

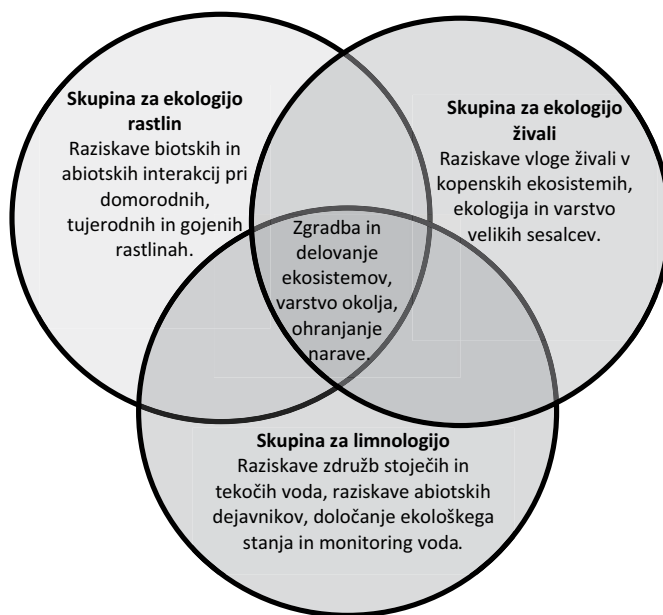
Katedra za ekologijo in varstvo okolja

Alenka Gaberščik, Ivan Kos, Andrej Martinčič, Kazimir Tarman, Mihael Jožef Toman

Katedra za ekologijo in varstvo okolja je bila osnovana v 70. letih. Sestavljena je iz treh raziskovalnih skupin in sicer Skupine za ekologijo rastlin, Skupine za ekologijo živali in Skupine za limnologijo (Slika 4), ki so se oblikovale v 60. letih iz različnih delovnih skupin na Oddelku za biologijo. Z razvojem in uveljavljanjem ekologije kot znanstvenega področja in tudi v širši družbi je Oddelek za biologijo oziroma Biotehniška fakulteta za uspešnejšo pedagoško in raziskovalno dejavnost tudi formalno ustanovila Katedro za ekologijo in varstvo okolja.

Področje **ekologije rastlin** se je na Oddelku za biologijo pričelo razvijati v študijskem letu 1965/66, ko je bil za 2. letnik študija Biologija uveden eno-semesterški predmet Ekologija rastlin, ki ga je predaval Miran Vardjan. V letu 1968/69 je področje prevzel Andrej Martinčič, ki je poleg predavanj uvedel tudi laboratorijske in terenske vaje. Rastlinska ekologija je bila sprva vključena

v predmet Geobotanika, skupaj s Fitogeografijo in Fitocenologijo. Kasneje je bil predmet Geobotanika razdeljen na predmeta Ekologija rastlin ter Fitogeografija in fitocenologija. V 80. so bili uvedeni nekateri novi predmeti kot so Primarna produkcija, Ekosistemi ter Onesnaževanje in varstvo okolja, ki se je kasneje preimenoval v Varstvo okolja in naravne dediščine. Dolga leta se je študij rastlinske ekologije izvajal samo na Oddelku za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, v devetdesetih pa se je začel izvajati tudi na Univerzi v Mariboru. Andrej Martinčič je ustanovil tudi raziskovalno skupino za ekologijo rastlin. Ukvarjal se je s fitocenološkimi, florističnimi in ekološkimi raziskavami skrajnih rastišč: mrazišč, vhodov v jame in jam z umetno osvetlitvijo, visokih in nizkih barij ter presihajočega Cerkniškega jezera. Med njegovimi pomembnejšimi deli je monografija o visokih barjih v Sloveniji, ki jo je napisal skupaj z Milanom Piskernikom, ključno pa je prispeval



Slika 4: Sestava Katedre za ekologijo in varstvo okolja in področja raziskav posameznih raziskovalnih skupin.
Figure 4: Research groups of the Chair of ecology and environment conservations, and their research fields.

tudi k nastanku Male flore Slovenije. Že v osemdesetih letih je vzpostavil sodoben, odlično opremljen ekofiziološki laboratorij za meritve v naravnem okolju. Proučeval je funkcionalne (fotosintezo, transpiracijo, učinkovitost rabe sevanja) in morfološke odzive rastlin na okoljske razmere na skrajnih rastiščih.

