

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Jan SIMIČ

**RAZŠIRJENOST IN OGROŽENOST NAVADNEGA
ŠKRŽKA (UNIONIDAE: BIVALVIA: MOLLUSCA) NA
LJUBLJANSKEM BARJU**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2013

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Jan SIMIČ

**RAZŠIRJENOST IN OGROŽENOST NAVADNEGA ŠKRŽKA
(UNIONIDAE: BIVALVIA: MOLLUSCA) NA LJUBLJANSKEM BARJU**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**DISTRIBUTION AND ENDANGERMENT OF THICK SHELLED
RIVER MUSSEL (UNIONIDAE: BIVALVIA: MOLLUSCA) ON
LJUBLJANA MOORS (LJUBLJANSKO BARJE)**

GRADUATION THESIS
University Studies

Ljubljana, 2013

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija biologije na Biotehniški fakulteti v Ljubljani. Opravljeno je bilo na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani, Oddelku za biologijo, Katedri za zoologijo in na ZRC SAZU (Znanstvenoraziskovalnem centru Slovenske akademije znanosti in umetnosti).

Študijska komisija dodiplomskega študija oddelka za biologijo je dne 12.6.2013 odobrila naslov diplomskega dela in za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Ceneta Fišerja, za somentorja dr. Rajka Slapnika, za recenzentko pa doc. dr. Simono Prevorčnik.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Ivan KOS
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: doc. dr. Cene FIŠER
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: dr. Rajko SLAPNIK
Zospeum, raziskovanje mehkužcev Rajko Slapnik s.p.

Član: doc. dr. Simona PREVORČNIK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Datum zagovora: 9. 10. 2013

Podpisani se strinjam z objavo svoje diplomske naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddal v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Jan Simič

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 594.3(497.4)(043.2)=163.6
KG	Navadni škržek/Ljubljansko barje/izginjanje populacij/ogroženost/velikostna struktura
AV	SIMIČ, Jan
SA	FIŠER, Cene (mentor)/SLAPNIK, Rajko (somentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo
LI	2013
IN	RAZŠIRJENOST IN OGROŽENOST NAVADNEGA ŠKRŽKA (UNIONIDAE: BIVALVIA: MOLLUSCA) NA LJUBLJANSKEM BARJU
TD	Diplomsko delo (Univerzitetni študij)
OP	VIII, 34 str., 14 sl., 2 pril., 80 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	Navadni škržek (<i>Unio crassus</i>) je ogrožena vrsta sladkovodne školjke, ki je zaradi onesnaženosti rek in degradacije okolja v katerem živi, skoraj izginila iz Evrope. Danes sta vidna upad in izumiranje populacij po celotni Evropi. Škržek je uvrščen med prizadete vrste (E), vode Ljubljanskega barja pa so njegov potencialni habitat. Ljubljansko barje je vključeno v mrežo varovanih območij Natura 2000, ki jih je zaradi biotske raznovrstnosti po zakonu treba ohranjati. Razširjenost, populacijska struktura in ogroženost navadnega škržka na Ljubljanskem barju so slabo poznane, saj niso bile nikoli sistematično raziskane. Tovrstna raziskava je zato zelo pomembna za nadaljnjo zaščito in varovanje vrste. Pregledali smo 113 lokacij v 31 vodotokih na Ljubljanskem barju in škržka našli na 14 najdiščih v 7 vodotokih. Metode vzorčenja so bile: brodenje po vodi, opazovanje dna z batiskopom in opazovanje z brežine. Na vseh vzorčnih mestih smo zapisali karakteristike vode ter brežine. Iskali smo tudi mlade (1–3 cm velike) škržke, katerih prisotnost je pomenila, da se osebki v populaciji razmnožujejo. Našli smo jih v potokih Strahomer in Draščica (na lokaciji 64), v katerih smo hkrati zasledili zelo veliko gostoto osebkov. Mladih osebkov je bilo več na slednji lokaciji. Preteklih podatkov o razširjenosti vrste na Ljubljanskem barju je premalo, da bi lahko sklepali o njenem izginjanju ali širjenju, prav tako ni mogoče natančno oceniti kolikšen odstotek nekdanje populacije je še ohranjen. Za pridobivanje natančnejših podatkov za analize razširjenosti in populacijske strukture, ki bi omogočili ohranjanje škržka na Ljubljanskem barju, bi bilo treba narediti še dodatne sistematične raziskave skozi daljše časovno obdobje.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
 DC UDK 594.3(497.4)(043.2)=163.6
 CX thick shelled river mussel/Ljubljana Moors/population decreasing/endangerment/
 size structure of a population
 AU SIMIČ, Jan
 AA FIŠER, Cene (supervisor)/SLAPNIK, Rajko (co-supervisor)
 PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
 PB University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of Biology
 PY 2013
 TI DISTRIBUTION AND ENDANGERMENT OF THICK SHELLLED RIVER
 MUSSEL (UNIONIDAE: BIVALVIA: MOLLUSCA) ON LJUBLJANA MOORS
 (LJUBLJANSKO BARJE)
 DT Graduation Thesis (University studies)
 NO VIII, 34 p., 14 fig., 2 ann., 80 ref.
 LA sl
 AL sl/en
 AB Thick shelled river mussel (*Unio crassus*) is an endangered species of freshwater
 bivalve, which has, almost completely disappeared from Europe due to pollution of
 rivers and the degradation of natural environment it lives in. Today the decline and
 extinction of population is visible throughout Europe. Thick shelled river mussel is
 classified as endangered species (E). Ljubljana Moors (Ljubljansko barje) are
 included in the network of protected areas Natura 2000, protected by law because of
 its biodiversity. Distribution, population structure and endangerment of *Unio*
crassus is poorly known and has never been systematically studied. This type of
 research is therefore essential to further protect and safeguard the species. We
 reviewed 113 locations in 31 streams in Ljubljana Moors and found *U. crassus* on
 14 sites in 7 streams. Sampling methods were: collecting shells in the water,
 watching the bottom with bathyscope and observing the water from the slope. In all
 sites, we wrote down the characteristics of water and river banks. We were looking
 for young (1-3 cm long) *U. crassus* whose presence meant that the individuals in
 the population reproduce. They were found in streams Strahomer and Draščica (sites
 63 and 64), where we also observed a very high density of specimens. There were
 more young specimens at the latter location. Historical data on the distribution of
 species on the Ljubljana Moors is not enough to draw conclusions about its
 disappearance, or spreading, it is also impossible to estimate what percentage of the
 former population is still preserved. In order to obtain more precise data for the
 analysis of the distribution and population structure that would allow the
 preservation of *U. crassus* in the Ljubljana Marshes, additional surveys should be
 made over a longer period of time.

