

SVET KOJI NESTAJE - UTICAJ IZGRADNJE PUTNE INFRASTRUKTURE NA VLAŽNA I EFEMERNA STANIŠTA

Prof. dr Jasmina Krpo-Četković

Univerzitet u Beogradu – Biološki fakultet, jkrpo@bio.bg.ac.rs

Prof. dr Sofija Pavković-Lučić

Univerzitet u Beogradu – Biološki fakultet, sofija@bio.bg.ac.rs

Doc. dr Dragana Miličić

Univerzitet u Beogradu – Biološki fakultet, draganam@bio.bg.ac.rs

Stručni rad

Rezime: Mali slatkovodni baseni i efemerne bare predstavljaju osetljiva vodena staništa koja se lako mogu poremetiti pod uticajem različitih faktora. Ova staništa su od esencijalnog značaja za život velikog broja akvatičnih i semiakvatičnih organizama. Međutim, i oblast oko vodenih površina (engl. "life zone") podjednako je važna za kompletiranje njihovog životnog ciklusa, pa se preporučuje zaštita šireg područja u radijusu od 30 do 300 m, a ukoliko vrste ispoljavaju izrazito migratorno ponašanje, neophodno je proširenje ove "bufer-zone" i do 1000m oko vodenog staništa. Međutim, to u praksi ponekad nije jednostavno ukoliko se u neposrednoj okolini nalazi izgrađena putna ili druga javna infrastruktura. Neke vrste u potpunosti zavise od efemernog staništa. Njihova biologija i ekologija moraju se uzeti u obzir kada se razmatraju bilo kakve aktivnosti u blizini vodenih površina. Usled svoje male veličine, ovi vodeni baseni nisu u fokusu niti zakonodavca, niti planera ni izvođača radova, i najčešće se zanemaruju pri donošenju prostornih i drugih planova. Za njihovo očuvanje potrebno je dobro planiranje građevinskih aktivnosti, obezbeđivanje prirodne zaštitne zone, kao i izgradnja trasa za prolazak životinja. Generalno, veoma je važno podizanje svesti o značaju zaštite i očuvanja efemernih vlažnih staništa kroz edukaciju donosioca odluka, šire zajednice, kao i samih izvođača radova.

Gljučne reči: efemerne vode, putevi, zaštitna zona

DISAPPEARING WORLD – IMPACT OF ROAD CONSTRUCTION ON WETLANDS AND EPHEMERAL AQUATIC HABITATS

Prof. dr Jasmina Krpo-Četković

University of Belgrade - Faculty of Biology, jkrpo@bio.bg.ac.rs

Prof. dr Sofija Pavković-Lučić

University of Belgrade - Faculty of Biology, sofija@bio.bg.ac.rs

Doc. dr Dragana Miličić

University of Belgrade - Faculty of Biology, draganam@bio.bg.ac.rs

Professional paper

Abstract: Small freshwater basins and vernal pools or ephemeral ponds are vulnerable aquatic habitats that are easily disturbed under the impact of various factors. These habitats are essential for a number of

aquatic and semiaquatic organisms. Furthermore, the area around these waterbodies (or "life zone") is equally important for completion of their life cycles; it is thus recommended that a wider area of a radius between 30 to 300 m should be protected as well, and if present species display distinct migratory behaviour, it is necessary to extend this buffer-zone even up to 1000 m around the waterbody. However, this is sometimes not easily achieved in practice if there is a road or other public infrastructure in vicinity. Some species are completely dependent on their ephemeral habitat. Their biology and ecology must be taken into account when planning any type of activity near such waterbodies. Due to their small size, these waterbodies are not in the focus of neither lawmakers nor planners and contractors, and are widely neglected in spatial and other planning. For their adequate protection, it is necessary to properly plan construction activities, to secure a natural protective zone, and to create habitat corridors. Generally, it is important to raise awareness on significance of ephemeral wetland protection and conservation through education of decision makers, wider communities, and contractors themselves.

