Vladimír Kováč (vedúci riešiteľ), zoznam podporených projektov

**Projekty riešené v súčasnosti:**

**Vývoj metodiky hodnotenia ekologického potenciálu výrazne zmenených vodných útvarov (HMWB) na základe ichtyocenóz (FISHPOT)**

(APVV, projekt č. APVV-16-0253, 2017-2021)

Rámcová smernica o vodách (RSV, 2000/60/EC) poskytla legislatívny rámec na ochranu a zlepšenie stavu vodných ekosystémov a trvalo udržateľné, vyvážené a spravodlivé využívanie vôd. Zaviedla nový prístup pre vodné hospodárstvo a uložila konkrétne termíny členským krajinám Európskej únie pre vypracovanie plánov manažmentu povodí, súčasťou ktorých boli a sú programy opatrení. Vo výrazne zmenených alebo umelých vodných útvaroch povrchových vôd (AWB a HMWB) je environmentálnym cieľom dosiahnutie dobrého ekologického potenciálu. Pre účely hodnotenia ekologického potenciálu je potrebné vytvoriť hodnotiace systémy na základe relevantných vodných biologických spoločenstiev (biologické prvky kvality). Za najspoľahlivejšie spoločenstvá pre takto kategorizované vodné útvary sa považujú ryby a bentické bezstavovce. Hlavným cieľom projektu je vypracovať metodiku a hodnotiace systémy na hodnotenie ekologického potenciálu HMWB na základe ichtyocenóz s podporou iných relevantných akvatických biologických spoločenstiev, fyzikálno-chemických a hydromorfologických prvkov kvality. Vytvorenie klasifikačných schém pre hodnotenie ekologického potenciálu na základe rýb je vysoko aktuálny problém, ktorého vyriešenie naliehavo požaduje od Slovenska Európska komisia. Uvedené hodnotiace schémy budú považované za splnenie záväzkov Slovenska voči Európskej komisii. Hodnotiace systémy musia byť vytvorené nielen na národnej úrovni, ale musia byť aj zharmonizované so susednými krajinami, s ktorými má Slovensko spoločné vodné útvary. Navyše musia byť zosúladené v procese interkalibrácie na Európskej úrovni. V prípade rybích spoločenstiev je významnou zložkou ekologického potenciálu HMWB aj manažment rybárskeho obhospodarovania. Výstupy projektu budú využiteľné aj pre optimalizáciu rekreačného a komerčného rybárstva.

**Úspešne zavŕšené projekty**

**Ekomorfologická analýza ontogenézy rýb (VEGA, projekt č. 1/6172/99, 1999-2001)**

Projekt sa zaoberal riešením otázok ontogenézy rýb v celom jej rozsahu od aktivácie vajíčka až po senektívnu periódu života jedinca. Dôraz kládol predovšetkým na objasňovanie vzťahov medzi morfologickými a fyziologickými zmenami odohrávajúcimi sa v organizme počas raného vývinu a vzájomnými interakciami medzi jednotlivými orgánmi jedinca, ako aj na objasňovanie vzťahov medzi morfologickými, fyziologickými a behaviorálnymi zmenami odohrávajúcimi sa počas celej ontogenézy jedinca na jednej strane, a interakciami medzi organizmom, ktorý tieto zmeny podstupuje, a jeho prostredím na druhej strane. Získané výsledky znamenali prínos v poznaní ontogenézy, morfológie a ekológie viacerých druhov rýb – slíža severného, ostrieža zelenkastého, kolka vretenovitého, pichľavky sinej, slnečnice pestrej a plosky pásavej. Projekt okrem toho vyústil do vypracovania novej teórie interpretujúcej ontogenetické procesy rýb a iných organizmov. Je to teória o synchrónii a heterochrónii v ontogenéze rýb, ktorá nadväzuje na Balonovu teóriu o skokovitom charaketere ontogenézy a vychádza z predpokladu, že jedným z najrozhodujúcejších faktorov ontogenézy, ktorá sa ako každý proces odohráva v čase, je načasovanie jednotlivých vývinových udalostí. To zabezpečujú dva mechanizmy – synchrónia a heterochrónia. Synchrónia vystupuje ako riadiaci prvok, zatiaľ čo heterochrónia ako prvok výkonný. Z tejto teórie vychádza aj nové chápanie pojmu heterochrónia. Vynára sa potreba rozlišovať tri úrovne heterochrónie: interšpecifickú, intrašpecifickú a intraindividuálnu. Medzi prínosy projektu patrí aj vypracovanie novej metódy štatistického spracovania výsledkov – použitie delenej lineárnej regresie pri skúmaní rastovej variability morfometrických znakov.