KAZALO

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO	V
KAZALO SLIK	VII
KAZALO PRILOG	VIII
1 UVOD	1
2 PREGLED SLOVSTVA	2
2.1 ZNAČILNOSTI NAVADNEGA ŠKRŽKA (<i>UNIO CRASSUS</i>)	2
2.1.1 Morfologija.....	2
2.1.2 Anatomija.....	3
2.1.3 Razmnoževanje	4
2.2 RAZŠIRJENOST NAVADNEGA ŠKRŽKA (<i>U. CRASSUS</i>)	4
2.2.1 Slovenija	5
2.2.2 Ljubljansko barje	7
2.3 OGROŽENOST NAVADNEGA ŠKRŽKA (<i>U. CRASSUS</i>)	8
2.3.1 Vnos hranil.....	8
2.3.2 Onesnaženje	9
2.3.3 Hidrotehnični posegi	9
2.3.4 Erozija brežin.....	9
2.3.5 Izsuševanje močvirij	10
2.3.6 Odvzem vode	10
2.3.7 Spremembe ribje favne	10
2.3.8 Tujerodni plenilci	10
2.4 OHRANJANJE POPULACIJ NAVADNEGA ŠKRŽKA (<i>U. CRASSUS</i>)	10
3 MATERIALI IN METODE	12
4 REZULTATI.....	13
4.1 NAJDIŠČA NAVADNEGA ŠKRŽKA	13
4.2 NOVA NAJDIŠČA NAVADNEGA ŠKRŽKA	13
4.3 IZTOKI STOJEČIH VODA	16
4.3.1 Populacijska struktura in gostota navadnega škržka na najdiščih Strahomer in Draščica	17
5 RAZPRAVA.....	20
5.1 RAZLOGI ZA ODSOTNOST ŠKRŽKA.....	20
5.2 RECENTNI STATUS NAVADNEGA ŠKRŽKA (<i>UNIO CRASSUS</i>) NA LJUBLJANSKEM BARJU	20
5.3 PREDLOG ZA ZAŠČITO NAJDIŠČ NAVADNEGA ŠKRŽKA.....	21
5.3.1 Predlagani ukrepi za ohranitev populacije <i>U. crassus</i> v iztoku jezera Strahomer.....	21

5.3.2	Predlagani ukrepi za ohranitev populacije <i>U. crassus</i> v iztoku Velikega ribnika	22
5.3.3	Predlagani ukrepi za ohranitev manjših populacij <i>U. crassus</i>	23
6	SKLEPI	25
7	POVZETEK	26
8	VIRI	27

ZAHVALA

PRILOGE

KAZALO SLIK

Slika 1: Imena delov školjčne lupine. Prirejeno po: Chesapeake Bay, 2008.....	3
Slika 2: Razširjenost navadnega škvrčka (<i>Unio crassus</i>) v Evropi. Vir: Fauna Europea, 2009.	5
Slika 3: Najdišča (rumeni krogi) navadnega škvrčka (<i>Unio crassus</i>) v Sloveniji do leta 2003. (Slapnik, 2009: 18).	6
Slika 4: Obseg vzorčenja navadnega škvrčka v Sloveniji v okviru projektne naloge. Na zemljevidu so prikazana najdišča (črni krogi) in lokacije, na katerih prisotnost škvrčka ni potrjena (rumeni krogi). (Slapnik, 2009: 50).....	7
Slika 5: Lega in meje Ljubljanskega barja (oranžna obroba). Izdelava Aleksandra Lešnik; CKFF 2008. Prirejeno po: Vamberger, 2008: 17.	8
Slika 6: Vzorčenje z batiskopom.	12
Slika 7: Zemljevid Ljubljanskega barja z lokacijami. Škvrčka nismo opazili (zelen krog in mala številka), škvrček je bil prisoten (rdeč krog in velika številka).	15
Slika 8: Železovi oksidi na obrežju Draščice pri Velikem ribniku (najdišče 64).	16
Slika 9: Primerjava velikostnih razredov osebkov navadnega škvrčka v iztoku jezera Strahomer (najdišče 63), v dveh časovnih obdobjih.....	18
Slika 10: Primerjava velikostnih razredov osebkov navadnega škvrčka v Draščici, na dveh najdiščih (64 in 74).	18
Slika 11: Primerjava velikostnih razredov osebkov navadnega škvrčka med Strahomerjem (najdišče 63) in Draščico (najdišče 64).	19
Slika 12: Primerjava velikostnih razredov osebkov navadnega škvrčka med Strahomerjem (najdišče 63) in Draščico (najdišče 74).	19
Slika 13: Številni škvrčki v iztoku jezera Strahomer (najdišče 63)	22
Slika 14: Navadni škvrček delno zakopan v sediment potoka Draščice, v bližini iztoka iz Velikega ribnika (najdišče 64).	23

KAZALO PRILOG

Priloga A: Lokacije in njihovi geografski podatki. Lokacije so razvrščene po abecednem vrstnem redu glede na ime vode. Vodotoki so razvrščeni od izvira proti izlivu. 25

Priloga B: Lokacije s podatki o vodotoku. Lokacije so razvrščene glede na ime vode po abecednem vrstnem redu. Vodotoki so razvrščeni od izvira proti izlivu..... 30

1 UVOD

Navadni škřžek, *Unio crassus* Philipsson, 1788 je ogrožena vrsta sladkovodne školjke, ki je zaradi onesnaženosti rek (Goudreau in sod., 1993; Augspurger in sod., 2003) in degradacije okolja v katerem živi (Bogan, 1993; Watters, 1996; Brainwood in sod., 2006), skoraj izginila iz Evrope. Danes sta vidna upad in izumiranje populacij po celotni Evropi. Tudi v Sloveniji je stanje navadnega škřžka skrb vzbujajoče, kar potrjujejo raziskave v zadnjem desetletju (Slapnik, 2003, 2009, 2011). Sprva je bil zaradi ogroženosti uvrščen na rdeči seznam ogroženih kopenskih in sladkovodnih mehkužcev Slovenije (Bole, 1992), danes pa je v Prililniku o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam (2002) uvrščen med prizadete vrste (E). V skladu z Direktivo Sveta Evrope 92/43/EGS o ohranjanju naravnih habitatov ter prosto živečih živalskih in rastlinskih vrst (Direktiva o habitatih) je treba v Sloveniji navadnega škřžka varovati (Slapnik, 2009).

