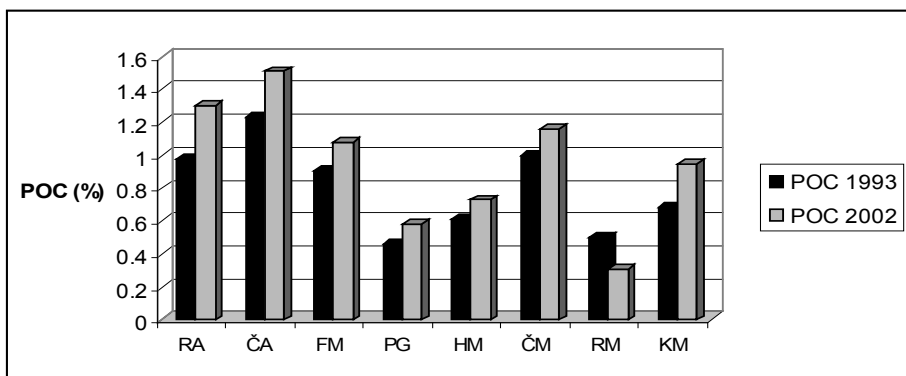
Pri porovnaní priemerných hodnôt POC medzi prvým (1993) a zatiaľ posledným vyhodnoteným monitorovacím cyklom (2002) vidíme, že na väčšine pôdných typov sa hodnota organického uhlíka v orničnom i podorničnom horizonte nepatrne zvýšila (obrázky 1- 4). Treba však poznamenať, že uvedené zvýšenie POC nie je štatisticky významné. V orničnom horizonte rendzín došlo k poklesu a na regozemiach, s najnižším množstvom POC na orných pôdach, k stagnácii uvedeného pôdneho parametra. Pomerne alarmujúci je však pokles POC v podorničnom horizonte regozemí, ktorý klesol na hodnotu 0,3% (obrázok 3).



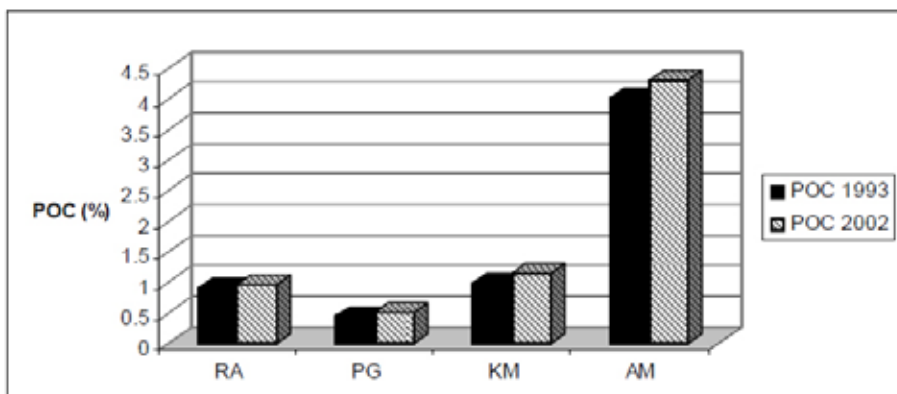
Obrázok 1 Vývoj POC (0-10 cm) na orných pôdach v priebehu monitorovacieho obdobia



Obrázok 2 Vývoj POC (0-10 cm) na TTP v priebehu monitorovacieho obdobia

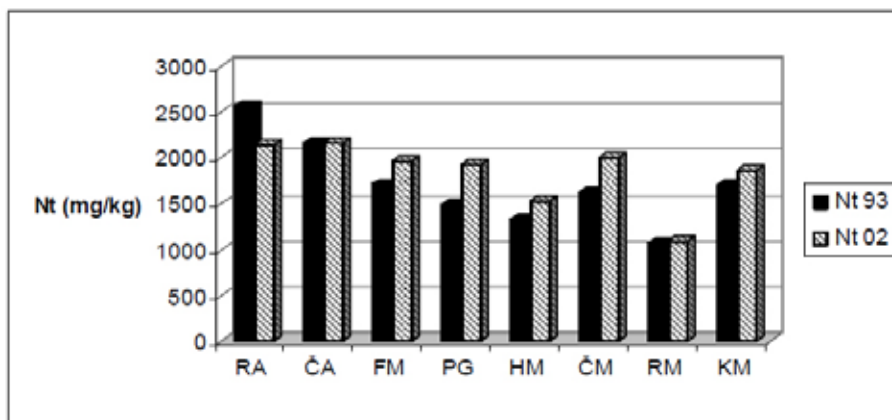


Obrázok 3 Vývoj POC (35-45 cm) na orných pôdach v priebehu monitorovacieho obdobia

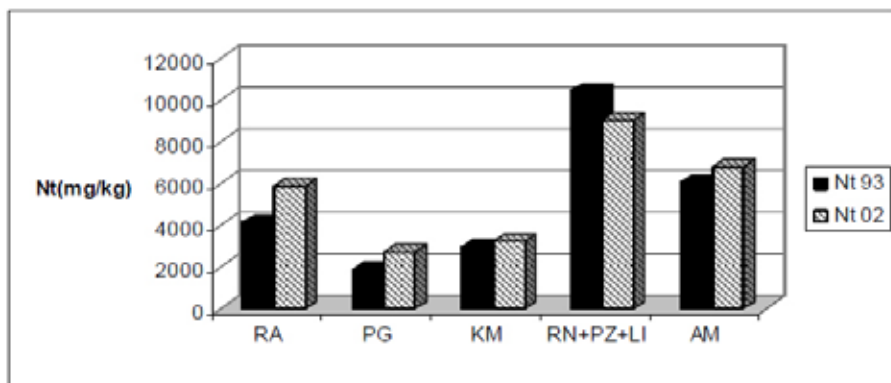


Obrázok 4 Vývoj POC (35-45 cm) na TTP v priebehu monitorovacieho obdobia

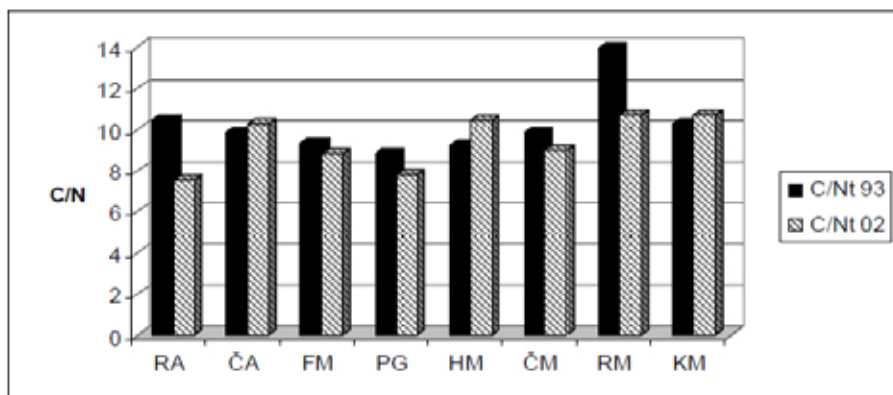
Hodnoty celkového dusíka jednotlivých pôdnych typov úzko korelujú s hodnotami POC ($R = 0.99$, $n=13$). Podobne ako v prípade POC priemerná hodnota Nt na TTP je podstatne vyššia ako na OP. Najvyššia hodnota Nt zo všetkých sledovaných pôdnych typov je rovnako ako v prípade POC na vysokohorských lokalitách podzolov, rankrov a litozemí (obrázok 5,6). Zásobenosť organickej hmoty dusíkom sa hodnotí na základe pomeru C/N (SOTÁKOVÁ, 1982), pričom čím nižšia je hodnota C/N, tým je zásoba dusíka v POH vyššia. Priemerné hodnoty pomeru C/N, ktorý je jedným z hlavných ukazovateľov kvality humusu (SOTÁKOVÁ, 1982) a zároveň môže byť aj dobrým indikátorom dynamiky pôdnej kvality (FRANZLUEBBERS, 2002), sú v prípade väčšiny pôdnych skupín pomerne vyrovnané a pohybujú v rozmedzí od 8 do 10, čo predstavuje strednú zásobu dusíka v pôdnej organickej hmote (obrázky 7, 8). Zmeny v obsahu Nt sú v súlade so zmenami POC. Na väčšine pôdnych typov došlo k zvýšeniu zásoby celkového dusíka, pokles tohto parametra bol zaznamenaný iba v prípade rendzín. V priebehu monitorovacieho obdobia nepatrne vzrastala zásobenosť POH dusíkom, čo indikuje zníženie pomeru C/N v priebehu sledovaného obdobia (obrázky 7, 8). Iba v prípade vysokohorských pôd rankrov, podzolov a andozemí bol zaznamenaný pokles zásoby dusíka v POH, nakoľko hodnota pomeru C/N na týchto pôdnych typov značne vzrástla (obrázky 7, 8).



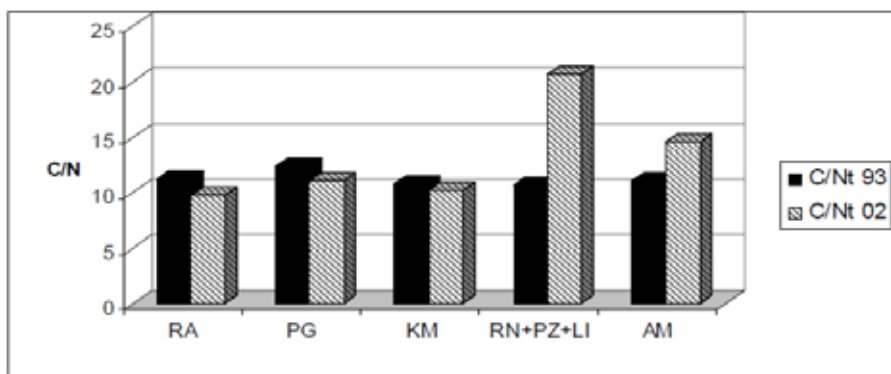
Obrázok 5 Vývoj Nt (0-10 cm) na orných pôdach v priebehu monitorovacieho obdobia



Obrázok 6 Vývoj Nt (0-10 cm) na TTP v priebehu monitorovacieho obdobia



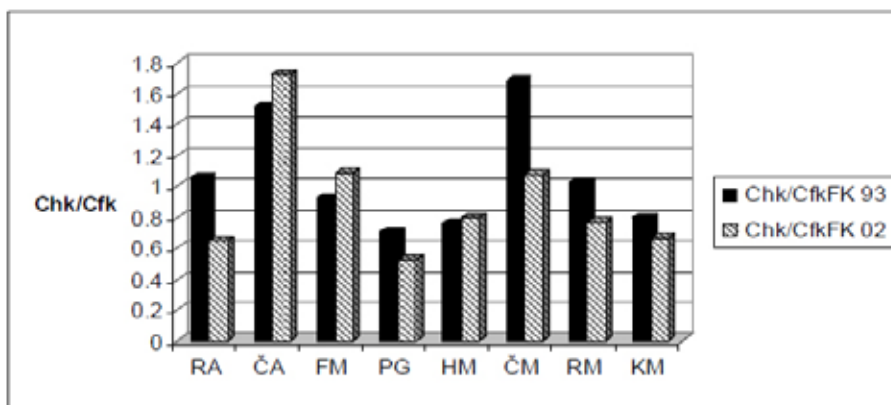
Obrázok 7 Vývoj pomeru C/N(0-10 cm) na orných pôdach v priebehu monitorovacieho obdobia



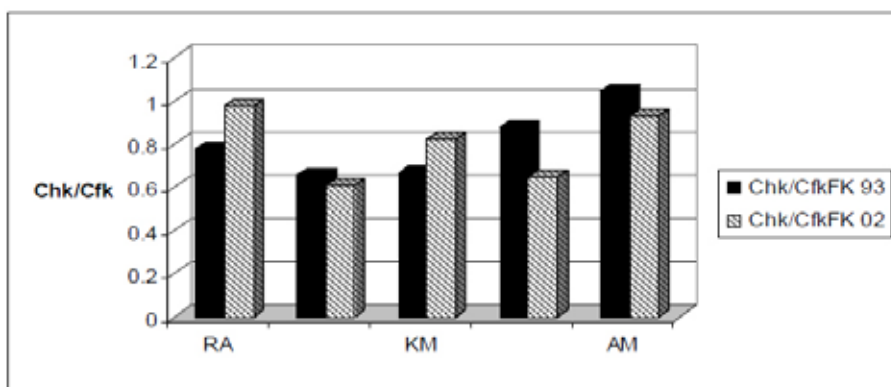
Obrázok 8 Vývoj pomeru C/N(0-10 cm) na TTP v priebehu monitorovacieho obdobia

Kvalitatívne parametre pôdnej organickej hmoty na orných pôdach vo väčšej miere odrážajú genézu pôdneho typu ako hodnoty pôdneho organického uhlíka. V rámci monitoringu POH sa tieto parametre merajú iba v orničnom horizonte.

Základným kvalitatívnym parametrov je pomer humínových a fulvo kyselín C_{HK}/C_{FK} . Prevládanie humínových nad fulvokyselinami je charakteristické pre výzretejšiu, viac humifikovanú pôdnu organickú hmotu (SOTÁKOVÁ, 1982). Hodnoty C_{HK}/C_{FK} vyššie ako 1 sú charakteristické predovšetkým pre čiernice a černozeme na orných pôdach. Najnižšími hodnotami tohto parametra disponujú pseudogleje na OP i TTP (obrázky 9, 10). Uvedené hodnoty tohto parametra sú charakteristické pre tieto pôdne typy a sú v súlade s predchádzajúcimi údajmi C_{HK}/C_{FK} na hodnotených pôdnych typoch (LINKŠ a kol., 1997). V priebehu monitorovacieho obdobia na väčšine pôdnych typov bol zaznamenaný nárast labilnejších fulvokyselín a teda pokles pomeru C_{HK}/C_{FK} , čo môže indikovať zlabilnenie pôdnej organickej hmoty predovšetkým na pseudoglejoch, regozemiach, rendzinách a kambizemiach na orných pôdach (obrázky 9, 10).

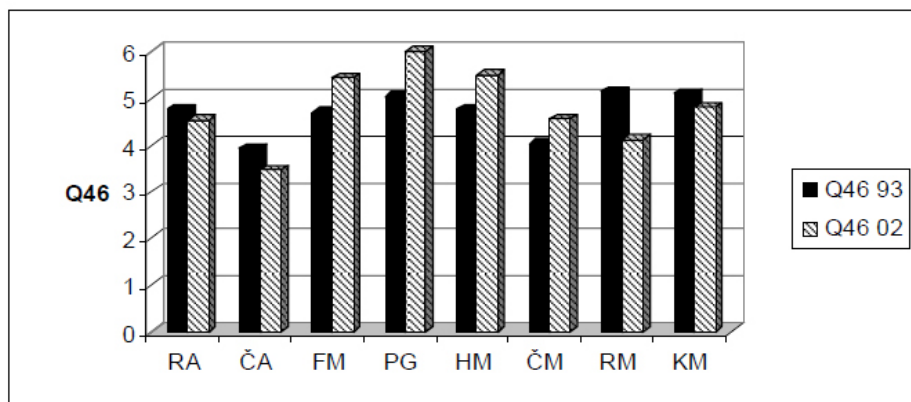


Obrázok 9 Vývoj pomeru C_{HK}/C_{FK} na orných pôdach v priebehu monitorovacieho obdobia

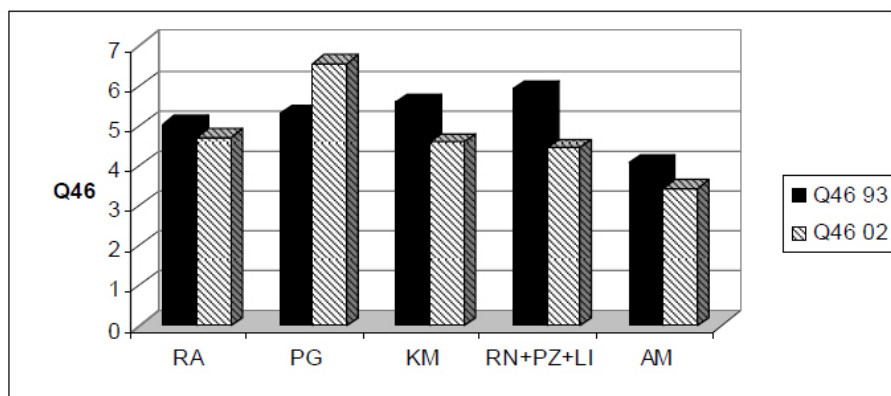


Obrázok 10 Vývoj pomeru C_{HK}/C_{FK} na TTP v priebehu monitorovacieho obdobia

Ďalším dôležitým kvalitatívnym parametrom pôdnej organickej hmoty je optický kvocient Q_6^4 , pričom nižšie hodnoty tohto parametra sú charakteristické pre stabilnejšiu POH (SOTÁKOVÁ, 1982). V súlade s týmto tvrdením najnižšie hodnoty Q_6^4 boli zistené na čierniciach a černozemiach orných pôd a andozemiach na TTP a najvyššie hodnoty predovšetkým na pseudoglejoch OP i TTP (obrázky 11, 12). Pokiaľ pôdne typy s tmavým molickým horizontom sú charakterizované stabilnou a dobre humifikovanou organickou hmotou u pseudoglejov prevládajú menej stabilné štruktúry, ktoré sú schopné rýchlejšie sa mineralizovať. Podobne ako v predchádzajúcom kvalitatívnom parametri, aj v prípade farebného kvocientu boli v priebehu monitorovacieho obdobia zaznamenané určité zmeny. Na väčšine pôdnych typov bolo zistené zníženie hodnoty Q_6^4 . Zvýšenie optického parametra bolo zaznamenané iba v prípade fluvizemí, hnedozemí a pseudoglejov, ale nakoľko tieto zmeny boli štatisticky významné, môže to signalizovať zlabilnenie štruktúry pôdnej organickej hmoty na týchto pôdnych typoch (obrázky 11, 12).



Obrázok 11 Vývoj optického parametra Q_6^4 na orných pôdach

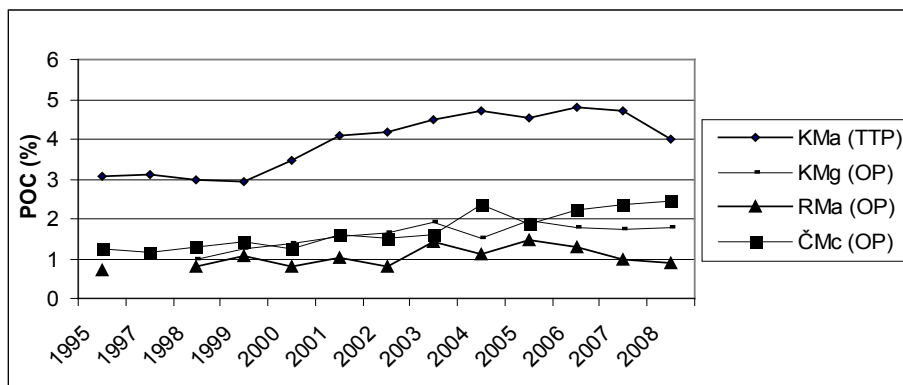


Obrázok 12 Vývoj optického parametra Q_6^4 na TTP

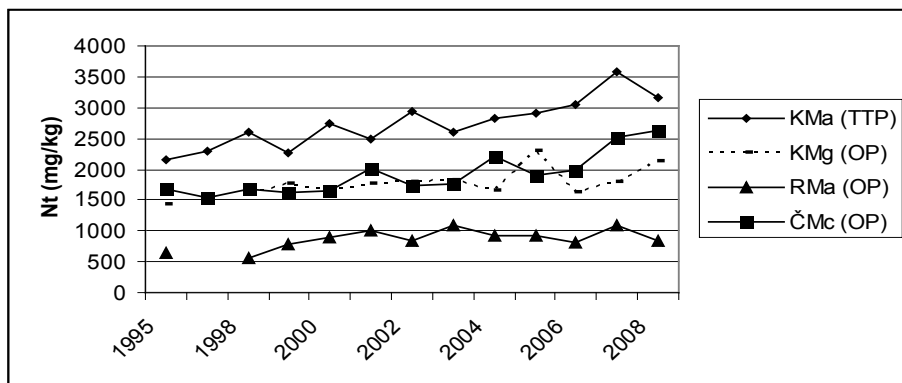
Zmeny v základných parametroch obsahu a kvality pôdnej organickej hmoty na kľúčových lokalitách (1994 – 2006)

Z 20 kľúčových monitorovacích lokalít, na ktorých sa parametre POH stanovujú každoročne sme na ilustráciu vývoja POH vybrali 4 a to: kambizeme na OP (Istebné) aj TTP (Sihla), nakoľko KM sú najrozšírenejším pôdnym typom na Slovensku a tiež regozem (Moravský Ján) a černoze (Voderady), ktoré sa podstatne líšia v obsahu ale predovšetkým v kvalite POH a na Slovensku patria k najintenzívnejšie využívaným pôdnym typom. Ako vidíme na obrázok 13, KM, RM i ČM na orných pôdach disponujú nízkym obsahom POC, ktorý sa pohybuje podobne ako v rámci základnej monitorovacej siete od 1 do 2%. Podstatne vyšším obsahom POC disponuje kambizem na lokalite Sihla (TTP), ktorej hodnota POC je takmer 2x vyššia ako na kambizemi na lokalite Istebné (OP). V priebehu celého monitorovacieho obdobia najnižšia hodnota, cca 1% POC, bola zistená na regozemi. Na lokalite Istebné (KM OP) POC vzrástol z 1% v polovici 90-tych rokov na takmer 2% v súčasnosti a podobný nárast bol zaznamenaný na lokalite Voderady (ČM). Značný nárast pôdneho organického uhlíka bol zaznamenaný aj na lokalite Sihla (KM TTP) (obrázok 13).

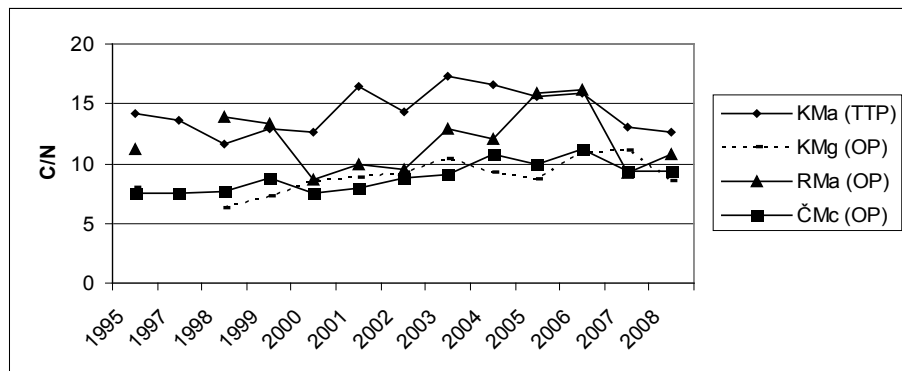
Hodnoty celkového dusíka úzko súvisia s hodnotami organického uhlíka podobne ako v prípade základnej monitorovacej siete. V súlade s týmto konštatovaním je aj zistenie, že obsah celkového dusíka je na trvalých trávnych porastoch vybranej kľúčovej lokality podstatne vyšší ako na orných pôdach a najnižšie hodnoty tohto parametra boli zaznamenané na regozemi (obrázok 14). Vývojový trend celkového dusíka na vybraných kľúčových lokalitách je podobný POC. Kvalitatívny parameter C/N je najnižší na lokalitách orných pôd regozeme a černozeme, čo indikuje dobrú zásobu dusíka v POH na týchto lokalitách a najvyšší na kambizemi na TTP (obrázok 15).



Obrázok 13 Vývoj POC na vybraných kľúčových lokalitách

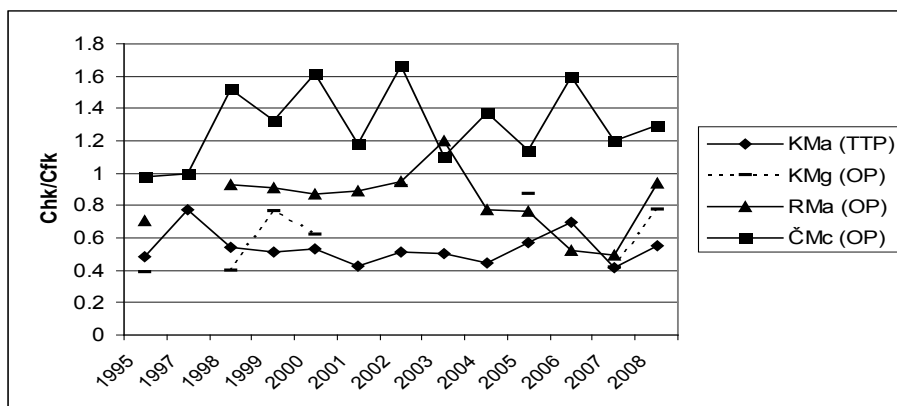


Obrázok 14 Vývoj Nt na vybraných kľúčových lokalitách

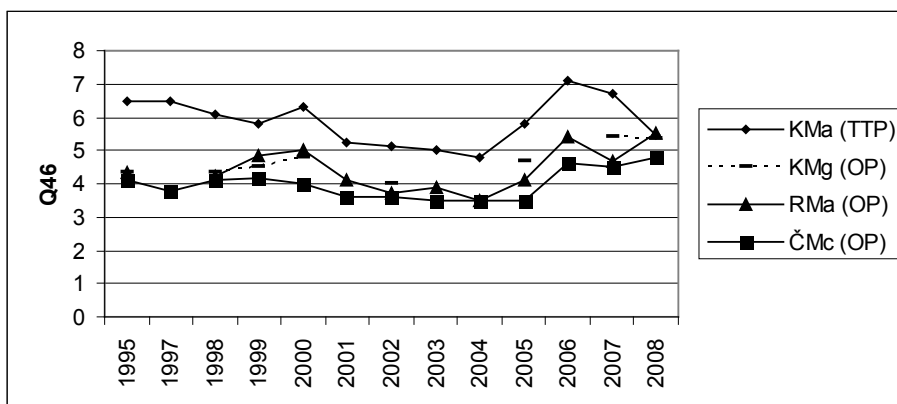


Obrázok 15 Vývoj pomeru C/N na vybraných kľúčových lokalitách

Z hľadiska hodnôt kvalitatívnych parametrov, disponujú černoze nachádzajúce sa v relatívne teplej, arídnej oblasti, pre ktorú je charakteristický humus tmavých molických a melanických horizontov, najkvalitnejšou a najvzretejšou organickou hmotou, čo potvrdzuje prevládanie humínových kyselín nad fulvokyselinami ($C_{HK}/C_{FK} > 1$) a nízke hodnoty farebného kvocientu ($Q^4_6 < 4.5$). Tento fakt potvrdzujú aj naše výsledky, nakoľko na jednej strane hodnoty pomeru C_{HK}/C_{FK} na lokalite Voderady (černoze karbonátová) počas celého monitorovacieho obdobia sú vyššie ako 1 (obrázok 16) a sú v súlade s priemernou hodnotou tohto kvalitatívneho parametra na černozeiach základnej monitorovacej siete. Najnižšie hodnoty pomeru C_{HK}/C_{FK} boli zistené na kambizeiach OP aj TTP (obrázok 16). Na druhej strane hodnoty optického parametra Q^4_6 , boli na lokalite černoze najnižšie a najvyššími hodnotami tohto parametra disponovala počas celého monitorovacieho obdobia kambize na TTP (obrázok 17), čo potvrdzuje kvalitnú POH s vysokým stupňom zrelosti v prípade černoze na lokalite Voderady a značne labilnú pôdnu organickú hmotu kambize na trvalých trávnych porastoch lokality Sihla.



Obrázok 16 Vývoj pomeru C_{HK}/C_{FK} na vybraných kľúčových lokalitách



Obrázok 17 Vývoj optického parametra Q_{46} na vybraných kľúčových lokalitách

ZÁVER

V predkladanej práci hodnotíme kvantitatívne a kvalitatívne zmeny pôdnej organickej hmoty poľnohospodárskych pôd základnej monitorovacej siete a na štyroch vybraných kľúčových monitorovacích lokalitách. Na základe získaných výsledkov priemerných hodnôt obsahu organického uhlíka jednotlivých pôdnych typov je zrejmé, že obsah organického uhlíka v orničnom horizonte orných pôd rovnakých pôdnych typov je podstatne nižší ako na TTP. Pri porovnaní hodnôt POC jednotlivých pôdnych typov základnej monitorovacej siete počas monitorovacieho obdobia môžeme konštatovať nepatrný nárast tohto parametra v orničnom i podorničnom horizonte na väčšine pôdnych typov, ktorý však nebol štatistický významný. Pokles organického uhlíka bol zaznamenaný na orniciach rendzín na OP a v podorničnom horizonte regozemí, ktoré disponujú najnižšou hodnotou POC na poľnohospodárskych pôdach Slovenska.

Zmeny v hodnotách pôdneho dusíka boli minimálne a v súlade so zmenami POC. Z hľadiska kvalitatívnych parametrov POH najkvalitnejšou organickou hmotou disponujú černoze, u ktorých prevládajú stabilnejšie humínové kyseliny nad labilnejšími fulvokyselinami, čo potvrdzuje hodnota pomeru C_{HK}/C_{FK} , ktorá je vyššia ako jedna. Zároveň tento pôdny typ disponuje najnižšou hodnotou optického parametra Q^4_6 , ktorý indikuje vyzretú POH. Najmenej kvalitným humusom sú charakteristické pseudogleje, u ktorých prevládajú FK nad HK a hodnota optického parametra Q^4_6 je najvyššia zo sledovaných pôdnych typov.

Hodnoty kvalitatívnych i kvantitatívnych parametrov POH na vybraných kľúčových lokalitách sú zhodné s priemernými hodnotami POH daných pôdnych typov v rámci základnej monitorovacej siete. Podobne ako v prípade základnej monitorovacej siete aj na vybraných kľúčových lokalitách boli zistené podstatne vyššie hodnoty POC na TTP v porovnaní s OP rovnakého pôdneho typu. Na vybraných lokalitách kambizemí a černoze bol pozorovaný postupný nárast pôdneho organického uhlíka a celkového dusíka v rámci sledovaného monitorovacieho obdobia 1994-2008.

POĎAKOVANIE

Práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0333-06.

LITERATÚRA

- BALDOCK, J. A. - NELSON, P.N., 1999. Soil Organic Matter. In: Handbook of Soil Science. (Ed. SUMNER, M.E.): B25-B84.
- BREJDA, J. J. - MOORTMAN, T. B. - KARLEN, D. L. - DAO, T.H., 2000. Identification of regional soil quality factors and Indicators: I. Central and Southern High Plains. Soil. Sci. Soc. Am. J. 64: 2115-2124.
- DUXBURY, J. M. - SMITH, M.S. - DORAN, J. W., 1989. Soil organic matter as a source and sink of plant nutrients. In: Dynamics of soil organic matter in tropical ecosystems. (Eds. COLEMAN, D. C., OADES, J. M., UEHARA.): 33-67.
- FRANZLUEBBERS, A. J., 2002. Soil organic matter stratification ratio as an indicator of soil quality. Soil. Till. Res., 66: 95-106.
- GREGORICH, E. G. - CARTER, M. R. - ANGERS, D. A.- MONREAL, C.M.- ELLERT, B. H., 1994. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. Can. J. Soil Sci., 74: 367-385.
- HARRIS, R.F.- KARLEN, D. L. - MULLA, D. J., 1996. A conceptual framework for assessment and management of soil quality and health. In: Doran, J.W., Jones A. J. (eds.) Methods for Assessing Soil Quality, SSSA Spec. Publ.(49): 61-82.
- GUO L. B. - GIFFORD R. M., 2002. Soil carbon stocks and land use change: a meta analysis. Global Change Biology, 8: 345-360.
- KOBZA, J. - BARANČIKOVÁ, G. - BREČKOVÁ, V. - BÚRIK, V. - HOUSKOVÁ, B. - FIALA, K. - CHOMANIČOVÁ, A. - LITAVEC, T. - MAKOVNÍKOVÁ, J. - MATÚŠKOVÁ, L. - PECHOVÁ, B. - VÁRADIOVÁ, D., 1999. Čiastkový monitorovací systém – Pôda: Záväzné metódy. Bratislava, 95-110.

- LINKEŠ, V. - KOBZA, J. - ŠVEC, M. - ILKA, P. - PAVLEND, P. - BARANČÍKOVÁ, G. - MATÚŠKOVÁ, L., 1997. Monitoring pôd Slovenskej republiky. Súčasný stav monitorovacích vlastností pôd 1992 - 1996. VÚPÚ Bratislava, 80-90.
- SOTÁKOVÁ, S., 1982. Organická hmota a úrodnosť pôdy. Bratislava, Príroda, 234 pp.
- STOLBOVOY, V. - MONTANARELLA, L., 2008. Application of Soil organic carbon status indicators for policy-decision making in the EU. In: Threats to soil quality in Europe (eds. TOTH, G., MONTANARELLA, L., RUSCO, E.) JRC Scientific and Technical Reports, 87-99

MOŽNOSTI MIMOPRODUKČNÉHO VYUŽÍVANIA POLDRA BEŠA**POSSIBILITIES NO-PRODUCTION USING OF POLDER BEŠA**

Dana KOTOROVÁ¹ – Rastislav MATI – Ladislav KOVÁČ – Božena ŠOLTYSOVÁ

ABSTRACT

The polders on the East Slovak Lowland were constructed for retention of flood water. Polders are saturated only at exceptional flood situations, when is problem to keep maximum flow and water line of Bodrog river. Areas of polders presented usually landscape consist from various ecosystems with high degree of biodiversity. In shorter or longer and no-regularly time intervals ecological stability of land in these regions is disturbed by artificial flooding of polder area, by processes of intensive agricultural production, but also abandonment signs of agricultural soil. No-production accumulation function of soil and vegetation cover is analyzed with regard to agro-environment and keeping of landscape pattern. Criteria for valuation of function of such areas will be elaborated.

KEYWORDS

biodiversity, ecosystems, polder Beša

Úvod

V popredí záujmu mnohých odborníkov zaoberajúcich sa kvalitou životného prostredia je problematika trvalo udržateľného rozvoja spoločnosti. Z tohto pohľadu je dôležité poznanie funkcií pôdy, ktoré vyjadrujú rôznorodé komplexné činnosti pedosféry v prírode.

V súvislosti s prebiehajúcou globálnou klimatickou zmenou sa čoraz častejšie vyskytujú extrémne poveternostné javy, ktoré sa prejavujú ako prívalové dažde, povodne, ale aj extrémne suchá trvajúce aj dlhšie obdobie.

Na území Slovenska badať tendenciu postupného zvyšovania priemerných ročných teplôt vzduchu a tiež je tu nárast zrážkových úhrnov, najmä v letných mesiacoch, ale ich pokles v ostatných mesiacoch roka. Nepriaznivé dôsledky tohto trendu sa prejavujú častejším výskytom lokálnych povodní. Výsledkom povrchového a podpovrchového odtoku je vodnatosť tokov, ktorej základom sú atmosferické zrážky a ich časová a priestorová kulminácia.

1 RNDr. Dana Kotorová, PhD., Centrum výskumu rastlinnej výroby - Výskumný ústav agroekológie Michalovce, Špitálska 1273, 071 01 Michalovce, kotorova@minet.sk, mati@minet.sk, kovac@minet.sk, soltysova@minet.sk

Jednou z možností ochrany pred povodňami je budovanie retenčných nádrží – tzv. poldrov.

Na Východoslovenskej nížine (VSN) bol vybudovaný suchý polder Beša, v ktorom sa zachytávajú veľké vody z povodia rieky Bodrog. Polder je napúšťaný len v mimoriadnych prípadoch, keď hrozí nedodržanie dohody o maximálnom prietoku a hladine Bodrogu v Strede nad Bodrogom. Pri poklese hladiny vody v rieke Laborec sa polder vypúšťa a po vyschnutí sa môžu pôvodne zaplavené pozemky obrábať.