**Ekológia a ekomorfológia inváznych a rizikových druhov rýb Slovenska**

**(VEGA, projekt č. 1/9113/02, 2002-2004)**

Projekt sa zaoberal inváznymi druhmi rýb v súvislosti s pôvodnou ichtyofaunou a bol riešený v dvoch rovinách – ekologickej a ekomorfologickej. Priniesol nové informácie o výskyte a tendenciách šírenia nedávno zaznamenaných inváznych a niektorých rizikových druhov rýb na území Slovenska, najmä v oblasti Podunajska. Ekomorfologické parametre boli vyhodnocované nielen na úrovni porovnávania medzi populáciami, ale aj v ontogenetickom kontexte. Výsledky vyústili do sformulovania troch hypotéz: 1) kombinácia altriciálno-prekociálnych prvkov môže byť jedným z kľúčových faktorov podporujúcich úspešnú kolonizáciu nového priestoru inváznym druhom; 2) rozdiely v “life-history” *Neogobius melanostomus* a *N. kessleri* a môžu mať významný dosah na ich prípadnú úspešnosť pri etablovaní v novom prostredí v krátkododobej (*N. m*.), resp. dlhodobej (*N. k.)* perspektíve; 3) epigenetická informácia zohráva v prípade morfologickej plasticity *L. gibbosus* pravdepodobne významnejšiu úlohu, ako informácia genetická. V histórii šírenia nepôvodných druhov rýb na Slovensku možno pozorovať viaceré spoločné rysy. Pre ich populačnú dynamiku sú charakteristické štyri etapy: 1) prienik do nových ekosystémov, 2) obdobie latencie (etablovanie populácie), 3) prudký vzostup početnosti, 4) pokles a stabilizácia početnosti s následnou fluktuáciou abundancie. Ako praktický výstup bol vypracovaný aktuálny zoznam inváznych druhov rýb v SR (10 druhov). V rámci riešenia projektu bola vypracovaná nová, resp. modifikovaná metóda geometrickej analýzy tvaru.

**Life-history traits as predictors in assessing risks of non-native fishes**

**(NATO, medzinárodný projekt č. LST.CLG.979499, 2003-2004)**

Projekt vznikol ako reakcia na problematiku inváznych druhov organizmov (v tomto prípade rýb), ktorá je v súčasnosti spoločná prakticky pre všetky krajiny sveta, a teda aj aj pre členské a partnerské krajiny NATO. Rizikám vyplývajúcim z translokácií a šírenia nepôvodných druhov rýb sa v krajinách NATO venuje v ostatných rokoch zvýšená pozornosť. Medzi otázky, ktoré si naliehavo vyžadujú odpoveď, patrí aj otázka, aké druhy môžu úspešne prenikať do ekosystémov jednotlivých krajín. Vyriešenie tejto otázky nám umožňuje predpovedať, ktoré ďalšie druhy prichádzajú do úvahy, ako aj odhadovať riziká spojené s ich objavením sa v novom ekosystéme, a prijať na základe toho ochranné opatrenia proti ich nežiaducim vplyvom. Takéto predikcie si vyžadujú analýzu autekologických, fyziologických a behaviorálnych parametrov, ako aj vyhodnotenie ciest prenosu nepôvodných druhov a úspešnosť ich etablovania v nových ekosystémoch. Projekt LST.CLG.979499 prispel k úspešnému zavŕšeniu morfometrickej analýzy slnečnice pestrej (*Lepomis gibbosus*), a to jednak z jej pôvodného areálu rozšírenia (Kanada) a jednak z dvoch rozdielnych habitatov jej nepôvodného areálu rozšírenia (Slovensko, Slovinsko). Podarilo sa tiež vyhodnotiť parametre životných prejavov (“life-history traits”) tohto invázneho druhu a porovnať ich na populáciách zo S. Ameriky a Európy. Projekt priniesol aj poznatky o možných interakciách medzi inváznymi a pôvodnými druhmi rýb, ako aj nové údaje pre vypracovanie analýzy potenciálneho vplyvu inváznych druhov na diverzitu súčasnej ichtyofauny Slovenska. Vyriešil tiež otázku, ktoré autekologické parametre možno využívať ako ukazovatele pre odhad rizík vyplývajúcich z nepôvodných druhov rýb.

