



# Dlhodobý vývoj základných parametrov kvality vody v neregulovaných a prehradených vodných tokoch Slovenska

Igor Kokavec<sup>1</sup>, Ivan Bartík<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ústav zoológie SAV, v. v. i., Bratislava, SR

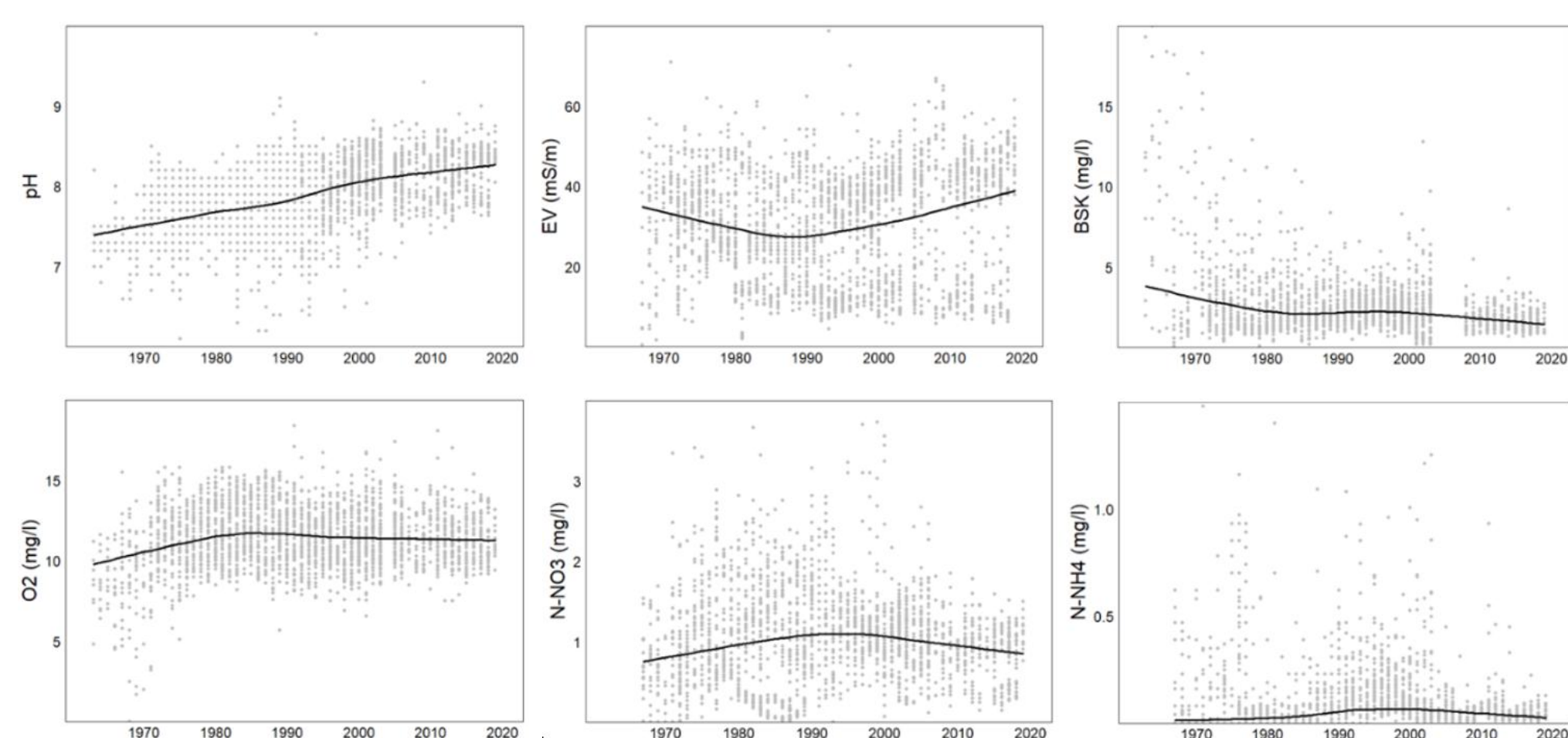
<sup>2</sup>Slovenský hydrometeorologický ústav, Bratislava, SR