Územie suchého poldra Beša predstavuje krajinný priestor zložený z rôznych ekosystémov (lesy, prirodzené lúky a pasienky, vodné ekosystémy, agroekosystémy). Tieto ekosystémy sa vyznačujú vysokým stupňom biodiverzity. Ekologická stabilita krajiny je na tomto území v dlhších a nepravidelných časových intervaloch narušovaná činnosťou človeka, a to umelým zaplavovaním poldra. Ďalej je stabilita a prírodná hodnota územia na jednej strane ohrozovaná procesmi intenzívnej poľnohospodárskej výroby, a na druhej strane opúšťaním poľnohospodárskej pôdy. Obidva tieto procesy sú negatívne, lebo vedú k strate a degradácii biotopov a ekosystémov, k úbytku biologickej rozmanitosti, k erózii a degradácii pôdy, k zmene hydrologického režimu a pod.

Z krajinárskeho pohľadu sa druhotná krajinná štruktúra územia poldra Beša skladá z 8 skupín krajinných prvkov, pričom najväčší podiel (vyše 50 %) dosahuje skupina prvkov trvalých trávnych porastov. Druhou najväčšou skupinou v retenčnej nádrži je skupina prvkov lesnej a nelesnej vegetácie zaberajúca viac ako 25 % z rozlohy územia (BOLTIŽIAR et al., 2008). Napúšťanie poldra pri mimoriadnych povodňových situáciách má priamy vplyv na zmeny vo vodnom režime pôd v nasledujúcich rokoch (MATI et al., 2007) a podľa KOTOROVEJ et al. (2007) sa v rokoch po zaplavení územia výrazne menia aj pôdne vlastnosti. Horizontálna aj vertikálna heterogenita pôdy na Východoslovenskej nížine sa odráža v rozdieloch v chemických parametroch pôdy. Chemické vlastnosti pôdy ovplyvňuje aj hospodárenie na pôde a jej využívanie (KOVÁČ et al., 1997; VJATRÁKOVÁ et al., 2002; ŠOLTYSOVÁ et al., 2004). Od toho sa potom odvíjajú zmeny nastávajúce vo floristickom zložení trvalých trávnych porastov a v ich produkčných parametroch.

Cieľom práce bolo poukázať na zmeny niektorých vlastností pôdy v poldri Beša, ďalšie hodnotenie kvality pôdy v suchom poldri Beša pre zachovanie ekologickej stability územia a zistenie stupňa variability fyzikálnych a hydrofyzikálnych vlastností pôdy.

MATERIÁL A METÓDY

Suchý polder Beša bol vybudovaný v juhovýchodnej časti VSN pri obci Beša. Zo severu a západu polder ohraničuje ľavobrežná hrádza Laborca. Južnú hranicu tvorí pravobrežná hrádza Latorice. Z východu je polder ohraničený z časti východnou hrádzou a z časti hrádzou okolo obce Beša, ktorá na sever od obce prechádza vo vyvýšené hony, ktoré tvoria prirodzenú hranicu až po severnú hrádzu. Polder Beša svojou výmerou 1 568 ha a kapacitou 53 mil. m³ vody je najväčším suchým poldrom v strednej Európe (ŠŤOTOR et al., 1995). Z celkovej výmery pôdy sa poľnohospodársky využíva 784,46 ha, čo predstavuje 50,03 %. Zostávajúcu výmeru predstavujú lesné porasty, remízky stromov a kríkov, rôzne depresné poľnohospodársky nevyužiteľné

plochy, stojaté vodné plochy v rôznych častiach poldra, močiare, kanály, poľné cesty a pod. Ako orná pôda sa využívajú okrajové vyvýšené hony s výmerou 146,05 ha. Na zostavujúcej výmere 638,41 ha (81,38 % p. p.) sa nachádzajú trvalé trávne porasty (TTP).

Od odovzdania poldra do prevádzky nebolo na tomto území monitorované a skúmané agrárne využívanie krajiny a jeho vplyv na štruktúru krajinného prostredia poldra, ale ani výskum zmien pôdnych vlastností jeho nepravidelným zaplavovaním. Preto v súlade s cieľmi projektu „Kvantifikácia mimoprodukčných funkcií pôdy a krajiny v suchom poldri Beša“ sa v rokoch 2007 a 2008 realizoval terénny prieskum a vzorkovanie pôdy podľa oblastí poldra a profilov uvedených v tabuľke 1.

Tabuľka 1 Charakteristika odberných profilov

p. č. profilu	označenie profilu	popis profilu	lokalizácia profilu	
			s. š.	v. d.
1.	2401/1	južná časť poldra	48°30'37"	21°57'40"
2.	1304/1	veľmi podmáčané, východná časť	48°31'36"	21°59'57"
3.	2305/1	podmáčané, južná časť	48°31'46"	21°57'59"
4.	4005/1	zaplavovaná lúka, obhospodarovaná	48°33'03"	21°56'26"
5.	3302/1	západná časť poldra	48°32'36"	21°56'04"
6.	3202/1	podmáčané, západná časť	48°31'50"	21°56'57"
7.	4204/1	typická lúka, severná časť	48°32'39"	21°55'30"
8.	4002/1	orná pôda, severná časť	48°34'13"	21°58'20"

Pôdne vzorky pre zistenie fyzikálnych, hydrofyzikálnych a chemických vlastností pôdy boli odoberané z hĺbky 0,0 – 0,6 m s diskretizáciou po 0,1 m v jarom období rokov 2007 – 2008. Z fyzikálnych a hydrofyzikálnych vlastností pôdy boli sledované nasledovné parametre: objemová hmotnosť redukovaná (ρ_d , kg.m⁻³), celková pórovitosť (P_o , %), maximálna kapilárna kapacita (Θ_{MKK} , %), nekapilárna pórovitosť (Θ_{NK} , %). Pipetovacou metódou boli stanovené nasledovné zrnitostné frakcie (KUTILEK, 1978): 1. frakcia – íl (< 0,001 mm), 2. frakcia – jemný a stredný prach (0,001 – 0,01 mm), 3. frakcia – hrubý prach (0,01 – 0,05 mm), 4. frakcia – jemný piesok (0,05 – 0,25 mm), 5. frakcia – stredný piesok (0,25 – 2,00 mm). Obsah zŕn I. kategórie (< 0,01 mm) bol určený ako súčet 1. a 2. frakcie, t.j. súčet obsahu ílu a jemného a stredného prachu.

Z chemických parametrov pôdy boli sledované: obsah prístupného fosforu (P, mg.kg⁻¹), draslíka (K, mg.kg⁻¹), horčíka (Mg, mg.kg⁻¹), hodnoty výmennej pôdnej reakcie (pH_{KCl}), obsah humusu (%), humusových látok (C_{HL} , %), humínových kyselín (C_{HK} , %) a fulvokyselín (C_{FK} , %).

Sledované pôdne parametre boli stanovené bežne používanými analytickými metódami (FIALA ET AL., 1999).

Pôdne vzorky na zistenie zásoby vody v pôde boli odoberané v pokusnom období z hĺbky 0,0 – 0,6 m s diskretizáciou po 0,1 m. Pôdna vlhkosť bola stanovená gravimetrickou metódou podľa rovnice:

$$\Theta [\% \text{ obj}] = w [\% \text{ hmot}] \times \rho_d [\text{kg.m}^{-3}],$$

kde: Θ – objemová vlhkosť, w – hmotnostná vlhkosť, ρ_d – objemová hmotnosť redukovaná.

V areáli poldra sa hodnotili zmeny vo floristickom zložení trvalých trávnych porastov (TTP). Z pohľadu agrárneho využitia územia sa na trvalých trávnych porastoch hodnotili prejavy opúšťania pomocou indexu pokročilosti, pri ktorom je 0 – začínajúce pustnutie, 1 – pokročilejšie pustnutie a 2 – výrazné pustnutie prejavujúce sa zárastom lesom a nelesnou drevinou vegetáciou. Pri využívaných trvalých trávnych porastoch sa monitoroval spôsob ich využívania. Floristické zloženie TTP bolo hodnotené metódou redukovanej projektívnej dominancie (BRAUN-BLANQUET, 1964). Floristické zloženie sa nestanovovalo na honoch s prejavmi pustnutia. Rastlinné druhy boli stanovované podľa DOSTÁLA (1989). Areál poldra sa vyznačuje značnou heterogenitou, ktorá v spojení s rozsiahlou výmerou poldra komplikovala výskum, a preto sa územie poldra už v začiatočných fázach terénnych prieskumov rozdelilo do štyroch pomerne kompatibilných častí – severná, centrálna, južná a východná. Okrem hodnotenia TTP sa na základe získaných informácií stanovili aj hranice poldra, výmery TTP, ornej pôdy s konkretizáciou pestovaných plodín, stanovili sa výmery podľa katastrov a podľa užívateľov pozemkov.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pri výbere pôdných profilov pre zistenie zrnitostného zloženia a fyzikálnych vlastností v suchom poldri Beša bolo zohľadnené zastúpenie agro-ekotypov. Pretože polder je nepravidelne zaplavovaný, väčšinu výmery poľnohospodárskej pôdy na tomto území tvoria trvalé trávne porasty.

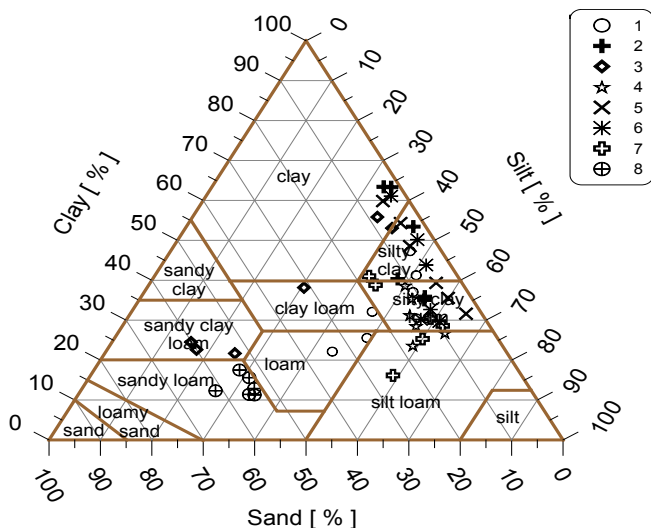
Pred rokom 1990 územie retenčnej nádrže bolo poľnohospodársky pomerne intenzívne využívané. Časť poldra mala lúčne (kosné) využitie a časť sa využívala na pasenie hovädzieho dobytká. Radikálnym znížením počtu prežúvavcov sa znížila potreba objemových krmív. Ustúpilo sa od pasenia v areáli a výroba sena z lúk sa výrazne obmedzila. Obmedzená agrárna činnosť výrazne vplývala na zmeny v krajinej štruktúre územia a mala negatívny dopad na trávne porasty, v ktorých sa začali procesy negatívnej sukcesie.

Pre polder Beša je charakteristická prítomnosť predovšetkým ťažkých pôd s vysokým obsahom ílovitých častíc. Prevládajúcim pôdnym typom na území suchého poldra Beša sú gleje – sú to pôdy trvalo zamokrených lokalít s hladinou podzemnej vody blízko povrchu. Sú klasifikované ako ílovito-hlinité pôdy až íly (KOTOROVÁ et al., 2008). V severnej, západnej a juhovýchodnej časti poldra sa nachádzajú regozeme arenické na viatych a rozplavených viatych pieskoch. Patria k málo produkčným orným pôdam a menej produkčným trávny porastom. Najúrodnejším pôdnym typom na území poldra sú hnedozeme luvizemné nachádzajúce sa v severozápadnej časti poldra na prirodzene vyvýšených honoch využívaných ako orná pôda. Typologicky sú to vysoko produkčné orné pôdy až menej produkčné trvalé trávne porasty. Zastúpenie zrn I. kategórie je v priemere nižšie ako 25 %.

Lokálne s malými výmerami sa na danom území vyskytujú ešte čiernice v komplexoch so slancami a na zanedbateľných výmerách ťažké až veľmi ťažké fluvizeme glejové. Na ťažkých až veľmi ťažkých čierniciach tvoria 20 – 30 % zasolené pôdy

v podobe malých zatrávených areálov. Aj v tomto prípade ide o ťažké až veľmi ťažké pôdy.

Názorným vyjadrením zrnitostného zloženia pôdy v jednotlivých profiloch je trojuholníkový diagram vyjadrujúci textúru pôdy (obrázok 1). Z hodnôt charakterizujúcich obsah piesku, prachu a ílu v jednotlivých pôdnych profiloch vyplýva vysoká variabilita zrnitostného zloženia pôdy v poldri nielen horizontálna (plošná), ale aj vertikálna v hĺbke pôdneho profilu.



Obrázok 1 Podiel piesku, prachu a ílu v poldri Beša

Obsah ílu sa v odberných profiloch poldra Beša pohyboval od 10,01 % do 61,19 %. V priemere sa najmenej ílu (12,38 %) nachádzalo v profile 8., ktorý je využívaný ako orná pôda. Najviac ílu (45,81 %) sa stanovilo v profile 2., kde sa nachádza trvalý trávny porast. Vysoká variabilita obsahu ílu v jednotlivých odberných profiloch poukazuje na významnú heterogenitu záujmového územia a zároveň potvrdzuje, že na tomto území prevládajú ťažké až veľmi ťažké pôdy. Prachové častice vznikli buď zvetrávaním materskej horniny, alebo naviatím vetrom. V prípade poldra Beša sa obsah prachu pohyboval v rozpätí 16,59 – 69,88 %. Najvyššia variabilita bola zistená pri obsahu piesku, ktorý sa vyskytoval v rozmedzí 1,78 – 61,45 % ($\Delta = 59,67$ %). Najviac piesku sa vyskytovalo v profile 8. – v priemere 55,37 %.

Tabuľka 2 Priemerné fyzikálne a hydrofyzikálne parametre pôdy v suchom poldri Beša

hĺbka [m]	rok	ρ_d [kg.m ⁻³]	Po [%]	Θ_{MKK} [%]	Θ_{NK} [%]
0,0 – 0,1	2007	1217	53,61	42,86	10,75
	2008	1244	53,67	42,56	11,12
	Ø	1231	53,64	42,71	10,94
0,1 – 0,2	2007	1372	47,84	40,98	6,86
	2008	1372	49,20	42,14	7,05
	Ø	1372	48,52	41,56	6,96
0,2 – 0,3	2007	1399	46,55	40,44	6,11
	2008	1421	47,22	37,50	9,72
	Ø	1410	46,89	38,97	7,92
0,3 – 0,4	2007	1422	46,17	40,57	5,60
	2008	1441	46,68	40,86	5,83
	Ø	1432	46,43	40,72	5,72
0,4 – 0,5	2007	1431	45,98	40,92	5,07
	2008	1439	46,92	42,05	4,88
	Ø	1435	46,45	41,49	4,98
0,5 – 0,6	2007	1456	45,14	40,40	4,73
	2008	1427	47,34	42,74	4,60
	Ø	1442	46,24	41,57	4,67
min.		1011	31,81	29,25	0,41
max.		1826	61,36	55,03	18,90

Kde: ρ_d – objemová hmotnosť, Po – celková pórovitosť, Θ_{MKK} – maximálna kapilárna kapacita, Θ_{NK} – nekapilárna pórovitosť

Z fyzikálnych a hydrofyzikálnych charakteristík pôdy v poldri Beša boli hodnotené objemová hmotnosť, celková pórovitosť, maximálna kapilárna kapacita a nekapilárna pórovitosť v hĺbke 0,0 – 0,6 m. Priemerné výsledky za roky 2007 a 2008 sú uvedené v tabuľke 2.

Pre poldre z mimoprodukčných funkcií sú najdôležitejšie akumulčná a transportná funkcia pôdy. Podľa ANTALA ET AL. (2004) akumulčná funkcia vyjadruje najmä schopnosť pôdy hromadiť a zadržiavať vodu. Táto funkcia je výsledkom existencie pórového prostredia v pôdnom profile, ktoré zabezpečuje nielen hromadenie vody v určitom priestore (akumulčná – retenčná funkcia), ale aj jej pohyb (transportná funkcia). Uvedené funkcie úzko súvisia s objemovou hmotnosťou redukovanou, ktorá sa pohybovala od minimálnej hodnoty 1 011 kg.m⁻³ po maximálnych 1 826 kg.m⁻³. S hĺbkou pôdneho profilu hodnoty objemovej hmotnosti narastali. Získané výsledky potvrdili zistenia napr. GUSPANA et al. (1975) a ŠÚTORA et al. (2002), že pri vyššom obsahu ílovitých častíc je objemová hmotnosť nižšia. Pri pórovitosti je situácia opačná, keď interval hodnôt 61,36 – 31,81 % poukazuje na silnú závislosť tohto parametra od objemovej hmotnosti.

Maximálna kapilárna kapacita bola v priemere vo všetkých hĺbkach vyrovnaná. Široký interval tohto parametra od 29,25 % po 55,03 % je v súlade s už známymi hod-

notami publikovanými napr. FULAJTÁROM (1986), ŠÚTOROM et al. (2002), KOTOROVOU – MATIM (2008) či KOTOROVOU (2007). Rozdiely medzi jednotlivými hĺbkami však neboli významné a skôr poukazujú na vertikálnu heterogenitu sledovaného profilu. Obsah nekapilárnych pórov bol nízky a pohyboval sa od 0,41 % do 18,90 %. S hĺbkou odberu obsah nekapilárnych pórov klesal. Objem pórového prostredia poukazuje na skutočne reálne možnosti poldra Beša na jeho mimoprodukčné využívanie ako akumuláčného retenčného rezervoára pre zachytávanie veľkých vôd pri mimoriadnych situáciách na Východoslovenskej nížine.

Retenčná, či akumulčná schopnosť pôdy sa zvyčajne charakterizuje množstvom vody v pôdnom profile. Zásoba vody v hĺbke 0,0 – 0,6 m v jednotlivých odberných profiloch je uvedená v tabuľke 3. Jej priemerné hodnoty sa pohybujú v pomerne širokom intervale a dosahujú 175,30 až 269,39 mm. Ešte väčší diapazon je pri nameraných hodnotách, ktoré predstavujú 110,34 mm v profile 8. až 297,87 mm v profile 5.

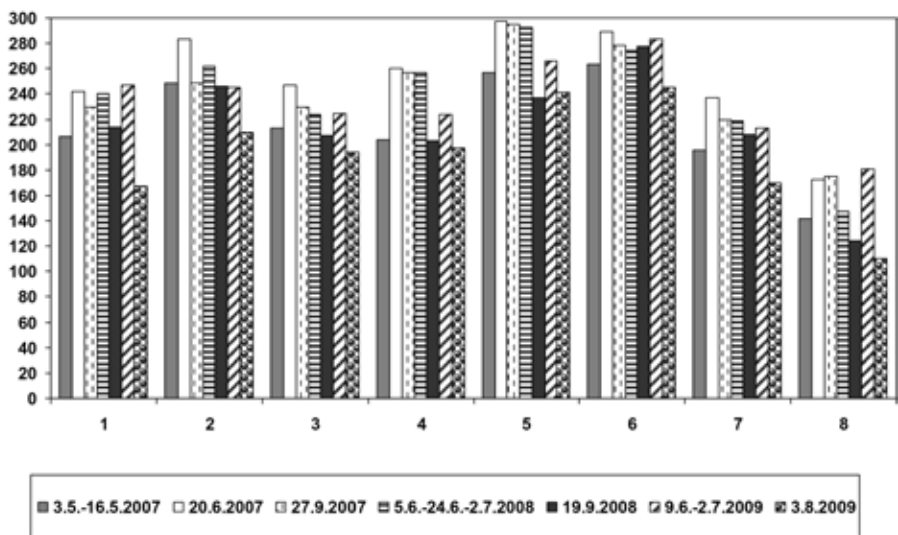
Tabuľka 3 Zásoba pôdnej vody v pôdnych profiloch poldra Beša [mm] do hĺbky 0,6 m

Pôdny profil	1	2	3	4	5	6	7	8
03.05.2007	206,59	248,53	213,36	203,77	256,93	263,83	195,19	142,08
20.06.2007	242,38	283,53	246,80	259,81	297,27	288,94	236,90	172,44
27.09.2007	229,85	248,70	229,34	257,28	294,87	278,39	219,24	174,47
24.06.2008	240,28	261,98	223,84	256,70	292,73	274,15	218,49	147,57
19.09.2008	214,03	245,97	207,28	203,10	237,10	277,77	207,72	124,04
02.07.2009	249,72	244,99	224,92	223,81	265,93	283,39	213,30	180,87
03.08.2009	167,39	209,44	194,33	197,23	240,88	245,57	169,79	110,34
Priemer	221,03	249,02	219,98	228,81	269,39	273,15	208,66	175,30

Lepšiu vypovedaciu schopnosť z hľadiska zásobovania rastlín vodou ako absolútne hodnoty zásoby pôdnej vody má jej porovnanie s hydrolimitmi. V danom prípade sme využili maximálnu kapilárnu kapacitu (MKK), ako hornú hranicu a bod vädnutia (BV) ako dolnú hranicu optimálnej pôdnej vlhkosti. Zistené hodnoty sú uvedené na obrázku 2, z ktorého vyplýva, že priemerná zásoba pôdnej vody v poldri Beša v sledovanom období na poľnohospodársky využívaných pozemkoch je vyššia ako 90 % maximálnej kapilárnej kapacity.

Minimálna zásoba pôdnej vody bola zaznamenaná v poslednom odbere zrealizovanom 03.08.2009 a dosiahla s výnimkou zrnitostne ľahkého pôdneho profilu 8 hodnoty zodpovedajúce 103,20 – 135,94 % bodu vädnutia. Dolná hranica optimálnej vlhkosti zodpovedajúca 60 % využiteľnej vodnej kapacity sa pohybuje v rozpätí 125,22 – 140,41 % bodu vädnutia. Z uvedeného vyplýva, že aj minimálna zásoba pôdnej vody bola pomerne priaznivá a dosiahla hodnoty v prevažnej väčšine pôdnych profilov iba 0,5 – 23,3 mm pod dolnou hranicou optimálnej vlhkosti vyjadrenej v absolútnych hodnotách.

Z obrázka 2 vyplýva súvislosť medzi obsahom vody a zrnitostným zložením pôdnych profilov. Štatistická analýza ukázala, že v podmienkach poldra Beša je štatisticky významná závislosť medzi priemernou zásobou pôdnej vody a obsahom ílovitých častíc (koeficient korelácie $r = 0,89$).



Obrázok 2 Zásoba vody v pôdných profiloch poldra Beša v hĺbke 0,0 – 0,6 m

Územie suchého poldra Beša je nepravidelne zaplavované, a tak na väčšine odberných profilov na tomto území sa nachádzajú trvalé trávne porasty. Spôsob využívania pôdy ovplyvňuje aj jej chemické parametre. Priemerné obsahy prístupných živín (P, K, Mg), výmennej pôdnej reakcie, humusu a humusových látok sú uvedené v tabuľke 4. Hodnoty uvedených parametrov pôdy v jednotlivých odberných profiloch sa vyskytovali v širokom rozmedzí, o čom svedčí aj uvedený rozptyl hodnôt. Na základe tohto zistenia môžeme hovoriť o značnej priestorovej variabilite sledovaných vlastností pôdy.

Pre zachovanie určitej úrovne pôdnej úrodnosti je dôležitá hodnota pôdnej reakcie, obsah prístupných živín v pôde, obsah humusu a humusových látok. Ako vyplýva z údajov v tabuľke 4, priemerný obsah prístupného fosforu bol nízky a vyhovujúca zásoba tohto prvku bola len v profile 8. Obsah draslíka sa pohyboval od dobrej po vyhovujúcu zásobu, pričom široké variačné rozpätie 66,3 – 423,0 mg.kg⁻¹ poukazuje na výraznú heterogenitu pôdných pomerov. V odberných profiloch priemerný obsah prístupného horčíka 825,7 mg.kg⁻¹ naznačuje jeho veľké rozpätie na území poldra (min. 78,2 – max. 1 754,9 mg.kg⁻¹). Z hľadiska kritérií pre hodnotenie výsledkov rozborov pôd v oblasti suchého poldra Beša majú jednotlivé monitorované profily nízky až dobrý obsah prístupného fosforu, vyhovujúci až vysoký obsah draslíka a vyhovujúci až veľmi vysoký obsah horčíka. Územie poldra je nepravidelne zaplavované a v súčasnosti je poľnohospodársky málo využívané, dochádza k zníženiu zásoby pôdneho fosforu, k zmenám prístupného draslíka a k zvýšeniu zásoby horčíka. K tejto situácii môže prispieť aj celoročne vyššia hladina podzemnej vody (MATI et al., 2009, 2007).

Priemerná hodnota výmennej pôdnej reakcie 4,67 s vysokým rozptylom jej hodnôt (3,81 – 5,75) naznačuje, že v poldri Beša sa nachádzajú pôdy s extrémne kyslou až

kyslou pôdnou reakciou. Z pohľadu charakteru pôdneho druhu najnižšie priemerné hodnoty pôdnej reakcie boli zistené v profile 4 (4,36) a najvyššie v profile 8 (5,53). Závislosť pôdnej reakcie od stavby pôdneho profilu potvrdili aj GÁBRIŠ et al. (1995).

Tabuľka 4 Priemerné hodnoty vybraných parametrov pôdy v suchom poldri Beša

hĺbka [m]	rok	[mg.kg ⁻¹]			pH _{KCl}	[%]			
		P	K	Mg		humus	C _{HL}	C _{HK}	C _{EK}
0,0–0,1	2007	13,7	273,7	612,8	4,53	4,92	1,043	0,502	0,541
	2008	9,1	230,2	659,2	4,68	5,04	0,995	0,470	0,524
	Ø	11,4	251,9	636,0	4,61	4,98	1,019	0,486	0,532
0,1–0,2	2007	13,0	231,4	666,1	4,60	3,86	0,744	0,315	0,429
	2008	10,6	190,3	763,1	4,69	3,38	0,737	0,306	0,430
	Ø	11,8	210,9	714,6	4,65	3,62	0,740	0,311	0,430
0,2–0,3	2007	15,3	209,8	730,1	4,61	3,46	0,619	0,242	0,377
	2008	7,9	167,6	802,6	4,76	2,90	0,573	0,240	0,333
	Ø	11,6	188,7	766,3	4,68	3,18	0,596	0,241	0,355
0,3–0,4	2007	10,7	209,4	866,3	4,57	2,85	0,533	0,203	0,330
	2008	6,1	143,5	865,2	4,71	2,39	0,498	0,180	0,318
	Ø	8,4	176,4	865,7	4,64	2,62	0,515	0,191	0,324
0,4–0,5	2007	7,1	193,0	981,3	4,68	2,29	0,435	0,154	0,281
	2008	3,0	123,5	900,5	4,69	1,88	0,391	0,148	0,243
	Ø	5,0	158,2	940,9	4,69	2,08	0,413	0,151	0,262
0,5–0,6	2007	7,2	181,6	1065,4	4,85	1,83	0,340	0,128	0,212
	2008	3,2	110,0	995,5	4,73	1,53	0,313	0,111	0,202
	Ø	5,2	145,8	1030,4	4,79	1,68	0,327	0,120	0,207
min.		0,3	66,3	78,2	3,81	0,75	0,206	0,059	0,104
max.		112,0	423,0	1754,9	5,75	7,11	1,399	0,683	0,751
priemer		8,9	188,7	825,7	4,67	3,03	0,602	0,250	0,325

kde: C_{HL} – uhlík humusových látok, C_{HK} – uhlík humínových kyselín, C_{EK} – uhlík fulvokyselín

Priemerný obsah humusu v celom pôdnom profile v pokusnej oblasti bol 3,03 %, a tak jednotlivé odberné profily sú málo až veľmi dobre humózne. Zloženie humusových látok (obsah humínových kyselín, fulvokyselín) je dôležitým ukazovateľom kvality organickej hmoty v pôde. S analyzovaným obsahom humusu v hĺbke 0,0 – 0,6 m súvisel aj zistený obsah humínových kyselín (0,250 %) a fulvokyselín (0,352 %). Výrazný rozdiel pôdných vlastností rozdielne obhospodarovovaných pôd zaznamenal aj DANILOVIČ (2003).

Dominantnou poľnohospodárskou kultúrou v poldri Beša sú trvalé trávne porasty, ktoré zaberajú výmeru 638,41 ha (81,38 % z p. p.). Sú to vlhké aluviálne lúky tvorené psiarkovými porastami patriace do fytocenologickej jednotky (zväzu, podzväzu) *Cnidion venosi*, *Alopecurion pratensis* a asociácie *Alopecuretum pratensis* (RUŽIČKOVÁ et al., 1996).

Sú to vlhké lúky na aluviách riek, ktoré sú často zaplavované, alebo podmáčané. Pôdy pod porastom sú stredne ťažké až veľmi ťažké, oglejené a s extrémnym kolísaním hladiny podzemnej vody. Priemerné hodnoty floristického zloženia trvalých trávnych porastov v rokoch 2007 a 2008 sú uvedené v tabuľke 5.

Floristické zloženie TTP bolo hodnotené metódou projektívnej dominancie (BRAUN-BLANQUET, 1964). Na základe toho boli rastliny rozdelené do štyroch agro-botanických skupín – trávy, bôbovité, iné byliny a prázdne miesta.

V severnej časti poldra zaberajú TTP výmeru 165,42 ha. V porastoch prevládali trávy (*Poaceae*), ktoré pokrývali 70,5 % plochy. Trávnu zložku z 95 až 99 % tvorila psiarka lúčna (*Alopecurus pratensis* L.). Z ostatných tráv bolo identifikované len 1 – 3 % zastúpenie lipnice stlačenej (*Poa compressa* L.). Z bôbovítých sa vyskytovala len vika vtáčia (*Vicia cracca* L.). Z bylín najvýznamnejšie boli zastúpené lipkavec severný (*Galium boreale* L.), iskerník plazivý (*Ranunculus repens* L.), ostrice (*Carex* ssp.), púpava lekárska (*Taraxacum officinale* Weber in Wiggers) a pichliač roľný (*Cirsium arvense* (L.) Scop.). V severnej časti poldra ani v roku 2008 nedochádzalo k procesom sukcesie. Po kosbách bolo seno odvážane z pozemkov. V porastoch prevládali trávy (*Poaceae*) a v porovnaní s rokom 2007 sa ich zastúpenie zvýšilo na 92,2 %. Trávnu zložku z 90 % tvorila psiarka lúčna (*Alopecurus pratensis* L.). Z ostatných tráv mal 6 %-né zastúpenie mätonoh trváci (*Lolium perenne* L.) a 4 %-né zastúpenie mala kostrava lúčna (*Festuca pratensis* Huds.). Bôbovité boli zastúpené na 4 % plochy. Na 98 % ich tvorila vika vtáčia (*Vicia cracca* L.) a z 2 % ďatelina lúčna (*Trifolium pratense* L.). Zastúpenie ostatných bylín v poraste sa výrazne znížilo na 3,8 %. Druhové spektrum bylín zostalo zachované, len oproti roku 2007 z porastu vypadli ostrice (*Carex* ssp.).

Tabuľka 5 Hodnotenie porastov TTP v poldri Beša podľa časti v rokoch 2007 – 2008

Ukazovateľ		Časť poldra							
		Severná		Centrálna		Južná		Východná	
výmera TTP [ha]		165,42		124,92		218,69		129,38	
rok		2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008
floristické zloženie [%]	trávy	70,5	92,2	52,7	62,5	76,8	90,4	63,8	88,4
	bôbovité	4,2	4,0	5,0	3,5	2,5	2,3	0,7	1,1
	iné byliny	24,4	3,8	38,2	34,0	15,3	7,3	27,3	10,5
	prázdne miesta	0,9	0	4,1	0	5,4	0	8,2	0

V centrálnej časti je výmera TTP 124,92 ha. Floristické zloženie porastu bolo menej priaznivé ako v severnej časti. Pri 52,7 % zastúpení tráv (*Poaceae*) pomerne vysoký podiel tvorili byliny 38,2 %. Trávnu zložku okrem dominantnej psiarky lúčnej (*Alopecurus pratensis* L.) 70 – 80 %, tvorili lipnica stlačená (*Poa compressa* L.) 10 – 15 % a zbytok druhy z čeľade sitinovitých (*Juncaceae*). Z bôbovítých (*Fabaceae*) sa tu na rozdiel od severnej časti okrem viky vtáče (*Vicia cracca* L.) 75 – 90 %, vyskytovali aj ďatelina lúčna (*Trifolium pratense* L.) a ďatelina plazivá (*Trifolium repens* L.). Z ďalších bylín boli významnou mierou zastúpené lipkavec severný (*Galium boreale* L.), mliečnik lesklý (*Tithymalus lucidus* Waldst. et Kit.), margaréta biela (*Leu-*

canthemum vulgare Lamk.), vlkovec obyčajný (*Aristolochia clematitis* L.), kukučka lúčna (*Lychnis flos-cuculi* L.), ostrice (*Carex* ssp.), blšník obyčajný (*Pulicaria vulgaris* Gaertn.). V roku 2008 sa zastúpenie tráv v poraste zvýšilo o takmer 10 %. Napriek tomu bolo floristické zloženie porastu menej priaznivé ako v severnej časti. Pri 62,5 % zastúpení tráv pomerne vysoký podiel tvorili byliny 34,0 %. Trávnú zložku okrem dominantnej psiarky lúčnej (*Alopecurus pratensis* L.) 76 %, tvorili kostrava lúčna (*Festuca pratensis* Huds.) z 20 % a lipnica lúčna (*Poa pratensis* L.) 4 %. Z bôbovítých (*Fabaceae*) sa tu okrem viky vtáče (*Vicia cracca* L.) 72 %, vyskytovali aj ďatelina lúčna (*Trifolium pratense* L.) 22 % a ďatelina plazivá (*Trifolium repens* L.) tvoriaca 6 % z bôbovítých. V porovnaní s rokom 2007 nebol zaznamenaný výskyt ostríc (*Carex* ssp.).

V južnej časti poldra je z celková výmera TTP 218,69 ha. Pri porovnaní s ostatnými časťami poldra tu bolo najvyššie zastúpenie tráv 76,8 %, ale pomerne nízke zastúpenie bôbovítých 2,5 %, ktoré tvorila len vika vtáčia (*Vicia cracca* L.), bez zastúpenia niektorého z druhov ďatelinovín. Z tráv na 75 – 90 % dominovala psiarka lúčna (*Alopecurus pratensis* L.). Z ostatných tráv významnejšie boli zastúpené len lipnica stlačená (*Poa compressa* L.), a trávy z čeľade sitinovitých (*Juncaceae*). V južnej časti dominovali tie isté druhy bylín ako v centrálnej časti. Zastúpenie tráv sa v roku 2008 zvýšilo na 90,4 %, ale pomerne nízke bolo zastúpenie bôbovítých 2,3 %, ktorú tvorila ďatelina lúčna (*Trifolium pratense* L.) 99 % a z 1 % vika vtáčia (*Vicia cracca* L.). Z tráv dominovala psiarka lúčna (*Alopecurus pratensis* L.) – 96 % a 4 % zaberala kostrava lúčna (*Festuca pratensis* Huds.). Podiel ostatných bylín sa v roku 2008 znížil na 7,3 %. V južnej časti dominovala palina obyčajná (*Artemisia vulgaris* L.), zastúpené boli aj lipkavec močiarny (*Galium palustre* L.), pichliač roľný (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), iskerník plazivý (*Ranunculus repens* L.) a púpava lekárska (*Taraxacum officinale* Weber in Wiggers).

