

DYNAMIKA VÝVOJA LESNÉHO PORASTU NA MONITOROVACEJ PLOCHE ČUNOVO (1990 – 2016)

Eva UHERČÍKOVÁ

Slovenské národné múzeum-Prírodovedné múzeum, Bratislava, Vajanského nábr. 2,
P.O.Box 13, 810 06 Bratislava 16, e-mail: eva.uhercikova@snm.sk

Abstract: *In this paper, the evaluation of long-term stationary research (1990 – 2016) on a floodplain forest stand Čunovo, near Bratislava, is described. The area is affected by hydropower water structure Gabčíkovo on the Danube river. In the first years of monitoring, the crop of Salici–Populetum was degraded due the presence of nitrophilous and mesophilous species. A dynamic changes in species composition, diversity, live forms and physiognomy have taken place affected by changed hydrological regime, an increase of groundwater level surrounding the Čunovo reservoir. During the quarter the softwood floodplain forest changed to a wetland-type permanent marsh.*

Key words: *floodplain forest, long-term changes, Danube river*

Úvod

V súvislosti s výstavbou vodného diela (VD) na Dunaji sa už pri prvých prognózach predpokladali radikálne zmeny vo vegetácii dotknutého územia, hlavne zmena charakteru lužných lesov (Jurko 1976; Cifra 1983). Sledovanie a vyhodnocovanie vplyvu VD Gabčíkovo sa preto stalo od začiatku 90 rokov 20. stor. veľmi naliehavou úlohou, do ktorej som sa zapojila i ja. Cieľom monitorovania vegetácie bolo zaznamenávať stav a zmeny vegetácie vo vzťahu k zmenám parametrov prostredia, hlavne hydrologických a pedologických, a vo vzťahu k času. V rokoch 1990-91 bola založená sieť trvalých monitorovacích plôch (ďalej len MP) a zaznamenaný východiskový stav vegetácie. Z priestorového hľadiska boli MP rozdelené na základe predpokladaného vplyvu VD na MP v oblasti predpokladaného vzdutia hladiny podzemnej vody (HPV; 4), kľúčové MP v oblasti predpokladaného poklesu HPV (5) a MP v oblasti predpokladaného minimálneho vplyvu VD, t. j. kontrolné (2) (Lisický a kol., 1991).

Cieľom príspevku je demonštrovať zmeny vo vývoji pôvodne lesného porastu na jednej trvalej monitorovacej ploche vplyvom zmeny vodného režimu dôsledkom prevádzky VD Gabčíkovo za obdobie 1990 až 2016. Monitorovacia plocha Čunovo - Ostrovné lúčky sa nachádza v katastrálnom území Bratislava, časť Čunovo. Lokalizovaná je pri čunovskej zdrži mimo inundačného územia, v znížene bývajúceho ramena, v ochrannom pásme vodného zdroja. Od polovice 20.st. bolo odrezané od Dunaja po vybudovaní hrádze, následne vysychalo. Pôdny profil bol zriedkavo zasahovaný podzemnou vodou (HPV v hĺbke 1 – 3 m). Rozloha celej MP je 31,72 ha, nadmorská výška 127,0 – 129,5 m n. m. Územie susediacej lesostepnej časti je od roku 1988 vyhlásené za PR Ostrovné lúčky.

Použité metódy

Pri zbere dát sme používali semikvantitatívne snímkovanie v zmysle züriško-montpellierskej školy (metodika Uherčíková, Hajdúk, 1993). Plocha pre fytoocenologický zápis bola stanovená štandardne pre lesné porasty (cca 400 m²). V teréne bola fixovaná a geodeticky zameraná. Termíny fytoocenologických zápisov sú volené v období jarného a letného optima rozvoja vegetácie (máj, júl – august). Merania pôdnej vlhkosti boli realizované neutrónovou metódou do hĺbky 3,0 m, v cca 14-dňových intervaloch od r. 1995 do r. 2009 a v rokoch 2013-2016 (Matečný, Bedrna, 2014).

