

## Spoločenstvo makrofytov v úseku ovplyvnenom sústavou MVE na rieke Hron

Macrophyte community in the stretch influenced by the system of small hydropower plants on the Hron river

Peter BALÁŽI

*Výskumný ústav vodného hospodárstva, Nábr. arm. gen. L. Svobodu 5, SK-81249 Bratislava, peter.balazi@vuvh.sk*

### Abstrakt

Výstavbou MVE na riekach dochádza k ovplyvneniu biologických spoločenstiev v rôznej miere, makrofyty nie sú výnimkou. V letnej sezóne 2021 – 2022 boli vykonané prieskumy makrofytov v okolí 10 MVE na rieke Hron v úseku Šalková (r.km 186,7) – Želiezovce (r.km 37,5). Celkovo možno povedať, že vplyv MVE bol pozorovaný predovšetkým na lokalitách reprezentujúcich úseky vzdutí. Jednak to bolo bohaté spoločenstvo makrofytov, charakteristické pre stojaté eutrofné vody, zaznamenané nad haťou MVE Šarovce. Na druhej strane to bola absencia hydrofytov, resp. makrofytov nad haťami MVE Šalková, MVE Zvolen a MVE Kalná nad Hronom. Za hlavné limitujúce faktory možno považovať hĺbku vody ovplyvňujúcu svetelné podmienky dôležité pre rast makrofytov, typ a štruktúru prítomného sedimentu z hľadiska jeho vhodnosti pre kolonizáciu makrofytov v danom type, ako aj štruktúru brehov. V neposlednom rade, v súvislosti s vykonanými prieskumami je dôležité upriamiť pozornosť aj na management sedimentov v blízkosti MVE. Práve štruktúra a zloženie sedimentov sú jednými z najdôležitejších faktorov ovplyvňujúcich rast vodných makrofytov.

### Abstract

The construction of small hydropower plants on rivers affects biological communities to a varying degree, and macrophytes are no exception. Macrophyte surveys were carried out in the surroundings of 10 small hydropower plants along the Hron River in the stretch from Šalková (river km 186.7) to Želiezovce (river km 37.5) during the summer season of 2021 – 2022. Overall, it can be said that the impact of small hydropower plants was primarily observed in locations representing backwater areas. On the one hand, there was a rich community of macrophytes characteristic for eutrophic standing waters, observed above the Šarovce hydropower plant. On the other hand, there was an absence of hydrophytes or macrophytes recorded in survey stretches above the several hydropower plants as Šalková, Zvolen and Kalná nad Hronom. Among the main limiting factors can be considered water depth affecting light conditions important for macrophyte growth, type, and structure of sediment present in terms of its suitability for macrophyte colonization in a given type, as well as bank structure. Finally, in connection with conducted surveys, it is important to pay attention to sediment management near the small hydropower plants. Anyway, the structure and composition of sediments are one of the most important factors influencing the growth of aquatic macrophytes.

## Úvod

Na základe oznámenia Európskej komisie, že pri povoľovacom procese výstavby 5 MVE na Hrone (Šalková, Hronská Dúbrava, Tekov, Želiezovce a Kalná nad Hronom) neboli posúdené ich vplyvy na životné prostredie, Slovenská republika pristúpila k ich preskúmaniu, vrátane zohľadnenia kumulatívnych vplyvov. Zároveň Európska komisia uviedla dôvodné podozrenie, že prevádzkou MVE nastávajú negatívne vplyvy na vodné útvary a ich okolie, ktoré sú porušením smernice Európskeho parlamentu a Rady 2000/60/ES z 23. októbra 2000 a smernice Rady 92/43/EHS z 21. mája 1992 o ochrane prirodzených biotopov a voľne žijúcich živočíchov a rastlín v znení neskorších zmien a doplnkov. Pre uvedených 5 MVE zadalo Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky vypracovanie štúdie „Dodatočné posúdenie vybraných 5 malých vodných elektrární na rieke Hron“ Slovenskej agentúre životného prostredia ako hlavnému riešiteľovi. Výskumný ústav vodného hospodárstva (VÚVH) bol poverený ako čiastkový riešiteľ pre zložku vodných útvarov. Výsledky tejto časti, ktorú spracúva VÚVH, slúžia ako podklad pre posúdenie ex post podľa právneho predpisu EIA, ktoré vykonáva SAŽP. Pre účely danej štúdie prebieha aj posúdenie vplyvu MVE na biotu, doplnenie údajov o biologických prvkoch kvality (bentické bezstavovce, fytoENTOS, makrofyty, fytoplanktón, chlorofyl-a) a základných fyzikálno-chemických ukazovateľoch kvality vody. V nasledovnej práci je uvedený doterajší súhrn výsledkov z monitorovania makrofytov.