Key words: ephemeral ponds, roads, buffer zone

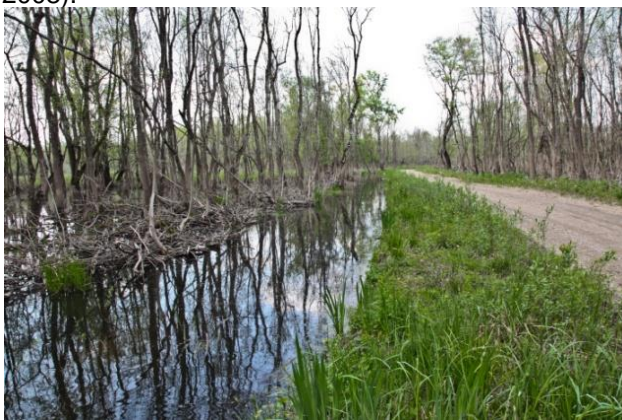
1. UVOD

Između stručnjaka iz oblasti gradnje i onih iz oblasti ekologije često postoje različiti, a nekada i oprečni stavovi po pitanju vrednovanja vlažnih/močvarnih područja. Po pravilu, ljudi koji se bave prostornim planiranjem i izgradnjom, pa i sami građani, o vlažnim područjima razmišljaju kao o "zabarenim pustošima", "jeftinom zemljištu sa potencijalom za razvoj", ili, najčešće, kao o "mestima na kojima se legu komarci". Biolozi i profesionalci iz oblasti ekologije, s druge strane, vlažna područja doživljavaju kao važne delove (lokalnog i regionalnog) ekosistema koje treba zaštititi. Postoji duga istorija neslaganja o tome kako treba tretirati ova područja.

2. VLAŽNA STANIŠTA

Slatkovodna vlažna staništa predstavljaju značajni deo našeg prirodnog nasleđa. Generalno se definišu kao područja sa tranzicionim ekosistemima između kopnenih (terestričnih) i tipično vodenih (akvatičnih), u kojima se voda može zadržavati u manjoj ili većoj meri tokom čitave godine, ili samo tokom dela sezone (**Slika 1**). Postoji više tipova vlažnih područja: jezera, močvare, bare, ribnjaci, vlažne livade, plavna područja oko reka i potoka itd. (Hobson i ostali, 1993). Ovako veliki diverzitet staništa omogućava razvoj velikog broja vrsta biljaka, životinja i drugih organizama (algi, gljiva, mikroorganizama). Pri tome, koje vrste mogu naseliti neko močvarno područje umnogome zavisi od uslova okolne sredine.

Veoma zanimljiva i kompleksna vodena staništa predstavljaju najmanji vodeni baseni – efemerne bare. To su mala i osetljiva vodena staništa koja se lako mogu poremetiti pod uticajem različitih spoljašnjih faktora. Bare su efemerne (privremene, nestalne) po svojoj prirodi, pune se u proleće (otapanjem snega, podizanjem nivoa podzemnih voda, putem padavina ili plavljenjem), a potpuno isušuju preko leta. Ove male vodene depresije pružaju vremenski limitiran okvir za odvijanje životnih procesa, ali, i pored toga, one predstavljaju veoma važno stanište za veliki broj akvatičnih i semiakvatičnih organizama. Iako postoje očigledni izazovi za životinje koje koriste efemerno vodeno stanište koje nestaje tokom godine, njegova prednost jeste u tome što je to stanište bez predatora, odnosno riba (Windmiller i Calhoun, 2008).



Slika 1. Izgled tipičnog vlažnog staništa duž putne infrastrukture Foto: D. Miličić

2.1. Živi svet

Vlažna staništa su važna za odvijanje životnog ciklusa kako obligatno akvatičnih, tako i fakultativno akvatičnih vrsta biljaka i životinja. **Fakultativno akvatične vrste** mogu, ali ne moraju, koristiti efemernu baru za kompletiranje svog životnog ciklusa. Ako se u blizini nalazi druga vodena površina (vlažna livada, potok, močvara ili jezero), one mogu koristiti i ove vodene površine da bi kompletirale svoj životni ciklus. Kičmenjaci koji mogu barem povremeno koristiti efemerna staništa za život jesu repati vodozemci, žabe i vodene kornjače. Na primer, juvenilne jedinke vodozemaca (Amphibia) počinju svoj život u vodi, ali se nakon metamorfoze u odrasle jedinke sele na kopno. One moraju napustiti baru pre nego što presuši ili će uginuti, tako da svaka nova generacija napušta vodeno stanište i traži odgovarajuće mesto za život na kopnu (Colburn, 2004). Tokom meseci kada je efemerno stanište isušeno, odrasli vodozemci pronalaze hranu i sklonište u okolnim livadama i šumama. Oni žive pod zemljom ili pod kamenjem, u trulim stablima ili u vlažnom sloju lišća, šumskoj stelji.