Na vyhodnotenie dát boli použité dve základné mnohorozmerné analýzy z balíka Canoco – korešpondenčná analýza (CA) so suplementárne vloženými ekologickými charakteristikami daných druhov a analýza hlavných komponent (PCA) pre zobrazenie dominancie jednotlivých životných foriem počas skúmaného obdobia. Do analýz boli použité len fytoocenologické záznamy z leta. Ekologický vlhkosťný režim pôd bol hodnotený klasifikáciou podľa Kutílka (1978, Matečný, Bedrna, 2014).

Výsledky

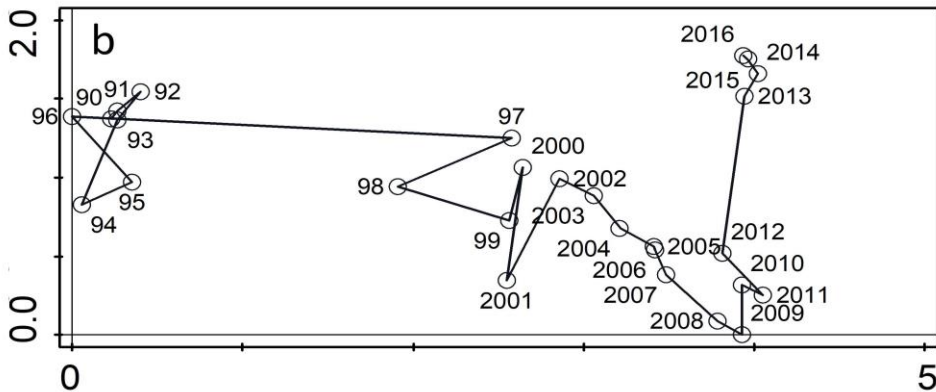
Na začiatku monitorovania v rokoch 1990-92 bolo rameno vyschnuté v dôsledku zaklesnutej hladiny podzemnej vody (ďalej len HPV), pôdny profil len zriedkavo zasahovaný podzemnou vodou. TMP bola založená vo zvyšku mäkkého lužného lesa s dominanciou *Salix fragilis* v stromovej vrstve, s pokryvnosťou 65 - 70 %, vrstva krovin absentovala. V bylinnom podraсте s pokryvnosťou 70-100 % dominovali nitrofylné druhy, v jarnom aspekte *Galium aparine* a *Stellaria media*, v lete *Urtica dioica.*, zaradenie asoc. *Salici – Populetum* (Tx. 1931) Meier-Drees 1936 var. s *Urtica dioica*, zv. *Salicion albae* (Čejka, Pišút, Svobodová, Uherčíková, 1995).

Do výstavby VDG, v rokoch 1990-1992, hladina podzemnej vody kolísala v hĺbke pod povrchom pôdy v rozpätí 1 až 3 m. Od roku 1993 sa nachádzala v hĺbke 0,5 až 1 m. Tomu zodpovedal aj typ pôdy: fluvizem glejová, hlinitá (s vrstvou piesku v hĺbke 0,7 - 0,9 m), vyvinutá z karbonátových, stredne ťažkých aluviálnych sedimentov Dunaja. Glejový redukčný horizont (Gr) bol v hĺbke 0,9 m (Cambel, 1995).

Po napustení vodného diela v r. 1992 nastal prudký rozkyv hladín podzemnej vody, v nasledujúcich rokoch sa stabilizoval, a to na vyššej úrovni ako tomu bolo pred spustením, v oblasti Čunova sa HPV zvýšila o 2 - 3 m oproti predchádzajúcemu stavu (Gavurník, 2006). Od jari r. 1996 sa vo vrbovom poraste udržiava stagnujúca voda. Až do roku 1995 dosahovala etáž stromov stabilnú pokryvnosť (70 %), v priebehu ďalších dvoch rokov však prudko klesla (30 %). Vríby dlhodobo stojace vo vode napadnuté aj drevokaznými hubami, postupne odumierali a vypadávali z porastu. Najväčšie zmeny v spoločenstve nastali v r. 1996-97, a to vo vrstve bylín. Od júla 1997 sa stabilizovala úroveň hladiny v ramene vo výške 30 - 50 cm, čím definitívne došlo k deštrukcii pôvodnej bylinnej vrstvy lesného porastu, prvýkrát bol na sledovanej ploche zaznamenaný hydrofyt *Lemna minor* (Uherčíková, Pišút et Hajdúk, 1999). Lokalita sa presvetlila, poklesli hodnoty pH a množstvo dusíka. Výsledok z korešpondenčnej analýzy na obr. 1 zobrazuje