Področje **ekologije živali** na Oddelku za biologijo je nastalo v okviru aktivnosti povezanih z biologijo živali (zoologijo). S študijskim letom 1959/60 pa je Kazimir Tarman osnoval pedagoško in raziskovalno delo s področja ekologije živali in ga kasneje nadgradil z vključevanjem novih sodelavcev (Stanko Červek, Franci Potočnik, Ivan Kos). Raziskovalno delo je bilo usmerjeno v proučevanje favnističnih, biogeografskih in ekoloških vsebin izbranih talnih (edafskih) živalskih skupin (Acarina, Chilopoda, Collembola, Oligochaeta, Isopoda). Pedagoško delo je bilo usmerjeno v podajanje teoretičnega znanja, uvajanje laboratorijskih in terenskih vaj (oziroma ekskurzij) in mentorstvo študentom, predvsem s področja ekologije živali, pa tudi s področja varstva okolja in narave ter biologije morja. Z uvajanjem področja ekologije v študijske in učne programe je K. Tarman ekologijo vpeljal v širši slovenski prostor in je sedaj zastopana v različnih študijskih programih.

Področje **limnologije** je bilo na Oddelek za biologijo uvedeno sredi sedemdesetih, ko je bil osnovan izbirni predmet Sladkovodni ekosistemi, ki ga je predaval Marjan Rejic, raziskovalec na Kemijskem inštitutu Borisa Kidriča in sodelavec posebne Skupine za kemijo, tehnologijo in biologijo voda, ki jo je vodil Milan Dular. Pod vodstvom M. Rejica so bila predavanja na Oddelku le nekaj časa, kasneje jih je za nekaj let prevzel asistent A. Martinčiča, Danijel Vrhovšek. V osemdesetih letih pa do danes je področje limnologije prevzel Mihael Jožef Toman, ki je razširil nabor predmetov vezanih na ekologijo celinskih voda. Ti predmeti so danes tudi del študija Okoljskega inženirstva na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo in Krajijske arhitekture na Biotehniški fakulteti.

Z uvedbo bolonjskega študija je bil vzpostavljen dvostopenjski sistem in sicer univerzitetni študij biologije in magistrski študij Ekologija in biodiverziteta. Danes sodelavci katedre na 1. stopnji predavamo predmet Ekologija, na 2. pa usmerjene ekološke predmete kot so Ekologija

rastlin, Ekologija živali, Ekologija celinskih voda, Ekosistemi, Biogeografija, Varstvena biologija, Okoljske spremembe in varstvo ter Upravljanje z vodnimi ekosistemi.

Skupina za ekologijo rastlin

Leta 1998 je vodenje skupine in pedagoške obveznosti prevzela Alenka Gaberščik. Danes v raziskovalni skupini sodelujejo Tadeja Trošt Sedej, Mateja Germ, Igor Zelnik, Aleksandra Golob, mlada raziskovalka Mateja Grašič. Raziskovalno delo skupine je usmerjeno v raziskave ekologije rastlin in ekosistemske raziskave. Poleg raziskovanja Cerkniškega jezera, ki ga je preučeval že A. Martinčič, se je skupina usmerila v preučevanje ekologije makrofytov in invazivnih tujerodnih vrst (ITV), interakcij rastlin s sevanjem ter v sodelovanju z Ivanom Kreftom tudi v preučevanje ekologije in biofortifikacije kmetijskih rastlin, predvsem ajde in žit. Na usmeritev raziskav skupine je pomembno vplivala vključenost članov skupine v mednarodna združenja; Ekspertno skupino za makrofite donavskega porečja, Svetovno in evropsko združenje za mokrišča in strokovno združenje UV4growth. Raziskave vodnih makrofytov so bile v Sloveniji pionirske. Pregledali smo več kot 1200 km slovenskih vodotokov in pojavljanje vodnih rastlin (makrofytov) povezali z morfološkimi značilnostmi vodotoka. Z dolgotrajnim spremljanjem makrofytov Bohinjskega jezera smo pokazali, da na dinamiko pojavljanja, globinske razporeditve in pogostosti makrofytov vplivajo klimatske razmere in koncentracije fitoplanktona v vodnem stolpcu. Raziskava vodnih teles ob Dravi je pokazala, da vrstna sestava hidrofitov vpliva na prisotnost predstavnikov hroščev. Raziskave interakcij s kemijskimi dejavniki so razkrile, da imajo različne vrste makrofytov različen potencial kopičenja hranil in kovin. Raziskave ITV v obrežnih pasovih odkrivajo, da je pogostost ITV povezana s spremenjenostjo obrežnega pasu ter da tujerodne vzpenjavke lahko močno vplivajo na domorodne vrste. Raziskave UV sevanja smo začeli v okviru EU projekta UV-AQTER. Dokazali smo povezavo med rastnimi oblikami rastlin ter življenjsko dobo in občutljivostjo na UV (npr.: Rozema et al. 2002), nizko sposobnost aklimatizacije na sevanje pri hidrofitih, manjšo