U fakultativne stanovnike bara takođe spadaju i neki beskičmenjaci: vodeni krpelji – Acariformes, rakovi (veslonišci – Copepoda, vodena semena – Ostracoda, vodene buve – Anomopoda), kao i pojedine vrste insekata (gnjurci – Dytiscidae, gazivode – Gerridae, vodene skorpije – Notonectidae). Pored imaga, u efemernim vodama žive i larve insekata (vilinskih konjica i vodenih devica – Odonata, tularaša – Trichoptera, komaraca – Culicidae, komara – Chironomidae...), kao i neke vrste vodenih člankovitih crva – anelida (Oligochaeta).

S druge strane, **obligatno akvatične vrste** u potpunosti zavise od efemernog staništa. Ove vrste su razvile ubrzane reproduktivne strategije koje im omogućavaju efikasnije korišćenje efemernih uslova u toku aktivnosti koje obuhvataju prekopulatorno ponašanje, parenje i polaganje jaja. S obzirom da je broj obligatnih vrsta mnogo manji u odnosu na fakultativne, one se smatraju tipičnim predstavnicima ovakvih ekosistema (*engl.* "flagship species") i njihova biologija i ekologija moraju se uzeti u obzir kada se razmatraju strategije zaštite i planiraju bilo kakve aktivnosti u blizini ovih vodenih površina (Bowen-Jones i Entwistle, 2002; Barua, 2011). U najpoznatije "flagship" vrste slatkovodnih efemernih staništa spadaju branhiopodni račići, "živi fosili" kambrijumske starosti (**Slika 2**) (Vanschoenwinkel i ostali, 2012). Ovi rakovi ceo život provode u privremenim vodenim basenima i odlično su prilagođeni svom efemernom okruženju. Da bi избегli predatore koji će naseliti basen do leta, ovi račići se pojavljuju već krajem zime i ranog proleća, i čak se mogu videti kako plivaju pod zaleđenom površinom vode. Oni mogu fiziološki regulisati potrošnju kiseonika i izdržati vrlo niske količine kiseonika u vodi. Plivačke (natarone) sete im povećavaju površinu ekstremiteta, što dalje povećava mobilnost jedinke i apsorpciju kiseonika. Hrane se filtratorno i predstavljaju važnu kariku između primarnih proizvođača i predatora. Njihova hrana jesu bakterije, fito- i zooplankton i detritus. Oni su plen drugih vodenih organizama, daždevnjaka, žaba i vodenih insekata. Životni ciklus im je složen i prolaze kroz nekoliko presvlačenja dok ne postignu stupanj adulta. Ženke legu jaja pre nego što se baseni osuše. Mogu proizvesti dve vrste jaja: letnja jaja (iz kojih se brzo razvijaju mladi, u istoj sezoni) i zimska jaja (koja padaju na dno basena i ostaju tamo i nakon što se basen osuši). Zimska jaja su obložena tvrdim omotačem, otporna na zamrzavanje i sušenje, i potreban im je period mirovanja kako bi se izlegla. Otvoriće se sledećeg proleća, kada se basen ponovo popuni vodom, a nivo rastvorenog kiseonika bude na vrhuncu. Brzina životnog ciklusa ovih račića jeste impresivna. Sve faze životnog ciklusa, od izleganja jaja, preko nekoliko larvenih stadijuma (naupliusa i nezrelih instara), perioda sazrevanja i reprodukcije i ponovnog polaganja jaja, mogu se završiti za samo 16 dana (Dumont i Negrea, 2002).