trajektóriu zmeny spoločenstva počas daného obdobia (čísla znamenajú roky záznamu), ľavý zhluk znázorňuje výrazné odlišenie rokov 1990 až 1996.

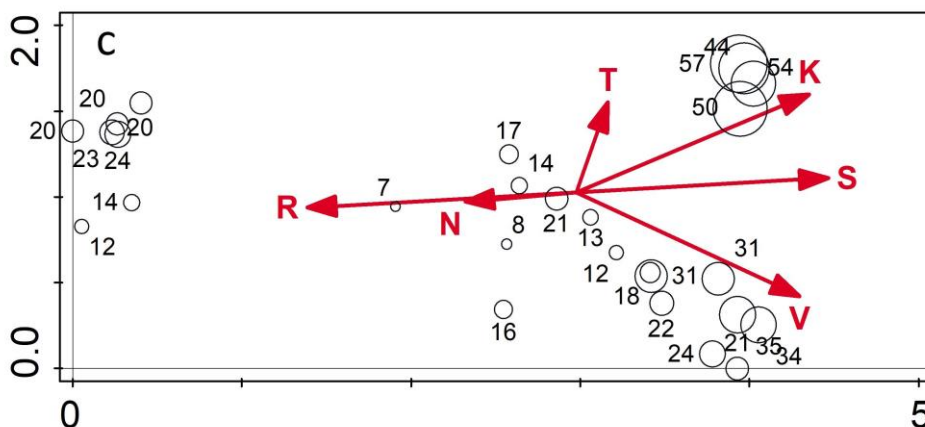
Obr. 1: Trajektória zmeny spoločenstva počas daného obdobia



Vývoj vegetácie od r. 1997 prebieha vo vodnom prostredí a odráža sa na ňom i sezónna dynamika vodného režimu. Grafické znázornenie vyjadruje rozľahlý zhluk rokov 1997 až 2012, každoročne s miernym posunom až do r. 2012. Vývoj sa uberal v smere určujúceho ekologického faktora, ktorým bola vlhkosť (obr. 2), resp. hladina podzemnej vody nad povrchom pôdy. Výška hladiny sa pohybuje v rozpätí 20 - 50 cm, v závislosti od hydrologických podmienok v danom roku, voda klesá v priebehu vegetačnej sezóny aj pod povrch substrátu (dno sa obnažuje na okrajoch ramena pri brehu, ojedinele i celé, napr. v r.1998, 2001). Vlhkosť v pôdnom profile meraná od roku 1995 bola stabilne vysoká, vyjadruje stav vlhky v zamokrenej pôde, stanovište môžeme považovať za zamokrené, s prevahou aquatického stavu a uvidického intervalu vlhkosti pôdy. Kapilárna voda je plne využitá vegetáciou lužného lesa (Matečný, Bedna, 2014).