Výmera TTP vo východnej časti je 129,38 ha. V typicky psiarkovitých porastoch bol v roku 2007 minimálny podiel bôbovítých (*Fabaceae*) zastúpených len vikou vtáčou (*Vicia cracca* L.). Z tráv (*Poaceae*) okrem psiarky lúčnej (*Alopecurus pratensis* L.) zastúpenej na 90 – 98 %, malé podiely tvorili sitiny (*Juncus* ssp.). V porovnaní s rokom 2007 sa v roku 2008 v porastoch na úkor bylín rozšírila trávna zložka na 88,4 %. Veľmi nízky bol podiel bôbovítých (*Fabaceae*) 1,1 %, zastúpených vikou vtáčou (*Vicia cracca* L.) 55 %, ďatelinou lúčnou (*Trifolium pratense* L.) 35 % a ďatelinou plazivou (*Trifolium repens* L.) 10 %. Z tráv okrem psiarky lúčnej (*Alopecurus pratensis* L.), ktorá bola zastúpená 98 %, kostrava lúčna (*Festuca pratensis* Huds.) tvorila 2 %. Podobne ako v južnej časti prevládala palina obyčajná (*Artemisia vulgaris* L.), zastúpené boli aj lipkavec močiarny (*Galium palustre* L.), mliečnik lesklý (*Tithymalus lucidus* Waldst. et Kit.), pichliač roľný (*Cirsium arvense* L. Scop.) a iskerník plazivý (*Ranunculus repens* L.).

Pri zhodnotení terénneho výskumu poldra v roku 2008 bolo zistené, že v porovnaní s rokom 2007 sa zvýšil podiel jednoklíčnolistových na úkor dvojklíčnolistových druhov vo všetkých častiach poldra. Bolo zaznamenané veľmi nízke zastúpenie bôbovítých, ktoré by pri trávnych porastoch malo byť na úrovni 20 – 25 %. Takéto hodnoty nezaznamenal ani Novák (2006), ktorý na trávnych porastoch Západných Karpát

zistil zastúpenie leguminóz na úrovni 12,55 %. HANZES ET AL. (2007) zaznamenal v katastri obce Liptovská Teplička v prvom roku sledovania 5 % leguminóz v poraste. Po troch rokoch kosného využívania stúpol podiel leguminóz na 13 %. Nízky podiel leguminóz v poldri Beša zrejme súvisí aj so zaplavením územia v roku 2006.

Procesy opúšťania TTP sa prejavovali v južnej a východnej časti poldra. V roku 2007 v južnej časti to bolo na výmere 71,90 ha, z čoho v pokročilejšom štádiu pustnutia bolo 70,92 ha. Z tejto výmery v roku 2008 prešlo 1,86 ha do štádia výrazného pustnutia a zarastania nelesnou drevinou vegetáciou. V roku 2007 boli najväčšie prejavy opúšťania zistené vo východnej časti poldra. Z celkovej výmery TTP 129,38 ha sa nepriaznivé tendencie opúšťania a následnej sukcesie drevín prejavili na výmere 73,61 ha. Z toho v pokročilejšom štádiu sukcesie bolo 55,91 ha. V roku 2008 sa vo východnej časti poldra začali robiť opatrenia na zabránenie procesom sukcesie drevín na výmere 62,70 ha. V priebehu mesiacov september a október boli mechanizačnými prostriedkami likvidované nálety kríkov a drevín a výmera plodín s prejavmi opúšťania sa znížila na 10,91 ha.

Pri zhodnotení terénneho výskumu poldra v roku 2008 bolo veľmi priaznivým zistením, že sa znížili výmery honov s prejavmi sukcesie kríkov a drevín vo východnej časti poldra. Pozitívnym zistením bolo zvýšenie podielu tráv na úkor bylín vo všetkých častiach poldra.

Príčiny opúšťania (pustnutia) pozemkov v suchom poldri Beša súvisia s obmedzovaním poľnohospodárskej činnosti na tomto území najmä z dôvodu radikálneho zníženia stavov hospodárskych zvierat v subjektoch hospodáriacich na území poldra, a teda z nevyužívania možnosti pasenia na bývalých pasienkoch v priestore poldra. Ďalším dôvodom je veľká vzdialenosť pozemkov nachádzajúcich sa v poldri od hospodárskych dvorov a s tým súvisiace vysoké náklady na výrobu krmiva. Dôležité pre pustnutie pozemkov je aj trvalé zamokrenie pozemkov v poldri aj v tých rokoch, keď sa polder nenapúšťa.

Tabuľka 6 Hodnotenie prejavov opúšťania trvalých trávnych porastov v poldri Beša [ha]

Ukazovateľ		Časť poldra							
		Severná		Centrálna		Južná		Východná	
roky		2007	2008	2007	2008	2007	2008	2007	2008
výmera TTP		165,42		124,92		218,69		129,38	
prejavy opúšťania		0	0	0	0	71,90	71,90	73,61	10,91
index pokročilosti	0	0	0	0	0	0,98	0,98	17,70	1,84
	1	0	0	0	0	70,92	69,06	55,91	9,13
	2	0	0	0	0	0	1,86	0	0

Kde: 0 – začínajúce pustnutie, 1 – pokročilejšie a 2 – výrazné pustnutie prejavujúce sa zárasťom lesom a nelesnou drevinovou vegetáciou

Tým, že územie poldra sa neobhospodaruje, začínajú sa prejavovať negatívne procesy, ktoré sa odrážajú v degradácii porastov a v ochudobňovaní pôvodných lúčnych porastov, redukuje sa druhová biodiverzita lúčnych porastov. V porastoch sa

rozširujú buriny a rôzne druhy drevín, čím sa stráca nielen pôvodný ráz krajiny, ale sa obmedzuje aj výskyt mnohých vzácných rastlinných a živočíšnych druhov, čo je nežiaducou tendenciou z pohľadu ochrany prírody a krajiny. Zachovanie rázu krajiny, druhovej diverzity rastlinných a živočíšnych druhov si vyžaduje spoluprácu poľnohospodárov a ochranárov.

Žiaduce je, aby poľnohospodári hospodáriaci na území poldra udržiavali svoje pozemky v takom stave, aby nedochádzalo k nežiaducim tendenciám pustnutia a samozalesňovania. K tomu slúžia dotačné nástroje, ako sú priame platby na plochu, hospodárenie v poľnohospodársky znevýhodnenej oblasti (v areáli poldra LFA-S5) a možnosti získavania ďalších zdrojov z pohľadu dodržiavania agroenvironmentálnych opatrení. Ekologická stabilita poldra Beša a zachovanie biodiverzity rastlinných a živočíšnych druhov sa môže dosiahnuť environmentálnym šetrným poľnohospodárskym využívaním tohto územia, ako aj uplatňovaním krajínotvornej funkcie v tomto území.

POĎAKOVANIE

Práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0477-06.

LITERATÚRA

- ANTAL, J. – ŠPÁNIK, F. et al., 2004. Hydrológia poľnohospodárskej krajiny. Nitra: SPU, 2004, 250 p. ISBN 80-8069-428-1
- BOLTIŽIAR, M. – MOJSES, M. – MATI, R. ET AL., 2008. Druhotná krajinná štruktúra územia suchej retenčnej nádrže poldra Beša v roku 2003. In: Ekologické štúdie VII. Nitra: Slovenská ekologická spoločnosť pri SAV, 2008, s. 28-36. ISBN 978-80-968901-5-6
- BRAUN-BLANQUET, J., 1964. Pflanzensoziologie. Gröndzuge für vegetationskunde, springerverlag. Wien New York, 864 p.
- DANILOVIČ, M., 2003. Bilancia živín v systéme bez spracovania pôdy. In: Zborník vedeckých prác č. 19. Michalovce: OVÚA, 2003, s. 5-11. ISBN 90-969049-4-9
- DOSTÁL, J., 1989. Nová květena ČSSR 1, 2. Praha : Academia, 1989. 1563 s. ISBN 80-200-0095-X
- FIALA, J. ET AL., 1999. Čiastkový monitorovací systém – pôda : Závazné metódy 1. vyd. Bratislava: Výskumný ústav pôdoznectva a ochrany pôdy, 1999. 138 s. ISBN 80-85361-55-8
- FULAJTÁR, E. 1986. Fyzikálne vlastnosti pôd Slovenska, ich úprava a využitie. 1. vyd. Bratislava: Veda, 1986. 156 s.
- GÁBRIŠ, Ľ. – RAKOVSKÁ, A. – HARVAN, P., 1995. Zmeny pôdnej reakcie pri aplikácii štandardných a pomaly pôsobiacich dusíkatých priemyselných hnojív. In: *Polnohospodárstvo*, roč. 41, 1995, č. 2, s. 81-88. ISSN 0551-3677
- GUSPAN, J. – FORGÁČ, K. – ZRUBEC, F., 1975. Zúrodňovanie ťažkých pôd. 1. vyd. Bratislava: Príroda, 1975. 219 s.
- HANZES, Ľ. ET AL., 2007. Zmeny druhovej diverzity TTP na terasových pásových poliach v Nízkyh Tatráh. In: *Súčasnosť a perspektívy krmovinárskeho výskumu*

- a vzdelávania v multifunkčnom využívaní krajiny. Zborník referátov. SPU Nitra, s. 45 - 49 ISBN 978-80-8069-929-1
- KOTOROVÁ, D., 2007. Zmeny vlastností ílovito-hlinitej pôdy pri jej rozdielnom obrábaní. In: *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, roč. 53, 2007, č. 4, s. 183-190. ISSN 0551-3677
- KOTOROVÁ, D. – KOVÁČ, L. – ŠOLTYSOVÁ, B. – MATI, R., 2007. Variabilita pôdných vlastností v suchom poldri Beša. In: Transport vody, chemikálií a energie v systéme pôda – rastlina – atmosféra. 15. posterový deň. Bratislava: ÚH SAV, GFÚ SAV. S 276-282. ISBN 987-80-89139-13-2
- KOTOROVÁ, D. – MATI, R., 2008. Properties and moisture regime of heavy soils in relation of their cultivation. In: *Cereal Research Communications*, 36, 2008, Supplementum, pp. 1751-1754. ISSN 0133-3720
- KOTOROVÁ, D. – MATI, R. – KOVÁČ, L. – ŠOLTYSOVÁ, B. – PAVELKOVÁ, D., 2008. Vybrané charakteristiky pôd poldra Beša vo vzťahu k ich zrnitostnému zloženiu. In: *Acta hydrologica slovac*a, roč. 9, 2008, č. 2, s. 161-169. ISSN 1335-6291
- KOVÁČ, K. – JURČOVÁ, O. – VILČEK, J., 1997. Osevné postupy. Nitra : SPU, 1997, 81 s. ISBN 80-7137-369-9
- KOVÁČ, L. – MATI, R. – KOTOROVÁ, D. – HNÁT, A., 2007. Využitie trvalých trávnych porastov v suchom poldri Beša. In: Ekológia trávneho porastu VII : Zborník príspevkov z medzinárodnej vedeckej konferencie. Banská Bystrica : SCPV – VÚT-PHP, s. 310-313. ISBN 978-80-88872-69-6.
- KUTÍLEK, M., 1978. Vodohospodárska pedológia. 2. prepracované vyd. Praha : SNTL/ALFA, 1978. 296 s.
- MATI, R. et al., 2007. Kvantifikácia mimoprodukčných funkcií pôdy a krajiny v suchom poldri Beša. Ročná správa projektu APVV-0477-06. SCPV – Ústav agroekológie Michalovce, 12 s.
- MATI, R. – PAVELKOVÁ, D., 2009. Vyhodnotenie vplyvu povodňových situácií na riekach Laborec a Latorica na hladinu podzemných vôd v okolí poldra Beša. In: *Acta hydrologica slovac*a, roč. 10, 2009, č. 1, s. 75-83. ISSN 1335-6291
- NOVÁK, J., 2006. Bonitácia využívaných trávnych porastov Západných Karpát. In: Trávne porasty - súčasť horského poľnohospodárstva a krajiny. Zborník referátov. SCPV – VÚTPHP Banská Bystrica, s. 40-44. ISBN 8088872-56-1
- RUŽIČKOVÁ, H. et al., 1996. Biotopy Slovenska. Bratislava : Ústav krajinej ekológie SAV, 1996. 178 s. ISBN 80-967527-3-1
- ŠOLTYSOVÁ, B. – MATI, R. – KOTOROVÁ, D., 2004. Stav chemických vlastností pôd na Východoslovenskej nížine. In: Tretie pôdoznalecké dni v Slovenskej republike: Zborník referátov z medzinárodnej konferencie [CD-ROM]. Mojmirovce: SPS, VÚPOP, 2004, s. 323-327. ISBN 80-89128-11-4
- ŠÚTOR, J. – MATI, R. – IVANČO, J. – GOMBOŠ, M. – KUPČO, M. – ŠĽASTNÝ, P., 1995. Hydrológia Východoslovenskej nížiny. 1. vyd. Michalovce: Media Group v.o.s., 1995. 467 s. ISBN 80-88835-00-3
- ŠÚTOR, J. – GOMBOŠ, M. – MATI, R. – IVANČO, J., 2002. Charakteristiky zóny aerácie ťažkých pôd Východoslovenskej nížiny. 1. vyd. Bratislava: ÚH SAV, Michalovce: OVÚA, 2002. 216 s. ISBN 80-968480-08-9

VJATRÁKOVÁ, J. – ŠTEVLÍKOVÁ, T. – JAVOREKOVÁ, S., 2002. Zmeny pôdnej organickej hmoty a biomasy mikroorganizmov v pôde pri alternatívnom spôsobe obhospodarovania. In: *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, roč. 48, 2002, č. 9, s. 482-491. ISSN 0551-3677

SPUSTNUTÉ PÔDY AKO KRAJINNOEKOLOGICKÝ PROBLÉM**WASTELANDS AS A LANDSCAPE-ECOLOGICAL PROBLEM***Rudolf MIDRIAK¹***ABSTRACT**

Abandoned and wastelands are the most expressive form of devastation of surface in the landscape. To their origin is contributing above all destructive action of man from times of Walachian colonization (deforestation, grazing, forest fire, unsuitable ploughing) and erosive processes but also modern industry (magnesite works, lime works, cement works, heaps etc.) – brownfields. The author focuses landscape-ecological analysis of these lands in relation to some indicators. In the middle 20th century waste lands were occurred on area 220 000 ha, what is probably an unreal large area. Most of the lands was afforested. Mostly wastelands were occurred on the flysh rocks (27 %), but abundant are also on the carbonate rocks (17 %), on the volcanic rocks (12 %), furthermore on the loess and loess loam (16 %) and on the crystalline rocks (15 %).

KEY WORDS

erosion, soil conservation, soil devastation, landscape-ecological analysis, Slovakia

Úvod

Uprostred minulého storočia boli neprehliadnuteľným komponentom krajiny Slovenska aj spustnuté pôdy, ktoré si síce krajinní ekológovia pri triedení foriem využívania krajiny – skupín prvkov druhotnej štruktúry krajiny (RUŽIČKA, 2000) osobitne nepovšimli, ale so zreteľom na svoj charakter a trendy rozširovania svojej výmery stali sa nielen *problémom lesníckym* (lebo boli zväčša na lesnom pôdnom fonde a lesníci ich začali v rámci úloh Generálneho plánu zveľaďovania poľnohospodárstva, lesného a vodného hospodárstva zalesňovať – bližšie pozri napr. MARKOVÁ, TREBICHAŤSKÝ, PUŠKÁR, 1962), ale aj – podľa môjho názoru predovšetkým – *problémom krajinnoekologickým*. Vychádzam predovšetkým z toho, že FORMAN A GODRON (1993) vyčlenili sedem všeobecných princípov krajinej ekológie (princíp štruktúry a funkcie krajiny, biotickej rozmanitosti, toku druhov organizmov, prerozdelenia

1 *prof. Ing. Rudolf Midriak, DrSc.*

Inštitút výskumu krajiny a regiónov, Ústav vedy a výskumu Univerzity Mateja Bela, Cesta na amfiteáter 1, 97401 Banská Bystrica, r.midriak@seznam.cz

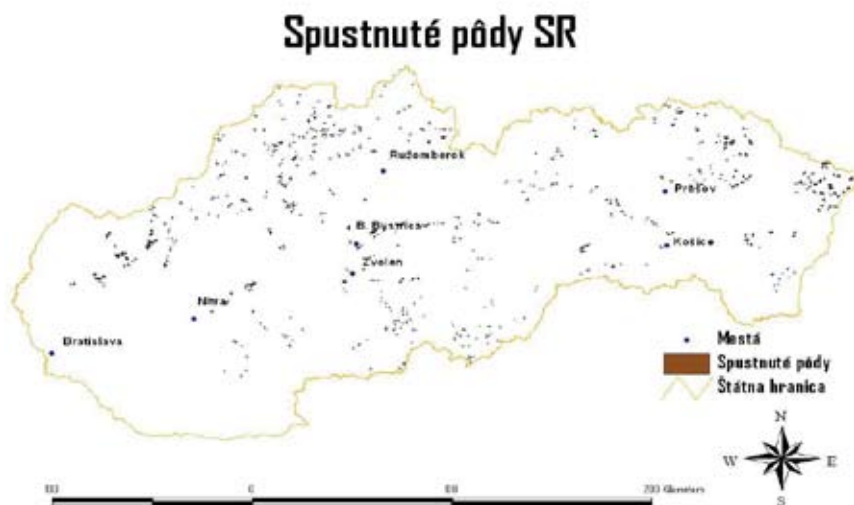
živín, toku energie, krajinných zmien a princíp stability krajiny), pričom v prípade spustnutých pôd ide o zmeny alebo osobitosti krajiny vo všetkých prípadoch.

Spustnuté pôdy sú najvýraznejšou formou zdevastovania povrchu - plôch v krajine, hraničiacou miestami až s vytváraním *badlandov*. Ide zväčša o pôdy lesného fondu (ale nielen jeho), na ktorých bola prevažne antropogénnymi zásahmi odstránená alebo zničená trvalá vegetačná pokrývka (vyrúbaný, spálený, vyklčovaný alebo inak odstránený lesný porast, kosodrevina, prípadne mačinový plášť) a deštruktívnymi procesmi (vodnou alebo vetrovou eróziou, zosuvmi, orbou, pasením a i.) bol buď odstránený, stenčený, alebo značne pozmenený pôdny plášť s výrazným príspevom diferencovanej expozičnej klímy. Došlo k prerušeniu celistvosti pôdnej pokrývky (na niektorých miestach až k výraznému zryhovaniu svahových pozemkov a k obnaženiu podložnej horniny), k zníženiu úrodnosti pôdy a k jej vyradeniu z procesu využívania za účelom získania produkcie. Do veľkej miery však výskyt takýchto povrchov bol lokalizovaný aj do poľnohospodárskej krajiny.

K ich vzniku prispievajú teda najmä erózne procesy a deštruktívna činnosť človeka od čias valašskej kolonizácie (odlesňovanie, pastva, lesné požiare, nevhodná orba pôdy), ale novodobou aj priemyselná činnosť (magnezitky, vápenky, cementárne, odľadiská atď.). Príspevok je zameraný najmä na krajinnoekologickú analýzu abiokomplexu bývalých spustnutých plôch, kvantifikáciu rozlohy a ich výskyt na Slovensku v minulom storočí v porovnaní so súčasným stavom podľa viacerých krajinnoekologických ukazovateľov.

MATERIÁL A METÓDY

Lokality bývalých spustnutých pôd (teda zväčša pred ich zalesnením v minulom storočí) boli rozmiestnené po celom Slovensku, ako je to zrejmé z obrázka 1.



Obrázok 1 Schematická mapka rozšírenia spustnutých pôd na území Slovenska k roku 1954 (zdroj: KRÉBES-CIFRA-JANEČKO, 1955)

Analýzu ich výskytu z krajinnoekologického hľadiska sme vykonali planimetrickými meraniami vo vzťahu k viacerým charakteristikám abiotického komplexu krajiny na mapách, ktoré bolo možné získať z ATLASU SSR (1980), alebo z ATLASU KRAJINY SR (2002).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Rozsah výskytu spustnutých pôd v jednotlivých geomorfologických celkoch Slovenska

Na vyjadrenie tohto rozmiestnenia sme využili mapu geomorfologických jednotiek od MAZÚRA a LUKNIŠA (1978). Výsledky uvádzame v tabuľke 1. Podľa nich sa v 18 geomorfologických celkoch s viac ako 2-percentným zastúpením vyskytovalo spolu 60,53 % všetkých spustnutých pôd, resp. v 9 celkoch s viac ako 3-percentným zastúpením 39,08 % spustnutých pôd. Popri Fatransko-tatranskej oblasti oplývali relatívne vysokým výskytom spustnutých pôd aj Nízke Beskydy, Slovenské stredohorie a Slovensko-moravské Karpaty. Absolútne najväčšiu rozlohu spustnutých pôd sme zaznamenali v Strážovských vrchoch, inak predovšetkým v celkoch, patriacich do flyšových oblastí.

Tabuľka 1 Výskyt bývalých spustnutých pôd Slovenska (podľa mapy na obrázku 1) v jednotlivých geomorfologických celkoch (podľa geomorfologických oblastí – MAZÚR, LUKNIŠ, 1978)

Geomorfologická jednotka Oblasť - celok	Výmera (ha)	%
Slovenské rudohorie		(7,09)
- Veporské vrchy	1661,31	2,34
- Slovenský raj	60,41	0,08
- Stolické vrchy	332,72	0,47
- Revúcka vrchovina	784,09	1,10
- Slovenský kras	440,90	0,62
- Volovské vrchy	1059,78	1,49
- Čierna hora	751,39	1,06
Fatransko-tatranská oblasť		(33,96)
- Malé Karpaty	4096,06	5,79
- Považský Inovec	1497,88	2,11
- Tríbeč	948,82	1,34
- Strážovské vrchy	4355,56	6,16
- Súľovské vrchy	1568,83	2,21
- Žiar	610,84	0,86
- Krivánska Fatra	965,68	1,36
- Lúčanská Fatra	1087,73	1,53
- Veľká Fatra	306,48	0,43
- Starohorské vrchy	993,49	1,40
- Chočské vrchy	18,03	0,02
- Západné Tatry	499,90	0,70
- Nízke Tatry	1434,82	2,02

- Kozie chrbty	265,56	0,37
- Branisko	388,28	0,55
- Žilinská kotlina	725,94	1,02
- Hornonitrianska kotlina	475,01	0,67
- Turčianska kotlina	596,25	0,84
- Podtatranská kotlina	478,66	0,67
- Hornádska kotlina	787,18	1,11
- Horehronské podolie	1981,16	2,80
Slovenské stredohorie		(9,84)
- Vtáčnik	223,36	0,31
- Pohronský Inovec	200,28	0,28
- Štiavnické vrchy	211,54	0,30
- Kremnické vrchy	607,88	0,85
- Poľana	337,18	0,47
- Ostrôžky	1488,65	2,10
- Javorie	595,50	0,84
- Krupinská planina	419,47	0,59
- Zvolenská kotlina	2744,00	3,88
- Pliešovská kotlina	161,15	0,22
Lučensko-košická zníženina		(5,24)
- Juhoslovenská kotlina	2878,76	4,07
- Košická kotlina	806,42	1,14
- Bodvianska pahoratina	25,82	0,03
Matransko-slanská oblasť		(2,63)
- Cerová vrchovina	1853,37	2,62
- Slanské vrchy	6,84	0,01
Slovensko-moravské Karpaty		(8,59)
- Biele Karpaty	1645,78	2,32
- Javorníky	2074,73	2,93
- Myjavská pahorkatina	1277,29	1,80
- Považské Podolie	1090,95	1,54
Západné Beskydy		(0,42)
- Moravsko-sliezske Beskydy	25,87	0,03
- Turzovská vrchovina	281,76	0,39
- Jablunkovské medzihorie	0,11	0,00
Stredné Beskydy		(5,91)
- Kysucké Beskydy	609,05	0,86
- Kysucká vrchovina	2214,64	3,18
- Oravské Beskydy	44,50	0,06
- Podbeskydská brázda	155,97	0,22
- Podbeskydská vrchovina	216,76	0,30
- Oravská Magura	525,52	0,84
- Oravská vrchovina	321,47	0,45
Východné Beskydy		(0,41)
- Pieniny	1,35	0,00
- Lubovnianska vrchovina	291,59	0,41

Podhŕľno-magurská oblasť		(5,25)
- Skorušinské vrchy	1353,43	1,91
- Podtatranská brázda	207,41	0,29
- Oravská kotlina	414,82	0,58
- Spišská Magura	15,33	0,02
- Levočské vrchy	802,65	1,23
- Spišsko-šarišské medzihorie	754,51	1,06
- Šarišská vrchovina	116,03	0,16
Vihorlatsko-gutinská oblasť		(0,27)
- Vihorlatské vrchy	196,64	0,27
Poloniny		(3,47)
- Bukovské vrchy	2459,68	3,47
Nízke Beskydy		(11,49)
- Busov	201,80	0,28
- Ondavská vrchovina	4161,43	5,88
- Laborecká vrchovina	2397,25	3,49
- Beskydské predhorie	1302,88	1,84
Záhorská nížina		(0,21)
- Borská nížina	152,83	0,21
Podunajská nížina		(3,31)
- Podunajská rovina	106,49	0,15
- Podunajská pahorkatina	2240,36	3,16
Východoslovenská nížina		(1,84)
- Východoslovenská rovina	563,11	0,79
- Východoslovenská pahorkatina	748,36	1,05
Spolu	70705,33	100,00

Vzťah spustnutých pôd k typu reliéfu

Výskyt bývalých spustnutých pôd Slovenska sme analyzovali podľa morfológicko-morfometrického typu reliéfu (TREMBOSĽ, MINÁR, 2002) a výsledky uvádzame v tabuľke 2.

Tabuľka 2 Zastúpenie bývalých spustnutých pôd Slovenska podľa typov reliéfu

Morfologicko-morfometrický typ reliéfu	Zastúpenie spustnutých pôd (%)
Roviny	8,89
Pahorkatiny	39,58
Vrchoviny	37,93
Nížšie hornatiny	10,37
Vyššie hornatiny	2,35
Velhornatiny	0,88
Spolu	100,00

Najväčší výskyt spustnutých pôd sme zaznamenali v nížinných pahorkatinách (najmä Podunajská pahorkatina, ale aj v Malých Karpatoch a Myjavskej pahorkatine). Skoro v rovnakom rozsahu sa vyskytovali vo vrchovinách (predovšetkým Veporské vrchy, Malé Karpaty, Považský Inovec, Strážovské vrchy, Súľovské vrchy, Ostrôžky,

Cerová vrchovina, Biele Karpaty, Javorníky, Kysucká vrchovina, Bukovské vrchy, Ondavská vrchovina a Laborecká vrchovina), ale významný podiel majú aj v nižších hornatinách (Malé Karpaty, Považský Inovec, Tríbeč a i.). Na rovinách sú zastúpené najmä na dne kotlín (predovšetkým Juhoslovenská kotlina, Zvolenská kotlina, Horehronské podolie, Košická kotlina, Hornádska kotlina).

Vzťah spustnutých pôd ku geologickej stavbe

Na vytvorenie obrazu o závislosti výskytu bývalých spustnutých pôd Slovenska od geologickej stavby územia sme prišli k združovaniu jednotlivých geologických jednotiek mapy od BIELEHO A KOL. (2002). Výsledok našej planimetrickej analýzy uvádzame v tabuľke 3 a schematické zastúpenie výskytu bývalých spustnutých pôd Slovenska podľa geologickej stavby bolo v klesajúcom poradí takéto:

- 27 % na flyši (pieskovce, ílovce, zlepence),
- 17 % na karbonátových horninách (vápence, dolomity, sliene),
- 16 % na sprašiach, sprašových hlinách i neogénne málo spevnených sedimentoch,
- 15 % na silikátových horninách kryštalinika,
- 12 % na neovulkanitoch,
- 10 % na aluviálnych náplavách,
- 3 % na iných horninách alebo substrátoch.

Tabuľka 3 Výmera bývalých spustnutých pôd Slovenska v jednotlivých geologických jednotkách

Názov geologických jednotiek	Výmera spustnutých pôd (ha)	(%)
Flyš – ílovce, sliene, pieskovce	21 237,97	30,05
Vápence	4 863,93	6,88
Dolomity	5 732,65	8,10
Granity, granodiority, tonality, diority	2 366,35	3,34
Ruly, pararuly, ortoruly, migmatity	1 277,40	1,80
Andezity	2 473,96	3,49
Fylity, svory	1 359,85	1,92
Brekcie, zlepence	3 911,31	5,53
Tufy, tufty	573,60	0,80
Deluviálne, eluviálno- deluviálne, eolicko-deluviálne sedimenty	831,38	1,17
Proluviálne sedimenty	1 195,20	1,68
Fluviálne a glaci-fluviálne sedimenty	7 793,80	11,06
Štrky, piesky	9 576,53	13,55
Bridlice	293,54	0,42
Kremence	568,48	0,80
Ostatné	6 649,38	9,41
Spolu	70705,33	100,00

Relatívne najväčšiu rozlohu bývalé spustnuté pôdy u nás k roku 1954 zaznamenali vo flyšovej oblasti s ľahšie erodovateľnými pôdami i substrátom. Značnú výmeru však mali aj na karbonátových horninách, kde sa vytvorili na strmších svahoch len plytké rendziny, čo spolu s ich vysokou priepustnosťou pre vodu a výsušnosťou najmä na

výslnných svahoch viedlo po odstránení trvalej vegetačnej pokrývky k rýchlym vodnoeróznym procesom pustnutia.

Vzťah spustnutých pôd k pôdnym jednotkám

Výsledky planimetrickej analýzy podľa mapy pôd v Atlase krajiny SR (ŠÁLY, ŠURINA, 2002) uvádzame v tabuľke 4.

Tabuľka 4 Zastúpenie bývalých spustnutých pôd (SP) Slovenska podľa pôdných jednotiek

Pôdna jednotka	SP (ha)	SP (%)
Fluvizeme	3743,97	5,29
Rendziny	16209,89	22,94
Pararendziny	1347,75	1,91
Černozeme	175,55	0,24
Čiernice	715,21	1,01
Hnedozeme	3954,79	5,59
Luvizeme	1844,42	2,61
Kambizeme	37381,91	52,88
Podzoly	2408,93	3,41
Pseudogleje	2877,58	4,06
Kontaminované pôdy	45,33	0,06
Spolu	70705,33	100,00

Viac ako polovica výmery bývalých spustnutých pôd sa vytvorila na kambizemiach na rozličných materských horninách, resp. substrátoch (medzi najnepriaznivejšie pôdnoekologické podmienky spustnutých pôd zaraďujeme tie, ktoré vznikli na neovulkanitoch, napr. Cerová vrchovina, Krupinská planina a i.). Veľké zastúpenie je aj na rendzinách (na vápencoch, dolomitoch, dolomitových vápencoch), pričom tu majú spustnuté pôdy najnepriaznivejšie ekologické vlastnosti vo vzťahu k zalesňovaniu týchto plôch.

Erózna ohrozenosť lokalít spustnutých pôd Slovenska

Za základ tejto analýzy sme zobrali mapu potenciálnej vodnej erózie v Atlase krajiny SR (MIDRIAK, 2002). Výsledky zastúpenia bývalých spustnutých pôd podľa stupňa eróznej ohrozenosti uvádzame v tabuľke 5.

Tabuľka 5 Zastúpenie stupňa vodnoeróznej ohrozenosti povrchu bývalých spustnutých pôd na Slovensku

Stupeň eróznej ohrozenosti vodnou eróziou	výmera SP (ha)	zastúpenie SP (%)
1. nepatrná	0,00	0,00
2. slabá	7 885,16	11,15
3. stredná	16 270,97	23,00
4. silná	39 413,72	55,71
5. veľmi silná	7 175,05	10,14
6. katastrofálna	0,00	0,00
Spolu	70744,90	100,00

Takmer 56 % ich rozlohy sa vyskytovalo na povrchoch so silným ohrozením pôdy vodnou eróziou a ďalších 23 % so stredným ohrozením eróziou. Významné postavenie z hľadiska ohrozenosti mal sklon svahu, ale aj pôdne vlastnosti spolu s geologickým podložím a vertikálne atmosférické zrážky. Stupeň eróznej ohrozenosti bývalých spustnutých pôd na Slovensku odzrkadľuje aj ich skutočná hodnota intenzity eróznej pôdnej straty za obdobie od odlesnenia plochy, na ktorej sa vytvorila spustnutá pôda (MIDRIAK, 1965).

Vzťah výskytu bývalých spustnutých pôd Slovenska k typom dnešného využívania krajiny

Túto krajinnoekologickú analýzu sme vykonali z podkladov Atlasu krajiny SR (2002) a jej číselné vyjadrenie je v tabuľke 6. Z hľadiska súčasných foriem využitia krajiny sa najväčšie podiely bývalých spustnutých pôd nachádzajú na ploche súčasných listnatých lesov a heterogénnych poľnohospodárskych areálov, ale ich veľká výmera pripadá aj na súčasnú ornú pôdu, zmiešané lesy a ihličnaté lesy (v prípade ihličnatých lesov ide o plochy bývalých spustnutých pôd, zalesnené borovicou čiernou a borovicou sosnou).

Tabuľka 6 Rozmiestnenie bývalých spustnutých pôd (SP) Slovenska podľa typov (foriem) súčasného využitia krajiny

Typ využitia krajiny	Výmera SP (ha)	%
Areály sídelnej vegetácie, športu a rekreácie	98,22	0,14
Areály ťažby, skládok a výstavby	184,28	0,26
Heterogénne poľnohospodárske areály	13027,64	18,43
Holiny s riedkou vegetáciou	33,40	0,04
Ihličnaté lesy	8962,01	12,67
Kosodrevina	92,92	0,13
Kroviny a/alebo prirodzené lúky	2442,50	3,45
Listnaté lesy	16247,51	22,99
Lúky a pasienky	4158,40	5,89
Močiare rašeliniská	13,54	0,02
Orná pôda	11888,39	16,82
Priemyselné, obchodné a dopravné areály	122,40	0,17
Sídelná zástavba	3384,30	4,78
Trvalé kultúry	469,17	0,66
Vodná plocha	442,96	0,63
Zmiešané lesy	9134,01	12,92
Spolu	70701,65	100,00

ZÁVER

Spustnuté pôdy sú najvýraznejšou formou zdevastovania povrchu v krajine. K ich vzniku prispieva najmä deštruktívna činnosť človeka od čias valašskej kolonizácie (odlesňovanie, pastva, lesné požiare, nevhodná orba pôdy) a erózne procesy, ale novodobá aj priemyselná činnosť (magnezitky, vápenky, cementárne, odkaliská atď.).

Príspevok je zameraný na krajinnoekologickú analýzu abiokomplexu týchto plôch, kvantifikáciu rozlohy a ich výskyt na Slovensku podľa viacerých krajinnoekologických ukazovateľov. V polovici 20. st. ich bolo takmer 220 tisíc ha, čo sa však zdá nereálne vysoké číslo. Zrejme išlo o ich rozlohu cca 70 tisíc ha. Geograficky ich bolo najviac rozmiestnených v Strážovských vrchoch, v Ondavskej vrchovine, v Malých Karpatoch, v Juhoslovenskej kotline, vo Zvolenskej kotline, v Laboreckej vrchovine, v Bukovských vrchoch, v Kysuckej vrchovine a v Podunajskej pahorkatine. Z nich sa väčšina zalesnila. Najviac spustených pôd u nás sa nachádzalo na flyšových substrátoch (27 %), ale hojne rozšírené sú aj na karbonátových horninách (17 %) a neovulkanických horninách (12 %), na sprašiach a sprašových hlinách (16 %) a na horninách kryštalinika (15 %). Prevládali v pahorkatinách a vo vrchovinách, na kambizemiach a rendzinách. Väčšina z nich bola ohrozená silnou alebo strednou intenzitou potenciálnej vodnej erózie. Z hľadiska súčasných foriem využívania krajiny prevládali spustené pôdy Slovenska na plochách listnatých lesov, ornej pôdy a heterogénnych poľnohospodárskych areálov.

POĎAKOVANIE

Tento príspevok vznikol vďaka finančnej podpore Agentúry na podporu výskumu a vývoja pri riešení projektu APVV – O591 – 07 Spustené pôdy a pustnutie krajiny Slovenska. Za kartografické analýzy mapy spustených pôd v prostredí GIS autor ďakuje Ing. Tomášovi Lepeškovi, PhD.