## Metodika

Z dôvodu kumulatívneho vplyvu na biologické spoločenstvá bol monitoring zameraný nielen na okolie piatich predmetných MVE, ale celý úsek Hrona, kde sa dané MVE vyskytujú, t. j. úsek Šalková (r.km 186,7) – Želiezovce (r.km 37,5). Spolu bolo monitorovaných 25 lokalít v okolí až 10 MVE (okrem vyššie uvedených 5 MVE, navyše 4 MVE – Zvolen, Kálnica, Turá, Šarovce a VD Kozmálovce), ktoré sa v danom úseku vyskytujú. Monitoring prebiehal v letnom období, v sezóne 2021 – 2022. Miesta prieskumu reprezentovali úseky nad a pod MVE, zároveň sa monitorovali aj úseky vzdutí nad haťami MVE, t.j. 3 úseky pre každú MVE. V prípade MVE Zvolen a MVE Kalná nad Hronom boli navyše sledované aj úseky pozdĺž derivačného kanála. Zároveň, v niektorých prípadoch kvôli blízkosti nasledovnej MVE, úsek pod MVE splynul s úsekom nad nasledovnou MVE. Preto bolo monitorovaných celkovo 25 lokalít.

Prieskum vodných makrofytov bol vykonávaný v súlade s STN EN 14184 (2015). Samotný prieskum bol vykonávaný brodením v koryte do hĺbky cca 1,2 m. Pri väčších hĺbkach bol použitý čln. Pri brodení sa monitorovali úseky o dĺžke približne 300 m, pri použití člna nezriedka aj viac než 1 000 m. Počas monitorovania boli determinované všetky taxóny makrofytov, vrátane nárastov makroskopických siníc a rias, machov a vyšších cievnatých rastlín. Zatriedené boli do 3 rastových foriem ako helofyty, hydrofyty a amfifyty. V rámci helofytov sa zaznamenávali taxóny vyskytujúce sa v brehovej zóne, patriace k indikátorom využívaným v hodnotení ekologického stavu. Abundancia/hodnoty odhadu

rastlinnej masy (PME) boli stanovené podľa princípov Kohlerovej metódy v 5-člennej škále.

Pre naplnenie cieľa úlohy, v časti posúdenia vplyvu vybraných MVE na rieke Hron na biotu, boli makrofyty hodnotené prostredníctvom porovnania druhového zloženia a abundancie v úsekoch nad a pod MVE a úsekoch vzdutí nad haťou MVE. Pre tento účel boli využité aj koeficienty frekvencie ( $F = \sum A_{i-n} / B \times 100$ ) a dominancie ( $D = \sum X_{i-n} / Y \times 100$ ). Pričom A je počet lokalít, kde bol daný druh zaznamenaný a B je celkový počet lokalít. Následne, X je súčet hodnôt PME daného taxónu na všetkých lokalitách a Y je súčet PME všetkých taxónov na všetkých lokalitách. Zároveň, na základe dostupnosti údajov bol v prípade 17 lokalít sledovaný aj vplyv vybraných environmentálnych ukazovateľov na druhovú variabilitu spoločenstva vodných makrofytov, vykonaný v programe CANOCO 5.0 (ter Braak and Šmilauer 2012). Pre dané účely sa spracovali prítomné taxóny hydrofytov a amfifytov vyskytujúce sa v koryte rieky, kde sú aj priamo ovplyvnené danými ukazovateľmi. K spracovaným ukazovateľom patrili: teplota vody (t), vodivosť (CON), celkový dusík (N), amoniakálny dusík (N-NH<sub>4</sub>), dusičnanový dusík (N-NO<sub>3</sub>), celkový fosfor (F), fosforečnanový fosfor (P-PO<sub>4</sub>), BSK<sub>5</sub>, CHSK<sub>Cr</sub>, pH, rozpustný kyslík (O<sub>2</sub>) a rýchlosť prúdenia (v). Dané ukazovatele boli spracované ako priemerné hodnoty za letnú sezónu (jún-september). V rámci analýzy boli spracované aj údaje o hĺbke vody (hv), percentuálnom podiele typu substrátu (litál, akál, psamál, pelál a organický materiál) z výsledkov terénnych prieskumov. K týmto údajom bol doplnený aj údaj o vzdialenosti lokality od ústia (r.km) V rámci výberu ukazovateľov pri spracovaní ordinačných analýz boli zohľadnené autokorelácie a dĺžky gradientov jednotlivých ukazovateľov. Korelačné analýzy boli spracované v programe STATISTICA (StatSoft Inc. 2011).