Celková **druhová diverzita** v prvých rokoch monitoringu bola 12 až 24 taxónov. V stromovej vrstve bol len 1 druh, krovinná nebola vytvorená. Na zmene diverzity v priebehu rokov sa podieľala bylinná vrstva, kde prebiehal dynamický vývoj (Uherčíková, 2006, 2013). Trendom do r. 1998 - 1999 bol pokles diverzity, od r. 2002 nastáva postupný vzostup). Najvýraznejší bol v posledných 4 rokoch (2013 až 2016), keď sa pohybuje v rozmedzí 44 až 57 taxónov (obr. 2). Prítomnosť vodnej hladiny, uvoľnený zápoj stromov a následné presvetlenie podmienili okrem zmeny druhovej diverzity výmenu druhového spektra, životných foriem aj zmenu celkovej fyziognómie. Vodnú hladinu zarastali emerzná aj submerzná druhy: napr. *Lemna minor*, *Potamogeton natans*, *Utricularia australis* (§ VU), *Apium repens* (§ CRr i druh európskeho významu, Mereda, Hodálová, 2011), vodná pečeňovka *Riccia fluitans* (VU), (Uherčíková, 2006; Kubalová, 2000). Od r. 1999 sa na MP v ramene uskutočňuje aj monitoring makrofytnéj vegetácie (Kubalová, 2005). Druhové spektrum makrofytov sa postupne zvýšilo z 2 na 12 (Kubalová, 2010), od r. 2013 postupne klesá (5). Objavili sa aj invázne druhy – *Bidens frondosa*, *Calamagrostis epigejos*, *Solidago gigantea*, ich abundancia je nízka.

Obr. 2: Zobrazenie diverzity spoločenstva v jednotlivých rokoch (čísla predstavujú počet taxónov)



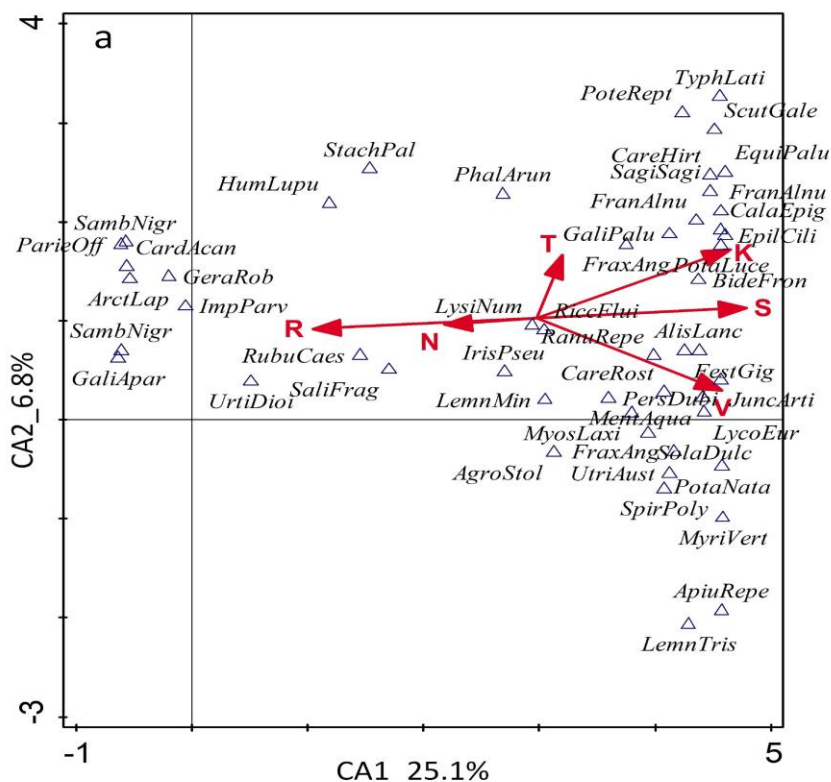
Výstup z korešpondenčnej analýzy so suplementárne vloženými ekologickými charakteristikami daných druhov zobrazuje pozície druhov v dvojdimenzionálnom priestore (obr. 3). V ľavej časti grafu sa nachádzajú druhy nitrofylné, nenáročné na pôdnu vlhkosť: *Sambucus nigra*, *Parietaria officinalis*, *Geranium robertianum*, *Galium aparine*, *Urtica dioica*. Na opačnom konci spektra sú druhy vlhkomilné až vodné, napr. *Typha latifolia*, *Scutellaria galericulata*, *Frangula alnus*, *Alisma lanceolatum*, *Apium repens*, *Myriophyllum verticillatum* či *Spirodela polyrrhiza*. V ekologickom vyjadrení v súčasnosti významnú úlohu zohráva faktor kontinentality (K, obr. 2). Z druhov dominujú *Phragmites australis* a *Typha latifolia*, so zvýšenou abundanciou sa vyskytujú *Mentha aquatica*, *Equisetum palustre*, *Persicaria dubia*.