Vode Ljubljanskega barja so potencialni habitat navadnega škřžka (*U. crassus*). Ljubljansko barje je vključeno v mrežo varovanih območij Natura 2000, ki jih je zaradi biotske raznovrstnosti in biotopov po zakonu treba ohranjati (Kaj je Natura 2000, 2013). Razširjenost, populacijska struktura in ogroženost navadnega škřžka na Barju niso bile nikoli sistematično raziskana in so slabo poznane, zato je takšna raziskava za nadaljnjo zaščito in varovanje vrste temeljnega pomena.

Cilj te diplomske naloge je bil evidentirati populacije navadnega škřžka na Ljubljanskem barju, predvsem pa zabeležiti številčno močne in zdrave populacije, z namenom, da, na najdiščih začnejo izvajati ukrepe, s katerimi bi preprečili lokalna izumrtja. Na račun nepremišljenih posegov lahko populacije v zelo kratkem času izginejo in se več ne obnovijo (Sîrbu, 2005).

2 PREGLED SLOVSTVA

2.1 ZNAČILNOSTI NAVADNEGA ŠKRŽKA (*UNIO CRASSUS*)

Deblo: Mollusca Cuvier, 1795

Razred: Bivalvia Linnaeus, 1758

Red: Unionoida Stoliczka, 1871

Družina: Unionidae Fleming, 1828

Rod: *Unio* Philipsson, 1788

Vrsta: *Unio crassus* Philipsson, 1788

Vrsta ima več slovenskih imen. V literaturi ga imenujejo potočni škržek, navadni škržek, ledvičasti škržek ali debeli škržek (Biotska raznovrstnost Slovenije, 2013). Največkrat je uporabljeno ime navadni škržek oz. škržek zato ju uporabljamo tudi v diplomskem delu.

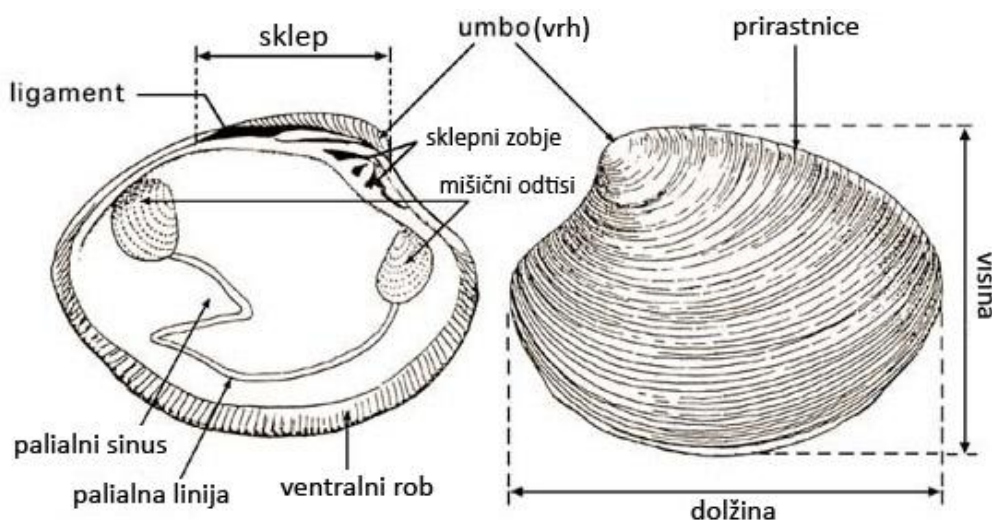
Navadni škržek naseljuje potoke in reke s peščenim, z muljastim in glinastim dnom (Zajac, 2009; Schultes, 2010). Živi v tekočih vodah (Zettler in Jueg, 2007) in na obrežnem pasu jezer (Fechter in Falkner, 1990; Velkovrh, 2003; Slapnik, 2004). Večinoma živi v mezo- in oligotrofnih potokih nasičenih s kalcijevim karbonatom in s prevodnostjo nad 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

2.1.1 Morfologija

Navadni škržek ima lupino sestavljeno iz dveh simetričnih polovic iz kalcijevega karbonata, ki sta povezani z elastičnim konhiolinskim ligamentom (Meglitsch in Schram, 1991) (slika 1). Lupino izloča rob plašča. Lupina odraslega osebk je dolga 4–7 cm, včasih tudi do 11 cm, visoka pa 25–35 mm (Jaekel, 1952). Dolžina lupine je manjša od dveh višin (Slapnik, 2003; Bole, 1969). Lupina je ovalna, koničasto jajčasta (Slapnik, 2003; Bole, 1969). Sredinski del spodnjega roba lupine je večinoma raven in se enakomerno ukrivlja proti sprednjemu in zadnjemu delu (Jondelius, 2009).

Barva lupine je temno zelena, rjava ali pa skoraj črna. Površina je lahko porasla z algami, obložena z železovimi ali apnenimi oborinami ali manganovimi oksidi (*Unio crassus* for LIFE, 2013; Swinehart in Smith, 1979). Lupina je močna in težka, in kot pri večini školjk, zgrajena iz treh plasti: periostraka, prizmatske plasti in biserne matice. Periostrak je zunanja plast, zgrajena iz organskega konhiolina. Prizmatska plast je srednja plast, zgrajena iz tankih prizmatskih kristalov kalcijevega karbonata, orientiranih pravokotno na zunanjo in notranjo plast. Biserna matica je notranja plast. Zgrajena je iz tankih izmenjujočih se lamin (lusk oz. ploščic) kalcijevega karbonata in organskega materiala (Smith, 2001). Polovici lupine se stikata v sklepu, kjer je tudi najstarejši del lupine, t.i. vrh (umbo). Ko lupina raste, se na njenem robu postopno nalaga apnenčasti material in nastajajo prirastnice (črte, ki razmejujejo sezonske prirastke skeleta) (Pavšič, 2006). V bližini vrha, na notranji strani, ležijo sklepni zobje, koničasti mineralizirani izrastki v sklepu. Poleg zob so na notranjem delu še letve in mišični odtisi. Ti nastanejo na mestih, na katerih je mišica pritrjena na lupino. Tu se namreč biserovina ne nalaga homogeno kot na drugih delih lupine in nastanejo anomalije (Winhold, 2004).