privlačnost z UV obsevanih alg za prehrano vodnih bolh, blažilni učinek UV sevanja ob stresu zaradi suše, pomembnost biomineralov pri razlagi optičnih lastnosti listov predvsem v UV delu spektra. Raziskave biomineralov v rastlinah so pokazale, da se stopnja in vzorec inkrustiranosti razlikujeta med vrstami in glede na starost lista ter, da suša močno zmanjša privzem biomineralov in drugih elementov, kar ima negativen vpliv na žita, ki so pomembni akumulatorji Si (npr. Grašič et al. 2019). Raziskave optičnih lastnosti listov so pokazale povezanost z zgradbo lista, tako da so odbojni spektri nekakšni »spektralni podpisi« rastlin, kar je pomembno z vidika raziskav, ki temeljijo na zaznavanju vegetacije na daljavo. Prepoznali smo različne mehanizme optimiziranja optičnih lastnosti različnih vrst v podrasti, kjer je svetloba omejujoč dejavnik. Raziskovali smo tudi kako na optične lastnosti vplivajo snovi na površini lista. Prisotnost diatomej na površini hidrofitov in prisotnost soli na površini listov slanuš štiti liste pred UV sevanjem, prisotnost apnenčastega prahu na površini listov bukve pa odbija PAR in preprečuje segrevanje listov. Na optične lastnosti listov vplivajo tudi biominerali na primer okremenitve listov trav, predvsem bodičke, povečajo odbojnost kratkih valovnih dolžin, kristali kalcijevega oksalata pa vplivajo na prehajanje sevanja v listih ajde. Pomembno področje naših raziskav je Cerkniško jezero, kjer

raziskujemo tako procese kot tudi vrste, na primer rastline z amfibijskim značajem, ki odražajo veliko fenotipsko plastičnost na morfološki in funkcionalni ravni kar optimizira funkcijo v spremenljivih razmerah. Ugotovili smo, da vodostaj močno vpliva na prisotnost večinsko zastopanih vrst, na primarno proizvodnjo navadnega trsta ter da se stopnja razgradnje opada navadnega trsta povečuje s trajanjem poplavljenja. Glivna kolonizacija korenin različnih helofitov je pokazala, da ima večina preiskanih vrst korenine kolonizirane z glivami ter da na stopnjo glivne kolonizacije poplavljenost negativno vpliva. Raziskave vpliva selena na rastline, ki so potekale v sodelovanju z IJS so pokazale, da so nekatere vrste rastlin indikatorji prisotnosti Se ter, da odražajo obremenjenost vodnega okolja s Se. Izkazalo se je, da nekatere vrste privzemajo Se v koncentracijah, ki so primerne za prehrano ljudi. Pri raziskavah skupine so pomembno sodelovali številni diplomanti (154), magistrandi (40) in doktorandi (14). Rezultat naših raziskav v zadnjih 22 letih je 199 znanstvenih člankov, 28 poglavij v monografijah ter uredništvo 2 monografij (Gaberščik 2002 (2003 ponatis), Janauer et al. 2018).

Poleg raziskovalnega dela v skupini opravljamo tudi strokovno delo, ki vključuje spremljanje stanja makrofitov v slovenskih vodah, razvoj metod za vrednotenje ekološkega stanja voda na podlagi makrofitov glede na WFD in kartiranje habitatov.

Izbrane reference

- Gaberščik, A., 2002. Jezero, ki izginja; monografija o Cerkniškem jezeru. Društvo ekologov Slovenije, Ljubljana, 333 str.
- Grašič, M., Golob, A., Vogel-Mikuš, K., Gaberščik, A., 2019. Severe water deficiency during the mid-vegetative and reproductive phase has little effect on proso millet performance. *Water*, 11, 10, 1-21.
- Janauer, G., Gaberščik, A., Květ, J., Germ, M., Exler, N. (uredniki), 2018. *Macrophytes of the River Danube Basin, (Živá příroda)*, 1st ed. Academia, Praha, 407 str.
- Martinčič, A., Piskernik, M., 1985. Die Hochmoore Sloweniens. *Biološki vestnik*, 1, 1-239.
- Rozema, J., Björn, L.O., Bornman, J.F., Gaberščik, A., Häder, D.-P., Trost, T., Germ, M., Klisch, M., Gröniger, A., Sinha, R.P., Lebert, M., He, Y.-Y., Buffoni-Hall, R., de Bakker N. V.J., van de Staaij, J., Meijkamp, B.B., 2002. The role of UV-B radiation in aquatic and terrestrial ecosystems - an experimental and functional analysis of the evolution of UV-absorbing compounds. *Journal of photochemistry and photobiology. B, Biology*, 66, 1, 2-12.