LITERATÚRA

- ATLAS KRAJINY SLOVENSKEJ REPUBLIKY, 2002. Ministerstvo životného prostredia Bratislava, Slovenská agentúra životného prostredia, Banská Bystrica, 342 s.
- ATLAS SLOVENSKEJ SOCIALISTICKEJ REPUBLIKY, 1980. Veda + Slovenský úrad geodézie a kartografie, Bratislava, 296 (mapy) + 20 s.
- BIELY, A. a kol., 2002. Geologická stavba. Mapa. In: Atlas krajiny Slovenskej republiky. Ministerstvo životného prostredia Bratislava, Slovenská agentúra životného prostredia, Banská Bystrica, s. 74 - 75.
- FORMAN, R.T.T. - GODRON, M., 1993. Krajinná ekológia. Academia, Praha, 584 s.
- JANEČKO, E. - KRÉBES, CIFRA, J., 1955. Spustené pôdy a ich zalesňovanie. SVPL, Bratislava, 129 s.
- MARKOVÁ, N. - TREBICHAŤSKÝ, V. - PUŠKÁR, R., 1962. Delimitácia pôdneho fondu. Pôdohospodárske vydavateľstvo, Bratislava, 47 s.
- MAZÚR, E. - LUKNIŠ, M., 1978. Regionálne geomorfologické členenie SSR. Geograf. Čas., 30, 2: 101-125..
- MIDRIAK, R., 1965. Erózia spustených pôd na Slovensku. Kand. dizert. práca, VÚLH Zvolen, 178 s. + 50 obr. (nepubl.).
- MIDRIAK, R., 2002. Potenciálna vodná erózia pôdy. Mapa. In: Atlas krajiny Slovenskej republiky. Ministerstvo životného prostredia Bratislava, Slovenská agentúra životného prostredia, Banská Bystrica, s. 288.
- RUŽIČKA, M., 2000. Krajinnoekologické plánovanie – LANDEP I. (Systémový prístup v krajinskej ekológii). Edícia Biosféra, A. Série vedec. liter., Vol. A.2, Združ. Biosféra, Bratislava, 119 s.

- ŠÁLY, R. - ŠURINA, B., 2002. Pôdy. Mapa. In: Atlas krajiny Slovenskej republiky. Ministerstvo životného prostredia Bratislava, Slovenská agentúra životného prostredia, Banská Bystrica, s. 106-107.
- TREMBOŠ, P. - MINÁR, J., 2002. Morfologicko-morfometrické typy reliéfu. Mapa. In: Atlas krajiny Slovenskej republiky. Ministerstvo životného prostredia Bratislava, Slovenská agentúra životného prostredia, Banská Bystrica, s. 90-91.

PUSTNUTIE POĽNOHOSPODÁRSKEJ KRAJINY SLOVENSKA A JEHO FORMY**ABANDONING AGRICULTURAL LAND OF SLOVAKIA AND ITS FORMS***Lubica ZAUŠKOVÁ¹***ABSTRACT**

Chosen the most frequent structures of abandoning agricultural land in Slovakia which are occurred in the other agricultural soil fund (partially also in the secondary agricultural soil fund) and simultaneously they are appeared in less favoured mountain areas are presented in this paper. There were identified and characterized following types: forest, a thin forest, stripped vegetation and fragmental occurrence of vegetation. The authoress calls towards the necessity of integrated approach to the both occurrence and channel of succession processes in the landscape as well as towards the necessity apply the multipurpose agriculture.

KEYWORDS

abandoning agricultural land, forest, less favoured area, Land Parcel Identification System, other agricultural soil fund

Úvod

Poľnohospodárska krajina predstavuje potenciál pre poľnohospodárstvo, ktoré charakterom svojej výroby je schopné výrazne ovplyvňovať priestor svojho pôsobenia. Vplyvom celoplošného rozšírenia výrobného faktora - pôdy je prirodzeným správcom a garantom poľnohospodárskej krajiny.

V dôsledku stagnácie poľnohospodárstva a osobitne živočíšnej výroby po roku 1990 sa v krajine objavil nový fenomén - pustnutie kultúrnej poľnohospodárskej krajiny. Ide o zarastanie lúk a pasienkov nelesnou stromovou a krovitou vegetáciou v podobe sekundárnej sukcesie. Problém pustnutia krajiny zahŕňa nielen zhoršenie stavu biodiverzity, ale aj ohrozenie zachovávaní kultúrneho dedičstva. Ďalšie utlmovanie poľnohospodárskych aktivít by viedlo postupne nielen ku strate kultúrneho charakteru vidieckej krajiny, ale aj k prehľbovaniu sociálnych, ekonomických a demografických problémov jednotlivých regiónov.

Súčasný obraz a stav využívania kultúrnej poľnohospodárskej krajiny nás núti zamyslieť sa nad jej novou cieľovou kvalitou, nad jej koncepciou a manažmentom. Sta-

1 *doc. Ing. Lubica Zaušková, PhD.*

*Katedra geografie a krajinnej ekológie, Fakulta prírodných vied,
Univerzita Mateja Bela, Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica,
l.zauskova@seznam.cz, zauskova@fpv.umb.sk*

novenie koncepcie a manažmentu týchto plôch si vyžaduje ich lokalizáciu, identifikáciu, plošné vymedzenie, typizáciu, stanovenie funkcií vegetácie na týchto plochách a usporiadanie pôdneho fondu v rámci ÚGKK. Cieľom príspevku je identifikácia a typizácia najčastejšie sa vyskytujúcich sa foriem pustnutia poľnohospodárskej krajiny.

MATERIÁL A METÓDY

V prípade pustnutia kultúrnej poľnohospodárskej krajiny môžeme konštatovať, že ide o problém využívania krajiny veľkého rozsahu približne na ploche 17,5 % (SVIČEK, 2009), resp. 18,6 % (ZAUŠKOVÁ, MIDRIAK, 2009) z výmery poľnohospodárskej pôdy zo stavu v roku 2009 (2 423 478 ha).

Z hľadiska hodnotenia súčasnej štruktúry krajiny ide o plochy, spĺňajúce kritérium lesa v zmysle Národnej inventarizácie a monitoringu lesov (NIML 2005-2006), cez ďalšie zoskupenia drevín, ako aj rozptýlenú nelesnú stromovú a krovitú vegetáciu až po iniciálne štádiá sekundárnej sukcesie. Využívanie týchto plôch nezodpovedá evidencii druhu pozemku v rámci Úradu geodézie, kartografie a katastra (UGKK). Pri tom najväčší rozdiel medzi reálnym - skutočným využívaním a evidenciou v rámci ÚGKK je v kategórii trvalých trávnych porastov (TTP) až 335 528 ha (SVIČEK, 2009).

Pri identifikácii a lokalizácii plôch pustnutia kultúrnej poľnohospodárskej krajiny je nutné aplikovať metódy diaľkového prieskumu zeme (DPZ), ktoré sa úspešne využívajú a modifikujú tak v rámci poľnohospodárstva, ako aj lesníctva, s následnou verifikáciou v teréne. V príspevku lokalizácia a identifikácia plôch pustnutia kultúrnej krajiny vychádza z reálneho predpokladu, že sa budú vyskytovať najmä na tzv. ostatnom poľnohospodárskom fonde, čiže na plochách, ktoré nie sú registrované v LPIS (register poľnohospodárskych produkčných blokov), ale patria do poľnohospodárskeho pôdneho fondu. Ide o plochy, ktoré už v roku 2003 neboli zaradené do LPIS pre potrebu kontroly dotácií metódou DPZ. Najväčší výskyt ostatnej poľnohospodárskej pôdy z výmery PPF je v Žilinskom kraji (25 %), Prešovskom kraji (23 %) a Banskobytrickom kraji (20 %, www.vupop.sk).

Ďalej pri lokalizácii a identifikácii plôch pustnutia kultúrnej krajiny sa vychádza z predpokladu, že sa budú vyskytovať v tzv. poľnohospodársky znevýhodnených oblastiach SR - LFA. Znevýhodnené oblasti sú súvislé územné celky, v ktorých vplyvom nepriaznivých podmienok, nadmorskej výšky, svahovitosti a nízkej úrodnosti pôdy a iných nepriaznivých prírodných podmienok, prípadne v spojení s osobitnými miestnymi hospodárskymi a sociálnymi podmienkami sú náklady na jednotku výroby v poľnohospodárskej činnosti trvalo nadpriemerné (zákon č. 240/1998 Z.z. o poľnohospodárstve a o zmene a doplnení ďalších zákonov). Takmer 50 % poľnohospodárskej pôdy tvoria tzv. znevýhodnené oblasti (CHRASTINOVÁ, KUBÁNKOVÁ, 2006).

V príspevku sa vizuálne identifikovali vybrané typy (formy) pustnúcej krajiny Slovenska v rámci poľnohospodársky znevýhodnených oblastí SR - LFA zaradených do tzv. horských oblastí (kritériom pre zaradenie je nadmorská výška nad 500 m n.m. a sklon nad 15 %, resp. kombinácia týchto kritérií). Ide o najrozsiahljšiu kategóriu v rámci LFA, zaberajúcu až 40 % zo znevýhodnených oblastí (CHRASTINOVÁ, KUBÁN-

KOVÁ, 2006), vyskytujúcu sa najmä v strednej, severnej a severozápadnej časti Slovenska (obrázok 1).

Horské oblasti reprezentujú územia, kde vývoj poľnohospodárskej kultúrnej krajiny v čase fungovania poľnohospodárskych družstiev do roku 1990 neprebíhal vždy v súlade s jej predpokladmi - teda s jej potenciálom. K ďalšej zmene prístupu k poľnohospodárstvu na týchto územiach došlo v roku 1989. Štyridsať rokov trvajúci spoločensko-ekonomický systém zaniká a je nahradzovaný iným systémom, charakteristickým trhovou ekonomikou. Dochádza k spätnej premene ornej pôdy, ktorá vznikla po rozoraní TTP avšak nesplnila predpokladané očakávania najmä kvôli nízkemu produkčnému potenciálu. Taktiež dochádza k samovoľnému zarastaniu lúk a pasienkov nelesnou stromovou a krovinovou vegetáciou. Ide najmä o zárusty v podhorských oblastiach, ktoré sa rozširujú na rozhraní dolného okraja lesa a plôch s TTP.



Kategória	horská oblasť	Kategória	horská oblasť
H1	nadm. výška > 700 m	H3	svahovitosť > 20 %
H2	nadm. výška 600 - 700 m	H4	kombinácia: > 500 m, > 15 %

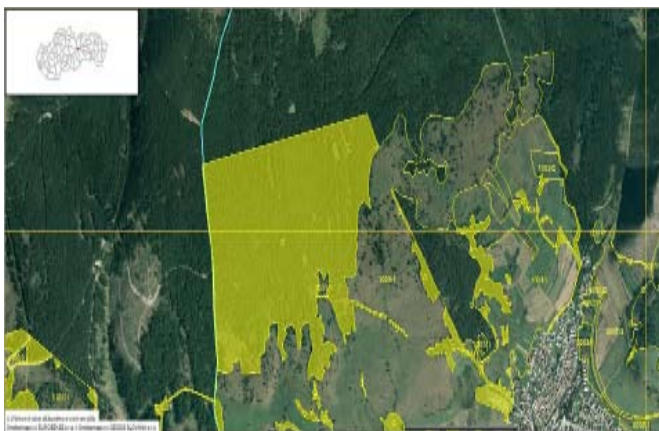
Obrázok 1 Katastrálne územia zaradené do horských oblastí (zdroj: vupop.sk)

Výsledky a diskusia

V rámci vizuálnej identifikácie sa identifikoval typ (forma) štruktúry pustnúcej kultúrnej poľnohospodárskej krajiny - les. Ide o les, ktorý spĺňa kritériá v zmysle NIML SR (2005 -2006). Les bol pre účely NIML definovaný ako plocha porastená lesnými drevinami, s minimálnou výmerou 0,5 ha, minimálnou šírkou 20 m, pokryvnosťou väčšou ako 20 % a potenciálnou výškou drevín nad 5 m (ŠMELKO, ŠEBEŇ, 2009). Ide o plochy lesa na poľnohospodárskom фонде, ktoré sú vizuálne na ortofotomapách vzhľadovo identické ako lesy na lesných pozemkoch. Väčšinou s nimi bezprostredne susedia, sú nimi obkolesené alebo do nich vklinené (obrázok 2). Plochy spĺňajúce kritérium lesa sa pomerne často vyskytujú aj v rámci sekundárneho pôdneho fondu, najmä v rámci typologicko - produkčnej kategórie T3 (málo produkč-

né trvalé trávne porasty). Výmera takýchto lesov zvyšuje lesnatosť SR podľa údajov ŠMELKA, ŠEBEŇA (2009) až o 5,6%. Takéto plochy, najmä s vekom lesa nad 20 rokov nie sú dôsledkom stagnácie poľnohospodárstva po roku 1990 a teda ide o problém evidencie v rámci ÚGKK ešte zo staršieho obdobia.

Vzhľadom na to, že tieto lokality sa monitorujú aj z lesníckeho hľadiska v rámci NIML, bolo by najvhodnejšie z hľadiska manažmentu krajiny ich preradiť medzi les na lesných pozemkoch (ZAUŠKOVÁ, 2008, ŠMELKO, ŠEBEŇ, 2009). Vyplýva to aj zo zákona č. 220/2004 Z.z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy, ktorý ukladá vlastníčkovi, nájomcovi alebo správcovi poľnohospodárskej pôdy povinnosť usporiadať poľnohospodársky druh pozemku s jeho evidenciou v katastri.



Obrázok 2 Ukážka lokality na Telgártom, ktorá spĺňa kritérium lesa, zároveň sa vyskytuje v rámci ostatného poľnohospodárskeho fondu a horskej znevýhodnenej oblasti (zdroj: vupop.sk)

Ďalším výrazným typom pustnúcej poľnohospodárskej krajiny, ktorý sa identifikoval je tzv. „riedky les“ (obrázok 3). Táto kategória bola identifikovaná aj v rámci NIML SR, avšak nebola objektom podrobnejšieho skúmania. Ide o plochy, ktoré nadväzujú na súvislé lesné porasty, na miesta, kde bol spodný okraj lesa v minulosti umelo vytlačený z dôvodu zväčšovania produkčnej plochy. Z uvedeného dôvodu sa takéto lokality ťažiskovo vyskytujú v rámci sekundárneho poľnohospodárskeho fondu a čiastočne aj v rámci ostatného poľnohospodárskeho fondu. Výskyt takýchto plôch je potrebné posúdiť individuálne, kvôli špecifickým podmienkam lokality na úrovni gravitačného celku - povodia. Pričom sa zohľadnia prírodné ohrozenia ako je vodná, vetrová erózia, sucho, ohrozenie povodňami, takisto sa zohľadnia obmedzenia z platnej legislatívy (Zákon o ochrane prírody, NATURA 2000, platné implementované európske smernice a pod.), ako aj potreby regionálneho rozvoja. Takýto integrovaný prístup sa najlepšie uplatní aplikáciou krajinnoekologickej metodiky, ktorá je zameraná na posúdenie vhodnosti využívania územia (ZAUŠKOVÁ, 2008, 2009).



Obrázok 3 Ukážka tzv. „riedkolesia“ v rámci sekundárneho poľnohospodárskeho pôdneho fondu (zdroj: vupop.sk)

Ďalším typom pustnúcej poľnohospodárskej krajiny, ktorý sa identifikoval, bola nelesná stromová a krovitá vegetácia v podobe pásov. Najčastejšie išlo o vegetáciu lemujúcu vodné toky, ktorá vytvárala brehové porasty. Táto vegetácia má nezastupiteľné miesto. Spevňuje brehy tokov, zabraňuje ich abrázii, ako aj splavovaniu erózných častí do toku, vytvára priaznivé mikroklimatické podmienky, stáva sa koridorom pre migrujúce živočíchy a v monotónne využívaných poľnohospodárskych územiach s prevahou ornej pôdy s veľkoblokovými pozemkami vytvára kostru priestorovej ekologickej stability krajiny. Tejto vegetácii treba venovať mimoriadnu starostlivosť z hľadiska manažmentu krajiny.

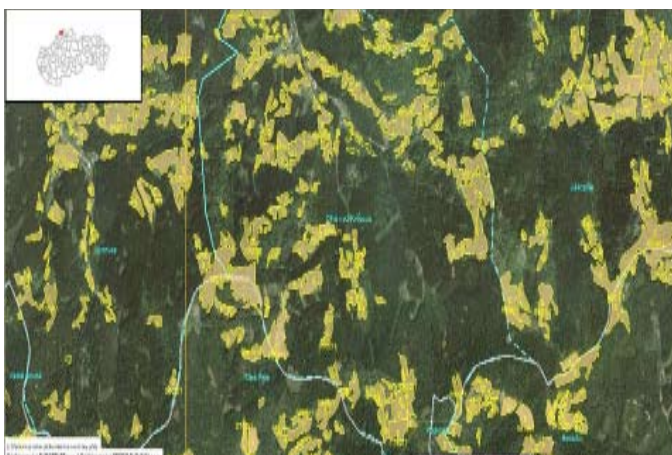
V rámci tejto kategórie sa vyskytujú aj stromoradia a aleje pozdĺž ciest, zarastajúce tzv. suché dolinky a medze, vetrolamy a pod. (obrázok 4). Taktiež tieto typy v rámci tejto kategórie plnia významné funkcie (ochrana proti vodnej, vetrovej erózii, proti vysušovaniu, zvyšujú retenčnú schopnosť krajiny a pod. (MIDRIAK, ZAUŠKOVÁ, 2004).



Obrázok 4 Nelesná stromová a krovitá vegetácia v podobe pásov v kultúrnej poľnohospodárskej krajine v rámci ostatného poľnohospodárskeho pôdneho fondu (zdroj: vupop.sk)

Posledným identifikovaným výrazným typom sú lokality s veľmi fragmentovaným výskytom nelesnej stromovej a krovitej vegetácie, ktorá vytvára mozaikovitú štruktúru krajiny. Uvedené

lokality sa vyskytujú v rámci ostatného poľnohospodárskeho fondu, kde majú už charakter lesa resp. riedkolesia a v rámci sekundárneho poľnohospodárskeho fondu, kde majú charakter rozptýlenej stromovej a krovitej vegetácie. Mozaikovitá štruktúra (obrázok 5) je podmienená už samotným mozaikovitým výskytom ostatného a sekundárneho poľnohospodárskeho fondu. Tento vytvára enklávy trvalých trávnych porastov v rozsiahlych lesných komplexoch.



Obrázok 5 Fragmentovaný výskyt nelesnej stromovej a krovitej vegetácie (zdroj: vupop.sk)

ZÁVER

Príspevok prezentuje vybrané (najčastejšie sa vyskytujúce) typy (formy), resp. štruktúry pustnúcej kultúrnej poľnohospodárskej krajiny Slovenska, ktoré sa vyskytujú najmä v rámci ostatného poľnohospodárskeho fondu (sčasti aj sekundárneho poľnohospodárskeho fondu) a zároveň sa vyskytujú v poľnohospodársky znevýhodnených horských oblastiach. V uvedenej typizácii štruktúr pustnúcej krajiny je potrebné pokračovať aj rámci sekundárneho poľnohospodárskeho fondu a zároveň na ďalších vymedzených poľnohospodársky znevýhodnených oblastiach. I napriek tomu, že nelesná stromová a krovitá vegetácie má nespochybniteľný význam z hľadiska pôdoochranných a hydrických funkcií, jej výskyt alebo usmernenie musí byť posudzované individuálne kvôli špecifickým miestnym podmienkam a integrovaným prístupom na úrovni gravitačných celkov - povodí. Pri návrhu koncepcie využívania kultúrnej poľnohospodárskej krajiny bude potrebné, aby časti krajiny spĺňajúce kritérium lesa sa prekategORIZovali na lesné pozemky, a aby došlo v zmysle Zákona o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy (220/2004) k zosúladeniu druhu pozemku s evidenciou v katastri, pričom sa nevylučuje, že v rámci evidencie ÚGKK sa zavedie aj nová kategória zohľadňujúca zárastové - sukcesné procesy v poľnohospodárskej krajine. V rámci manažmentu kultúrnej poľnohospodárskej krajiny bude nevyhnutné aplikovať, s cieľom zabrániť ďalšiemu pustnutiu krajiny, multifunkčné poľnohospodárstvo.

POĎAKOVANIE

Práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0591-07.

LITERATÚRA

- CHRASTINOVÁ, Z. - KUBÁNKOVÁ, M., 2006. Odvetvový, podnikový a výrobný pohľad na ekonomiku udržateľného poľnohospodárstva. In Blaas, G. (ed.) Multifunkčné postavenie a trvalo udržateľný rast poľnohospodárstva a lesníctva. Nitra, Zborník SAPV, č. 55, s. 16 - 23.
- SVIČEK, M., 2009. Expertný systém identifikácie zanedbaných pôd prostredníctvom vlastníckych a užívateľských vzťahov. In Midriak, R. - Zaušková, Ľ. (eds.) Pustnutie krajiny - ochrana pôdy - krajinná ekológia. (v tlači)
- MIDRIAK, R. - ZAUŠKOVÁ, Ľ., 2004. Štruktúra vidieckej krajiny na Slovensku a funkcie lesa v nej. In „Regióny – vidiek – životné prostredie 2004“. Zborník príspevkov z medzinárodnej vedeckej konferencie, SPU Nitra, FEŠRR, 2004, CD, s.10.
- ŠMELKO, Š. - ŠEBEŇ, V., 2009. Aktuálne informácie o lese na nelesných pozemkoch podľa NIML SR 2005 - 2006, metodika ich získania a námety na jej využitie v krajinárstve. In Midriak, R. - Zaušková, Ľ. (eds.) Pustnutie krajiny - ochrana pôdy - krajinná ekológia. (v tlači)
- ZAUŠKOVÁ, Ľ., 2008. Krajinnoekologická interpretácia a využitie výsledkov prieskumov krajiny pre jej optimálne využívanie. In: Nováková, M. - Sviček, M. (eds.) Environmentálne aspekty analýzy a hodnotenia krajiny: Identifikácia a stanovenie indikátorov (a indexov) na báze prieskumov krajiny a údajov DPZ. Bratislava: Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy, 2008, s. 94 – 100.

- ZAUSKOVÁ, Ľ., 2009. Uplatnenie krajinnoekologického prístupu pri riešení novodobého pustnutia kultúrnej poľnohospodárskej krajiny. In: Pucherová, Z. - Vanková, V. (eds.) Problémy ochrany a využívania krajiny - teórie, metódy a aplikácie. Nitra: Združenie Biosféra, 2009, s. 367 - 371. ISBN 978-80-968030-9-5
- ZAUSKOVÁ, Ľ. - MIDRIAK, R. 2009. Pustnutie krajiny Slovenska – hazard, alebo šanca v hospodárskej kríze? In Blaas, G. (ed.) Dosahy finančnej a hospodárskej krízy na pôdohospodárstvo – možnosti riešenia. Nitra: Slovenská akadémia pôdohospodárskych vied, 2009, s. 78 - 85, ISBN 978-80-89162-39-0.
- Zákon č. 240/1998 Z.z. o poľnohospodárstve a o zmene a doplnení ďalších zákonov
- Zákon č. 220/2004 Z.z. o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy
- www.google.earth
- www.vupop.sk

MODELOVANIE TRANSPORTU VYBRANÝCH CHEMICKÝCH LÁTOK V POVODIACH

V PROCESE VODNEJ ERÓZIE MODELLING OF THE CHOSEN POLLUTANT TRANSPORT THROUGH WATER EROSION IN CATCHMENTS

Natália JUNÁKOVÁ¹ – Magdaléna BÁLINTOVÁ¹

ABSTRACT

Soil erosion belongs to a serious environmental problems due to soil loss connected with reducing stream capacity and silting of the small water basins, as well as for water quality concerns, because sediments play an important role by being the ultimate sink of pollutants. Because of the far-reaching ecological and environmental impacts of the nutrient transport processes during water erosion, much research is necessary to do and also has been done on this topic.

Paper deals with the suggestion of complex methodology for nutrient transport assessment from non-point sources with emphasis on prediction of sediment quality in reservoirs resulting in the suggestion of the model for prediction the content of total nitrogen, phosphorus and potassium in reservoir bottom sediments. This model is based on the soil loss calculation using the Universal Soil Loss Equation, which is supplemented with determination of the average soil nutrient concentration in top soils divided into five cropping periods due to various impacts of cover crops, management and weather conditions during the year in the river catchment's area.

KEY WORDS

erosion, quality of sediments, nutrients

Úvod

Negatívnym environmentálnym následkom pôdnej erózie je nielen zanášanie tokov a nádrží sedimentami, ale aj zvýšená akumulácia polutantov v jemných frakciách sedimentujúcich materiálov. Pre posúdenie vodohospodárskeho a environmentálneho vplyvu splavenín na kvalitu vodného prostredia je preto potrebné stanoviť okrem celkového množstva splavenín v nádrži, najmä zaťaženie vodného prostredia che-

1 Ing. Natália Junáková, PhD., doc. RNDr. Magdaléna Bálintová, PhD.
Technická Univerzita v Košiciach, Stavebná fakulta, Ústav budov a prostredia,
Vysokoškolská 4, 042 00 Košice, natalia.junakova@tuke.sk,
magdalena.balintova@tuke.sk

mickým látkami - nutrientami, ktoré pochádzajú predovšetkým z plošných zdrojov znečistenia a spôsobujú eutrofizáciu povrchových vôd. Prínosom pre hodnotenie procesu vodnej erózie sú matematické modely. Na Slovensku bolo doposiaľ realizovaných viacero štúdií, zameraných na hodnotenie vodnej erózie, ktoré boli založené na princípoch a parametroch definovaných v Univerzálny rovnici straty pôdy (USLE), avšak ani jedna z nich sa nevenovala transportu nutrientov v dôsledku vodnej erózie. Nakoľko väčšina povrchových vôd na našom území má taký obsah zlúčenín dusíka a fosforu, ktorý ich zaraďuje medzi eutrófné vody, je potrebné sledovať transport nutrientov v dôsledku vodnej erózie (adsorbované formy) alebo povrchového odtoku (rozpuštné formy).

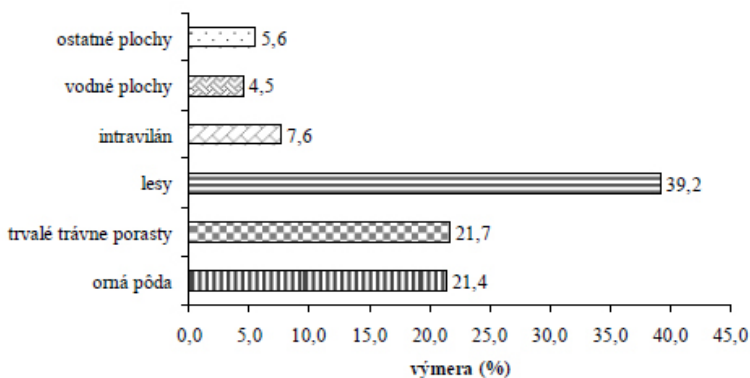
MATERIÁL AND METÓDY

Kvalita dnových sedimentov bola sledovaná v malej vodnej nádrži (MVN) Kľušov-Hervartov, ktorá sa nachádza cca 2 km východne od obce Hervartov v okrese Bardejov na východe Slovenska na vodnom toku Tisovec. Územie patrí do čiastkového povodia Tople. Nádrž bola vybudovaná za účelom chovu rýb pre športové rybárstvo, akumulácie vody pre závlahy, retencie veľkých vôd a prímestskej rekreácie. Pôda v povodí MVN sa intenzívne využíva pre poľnohospodársku činnosť (orná pôda) a tiež ako trvalé trávne porasty. Zvyšok povodia tvorí lesný porast (obrázok 1). Pôdy v povodí MVN Kľušov sú z hľadiska pôdneho typu pseudogleje, kambizeme a luvizeme. Z hľadiska skeletovitosti sa jedná prevažne o slabo skeletovité pôdy. Z hľadiska pôdneho druhu sa v tejto lokalite vyskytujú stredne ťažké piesočnato-hlinité a hlinité pôdy. Vegetačné podmienky v povodí sú dané prístupom a spôsobom hospodárenia Roľníckeho družstva podielnikov Kľušov. Medzi hlavné pestované plodiny patria obilniny (jačmeň siaty jarný, pšenica letná f. ozimná), kukurica na siláž a repka olejná ozimná.

Z dôvodu zanesenia nádrže za 19 rokov jej prevádzkovania a tým zníženia jej objemu o 33 %, bola táto nádrž v rokoch 2005 – 2007 vypustená, čím bolo dostupnejšie zmonitorovanie kvality dnových sedimentov v nádrži.

Pre experimentálne účely boli vzorky pôdy odoberané z poľnohospodárskych pozemkov nachádzajúcich sa v bezprostrednej blízkosti nádrže (parcely 1004/1 a 2001/1) v období rokov 2005 – 2007 (KOVALIKOVÁ et al., 2008). Priemerné vzorky pôdy boli zložené minimálne z 30 bodových vzoriek odobratých do hĺbky 0,30 m. Minimálna hmotnosť priemernej vzorky bola 5 kg.

Vzorky sedimentov boli odoberané z vypustenej nádrže Kľušov v oblasti hrádze z dôvodu maximálneho usadzovania lutitovej frakcie - prachovito/ílovej frakcie < 0,063 mm (obrázok 2) METODICKÝ POKYN (1998). Z každého odberového miesta bola odobratá jedna zmiešaná vzorka (zložená z piatich bodových vzoriek), ktorej hmotnosť na chemickú analýzu predstavovala cca 3 kg (KOVALIKOVÁ, 2007).



Obrázok 1 Spôsob využívania krajiny v povodí potoka Tisovec

Vo všetkých pôdnych vzorkách, ako aj vo vzorkách dnových sedimentov boli vykonané chemické analýzy na stanovenie celkového dusíka, fosforu a draslíka v akreditovanom chemickom laboratóriu ŠGÚDŠ Spišská Nová Ves.



Obrázok 2 Lokalizácia záujmových pôdnych blokov a odberových miest vzoriek dnových sedimentov

Výsledky chemických analýz odobratých vzoriek dnových sedimentov, ktoré reprezentujú kvalitu sedimentov usadených v nádrži počas jej prevádzkovania boli použité pre verifikáciu navrhutej metodiky hodnotenia transportu dusíka, fosforu a draslíka v povodí v dôsledku eróznno-transportných procesov s dôrazom na predikciu kvality sedimentov v malých vodných nádržiach. Táto metodika je založená na určení obsahu celkového dusíka, fosforu a draslíka ($N_{\text{celk.}}$, $P_{\text{celk.}}$ a $K_{\text{celk.}}$) v dnových sedimentoch v rozpustnej a adsorbovanej forme sledovanej zložky.

Pre výpočet koncentrácie živín adsorbovaných na erodované pôdne častice, bola ročná strata pôdy $G_{r,i}$ ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$) určená pre dva pôdne bloky 1004/1 a 2001/1, ktoré sa nachádzajú v bezprostrednej blízkosti nádrže. Základné charakteristiky týchto pôdnych blokov sú uvedené v tabuľke 1. Čiastkové hodnoty straty pôdy v jednotlivých obdobiach rozdelených podľa Wischmeiera a Smitha G_i pre vyššie spomínané pôdne bloky pre roky 1998-2007 sú uvedené v tabuľkách 2 a 3.

Určenie koncentrácie živín vo vrchných vrstvách pôdy v povodí MVN Kľušov bolo založené na vyjadrení vzťahu medzi vstupom živín do pôdy hnojením (tabuľky 4, 5) a živín odoberaných rastlinami, pričom tieto boli podobne ako pri výpočte straty pôdy pomocou USLE rozdelené do 5 vegetačných období. Hodnoty odberov živín prevažne pestovanými rastlinami v povodí MVN Kľušov (t. j. jačmeň siaty jarný, pšenica letná f. ozimná, triticales, raž siata ozimná a repka olejná ozimná) boli odčítané z grafickej závislosti dynamiky odberu živín v priebehu vegetačného obdobia podľa (RYANT et al.). Na základe týchto údajov bola následne zostavená tabuľka priemerných hodnôt živín odoberaných rastlinami v piatich obdobiach (tabuľka 6).

Tabuľka 1 Základné charakteristiky pôdnych blokov nachádzajúcich sa v bezprostrednej blízkosti nádrže

číslo parcely	plocha [ha]	sklon [%]
1004/1	15,63	8,8
2001/1	18,46	10,49

Tabuľka 2 Hodnoty straty pôdy v $\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$ v jednotlivých obdobiach rozdelených podľa Wischmeiera a Smitha na parcele 1004/1

plodina/rok	G _i					G _{ri} [t.ha ⁻¹ . rok ⁻¹]
	obdobie*					
	1.	2.	3.	4.	5.	
repka olejná ozimná 1998	3,741	1,879	0,135	1,215	0,778	7,75
triticales 1999	5,415	0,358	0,077	1,552	0,754	8,16
kukurica siata 2000	3,413	3,502	5,347	5,469	0,000	17,73
pšenica letná, f. ozimná 2001	0,000	0,032	0,061	1,749	0,069	1,91
repka olejná ozimná 2002	1,959	1,342	0,111	1,261	0,773	5,45
pšenica letná, f. ozimná 2003	5,236	0,191	0,061	1,464	0,754	7,71
ľuľok zemiakový 2004	3,849	1,444	4,403	5,522	0,000	15,22
pšenica letná, f. ozimná 2005	0,038	0,145	0,081	1,420	0,756	2,44
jačmeň siaty jarný 2006	4,167	0,959	2,392	0,850	0,213	8,58
repka olejná ozimná 2007	3,741	2,237	0,152	1,147	0,780	8,06
Priemer						8,36

* 1. - podmietka a hrubá brázda

2. - predsejbová príprava pôdy až do 1 mesiaca po zasiatí

3. - trvá 1 mesiac od konca 2. obdobia (pri ozimnách do 30. 4.)