Sklep navadnega škřžka sestavlja več izrazitih zob in letev. Sprednji, stranski in kardinalni zobje so dobro razviti in na levi lupini tvorijo linijo. Na desni lupini je sprednji stranski zob močno izražen in oblikovan kot zelo velika trikotna letev (*Unio crassus* for LIFE, 2013). Vrh lupine je pri navadnem škřžku pomaknjen proti sprednjemu delu lupine (Slapnik, 2003). Prirastnice (rugae) na vrhu so močne in zgrajene iz bolj ali manj izrazitih vzporednih linij. Pri večjih primerkih pa se prirastnice zaradi korozije zgladijo (*Unio crassus* for LIFE, 2013).



Slika 1: Imena delov školjčne lupine. Prirejeno po: Chesapeake Bay, 2008.

2.1.2 Anatomija

Škřžek se premika z blede rumeno oz. oranžno nogo sekiraste oblike. Ta se nahaja na sprednjem delu školjke (Winhold, 2004).

Telo školjke ovija plašč, mehka kožna guba, ki se prilega lupini. Rob plašča izloča lupino in omogoča rast lupine. Med plaščem in telesom so škřge, sestavljene iz dveh škřžnih kril. Vsako škřžno krilo je sestavljeno iz dveh lamel, ki sta na trebušni strani združeni, na hrbtni pa odprti in tvorita črko W. V vsaki lameli so kompaktne vodne cevke, ki se na hrbtnem delu odpirajo v suprabranhialno votlino. Vodne cevke so značilne za družino Unionidae.

Plašč se pri škřžkih odpira v cevasti tvorbi, imenovani dotekalka in odtekalka, po katerih se sveža voda pretaka do škřg in izrabljena voda iz telesa. Navadni škřžek ima kot vsi drugi škřžki dotekalko z nerazvejanimi izrastki (papilami) (Smith, 2001).

Čutilni sistem je preprost. Sestavljen je iz 3 parov ganglijev: cerebro-pleuralnega, pedalnega in visceralnega. Par cerebro-pleuralnih ganglijev na vsaki strani požiralnika oživčuje anteriorno mišico zapiralko (adduktor). Nogo oživčuje par pedalnih ganglijev, ki sta delno povezana z visceralnim ganglijem, ki oživčuje posteriorno mišico zapiralko (adduktor). Gangliji so med seboj povezani z dolgimi komisurami in vsak par je vir živčnih vlaken za okoliške organe (Smith, 2001). V bližini pedalnega ganglija je par statocist, ki

sta ovoidni ali sferični. Statocisti sta napolnjeni s tekočino, povezani s senzoričnimi celicami in vsebujeta statolite (Meglitsch in Schram, 1991).

2.1.3 Razmnoževanje

Navadni škřžki so ločenih spolov. Razmerje med spoloma je 1:1 (Gum in Geist, 2009). So solitarni organizmi, samci in samice se ne srečujejo. Spolno dozori med tretjim in četrtim letom (Winhold, 2004). Samci proizvajajo spermije vse leto in jih sprostijo, ko samice ovulirajo (Matteson, 1948). Ker spermije voda odnaša dolvodno, so samci v potoku višje kot samice (Watters, 1994). Spermiji se sprostijo iz suprabranchialne votline vsakega škřžnega krila in izlijejo skozi odtekalko. Samica sprejme spermije skozi dotekalko, ti pa oplodijo jajčeca shranjena v vodnih cevkah lamel škřžnih kril (Smith, 2001).

V obdobju od aprila do julija samice škřžkov zlezejo iz vode na brežine in obrnejo zadnji del lupine proti osrednjemu delu reke ali potoka. Dotekalka je pod vodo, odtekalka pa moli iz nje (Vicentini 2005). V vodo skozi odtekalko samice izpustijo približno 60.000 ličink, manjših od 0,2 mm (Gum in Geist, 2009). Brizgajo jih vsako minuto, curek lahko brizgnejo tudi meter daleč. Curek povzroči valovanje vode, ki privabi ribe gostiteljice. Pozno popoldne samice nehajo brizgati, saj so takrat ribe manj aktivne. Kot vemo, ima med vsemi unionidi samo navadni škřžek takšno strategijo privabljanja rib. Okoljske razmere določajo, koliko časa bodo školjke brizgale (Vicentini, 2005).

Ličinke sladkovodnih školjk iz družine Unionidae so zunanji zajedalci, imenovani glohidiji (*Glochidium* ..., 2013). Preživijo le, če se pritrdijo na ribje škřrge, ki se jih oklenejo z zobci v trenutku, ko pridejo v stik z njimi (Chamberlain, 1934; Zettler in Jueg, 2007). Sladkovodni gostitelji glohidijev navadnega škřžka so npr. *Cottus gobio* (navadni kapelj), *Phoxinus phoxinus* (pisanec), *Squalius cephalus* (klen), *Scardinius erythrophthalmus* (rdečeperka), *Gymnocephalus cernua* (navadni okun) in *Perca fluviatilis* (navadni ostriž) (Van Damme, 2011). V nekaj urah glohidiji okoli sebe zgradijo trdno kapsulo, procesu pravimo inkapsulacija. V takšnem stanju lahko preživijo približno pet tednov in se med tem preobrazijo v mlade školjke (Bachmann, 2000). Te se sprostijo iz kapsule, padejo na dno vodnega telesa in zakopljejo v substrat. V njem preživijo 1–2 leti, nato se iz njega izkopljejo na površje (Gum in Geist, 2009), kjer rastejo in se razvijajo v prosto živečo školjko (Dillon, 2000). Glohidiji, ki ne najdejo gostitelja, živijo največ 4 dni (Gum in Geist, 2009). Če se pritrdijo na ribo, ki ni njihov gostitelj, se ne morejo inkapsulirati in propadejo (Jansen in sod., 2001). O njihovem preživetju namreč odloča imunski sistem gostitelja (Rogers-Lowery in sod., 2007). Ugotovili so tudi, da so lahko različne populacije škřžkov specializirane za različne ribje gostitelje (Van Damme ustno, 2011).