**Epigenetická a ekomorfologická analýza inváznych druhov rýb v povodí Dunaja**

**(VEGA, projekt č. 1/2341/05, 2005-2007)**

Náplňou projektu bola epigenetická a ekomorfologická analýza inváznych druhov rýb v povodí Dunaja. Projekt priniesol nové poznatky o ekomorfologickej charakteristike, ontogenéze, raste, reprodukčných parametroch, a šírení inváznych druhov rýb v Podunajsku. Získané výsledky boli vyhodnotené v epigenetickom kontexte a porovnané s poznatkami o populáciách tých istých druhov v Európe a S. Amerike, ako aj s poznatkami o týchto druhoch v ich pôvodnom areáli. Syntéza získaných výsledkov a ich interpretácia na pozadí epigenetických interakcií nám umožnili vypracovať hypotézu o potenciálnom vývoji populačnej dynamiky niektorých inváznych druhov, z čoho možno odvodiť ich potenciálny dosah na natívnu ichtyofaunu. Zistila sa vysoká miera biologickej flexibility a fenotypovej plasticity skúmaných druhov. Vznikol zoznam súčasných inváznych druhov rýb Slovenska a vyhodnotilo sa riziko príchodu ďalších potenciálnych inváznych druhov rýb. Projekt prispel aj k rozvíjaniu nových metód geometrickej analýzy tvaru.

**Dopracovanie metodiky stanovenia ekologického stavu vôd podľa rýb, v zmysle Rámcovej smernice o vodách Európskej únie (VÚVH, 2008)**

V roku 2000 Európska únia prijala prostredníctvom svojho parlamentu smernicu č. 2000/60/ES, ktorá určuje politiku EÚ využívania a ochrany vôd v ďalšom období. Nazýva sa Rámcová smernica o vodách (RSV) a jej cieľom je zabezpečiť trvalo udržateľné využívanie zdrojov vody v požadovanom množstve a vo vyhovujúcej kvalite aj pre budúce generácie. Slovenská republika sa ako členská krajina Európskej únie zaviazala implementovať túto smernicu do svojej legislatívy a uplatňovať ju v praxi. Cieľom tejto úlohy bolo nadviazať na doterajšie aktivity uskutočnené v Slovenskej republike v oblasti hodnotenia ekologického stavu slovenských tokov na základe ichtyofauny, identifikovať slabé miesta a navrhnúť nové riešenia tak, aby vznikla ucelená a funkčná národná metodika stanovovania ekologického stavu slovenských tokov na základe posúdenia stavu rybích spoločenstiev. Výsledkom úlohy je nová metodika stanovenia ekologického stavu vôd podľa rýb, ktorá navrhuje zaviesť a používať nanovo vyvinutý vlastný multimetrický ukazovateľ – Slovenský ichtyologický index čiže Fish Index of Slovakia (FIS). Nový ukazovateľ FIS, ako aj dopracovaná metodika vychádza zo štyroch hlavných princípov: 1) čo najväčšmi eliminovať nejednoznačnosť používaných metrík, 2) čo najväčšmi zohľadniť komplexitu interakcií medzi disturbanciami a rybími spoločenstvami, 3) čo najväčšmi zachovať princíp jednoduchosti a 4) zabezpečiť použiteľnosť metrík aj napriek nedostatku údajov zo slovenských tokov. Dopracovaná metodika vrátane nového ukazovateľa FIS je navrhnutá tak, aby bola plne kompatibilná s metodikou pomocou ukazovateľa EFI+, ako aj s procesom interkalibrácie. Súčasťou metodiky aj je softvérový nástroj FIScalc1.1., ktorý pracuje v programe Microsoft Excel a umožňuje jednoduchý automatizovaný výpočet ukazovateľa FIS a následné stanovenie ekologického stavu monitorovaného úseku toku podľa rýb.

**Invázne ryby v povodí Dunaja: od morfológie, ontogenézy a epigenézy k ekológii a evolúcii (VEGA, projekt č. 1/0226/08, 2008-2010)**

Projekt rieši problematiku inváznych organizmov (rýb), ktorá už nadobudla globálne rozmery. Nadväzuje na predchádzajúce projekty riešiteľov. Ontogenéza mnohobun-kových organizmov má velký potenciál generovať rozmanité fenotypy, a to prostredníctvom epigenézy. Fenotypová plasticita a biologická flexibilita sú pritom vlastnosti, ktoré biologický druh potrebuje v novom prostredí na založenie populácie a prípadné invázne šírenie. Náplňou projektu je preto riešenie otázky pôsobenia epigenetických mechanizmov na úspešnost inváznych organizmov. Významnou súčasťou projektu je testovanie predikcií a hypotéz vyplývajúcich z predchádzajúcich projektov. Medzi vedecké ciele projektu preto patrí aj testovanie 1) hypotézy o pôsobení zotrvačnosti epigenetických dedičných systémov na formovanie alternatívnych ontogenetických trajektórií, 2) predikcie o rozdielnom vývoji populačnej dynamiky inváznych druhov. Významným cieľom projektu je aj vyhodnotenie potenciálneho vplyvu epigenetických mechanizmov na procesy evolúcie.