4. - od konca 3. obdobia do zberu úrody (rast a dozrievanie úrody)

5. od zberu až po dátum nasledujúceho agrotechnického zásahu

Tabuľka 3 Hodnoty straty pôdy v t.ha⁻¹ v jednotlivých obdobiach rozdelených podľa Wischmeiera a Smitha na parcele 2001/1

plodina/rok	G _i					G _{ri} [t.ha ⁻¹ . rok ⁻¹]
	obdobie					
	1.	2.	3.	4.	5.	
kukurica siata 1998	0,552	3,669	10,572	12,879	0,056	27,73
jačmeň siaty jarný 1999	0,097	0,204	1,850	2,906	0,283	5,34
triticale 2000	5,880	3,990	0,205	3,066	0,141	13,28
repka olejná ozimná 2001	2,940	8,309	0,482	2,601	1,595	15,93
triticale 2002	10,289	0,865	0,179	2,975	1,555	15,86
hrach siaty 2003	8,241	1,698	4,426	1,875	1,570	17,81
pšenica letná, f. ozimná 2004	8,745	0,611	0,140	4,389	0,103	13,99
jačmeň siaty jarný 2005	0,488	0,821	2,733	2,418	1,555	8,02
raž siata ozimná 2006	7,569	0,674	0,150	2,882	1,847	13,12
repka olejná ozimná 2007	7,349	0,793	0,209	2,320	1,610	12,28
Priemer						12,85

Tabuľka 4 Spotreba hnojív na parcele 1004/1

plodina/rok	aplikované hnojivo	vstup živín hnojením v kg.ha pôdy ⁻¹		
		dusík (N)	fosfor (P)	draslík (K)
repka olejná ozimná 1998	NPK - 15:15:15	15,00	15,00	15,00
	LAV 27 %	66,00	0,00	0,00
	LAV 27 %	47,60	0,00	0,00
triticale 1999	hnojivo miešané	28,00	7,00	7,00
	LAV 27 %	27,00	0,00	0,00
kukurica siata 2000	-	0,00	0,00	0,00
pšenica letná f. ozimná 2001	LAV 27 %	41,00	0,00	0,00
repka olejná ozimná 2002	DA	61,00	0,00	0,00
	DAM	27,30	0,00	0,00
	DAM	35,10	0,00	0,00
pšenica letná f. ozimná 2003	liadky	41,00	0,00	0,00
	liadky	42,11	0,00	0,00
ľuľok zemiakový 2004	maštal'ný hnoj	205,80	53,90	245,00
	DAM	15,60	0,00	0,00
pšenica letná f. ozimná 2005	liadok 26 %	39,50	0,00	0,00
jačmeň siaty jarný 2006	LAV 27 %	33,00	0,00	0,00
	LAV 27 %	28,00	0,00	0,00
repka olejná ozimná 2007	LAV 27 %	59,40	0,00	0,00
	LAV 27 %	59,40	0,00	0,00

Tabuľka 5 Spotreba hnojív na parcele 2001/1

plodina/rok	aplikované hnojivo	vstup živín hnojením v kg.ha pôdy ⁻¹		
		dusík (N)	fosfor (P)	draslík (K)
kukurica siata 1998	NPK - 15:15:15	15,00	15,00	15,00
	maštalný hnoj	193,20	50,60	230,00
	liadky	75,40	0,00	0,00
	liadky	46,20	0,00	0,00
jačmeň siaty jarný 1999	hnojivo miešané	28,00	7,00	7,00
	LAV 27 %	40,50	0,00	0,00
triticale 2000	DAM	23,40	0,00	0,00
	liadok	40,50	0,00	0,00
repka olejná ozimná 2001	DAM	40,00	0,00	0,00
	LAV 27 %	54,00	0,00	0,00
triticale 2002	DA	34,00	0,00	0,00
	DAM	25,00	0,00	0,00
hrach siaty 2003	biolog. fixácia	80,00	0,00	0,00
pšenica letná f. ozimná 2004	DAM	20,00	0,00	0,00
	močovina 46 %	46,00	0,00	0,00
jačmeň siaty jarný 2005	LAV 26,5 %	27,30	0,00	0,00
	NPK - 8,5:8,5:8,5	12,80	12,80	12,80
	LAV 27 %	28,50	0,00	0,00
raž siata ozimná 2006	NPK - 15:15:15	12,20	12,20	12,20
	LAV 27 %	26,50	0,00	0,00
	LAV 27 %	26,00	0,00	0,00
repka olejná ozimná 2007	LAV 27 %	59,40	0,00	0,00
	LA 27 %	59,40	0,00	0,00

Tabuľka 6 Priemerné hodnoty odberov živín pestovanými rastlinami rozdelené do piatich období

plodina	kg.ha ⁻¹	obdobie					$\sum_{i=1}^5$
		1.	2.	3.	4.	5.	
jačmeň siaty jarný	N	0,00	15,90	17,75	20,00	0,00	53,65
	P	0,00	2,05	2,50	3,70	0,00	8,25
	K	0,00	18,65	21,80	19,55	0,00	60,00
pšenica letná f. ozimná, triticales, raž siata ozimná	N	0,00	0,00	19,10	71,35	0,00	90,45
	P	0,00	0,00	1,25	10,75	0,00	12,00
	K	0,00	0,00	9,55	67,50	0,00	77,05
repka olejná ozimná	N	0,00	9,90	68,90	30,00	0,00	108,80
	P	0,00	1,40	15,90	5,00	0,00	22,30
	K	0,00	6,20	88,10	7,70	0,00	102,00
hrach siaty	N	0,00	18,30	17,70	26,30	0,00	62,30
	P	0,00	1,90	1,80	2,60	0,00	6,30
	K	0,00	8,50	8,20	12,10	0,00	28,80
ľuľok zemiakový	N	0,00	18,27	17,66	53,00	0,00	88,93
	P	0,00	2,61	2,52	7,58	0,00	12,71
	K	0,00	23,49	22,71	68,15	0,00	114,35
kukurica siata	N	0,00	16,35	16,89	50,18	0,00	83,42
	P	0,00	2,18	2,19	6,75	0,00	11,12
	K	0,00	13,62	13,67	42,22	0,00	69,51

Obsahy celkového dusíka, fosforu a draslíka v erodovaných sedimentoch uvoľnených v procese vodnej erózie boli vypočítané podľa navrhnutého vzťahu:

$$C_X = \frac{\sum_{i=1}^5 X_i \cdot G_i}{G_{r,i}} \cdot e^{2-0,2 \ln(G_{r,i} \cdot 1000)}$$

kde C_X – priemerná ročná koncentrácia celkového N, P, K v transportovaných pôdnych časticach, resp. dnových sedimentoch (kg N,P,K.ha⁻¹ alebo mg N,P,K.kg pôdy⁻¹),
 X_i – zostatková koncentrácia celkového dusíka, fosforu a draslíka v pôde v i -tom období (určená ako X_i = požadová koncentrácia pôdy^{2*} + (vstup živín hnojením – odber živín rastlinami) (kg N,P,K.ha⁻¹),
 G_i – strata pôdy v jednotlivých obdobiach rozdelených podľa Wischmeiera a Smitha (t.ha⁻¹),
 $G_{r,i}$ – priemerná ročná strata pôdy v i -tom roku na sledovanom pozemku (t.ha⁻¹.rok⁻¹),

* Požadová koncentrácia v pôde bola stanovená z rozdielu celkovej koncentrácie N, P, K v pôde a koncentrácie prístupných živín v pôde.

Verifikácia navrhnutého modelu predikcie kvality dnových sedimentov v malej vodnej nádrži Kľušov bola realizovaná štatistickým zhodnotením výsledkov vypočítaných (tabuľka 7) a nameraných (tabuľka 8) koncentrácií celkového dusíka, fosforu a draslíka pomocou dvojvýberového t-testu pre stredné hodnoty náhodných veličín a F-testu pre hodnotenie rozptylov na hladine významnosti 0,05.

Na základe nájdenia dvojstranných intervalov spoľahlivosti (IS) pre stredné hodnoty náhodných veličín s koeficientom spoľahlivosti 0,95 a IS pre hodnoty pôvodných (ne-transformovaných) náhodných veličín, možno konštatovať, že stredné hodnoty vypočítaných i nameraných koncentrácií $N_{\text{celk.}}$, $P_{\text{celk.}}$ a $K_{\text{celk.}}$ sa významne nelíšia (JUNÁKOVÁ et al., 2009).

Tabuľka 7 Vypočítané koncentrácie celkového dusíka, fosforu a draslíka adsorbovaného na transportované pôdne častice na parcelách 1004/1 a 2001/1 a na dnové sedimenty v MVN Kľušov

rok	1004/1			2001/1			MVN		
	N [%]	P [%]	K [%]	N [%]	P [%]	K [%]	N [%]	P [%]	K [%]
1998	0,198	0,084	2,230	0,179	0,053	1,724	0,188	0,067	1,956
1999	0,196	0,083	2,204	0,249	0,074	2,395	0,225	0,078	2,307
2000	0,166	0,071	1,885	0,207	0,061	1,995	0,188	0,066	1,944
2001	0,254	0,109	2,938	0,201	0,059	1,921	0,225	0,082	2,387
2002	0,208	0,088	2,381	0,199	0,058	1,920	0,203	0,072	2,131
2003	0,193	0,082	2,218	0,194	0,056	1,874	0,193	0,068	2,032
2004	0,173	0,073	1,940	0,203	0,059	1,965	0,189	0,065	1,954
2005	0,246	0,104	2,792	0,228	0,066	2,195	0,236	0,083	2,469
2006	0,192	0,081	2,170	0,206	0,060	1,988	0,199	0,069	2,071
2007	0,194	0,081	2,196	0,208	0,060	2,012	0,202	0,070	2,096

Tabuľka 8 Výsledky chemických analýz dnových sedimentov za obdobie rokov 2005-2007

vzorka	N [%]	P [%]	K [%]	vzorka	N [%]	P [%]	K [%]
S1	0,260	0,112	2,500	S13	0,250	0,103	2,400
S2	0,240	0,113	2,420	S14	0,250	0,108	2,420
S3	0,230	0,066	1,980	S15	0,150	0,049	1,880
S4	0,220	0,066	1,960	S16	0,160	0,049	1,940
S5	0,220	0,067	1,690	S17	0,160	0,052	1,990
S6	0,200	0,090	2,050	S18	0,180	0,061	2,020
S7	0,170	0,049	2,030	S19	0,170	0,048	2,020
S8	0,160	0,070	1,710	S20	0,160	0,055	2,000
S10	0,230	0,086	2,200	S21	0,170	0,059	2,040
S11	0,230	0,103	2,320	S22	0,190	0,077	2,330
S12	0,240	0,101	2,370				

ZÁVER

Príspevok sa zaoberá návrhom komplexnej metodiky hodnotenia transportu živín v povodí z plošných zdrojov znečistenia s dôrazom na predikciu kvality sedimentov v malej vodnej nádrži Kľušov. Metodika pozostáva z určenia straty pôdy podľa Univerzálnej rovnice straty pôdy, ktorá je rozšírená o určenie priemernej koncentrácie živín vo vrchných vrstvách pôdy v piatich vegetačných obdobiach. Pre stanovenie výsledných hodnôt koncentrácií živín v dnových sedimentoch sú priemerné koncentrácie živín adsorbovaných na pôdne častice modifikované pomerom obohatenia sedimentu. Verifikácia navrhutej metodiky, realizovaná štatistickým zhodnotením výsledkov vypočítaných koncentrácií a koncentrácií nameranými v malej vodnej nádrži Kľušov ukázala, že stredné hodnoty vypočítaných i nameraných koncentrácií $N_{\text{celk.}}$, $P_{\text{celk.}}$ a $K_{\text{celk.}}$ sa významne nelíšia.

POĎAKOVANIE

Príspevok bol vytvorený realizáciou projektu s názvom „Podpora Centra excelentného integrovaného výskumu progresívnych stavebných konštrukcií, materiálov a technológií, na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja“ a grantovej úlohy VEGA č. 1/0613/08.

LITERATÚRA

- JUNÁKOVÁ, N. - BÁLINTOVÁ, M. - VODIČKA, R., 2009. Nutrient concentration in eroded sediments detached through water erosion. In: CEST 2009. Crete, 2009. p. B-400 – B-406
- KOVALIKOVÁ, N., 2007. Transport nutrientov v povodí v dôsledku vodnej erózie. In: JUNIORSTAV 2007. Brno: VUT, 2007. 5 p. ISBN 978-80-214-3337-3.
- KOVALIKOVÁ, N. - BÁLINTOVÁ, M., 2008. Influence of water erosion processes on the bottom sediment quality. In: Chemické listy. vol. 102 (s), no. symposia (2008), p. 397-398. ISSN 0009-2770.
- Metodický pokyn Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 549/98 – 2 na hodnotenie rizík zo znečistených sedimentov tokov a vodných nádrží.
- STN 75 4501, 2000. Hydromeliorácie. Protierózna ochrana poľnohospodárskej pôdy. Základné ustanovenia.
- RYANT, P. - RICHTER, R. - POULÍK, Z. - HRIVNA, L., 2008. Ječmen jarný. In: Multimedialní učební texty z výživy a hnojení polních plodin. Ústav agrochemie a výživy rostlin, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. [online]. [2008-10-08]. Dostupné na: http://old.mendelu.cz/~agro/af/multitexty_2/html/obilniny/jecmen_jarni.htm
- RYANT, P. - RICHTER, R. - POULÍK, Z. - HRIVNA, L., 2008. Pšenice ozimná. In: Multimedialní učební texty z výživy a hnojení polních plodin. Ústav agrochemie a výživy rostlin, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. [online]. [2008-10-08]. Dostupné na: http://old.mendelu.cz/~agro/af/multitexty_2/html/obilniny/psenice_ozima.htm
- RYANT, P. - RICHTER, R. - POULÍK, Z. - HRIVNA, L., 2008. Řepka ozimná. In: Multimedialní učební texty z výživy a hnojení polních plodin. Ústav agrochemie a výživy

roślin, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. [online]. [2008-10-08]. Dostupné na <http://old.mendelu.cz/~agro/af/multitexty_2/html/olejniny/A_index_olejniny.htm>

WISHMEIER, W. H. - SMITH, D. D., 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses. A Guide to Conservation Planning. Agriculture Handbook No. 537. Washington D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1978, 58 p..

Zákon NR SR č. 220/2004 o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy a o zmene zákona č. 245/2003 Z. z. o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov.

HODNOTENIE VPLYVU PH NA OBSAH MEDI A ZINKU V SÚSTAVE SEDIMENT VODA

IMPACT ASSESSMENT OF THE PH ON COPPER AND ZINC CONTENTS IN SEDIMENT WATER SYSTEM

Magdaléna BÁLINTOVÁ¹ – Aneta LACKOVÁ¹

ABSTRACT

The abandoned Smolník mine is regarded as an environmental loading in the Slovak republic. Flooded mines produce acid mine drainage (AMD) with high contents of dissolved metals (Cu, Zn, Fe, Cu, Al, Zn, etc..) and with low pH (2-4). Based on experimental results of pH influence on Cu and Zn precipitation, the paper deals with the influence of pH on redistribution of copper and zinc in water and sediments in the Smolník creek dependence on their contents in acid mine drainage (AMD) from shaft Pech (mine Smolník).

KEY WORDS

acid mine drainage, heavy metals, sediment

Úvod

Vznik a úprava kyslých banských vôd (AMD) predstavujú jednu z najväčších environmentálnych problémov, ktoré sa týkajú banskej a úpravníckej činnosti v celosvetovom meradle. Ložiská sulfidických minerálov predstavujú počas ťažby, ale najmä po uzatvorení baní, potenciálne „prírodné bioreaktory“ produkujúce AMD.

Eliminácia následkov takýchto banských činností z minulých desaťročí patrí v súčasnosti k vážnym environmentálnym problémom aj v Slovenskej republike. Zatopené bane produkujú kyslé banské vody s vysokým obsahom rozpustených kovov (Cu, Zn, Fe, Al a pod.) a nízkou hodnotou pH (2-4). Ich vznik je spojený najmä s chemickou oxidáciou sulfidov a chemickými procesmi prebiehajúcimi v zatopených baniach, na haldách a odkaliskách.

Potencionálne toxické prvky vo forme roztokov banských vôd sú po uvoľnení z banských diel či hald rozširované do okolitého prostredia najmä vodnými tokmi. V nich sú sorbované na suspendované látky a riečne sedimenty a v miestach so zníženou

¹ doc. RNDr. Magdaléna Bálintová, PhD., Ing. Aneta Lacková

Ústav budov a prostredia, Katedra materiálového a environmentálneho inžinierstva, Stavebná fakulta, Technická Univerzita v Košiciach, Vysokoškolská 4, 042 00 Košice, magdalena.balintova@tuke.sk, aneta.lackova@tuke.sk

unášacou schopnosťou sa akumulujú v podobe dnových sedimentov najmä vo vodných dielach (BÁLINTOVÁ et al., 2009; BÁLINTOVÁ, JUNÁKOVÁ, 2008).

Jedným z vodných tokov zaťažených kyslými banskými vodami je potok Smolník, ktorý preteká územím okresu Gelnica a je významným pravostranným prítokom Hnilca, s dĺžkou 19,7 km (obrázok 1). Na hornom toku napája údolnú vodnú nádrž Úhorná. Údolie Smolníka je starou baníckou oblasťou, ťažbu rúd tu pripomínajú viaceré haldy a opustené štôlne. Toto ložisko patrí k historicky najznámejším a najbohatším železo-medným rudným ložiskám Slovenska.

Po ekologickej havárii v potoku Smolník v roku 1995 bola urobená analýza vôd v opustenej bani a v jej širokom okolí. Chemické analýzy vôd z bane, ktoré boli odobierané zo šachty Pech dokumentujú, že v smolníckej bani aj po jej úplnom zatopení vznikali veľmi kyslé a mineralizované vody. Takéto vody vytekajú na povrch a kontaminujú vody v potoku. Okrem dominantného obsahu síranov vody vykazujú vysoké obsahy Fe a Al a ďalších kovov, ako sú Mg, Zn, Cu a Mn (JAŠKO, V. et al., 2008; BÁLINTOVÁ, JUNÁKOVÁ, 2008).



Obrázok 1 Lokalita oblasti Smolník

MATERIÁL A METÓDY

Pre štúdium vplyvu pH na zrážanie vybraných kovov bola použitá reálna vzorka kyslej banskej vody zo šachty Pech, ktorej pH bolo 3,62. 100 ml vzorky vody bolo neutralizované roztokom NaOH ($0,5 \text{ mol l}^{-1}$) postupne do pH 4 až 8. Počas titrácie bol roztok miešaný a kontinuálne bolo monitorované pH (pH-meter, METTLER TOLEDO). Po dosiahnutí stanoveného pH bol roztok prefiltrovaný a vo filtráte bola stanovená koncentrácia medi a zinku pomocou kolorimetra DR 890 (HACH LANGE).

Pre sledovanie interakcie AMD s povrchovou vodou a sedimentom boli vybrané dve odberné miesta v potoku Smolník. Prvé sa nachádza cca 200 m pod výtokom kyslej banskej vody zo šachty Pech, druhé pred vtokom potoka Smolník do rieky Hnilca

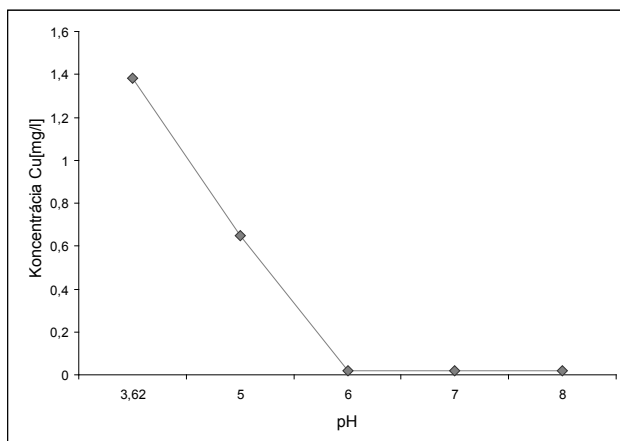
(obrázok 2). Chemická analýza odobratých vzoriek povrchovej vody a sedimentov bola vykonaná v akreditovanom skúšobnom laboratóriu Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra v Spišskej Novej Vsi.



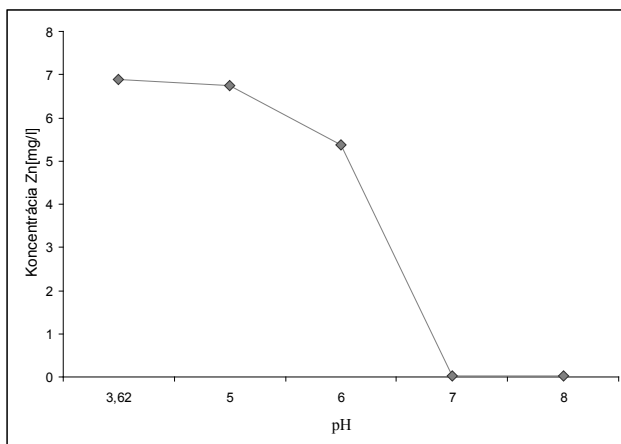
Obrázok 2 Odberné miesta AMD z potoka Smolník

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Vplyv pH na zrážanie medi a zinku z kyslej banskej vody je znázornené na obrázkoch 3 a 4.



Obrázok 3 Vplyv pH na zrážanie medi

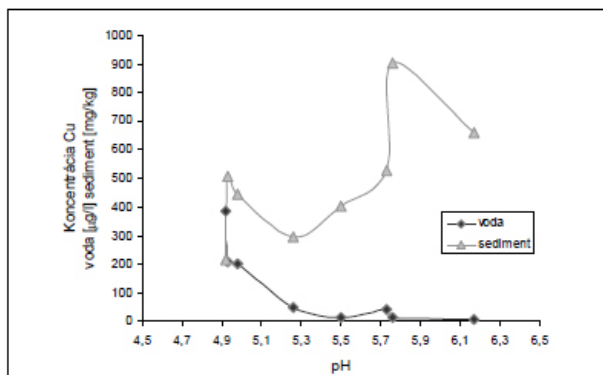


Obrázok 4 Vplyv pH na zrážanie zinku

Ako vyplýva z obrázkov 3 a 4 med' sa začína zrážať už pri pH 5 pričom 99,9 % medi bolo vyzrážané pri pH 6. Zinočnaté kationy sa zrážajú v rozmedzí pH 5 až 7. Pri pH 7 sa vyzrážalo 96,7 % zinku. Podľa literárnych údajov dochádza k zrážaniu medi pri pH > 4 a zinku pri pH 5,5-7,0 (MATLOCK et al., 2002; XINCHAO et al., 2005).

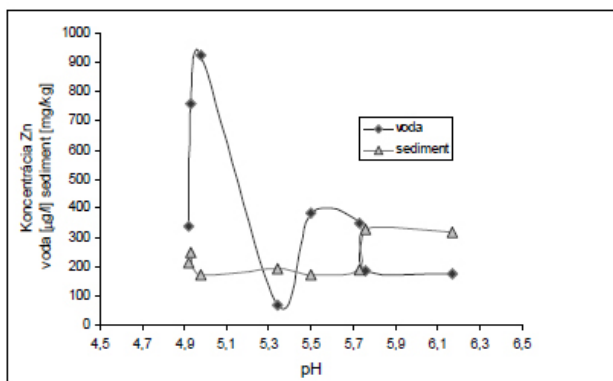
Uvedené výsledky boli využité pre sledovanie interakcie povrchovej vody v potoku Smolník so sedimentmi, pretože zmiešaním AMD s povrchovou vodou dochádza k zvýšeniu jej pH, čo sa následne môže prejavieť zrážaním kovov.

Vplyv pH na koncentráciu medi vo vode a sedimente v potoku Smolník je znázornený na obrázku 5. Z priebehov grafov znázorňujúcich koncentrácie môžeme konštatovať, že so zvyšujúcim sa pH vody klesá koncentrácia medi v povrchovej vode vplyvom jej zrážania a následným zvýšením koncentrácie medi vo vzorkách sedimentu.



Obrázok 5 Vplyv pH na koncentráciu medi vo vode a v sedimente v potoku Smolník

Podľa literárnych údajov sa zinok zráža v rozpätí pH 5,5 až 7,0. Tento fakt sa potvrdil prudkým znížením koncentrácie zinku vo vzorke vody a súčasným nárastom vo vzorke sedimentu pri pH 5,76. Vplyv pH na koncentráciu zinku vo vode a v sedimente v potoku Smolník je znázornený na obrázku 6.



Obrázok 6 Vplyv pH na koncentráciu zinku vo vode a v sedimente v potoku Smolník

ZÁVER

Z hodnotených interakcií vyplynulo, že koncentrácia medi a zinku v povrchovej vode potoka Smolník kolíše v závislosti od kvality kyslej banskej vody vytekajúcej zo šachty Pech. Súčasne je ovplyvňovaná zmenou pH povrchovej vody, ktorá súvisí aj s prietokom vody v závislosti od zrážkovej činnosti. V súlade s literárnymi poznatkami zvýšenie pH spôsobuje zrážanie týchto kovov a ich akumuláciu v sedimentoch. Takýto sediment transportovaný v hydrografickej sieti sa môže stať potenciálnym zdrojom týchto kovov pri opätovnom znížení pH.

POĎAKOVANIE

Tento článok bol vytvorený realizáciou projektu s názvom Podpora Centra excelentného integrovaného výskumu progresívnych stavebných konštrukcií, materiálov a technológií, na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja a pri riešení projektu VEGA č. 1/0613/08.

LITERATÚRA

- BÁLINTOVÁ, M. – JUNÁKOVÁ, N. – SINGOVSKÁ, E., 2009. Hodnotenie kvality vody v potoku Smolník ovplyvnenej starými banskými záťažami. In: 12th International Scientific Conference Brno: Vodní stavby, vodní hospodářství a ekologické inženýrství:17-20.
- BÁLINTOVÁ, M. – JUNÁKOVÁ, N., 2008. Zhrošovanie kvality povrchových vôd v potoku Smolník vplyvom kyslých banských vôd. In: Zem v pasci?: Analýza zložiek životného prostredia. Zvolen: TU s. 88-92.
- JAŠKO, V. et al. 1998. Smolník-monitoring vývoja kvality vôd ložiska Cu-S rúd. Ročná záverečná správa, Bratislava, 1998.
- MATLOCK, M. M. – HOWERTON, B. S. – ATWOOD, D. A., 2002. Chemical precipitation of heavy metals from acid mine drainage. In: Water Res. Vol. 36, No. 19: 4757-4764.
- XINCHAO, W. – ROGER, C. – VIADERO, J. – KAREN, M., 2005. Recoverz of Iron and Aluminum from acid mine drainage bz selective precipitation. In: Environ. Eng. Sci., VOL. 22, No. 6: 745-755.

VYUŽITIE RIZIKOVEJ ANALÝZY V KRAJINNOEKOLOGICKOM HODNOTENÍ

USE RISK ANALYSIS IN LANDSCAPE ECOLOGICAL ASSESSMENT

*Martina ZELENÁKOVÁ¹ - Lenka ZVIJÁKOVÁ¹***ABSTRACT**

This paper presents a new approach to landscape ecological assessment by application of risk analysis methods. It focuses on analysis of risks in the environment and their subsequent quantitative evaluation by FMECA (Failure Mode Effects and Criticality Analysis) method. The FMECA method assesses the environment by evaluation of environmental quality indicators. For each indicator is set classification of probability and consequence of adverse effect. For calculation of the risks in the environment is required to determine the weights for each assessed indicator, which is directly proportional to their assumed importance. This work contains a description of a particular indicator. There are also mentioned other indicators. On the base of acquired knowledge the whole process of environmental quality assessment is applied in the conditions of Košice region. There are proposed measures to reduction the potential risks in the conclusion with aim to achieve increased environmental quality.

KEY WORDS

environmental assessment, environmental quality, risk analysis, indicators

Úvod

Kvalita životného prostredia ovplyvňuje zdravie a dĺžku života človeka, ako aj kvalitu ekosystému. Najzávažnejšou príčinou zhoršovania kvality prostredia a zdrojom rizík pre človeka a ekosystém je antropogénna činnosť. Jej nárastom a kumulovaním rastie celkové riziko, ktoré môže presiahnuť spoločensky prijateľnú mieru. Prípustnú mieru znečisťovania životného prostredia (ŽP) určujú medzné hodnoty stanovené osobitnými predpismi. Z toho dôvodu je nutné sledovať kvalitu ŽP a dôsledne ju vyhodnocovať, aby sa vytvorili predpoklady pre jej zlepšovanie.

Hodnotenie krajiny ako interdisciplinárna činnosť, pomocou ktorej je krajina popísaná a analyzovaná nám umožňuje vytvárať obraz o hodnote našej krajiny. Problematika hodnotenia prírodného prostredia je predmetom súčasného výskumu a za-

¹ doc. Ing. Martina Zeleňáková, PhD., Ing. Lenka Zvijáková
Technická univerzita v Košiciach, Stavebná fakulta, Vysokoškolská 4,
042 00 Košice, martina.zelenakova@tuke.sk, lenka.zvijakova@tuke.sk

hrňa početné metódy a metodiky. Žiadna však nevyužíva na hodnotenie niektorých z metód rizikovej analýzy. Z toho dôvodu je cieľom tohto príspevku predstaviť nový prístup k hodnoteniu, ktorý je založený na aplikácii metódy rizikovej analýzy, ktorá vytvára jednotný, komplexný a hlavne použiteľný nástroj pre analýzu a hodnotenie rizík v životnom prostredí. Výsledky hodnotenia umožňujú analytikom rizika zamerať preventívne alebo zmierňujúce opatrenia na dôležité základné príčiny k redukcii pravdepodobnosti nežiaduceho účinku a tým zmierňovanie dôsledkov.

MATERIÁL A METÓDY

Súčasný krajinnokoologický hodnotenie

Problematica krajinnokoologického hodnotenia životného prostredia je predmetom súčasného výskumu a zahŕňa početné metódy a metodiky. V Slovenskej republike sa v súčasnosti uplatňuje metodika hodnotenia úrovne životného prostredia, ktoré vychádza z postupu vypracovaného v URBION-e v Bratislave (LUMNITZER, BADIDA, ROMÁNOVÁ, 2007). Pod vedením Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky sa pracovisko Slovenskej agentúry životného prostredia v Košiciach v procese environmentálnej regionalizácie Slovenska už niekoľko rokov zaoberá analýzou stavu zaťaženia zložiek životného prostredia a pôsobenia jednotlivých rizikových faktorov v regiónoch Slovenskej republiky, výberom relevantných charakteristík a v rámci nich ukazovateľov environmentálnych záťaží, priemetom vybraných ukazovateľov a syntetickým vyjadrením stavu životného prostredia Slovenskej republiky (BOHUŠ, KLINDA, 2008).

V metodických a aplikačne zameraných prácach v Slovenskej republike, vypracovaných napr. podľa metodiky krajinnokoologického plánovania (LANDEP) sa pri hodnotení stavu životného prostredia používa postup hodnotenia stretov socio-ekonomických záujmov a riešenie ekologických problémov v krajine.

Významná pozornosť sa venuje hodnoteniu súčasného stavu životného prostredia aj v procese posudzovania vplyvov na životné prostredie - EIA (podľa zákona NR SR č. 24/2006 Z.z.).

Krajinnokoologické hodnotenie únosnosti ekosystémov a ich stability je na Slovensku zakotvené vo viacerých zákonoch. Doteraz nie je vypracovaná jednotná metodika hodnotenia. Metodika ekologickej únosnosti krajiny vychádzala zo základných postupov metodiky krajinnokoologického plánovania – metodiky LANDEP (LUMNITZER, BADIDA, ROMÁNOVÁ, 2007). Najčastejšie sa na hodnotenie ekologickej stability krajiny používajú koeficienty ekologickej stability. Postup ich výpočtu je rozpracovaný viacerými autormi.

V procese krajinnokoologického hodnotenia sa aplikuje aj metodika hodnotenia ekologickej kvality priestorovej štruktúry krajiny, ktorú spracovali autori Ústavu krajinej ekológie v Bratislave (KLEMENTOVÁ, 2005).

Ďalšou známou je metóda totálneho ukazovateľa kvality prostredia, ktorá slúži k stanoveniu komplexnej úžitkovej hodnoty územia z hľadiska antropogénne ovplyvnenej kvality životného prostredia. Teoretický základ metódy totálneho ukazovateľa kvality prostredia tvorí koncepcia ekologickej hodnotovej analýzy dovedená až do štádia rozhodnutia (ŘÍHA, 1995).

Nový prístup v krajinnoekologickom hodnotení

V krajinnoekologickom hodnotení sa doteraz nevyužívajú na hodnotenie metódy rizikovej analýzy. Z toho dôvodu je predstavený nový spôsob hodnotenia kvality prostredia založený na hodnotení rizík v prostredí. Základ navrhovaného postupu tvorí analyzovanie rizík v životnom prostredí a ich následné kvantitatívne hodnotenie (Quantitative Risk Assessment – QRA) zvolenou metódou rizikovej analýzy.

Analýza rizika je prvým a zásadným krokom v komplexnom zabezpečení ochrany životného prostredia (ŠLEZINGR, 2006). Výberu vhodnej metódy, respektíve vhodnej kombinácie niekoľkých metód analýzy rizika je nutné venovať zvýšenú pozornosť. Vlastná realizácia analýzy rizika je špecializovaná činnosť, obvykle časovo náročná, vyžadujúca dostupné a relevantné vstupné hodnoty.

Prezentovaný postup reprezentatívne hodnotí kvalitu životného prostredia na základe klasifikácie rizika pre vybrané indikátory jednotlivých zložiek prostredia, prostredníctvom zvolenej metódy rizikovej analýzy, konkrétne FMECA (Failure Mode, Effects and Criticality Analysis).

Hodnotenie sa zameriava na stanovenie rizika (R) pre prostredie, ktoré je súčinom troch základných parametrov: pravdepodobnosti (P), dôsledku (D) a váhy (w). Pre určenie rizika je potrebné stanoviť parametre pravdepodobnosti a vzniku potenciálneho dôsledku (ZELEŇÁKOVÁ, 2003) pre hodnotené indikátory. Východiskom pri stanovení týchto hodnôt sú slovenské technické normy, legislatíva, hygienické predpisy, prípadne odborná literatúra, ako i subjektívne návrhy (ZVÍJÁKOVÁ, 2009). Pre klasifikáciu pravdepodobnosti vzniku nežiaduceho účinku a dôsledku vplyvu určitého faktora, je vhodné aplikovať polokvantitatívnu metódu. Pre hodnotenie prírodného prostredia je potrebné stanoviť indikátory relevantné kvalite prostredia.

Váha hodnoteného indikátora, ktorá ovplyvňuje riziko pre prostredie, slúži k rozlíšeniu relatívnej významnosti jednotlivých indikátorov. Dôležitosť kritérií váhy bola stanovená subjektívne po konzultáciách s odborníkmi. Počet priradených váh je priamo úmerný predpokladanému významu indikátora.

V príspevku je prezentované hodnotenie prostredia pre podmienky Košického kraja (ZVÍJÁKOVÁ, 2009). Vstupné údaje boli uvažované za obdobie roku 2008.

Hodnotiace indikátory a ich analýza

Hodnotenie životného prostredia, ako už bolo uvedené, možno efektívne realizovať zhodnotením jednotlivých indikátorov. V nasledujúcej časti je prezentovaný vybraný indikátor (Znečistenie ovzdušia) relevantný hodnoteniu kvality prostredia. Stručne je rozpísaná jeho charakteristika, jemu prislúchajúca súčasná platná legislatíva, zdroj hodnotených údajov, navrhované charakteristiky pravdepodobnosti a dôsledku vzniku nežiaduceho účinku.

Charakteristika indikátora

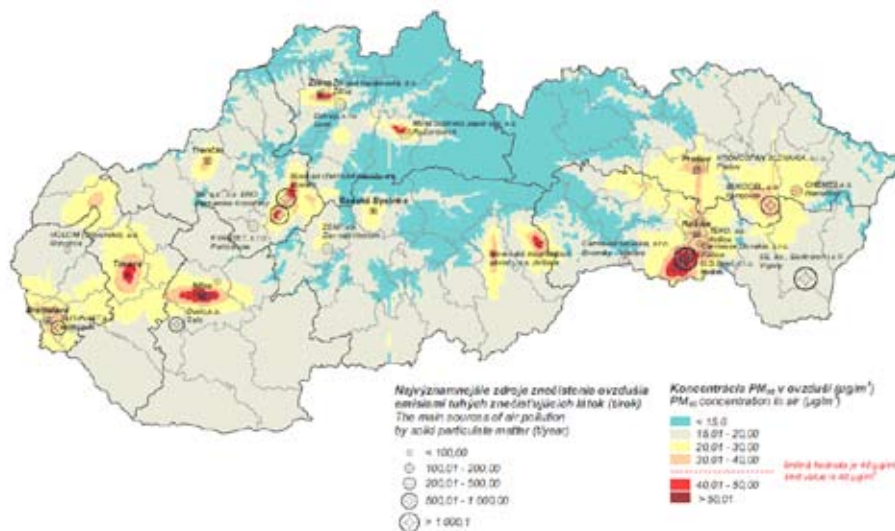
Znečistené ovzdušie označuje stav atmosféry, keď sú v ovzduší prítomné zložky na kratší alebo dlhší čas nepriaznivo ovplyvňujúce životné prostredie.

Znečisťovanie ovzdušia znamená vypúšťanie (vnášanie, emisiu) znečisťujúcich látok do atmosféry. Tieto látky priamo alebo po chemických zmenách v ovzduší, prípadne v spolupôsobení s inou látkou nepriaznivo ovplyvňujú životné prostredie.

Znečistenie ovzdušia predstavuje prítomnosť (obsah, imisiu) znečisťujúcich látok v ovzduší. Znečisťovanie je teda dej alebo činnosť, kým znečistenie je určitý stav, ktorý je dôsledkom tohto deja. Miera znečistenia ovzdušia (vyjadrená okamžitou alebo priemernou koncentráciou škodlivín na danom mieste) závisí od emisie škodlivín a od procesov, ktorým sú tieto emisie v ovzduší podrobené. Túto mieru charakterizujú zistené imisie škodlivín.