V r. 2013 na jar sme zaznamenali mierny pokles vodnej hladiny aj vodnej plochy. Zistili sme úpravu odtoku vody z močiara do inej časti územia. V letnom období naopak bolo vody v močiari podstatne viac, spôsobené vzdušným podzemnej vody ako dôsledok veľkej júnovej povodne na Dunaji, ktorá predstavovala 100-ročnú vodu. Celková druhová diverzita dosiahla vysoké hodnoty, v porovnaní s predchádzajúcim rokom (nárast o 12 až 20 druhov). Pribudli niektoré hydrofyty, napr. trváce ostrice, avšak aj neofyty. Dynamický vývoj sa prejavil v lete poklesom hodnoty podobnosti na 50 %, t. j. vymenila sa tu polovica druhov (pri medziročnom porovnaní bol používaný Jaccardov index podobnosti, Uherčíková, 2013).

Klimatické pomery v priebehu vegetačného obdobia r. 2014 boli pre vegetáciu nepriaznivejšie - dlhé obdobie horúcich tropických dní vystriedala chladná vlna. Vo vegetácii na MP sa prejavil značný rozkyv – nárast druhovej diverzity, s dominantami pálka širokolistá *Typha latifolia* a ostrica *Carex rostrata* (hydrofyty). Ostatné hydrofyty mali nízku pokrývnosť, vyskytovali sa červenavce *Potamogeton lucens* a *P. nodosus*, riečanka prímorská *Najas marina* (LR), *Myriophyllum verticillatum*, *Lemna minor* a *Zannichellia palustris*. Vzácná bublinatka nebadaná (*Utricularia australis*) sa vyskytovala s nepatrnou pokrývnosťou len vo vegetatívnom stave. Zeler plazivý (*Apium*

repens) sme nenašli, viac sa rozrástla pálka a ďalšie močiarné druhy, ktoré tým potlačili jeho rozvoj - konkurenčne je slabý druh, po zmene životných podmienok alebo nástupe konkurenčne silnejších druhov z lokality mizne (Mereďa, Hodálová, 2011).

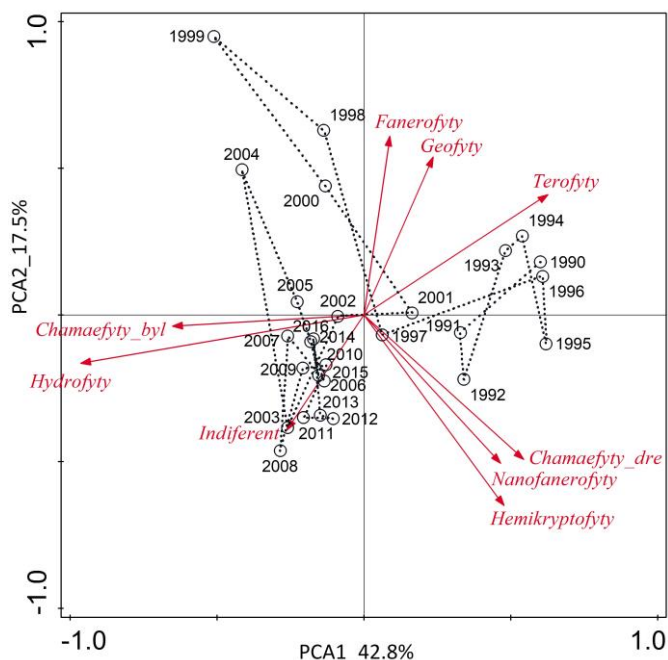
Obr. 3: Pozície jednotlivých druhov v dvojdimenzionálnom priestore