Skupina za ekologijo živali

Skupino za ekologijo živali je po upokojitvi Kazimirja Tarmana in odhodu Stanka Črveka leta 1997 prevzel Ivan Kos. Trenutno v skupini delujejo še asistent Hubert Potočnik, Tomaž Skrbinšek, Aleksandra Majić Skrbinšek, Maja Jelenčič, Marjeta Konec, Astrid Vik Stronen, Irena Kavčič, Elena Pazhenkova, Barbara Boljte, Meta Mavec in Jaka Črtalič. Nadaljevanje raziskovalnega dela iz ekoloških, favnističnih in biogeografskih vsebin povezanih s talnimi plenilci (Chilopoda) smo nadgradili z vključevanjem vsebin povezanih z velikimi sesalci (predvsem zvermi) (Kos et al. 2005, Potočnik et al. 2019). Spoznanje, da tudi (ali pa še bolj) za karizmatične živali velja, da osnovo za varstvo in upravljanje predstavlja dobra znanstvena podpora je bilo osnovno vodilo nadaljnjih aktivnosti. Tako smo s sodelovanjem v širšem krogu evropskih raziskovalcev uspeli delovanje razširiti v treh ključnih smereh, to je poleg klasičnih avtekololoških študij (aktivnost, raba prostora, prehranjevalne interakcije) tudi v uporabo molekularno genetskih metod (varstvena populacijska genetika). Zaradi zavedanja, da je varovanje okolja in narave tudi pomemben družbeni izziv, je pomembna smer aktivnosti povezana področjem družbenih vidikov upravljanja z elementi narave.

Z raziskavami strig (Chilopoda) v gozdnih ekosistemih ugotavljamo pomen horizontalne strukture na vrstno strukturo, kar najverjetneje predstavlja ključen mehanizem za visoko biodiverzitetno živalstva v dinarskih gozdovih (npr. Grgič in Kos 2005). Z intenzivnim proučevanjem združbe talnih plenilcev v pragozdnem ostanku

Krokar želimo pridobiti predstavbo o potencialno naravni združbi, ki ni odvisna od različnih načinov upravljanja z gozdom (Kuralt v pripravi). Naslednji sklop raziskav je povezan z daljinskim spremljanjem živali. Začetki so bili s spremljanjem ježev, divje malčke in risa s klasično radiotelemetrijo, kar smo kasneje nadgradili s sodobnejšo GPS-GSM telemetrijo. Poleg spremljanja risov je tudi spremljanje šakalov ključno za ugotavljanje prostorskih zahtev vrste v novo poseljenih območjih (Potočnik et al. 2019). Z razvojem molekularne genetike so se odprle številne možnosti uporabe metodologije v ekologiji. Pogosto uporabljena metoda lova, označevanja in ponovnega ulova za oceno velikosti živalskih populacij je bila za velike sesalce manj primerna, saj je bilo odlavljanje živali zamudno oziroma neizvedljivo. S pomočjo genetske identifikacije, predvsem iz neinvazivnih vzorcev (iztrebki, dlake z mešički, slina, urin) pa lahko razmeroma preprosto ocenimo številčnost, kar v okviru monitoringov izvajamo pri rjavem medvedu, volku in risu (npr. Skrbinšek et al. 2012). Pri varstvu in upravljanju z velikimi zvermi je ključen človek zaradi svojih evolucijskih izhodišč in delovanja družbe. Zato so raziskave družbenega in sociološkega vidika odločilnega pomena za dolgoročno upravljanje z velikimi zvermi (npr. Chapron et al. 2014). Pridobljena nova znanja uporabljamo tudi pri sodelovanju pri pripravi ključnih državnih oziroma evropskih dokumentov kot so strategije in akcijski plani. Večino raziskovalnih in strokovnih aktivnosti izvajamo v okviru evropskih projektov (FP7, Interreg, Life), pri katerih smo vodilni oziroma sodelujoči partner.