## Úvod

Sledovanie vplyvu ľudskej činnosti na kvalitu povrchovej vody má v našom regióne dlhoročnú tradíciu. No zatiaľ čo štátny monitoring fyzikálnych a chemických ukazovateľov kvality vody na Slovensku prebieha a vyhodnocuje sa už od r. 1963, hydromorfologické vplyvy na toky sa začali systematicky sledovať až v súvislosti s implementáciou Rámcovej smernice o vode (2000/60/EC). K dispozícii je zatiaľ len veľmi málo informácií o dlhodobých trendoch kvalitatívnych parametrov vody v ekosystémoch tečúcich vôd a o vplyve priečných stavieb na kvalitu vody v toku.

Cieľom príspevku je demonštrovať trendy zmien vybraných fyzikálno-chemických parametrov v troch kategóriách vodných tokov s vplyvom rôznych typov vodných elektrární za ostatných 50 rokov.

## Výsledky



Obr. 1. Dlhodobý trend vývoja fyzikálno-chemických ukazovateľov v neprehradených vodných tokoch.

## Materiál a metódy

Študované boli lokality rozdelené do troch kategórií:

**A. neprehradené vodné toky** situované v relatívne nenarušenom prostredí:

Bystrica (Banská Bystrica, rkm 2,1), Biely Váh (Važec, rkm 15,0), Čierny Hron (ústie, rkm 0,05), Nitra (nad Kľačnom, rkm 165,0), Varínka (Varín, rkm 0,5)

**B. vodné toky s malou vodnou elektrárnou** (MVE) postavenou počas monitoringu:

Bebrava (Krušovce, rkm 3,4), Belá (Liptovský Hrádok, rkm 0,4), Hornád (Krásna Ľ/Hornádom, rkm 27,0), Revúca (Ružomberok, rkm 0,3), Turiec (Martin, rkm 3,5)

**C. rieka Váh s tromi veľkými vodnými elektrárnami** (VVE)

VN Liptovská Mara (Okoličné, rkm 351,2 – Lisková, rkm 324,9), VN Krpeľany (Hubová, rkm 308,8 – pod Krpeľanmi, rkm 294,2) a VN Hričov (Dubná skala, rkm 270,3 – pod VN Hričov, rkm 247)

Kritériá výberu lokalít: Hodnotený časový rad má byť čo najkompletnejší, začína najneskôr v roku 1971, reflektuje rôzne spôsoby narušenia kontinuity vodných tokov.

### Analyzované ukazovatele

- reakcia vody (pH), elektrická vodivosť (EV), biochemická spotreba kyslíka (BSK), koncentrácia rozpusteného kyslíka (O<sub>2</sub>), dusičnanový dusík (N-NO<sub>3</sub>) a amoniakálny dusík (N-NH<sub>4</sub>)
- sledované 12 x ročne v rámci štátneho monitorovania kvality povrchových vôd SR
- údaje z databázy Súhrnná evidencia o vodách (SHMÚ)