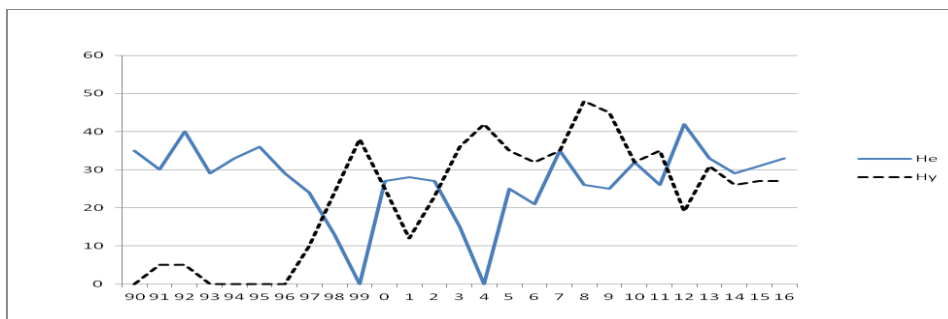
Na MP sa vyskytuje celá škála životných foriem, od fanerofytov a nanofanerofytov cez chamaefyty až po terofyty a hydrofyty. Výstup z analýzy hlavných komponent (obr. 4) zobrazuje dominanciu jednotlivých životných foriem počas skúmaného obdobia. Za podstatné ukazovatele považujem zastúpenie fanerofytov, ktoré klesli na minimum, a pomer medzi hemikryptofytmi a hydrofytmi. Z grafu (obr. 5) vidno ich dynamiku: v najvlhších rokoch dominancia hydrofytov (1998-99, 2003-2011), od r. 2012 prevládajú hemikryptofyty.

Posledný hodnotený rok 2016: Stromy sú v pokročilom štádiu odumierania, vytvorená je otvorená vodná hladina na prevažnej časti plochy, bola však pomerne plytká. Dochádza k postupnému zameňovaniu, usadeniu značnej časti rozkladúcich sa rastlinných zvyškov a bahna. Zistili sme ďalší vzostup diverzity v bylinnej vrstve, zvýšila sa abundancia pálky, trstiny i ďalších močiarnych druhov, avšak nízka bola abundancia hydrofytov, zníženú abundanciu aj vitalitu mali vzácné a chránené druhy (bublínatka nebadaná a zeler plazivý). V životných formách dominantnými sú hemikryptofyty (Uherčíková, 2016).

Obr. 4: Dominancia životných foriem analýzou PCA



Obr. 5: Dynamika vývoja hemikryptofytov (He) a hydrofytov (Hy) za sledované obdobie (% podiely)



Záver

Sledovaný porast mäkkého lužného lesa asociácie *Salici–Populetum*, na začiatku monitorovania v rokoch 1990-92 degradovaný s dominanciou nitrofilných a mezofilných druhov, sa zmenil na podmáčaný typ. Potvrdil sa pôvodný predpoklad vzostupu HVP a následných zmien vo vegetácii. Prebehli tu dynamické zmeny druhového zloženia, diverzity aj fyziognómie. Lokalita je v súčasnosti veľmi cenná, z hľadiska celkovej vysokej diverzity rastlinných druhov, výskytom vzácných a ohrozených druhov, ako aj z hľadiska

sukcesného vývoja. V priebehu štvrtstoročia tu prebehla premena mäkkého lužného lesa na močiarny typ biotopu, zmena geobiocénu. Takáto cyklická sukcesia, keď sa spoločenstvo lužného lesa vrátilo k počiatočným fázam hydrosérie s otvorenou vodnou hladinou a postupným zarastaním vodného stĺpca, je typická pre prirodzené riečne ekosystémy.