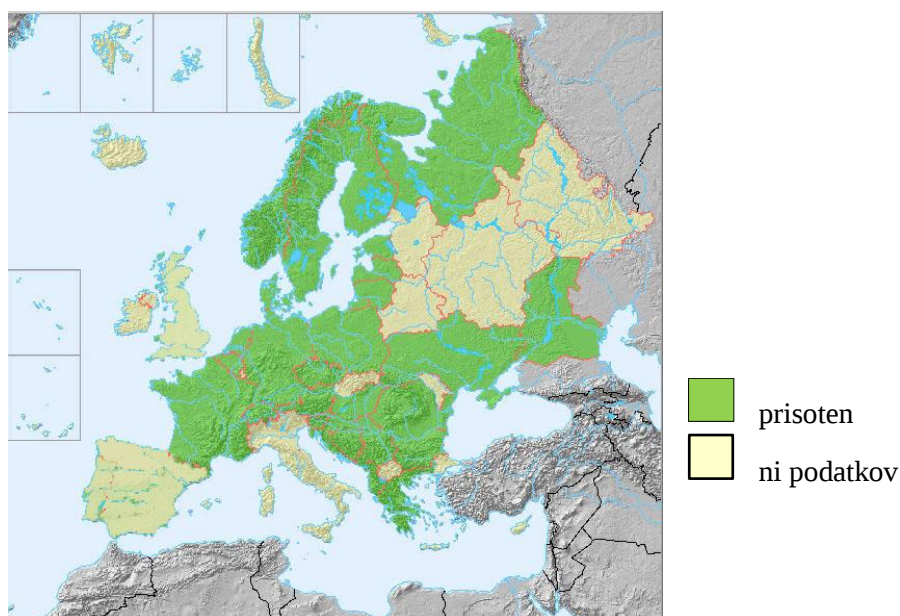
Povprečna življenjska doba navadnega škřžka je 10 let (Zettler in Jueg, 2007), našli pa so tudi osebk, stare 14,6 leta (Rizhinashvili, 2009) oziroma 23 let (Hochwald, 2001).

2.2 RAZŠIRJENOST NAVADNEGA ŠKRŽKA (*U. CRASSUS*)

Unio crassus je razširjen po celotni Evropi in zahodni Aziji z izjemo Iberskega polotoka, Italije, Britanskega otočja in Islandije (Van Damme, 2011) (slika 2). Njegov areal sega od

Ponto-Karpatske regije na vzhodu do Pirenejskega polotoka na zahodu, od Skandinavskega polotoka na severu do Sredozemlja na jugu (Nagel, 1988).

Nekdaj je bil navadni škržek običajna školjka v večini tekočih voda po Evropi. Bili so tako množični, da so z njimi krmili race in kokoši (Israel, 1910). Na račun industrijske revolucije in intenzivnega kmetijstva so začele populacije škržka po vsej Evropi izginjati. V 20. stoletju so se populacije vseh vrst sladkovodnih školjk drastično zmanjšale (Richter in sod., 1997; Lydeard in sod., 2004; Bogan, 2008; Christian in Harris, 2008). V Srednji Evropi je veliko populacij izginilo, kjer pa so obstale, je njihova številčnost zaskrbljujoče upadla (Bauer in Wachtler, 2001). Podobna usoda kot večino drugih vrst sladkovodnih školjk je doletela tudi navadnega škržka. Dandanes so razporejene neenakomerno, trend njihovega upadanja pa je opazen v vseh državah (Van Damme, 2011). Evropska zakonodaja navadnega škržka uvršča med vrste Natura 2000.



Slika 2: Razširjenost navadnega škržka (*Unio crassus*) v Evropi. Vir: Fauna Europea, 2009.

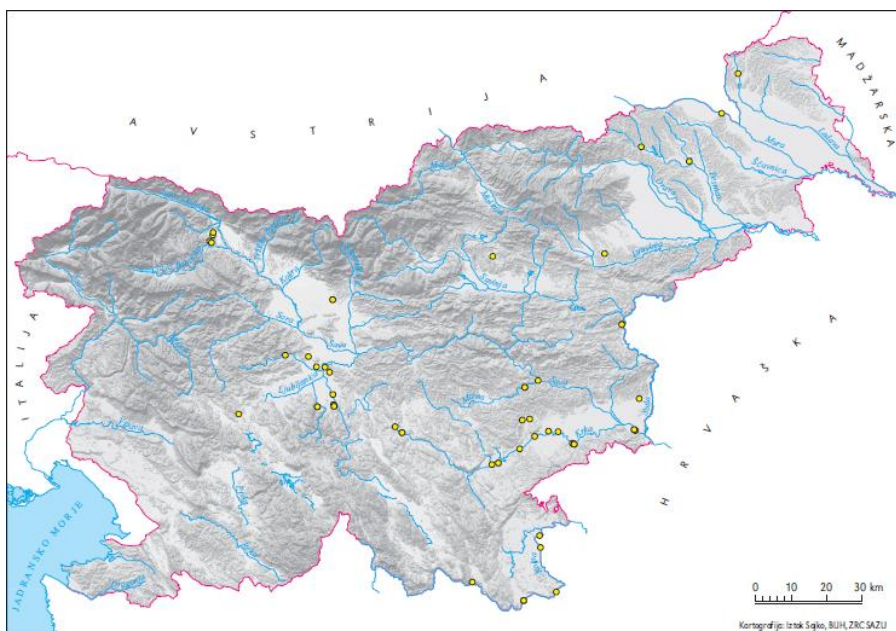
2.2.1 Slovenija

V Sloveniji je bil navadni škržek v zadnjih 30 letih zabeležen na 55 najdiščih (sliki 3 in 4) (Slapnik, 2009; Vaupotič, 2006). Ker je občutljiv na onesnaženje, njegova ogroženost v Sloveniji in Evropi narašča. Pri nas vrsta postaja zelo redka, najbolj pa so prizadete populacije v majhnih potokih (Slapnik, 2009).