Najväčší problém kvality ovzdušia na Slovensku, ako aj vo väčšine európskych krajín, predstavuje v súčasnosti znečistenie ovzdušia tuhými časticami. Podľa veľkosti sa tuhé znečisťujúce látky delia na dve základné skupiny, a to: hrubšie častice s priemerom od 2,5 do 10 (μm) (označované ako PM_{10} - suspendované častice v ovzduší, ktoré prejdú zariadením selektujúcim častice s aerodynamickým priemerom 10 μm s 50 % účinnosťou) a jemnejšie častice s priemerom menším než 2,5 mikrometra (označované ako $\text{PM}_{2,5}$).

Ako podklad pre určenie kategórií pravdepodobnosti a stupňov dôsledku je vhodné použiť zhodnotenie vyplývajúce z obr. 1.



Obrázok 1 Priemerné ročné koncentrácie tuhých látok (BOHUŠ, KLINDA, 2008)

Legislatíva

Kvalitu ovzdušia vo všeobecnosti určuje obsah znečisťujúcich látok vo vonkajšom ovzduší. V § 7 zákona č. 478/2002 Z. z. o ovzduší v znení neskorších predpisov je stanovený postup pre jej hodnotenie. Kritéria kvality ovzdušia (limitné a cieľové hodnoty, medze tolerancie, horné a dolné medze na hodnotenie a ďalšie) sú uvedené vo vyhláške MŽP SR č. 705/2002 Z. z. o kvalite ovzdušia v znení vyhlášky 351/2007 Z. z.

ZDROJ ÚDAJOV

Slovenský hydrometeorologický ústav, Slovenská agentúra životného prostredia.

Pravdepodobnosť vzniku nežiaduceho účinku

Pre vyjadrenie pravdepodobnosti boli zvolené merné územné emisie, ktoré udávajú hodnotu vyprodukovaných emisií v danom území a vzťahujú sa na rozlohu územia. Dávajú predstavu o územnom rozložení emitovaných znečisťujúcich látok. Ako reprezentatívny prvok boli zvolené tuhé znečisťujúce látky. Charakteristiky jednotlivých stupňov pravdepodobnosti sú uvedené v tab. 1, podľa klasifikácie uvedenej SHMÚ (2007).

Tabuľka 1 Stupne pravdepodobnosti

Pravdepodobnosť	Stupeň	Merné územné emisie TZL [t.rok.km ⁻²]
zanedbateľná	1	< 1
nízka	2	1 - 5
stredná	3	5 - 10
vysoká	4	> 10

Dôsledok prípadného nežiaduceho účinku

Z výsledkov uvedených v správe *Slovenského hydrometeorologického ústavu – odbor Ochrana ovzdušia: Hodnotenie kvality ovzdušia v Slovenskej republike 2007* vyplýva, že najväčší podiel na celkovom znečistení s ohľadom na limitné hodnoty má v rámci celého Slovenska znečistenie ovzdušia PM₁₀. Z toho dôvodu východiskom pre určenie dôsledku je úroveň znečistenia ovzdušia PM₁₀. Charakteristiky kategórií dôsledkov boli odvodené od limitnej hodnoty PM₁₀, ktorá predstavuje 4 kategóriu, ako je uvedené v tab. 2.

Tabuľka 2 Kategórie dôsledku

Dôsledok	Kategória	Koncentrácia PM ₁₀ v ovzduší [µg.m ⁻³]
zanedbateľné znečistenie ovzdušia	1	< 15
nízke znečistenie ovzdušia	2	15,01 – 20,00
stredné znečistenie ovzdušia	3	20,01 – 40,00
vysoké znečistenie ovzdušia	4	> 40,01

Podobným spôsobom je možné určiť a vyšpecifikovať ďalšie indikátory, ktoré prispievajú k presnejšiemu zhodnoteniu vybranej lokality.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V tab. 3 je prehľadne spracovaný výpočet rizika metódou FMECA. Výsledkom tohto spracovania je špecifikácia indikátorov, ktoré sú v hodnotenom prostredí najrizikovejšie. Tie si vyžadujú zvýšenú pozornosť a urýchlené opatrenia.

Tabuľka 3 Výpočet rizika metódou FMECA

Indikátor		Pravdepodobnosť P	Dôsledok D	Váha w	Riziko $R = P \times D \times w$
A	Znečistenie ovzdušia	4	4	0,2	3,2
B	Znečistenie OV vypúšťaných z ČOV do povrchových vôd	3	2	0,1	0,6
C	Vypúšťané množstvo OV do tokov	3	4	0,1	1,2
D	Povodne	4	3	0,15	1,8
E	Erózia pôdy	1	1	0,05	0,05
F	Kontaminácia pôdy	4	4	0,15	2,4
G	Využívanie odpadov	3	4	0,1	1,2
H	Chránené územia	2	3	0,05	0,3
I	Hluková záťaž prostredia	3	4	0,05	0,6
J	Ťažba dreva	3	3	0,05	0,45
Σ					11,8

Každé zistené riziko je vhodné vyhodnotiť podľa tzv. matice rizika. Určujúcim prvkom pre umiestnenie rizika do matice rizika je odhadovaná pravdepodobnosť výskytu a pravdepodobný dopad v prostredí. Pohľad na konkrétne predpokladané riziko v matici rizika poskytne obraz o prijateľnosti či neprijateľnosti uvedeného rizika a umožní porovnanie jednotlivých rizík.

Najnižšia miera rizika môže byť 1 a najvyššia 16 pre jednotlivé indikátory. Podľa farebného znázornenia je riziko zatriedené do štyroch klasifikácií, ako je uvedené v tab. 4. Prvá kategória predstavuje malé riziko, druhá kategória stredné riziko, tretia kategória vysoké riziko a štvrtá kategória predstavuje extrémne riziko pre prostredie.

Tabuľka 4 Vyjadrenie miery rizika

Malé riziko	Vysoké riziko
Stredné riziko	Extrémne riziko

Prehľadná tab. 5 znázorňuje zatriedenie indikátorov do matice rizika.

Na základe tab. 5 je možné vidieť riziko jednotlivých indikátorov. Indikátor s poradovým písmenom E - Erózia pôdy sa nachádza v oblasti s malým rizikom. Indikátor s poradovým písmenom H - Chránené územia sa nachádza v oblasti so stredným rizikom. Indikátory B - Znečistenie OV vypúšťaných z ČOV do povrchových vôd a J - Hluková záťaž prostredia sa nachádzajú v oblasti vysokého rizika. Indikátory A, C, D, F, G, a I, ktoré sa nachádzajú v oblasti extrémneho rizika, sa v najväčšej miere podieľajú na zlom stave životného prostredia v Košickom kraji a vyžadujú si návrh opatrení na ich redukciiu.

Tabuľka 5 Matica rizika

Riziko		Dôsledok			
		1	2	3	4
Pravdepodobnosť	1	E			
	2			H	
	3		B	J	G, C, I
	4			D	A, F

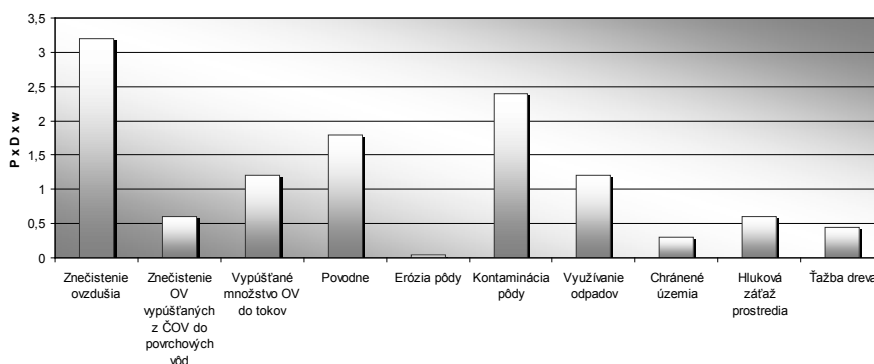
Súčet vypočítaných rizík všetkých desiatich indikátorov udáva hodnotu intervalu, na základe ktorej sa určí výsledné riziko pre hodnotené územie podľa tab. 6 a tým sa klasifikuje kvalita prostredia.

Tabuľka 6 Stanovenie intervalov výsledného rizika

Trieda rizika	Bodové hodnotenie	Prijateľnosť rizika v prostredí	Klasifikácia kvality prostredia
I.	1 – 4	riziká v prostredí sú prijateľné	veľmi dobrá
II.	5 – 8	riziká v prostredí sú mierne	dobrá
III.	9 – 12	riziká v prostredí sú nežiaduce	zlá
IV.	13 – 16	riziká v prostredí sú neprijateľné	veľmi zlá

Z tab. 3 vyplýva, že súčet všetkých vypočítaných rizík je 11,8. Na základe tab. 6 možno zhodnotiť, že bodové hodnotenie kvality prostredia Košického kraja spadá do rozmedzia 9 - 12. Z toho vyplýva, že riziká v prostredí sú nežiaduce a kvalita životného prostredia je zlá.

Obr. 2 prehľadne zobrazuje hodnotenie metódou FMECA. Z uvedených výsledkov hodnotenia rizika metódou FMECA možno konštatovať, že na zhoršenej kvalite prostredia v Košickom kraji majú najväčší vplyv riziká plynúce z indikátorov A - Znečistenie ovzdušia, F - Kontaminácia pôdy. Z toho dôvodu sú potrebné návrhy na zlepšenie kvality prostredie pre uvedené indikátory.



Obrázok 2 Závažnosť indikátorov

V Košickom kraji možno opatrenia na zlepšenie kvality ovzdušia rozdeliť do štyroch oblastí. Medzi opatrenia v územnom plánovaní patria:

- budovanie a skvalitňovanie siete cyklistických komunikácií a ich izolácia od priameho styku s automobilovou dopravou pásmi bariérovej zelene;
- umiestňovanie nových stacionárnych zdrojov znečisťovania ovzdušia v dostatočných vzdialenostiach od obytných mestských zón s prihliadnutím na prevládajúce smery vetra.

Prevádzkovatelia zdrojov znečisťovania ovzdušia by mali realizovať opatrenia v podobe modernizácie výroby, odprašovania, rekonštrukcie filtrov, elektroodlučovačov. V riadení dopravy na zníženie emisií sú dôležité opatrenia vo forme výstavby preložiek existujúcich ciest, výstavby mimoúrovňových križovatiek, pravidelnej údržby a rekonštrukcii cestných sietí, zriaďovaní zelenej vlny. Medzi opatrenia v regulácii domácností patria: podpora centrálneho vykurovania a zákaz spaľovania akéhokoľvek odpadu na voľných plochách pri nepriaznivých rozptylových podmienkach.

V oblasti redukcie rizika pre indikátor kontaminácia pôdy je možné využiť niektoré agro-environmentálne opatrenia. Tie ponúkajú príležitosť pre prednostnú obnovu organickej hmoty v pôde, podporu pôdnej biodiverzity, obmedzenie pôdnej erózie a kontaminácie. Tieto opatrenia zahŕňajú podporu organického hospodárenia, ochranné obrábanie pôdy, ochranu a zachovanie terás, bezpečnejšie používanie pesticídov, integrovanú rastlinnú produkciu a využitie certifikovaných kompostov. Účelné by bolo určiť kontaminované miesta a vytvoriť sanačnú stratégiu. Okrem toho je potrebné riešiť prevenciu kontaminácie prostredníctvom požiadavky obmedziť uvoľňovanie nebezpečných látok do pôdy.

ZÁVER

Príspevok predstavuje nový prístup krajinnoekologického hodnotenia prostredníctvom metódy rizikovej analýzy (FMECA). Hodnotiaca sieť tak ako tu bola predstavená je otvoreným systémom, ktorý umožňuje kedykoľvek pridať do hodnotenia nové indikátory, resp. niektoré z nich deaktivovať, meniť. Opísaný systém hodnotenia je výrazne deterministický, poznačený veľkou dávkou subjektivity, ale i napriek tomu prezentuje nový a adekvátny prístup k stanoveniu rizika v prostredí.

Na základe výsledkov zhodnotenia kvality prostredia v Košickom kraji možno konštatovať, že kvalita prostredia v kraji je zlá a riziká v prostredí sú nežiaduce. Najväčšie riziká pre prostredie predstavujú indikátory znečistenie ovzdušia, kontaminácia pôdy. Znižovanie uvedených rizík je nutnou podmienkou na ochranu životného prostredia a zabezpečenie trvalo udržateľného rozvoja.

POĎAKOVANIE

Príspevok bol vypracovaný vďaka podpore projektu VEGA 1/0613/08.

Centrum spolupráce bolo podporované Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. SUSPP-0007-09.

LITERATÚRA

- BOHUŠ, P. – KLINDA, J., 2008. Environmentálna regionalizácia Slovenskej republiky. MŽPSR. SAŽP, 102 s. ISBN 978-80-88850-84-7
- KLEMENTOVÁ, E., 2005. Krajinná ekológia. Bratislava: Vydavateľstvo STU. 176 s. ISBN 80-227-2343-6
- LUMNITZER, E. – BADIDA, M. – ROMÁNOVÁ, M., 2007. Hodnotenie kvality prostredia. 1.vydanie. Košice: Sjf TU, 281 s. ISBN 978-80-8073-836-5
- ŘÍHA, J., 1995. Hodnocení vlyvu investic na životní prostředí: vícekritériální analýza a EIA. Praha: Academia. 348 s. ISBN 80-200-0242-1
- SHMÚ - MŽP SR, 2008. Správa o kvalite ovzdušia a podiele jednotlivých zdrojov na jeho znečistení v SR 2007. Bratislava. 90 s. ISBN 978-80-88907-66-4
- ŠLEZINGR, M., 2006. RIZIKOVÁ ANALÝZA ZÁPLAVOVÝCH ÚZEMÍ-STANOVENÍ POTENCIÁLNÍCH ŠKOD. IN: KRAJINNÉ INŽENÝRSTVÍ 2006, ČSSI PARDUBICE, PRAHA, ISBN 80-903258-5-8
- ZELEŇÁKOVÁ, M., 2003. Environmentálne riziká v podmienkach povodí vodných tokov východného Slovenska. Dizertačná práca. Košice: SvF 101 s.
- ZVÍJÁKOVÁ, L., 2009. Hodnotenie kvality prostredia metódami rizikovej analýzy. Diplomová práca. Košice: SvF, 100 s.

POROVNANIE FILTRAČNEJ SCHOPNOSTI ŠPECIÁLNYCH FILTRAČNÝCH MATERIÁLOV V ZARIADENIACH PRE ODLUČOVANIE TUHÝCH ČASTÍC

THE COMPARISON OF THE EFFECTIVENESS OF THE SPECIAL FILTRATION MATERIALS IN PARTICULATE MATTER SEPARATORS

Adriana EŠTOKOVÁ¹ – Jana HUDÁKOVÁ² – Anton VALIGA¹

ABSTRACT

The paper presents the results of the study of properties of filtration materials with special surface treatment. The special filtration material samples (fy Filtex, Slovakia) were installed into separation equipment ALFA-JET PLUS 216 in lime plant Calmit s.r.o. Margecany. The good thermal and chemical resistance were found out for tested samples. The best results in view of surface weight increase and permeability properties were detected for sample TE 500TFH – F1 – LR with COATING - surface treatment based on polytetrafluorethylene.

KEY WORDS

cloth filter, particulate matter, coating

Úvod

Neustále zvyšovanie spotreby energií, dopravy a spotrebného života obyvateľov so sebou prináša aj neustále zvyšovanie emisií tuhých znečisťujúcich látok (TZL), čo predstavuje veľký problém pre kvalitu ovzdušia a pre zdravie ľudí. TZL sú emitované zo širokej škály zdrojov znečisťovania. Najvýznamnejšie sú: cestná doprava (25 %), priemyselné procesy bez spaľovania (24 %), priemyselné závody so spaľovacími zariadeniami (17 %), spaľovne odpadov a domáce kúreniská (16 %) a palivovo-energetický priemysel (15 %). Na potenciálnom zdravotnom účinku sa podieľa veľkosť aj zloženie častíc. Podľa odborníkov sú TZL považované za najkritickejšie základné znečisťujúce látky, zvlášť jemné častice s priemerom menším než 10 µm môžu preniknúť hlboko do pľúc, čo môže spôsobovať vážnejšie poškodenie než hrubšie častice, ktoré sú pri dýchaní prirodzeným mechanizmom odfiltrované. TZL môže zapríčiniť aj podráždenie očí, nosa a hrdla (KRAJSKÝ ÚRAD ŽIVOTNÉHO PROSTREDIA KOŠICE, 2008).

- 1 doc. RNDr. Adriana Eštoková, PhD., Ing. Anton Valiga
Technická Univerzita v Košiciach, Stavebná fakulta, Ústav budov a prostredia,
Vysokoškolská 4, 042 00 Košice, Adriana.Estokova@tuke.sk
- 2 Ing. Jana Hudáková, Filtex SK s.r.o., Barčianska 66, Košice, filtex-office@filtex.sk

Odlučovanie škodlivých látok hrá veľmi dôležitú úlohu pri ochrane životného prostredia a preto by sa mala technológií odlučovania a vývoja nových látok a úprave ich povrchov venovať väčšia pozornosť.

K najčastejšie používaným odlučovacím zariadeniam pre TZL patria látkové filtre. Princípom odlučovania tuhých častíc v látkových filtroch je zachytávanie častíc na póroch filtračného materiálu. Používajú sa na zachytávanie veľmi jemných, nelepivých tuhých častíc s koncentráciou menšou ako 200 g/m^3 . Účinnosť odlučovania sa pohybuje okolo 99,9 % (TOLGYESSY, PIATRIK, 1994).

Na filtráciu možno použiť rôzne materiály spĺňajúce základné požiadavky na štruktúru vrstvy, mechanické, tepelné, chemické a elektrické vlastnosti. Štruktúra vrstvy rozhoduje o počiatkovej odlučivosti alebo životnosti danej látky. Pri rovnakej odlučivosti možno rovnomernou štruktúrou filtračnej vrstvy znížiť tlakovú stratu vrstvy pri iných nezmenených parametroch.

Z hľadiska pôvodu sa textílie používané na filtračné elementy látkových filtrov rozdeľujú na prírodné (bavlna, vlna), alebo syntetické (polyamid, polyakrylát, polyester, polypropylén, polyvinylchlorid, sklo atď.). Z hľadiska technológie výroby látok sú buď tkané, alebo vpichované. Technológiou vpichovania sa textilné filtračné elementy vyrábajú predvážne z prirodzených vlákien.

Pre čistenie horúcich plynov s teplotou okolo 250°C , krátkodobo i vyššou teplotou, sú používané termostabilné aramidové vlákna typu NOMEX, kombinované s teflonom. Cena týchto filtračných materiálov býva niekoľkonásobne vyššia, ako je cena klasických materiálov, ale je vyvážená spoľahlivosťou a vyššou životnosťou. Bavlna a polyester sú použiteľné iba do teplôt okolo $120 - 160^\circ\text{C}$, pri vyšších teplotách vlákna strácajú mechanickú pevnosť, predlžujú sa a zväčšujú sa ich póry. Filtračný efekt a životnosť vlákna a tým celej filtračnej vložky sa prudko zhoršuje (RICHTER, 2004).

Pre dosiahnutie lepšej filtračnej účinnosti a dlhšej životnosti sa povrchy filtrov rôzne upravujú. Všetky úpravy, ktoré sú buď aplikované samostatne alebo sa môžu vzájomne kombinovať, významne rozširujú oblasti aplikácie (MARTINOVÁ, 2003).

V príspevku sú uvedené výsledky štúdia filtračnej schopnosti vybraných filtračných materiálov so špeciálnymi povrchovými úpravami, slúžiacimi pre odlučovanie TZL.

MATERIÁL A METÓDY

Použitie materiály

Pre štúdium vlastností filtračných materiálov so špeciálnymi povrchovými úpravami boli vybraté 4 typy vzoriek, ktorých základné vlastnosti sú popísané v tabuľke 1.

Tabuľka 1 Charakteristika vybraných typov študovaných materiálov

	Vzorka 1	Vzorka 2	Vzorka 3	Vzorka 4
Hrúbka [mm]	2,36	1,88	2,3	1,95
Hustota [g.cm ⁻³]	0,23	0,23	0,23	0,28
Pevnosť v pozdĺžnom smere [N/5cm]	500	1400	700	1400
Pevnosť v priečnom smere [N/5cm]	500	100	900	1200
Ťažnosť v pozdĺžnom smere [%]	85	22	6	18
Ťažnosť v priečnom smere [%]	40	26	31	20
Tepelná odolnosť[°C]	190-220	150-160	240-260	100-145

Vzorka 1 typu AX 559 XSZ – LR 2 bola vyrobená z Nomexových (aramidových) vlákien, ktoré boli vpichované do podkladovej tkaniny z toho istého materiálu. Filtračný materiál bol tepelne zafixovaný a jeho funkčná strana bola zahladená. Na funkčnom povrchu filtračného materiálu bola aplikovaná špeciálna povrchová úprava Liquid Repellent 2, ktorá zabezpečuje jeho hydrofóbnosť a účinnejšiu regeneráciu filtrovaného materiálu z povrchu filtračnej hadice. Táto povrchová úprava znižuje adhézne sily medzi filtračnými hadicami a povrchovými koláčom, zabráňuje upchávaniu a zanášaniam filtračného média vo filtračnom zariadení a predlžuje životnosť filtračných hadíc. Táto povrchová úprava pomáha taktiež aglomerujúcemu prachovému koláču uvoľniť sa pri pulznej regenerácii. Medzi výhody okrem toho že predlžuje životnosť filtra je aj vysoká účinnosť odlučovania, podpora povrchovej tvorby koláča a uľahčenie jeho uvoľňovania. Táto povrchová úprava sa využíva v prípade zvýšeného obsahu vlhkosti v odsávaných spalinách a to predovšetkým pri nábehoch a odstávkach filtračného zariadenia kedy dochádza k prechodu cez rosný bod.

Vzorka 2 typu P 0550PIG + LR5 bola vyrobená z polyesterových vlákien (PES) na podkladovej tkanine z toho istého materiálu. Ako povrchová úprava bola použitá kalandrácia a hydrofóbná úprava funkčného povrchu typu Glaze, ktorá zabezpečuje zvýšené zahľadenie funkčnej strany a súčasne zväčšuje aktívnu filtračnú plochu pre dosiahnutie nízkej tlakovej straty a vyššej filtračnej účinnosti. Vyznačuje sa dobrou odolnosťou voči oxidačným činidlám, rozpúšťadlám a kyselinám, priemernou odolnosťou voči alkáliám a nízkou odolnosťou voči hydrolýze. Výhodami je lepšia regenerácia a nižšia tlaková strata. Najčastejšie sa používa pri výrobe cementu, v lomoch, spracovaní kovov a v drevárskom priemysle.

Vzorka 3 typu PI/PTFE 524 CS31 bola tvorená filtračným materiálom na báze polyimidových vlákien vpichovaných na podkladovej tkanine z PTFE (polytetrafluóretylén - teflón) vlákien. Filtračná textília bola upravená špeciálnou povrchovou úpravou na báze PTFE. Použitá oleofóbná a hydrofóbná úprava na báze PTFE slúži pre zabezpečenie vyššej odlučivosti vlhkých, mazľavých a lepiivých tuhých častíc. Zabráňuje prieniku vlhkosti do vpichovanej plsti u diskontinuálnych procesov, kde sa môže prevádzková teplota pohybovať blízko k rosnému bodu. Tým sa znižuje riziko nadmerného usadzovania tuhých častíc a tvorby nálepor.

Ako vzorka 4 bol použitý materiál typu TE 500 TFH – F1 – LR. Filtračný materiál bol vyrobený z polyesterových vlákien s prímiesou vodivých oceľových vlákien na podkladovej tkanine z toho istého materiálu. Filtračný materiál bol vybavený speci-

álnou povrchovou úpravou – COATING na báze PTFE, ktorá zabezpečuje odlučovanie veľmi jemných tuhých častíc s veľkosťou menej ako 30 μm . Zároveň zabezpečuje ochranu filtračného materiálu proti vlhkosti a prípadným masným zložkám vyskytujúcich sa v spalinách. Filtračný materiál, ktorý je vybavený touto povrchovou úpravou poskytuje značné zvýšenie aktívnej filtračnej plochy a tak zabezpečuje zamedzuje prieniku tuhých častíc na tzv. čistú stranu ako aj optimálnu hodnotu tlakovej straty. Navyše je táto filtračná textília vybavená povrchovou úpravou, ktorá sa označuje ako Ex-Charge – antistatické filtračné médium. Filtračná textília dosahuje hodnotu odporu výrazne pod 106 Ω , merané podľa DIN 54345. V súlade so smernicami nemeckého profesného združenia pre zamedzenie nebezpečia vznietenia následkom elektrostatického náboja zamedzuje ExCharge riziko vznietenia i v kritických oblastiach. Na základe národných a európskych smerníc splňuje ExCharge v územnom stave požiadavky pre zvedenie elektrostatického náboja. Výhody tejto špeciálnej úpravy sú, že si udržuje stále antistatické vlastnosti vďaka použitiu sofistikovaných oceľových vlákien. Dá sa aplikovať v oblastiach vystavených nebezpečenstvu explózie a pre odlučovanie tuhých častíc s veľkým elektrostatickým nábojom (BWF PROFILES, 2008).

Odlučovacie zariadenie

Vzorky vybraných filtračných materiálov od spoločnosti Filtex s.r.o. boli zabudované v odlučovacom zariadení ALFA-JET PLUS 216 vo Vápenke Calmit s.r.o. po dobu 4 mesiacov. Vybraná prevádzka je umiestnená v katastrálnom území Margecany. Najvýznamnejším zdrojom znečistenia ovzdušia z pohľadu emisií tuhých znečisťujúcich látok je šachtová pec na výpal vápna. Šachtová pec na výpal vápna typu Ignis č.1 je samostatným celkom a nečlení sa na ďalšie časti. Ide o veľký zdroj znečisťovania, ktorý sa používa na výrobu kusového vápna pálením vápenca o frakcii 63 - 200 mm. Menovitý výkon technológie predstavuje 3,2 t. hod^{-1} a výkonová úroveň je 1,5 t. hod^{-1} až 3,2 t. hod^{-1} . Technologický režim v tejto prevádzke je nepretržitý, to znamená že časový fond je 24 hod./deň. Kapacita výroby (jednej pece) je 25 000 t. rok^{-1} (21). Ako palivo sa používa koks, frakcie 20 - 30 mm. Splodiny horenia v procese výpalu sú z priestoru pece odsávané jednostranným sacím radiálnym ventilátorom typu RVI 1250 s objemovým prietokom 7,2 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Následne je odsávaný vzduch privádzaný do látkového hadicového filtra ALFAJET Plus 216/2.1,5.4. od výrobcu ILD SK, s.r.o. Košice (CALMIT, 2009). Vysokoúčinný hadicový filter typu ALFA-JET PLUS 216 je stavebnicovej konštrukcie s ihlanovou výsypkou, regeneračným zariadením, zásobníkom vzduchu a rebríkom. Odsávaná vzdušnina je privádzaná do vstupnej komory, ktorá zároveň plní funkciu gravitačného predodlučovača filtra. Neodlúčené tuhé častice sú unášané do odlučovacej komory a pri prestupe filtračnými hadicami sa zachytávajú na vonkajšom povrchu hadíc. Zachytené tuhé častice sa odstraňujú spätným prúdením tlakového preplachovacieho vzduchu, pričom jeho privod je zaisťovaný elektropneumatickými ventilmi s rozvodným potrubím vždy pre jednu radu hadíc. Vzdušnina zbavená tuhých častíc je odvádzaná výstupnou komorou z filtra.

Tabuľka 2 Technické parametre látkového filtra ALFA-JET PLUS 216

Filtračná plocha [m ²]	216
Filtračná rýchlosť [mm.s ⁻¹]	27,7
Tlaková strata [Pa]	200 - 1500
Počet filtračných hadíc [ks]	117
Priemer filtračných hadíc [mm]	155/160
Dĺžka filtračných hadíc [mm]	3640

Na filtri je zabudované regeneračné zariadenie s rozdeľovačom stlačeného vzduchu o pretlaku cca 0,6 MPa a elektromagnetickými ventilmi. Časový sled regenerácie jednotlivých radov hadíc je riadený elektronickou riadiacou jednotkou v závislosti na čase a tlakovej diferencii. Pre filtráciu zachytených TZL bola pôvodne použitá textília DT/DT 554 CS 17. Vystužovacie koše sú vyrobené z ocele triedy 11. Za účelom usmernenia prúdu tlakového vzduchu sú filtračné koše opatrené vstupnou dýzou. Tuhé častice odlúčené filtrom ALFA - JET PLUS padajú nepretržite do výsypky z ktorej sú pomocou rotačného podávača odvádzané cez sklz do vynášania pece. Ovládanie filtra je automatické v závislosti na chode technologického zariadenia. Filtračné hadice sú veľkosti 160 mm x 3640 mm s počtom 117 ks. Filtračné koše sú veľkosti 155 mm x 3640 mm (CALMIT, 2009).

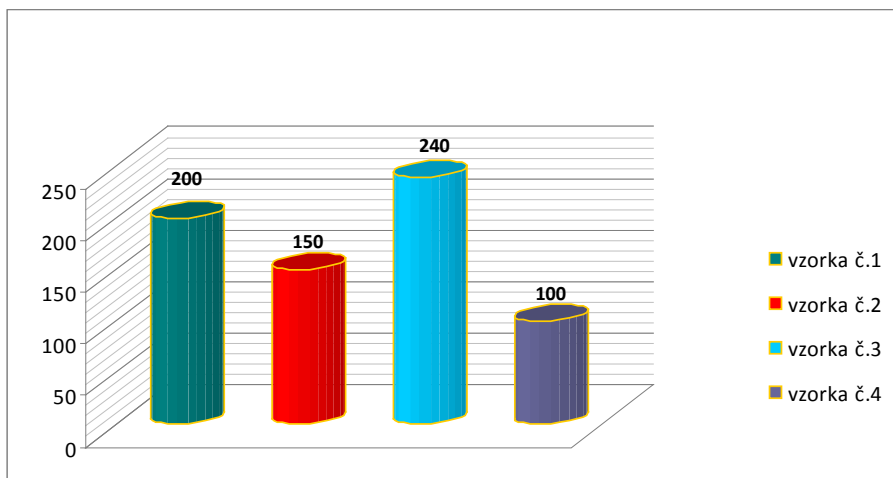
Použité metódy

Medzi základné parametre, ktoré charakterizujú filtračnú schopnosť jednotlivých filtračných materiálov a možnosť ich použitia patrí tepelná odolnosť a odlučivosť. Pre porovnanie kontinuálnej tepelnej odolnosti jednotlivých vzoriek boli použité vstupné parametre pre čisté vzorky materiálov.

Odlučivosť filtračných materiálov klesá s narastajúcim odporom filtra, resp. tlakovou stratou spôsobenou zanášaním filtra, ktoré sa hodnotí prostredníctvom nárastu plošnej hmotnosti filtra a z toho vyplývajúceho poklesu priedušnosti filtra. Jednotlivé vzorky materiálov boli po štyroch mesiacoch vybrané z odlučovacieho zariadenia v prevádzke a odoslané do špecializovaného textilného laboratória, kde boli vykonané merania plošnej hmotnosti a priedušnosti zanesených vzoriek. Merania plošnej hmotnosti boli uskutočnené na digitálnych váhach SBC 51, ktoré majú triedu presnosti II, merací rozsah max. 4100 g, pracovný rozsah 0,5 – 3200 g a rozlíšenie 0,01 g. Merania priedušnosti boli uskutočnené na prístroji SDL M021, ktorý je určený na meranie priedušnosti textilných materiálov. Rozsah merania objemu prietoku vzduchu je možný od 0,05 – 400 ml.s⁻¹, tlak (nastaviteľné rozmedzie 100 Pa – 2 kPa) pri meraní priedušnosti zanesených vzoriek bol 200 Pa.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

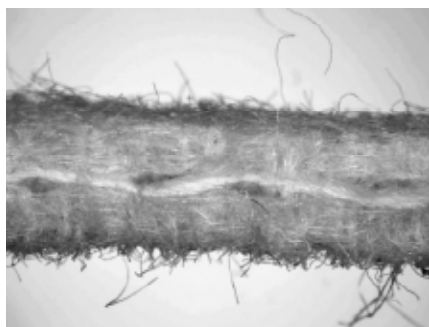
Porovnanie kontinuálnej tepelnej odolnosti jednotlivých vzoriek filtračných materiálov je na obrázku 1.



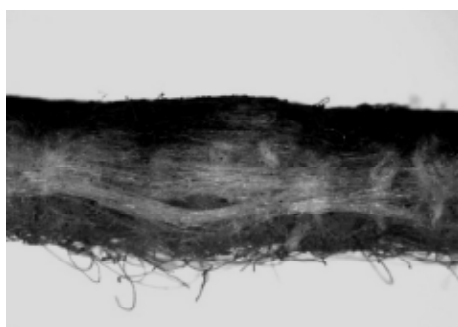
Obrázok 1 Porovnanie kontinuálnej tepelnej odolnosti jednotlivých vzoriek v [°C]

Z porovnania kontinuálnych teplôt jednotlivých čistých vzoriek (obrázok 1) vyplýva, že najväčšiu tepelnú odolnosť má vzorka č. 3 PI/PTFE 524 CS31 so špeciálnou povrchovou úpravou na báze PTFE a najnižšiu tepelnú odolnosť má vzorka č.4. TE 500TFH – F1 – LR.

Usadzovaním sa tuhých častíc na povrchu filtračnej textílie dochádza k tzv. zanášaniu vzorky a následne k zvýšeniu plošnej hmotnosti a zníženiu priedušnosti. Na obrázku 2 je zobrazený priečný rez čistej ako aj zanesenej vzorky po vybratí z odlučovacieho zariadenia.



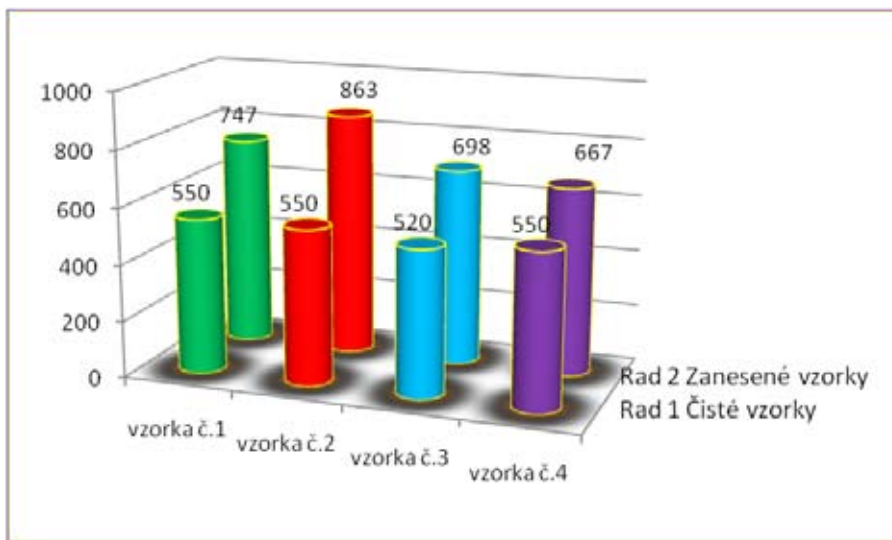
A



B

Obrázok 2 A - priečný rez čistej vzorky, B priečný rez zanesenej vzorky

Porovnanie plošnej hmotnosti v g.m^{-2} jednotlivých čistých a zanesených vzoriek je uvedené na obrázku 3. V tabuľke 3 je uvedený percentuálny nárast plošných hmotností jednotlivých vzoriek po zanesení.