Slika 2. "Živi fosil" *Triops cancriformis* – "flagship" vrsta efemernih vodenih basena Foto: L. Rubinjoni

Međutim, sezonske (privremene) bare često se ne prepoznaju kao bitna vodena staništa zbog svoje efemerne prirode. Baseni koji nisu identifikovani ne mogu se zaštititi od aktivnosti koje bi ih mogle poremetiti ili uništiti. To je jedan od razloga zašto površina pod vlažnim staništima rapidno opada tokom poslednjih dekada svuda u svetu, pa i u našoj zemlji. Zanimljivo je da većina efemernih staništa nije nestala usled njihovog direktnog isušivanja, već upravo zbog gubitka ili narušavanja okolnih vodenih površina (*engl.* "life zone"), esencijalnih za život i kompletiranje životnog ciklusa mnogih vodenih organizama. Ova zona obuhvata minimalnu površinu neophodnu za zaštitu i sazrevanje juvenilnih i adultnih jedinki, zajedno sa užom površinom efemernih bara (Burke i Gibbons, 1995; Semlitsch i Bodie, 2003). Drugim rečima, iako neki branhiopodni račić provodi ceo životni ciklus u efemernoj barici (uključujući i fazu desikacije koju preživljava u vidu dormantnog stadijuma), posredno, oblast oko bare za njega je isto toliko važna kao i sama barica. Životinje koje žive u privremenim barama najbolje opstaju ukoliko se oko basena nalaze relativno prirodna staništa, kao što su šume i neobrađena polja. Budući da se ovo zemljište sve više pretvara u površine korisne za čoveka, između ostalog i za izgradnju putne mreže, životinje imaju sve manje pogodnih mesta za život. Što je manji prostor prirodnog staništa oko basena, na raspolaganju je manje hrane i skloništa za njih. Za vrste koje legu svoja jaja na biljnom materijalu, gubitak vegetacije eliminiše mesta za njihovo polaganje. Za vrste koje polažu jaja direktno u vodu, uklanjanje vegetacije smanjuje osenčenost, pa dolazi do povišenja temperature vode i povećanja isparavanja. Ovi efekti naročito su приметni na manjim vodenim površinama.

2.2. Fragmentacija staništa i zone zaštite

Količina i sastav materijala kao što su listovi, drvenasti delovi biljaka i mulj važni su faktori koji određuju tip podloge efemernih voda. Dokazano je da prirodni miris sedimenta "navodi" daždevnjake da se uvek vraćaju u

svoj natalni bazen radi parenja, a reproduktivno zrele jedinke sposobne su da pronađu svoj natalni bazen (mesto gde su se izlegle) i posle nekoliko godina (Petranka, 1998). Ukoliko se izgubi ovaj prirodni miris staništa (narušavanjem njegove hidrologije ili zagađenjem), strani/neprijatni mirisi dovode do toga da se ove životinje više ne mogu vratiti u svoje natalne basene, a bez toga mogu biti brzo eliminisane sa određenog područja. Sastav podloge može se izmeniti i aktivnostima kao što su odlaganje građevinskog materijala, kopanje i punjenje. Vozna mehanizacija takođe može lako oštetiti podlogu bara i naneti štetu organizmima koji se skrivaju ispod sedimenta (Wenning, 2015).

Organizacije za zaštitu životne sredine preporučuju zaštitu šireg područja efemernog basena u radijusu od 30 do 300 m od ivice basena (Semlitsch i Bodie, 2003; Brown i Jung 2005). Ova distanca se zasniva na naučnim istraživanjima ponašanja, kretanja i migracije životinja. Ukoliko na određenom vlažnom području žive vrste koje ispoljavaju izrazito migratorno ponašanje, neophodno je proširenje ove "bufer-zone" i do 1000 m oko efemernog staništa (Morgan i Calhoun, 2012). Međutim, u praksi, ovo ponekad nije jednostavno, s obzirom da se oko efemerne bare i zaštićene zone može nalaziti privatna i javna infrastruktura (zgrade, staze, putevi, parkirališta...). Usled ovakvog antropogenog uticaja ne postoji dovoljno mogućnosti zaštite svih, a naročito obligatno akvatičnih vrsta u efemernim vodama. Njihov način života, uključujući i reproduktivne strategije i ponašanje, u kombinaciji sa uslovima neophodnim za razvoj larvenih stadijuma, mora biti uzet u obzir kada se planiraju bilo kakve aktivnosti od strane čoveka, pa i izgradnja putne infrastrukture. S biološke tačke gledišta, okolna zaštitna zona za mnoge vrste podjednako je značajna kao i natalno stanište u koje se ove vrste moraju vratiti radi reprodukcije. Međutim, trenutni zakoni i praksa u Srbiji ne obezbeđuju adekvatnu zaštitu za mala vodena staništa i očuvanje prirodnog diverziteta u njima. Usled njihove male veličine, oni nisu u fokusu niti zakonodavca, niti planera ni izvođača, i najčešće se zanemaruju pri donošenju prostornih i drugih planova.