## Výsledky

Vodné makrofyty sú v skúmanom úseku Hrona fragmentované, viazané len na úseky, kde majú vhodné najmä substrátové podmienky a hĺbku vody neobmedzujúcu ich rast vplyvom zhoršených svetelných podmienok. Kým v hornej časti sledovaného úseku sa makrofyty vyskytovali v celom koryte, tak v strednej a dolnej časti, ako aj v oblasti vzdutí nad haťami MVE, boli prítomné najmä v blízkosti brehov. V závislosti od prietoku, práve v blízkosti brehov je koncentrovaný aj väčší podiel jemného sedimentu bohatšieho na živiny. Zároveň je tam obvykle aj nižšia hĺbka vody neobmedzujúca rast makrofytov.

V osemdesiatych rokoch 20. storočia dochádza k vybudovaniu VD Kozmálovce a následne až do roku 2016 (kolaudácia MVE Želiezovce) ďalších MVE. Nad týmito stavbami dochádza k spomaleniu toku a nadmernému usadzovaniu splavenín, tvorbe zdrží, čo predstavuje zmenu spoločenstva makrofytov tečúcich vôd na spoločenstvo mierne tečúcich až stojatých vôd.

Celkove bolo na 25 lokalitách v okolí 10 MVE na Hrone v časti Šalková – Želiezovce determinovaných 34 taxónov makrofytov (Tab. 1), vrátane piatich taxónov makroskopických nárastov siníc a rias, dvoch druhov machov a 27 taxónov vyšších cievnatých rastlín. Z 34 taxónov patrilo 16 taxónov k hydrofytom, 15 taxónov k helofytom a 3 taxóny k amfifytom. Počet makrofytov

sa na sledovaných lokalitách pohyboval v rozmedzí 0-17 taxónov, s priemerným počtom 9 taxónov a priemernou hodnotou abundancie (PME = 2,5) na jednej lokalite.

**Tab. 1.** Zoznam determinovaných taxónov na skúmaných lokalitách rieky Hron.

Názov taxónu	Skratka	RF	F	D
<b>Makroskopické nárusty siníc a rias</b>				
<i>Cladophora</i> sp.	Cla sp.	Hyd	56	7,5
<i>Hildenbrandia rivularis</i> (Liebm.) J. Agardh	Hil riv	Hyd	32	5,1
<i>Lemanea fluviatilis</i> (L.) C. Agardh	Lem flu	Hyd	4	0,4
<i>Oscillatoriales</i>	Osc sp.	Hyd	12	1,6
<i>Vaucheria</i> sp.	Vau sp.	Hyd	4	0,4
<b>Machy</b>				
<i>Fontinalis antipyretica</i> Hedw.	Fon ant	Hyd	24	3,7
<i>Rhynchostegium riparioides</i> (Hedw.) Cardot	Rhy rip	Hyd	16	2
<b>Vyššie cievnaté rastliny</b>				
<i>Agrostis stolonifera</i> L.	Agr sto	Hel	4	0,4
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	Ali pla	Hel	8	0,6
<i>Butomus umbellatus</i> L.	But umb	Amp	60	6,5
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	Cer dem	Hyd	8	1
<i>Elodea nuttallii</i> (Planch.) St. John	Elo nut	Hyd	20	1,8
<i>Glyceria fluitans</i> s. l.	Gly flu	Hel	4	0,4
<i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmb.	Gly max	Hel	4	0,6
<i>Iris pseudacorus</i> L.	Iri pse	Hel	32	4,1
<i>Lemna minor</i> L.	Lem min	Hyd	24	1,8
<i>Lycopus europaeus</i> L.	Lyc eur	Hel	28	3,3
<i>Myosotis scorpioides</i> agg.	Myo sco	Hel	28	3,3
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	Myr spi	Hyd	72	10,4
<i>Najas marina</i> L.	Naj mar	Hyd	4	0,2
<i>Persicaria hydropiper</i> L.	Per hyd	Hel	16	1,2
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	Pha aru	Hel	92	16,3
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	Phr aus	Hel	20	2,2
<i>Potamogeton crispus</i> L.	Pot cri	Hyd	40	3,5
<i>Potamogeton nodosus</i> Poir.	Pot nod	Hyd	16	1,8
<i>Rorippa amphibia</i> (L.) Besser	Ror amp	Amp	16	1,6
<i>Scirpus sylvaticus</i> L.	Sci syl	Hel	16	1,8
<i>Sparganium emersum</i> Rehmman	Spa eme	Amp	56	7,1
<i>Sparganium erectum</i> L.	Spa ere	Hel	8	1,6
<i>Spirodela polyrrhiza</i> (L.) Schleid.	Spi pol	Hyd	16	1
<i>Stuckenia pectinata</i> (L.) Börner, syn.	Pot pec	Hyd	16	1,2
<i>Potamogeton pectinatus</i> L.				
<i>Typha latifolia</i> L.	Typ lat	Hel	20	2,6
<i>Veronica anagallis-aquatica</i> L.	Ver ana	Hel	12	1,2
<i>Veronica beccabunga</i> L.	Ver bec	Hel	12	2,2