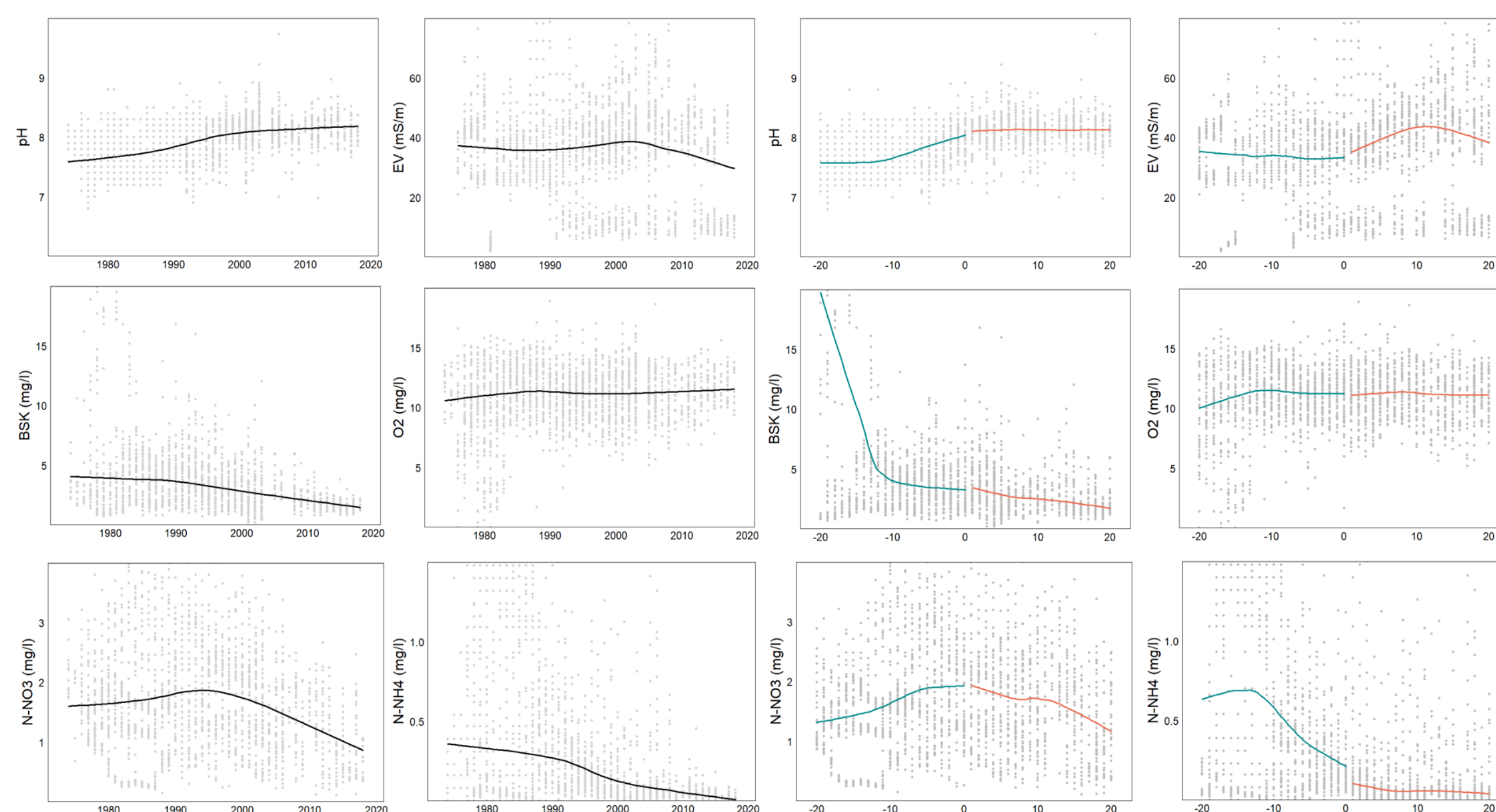
Pre zistenie všeobecných trendov boli dáta analyzované po jednotlivých kategóriách vynesím regresnej krivky pre každý parameter.

### A. Neprehradené vodné toky (Obr. 1)

- dlhodobý postupný vzrast pH, ktorý sa však postupne spomaľuje
- hodnoty O<sub>2</sub> sú v sledovaných tokoch už 40 rokov relatívne stabilné
- klesajúci trend vykazuje BSK a približne od začiatku 21. storočia aj hodnoty N-NO<sub>3</sub> a N-NH<sub>4</sub>, zatiaľ čo EV od tohto obdobia stúpa