Uništavanje i fragmentacija vodenih površina usled proširenja stambenog i komercijalnog zemljišta sa pripadajućim putnom mrežom dovode do stvaranja tzv. "bioloških ostrva", odnosno malih izolovanih vodenih područja (Johnson i Klemens, 2005). Usled toga, životinje moraju da prelaze velike udaljenosti preko otvorenih prostora (saobraćajnica i parkirališta), kao i da savladavaju veće prepreke, kao što su autoputevi i ograde (Forman, 2000; Forman i Deblinger, 2000). Mobilnije životinje su u stanju da pređu preko ovih prepreka, ali uz povećani rizik da na kraju svog putovanja ne pronađu odgovarajuće mesto za život u fragmentiranom krajoliku sa znatno umanjenom površinom staništa. Za većinu životinja, sporo kretanje i specifično ponašanje zaustavljanja i tendencije

"zamrzavanja" kada su uplašene (tj. prilikom nailaska automobila), daje malo šanse da prežive prelaz preko prometnijih saobraćajnica (Hels i Buchvald 2001) (**Slika 3**).



Slika 3. Žabe ispoljavaju migratorno ponašanje i često stradaju u velikom broju prilikom kretanja preko saobraćajnica koje se nalaze u blizini njihovih staništa
Izvor: <https://news.uns.purdue.edu/images/+2008/DeWoody-roadkill.jpg>

Fragmentirano stanište sa "biološkim ostrvima" znači i smanjen protok gena između populacija, čime se gubi deo genetičke raznolikosti i varijabilnosti. Takođe, može doći i do negativnih promena u samoj populaciji usled ukrštanja jedinki u srodstvu, tj. inbridinga (Vos i ostali, 2001). Kada se izgubi genetička raznovrsnost, smanjena je i sposobnost populacije da se prilagodi promenama u okruženju, što povećava verovatnoću da ona neće dugoročno preživeti.

2.3. Uticaji izgradnje putne infrastrukture

Sa stanovišta biologa/zaštitara životne sredine, izgradnja novih puteva i putnih infrastrukture na račun vlažnih/močvarnih staništa rezultira izgubljenom prirodnom vegetacijom, sabijenim zemljištem, novoizgrađenim objektima sa veštačkim travnjacima koji zahtevaju održavanje (često neorganskim đubrivima i neorganskim hemikalijama za kontrolu nepoželjnih vrsta). Teška građevinska mehanizacija, operacije čišćenja zemljišta i aktivnosti vezane za uklanjanje površinskog sloja zemlje sa organskim materijama urušavaju pukotine, tunele i rupe za prolazak životinja u zemlji (Randrup, 1998). Uklanjanje panjeva i niske vegetacije (koje životinje koriste za sakrivanje), takođe zauvek uništava njihova staništa, što im ugrožava opstanak. Naslage građevinskog materijala i šuta i nabijeno zemljište bez dovoljno kiseonika nepovoljni su za razvoj korenovog sistema, što zauvek menja hidrologiju područja i ugrožava živi svet u svim fazama životnog ciklusa. Izgrađeni kanali za odvodnjavanje donose sedimente, zagađenje, ali i seme različitih invazivnih/egzotičnih vrsta biljaka sa svakom velikom kišom. Sabijanje tla doprinosi da vodena bujica prelazi preko očvršćenog tla i spira se ka susednim, rastresitijim delovima zemljišta. Dodatno, erozija može doprineti da depresija tla u kojoj se nalazi neka efemerna bara postane dublja i šira, što dovodi do toga da u njoj sada ima više vode, pa faza

isušivanja traje duže nego što bi se očekivalo. Ovo dalje utiče na periodičnost i vremensku dinamiku pojedinih faza razvića i može dovesti do bioloških promena i narušavanja odnosa predatora i plena.