**Vysvetlivky:** RF – rastová forma: Amp (amfifyt), Hel (helofyt), Hyd (hydrofyt); F, D – koeficient frekvencie a dominancie (%)

Najväčší počet taxónov a aj najvyššia priemerná hodnota abundancie bola zistená v mieste Hron – MVE Šarovce vzdutie (17 taxónov, priemerná hodnota abundancie rovná 3,2). Ide o lokalitu s dominantným zastúpením pelálu obohateného o organický materiál. Bohaté zárosty makrofytov sa vyskytovali v plytšej vode, najmä v blízkosti brehov. Zároveň, bohaté spoločenstvo makrofytov bolo zaznamenané aj takmer v celej šírke koryta v úseku začínajúcej akumulácie nánosov sedimentov pri hĺbke vody nepresahujúcej 1,5 m.

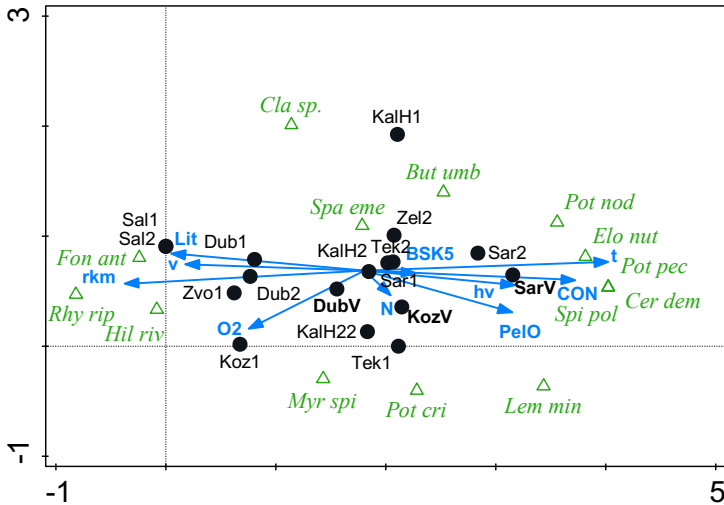
Na základe koeficientu frekvencie ( $F > 25\%$ ) sa v koryte rieky najčastejšie vyskytovali taxóny ako *Myriophyllum spicatum* (72 %), *Butomus umbellatus* (60 %), *Sparganium emersum* (56 %), *Potamogeton crispus* (40 %) a nárasty vláknitej zelenej riasy *Cladophora* sp. (56 %) a červenej riasy *Hildenbrandia rivularis* (32 %). V brehovej zóne sa najčastejšie vyskytovali druhy ako *Phalaris arundinacea* (92 %), *Iris pseudacorus* (32 %), *Lycopus europaeus* a *Myosotis scorpioides* agg. (28 %). Podobne, vzhľadom na koeficient dominancie ( $D > 5\%$ ) patrili vyššie uvedené taxóny vyskytujúce sa v koryte rieky aj k najpočetnejším na daných lokalitách. V prípade taxónov brehovej zóny túto hranicu dosiahol jedine druh *Phalaris arundinacea* (16,3 %).

Absencia makrofytov bola zaznamenaná na dvoch lokalitách: Hron – MVE Zvolen vzdutie a Hron – MVE Zvolen pod, pozdĺž derivačného kanála. Ide o lokality v intraviláne mesta Zvolen, kde je použité pevné brehové opevnenie z dôvodu protipovodňovej ochrany. Z daného dôvodu tu neboli okrem hydrofytov (s výnimkou vláknitých rias) zaznamenané ani helofyty, rastúce práve v brehovej zóne.

Na základe výsledkov výskumu vodných makrofytov (hydrofytov a amfifytov) v Hrivnák et al. (2007), získaných ešte z obdobia pred výstavbou daných MVE (okrem VD Kozmálovce), bolo možné porovnať taxonomické zloženie. Početné zastúpenie druhu *Myriophyllum spicatum* v skúmaných úsekoch Hrona korešpondovalo so zistením autorov, ktorí ho rovnako početne uvádzali v strednej a dolnej časti Hrona pri postupne narastajúcej koncentrácii živín. Rozdiely boli zaznamenané hlavne v zistení nových taxónov, ktoré daní autori neuvádzali, početnejšie zastúpených najmä v úseku vzdutia MVE Šarovce – *Elodea nuttallii*, *Potamogeton crispus* a *Potamogeton nodosus*. Druh *P. crispus* bol okrem tejto lokality ešte početnejšie zaznamenaný na lokalite Zvolen nad a celkove až na 10 lokalitách. Ide o taxón pomerne často sa vyskytujúci v tečúcich vodách a navyše tolerantný voči znečisteniu. Naopak, na rozdiel od Hrivnák et al. (2007) neboli determinované druhy ako *Lemna gibba* a *Potamogeton trichoides* vyskytujúce sa v panónskom ekoregiónu a druhy *Batrachium penicillatum* a *B. trichophyllum* v karpatskom ekoregiónu. Druhy rodu *Batrachium* autori zaznamenali najmä vo vyšších úsekoch Hrona, ktoré neboli v rámci tohto prieskumu sledované. Spomínané dva druhy z panónskeho ekoregiónu autori uvádzali ako zriedkavé. Zaujímavým zistením počas prieskumu bola častá prítomnosť červenej riasy *Hildenbrandia rivularis* na takmer tretine všetkých lokalít. Najvyššie hodnoty abundancie ( $PME = 4$ ) boli stanovené na štyroch lokalitách (Šalková nad, Zvolen nad, Hronská Dúbrava nad, Hronská Dúbrava pod), pričom lokalita Šarovce nad (46,5 r.km) predstavovala aj výskyt druhu najbližšie k ústiu. Ide o druh, ktorý je najmä v staršej literatúre uvádzaný