MP Čunovo je lokalitou s najdynamickejším vývojom spomedzi lokalít monitorovaných súvislosti s výstavbou a prevádzkou VD Gabčíkovo na Dunaji. V hornej časti záujmového územia na MP2-Dolný rusovský ostrov došlo k zvýšeniu vlhkosti a ustáleniu HPV, vegetácia má prirodzený flukтуаčný vývoj v závislosti od hydrologického režimu v Dunaji. Na MP medzi starým a novým korytom Dunaja (6, 9, 14) došlo k poklesu HVP a vlhkosti pôdy. Na MP6-Dobrohošť a MP14-Istragov sa zmena prejavila úbytkom vlhkomilných druhov zväzu *Salicion albae* a zvýšením mezofilných neofytov, navyše na MP14 bol porast vyťažený v r. 2006/2007 (Petrášová-Šibíková et al., 2017). Na MP9-Bodíky stav vody v ramenách a v pôde vylepšilo vybudovanie dotačného objektu v kombinácii s prehrádzkami v starom toku Dunaja. Napriek tomu tiež došlo k antropickému zásahu, výrubu porastu v r. 1997, následnému zalesneniu a nástupu synantropných druhov (Uherčíková, Némethová 2006). MP 10 Kráľovská lúka patrí medzi stanovištia s pomerne vyrovnanými vlhkosťnými podmienkami, voda sa na lokalitu dostáva z povrchových aj podzemných zdrojov, zabezpečuje dobré vlhové pomery hydrofilných rastlín, nastalo mierne zvýšenie výskytu druhov zv. *Salicion albae*, ale i zvýšenie abundancie neofytov (Petrášová-Šibíková et al., 2017). Na lokalitách pod sútokom starého a nového koryta, MP18-Kľúčovec, Sporná sihoť a MP23-Starý les, kde sa predpokladal pokles HPV po vybudovaní VD Nagymaros, v súčasnosti HPV kolíše (0,5 - 3,5 m) v závislosti od prirodzenej dynamiky vody v Dunaji (Matečný, Bedna, 2014) a vegetácia odzrkadľuje prirodzený flukтуаčný vývoj.

PodĎakovanie

Moja vďaka patrí RNDr. H. Kothajovej (ŠOP SR Bratislava) za spoluprácu v teréne, RNDr. P. Berackovi, PhD. za spracovanie mnohorozsiahlych analýz, RNDr. I. Matečnému, PhD. za poskytnutie údajov o HPV a meraniach vlhkosti pôdy.

Literatúra

CAMBEL, B., 1995: Soils in the Danube floodplain in the stretch between Bratislava and Čičov. Ecology (Bratislava) 14, 1: 77 – 86.

CIFRA, J., 1983: Problematika poklesu podzemnej vody v podunajských lesoch pod Bratislavou. In: Výsledky pestovania topoľov a vrb na Slovensku, Zvolen, 60 – 66.

ČEJKA, T., PIŠŮT, P., SVOBODOVÁ, A., UHERČÍKOVÁ, E., 1995: Charakteristika monitorovacích plôch. In: Lisický, M.J. (ed.) 1995, Výsledky a skúsenosti z monitorovania bioty územia ovplyvneného vodným dielom Gabčíkovo. ÚZE SAV Bratislava, 29 – 51.