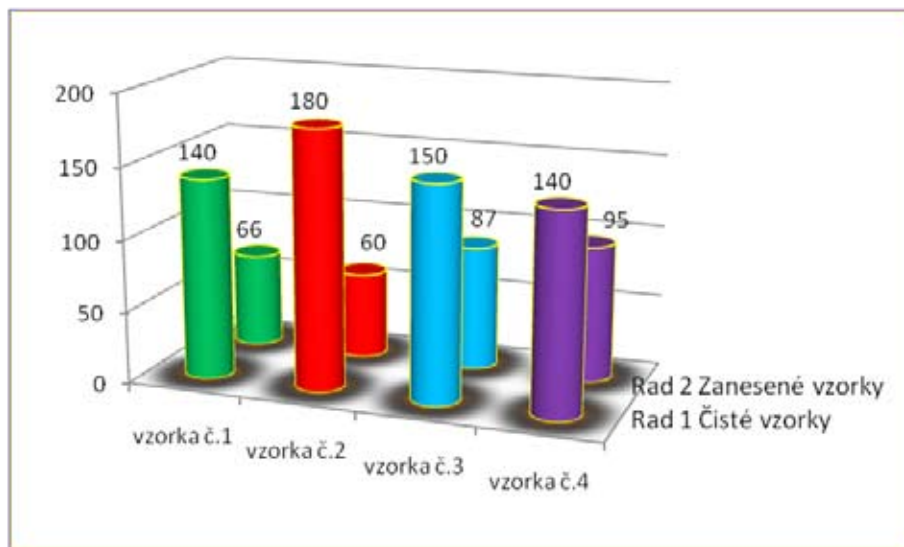
Obrázok 3 Porovnanie plošnej hmotnosti jednotlivých čistých a zanesených vzoriek v g.m⁻²

Tabuľka 3 Percentuálny nárast hmotnosti zanesených vzoriek

Vzorka	Nárast hmotnosti [%]
1	36
2	57
3	34
4	21

Z výsledkov merania (obrázok 3) vyplýva že došlo k signifikantnému nárastu plošných hmotností u všetkých štyroch vzoriek. Zvýšenie hmotnosti jednotlivých vzoriek sa pohybovalo v rozsahu od 21 do 57%. Z tabuľky 3 je zrejmé, že najviac bola zanesená vzorka č. 2 a najmenej vzorka č. 4. Zvýšenie plošnej hmotnosti je spôsobené usadzovaním sa tuhých častíc na povrchu filtračnej textílie a úzko súvisí s mechanizmom filtrácie. Pri prvých troch vzorkách dochádza k hlbkovej filtrácii, to znamená že na povrchu a tesne pod povrchom danej textílie sa vytvorí tzv. filtračný koláč, ktorý zvyšuje plošnú hmotnosť daných vzoriek. K tomu aby sa mohol filtračný koláč vytvoriť musí mať textília väčšiu pórovitosť, pričom tuhé častice sa usadzujú v týchto póroch. U vzorky č. 4 s najmenším nárastom plošnej hmotnosti dochádza k tzv. povrchovej filtrácii, kde funkciu filtračného koláča plní špeciálna povrchová úprava COATING na báze PTFE.

Porovnanie priedušnosti vzduchu v dm³/dm²/min pri tlaku 200 Pa jednotlivých čistých a zanesených vzoriek je na obrázku 4 a v tabuľke 4.



Obrázok 4 Porovnanie prietoku vzduchu jednotlivých čistých a zanesených vzoriek v $\text{dm}^3/\text{dm}^2/\text{min}$

Tabuľka 4 Percentuálny pokles prietoku vzduchu zanesených vzoriek

Vzorka	Pokles prietoku [%]
1	52,9
2	66,7
3	42
4	32

Z obrázku 4 a tabuľky 4 je vidieť, že došlo k poklesu prietoku vzduchu u všetkých štyroch testovaných vzoriek v rozsahu od 32 do 66,7 %. Najnižší pokles prietoku bol nameraný u vzorky č.4 z materiálu TE 500TFH – F1 – LR, ktorej prietok klesol o cca. $45 \text{ dm}^3/\text{dm}^2/\text{min}$ pri tlaku 200 Pa a najväčší pokles prietoku bol zaznamenaný pri vzorke č. 2 P 0550PIG + LR5, čo koreluje aj s nameraným nárastom plošnej hmotnosti sledovaných vzoriek.

Z porovnávaní prietoku a plošnej hmotnosti všetkých štyroch vzoriek, ktoré boli umiestnené v odlučovacom zariadení typu ALFA JET PLUS 216 vyplýva že najlepšie filtračné vlastnosti pre daný typ odlučovacieho zariadenia má vzorka č. 4 z materiálu TE 500TFH – F1 – LR, upravovaná špeciálnou povrchovou úpravou COATING na báze PTFE, ktorá funguje na princípe povrchovej filtrácie. Jej nevýhodou je pomerne nízka tepelná odolnosť v porovnaní s ostatnými testovanými materiálmi, ktorá však pre daný prevádzku je postačujúca.

V tabuľke 5 je uvedené porovnanie jednotlivých materiálov z ekonomického hľadiska.

Tabuľka 5 Ceny jednotlivých sledovaných materiálov

Vzorka	Cena za m ² [Euro]	Cena 1 filtračná hadica [Euro]	Cena - celé filtračné zariadenie [Euro]
1	12,44	56	6 552
2	2,75	12	1 404
3	25,55	114	13 338
4	6,82	31	3 627

Ako je vidieť z tabuľky 5, cenovo najvýhodnejšia sa javí vzorka č. 2, a najdrahšia je vzorka č. 3.

ZÁVER

Zabezpečovanie ochrany ovzdušia a životného prostredia by malo byť v súčasnom svete prvoradou povinnosťou všetkých priemyselných a iných odvetví a preto by táto snaha o zachovanie jej kvality mala byť aj podporená vývojom nových odlučovacích zariadení a materiálov, ktoré plnia dôležitú úlohu pri odlučovaní škodlivých látok.

Z porovnania filtračnej schopnosti jednotlivých sledovaných filtračných materiálov, ako aj po zohľadnení ich ekonomických parametrov je možné konštatovať, že ako najvhodnejší pre danú prevádzku sa javí materiál TE 500TFH – F1 – LR so špeciálnou povrchovou úpravou na báze polytetrafluóretylénu.

POĎAKOVANIE

Tento príspevok vznikol v rámci riešenia grantovej úlohy VEGA č. 1/0498/09.

LITERATÚRA

TÖLGYESSY, J. - PIATRIK, M., 1994. Technológia vody, ovzdušia a tuhých odpadov. Zvolen: TU.

Krajský úrad životného prostredia Košice, 2008. Informácia o kvalite ovzdušia a o podiele jednotlivých zdrojov na jeho znečisťovaní v Košickom kraji v roku 2007, Košice.

Podklady od spoločnosti BWF Profiles

RICHTER, M., 2004. Technologie ochrany ovzduší. Ústí nad Labem. [online]. Dostupné na <http://fzp.ujep.cz/ktv/uc_texty/tezp/tezp2.pdf>

MARTINOVÁ, L., 2003. Průvodce studiem netkaných textilií. Liberec. [online]. Dostupné na <www.ft.vslib.cz/depart/knt/nove/dokumenty/studmaterialy/>

ACTIVATION TECHNIQUES OF COAL FLY ASH FOR ITS APPLICATION AS A PARTIAL CEMENT REPLACEMENT IN CONCRETE

SPÔSOBY AKTIVÁCIE POPOLČEKA PRE JEHO VYUŽITIE AKO ČIASTOČNEJ NÁHRADY CEMENTU DO BETÓNU

Jozef JUNÁK¹ - Nadežda ŠTEVULOVÁ¹

ABSTRACT

In this paper the experimental results of cement replacement by modified coal fly ash in the concrete mixture are presented. An influence of mechanical and alkaline activation in an autoclave of two different coal fly ash types from classical incineration of brown coal on strength characteristics development of hardened concrete samples is shown there. The achieved results confirm that mechanically or alkaline activated coal fly ash products prepared under optimal conditions can be successfully used as a partial cement replacement in concrete of strength class of C20/25 and C25/30 in accordance with requirements of standards (STN EN 450 and STN EN 206).

KEY WORDS

coal fly ash, utilization, alkaline and mechanical activation, concrete

INTRODUCTION

Environmental pollution by the products of coal combustion originated from thermal power plants all over world is cited to be one of the major sources of pollution affecting the general aesthetics of environment in terms of land use, health hazards and air, soil and water in particular and thus leads to environmental dangers. Coal combustion residues (CCR) is a collective term referring to the residues produced during the combustion of coal regardless of ultimate utilization or disposal, it includes:

1. *Coal fly ash.* The European standard EN 450 defines fly ash as a fine-grained powder,

which is mainly composed of spherical glassy particles, produced during the combustion of pulverized coal. Fly ash is obtained by electrostatic or mechanical precipitation of dust-like particles from the flue gases of furnaces fired with pulverized coal.

1 Ing. Jozef Junák, PhD., prof. RNDr. Nadežda Števulová, PhD.
Technická Univerzita v Košiciach, Stavebná fakulta,
Ústav budov a prostredia, Vysokoškolská 4, 42 00 Košice,
jozef.junak@tuke.sk, nadezda.stevulova@tuke.sk

2. *Furnace bottom ash* is a coarse grained material arising from wet ash removal of dry-bottom furnaces.
3. *Boiler slag* is a vitreous grained material derived from wet ash removal of wet-bottom furnaces.
4. *Flue gas desulphurization product* is a fine gypsum powder obtained by desulphurization of flue gas coal-fire power plants.
5. *Fluidized-bed combustion by-products* are residues, some of which may have high Ca and S content, resulting from fluidized-bed combustion processes (QUEROL, MORENO, 2002).

Traditionally, coal fly ashes have been used as a pozzolanic material to enhance physical, chemical and mechanical properties of cements and concretes. Utilization of coal fly ash in building materials preparing is beneficial from the point of view of resource conservation, energy saving and CO₂ emission reduction and it contributes to solution of problems with the disposal of this waste kind.

However, only amounts of 20-30% of fly ashes produced are used in these terms and the excess is stored in large extension (PUERTAS et al., 2000; ASOKAN, 2005; MORENA et al., 2001). The changes in the fly ash quality brought about by the introduction of advanced combustion and clean coal technologies have had a significant impact on its use in building industry. Use of this waste kind as a cement replacement in concrete has become less attractive. Several papers (PALOMO et al., 1999; PAYÁ, 2000) have reported that a suitable treatment process to improvement of physical and chemical characteristics of fly ash required for given application purpose. Also in our previous works (ŠTEVULOVÁ, 2005; JUNÁK et al. 2007; JUNÁK et al. 2008), mechanical and alkaline activation of coal fly ash under hydrothermal conditions for its using in material engineering was investigated.

This work summarizes the results of the study of mechanical and chemical activation influence of coal fly ash and its mixtures with Portland cement on compressive strength development of composites during hardening.

MATERIAL AND METHODS

Two different coal fly ash types (CFA I and CFAII) from classical incineration of brown coal fly ash originating from Slovakian power plant ENO A in Novaky and Portland cement CEM I 42,5 were used as raw materials. Granulometric composition of two different coal fly ashes is given in table 1 and chemical composition of coal fly ashes in form of stable oxides is shown in table 2.

Table 1 Granulometric composition of used coal fly ashes

Fraction [μm]	Mass yield [wt.%]	
	CFA I	CFA II
> 500	0	8.57
500 - 250	4.10	9.77
250 - 125	24.59	47.67
125 - 71	14.62	17.73
71 - 40	19.84	7.13
< 40	36.12	9.13

The particle size analysis was carried out by dry sieving on standard series of sieves.

Table 2 Chemical composition of used coal fly ashes

Component	Content [%]	
	CFA I	CFA II
SiO ₂	62.53	58.95
Al ₂ O ₃	19.6	18.90
CaO	2.89	4.29
MgO	1.90	-
Fe ₂ O ₃	8.07	3.4
TiO ₂	-	0.62
Loss of ignition	2.38	3.89

The content of chemical components was determined by AAS analysis (VARIAN, Austria). Total amount of SiO₂ and Al₂O₃ was 82.13% (CFA I) and 77.85% (CFA II). The presence of crystalline phases was detected by X-ray diffraction (XRD) analysis on diffractometer DRON 2.0 with goniometer GUR-5 (Technabsexport, Russia). The following minerals as major components present in coal fly ashes are quartz, mullite, hematite, albite (CFA I) and quartz, mordenite, mullite, andaluzitte (CFA II).

In order to achieve the required fly ash fineness according to standard STN EN 450 ($\Delta R_{45} > 60$ %), the mechanochemical activation of CFA I was carried out by dry milling (without and with using solid NaOH) and wet milling (5 M aqueous NaOH solution) in laboratory vibratory mill (0.25 and 0.5h). By optimization of milling conditions the products with different fineness (mean particle diameter from 23.6 to 41.4 μm) were prepared, where the particle size analysis was carried out on the laser granulometer Helos/LA with dry dispersion unit Rodos 11 SR (Sympatec GmbH, Germany).

Alkaline activation of coal fly ash II was realized in autoclave at 130°C and pressure of 160 kPa in 5 M NaOH solution during 5 hours at solid/liquid ratio of 0,5 (samples A1-A3).

Coal fly ash/cement mixtures with 25 wt.% and 75 wt.% (samples U4-U6) cement replacement were prepared with starting, milled (samples M1-M6) and alkaline activated (samples U1-U3) coal fly ash at solid/liquid ratio of 0.5. The milled natural zeolite was used for comparison to zeolitised coal fly ash as a partial cement replacement in mixture (sample Z1-Z3).

Compression strength measurements were carried out on composite bodies (40mmx40mmx160mm) after 28 and 90 days of hardening according to the STN EN 450 (relative compressive strength values K_R of experimental composites > 75 % after 28 days and 85 % after 90 days of hardening, respectively). The value of relative strength K_R was expressed as the ratio of compressive strength of coal fly ash/cement sample to compressive strength of comparative concrete (without coal fly ash).

RESULTS AND DISCUSSION

Figure 1 illustrates the calculated values of the relative compressive strength of composites based on alkaline activated coal fly ash II (A1-A3) and mixture of CFA II with cement (U1-U6) after zeolitisation in autoclave. These relative compressive strength values of hardened composites are compared with relative compressive strength of composites based on starting and milled samples of natural zeolite (Z1-Z3).

The highest compressive strength have reached 3 composite samples prepared with alkaline activated coal fly ash (A3) and coal fly ash/cement mixture (U4 and U5). They exceed the values required by STN EN 450 (75% and 85% of compressive strength of comparative sample) after 28 and 90 days of hardening. The high compressive strength values in accordance with data published in (PALOMO et al., 1999) are connected with the formation of amorphous aluminosilicates - zeolitic precursors (phase N-S-A-H similar to CSH) and/or partially amorphous and crystalline zeolitic phases on surface of coal fly ash particles in dependence upon alkaline activation conditions (JUNÁK, ŠTEVULOVÁ, 2008; JUNÁK, ŠTEVULOVÁ, 2009).

The formation of a three-dimensional aluminosilicates chain constitutes favourable conditions for structure development in concrete matrix (JUNÁK et al., 2007).

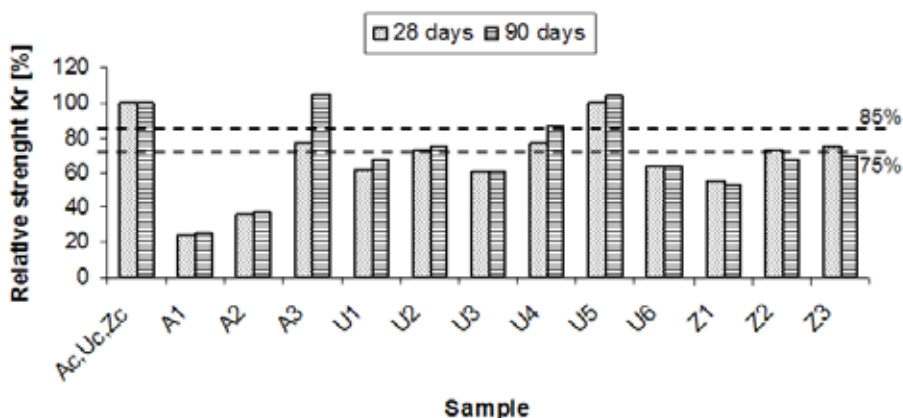


Figure 1 The relative compressive strength values (K_r) of composites after 28 and 90 days hardening based on a partial cement replacement by alkaline activated coal fly ash (A1-A3) and coal fly ash/cement mixture (U1-U6) and natural zeolite (Z1-Z3) compared with standard STN EN 450 requirements (dashed lines)

The relative compressive strength values of 28 and 90 days hardened composites based on coal fly ash I milled under various conditions are presented in table 3. As it can be seen, the relative compressive strength values of composites based on the milled natural zeolite (sample Z1-Z3) are lower than the standard requirements and K_r values of two samples M1 and M5 (cement replacement by dry milled coal fly ash samples at 0,25 and 0,5h) exceed values required by STN EN 450 after 28 and 90

days of hardening (78,3% and 86,0% after 28 days; 90,1 % and 85,4% after 90 days). Based on our previous results published in (ŠTEVULOVÁ, 2006), the high compressive strength values are connected with coal fly ash fineness enhancement and mainly with activity of new-created surface area of particles at milling (table 3). The particle surface activity is determining factor of coal fly ash/cement mixture behaviour in beginning phase of hardening. Components present at surface of coal fly ash particles are hydrated faster what contributes to improvement of physico-chemical consolidation process at hardening of coal fly ash/cement mixtures, formation of dense composite structure and increase in compressive strength of composite after hardening (ŠTEVULOVÁ, 2005; ŠTEVULOVÁ et al., 2008).

Table 3 The relative compressive strength values (K_R) of composites after 28 and 90 days hardening based on a partial cement replacement by the coal fly ash I milled under various conditions; mass yield of fraction under 20 μm (ΔR_{20}) and mean particle diameter (d_m) of milled CFA I products

Sample	Milling					K_R [%]		ΔR_{20} [%]	d_m [μm]
	0,25 h	0,50 h	dry	wet	with NaOH	28 days	90 days		
M0	starting coal fly ash					24,6	25,3	8,9	109,3
M1	●	-	●	-	-	78,3	90,1	37,9	39,8
M2	●	-	●	-	-	31,8	39,3	-	-
M3	●	-	●	-	●	39,2	38,4	40,6	41,4
M4	●	-	-	●	●	40,8	44,9	55,8	23,6
M5	-	●	●	-	-	86,0	85,4	47,8	29,0
M6	-	●	●	-	-	38,6	41,7	-	-
M7	-	●	●	-	●	41,7	54,5	50,6	30,1
M8	-	●	-	●	●	45,8	67,3	55,9	25,2
Mc	comparative sample					100	100	-	-

CONCLUSIONS

According to the standard requirements of STN EN 206, the highest values of 28 and 90-days compressive strengths of composites based on alkaline and mechanical treatment of coal fly ash and coal fly ash/cement mixture correspond to the concrete of strength class of C 25/30. The obtained results show that the concretes prepared with addition of mechanically and alkaline activated coal fly ash after 28 and 90 days of hardening reached the relative compressive strength values required by standard STN EN 450. Selected treatment methods for coal fly ash have a positive influence on compressive strength development of composites.

ACKNOWLEDGEMENTS

The present research has been carried out within the project NFP 26220120018 Centre of excellent integrated research of the progressive building structures, materials and technologies, supported from the Structural funds of the European Union.

REFERENCES

- ASOKAN, P., 2005. Coal combustion residues – environmental implications and recycling potentials. *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 43: 239-262.
- JUNÁK, J. - ŠTEVULOVÁ, N. - KUŠNIEROVÁ, M., 2007. An influence of coal fly ash alkaline activation on compressive strength of composites. *Selected Scientific Papers - Journal of Civil Engineering*, vol. 2: 106-113.
- JUNÁK, J. - ŠTEVULOVÁ, N., 2008. Alkaline modified coal fly ash as an addition to concrete. *Chemické listy*, vol. 99: 882-883.
- JUNÁK, J. - ŠTEVULOVÁ, N. - SIČÁKOVÁ, A., 2008. The temperature influence on final compressive strength of coal fly ash/cement free sample. *Czasopismo Techniczne*, vol. 16: 151-156.
- JUNÁK, J. & ŠTEVULOVÁ, N., 2009. Coal fly ash processing for its utilization in building materials preparing. *Zeszyty naukowe Politechniki Rzeszowskiej: Budownictwo i Inżynieria Środowiska*, vol. 265(53): 73-78.
- MORENA, N. et al., 2001. Potential Environmental Applications of Pure Zeolitic Material Synthesized from Fly Ash. *Journal of Environmental Engineering*, vol. 11: 994-1002.
- PALOMO, A. - Grutzek, M.W. - BLANCO, M.T., 1999. Alkali-activated fly ashes, a cement for the future. *Cement and Concrete Research*, vol. 29: 1323-1329.
- PAYÁ, J. - MONZÓ, J. - BORRACHERO, M.V. - PERIS-MORA, E. - AMAHJOUR, F., 2000. Mechanical Treatment of Fly Ashes. Part IV: Strength Development of Ground Fly Ashes-Cement Mortars Cured at Different Temperatures. *Cement and Concrete Research*, vol. 30: 543-551.
- PUERTAS, F. et al., 2000. Alkali-activated fly ash/slag cement. Strength behaviour and hydration products. *Cement and Concrete Research*, vol. 30: 1625-1632.
- QUEROL, X. - MORENO, N., 2002. Synthesis of zeolites from coal fly ash: an overview. *International Journal of Coal Geology*, vol. 50: 413-423.
- ŠTEVULOVÁ, N., 2005. Coal fly ash utilization in concrete production. *Selected Scientific Papers, Supplementary Issue*: 171-176.
- ŠTEVULOVÁ, N. et al., 2008. Utilization possibilities of selected waste kinds in building materials preparing. *SGEM 2008, Modern management of mine producing, geology and environmental protection*, Sofia : SGEM, 2008, 193-198 pp.

HISTÓRIA A SÚČASNOSŤ KATEDRY EKOLÓGIE NA FAKULTE HUMANITNÝCH A PRÍRODNÝCH VIED PREŠOVSKÉJ UNIVERZITY V PREŠOVE

Danica FAZEKAŠOVÁ¹

Ekológia je chápaná ako veda, ktorá vzišla z biológie, avšak sformulovala sa do principiálne novej integrujúcej disciplíny spájajúcej fyzikálne a biologické javy vytvárajúcej most medzi prírodnými a spoločenskými vedami. Ekológia je dnes vhodným označením pre výskum biosféry, v ktorej žijeme a možno ju povýšiť na vyššiu komplexnejšiu úroveň, ktorá spája prírodné a sociálne vedy, techniku a životné prostredie, ekológiu a ekonomiku, politiku a ekológiu. V súčasnosti sa životné prostredie človeka nachádza v kritickom stave a odzrkadľuje stav ľudskej spoločnosti. Preto problém ekologizácie a environmentálnej výchovy sa javí ako nevyhnutná potreba. História katedry ekológie Fakulty humanitných a prírodných vied Prešovskej univerzity v Prešove je veľmi krátka, začína sa iba v roku 1999. Vzhľadom na krátke obdobie jestvovania uvádzame niektoré skutočnosti dotýkajúce sa jej vzniku a rozvoja. Vzniku katedry ekológie predchádzalo zavedenie predmetu *Základy ekológie a environmentalistiky* v roku 1993 pre všetkých poslucháčov vtedajšej Pedagogickej fakulty UPJŠ v Prešove. Vtedajšie vedenie (doc. RNDr. Rudolf Novodomec, CSc., dekan) rešpektovalo smernice MŽP SR o potrebe ekologizácie na všetkých stupňoch škôl a uvedomilo si skutočnosť, že profil absolventa Pedagogickej fakulty UPJŠ v Prešove je vzhľadom na zabezpečenie výchovného procesu na školách všetkých stupňov nedostatočný, a to najmä vo vzťahu k výučbe smerujúcej k celosvetovej koncepcii „trvalo udržateľného rozvoja, resp. života“. Je potrebné poznamenať, že na zahraničných fakultách podobného typu sa začalo s výučbou ekológie a environmentalistiky pred viac ako 30 rokmi a ekologické disciplíny tvoria integrálnu súčasť výučby. Po stránke personálnej i materiálnej katedra ekológie vznikla delimitáciou katedry biológie a ekológie s najnutnejším personálnym obsadením. Vedením katedry bol poverený doc. RNDr. Jozef Terek, PhD. Personálnu štruktúru katedry tvorili 2 doc. a 3 odborní asistenti, 1 technická a 1 administratívna sila.¹ V roku 2001 dosiahla katedra ekológie štandard kvalifikovanosti vysokoškolskej katedry čím sa vytvorili podmienky pre jednoodborové štúdium ekológie v študijnom odbore 4.3.4 Všeobecná ekológia a ekológia jedinca a populácií pre všetky stupne vysokoškolského štúdia.

Vzhľadom na medziodborový a syntetický charakter ekológie, ktorá je náročná na množstvo analytických predmetov o prírode, bola v ponuke študijných programov

¹ doc. Ing. Danica Fazekašová, PhD., Katedra ekológie Fakulty humanitných a prírodných vied Prešovskej univerzity v Prešove, Ul. 17. novembra č. 1, 08116 Prešov, fazek@unipo.sk

iba v kombináciách s biológiou a geografiou. Z dôvodu záujmu o štúdium ekológie, vytvorila sa možnosť kombinácie pre ďalšie študijné programy, aj keď sme predpokladali zvýšenie nárokov na štúdium.

V školskom roku 2003/2004 sa naplnil prvý päťročný cyklus vysokoškolského štúdia v odbore učiteľstvo všeobecnovzdelávacích predmetov, študijný program ekológia.

Na Fakulte humanitných a prírodných vied Prešovskej univerzity v Prešove sú akreditované a uskutočňované nasledovné študijné programy, majúce vzťah k odboru

4.3.4 Všeobecná ekológia a ekológia jedinca a populácií:

- študijný program prvého stupňa: Ekológia v odbore Všeobecná ekológia a ekológia jedinca a populácií (denná a externá forma),
- študijný program druhého stupňa: Ekológia v odbore Všeobecná ekológia a ekológia jedinca a populácií (denná a externá forma, zatiaľ sa neuskutočňuje),
- študijný program tretieho stupňa: Environmentálna ekológia v odbore Všeobecná ekológia a ekológia jedinca a populácií (denná a externá forma),
- študijný program prvého stupňa: učiteľstvo ekológie v kombinácii v odbore 1.1.1. učiteľstvo akademických predmetov (denná a externá forma).
- študijný program druhého stupňa: učiteľstvo ekológie v kombinácii v odbore 1.1.1. učiteľstvo akademických predmetov (denná a externá forma),

V rigoróznom konaní je možné získať akademický titul RNDr. v odbore 4.3.4. Všeobecná ekológia a ekológia jedinca a populácií a PaedDr. v odbore 1.1.1. učiteľstvo akademických predmetov.

Gestorskou katedrou študijných programov je katedra ekológie. Jej personálne zloženie je nasledovné: 1 profesor, 2 docenti, 3 odborní asistenti, 10 interných doktorandov, 1 administratívno-technická pracovníčka. Na výučbe odborných disciplín sa podieľajú aj externí učitelia. Štúdium ekológie sa v prevažnej miere realizuje na Katedre ekológie, FHPV PU v Prešove, na zabezpečovaní študijných programov výrazne participuje i Katedra geografie a regionálneho rozvoja. Čiastkové disciplíny študijných programov zabezpečujú i ďalšie odborné katedry a pracoviská PU (Katedra biológie, Katedra matematiky, Katedra fyziky, Katedra občianskej výchovy a etiky, Ústav jazykových kompetencií, Ústav digitálnych koncepcií, Ústav pedagogiky a psychológie).

Pracovníci katedry zabezpečujú výučbu odborných botanických a zoológických predmetov v študijnom odbore 4.2.1 biológia v bakalárskom a magisterskom stupni a učiteľstvo biológie v odbore 1.1.1. učiteľstvo akademických predmetov.

Katedra ekológie zároveň zabezpečuje na Prešovskej univerzite výučbu predmetu „*Ekológia a environmentálna výchova*“ v rámci spoločenského a pedagogicko-psychologického základu pre učiteľské študijné programy v dennej a externej forme.

Pre uvedené študijné programy je v katedrovej ponuke 161 jednotiek, ktoré si študent vyberá z ponuky povinných, povinne voliteľných a výberových. Z uvedeného vyplýva, že počet študijných jednotiek pripadajúcich na jedného učiteľa je vysoký. Podiel pracovníkov katedry na vedení diplomových a bakalárskych prác je taktiež vysoký. V priebehu štúdia študent získa základný teoreticko-metodologický prehľad v jednotlivých prírodovedných disciplínach, základných ekologicko-environmentálnych jednotkách, ako aj didakticko-metodologické základy ekológie a environmentálnej výchovy. Absolvent študijného programu ekológia, odboru učiteľstva akademických

predmetov je spôsobilý pracovať ako učiteľ ekológie, resp. prírodopisu na základnej škole a ekológie na strednej škole, môže sa uplatniť aj na vysokej škole a na iných pedagogických inštitúciách, ako odborný pracovník na pracoviskách plánovania a využívania krajiny, štátnej ochrany prírody, špecializovanej štátnej správy, orgánoch samosprávy. Absolvent študijného programu ekológia študijného odboru Všeobecná ekológia a ekológia jedinca a populácií sa môže uplatniť ako odborný pracovník na pracoviskách plánovania a využívania krajiny, štátnej ochrany prírody, špecializovanej štátnej správy so zameraním na ekológiu a krajinnú ekológiu, orgánoch samosprávy, vo vybraných špecializovaných útvaroch národného hospodárstva, ale aj v rámci základného a aplikovaného výskumu vo vede, v školstve, prípadne ako manažér, resp. koordinátor činností v krajine.

Celkový počet absolventov za r. 2004 - 2009 je 141. V súčasnosti v I. až V. ročníku štúdia cca 200 študentov.

Z hľadiska odborného zamerania katedra ekológie rieši základný i aplikovaný výskum v rámci grantov a projektov rôzneho typu. Vykonáva výskumnú činnosť v problematike študijného odboru t. j. v ekológii a environmentalistike so zameraním na štúdium vodných a suchozemských ekosystémov, so zreteľom na stabilizačné prvky v krajine a agrocenózy, ako aj na zefektívnení transferu vedeckých a technických poznatkov do výučby ekológie. Široká teoretická báza umožňuje štúdium životného prostredia, pri ktorom sa využívajú špecifické analytické a syntetické prístupy a krajinnno-ekologické poznatky. Na uvedené vedecko-výskumné zameranie katedry tematický nadväzujú záverečné a doktorandské dizertačné práce. Na vedení záverečných prác sa podieľajú aj externí odborníci z vedeckovýskumných pracovísk.

V rokoch 1999-2008 boli riešené na katedre, ktorých nositeľom bola FHPV 5 VEGA, 2 KEGA, 1 medzinárodný projekt, zároveň členovia katedry boli zapojení aj v iných domácich a zahraničných projektoch. V roku 2009 je na katedre 5 projektov – 3 VEGA a 1 AV, 1 APVV. V spolupráci s katedrou biológie bol získaný projekt z OP-VaV Centrum excelentnosti ekológie živočíchov a človeka. Zároveň členovia katedry sú zapojení aj v iných projektoch na iných pracoviskách. Pracovníci katedry významnou mierou prispeli k realizácii a modernizácii výučby environmentálnej výchovy na školách prostredníctvom projektu „*Inovatívne prístupy k problematike environmentálnej výchovy*“, v rámci spolupráce s agentúrou regionálneho rozvoja Prešovského samosprávneho kraja.

Výsledky vedecko-výskumnej činnosti pracovníci katedry prezentujú pravidelne vo forme publikácií a vystúpení na konferenciách doma i v zahraničí. Katedra má zriadený časopis *Acta Universitatis Studiorum Humanitatis et Naturae Universitatis Prešovensis*, *Prírodné vedy*, *Folia oecologica*. V období 1999-2008 pracovníci katedry ekológie uverejnili 462 publikácií, z toho 4 monografie a 1 vysokoškolskú učebnicu, 9 odborných učebných textov, 23 vedeckých prác v karentovaných časopisoch. Pri priemernom počte 6 tvorivých pracovníkov v sledovanom období pripadlo priemerne ročne 8 publikačných výstupov na 1 tvorivého pracovníka.

Výskum a výučba sa realizuje v špecializovaných laboratóriách: ekológie živočíchov, zoológie, botaniky, poľnohospodárstva a na Školskom pokusnom pozemku.

V posledných dvoch rokoch sme započali s modernizáciou prístrojovej a laboratórnej techniky. Vzhľadom na prepojenie a zmluvnú spoluprácu s inými inštitúciami

je možné využívanie vedecko-výskumných pracovísk a ich materiálno-technickej základne. Ide najmä o spoluprácu a spoločné projekty so zahraničnými a domácimi univerzitami, výskumnými ústavmi a Slovenskou akadémiou vied.

Študenti, doktorandi a pracovníci katedry sa zúčastňujú na stážach a výskumných pobytoch v zahraničí, spomeniem, napr. Technická univerzita Viedeň, Pedagogický inštitút Linz, Kiel, Univerzita Karlova, Kodanská univerzita, Umea univerzita (Švédsko). Členovia katedry sú členmi v celoštátnych vedeckých, odborných orgánoch, grémiách a redakčných radách.

Pozíciu katedry umocňujú aj ďalšie aktivity. Katedra pod záštitou *INTERNATIONAL SOCIETY FOR HORTICULTURAL SCIENCE*, Leuven, Belgicko (www.ishs.org) organizovala v roku 2006 *I. International Symposium on Chamomile Research, Development and Production*. Hlavným organizačným a odborným garantom bol doc. RNDr. ŠALAMON, PhD. Uvedeného podujatia sa zúčastnilo 70 účastníkov z 22 krajín sveta. Katedra zároveň zorganizovala aj ďalšie podujatia na národnej a regionálnej úrovni.

Členovia katedry sa podieľajú aj na organizátorskej činnosti fakulty. Funkciu prodekanu fakulty zastával v rokoch 1997-2000 prof. RNDr. Jozef Terek, PhD., a od roku 2007 je predsedníčkou AS FHPV doc. Ing. Danica Fazekašová, PhD., ktorí sú zároveň aj členmi VR fakulty.

Pracovníci katedry získali viacero ocenení na medzinárodnej, národnej a fakultnej úrovni: V tejto súvislosti je potrebné spomenúť:

prof. RNDr. Jozef Terek, PhD.

- cena dekana v r. 1999, 2002, 2005 za vedecko-výskumnú a publikačnú činnosť,
- ďakovný list riaditeľa Ústavu krajinnej ekológie SAV Bratislava za významné prínosy v oblasti implementácie krajinnno-ekologických poznatkov, r. 2006,
- Striebornú pamätnú medailu za prácu prodekanu FHPV PU v r. 1997 – 2000, r. 2000,
- Zlatú medailu za celoživotnú vedeckú výskumnú činnosť, r. 2004.

doc. Ing. Danica Fazekašová, PhD.

- cena dekana v r. 2000, 2003 za vedecko-výskumnú a publikačnú činnosť,

doc. RNDr. Ivan Šalamon, PhD.

- The International Society for Horticultural Science Medal, Leuven, Belgium, za organizáciu medzinárodného sympózia v r. 2006.

Katedra ekológie svojimi parametrami predstavuje vedeckovýskumné a edukačné pracovisko, ktoré výraznou mierou posilňuje postavenie fakulty rámci Prešovskej univerzity, ako aj v skupine humanitných fakúlt vysokých škôl SR.

AKO ĎALEJ ...? - ZAMYSLENIE SA PRI VÝZNAMNEJ ETAPE ŽIVOTA*Jozef TEREK¹*

Dožil som sa 65 rokov a zdá sa mi, že som začal žiť iba pred niekoľkými rokmi, resp., že žijem intenzívne iba niekoľko rokov. Ostatné roky uplynuli veľmi rýchlo a možno neboli dostatočne využité, ale treba aj kalkulovať a možno nebude čas „s rokmi sa nielen získava, ale hlavne stráca“. Musím sa však vrátiť k svojmu kurikulu.