### B. Vodné toky s MVE (Obr. 2)

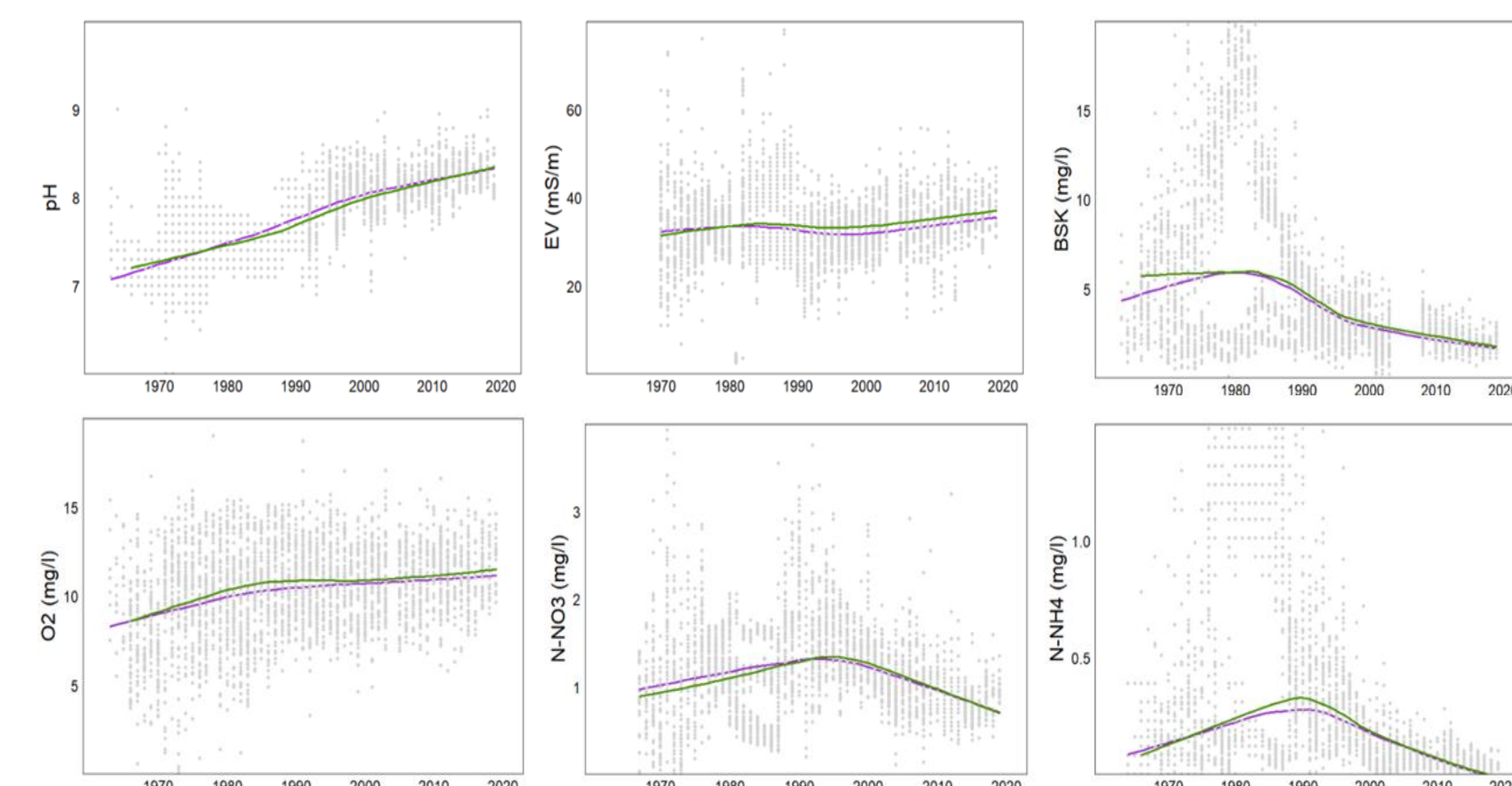
- merané hodnoty BSK, N-NH<sub>4</sub> a N-NO<sub>3</sub> sú tu rádovo vyššie, najmä v prvej polovici sledovaného obdobia v porovnaní s kategóriou A
- strmší pokles hodnôt BSK a N-NH<sub>4</sub>, keďže v 70. rokoch 20. storočia nadobúdali niekoľkonásobne vyššie hodnoty v porovnaní s neprehradenými tokmi, ale v posledných 10 rokoch sú ich hodnoty relatívne podobné ako v prípade neprehradených vodných tokov
- koncentrácia N-NO<sub>3</sub> výraznejšie klesla až v ostatnom desaťročí
- po uvedení MVE do prevádzky sa rast pH takmer zastavil, ďalej je pomerne stabilizovaný a stúpa oveľa miernejšie
- naopak je to v prípade EV: vidieť klesajúci trend od začiatku sledovaného obdobia po uvedenie MVE do prevádzky, kedy začala EV prudšie stúpať; po zhruba 11 rokoch od uvedenia do prevádzky opäť klesala