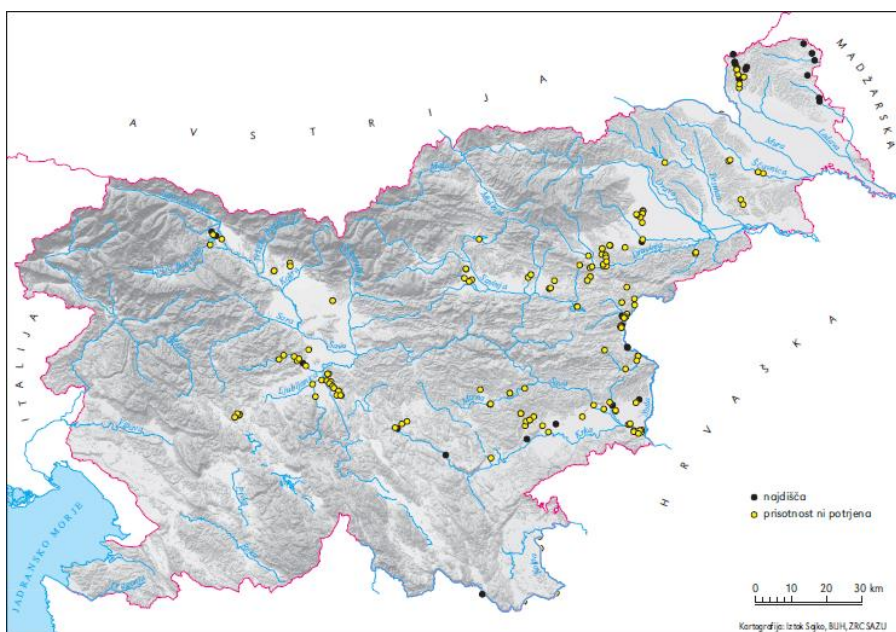
Slovenski prostor je slabo raziskan. Raziskave navadnega škržka (*U. crassus*), ki so bile narejene za območje Slovenije, vključujejo štiri projektne naloge (Slapnik, 2003, 2009, 2011; Vaupotič, 2006). Leta 2003 je Slapnik v okviru projektne naloge za območje Natura 2000 navedel 33 najdišč (slika 3), kjer so našli lupine navadnega škržka ali žive živali. Na potencialnih naravnih območjih, pomembnih za Evropsko skupnost (pSCI območjih) za ohranitev te vrste, je predlagal 14 mest, ki so večinoma na vzhodnem in severovzhodnem

delu Slovenije. Vsa ta najdišča so bila zabeležena med letoma 1977 in 2000. V tako dolgem obdobju pa je, ob tako hitrih spremembah okolja, velika verjetnost, da ga na nekaterih najdiščih ni več. V popisu na Goričkem so škržka našli v 8 različnih vodotokih na 23 najdiščih (Vaupotič, 2006). V pregledanih vodotokih so, skupaj z ugotavljanjem prisotnosti škržka, preverjali tudi podatke o ihtiofavni (Vaupotič in Govedič, 2009).

Navadni škržek ima status ogrožene vrste že v Rdečem seznamu ogroženih kopenskih in sladkovodnih mehkužcev Slovenije (Bole, 1992). Danes je v Sloveniji z Uredbo o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah (Uradni list RS 46/2004) zavarovan habitat vrste, v Pravilniku o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam (2002) pa je navadni škržek uvrščen med prizadete vrste (E).



Slika 3: Najdišča (rumeni krogi) navadnega škržka (*Unio crassus*) v Sloveniji do leta 2003. (Slapnik, 2009: 18).



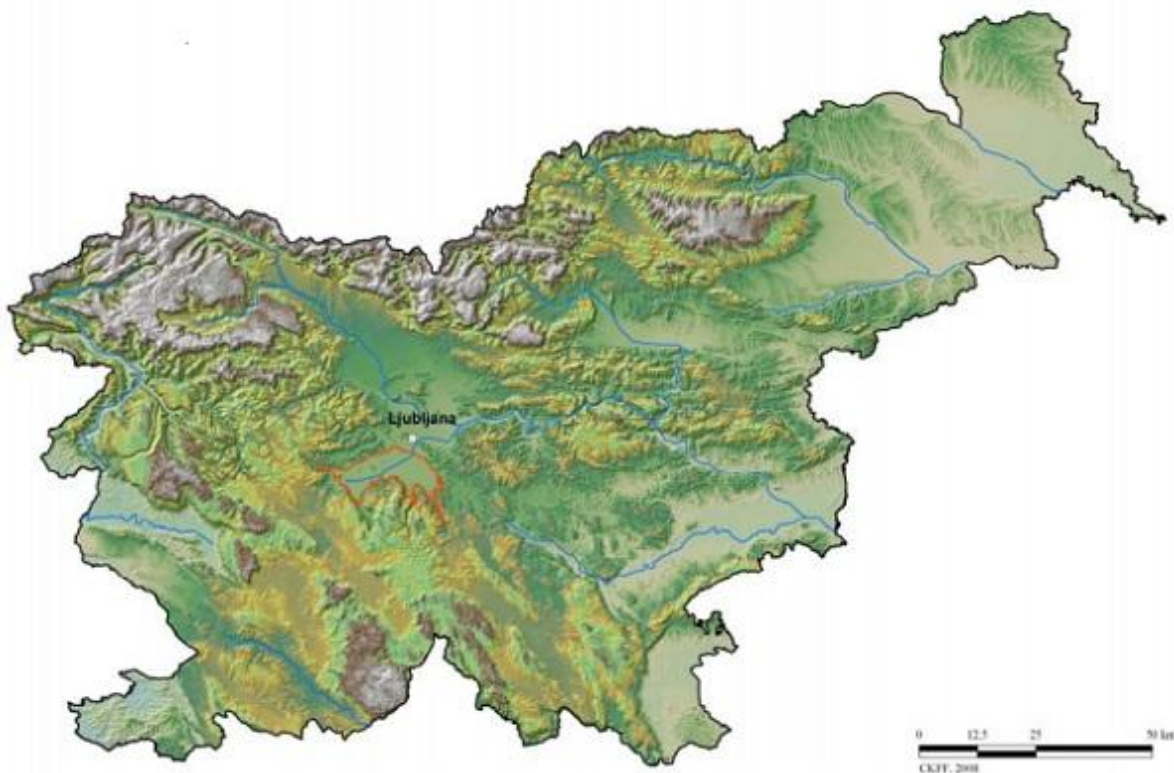
Slika 4: Obseg vzorčenja navadnega škržka v Sloveniji v okviru projektne naloge. Na zemljevidu so prikazani najdišča (črni krogi) in lokacije, na katerih prisotnost škržka ni potrjena (rumeni krogi). (Slapnik, 2009: 50).

2.2.2 Ljubljansko barje

Ljubljansko barje je široka namočena ravnina, katere površina obsega približno 150 km². Po njej teče reka Ljubljanica s svojimi pritoki. Barje se nahaja na južnem delu Ljubljanske kotline (slika 5) in je eno najjužnejših visokih barij v Evropi (Erhartič, 2012). Sestavljajo ga številni habitatni tipi nizkega barja in redki izolirani ostanki visokega barja (Martinčič, 1987). Rezanje rodovitne šote ter kmetijska raba barjanskih tal v preteklosti in sedanjosti sta na Barju pustila vidne posledice. Kljub takšni degradaciji okolja so na Barju še vedno habitati, ki ustrezajo določilom ptičje, habitatne in vodne direktive EU in je kot krajinski park predlagan za vključitev v evropsko mrežo zavarovanih območij – Natura 2000 (Hacin, 2004).