2.4. Naša iskustva

I na kraju, dva ilustrativna primera iz Srbije (Miličić i ostali, 2014). Prvi se odnosi na mala efemerna staništa u dolini reke Nišave u jugoistočnoj Srbiji, u podnožju Parka prirode "Stara planina". Veliki deo ovog područja nalazi se pod livadama, poljima, voćnjacima i pašnjacima, smeštenim između malih šumskih kompleksa i poljoprivrednih zemljišta. Narušavanje staništa započelo je 2005. godine rekonstrukcijom međunarodne železničke pruge ka Sofiji (Republika Bugarska). Deo područja bio je izravnat teškom mehanizacijom, ali uprkos tome, vodena staništa su "preživela" ove intervencije na terenu. Međutim, naredne, 2006. godine, započeta je izgradnja međunarodnog autoputa Koridor 10. Gornji sloj zemljišta potpuno je uklonjen, široka površina prirodnih staništa je uništena, a putna infrastruktura okupirala je čitavo područje (**Slika 4**). Kao rezultat toga, pejzaž je potpuno promenjen, a preko ranije postojećeg staništa danas prelazi traka novog auto-puta. Na ovom području živelo je nekoliko vrsta branhiopodnih rakova, grupe koja se smatra "flagship" grupom za efemerne bare (Belk, 1998), čije je stanište zauvek izgubljeno.



Slika 4. Prve građevinske mašine u blizini uništenog vodenog staništa na kome je živela vrsta rakova kambrijumske starosti (početak izgradnje Koridora 10.) Foto: D. Miličić

Drugi primer je manje drastičan, ali ne i manje upozoravajući. Odnosi se na šumsko-lovno područje Crni Lug koje se nalazi u Sremskom okrugu, u blizini reke Save. Na ovoj teritoriji takođe je zabeleženo prisustvo nekoliko vrsta "flagship" grupe branhiopodnih račića. Sve do 2010. godine vlažna staništa su se prostirala na velikoj površini, odvojena sporadičnom žbunastom vegetacijom. Međutim, lokalna uprava je 2011. godine započela pripreme za izgradnju saobraćajnice.

Posekli su vegetaciju i popunili vodene depresije šljunkom. Samo mali broj jedinki zabeležen je u ostacima prethodno širokog poplavljenog područja. Izgradnjom regionalnog puta 2012. godine došlo je do ozbiljnog i nepovratnog uništavanja staništa na ovoj lokaciji. Voda se povukla sa livada, ali se parcijalno zadržala u obližnjoj šumi i lovištu. Jedna vrsta branhiopodnih rakova (*Lepidurus* sp.) ipak je zabeležena početkom 2013. godine, verovatno zahvaljujući tome što je ova zona proglašena zatvorenim lovištem.

3. ZAKLJUČAK

Očuvanje malih vodenih basena uključuje dobro planiranje građevinskih aktivnosti, ali i sprovođenje dopunskih aktivnosti, kao što su izgradnje trasa za prolazak životinja, održavanje organskih travnjaka i obezbeđivanje prirodne zaštitne zone za održivi razvoj lokalne flore i faune. Lokalne akvatične i semiakvatične životne forme deo su šire ekološke mreže i direktno zavise od regionalnih i lokalnih hidroloških uslova. Zbog toga je važno podizanje svesti o značaju zaštite i očuvanja vlažnih staništa kroz edukaciju šire zajednice, donosioca odluka, kao i samih izvođača radova.

Zahvale

Autorke zahvaljuju Luki Rubinjoniju i doc. dr Imreu Krizmaniću za pomoć oko izrade i izbora fotografija. Koleginici prof. dr Gordani Subakov-Simić zahvaljujemo na kolegijalnoj podršci.