z horských a čistých tokov, ako napr. Hindák a kol. (1973). Jeho výskyt v Hrone korešponduje s novšími prácami uvádzajúcimi jeho postupné prispôsobenie sa zvýšenému znečisteniu prostredia ako aj pomalšiemu prúdeniu (napr. Eloranta & Kwadrans 2007, Eloranta et al. 2011, Jakubas et al. 2014, Jakubas-Krzak et al. 2023).

Najmä na základe autokorelácií a posúdenia dĺžky gradientov jednotlivých ukazovateľov bolo vybraných pre účely spracovania vplyvu environmentálnych ukazovateľov na spoločenstvo vodných makrofytov nasledovných 8 ukazovateľov: teplota vody (t), vodivosť (CON), celkový dusík (N), rozpustný kyslík (O<sub>2</sub>), BSK<sub>5</sub>, rýchlosť prúdenia (v), hĺbka vody (hv), vzdialenosť od ústia (rkm). K týmto ukazovateľom boli doplnené aj ďalšie dva ukazovatele (typy substrátov), porporčne upravené z pôvodných piatich: Lit (kamene a štrk), PelO (pelál a organický materiál). Nasledovná štatistická analýza bola spracovaná zo 17 lokalít, kde boli vykonané aj merania fyzikálno-chemických



Obr. 1. DCA – Ordinačný diagram znázorňujúci rozmiestnenie lokalít a distribúciu taxónov v závislosti od doplnkovo zadaných environmentálnych premenných (dĺžka gradientu – 3,15; vysvetľujúce premenné na daných osiach x a y opisujú 44 % druhovej variability).

Lokality: Sal1 – Šalková nad; Sal2 – Šalková pod MVE; Zvo1 – Zvolen nad (Hronsek); Dub1 – Hronská Dúbrava nad; Dub2 – Hronská Dúbrava, pod MVE; DubV – Hronská Dúbrava, vzdutie nad haťou MVE; Koz1 – Kozmálovce nad; KozV – Kozmálovce, vzdutie nad haťou MVE; Tek1 – Tekov nad; Tek2 – Tekov pod MVE; KalH1 – Kalná nad Hronom; KalH2 – Kalná nad Hronom, pod MVE; KalH22 – Kalná nad Hronom, pod spojením s derivačným kanálom; Sar1 – Šarovce nad; SarV – Šarovce, vzdutie nad haťou MVE; Sar2 – Šarovce pod; Zel2 – Želiezovce pod. Skratky environmentálnych ukazovateľov sú uvedené v texte a v metodike, skratky taxónov sú uvedené v Tab.1.

ukazovateľov, vrátane troch vzduťí nad MVE Kozmálovce, MVE Hronská Dúbrava a MVE Šarovce.