- GAVURNÍK, J., 2006: Monitoring of ground water regime in the area of the Gabčíkovo Project. In: Mucha, I., Lisický, M.J. (eds.): Slovak-Hungarian Environmental Monitoring on the Danube 1995 – 2005. Danube monitoring scientific conference, 25 – 26 May 2006, Mosonmagyaróvár – Hungary, Slovak section. GWC Ltd., 89 – 91.
- JURKO, A., 1976: Influence of the Gabčíkovo-Nagymaros project to vegetation of the Danube lowlands. *Životné prostredie*, Bratislava, 10, 5, 230 – 238.
- KUBALOVÁ, S., 2000: K aktuálnemu výskytu pečeňovky *Riccia fluitans* L. emend. Lorb. na Podunajskej nížine. *Bull. Slov. Bot. Spoločn.*, Bratislava, 22: 47 – 50.
- KUBALOVÁ, S., 2005: Sukcesia vegetácie riečnej krajiny na príklade dunajského ramena ovplyvneného VD Gabčíkovom (JZ Slovensko). In: Měkotová, J., Štěrba, O. (eds.), *Řiční krajina 3*, Sborník příspěvků z konference Přír.F UP Olomouc, 188 – 191.
- KUBALOVÁ, S., 2010: Vodná a močiarna vegetácia inundácie Dunaja – úsek Čunovo-Sap. Expertízne vyjadrenie k Štúdii realizovateľnosti: Rehabilitácia szigetközského úseku Dunaja. Msc. depon. in. Konzultačná skupina Podzemná voda s.r.o., Bratislava.
- KUTÍLEK, M., 1978: Vodohospodářská pedologie. II. přepr. vyd., SNTL Alfa, Praha.
- LISICKÝ, M.J. (ed.), 1991: Správa o východiskovom (tzv. nultom) stave prírodného prostredia SVD G-M, stupeň Gabčíkovo, z hľadiska biológie a krajinej ekológie. Msc. depon. in. ÚZ SAV Bratislava, 129 pp.
- MARHOLD, K. et al., 1998: Papraďorasty a semenné rastliny. In: Marhold, K., Hindák, F. (eds.), *Zoznam vyšších a nižších rastlín Slovenska*, Veda, Bratislava, 333 – 687.
- MATEČNÝ I., BEDRNA Z., 2014: Vývoj vlhkostného režimu na vybraných lokalitách ovplyvnených vodným dielom Gabčíkovo. *Geografický Časopis* 66: 305 – 320.
- MEREĎA, P. JUN., HODÁLOVÁ, I., 2011: Cievnaté rastliny. In: Ambróz, L. et al., *Atlas druhov európskeho významu pre územia NATURA 2000 na Slovensku*. Slov. múzeum ochrany prírody a jaskyniarstva, Liptovský Mikuláš, 36 – 119.
- PETRÁŠOVÁ-ŠIBÍKOVÁ, M., MATEČNÝ, I., UHERČÍKOVÁ, E., PIŠÚT, P., KUBALOVÁ, S., VALACHOVIČ, M., HODÁLOVÁ, I., MEREĎA, P.JR., BISBING, S.M. & MEDVECKÁ, J., 2017: Effect of the Gabčíkovo Waterworks (Slovakia) on riparian floodplain forest ecosystems in the Danube inland delta: vegetation dynamics and trends. *Biologia* 72/7: 722 – 734, Section Botany.
- UHERČÍKOVÁ, E., 1995: The result of monitoring of forest phytocenoses in the area affected by the hydroelectric power structures Gabčíkovo. In: Mucha, I. (ed), *Gabčíkovo Part of the Hydroelectric Power Project Environmental Impact Review*. Fac. Nat. Sci. Comen. Univ. Bratislava, 145 – 154.
- UHERČÍKOVÁ, E., 2006: Flora and forest vegetation in the area of the Gabčíkovo project. In: Mucha, I., Lisický, M.J. (eds.), *Slovak-Hungarian Environmental Monitoring on the Danube 1995 – 2005*. Danube monitoring scientific conference, 25 - 26 May 2006, Mosonmagyaróvár – Hungary, Slovak section. GWC Ltd., 149 – 159.

UHERČÍKOVÁ, E., 2013: Monitoring lesných fytoocenóz na TMP v inundácii Dunaja. Správa za rok 2013. Msc., depon in PFUK Bratislava, 17 pp.

UHERČÍKOVÁ, E., 2016: Monitoring lesných fytoocenóz na TMP v inundácii Dunaja. Správa za rok 2016. Msc., depon in PFUK Bratislava 15 pp.

UHERČÍKOVÁ, E., HAJDÚK, J., 1993: Metodika sledovania zmien vegetácie pre potreby biomonitoringu územia dotknutého výstavbou a prevádzkou sústavy vodných diel na Dunaji. *Biológia*, Bratislava, 48, 73 – 79.

UHERČÍKOVÁ, E., PIŠŮT, P., HAJDÚK, J., 1999: Changes of flood-plain forests vegetation in the permanent monitoring plots and vegetation succession on the Gabčíkovo structures dikes. In: Mucha, I. (ed.), Gabčíkovo part of the hydroelectric power project environmental impact review (evaluation based on six year monitoring). Ground Water Consulting, Ltd., Bratislava, 281 – 322.

UHERČÍKOVÁ, E., NÉMETHOVÁ, D., 2006: The dynamics of Bodícka brána forest vegetation. *Biologia*, Bratislava, 61/4: 421 – 431.