LITERATURA

- [1] Barua, M., 2011. Mobilizing metaphors: the popular use of keystone, flagship and umbrella species concepts. *Biodiversity and Conservation*, 20, 1427–1440.
- [2] Belk, D., 1998. Global status and trends in ephemeral pool invertebrate conservation: implications for Californian fairy shrimp. P. 147-150 in: Witham, C. W.; Bauder, E. T.; Belk, D.; Ferren, W. R. Jr.; Ornduff, R. (Eds.), *Ecology, Conservation and Management of Vernal Pool Ecosystems – Proceedings from a 1996 conference*. California Native Plant Society. Sacramento, CA.
- [3] Bowen-Jones E.; Entwistle A., 2002. Identifying appropriate flagship species: the importance of culture and local contexts. *Oryx*, 36, 189–195.
- [4] Brown, L. J.; Jung, R. E., 2005. An Introduction to Mid-Atlantic Seasonal Pools, EPA/903/B-05/001. U.S. Environmental Protection Agency, Mid-Atlantic Integrated Assessment, Ft. Meade, Maryland. (on-line) Dostupno preko: <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi?Dockey=P1002R00.PDF> (24.07.2017)
- [5] Burke, V. J.; Gibbons, J. W., 1995. Terrestrial buffer zones and wetland conservation: a case study of freshwater turtles in a Carolina bay. *Conservation Biology*, 9, 1365–1369.
- [6] Colburn, E. A., 2004. *Vernal Pools: Natural History and Conservation*. McDonald and Woodward Publishing, Blacksburg, VA. 426 p.
- [7] Dumont, H. J.; Negrea, S. V., 2002. Introduction to the class Branchiopoda. In: Dumont, H. J. F. (Ed.), *Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World*. Backhuys Publishers, Leiden, Belgium. 398 p.
- [8] Forman, R. T. T., 2000. Estimate of the area affected ecologically by the road system in the United States. *Conservation Biology*, 14, 31–35.
- [9] Forman, R. T. T.; Deblinger, R. D., 2000. The ecological road-effect zone of a Massachusetts (U.S.A.) suburban highway. *Conservation Biology*, 14, 36–46.
- [10] Hels, T.; Buchwald, E., 2001. The effect of road kills on amphibian populations. *Biological Conservation*, 99, 331–340.
- [11] Hobson, S. S.; Barclay, J. S.; Broderick, S. H., 1993. *Enhancing Wildlife Habitats: A Practical Guide for Forest Landowners*. Northeast Regional Agricultural Engineering Service, [NRAES-64] Cooperative Extension, Ithaca, N.Y. 172 p.
- [12] Johnson, E. A.; Klemens, M. W., (Eds.) 2005. *Nature in Fragments: The Legacy of Sprawl*. Columbia University Press, New York. 400 p.
- [13] Miličić, D.; Lukić, D.; Nahirić, A.; Šćiban, M.; Marković, A., 2014. Current status of ephemeral habitats of ancient Crustaceans (Class Branchiopoda) in Serbia with varying degrees of human impact, *Journal of BioScience and Biotechnology*. Special Edition, 165–170.
- [14] Morgan, D. E., Calhoun, A. J. K., 2012. *Maine Municipal Guide to Mapping and Conserving Vernal Pool Resources*. University of Maine, Sustainability Solutions Initiative, Orono, ME. 122 p.
- [15] Petranka, J. W., 1998. *Salamanders of the United States and Canada*. Smithsonian Institution Press, Washington, D.C. 587 p.
- [16] Randrup, T. B., 1998. Soil compaction on construction sites. P. 146–153 in: Neely, D.; Watson, G.W. (Eds), *The Landscape Below Ground II: Proceedings of an International Workshop on Tree Root Development in Urban Soils*. International Society of Arboriculture, Champaign, Illinois.
- [17] Semlitsch, R. D.; Bodie, J. R., 2003. Biological criteria for buffer zones around wetlands and riparian habitats for amphibians and reptiles. *Conservation Biology*, 17, 1219–1228.
- [18] Vanschoenwinkel, B.; Pinceel, T.; Vanhove, M. P. M.; Denis, C.; Jocque, M.; Timms, B. V.; Brendonck, L., 2012. Toward a global phylogeny of the “living fossil” crustacean order of the Notostraca. *PLoS ONE*, 7, e34998.
- [19] Vos, C. C.; Antonisse-De Jong, A. G.; Goedhart, P. W.; Smulders, M. J., 2001. Genetic similarity as a measure for connectivity between fragmented populations of the moor frog (*Rana arvalis*). *Heredity*, 86, 598–608.
- [20] Wenning, B., 2015. Strategies to Protect Vernal Pools in the Built Environment: Raising Awareness. In: Conservation, Stormwater Management, Wildlife Habitats. (on-line) Dostupno preko: <http://www.ecolandscaping.org/03/conservation/landscaping-strategies-to-protect-vernal-pools-in-the-built-environment-raising-awareness/> (24.07.2017)
- [21] Windmiller, B., Calhoun, A. J. K., 2008. Conserving vernal pool wildlife in urbanizing landscapes. P. 235-247 in: Calhoun, A. J. K.; deMaynadier P. G. (Eds.), *Science and Conservation of Vernal Pools in Northeastern North America*. CRC Press.