V rámci detrendovanej korešpondenčnej analýzy (DCA, Obr. 1) bola snaha spracovať všetky dostupné premenné, ktoré by mohli mať vplyv na spoločenstvo vodných makrofytov. Na základe DCA možno vidieť, pozdĺž osy X v smere zľava doprava, zmenu spoločenstva makrofytov v pozdĺžnom gradiente skúmaného úseku Hrona. K zmene dochádza najmä vplyvom narastajúcej priemernej teploty vody súvisiacej s prechodom z karpatského do panónskeho ekoregiónu (rozmedzie priemernej letnej teploty vody medzi sledovanými lokalitami: 15-23 °C) a zvyšovania znečistenia. Ide o zmenu spoločenstva s dominantným zastúpením vláknitých rias a machov cez spoločenstvo doplnené o vyššie cievnaté rastliny až k spoločenstvu s dominantným zastúpením vyšších cievnatých rastlín a absenciou machov. Ukazovatele ako hĺbka vody a zastúpenie pevného substrátu (litál a akál) voči pelálu sa výraznejšie menili len v prípade úsekov vzduťí. Okrem zavzduťených úsekov bola na všetkých lokalitách zaznamenaná prevaha pevného, prevažne kamenného substrátu. Nárast zastúpenia pelálu ako aj znečistenia sa najvýraznejšie prejavil na lokalite MVE Šarovce vzduťie. Išlo o spoločenstvo vodných makrofytov s bohatým zastúpením cievnatých rastlín, vrátane taxónov tolerantných znečisteniu a invázičných taxónov charakteristických pre eutrofné nížinné rieky/jazerá so zvýšeným podielom organickej hmoty (početne zastúpené druhy ako *Ceratophyllum demersum*, *Elodea nuttallii*, *Stuckenia pectinata*, *Lemna minor* a *Spirodela polyrrhiza*). Lokalita Šarovce pod jej bola najviac druhovo podobná a to hlavne z dôvodu zriedkavého zastúpenia niektorých spoločných taxónov, ktoré boli pravdepodobne transportované z vyššieho úseku vzduťia. Pri následne vykonanej kanonickej korešpondenčnej analýze (CCA) v rámci forward selection bola teplota vody stanovená ako jediný štatisticky významný ukazovateľ vysvetľujúci druhovú variabilitu (percento vysvetľujúcej variability s hodnotou 29,4 %,  $p = 0,0001$ ). Rovnako aj v rámci zistenia vplyvu environmentálnych ukazovateľov na spoločenstvo makrofytov pred výstavbou MVE v Hrivnák et al. (2007) boli stanovené ako najdôležitejšie práve ukazovatele súvisiace s pozdĺžnym gradientom ako riečny kilometer, nadmorská výška, klimatická oblasť, rýchlosť prúdenia, šírka rieky, teplota vody a vodivosť. Zároveň sa v danej štúdii vplyv vybraných ukazovateľov antropogénneho vplyvu (poloha lokality vo vzťahu k územiám priemyslu a poľnohospodárstva, antropogénna úprava brehov) na spoločenstvo makrofytov ukázal ako štatisticky nevýznamný.

Celkovo je možné na základe výsledkov z terénnych prieskumov a štatistického spracovania rozlíšiť v rámci taxonomického zloženia makrofytov v sledovanom úseku Hrona (Šalková – Želiezovce) 7 skupín:

- skupiny 1 až 3: reprezentujúce lokality nad a pod MVE (okrem úsekov vzduťí nad haťami)

**1. skupina:** nad a pod MVE Šalková – prítomné machy (*Rhynchostegium riparioides*, *Fontinalis antipyretica*) a vláknité riasy – dominancia *Hildenbrandia rivularis*



Obr. 2, 3. Lokalita: Šalková nad (Obr. 2), početne sa vyskytujúci druh *Fontinalis antipyretica* (Obr. 3)



Obr. 4., 5, 6. Druh *Myriophyllum spicatum* (Obr. 4); druh *Sparganium emersum* (Obr. 5); druh *Hildenbrandia rivularis* (Obr. 6)

**2. skupina:** nad a pod MVE Zvolen, Hronská Dúbrava, nad MVE Kozmálovce – prítomné vláknité riasy, machy a cievnaté rastliny, ako napr. *Cladophora* sp., *H. rivularis*, *Fontinalis antipyretica*, *Myriophyllum spicatum*, *Sparganium emersum*

**3. skupina:** pod MVE Kozmálovce – uzáverový profil Želiezovce pod MVE, zahŕňajúca najväčší počet lokalít – výskyt vláknitých rias a cievnatých rastlín (absencia machov), najmä *Cladophora* sp., *M. spicatum*, *S. emersum*, *Potamogeton crispus*, *Butomus umbellatus*, *Rorippa amphibia*

- skupiny 4 až 7: lokality nad haťami MVE (oblasti vzdutia)

**4. skupina:** úsek vzdutia nad MVE Šarovce – dominantné cievnaté rastliny, charakteristické pre stojaté, eutrofné rieky/jazerá, ako napr. *Elodea nuttallii*, *Ceratophyllum demersum*, *Sparganium erectum*, *Stuckenia pectinata*, *Lemna minor*, *Spirodela polyrrhiza*





Obr. 7, 8. Lokalita: Šarovce nad (Obr. 7), druh *Butomus umbellatus* (Obr. 8)



Obr. 9, 10. Lokalita: MVE Šarovce – vzdutie (Obr. 9), invázny druh *Elodea nuttallii* (Obr. 10)

**5. skupina:** prítomné dominantné hydrofyty/amfifyty sledované aj v riečnych úsekoch nad a pod MVE (*M. spicatum*, *S. emersum*/*B. umbellatus*), hlavné rozdiely oproti riečnym úsekom boli zaznamenané v spoločenstve helofytov. V daných úsekoch vzdutí, v závislosti od lokality, sa vyskytovali nasledovné druhy: *Glyceria maxima*, *Phragmites australis*, *Sparganium erectum*, *Typha latifolia*, *Veronica beccabunga* a iné