Življenjsko okolje navadnega škržka na Ljubljanskem barju so potoki in kanali. Bole in Velkovrh sta raziskovala to vrsto po Sloveniji in na Ljubljanskem barju med letoma 1969 in 1974 (podatki iz malakološke zbirke Biološkega inštituta Znanstvenoraziskovalnega centra Slovenske akademije znanosti in umetnosti (MZBI ZRC SAZU) in malakološke zbirke F. Velkovrha shranjene v Prirodoslovnem muzeju Slovenije (MZP PDS)). Prve zabeležene najdbe segajo v leto 1969. V Ljubljani in njeni okolici je bil najden na 20 najdiščih. Velike populacije škržkov sta našla v izlivu iz jezera Strahomer, kjer iztekajoče vode nudijo škržku dober vir hrane in ugodne življenjske razmere (Hus in sod., 2006; Douda, 2007). Poleg tega sta ga našla v Gradaščici, Glinščici in v bazenih Botaničnega vrta Univerze v Ljubljani (Slapnik, 2003). A Bole in Velkovrh omenjata le število lupin in ne števila živih osebkov.

Kasnejše raziskave razširjenosti potočnega škržka v okolici Ljubljane je opravil Slapnik med letoma 2006 in 2013. Našel je nove lokacije v Ostrožniku, Zrnici, Draščici in v iztokih ribnikov Drage (Slapnik, 2009, 2011, ustno 2012).



Slika 5: Lega in meje Ljubljanskega barja (oranžna obroba). Izdelava Aleksandra Lešnik; CKFF 2008. Prirejeno po: Vamberger, 2008: 17.

2.3 OGROŽENOST NAVADNEGA ŠKRŽKA (*U. CRASSUS*)

Navadni škržek, ki je bil včasih splošno razširjen, spada danes med ogrožene vrste sladkovodnih školjk. Danes sta vidna upad in izumrtje populacij kot rezultat onesnaženja rek (Goudreau in sod., 1993; Augspurger in sod., 2003) in degradacije okolja v katerem škržek živi (Bogan, 1993; Watters, 1996; Brainwood in sod., 2006).

Največ pozornosti se v zadnjem času namenja obravnavi antropogenih dejavnikov, ki vplivajo na populacije navadnega škržka (Zettler in Jueg, 2007). Dejavniki, ki so pripomogli k današnjemu stanju so gradnja jezov, izsuševanje, sedimentacija, povečano plenjenje ter sprememba in upadanje gostiteljskih ribjih vrst (Van Damme, 2011). Faktorji, ki vplivajo na prisotnost škržka v Sloveniji, so povzeti po objavi Moorkens, 1999.

2.3.1 Vnos hranil

Znano je, da so zaradi posledic eutrofikacije izginile velike populacije škržkov (Beloff, 1998). Če je suspendiranih trdnih anorganskih delcev v vodi preveč, se školjke zaprejo, saj jim delci zamašijo filtrirni aparat. Poleg tega čezmerna količina hranil pospeši rast nitastih

alg, ki začnejo preraščati rečna korita. Posledica razraščanja alg je zmanjšana vsebnost kisika v tleh, kar onemogoča življenje zakopanim mladim školjkam. Alge v procesu razgradnje razpadejo v fin mulj, ki se useda v intersticij. S tem se zmanjša možnost, da bi s kisikom bogata voda prišla v intersticijske prostore, v katerih so zakopane školjke.

Velik problem so tudi nitrati, ki se z izločki živine, s farmskimi odplakami, iz industrijskih obratov in kanalizacije stekajo v potoke in reke. Splošno znano je, da je čezmerna količina nitratov za vrsto *U. crassus* smrtna (Douda, 2010). V nedavnih študijah je prikazana povezava med poslabšanim stanjem sladkovodnih školjk in povečanimi koncentracijami nitratnega dušika ($N-NO_3$) v tekočih vodah (Bauer, 1988; Hochwald, 2001; Kohler, 2006; Zettler in Jueg, 2007). Ob povečanju količine dušikovih nitratov ($N-NO_3$) nad 2,3 mg/L je razmnoževanje odraslih osebkov zmanjšano, pri 5 mg/L pa se osebki ne razmnožujejo več (Hochwald, 1997). Smrtnost juvenilnih osebkov je posredno ali neposredno povezana s količino nitratov. V raziskavi vodotokov v Nemčiji niso našli juvenilnih osebkov, ko je koncentracija dušikovih nitratov presegla 2mg/L (Zettler in Jueg, 2007).

2.3.2 Onesnaženje

Vrsto ogrožajo tudi razlitje strupenih snovi, nezakonito odlaganje odpadkov, pesticidi in druge ekološke katastrofe. Po razlitju pride zaradi povečane razgradnje tudi do znižanja koncentracije kisika, ki prizadene populacije škřžkov in jih izpostavi dolgotrajnemu stresu. Lahko pride do takojšnje zastrupitve in pomora celotne populacije škřžkov. Znani so primeri razlitij strupenih snovi, ko so bile pomorjene ogromne količine rib (BBC News ..., 2010). Za škřžka so takšni dogodki lahko usodni, saj izguba gostiteljskih ribjih vrst onemogoči razvoj ličink.

2.3.3 Hidrotehnični posegi

Kanaliziranje in betoniranje kanalov rek, melioracija in izsuševanje potokov so posegi, ki vplivajo na pojavljanje in lokalno izginjanje škřžkov. S kanaliziranjem vplivamo na rečni pretok in spremenimo vsebnost substrata. Rezultati nedavne študije kažejo, da kanaliziranje negativno vpliva na sladkovodno školjko *Margaritifera margaritifera*, sorodno škřžku (Moorkens, 1999). Jezovi in druge vodne ovire, ki jih vgrajujejo v rečna korita, omejujejo prehodnost rib in s tem tudi uspešno širjenje te ogrožene školjke. Betoniranje struge neposredno uniči substrat v katerem živijo školjke, ribe pa se, zaradi pomanjkanja primernih tal, ne morejo drstiti (LIFE-Nature Project ..., 2007).