Uvediem niekoľko zastávok z môjho života a poznámok zo svojej odbornej praxe. Na začiatku to bola iba veľká túžba „poznávať“. Absolvent SPTS z Čaklova nemal v tomto smere veľkú šancu. Štúdium poľnohospodárstva, aj keď ma veľmi nebavilo, som bral vážne, čo sa napokon prejavilo na maturitnom vysvedčení a na prijímačkách na Prírodovedeckú fakultu UK v Bratislave, následne presunutý na novozaloženú Prírodovedeckú fakultu UPJŠ v Košiciach. S počiatočnými vedomosťami pre štúdium biológie - chémie to bolo žalostné. Spomínam si, že som na skúške z matematiky dostal deriváciu inverznej funkcie a niečo s integrálov. A ja som vedel akurát tak podobu znaku integrálu, ktorá mi pripomínala skôr hák na slaninu. Takmer pol roka som sa hanbil pozrieť spolužiakom do očí pre svoju nevedomosť, ale usilovnosť to vyriešila a po piatich semestroch som prestúpil na UK Bratislava, diplomovku som robil už na KU Praha. Na vysokej škole som okrem doc. Vostála a doc. Zmoraya veľa vzorov nemal, ale nemôžem sa sťažovať, vyučujúci sa príliš nestarali, a preto musím zovšeobecniť „študentovi netreba za každú cenu pomáhať, treba mu dať základnú orientáciu a pocit, že sa môže o učiteľa, školiteľa oprieť“. Študent by mal byť učiteľovi vďačný za každý nový poznatok, radu, ale aj za to, že mu neprekáža v práci, poznám však výroky z prešovského prostredia typu „aby nás kádre neprerástli“.

Do zamestnania som nastúpil v pamätný deň 21. augusta 1968. Špecializoval som sa v rámci zoológie na hydrobiológiu. Učil som, zbieral a determinoval zoologické materiály, najmä planktonické druhy, ktoré boli vo vtedajšom slangu nazývané „pišišvory“. Robil som zoznamy druhov v lokalitách, ktoré boli dovtedy len málo študované, alebo neboli preskúmané vôbec. Na užitočnosť svojej práce som sa neraz díval dosť skepticky a kládol som si otázku „či by nebolo užitočnejšie pliesť košíky“. Až pri spisovaní kandidátskej práce som začal trochu chápať jej význam a možnosti uplatnenia. Podobne aj poznatky pre študentov som v tom období prezentoval spôsobom „čím nezrozumiteľnejšie tým vedeckejšie“, za čo sa hanbím. Jednoduchá a stručná formulácia faktov ochutená ľudsky zrozumiteľným teplým slovom patrí medzi dôležité úlohy pedagogickej vedy.

1 prof. RNDr. Jozef Terek, PhD., Katedra ekológie FHPV PU v Prešove,
040 22 Prešov, 17. novembra 1, Slovensko, e-mail: terek@unipo.sk

Ale nestotožňujem sa s terajším trendom edukácie na vysokej škole typu „je lepšie málo, ako veľa, alebo stačí málo, lebo veľa zaťažuje“.

Musím priznať, že som máľ dobrého prvého vedúceho na Pedagogickej fakulte v Prešove a bol ním prof. Dorko. Veľa ma toho síce nenaučil, ale ani neprekážal, a to je strašne veľa. Absolvoval som štyri ateistické školenia, ktoré som pri každom ideovom pohovore nezabudol zdôrazniť. Dostal som sa na stáž do ZSSR a potom na celý rad expedícií, či už horolezeckých, vodáckych, potápačských, jaskyniarskych, publicistických a už ani neviem akých. Na nich som zbieral, triedil a časť poznatkov aj publikoval, desiatky zostali v šuplíku.

Pretože cestovanie mimo ZSSR a ostatných socialistických štátov bolo problematické, stal som sa vodákom, horolezcom, jaskyniarom, potápačom, dokonca aj polárnikom a publicistom. Tu som si osvojil zásadu „treba hľadať, ako sa dá problém riešiť, nájsť spôsob, ako splniť svoje túžby“ a už roky vyvraciam tvrdenie že „to sa nedá“. Hoci som od športu upustil, pôžitok nielen z cestovania, ale aj poznania u mňa stále pretrváva. Doteraz je pre mňa cestovanie najjednoduchší a najpríjemnejší spôsob ako získať poznatky a vedomosti.

Pri cestovaní je potrebné aj proti svojej vôli viac počúvať ako hovoriť a ostatné príde. Pri striedaní záujmov prichádzam k notoricky známej pravde, že „z mozgu preplneného detailmi je ťažko niečo nové dostať“. A preto je potrebné sa púšťať aj do problémov, s ktorými nemáme veľké skúsenosti, či o nich veľa nevieme a potom výsledok závisí od osobných dispozícií.

Po 10 rokoch pôsobenia som dostal ponuku založiť „pracovisko SAV pre ekológiu poľnohospodárskej krajiny v Košiciach“. Bolo to po profesionálnej stránke najplodnejšie obdobie. Všetko čo som zatracoval na strednej škole, t.j. poľnohospodárske vedomosti, som využil, takpovediac na vlastnej koži som si overil, že „všetko zlé môže byť nakoniec aj dobré“.

Prof. Ružička, vedúci oddelenia krajinnej ekológie, v rámci CBEV SAV nás nútil, aby sme každý biologický či ekologický poznatok kategorizovali či typizovali a využili pre krajinnno-ekologické plánovanie. Samozrejme, že sme sa neraz búrili, že sa to proste nedá a nakoniec som pochopil jeho filozofiu a doteraz neľutujem. Pri všetkom, čo doteraz robím, si popri vlastnom riešení problému stále dávam otázku „na čo je to dobré?“, resp. zdôrazňujem jeho možnú aplikovateľnosť. V tomto prostredí neraz dochádzalo k rôznym stretom.

Všetky lepšie práce vznikli pri spoločných prácach a diskusiách i výmene názorov často až v konfrontačnom prostredí, niektoré z nich neboli plne odbornou verejnosťou prijaté čo nie je na škodu, pretože sa k nim sporadicky vraciam. Odborná kritika zatiaľ nikomu neuškodila a v takomto demokratickom prostredí vzniklo viacero odvážnych prístupov. Tu je treba si uvedomiť základný postulát demokracie „podiel jedinca na správe vecí verejných“, resp. právo vyjadriť svoju mienku a toho priestoru je teraz poskromne.

Po 14 rokoch na SAV som opäť na Pedagogickej fakulte PU a následne na novovzniknutej FHPV PU. Po niekoľkých rokoch snaženia som inicioval založenie katedry ekológie, následkom čoho vzniká nová študijná špecializácia - ekológia. Pôvodne navrhovaný názov bol Katedra ekológie a kvality životného prostredia a mala iniciovať budovanie chémie, resp. rozvoj analytických laboratórií. Vzhľadom na medziod-

borový a syntetický charakter ekológie, ktorá je náročná na množstvo analytických predmetov o prírode, som pred 12 rokmi predložil požiadavku, aby štúdium ekológie bolo iba v kombináciách s biológiou a geografiou. Nakoľko záujem o štúdium ekológie bol veľký, vytvorila sa možnosť kombinácie pre všetky odbory, aj keď sme predpokladali náročnosť na štúdium. Embargo dostala iba študijná kombinácia biológia – ekológia. Samozrejme, že sme počítali s nárastom pracovníkov katedry. Napriek nekompletnému odbornému zloženiu katedry bol počet pracovníkov v posledných rokoch redukovaný o 1,5 pracovného miesta. Bez dostatočnej chémie a bez navýšenia počtu pracovníkov sa otvorilo jednopredmetové štúdium ekológie. Tento proces postupnej kompletizácie prírodovedných disciplín, aj keď sľubne zahájený, bol pribrzdený a tento stav pretrváva.

Spomínam, pred 17 rokmi sme na PU, resp. Pedagogickej fakulte UPJŠ zaviedli povinný predmet pre všetkých jej študentov „Základy ekológie a environmentálna výchova“, neskôr sa predmet zrušil a po rokoch je opäť v ponuke voliteľných predmetov a to bez našej intervencie. Vážnosť situácie si už pravdepodobne uvedomili niektorí osvietenejší funkcionári.

Ale predsa len na FHPV PU vzniklo niečo nové, čo bolo jeho tvorcami zatracované - „centrum excelentnosti - ekológia živočíchov a človeka“, v ktorom zakladajúci členovia katedry nefigurujú.

Rád by som sa tiež vyjadril k niektorým otázkam, ktoré majú pre mňa veľký význam. Človek počas svojho života často blúdi a pohybuje sa akoby v začarovanom v kruhu, z ktorého niet východiska a preto je potrebné mať ideové opory. Tie pomôžu dostať sa z bludného kruhu, ktorý sme dostali, získali alebo prijali, skrátka si ich osvojili. Takýmto bludným kruhom je aj pragmatizmus, ateizmus, ale aj extrémny naturalizmus a liberalizmus, ktoré prinášajú iba krátkodobé uspokojenie a niekedy aj problematické úspechy, a preto „vraciam sa k tomu, čomu som intuitívne veril“.

S pribúdajúcimi rokmi sa šírka a hĺbka záujmov zväčšuje, ale výkonnosť sa znižuje. Pribúdla história, religionistika, geografia, archeológia a čuduj sa svete, to všetko súvisí s ekológiou a obohacuje ju.

Plány doteraz existujú vo forme ideí i projektov, teraz už prevažne aplikačného charakteru. To ostatné treba dorobiť a publikovať. Absolvoval som desiatky expedícií rôzneho charakteru do všetkých klimatických pásiem Zeme, počítam iba tie, ktoré trvali najmenej mesiac a bol by som rád keby ich počet nebol konečný. Na cestách vznikajú nové myšlienky, kryštalizujú sa názory dotýkajúce sa postavenia človeka v environmente geografického či ekologického determinizmu, vďaka expedíciám vznikli rôzne analógie, nové pohľady, nové druhy pre vedu a množstvo cestopisných čít.

V osobnom živote sa snažím presadzovať prístup „problémy netreba riešiť – problémom treba predchádzať!“

Nosievam so sebou aj základnú prístrojovú techniku, ale proklamovanému fetišu v ekológii „čím presnejšie zmerané údaje, tým je poznatok vedeckejší“ už neverím, aj keď pri posudzovaní kvality sú presné prístroje či metódy nevyhnutné.

Počas rastu človeka sa mení intenzita, jedno však zostáva - „netreba znásilňovať čas“. Často som sa celé dni nútil do práce a výsledok bol nulový, alebo len nepatrný,

čo ma doviedlo k poznaniu, že „jeden dobrý nápad ako na to, je viac než desiatky striktných vedeckých postupov alebo opakovaní notoricky známych vedeckých výsledkov“.

Pracovník vo vede by mal permanentne získavať nové informácie, „nemal by zostať ani na jednom pracovisku počas svojej odbornej kariéry, a pokiaľ áno, mal by to kompenzovať aspoň študijnými cestami a pobytmi“. Takisto by mal robiť vedecké hodnosti na rôznych, ale odborne zdatných pracoviskách.

Dobrá pracovná kondícia je iba v dobrom inšpiračnom kolektíve. Avšak ani založenie katedry ekológie, od ktorej som si veľa sľuboval, výrazne neovplyvnilo napredovanie. Je to nepravda, nepochopenie jej obsahu alebo absolútne nepochopenie súčasného stavu sveta? Neustále si kladiem otázku: Prečo je to tak? Odpoveď znie: Nerešpektuje sa previazanosť, diverzita a symbióza povedané ekologickým slovníkom. Etickým slovníkom to nechcem vyjadriť, pretože by to bola kritika do vlastných radov, rúhanie, nakoľko skutočnosť je nelichotivá. Nadobudol som presvedčenie, že schopnosť pochopiť druhého je už prejavom syntézy, a tam, kde jej niet, nemôžu vzniknúť ani základné podmienky pre vedecké poznanie. Sú to potom iba opisovačky a opakovania už známych vecí, ktoré predstierajú vedeckú činnosť.

Ale predsa je tu niečo: vychádzajúc z reálií PU som pred niekoľkými rokmi riešil grant v rámci KEGA s názvom Environmentalistika - nová disciplína pre teologické fakulty Prešovskej univerzity. Vznikla publikácia, ktorá je základom a podľa dostupných údajov aj prvým pokusom o implementáciu ekológie do náboženského života a ochrana stvorenstva sa stáva podstatnou dimenziou cirkvi. Táto idea má korene v Starom i Novom zákone. Človek je zodpovedný za kritický stav v prírode i spoločnosti a ekológia (s.l.) je veda, ktorá má prostriedky, ako problémy súvisiace s globálnou ekologickou krízou riešiť. Terajší spôsob života, ktorý nerešpektuje hodnoty produkčnej schopnosti Zeme a negatívne pôsobí na svoje prostredie, je potrebné prehodnotiť a vytvoriť v každom z nás novú hierarchizáciu hodnôt. A to je nielen ekologická stránka problému, je však v ňom už zahrnutá aj etická? Za najväčší problém považujem absenciu hierarchie hodnôt adekvátnu súčasným podmienkam.

Už netúžim po karentoch, publikáciách v renomovaných časopisoch. Oveľa väčšiu radosť mi robí praktická aplikácia ekologického poznatku a pokiaľ vidím jej skutočnú realizáciu, tak som v extáze.

Veda sa môže úspešne rozvíjať iba v zdravej pospolitosti kontinuálne a v zdravom prostredí bez očakávania veľkých pochvál a slávy. Ktosi múdry raz povedal, že „chlapci majú byť skromní, preto sa nemaľujú, a ten čo sa chvasce či maľuje, nie je chlap alebo inak povedané, malí ľudia nosia vysoké podpätky“.

Ekológia sa v súčasnosti stáva novodobou koncepciou prežitia, akousi filozofiou života, v ktorej kauzalita je povýšená na najvyššiu úroveň. V prírode ani v spoločnosti nič nie je izolované, ale je vo vzťahu a v previazanosti a túto para- či pseudoparadigmu sa snažím prenášať aj do osobného života. Ekológia, to nie je iba veda a poznanie, ale je to aj osobný spôsob života, kde sa majú presadzovať ušľachtilé cnosti vedúce k trvalo udržateľnému životu.

Každý vek má svoje pozitíva i negatíva, ale aj potešenia sa menia, potešenie z poznatku už nie je také intenzívne a „v požehnanom veku impotencie“ - aj keď túto fyziologickú časť už lekárska veda vyriešila, je čas pre pravú vedu veľmi problema-

tický faktor, preto platí skôr tvrdenie, že lepšie je to urobiť skôr ako neskôr. Teraz už treba uplatňovať iba princíp hlásaný jedným z našich prezidentov: „Pracuj tak, akoby si mal žiť ešte sto rokov a správaj sa či modli tak, akoby si mal zajtra zomrieť“. A najdôležitejšie úspechy? Je ťažké hodnotiť seba samého. Na to majú nárok tí druhí a samozrejme povolanejší. Pokiaľ to však musí byť, tak sa pokúsím zhrnúť aspoň tie najvýraznejšie.

V oblasti turisticko-športovej som navštívil všetky klimatické oblasti Zeme, vrátane tých extrémnych. Vysoké pohoria nad 7-tisíc metrov (vystúpil som na niektoré štíty Pamíru i Hindúkušu) a nad 5-tisíc metrov, arktické oblasti (Špicberg 3x, Nová Zemlja) viaceré púšte, ale aj pralesy. Taktiež som zostúpil do hĺbok až 100 m. Pre vyučovanie ekológie i biogeografie je to takmer nevyhnuté.

V oblasti organizačnej som založil pobočku Centra biologicko-ekologických vied SAV v Košiciach a katedru ekológie FHPV PU. Obidve pracoviská dosahovali solídne vedecké výsledky a dúfam, že v tom budú pokračovať i naďalej.

V oblasti vedeckej nech to zhodnotia iní.

V mojom osobnom živote dôležitú úlohu zohrávajú moje dve dcéry, ktoré sú vysokoškolsky vzdelané a dúfam, že si nájdu dôstojné miesto v oblasti pracovnej, spoločenskej, ale aj ideovej či morálno-etickej. A to je veľká úloha nielen pre ne. Pre mňa je to úloha trvalá.

Na záver si kladiem otázku. Je výhodné byť vedeckým pracovníkom? Skutočného vedeckého pracovníka tieto dôvody nezaujímajú. Sú iste lepšie platené miesta, iba máloktoľ pracovník zarába viac, ako je priemerný plat vysokoškolákov. Pre prácu vo výskume sú rôzne motívy, od lásky a obdivu k prírode, cez zvedavosť, užitočnosť až po absurdnú túžbu byť slávny a uznávaný. Predstierať, že som dobrý, pretože zarábam viac než ostatní, je spoločenská arogancia. Každý zaujatý zberateľ pocíti uspokojenie nad veľkou kolekciou chrobákov, znakov, písmen, veršov, známok alebo iných vecí, keď sa mu ich podarí zhromaždiť do logického, harmonického celku, tak hlbšie spozná predmety svojho štúdia, a to je iba krôčik k odhaleniu princípov či zákonitostí.

Ktorá vlastnosť je pre vedeckého pracovníka nevyhnutná? Vnútoraná disciplína a snaha každý deň niečo urobiť. Netreba krotiť ambície, skromnosť v tomto nie je na mieste. Robiť vedu, to je rehoľa.

Čo ešte treba urobiť? Ešte veľa, veľa. Mam pripravené projekty a s nimi by som chcel ukončiť svoje odborné snaženia, aspoň tou troškou prispieť k rozvoju vedy a poznania.

Čo je veda? Extrémne to zjednoduším: „Vedomosti založené na objektívnych faktoch, na testovanej pravde a na faktoch usporiadaných do upraveného systému“.

Z VEDECKÉHO ŽIVOTA

Ekologické dni

Pod týmto názvom sa v dňoch 20. až 22. septembra 2009 pod záštitou rektora Prešovskej univerzity v Prešove, uskutočnila medzinárodná vedecká konferencia v Starej Lesnej, konaná pri príležitosti 10. výročia založenia Katedry ekológie Fakulty humanitných a prírodných vied PU v Prešove a pri príležitosti životného jubilea – 65. výročia narodenia prof. RNDr. Jozefa Tereka, PhD., významného vedecko-pedagogického pracovníka, zakladateľa katedry ekológie, dlhoročného vedúceho pracoviska a garanta študijných programov. Hlavnými organizátormi podujatia boli Katedra ekológie Fakulty humanitných a prírodných vied Prešovskej univerzity v Prešove a Slovenská ekologická spoločnosť (SEKOS). Cieľom konferencie bolo hľadanie nových ciest v ekologickom a environmentálnom výskume. Uvedeného podujatia sa zúčastnilo 60 odborníkov z univerzitných a vedeckovýskumných pracovísk zo Slovenska, Česka, Poľska a Ukrajiny.

Pracovný program medzinárodnej vedeckej konferencie otvorila úvodnou prednáškou doc. Ing. Danica Fazekašová, PhD., predsedníčka vedeckého a organizačného výboru konferencie pod názvom *História a súčasnosť katedry ekológie FHPV PU v Prešove a vedecko-pedagogický prínos prof. RNDr. Jozefa Tereka, PhD.*, v ktorej predstavila vedeckovýskumné a edukačné pracovisko a priblížila život a prácu jubilanta. V príhovore *Ako ďalej?* jubilant prezentoval svoje dlhoročné životné skúsenosti a názory na uplatňovanie ekologických a environmentálnych princípov v spoločenskej praxi. Následne v pléne odzneli pozvané prednášky *Metodická omezená poznávanie štruktúry a dynamiky taxocenóz vodných ploštic (Heteroptera: Gerromorpha, Nepomorpha)* (prof. RNDr. Miroslav Papáček, CSc.), *Spustnuté pôdy ako krajinnoekologický problém* (prof. Ing. Rudolf Midriak, DrSc.), *Vývoj obsahu pôdného organického uhlíka v poľnohospodárskych pôdach Slovenska* (RNDr. Gabriela Barančíková, CSc.), *Možnosti mimoprodukčného využívania poldrov* (RNDr. Dana Kotorová, PhD.), *Archetypy krajiny ako koncept výskumu v krajinnej ekológii* (prof. RNDr. Juraj Hreško, PhD.), *Ohrozené oblasti Slovenska a ich environmentálne dôsledky* (prof. h. c. prof. Ing. Ondrej Hronec, DrSc.), *Geoekologická štruktúra krajiny a haldy hutníckeho odpadu lúžienca pri Sereďi* (prof. RNDr. Eva Michaeli, PhD.), *Smerovanie výskumu a najvýznamnejšie výsledky v riešených oblastiach environmentálneho inžinierstva na Stavebnej fakulte Technickej univerzity v Košiciach* (prof. RNDr. Nadežda Številová, PhD.).

V nadväznosti na pozvané prednášky odznelo 16 plenárnych prednášok a ďalších 33 príspevkov bolo prezentovaných ako poster v tematických oblastiach Ekológia rastlín, Ekológia živočíchov, Ekológia krajiny, Agroekológia, Ekológia lesa, Environmentalistika a Didaktika výučby ekológie. Súčasťou programu bola aj podnetná diskusia, v ktorej sa účastníci konferencie pozitívne vyjadrili k rozvoju ekologických a environmentálnych disciplín na FHPV. Neformálne diskusie obohatili aj spoločenský večer a turistický výlet po známych tatranských chodníkoch.

Z konferencie bol vydaný Zborník abstraktov a prezentované príspevky budú publikované vo vlastnom vedeckom časopise *Acta Universitatis Prešovensis, Folia oecologica*.

Organizačný výbor konferencie

POKYNY PRE AUTOROV

Folia Oecologica akceptuje:

1. originálne vedecké a teoretické práce (5-20 strán vrátane zoznamu použitej literatúry, obrázkov a tabuliek)
2. stručné prehľadové práce (5-10 strán)
3. recenzie kníh (max. 2 strany)
4. krátke správy o vedeckom dianí a “short communications” (max. 5 strán)

Rukopisy predkladané na publikovanie v časopise *Folia Oecologica* nesmú byť publikované alebo predložené na publikovanie inému časopisu.

Predkladanie rukopisov:

1. elektronicky e-mailom a jednu vytlačenú kópiu poštou
2. poštou na CD alebo DVD nosiči spolu s jednou vytlačenou kópiou

Rukopisy majú byť písane zrozumiteľne, štylisticky a gramaticky správne v slovenskom, českom alebo anglickom jazyku. Všetky časti rukopisu majú byť písané fontom Times New Roman, veľkosť 12, okraje 2 cm, text zarovnaný vľavo, jednoduché riadkovanie, bez tabulátorov a odrážok. Rukopisy predkladajte vo formátoch .doc alebo .odf. Všetky obrázky a tabuľky majú byť vložené do textu a zároveň musia byť dodané v osobitných súboroch, alebo na osobitných hárkoch (obrázky vo formáte .jpg, .jpeg, .jpe, .tiff, .tif, alebo .gif, tabuľky vo formáte .xls, alebo .ods).

Veličiny a skratky: autori musia používať výlučne jednotky SI, s výnimkou starších jednotiek ak je to nevyhnutné v historických súvislostiach. Jednotky nepíšte kurzívou. Všetky akronymy agentúr, orgánov a inštitúcií musia byť prvýkrát v texte uvedené aj ako plné názvy. Skratky okrem SI jednotiek sú neprípustné.

Príklady: 0,12 m; 0,04 m³.s⁻¹, International Association for Danube Research (IAD)

Názvy taxónov: rodové a druhové mená musia byť kompletne uvedené jedenkrát v každej práci a musia byť písané kurzívou.

Príklady: *Neottia nidus-avis* (L.) Rich., *Ecdyonurus picteti* (Meyer-Dür, 1864), *Verbasicum* sp.

Rukopis má byť členený nasledovne:

NÁZOV – SLOVENSKY, ANGLICKY

Má byť krátky, ale dostatočne informatívny, písaný tučne kapitálkami. Autorov vedeckých mien taxónov v názve vynechajte.

AUTOR(I)

Uvádzajte plné krstné meno tučne a priezvisko tučne kapitálkami.

ABSTRACT

Má obsahovať jeden odstavce a maximálne 200 slov v angličtine, písaný má byť kurzívou. V krátkosti v ňom opíšte výsledky a závery, bez opisu metód, diskusie, citácií a skratiek.

KEYWORDS

Uveďte maximálne 6 kľúčových slov tak, aby sa neopakovali v názve, píšete ich kurzívou, anglicky.

Štandardné členenie originálnej vedeckej práce má byť nasledovné:

Úvod

Krátko uvádza do problematiky a opisuje ciele výskumu prezentovaného v článku.

MATERIÁL A METÓDY

V tejto kapitole majú byť popísané postupy a podrobnosti pokusov, ktoré umožnia zopakovať výskum. (Táto časť môže obsahovať aj charakteristiku územia.)

VÝSLEDKY

Majú byť stručné, bez komentárov a diskusie.

DISKUSIA

Nemá uvádzať nové poznatky uvedené vo výsledkoch.

(VÝSLEDKY A DISKUSIA

Tieto dve časti môžu byť kombinované.)

POĎAKOVANIE

Táto časť má byť čo najstručnejšia, píše ju kurzívou.

LITERATÚRA

Striktne sa pridrižujte uvedených príkladov.

V texte majú byť odkazy písané kapitálkami. Dva a viac odkazov v zátvorkách musia byť uvádzané chronologicky.

Príklady: KOŠČO (2008), (FAZEKAŠOVÁ et al., 2007; KOŠČO, BALÁZS, 2009), TEREK (1998a, 1998b).

V časti Literatúra môžu byť názvy časopisov písané skratkami v súlade s „World list of scientific periodicals“, alebo píše plný názov časopisu. Názvy článkov majú byť v pôvodnom jazyku, ak neboli vytlačené v latinke (ale napr. v azbuke), majú byť prepísané do latinky podľa pravidiel na stránke: <http://www.unipo.sk/fhvp/index.php?sekcia=katedry-fakulty&id=21> (môže byť uvedený aj anglický preklad názvu v hranatých zátvorkách).

Príklady:

KOŠČO, J. – LUSK, S. – PEKÁRIK, L. – KOŠUTHOVÁ, L. – KOŠUTH, P., 2008. The occurrence and status of species of the genera Cobitis, Sabenejewia, and Misgurnus in Slovakia. *Folia Zool.*, 57(1-2): 26-34.

BARUŠ, V. – OLIVA, O. (eds.), 1995. Mihulovci – Petromyzontes a ryby – Osteichthyes. *Fauna ČR a SR*, vol. 28/2. Academia, Praha, 698 pp.

HENSEL, K., – MUŽIK, V., 2001. Červený (ekozozologický) zoznam mihúľ (Petromyzontes) a rýb (Osteichthyes) Slovenska. In: BALÁŽ, D., MARHOLD, K. – URBAN, P. (eds.), Červený zoznam rastlín a živočíchov Slovenska. *Ochrana prírody*, 20, Suppl.: 143-145.

BERG, L. S., 1949. Ryby presnych vod SSSR i sapredel'nyh stron. Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR, Moskva-Leningrad: 470-925.

ADRESA AUTORA / ADRESY AUTOROV

Píše plné mená, pracoviská, adresy a e-mailové adresy všetkých autorov článku kurzívou.

Tabuľky a obrázky:

Majú byť informatívne, relevantné a vizuálne atraktívne. Písmo v tabuľkách a na obrázkoch má byť totožné s textom. Odkazy na tabuľky a obrázky v texte musia byť číslované arabskými číslicami v poradí ako sú uvádzané (napr. pozri tabuľku/obrázok 1–4; tab/obr. 5). Každá tabuľka a obrázok musí mať samostatný opisný názov, ktorý vysvetlí ich zmysel vo vzťahu k textu. Každý stĺpec v tabuľke má mať vlastnú hlavičku. Názov v slovenčine (alebo češtine) a angličtine má byť umiestnený nad tabuľkou, resp. pod obrázkom. Vyhnite sa vertikálnemu orámovaniu v tabuľkách. Tie isté údaje sa nemajú opakovat' v texte, tabuľkách, či na obrázkoch. Obrázky dodávajte v odtieňoch sivej. Uistite sa, že všetky obrázky (najmä grafy) sú zrozumiteľné a prehľadné. Preskenované obrázky majú mať náležité rozlíšenie (1200 dpi pre perovky, 600 dpi pre obrázky v odtieni sivej.)

Postup pri spracovaní prijatých rukopisov:***Hodnotenie:***

Všetky rukopisy, ak nie sú odmietnuté bez recenzie kvôli zrejým nedostatkom v štýle, formáte, alebo vedeckej úrovni, sú posudzované dvoma recenzentami. Autori by mali zvážiť všetky ich odporúčania a korekcie, ako aj pripomienky editora. Po kompletnej pozitívnej revízii a prijatí finálnej verzie rukopisu rozhodne redakčná rada o akceptovaní, či neakceptovaní rukopisu. Author(i) budú následne informovaní o výsledku.

Výtlačky:

Prvý autor dostane elektronickú pdf verziu článku a jednu tlačенú kópiu čísla časopisu, v ktorom je článok uvedený.

Copyright:

Autori súhlasia s prenosom autorských práv (vrátane práva na publikovanie, kopírovanie a rozmnožovanie článku všetkými spôsobmi a médiami) na vydavateľa po akceptovaní rukopisu.

Rukopisy posielajte na adresu redakčnej rady:

Folia Oecologica
Katedra ekológie FHPV PU
17. novembra 1
081 16 Prešov
Slovensko

folia@unipo.sk

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

Folia Oecologica accepts:

1. original research and theoretical papers (5-20 pages including the list of literature, figures and tables)
2. concise review articles (5-10 pages)
3. book reviews (max. 2 pages)
4. short reports from scientific events and short communications (max. 5 pages).

Manuscripts submitted to *Folia Oecologica* must not have been published or submitted for publication to any other journal.

Submission of manuscripts:

1. electronically by e-mail and one printed copy by post
2. by post on single CD or DVD and one printed copy

Manuscripts should be in clear and grammatically correct Slovak, Czech or English. All parts of the manuscript should be written with font Times New Roman, size 12, margins 2 cm, text aligned to left, simple line spacing, no indents or tabs. Manuscript should be submitted in .doc or .odf format. All figures and tables should be embedded in the text and must be on separate sheets or in separate files together (figures in .jpg, .jpeg, .jpe, .tiff, .tif, or .gif format, tables in .xls, or .ods format).

Units and abbreviations: authors must adhere to SI units except where older units are required for historical appropriateness. Units are not italicised. All acronyms for agencies, examinations, etc., should be spelt out the first time they are introduced in text. Any abbreviations (except SI units) are inadmissible.

Examples: 0,12 m; 0,04 m³.s⁻¹, International Association for Danube Research (IAD)

Taxonomic names: generic and specific names must be cited completely once in each paper and should be typed in italics.

Examples: *Neottia nidus-avis* (L.) Rich., *Ecdyonurus picteti* (Meyer-Dür, 1864), *Verbascum* sp.

Manuscript should be organized as follows:

TITLE

It should be short, but enough informative, use bold, capital letters. Authors of scientific taxa names should be omitted.

AUTHOR(S)

Give full first name(s) in bold, middle initials and surname(s) in capital letters.

ABSTRACT

It should consist of only one paragraph up to 200 words in English, use italics. Describe briefly main results and conclusions with no description of methods, discussion, references and abbreviations.

KEYWORDS

It should not exceed 6 words, not repeating already those contained in the title. Use italics.

The standard order of sections in original research paper should be:

INTRODUCTION

It briefly describes backgrounds and aims of research presented in the paper.

MATERIAL AND METHODS

It should describe procedural and experimental details enabling other researchers to repeat the work. (This section can contain the study area characteristics.)

RESULTS

These should be concise, without comments and discussion.

DISCUSSION

It should not introduce the new findings from the Results section.

(RESULTS AND DISCUSSION

these two sections may be combined.)

ACKNOWLEDGEMENTS

This section should be short, use italics.

LITERATURE

Follow strictly examples.

Within the text should be references written with small capitals. Two or more references in parentheses must be arranged chronologically.

Examples: KOŠČO (2008), (FAZEKAŠOVÁ et al., 2007; KOŠČO, BALÁŽS, 2009), TEREK (1998a, 1998b).

In the section Literature can be written the references with abbreviations in accordance with the "World list of scientific periodicals", or with full name of the journal. Titles of papers should be given in the original language, references printed in characters other than Latin (for example Russian alphabet) should be transcribed in the Latin according to rules on the web site: <http://www.unipo.sk/fhvp/index.php?sekcia=katedry-fakulty&id=21> (English translation in square brackets can be added).

Examples:

KOŠČO, J. – LUSK, S. – PEKÁRIK, L. – KOŠUTHOVÁ, L. – KOŠUTH, P., 2008. The occurrence and status of species of the genera *Cobitis*, *Sabenejewia*, and *Misgurnus* in Slovakia. *Folia Zool.*, 57(1-2): 26-34.

BARUŠ, V. – OLIVA, O. (EDS.), 1995. MIHULOVCI – PETROMYZONTES A RYBY – OSTEICHTHYES. FAUNA ČR A SR, VOL. 28/2. ACADEMIA, PRAHA, 698 PP.

HENSEL, K., – MUŽÍK, V., 2001. ČERVENÝ (EKOSOLOGICKÝ) ZOZNAM MIHÚL (PETROMYZONTES) A RÝB (OSTEICHTHYES) SLOVENSKA. IN: BALÁŽ, D., MARHOLD, K. – URBAN, P. (EDS.), ČERVENÝ ZOZNAM RASTLÍN A ŽIVOČÍCHOV SLOVENSKA. OCHRANA PRÍRODY, 20, SUPPL.: 143-145.

BERG, L.S., 1949. RYBY PRESNYCH VOD SSSR I SAPREDEL'NYCH STRON. IZDATEL'STVO AKADEMII NAUK SSSR, MOSKWA-LENINGRAD: 470-925.

ADRESESS

All the authors of a paper should include their full names, affiliations, postal addresses, and email addresses. One author should be identified as the Corresponding Author.

Tables and figures:

They should be informative, relevant and visually attractive. The style and spelling of lettering in figures must correspond to the main text of the manuscript. Tables and figures must be referred to in the text and numbered with Arabic numerals in the order of their appearance (see table/figure 1; see tables/figures 1–4). Each table and figure should have a stand-alone descriptive caption that explains its purpose without reference to the text; each table column should have an appropriate heading. The caption in both English and Slovak (or Czech) should be above the table and below the figure. Avoid the use of vertical lines in tables. The same data not should be given in text, tables and figures. The figures should be supplied in greyscale. Please be sure that all figures (especially diagrams) are distinguishable and all imported scanned material is scanned at the appropriate resolution: 1200 dpi for line art, 600 dpi for greyscale.

Procedure of received manuscripts:

Evaluation:

All manuscripts, if not refused without review because of apparent insufficiency in style, format or scientific level, are reviewed by 2 reviewers. The author(s) should consider all recommendations and corrections suggested by reviewers and editor. After completed positive revision and receipt of improved final version of manuscript, the editorial board makes decision on the acceptance. Author(s) will be informed about it.

Offprints:

The (first or corresponding) author will be provided with an electronic pdf copy of the published paper and one free copy of the relevant issue.

Copyright:

Authors agree, after the manuscript acceptance, with the transfer of copyright to the publisher, including the right to reproduce the articles in all forms and media.

Manuscripts should be addressed to the Editorial Office:

Folia Oecologica
Katedra ekológie FHPV PU
17. novembra 1
081 16 Prešov
Slovensko

folia@unipo.sk

Názov: PRÍRODNÉ VEDY / FOLIA OECOLOGICA 3

Zostavovatelia: doc. Ing. Danica Fazekašová, PhD.
Mgr. Peter Manko
RNDr. Beáta Baranová

Vydavateľ: Vydavateľstvo Prešovskej univerzity

Korektúra: autori

Vydanie: prvé, 2010

Rozsah diela: 163 s.

Sadzba: Vydavateľstvo Prešovskej univerzity

Tlač: Tlačiareň Kušnír, Prešov

ISSN 136-6157