MVE Hronská Dúbrava, MVE Kálnica, MVE Turá a podskupina charakteristická prítomnosťou početných uvoľnených kolónií siníc Oscillatoriales z dna: MVE Tekov, MVE Kozmálovce a MVE Želiezovce

**6. skupina:** bez vodných makrofytov (hydrofytov), prítomné výlučne len helofyty  
MVE Šalková a MVE Kalná nad Hronom

**7. skupina:** bez vodných makrofytov, resp. prítomné len vláknité riasy  
MVE Zvolen



Obr. 11, 12. Lokalita: Hronská Dúbrava – vzdutie (Obr. 11), početný druh *Myriophyllum spicatum* (Obr. 12)



Obr. 13, 14. Lokalita: Šalková – vzdutie (Obr. 13), početný druh *Veronica beccabunga* (Obr. 14)



Obr. 15, 16. Lokalita: Zvolen – vzdutie (Obr. 15), pevné brehové opevnenie (Obr. 16)

## Záver

Na základe taxonomického zloženia možno konštatovať nasledovné:

- zaznamenala sa výrazná zmena spoločenstva makrofytov v úseku nad haťou MVE Šarovce – vzduťie (bohaté spoločenstvo makrofytov, vrátane taxónov tolerujúcich znečistenie a invázných taxónov, charakteristické pre eutrofné, nížinné jazerá, resp. pomaly tečúce rieky/kanále so zvýšeným podielom organickej hmoty; nepatrné ovplyvnenie úseku pod MVE – zriedkavá distribúcia taxónov zo zavzdutia, úseku nad haťou)
- bola zistená neprítomnosť hydrofytov, resp. makrofytov v dôsledku limitujúcich podmienok v oblasti vzduťí v porovnaní s úsekmi nad a pod MVE u nasledovných MVE:

MVE Šalková – zistené bohaté nánosy jemného sedimentu (nestabilný substrát). Ide o nevhodný substrát s ohľadom na dominantný výskyt machov a rias (*H. rivularis*) viazaných na kamenný substrát, vyskytujúcich sa na susedných lokalitách nad a pod MVE. Absencia hydrofytov zo zástupcov vyšších cievnatých rastlín môže súvisieť okrem nestability substrátu aj s nižším obsahom živín a celkovo nižšou priemernou hodnotou teploty vody v porovnaní s nižšie položenými MVE, kde sú už početne zastúpené.

MVE Kalná nad Hronom – za limitujúci faktor možno považovať najmä zvýšenú hĺbku vody v príbrežnej zóne pri výskyte strmších brehov, čím sa zhoršujú svetelné pomery pre rast hydrofytov. Na druhej strane, ani v úsekoch plytších brehov s výskytom helofytov neboli hydrofyty v koryte zaznamenané bez zrejmej identifikácie limitujúceho faktora.

MVE Zvolen – za limitujúce faktory možno považovať hlavne pevné brehové opevnenie a hĺbku vody v príbrežnej zóne. Práve z dôvodu pevného brehového opevnenia tu nebol ako na jedinej MVE zaznamenaný ani výskyt helofytov.

V prípade susednej lokality MVE Zvolen pod, pozdĺž derivačného kanála, bola zaznamenaná absencia makrofytov ako na jedinej lokalite mimo oblasti vzduťia. Rovnako, za zásadný vplyv na absenciu makrofytov tu možno považovať najmä úpravu koryta a pevné brehové opevnenie v rámci protipovodňovej ochrany.

Na základe porovnania taxonomického zloženia lokalít nad a pod MVE možno konštatovať, že priamy vplyv MVE na zmenu spoločenstva makrofytov v úsekoch pod haťami v sledovanom období nebol jednoznačne identifikovaný. Jediná výrazná zmena sa týkala úseku začínajúceho tesne pod haťou MVE Želiezovce o dĺžke takmer 1 km. Lokality pod MVE boli vybrané mimo stavebných úprav v blízkosti hatí. Napriek tomu nebolo možné si nevšimnúť túto časť s výraznou eróziou koryta s dominantným jemným sedimentom a absenciou makrofytov. Na zhoršenie podmienok rastu makrofytov pod nádržou u MVE poukazujú aj Curtean-Banaduc et al. (2015) a to najmä v dôsledku neprirodzenej fluktuácie výšky vodnej hladiny, limitujúcej ich rast. Pri monitorovaní nasledujúcej lokality Želiezovce pod už bolo zistené spoločenstvo s taxónmi vyskytujúcimi sa aj v ostatných riečnych úsekoch panónskeho ekoregiónu. Zároveň, v rámci sledovania úsekov pod haťami MVE bolo pozorované nevýrazné ovplyvnenie lokality Šarovce pod/Želiezovce nad úsekom vzduťia nad haťou Šarovce. Išlo

o veľmi zriedkavý výskyt taxónov, medzi ktorými boli aj taxóny tolerujúce znečistenie, ktoré boli vo vyššie položenej lokalite veľmi početné, ako napr. *Elodea nuttallii*, *Ceratophyllum demersum*, *Stuckenia pectinata*.