Obr. 2. Dlhodobý trend vývoja fyzikálno-chemických ukazovateľov sledovaných vo vodných tokoch, na ktorých bola postavená MVE (ľavá polovica obrázkov), porovnanie trendov jednotlivých parametrov pred a po spustení MVE do prevádzky (1989-1999); bod 0 zodpovedá roku uvedenia MVE do prevádzky (1989-1999); modrá krivka – pred uvedením v časovom horizonte 20 rokov, oranžová krivka – po uvedení do prevádzky v časovom horizonte 20 rokov.

### C. Váh s VVE (Obr. 3)

- najstrmší dlhodobý rast hodnôt jednotlivých ukazovateľov
- v prípade pH došlo za posledných 40 rokov k nárastu hodnoty o takmer 0,9
- o niečo pomalšie stúpa EV a O<sub>2</sub>, zatiaľ čo BSK, N-NO<sub>3</sub> a N-NH<sub>4</sub> po kulminácii na prelome 80. a 90. rokov 20. storočia postupne klesajú
- vplyv VVE v úseku pod nádržou je zanedbateľný



Obr. 3. Dlhodobý trend vývoja fyzikálno-chemických ukazovateľov sledovaných v rieke Váh na lokalitách nad (fialová) a pod (zelená) vodnými nádržami.

## Literatúra

- DIAMANTINI, E., LUTZ, S. R., MALLUCCI, S., MAJONE, B., MERZ, R., & BELLIN, A. (2018). Driver detection of water quality trends in three large European river basins. *Science of the Total Environment*, 612, 49-62.
- EVANS, C. D., MONTEITH, D. T., & COOPER, D. M. (2005). Long-term increases in surface water dissolved organic carbon: observations, possible causes and environmental impacts. *Environmental Pollution*, 137(1), 55-71.
- MONIEWSKI, P. (2015). Physico-chemical features of surface waters and their seasonal variability on the example of Dzierżazna. *Acta Sci. Pol. Form. Circumictus*, 13, 93-106.
- ROMERO, E., LE GENDRE, R., GARNIER, J., BILLEN, G., FISSON, C., SILVESTRE, M., & RIOU, P. (2016). Long-term water quality in the lower Seine: Lessons learned over 4 decades of monitoring. *Environmental Science & Policy*, 58, 141-154.
- WETZEL, R. G. (2001). *Limnology: Lake and river ecosystems*. Third edition. London, Academic Press

## Záver

Jednoznačne pozitívne stúpajúci dlhodobý trend zo sledovaných ukazovateľov vykazuje pH, a to na lokalitách zo všetkých troch kategórií

- zotavenie sa z acidifikácie, aj vplyvom klimatickej zmeny, pozorovaný mnohých krajinách na území Európy a Severnej Ameriky (Evans et al. 2005)
- intenzifikácia procesu asimilácie v dôsledku vyššej teploty vody, kedy oxid uhličitý z vody vychytávajú fotosyntetické riasy, možný súvis so zvýšením koncentrácie O<sub>2</sub> (Moniewski 2015, Wetzel 2001)

Trend kvalitatívnych ukazovateľov vody v kategórii A naznačuje pozitívny vývoj v zmysle zlepšovania kvality vody

- pozorovaný aj v iných európskych krajinách (Romero et al. 2016)

Klesajúci trend N-NH<sub>4</sub> a BSK v nami hodnotených vodných tokoch za ostatných 20 rokov

- trend pozorovaný po celom svete (Diamantini et al. 2018)

Zmena pH v súvislosti so zmenou klímy nebola zatiaľ hodnotená ako významná. Hovorí však o celkovej zmene produkčno-respiračnej rovnováhy vo vodných ekosystémoch ako o esenciálnej podstate fungovania jednotlivých riečnych zón v pozdĺžnom gradiente a môže tak byť skrytou hrozbou pre pôvodnú biodiverzitu.

## Podakovanie

Tento príspevok vznikol s podporou projektov VEGA 2/0041/24 a 2/0087/25.