Fenotypová plasticita inváznych populácií hrúzovca sieťovaného (INVADER)

(APVV, projekt č. LPP-0154-09, 2009-2012)

Projekt sa zameriava na riešenie problematiky invázií sladkovodných rýb, a to prostredníctvom štúdia interakcií medzi potenciálom skúmaného druhu vytvárať alternatívne ontogenézy a jeho schopnosťou flexibilne modifikovať svoje reprodukčné stratégie. Vedecký prínos projektu spočíva v dvoch rovinách – rozšíri naše poznanie jednak o mechanizmoch biologických invázií (to má aj praktické implikácie) a jednak o flexibilite životných stratégií sladkovodných rýb ako takých. Hlavným cieľom projektu je testovať hypotézu, že čerstvo etablované invázne populácie hrúzovca sa vyznačujú posunom k menej špecializovanej (t.j. k prekociálnej) ontogenetickej trajektórii a stratégii, avšak po určitom čase sa vrátia späť k špecializovanejšej ontogenetickej trajektórii a stratégii, ktorá je vlastná natívnym populáciám. Splnenie hlavného cieľa si vyžaduje splniť aj špecifické ciele, napríklad vyhodnotiť vek a rast populácií skúmaného druhu, ktoré sú preukazne prítomné v danom habitate viac ako 10 rokov; analyzovať ich reprodukčné parametre; porovnať získané výsledky s údajmi pochádzajúcimi z čerstvo etablovaných inváznych populácií a vyhodnotiť získané výsledky v kontexte alternatívnych ontogenéz, t.j. v kontexte altriciálno-prekociálnych epigenetických trajektórií. Riešenie projektu zahŕňa vytvorenie postdoktorandského miesta a medzinárodnú spoluprácu.

**Hypotéza alternatívnych ontogenéz a invázny potenciál sladkovodných rýb**

**(VEGA, projekt č. 1/0641/11, 2011-2014)**

Projekt rieši problematiku inváznych organizmov, ktorá už nadobudla globálne rozmery. Medzi vlastnosti, ktoré biologický druh potrebuje v novom prostredí na založenie populácie a prípadné invázne šírenie, patria najmä fenotypová plasticita a biologická flexibilita. Zdrojom viacerých rozhodujúcich atribútov úspešných inváznych druhov sa tak stáva ontogenéza, ktorá má veľký potenciál generovať prostredníctvom epigenézy rozmanité fenotypy. Náplňou projektu je preto – v nadväznosti na výsledky predchádzajúcich projektov riešiteľov – viacnásobné testovanie hypotézy o vplyve alternatívnych ontogenéz na úspešnosť biologických invázií, a to na príklade sladkovodných rýb. Testovanie je založené na štatistickom spracovaní kvantifikovateľných parametrov. Medzi významný cieľ patrí aj navrhnutie kvantitatívneho indexu invázneho potenciálu nepôvodných populácií sladkovodných rýb – okrem teoretického prínosu poslúži pri prevencii biologických invázií. Projekt zahŕňa širokú medzinárodnú spoluprácu a výchovu doktorandov.

**Invazibilita biocenóz a invazivita druhov – analýza ichtyocenóz Slovenska a prognóza ich zmien (VEGA, projekt č. 1/0640/16, 2016-2019)**

Biologické invázie patria medzi najaktuálnejšie témy ekológie na celom svete a venuje sa im veľká pozornosť, sú globálnym environmentálnym problémom. Projekt bude analyzovať súčasný stav ichtyocenóz všetkých typov tokov celého Slovenska v kontexte invazibility biocenóz a invazivity druhov, vyhodnotí trendy ich zmien za posledné desaťročie, identifikuje antropogénne tlaky so signifikantným dosahom na ichtyocenózy a vypracuje modely a prognózu zmien v súvislosti s hydromorfologickými zmenami, endokrínnymi disruptormi a biologickými inváziami. Na tento cieľ sa použijú ichtyologické, fyzikálno-chemické a biologické dáta z cca 900 lokalít monitorovaných identickou metódou. Projekt nadväzuje na doterajšie aktivity riešiteľského tímu, no posúva hlavnú pozornosť z výskumu jedinca a populácie na vyššiu hierarchickú úroveň – na ichtyocenózy. Ide o analýzu v rozsahu, aký nebol nikdy predtým realizovaný. Projekt bude mať významný prínos v teoretickej oblasti (všeobecné implikácie), ako aj praktické využitie.