Celkovo možno povedať, že vplyv MVE bol pozorovaný predovšetkým na lokalitách reprezentujúcich úseky vzdutí. Jednak to bolo bohaté spoločenstvo makrofytov charakteristické pre stojaté eutrofné vody, resp. pomaly tečúce vody/kanále zaznamenané v MVE Šarovce. Na druhej strane to bola absencia hydrofytov, resp. makrofytov v MVE Šalková, MVE Zvolen a MVE Kalná nad Hronom. Za hlavné limitujúce faktory možno považovať hĺbku vody ovplyvňujúcu svetelné podmienky dôležité pre rast makrofytov; typ a štruktúru prítomného sedimentu z hľadiska jeho vhodnosti pre kolonizáciu makrofytov v danom type, ako aj štruktúru brehov. V neposlednom rade, v súvislosti s vykonanými prieskumami je dôležité upriamiť pozornosť aj na management sedimentov v okolí MVE. Práve štruktúra a zloženie sedimentu patria k najdôležitejším faktorom ovplyvňujúcim rast väčšiny vodných makrofytov.

### Literatúra

- ELORANTA, P. & KWANDRANS, J. 2007. Freshwater red algae (Rhodophyta). Identification guide to European taxa, particularly to those in Finland. *Norrinia* 15: 103 pp.
- ELORANTA, P., KWANDRANS, J. & KUSEL-FETZMANN, E. 2011. Rhodophyta and Phaeophyceae. In: Büdel, B., Gärtner, G., Krienitz, L., Preisig, H.R., Schagerl, M. (Eds). *Freshwater Flora of Central Europe*, Vol. 7., Heidelberg: Spectrum Akademischer Verlag, 156 pp.
- HINDÁK, F., KOMÁREK, J., MARVAN, P. & RŮŽIČKA, J. 1973. Klíč na určovanie výtrusných rastlín, 1. diel, Riasy. Bratislava: Slovenské pedagogické nakladateľstvo, 396 s.
- HRIVNÁK, R., OŤAHELOVÁ, H. & VALACHOVIČ, M. 2007. The relationship between macrophyte vegetation and habitat factors along a middle-size European river. *Polish J. Ecol.* 55(4): 717-729.
- JAKUBAS, E., GĄBKĄ, M. & JONIAK, T. 2014. Factors determining the distribution of reophil and protected *Hildenbrandia rivularis* (Liebmann) J. Agardh 1851, the Rhodophyta freshwater species, in lowland river ecosystems. *Polish J. Ecol.* 62(4): 679-693.
- JAKUBAS-KRZAK, E., GĄBKĄ, M., PANEK, P., KOWALSKI, W., LISEK, D., SMOCZYK, M. & RYBAK, A. 2023. The red alga *Hildenbrandia rivularis* is a weak indicator of the good ecological status of riverine habitats. *Ecological Indicators* 147: 109918.
- Smernica 2000/60/ES Európskeho parlamentu a Rady z 23. októbra 2000 ustanovujúca rámec pôsobnosti spoločenstva v oblasti vodnej politiky, v znení neskorších zmien a doplnkov, [https://old.vuvh.sk/rsv2/download/02\\_Dokumenty/01\\_Dokumenty\\_Legislativa\\_EU\\_suvisiaca\\_s\\_RSV/2000\\_60\\_ES\\_SK\\_RSV.pdf](https://old.vuvh.sk/rsv2/download/02_Dokumenty/01_Dokumenty_Legislativa_EU_suvisiaca_s_RSV/2000_60_ES_SK_RSV.pdf).
- Smernica Rady 92/43/EHS o ochrane prirodzených biotopov a voľne žijúcich živočíchov a rastlín, v znení neskorších zmien a doplnkov, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/HTML/?uri=CELEX:31992L0043>.
- StatSoft Inc. 2001. STATISTICA for Windows (Computer program Manual) Tulsa, OK: StatSoft Inc., 2300 Tulsa, <https://www.stat.soft.com>.
- STN EN 14184: 2015. (75 7713). Kvalita vody. Pokyny na skúmanie vodných makrofytov v tečúcich vodách. Bratislava: 24 s.
- TER BRAAK, C.J.F. & ŠMILAUER, P. 2012. CANOCO reference manual and user's guide: software for ordination (version 5.0), Microcomputer Power, Ithaca, NY, 496 pp.