Izbrane reference

- Chapron, G., Jerina, K., Kos, I., Krofel, M., Majić Skrbinšek, A., Potočnik, H., Skrbinšek, T., et al., 2014. Recovery of large carnivores in Europe's modern humandominated landscapes. *Science*, 346, 6216, 1517-1519.
- Grgič, T., Kos, I., 2005. Influence of forest development phase on centipede diversity in managed beech forests in Slovenia. *Biodiversity and Conservation*, 14 (8), 1841-1862.
- Kos, I., Potočnik, H., Skrbinšek, T., Majić Skrbinšek, A., Jonozovič, M., Krofel, M., 2005. Ris v Sloveniji : strokovna izhodišča za varstvo in upravljanje, 2. dopolnjena izd. Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, Ljubljana, 271 str.
- Potočnik, H., Pokorny, B., Flajšman, K., Kos, I., 2019. Evrazijski šakal. *Lovska zveza Slovenije*, Ljubljana, Zlatorogova knjižnica, 42, 248 str.
- Skrbinšek, T., Jelenčič, M., Waits, L., Kos, I., Jerina, K., Trontelj, P., 2012. Monitoring the effective population size of a brown bear (*Ursus arctos*) population using new single sample approaches. *Molecular Ecology*, 21 (4), 862-875.

Skupina za limnologijo

V 80. letih je raziskovalno skupino prevzel Mihael J. Toman. Sodelovanje na raziskovalnem področju s Kemijskim inštitutom, je po njegovem prihodu na Biotehniško fakulteto, postopno odmiralo. Danes je raziskovalno pomembno sodelovanje z IJS, s skupino, ki jo vodi Milena Horvat.

Raziskave pokrivajo različna področja vezana na ekologijo voda, kroženje snovi v vodnih okoljih in vpliv na organizme (Toman in Dall 1998), delno pa tudi tehnologijo voda. Po sprejetju Okvirne vodne direktive (Water framework directive) so se člani skupine pod vodstvom M. J. Tomana, predvsem Gorazd Urbanič, Mojca Hrovat in nekateri zunanji sodelavci osredotočili na raziskave bentoških življenjskih združb v tekočih vodah, združbe makroinvertebratov (velikih vodnih nevretenčarjev) in obrasti perifitona in priprave metodologije za vrednotenje ekološkega stanja tekočih voda, harmonizirane z direktivami EU. Obdobje večletnih raziskav je prineslo veliko dobrih rezultatov, ki smo jih objavili v odličnih revijah tega področja (Urbanič et al. 2005).

Istočasno je M. J. Toman pričel z raziskavami kroženja snovi, predvsem metilnega živega srebra v programski skupini Milene Horvat. Pridružila se je tudi sodelavka Suzana Žižek, ki je s svojo doktorsko nalogo prispevala znanja o premeščanju metilnega živega srebra v bentoških združbah od alg do rib v rečnem sistemu Idrijce in Soče. Številne raziskave smo objavili v revijah z visokim faktorjem vpliva (npr.: Žižek et al. 2007). Z raziskavami nadaljujemo še danes, težišče pa je vezano na rečni sistem reke Save po izgradnji rečnih akumulacij s spodnjem toku.

Kasneje se je skupini pridružil Igor Zelnik, ki ga zanimajo predvsem procesi v perifitonskih in tihoplanktonskih združbah, sodeluje pa tudi z drugimi raziskovalci na katedri (Zelnik et al. 2018).

S pridobljenimi znanji uspešno rešujemo strokovna vprašanja, opravljamo monitoring za namene ARSO, ocenjujemo stanje v vodnih telesih po različnih okoljskih nesrečah in prispevamo mnenja in ocene za Ministrstvo za okolje in prostor, druge institucije in individualne uporabnike. M.J. Toman pogosto komentira družbena dogajanja povezana z okoljem, prispeva strokovne ocene v primerih okoljskih nesreč v medijih in tudi na tak način ozavešča širšo družbo o okolju in naravi.

Izbrane reference

- Toman, M.J., Dall, P.C., 1998. Respiratory levels and adaptations in four freshwater species of *Gammarus* (Crustacea: Amphipoda). *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie*, 83 (3), 251-263.
- Urbanič, G., Toman, M.J., Krušnik, C., 2005. Microhabitat type selection of caddisfly larvae (Insecta: Trichoptera) in a shallow lowland stream. *Hydrobiologia*, 541, 1-12.
- Žižek, S., Horvat, M., Gibičar, D., Fajon, V., Toman, M.J., 2007. Bioaccumulation of mercury in benthic communities of a river ecosystem affected by mercury mining. *Science of the Total Environment*, 377 (2-3), 407-415.
- Zelnik, I., Balanč, T., Toman, M.J., 2018. Diversity and structure of the tychoplankton diatom community in the limnocene spring Zelenci (Slovenia) in relation to environmental factors. *Water*, 10, 4, 1-12.