2.3.4 Erozijske brežine

Eden od dejavnikov erozije so pašne živali. Živina, ki se pase v bližini potokov in pride do potoka, da bi pila vodo, s svojim teptanjem brežine in muljenjem obrežne vegetacije močno vpliva na erozijo brežin. Material, ki se spira v reko, se s pomočjo sile toka razgradi na manjše delce, ki se dolvodno usedajo na rečno dno. Drugi dejavnik, ki pospešuje erozijo bregov, so poplave (Moorkens, 1999).

2.3.5 Izsuševanje močvirij

Izsuševanje v zgornjih delih reke lahko povzroči spiranje velikih količin šotnega materiala v reke in potoke. Majhni delci, ki jih voda odnaša, se daleč od mesta spiranja usedajo na rečno dno v intersticijske prostore in prekinejo dovod sveže vode mladim školjkam, ki so zakopane globlje v tleh. Razširjeno izsuševanje kmetijskih površin lahko privede do obsežne erozije brežin in rečnega dna (Moorkens, 1999).

2.3.6 Odvzem vode

Odvzem vode v potoku zniža njen nivo, temperatura vode pa se poviša, kar lahko neugodno vpliva na populacije škržkov v bližini. Na to je treba še posebej paziti v obdobju z malo padavinami, ko je vodostaj reke nizek in je rečni tok počasen (Moorkens, 1999).

2.3.7 Spremembe ribje favne

Navadni škržek je pri izbiri svojega gostitelja selektivnejši od drugih sladkovodnih vrst školjk (Engel in Watchler, 1989). Zato je za zdravo populacijo školjk treba ohranjati zdravo populacijo gostiteljskih ribjih vrst. Na pojavljanje rib slabo vpliva tudi postavljanje preprek v vodne sisteme, saj jim s takšnimi posegi onemogočimo dostop do drugih delov reke. Ribje populacije upadajo tudi zaradi čezmernega ulova, posledično pa sledi upad populacij navadnega škržka.

2.3.8 Tujerodni plenilci

Naravni plenilec škržka je vidra (*Lutra lutra*). Z naseljevanjem vrst iz Amerike, kot so pižmovka (*Ondatra zibethicus*), severnoameriški rakun (*Procyon lotor*) in ameriški nerc (*Neovision vison*), se je povečal plenilski pritisk tako na škržke kot gostiteljske ribe (Bachmann, 2000; Nordsieck, 2010).

2.4 OHRANJANJE POPULACIJ NAVADNEGA ŠKRŽKA (*U. CRASSUS*)

Ker je navadni škržek ogrožen, v mnogih evropskih državah izvajajo ukrepe za njegovo zaščito. Projekte LIFE, ki so posredno ali neposredno prispevali k ohranitvi navadnega škržka so izvajali v Avstriji, Franciji, Luksemburgu, Nemčiji, na Danskem, Poljskem, Portugalskem in Švedskem (Environment LIFE programe, 2013).

Glavni cilji projektov, vezanih na ohranitev navadnega škržka, so bili:

1.) Pomladitev populacij navadnega škržka:

- popis ribje favne - potencialnih gostiteljev škržka,
- umetna okužba rib z glohidiji,
- ponovni vnos rib okuženih z glohidiji v reke,
- vnos mladih školjk v reke.

2.) Poustvaritev naravne dinamike reke z obnovo in namestitvijo struktur na degradiranih habitatih:

- odvoz mulja iz reke ali potoka,
- postavitve struktur (vejice jelk,...),
- odstranitev umetnih materialov (betona,...),
- ureditev brežine.

3.) Zmanjšanje sedimentacije:

- postavitve zbiralnikov mulja,
- ograditev prehodov čez reko za živino,
- preusmeritev nalaganja železovih oksidov.

4.) Informiranje javnosti

5.) Monitoring

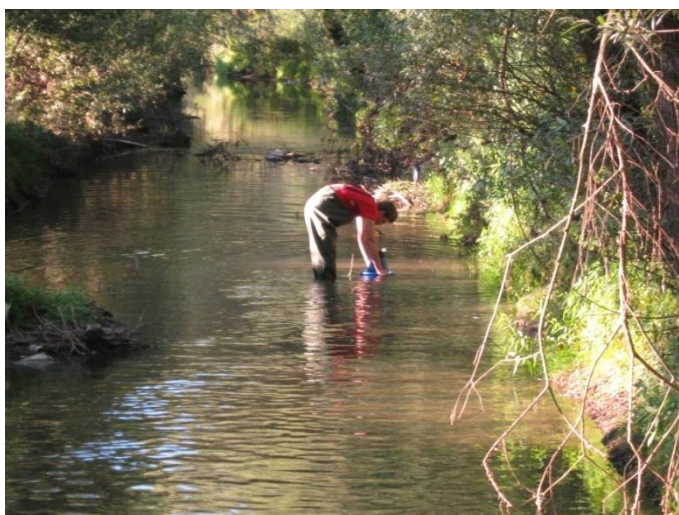
Slapnik navaja, da bi bilo za ohranjanje habitata navadnega škvrčka v Sloveniji treba preprečiti onesnaževanje voda s pesticidi in gnojili, zmanjšati vnos hranil, ustaviti slabšanje življenjskega prostora (odvzema vode, regulacije, hidromelioracije, osuševanja) in preprečiti čezmerni izlov nekaterih ribjih vrst. Treba bi bilo tudi ohraniti sedanji obseg naravne ohranjenosti vodotokov in naravnih struktur v vodotokih (sedimentno dno, naplavine v okljukih ...) in izboljšati vodotoke, ki so zaradi posegov in onesnaževanja postali neprimerni za vodno življenje. Prav tako je treba ohranjati ribji stalež in prehodnost vodotokov za ribje vrste (Slapnik, 2009).

Nekateri projekti LIFE še potekajo, drugi pa so se že končali. Rezultati končanega LIFE-Natura projekta "Velike unionidne školjke na mejnem področju med Bavarsko, Saško in Češko" (LIFE-Project: Large freshwater mussels Unionoidea in border area of Bavaria, Saxonia and Czech republic), ki je potekal med letoma 2002 in 2007 (LIFE-Project ..., 2007), so spodbudni. Z okužbo rib so v potoke vnesli 100.000 osebkov navadnega škvrčka. Ob ponovnem pregledu leta 2007 so v potokih našli osebkke, stare štiri leta, ki so izvirali iz umetne "okužbe" leta 2003. Sedimentacija in količina strupenih železovih oksidov sta se s pravnimi ukrepi zmanjšala in omogočila normalen razvoj ribjih mladice ter mladih osebkov navadnega škvrčka. Povečalo se je tudi število gostiteljev njegovih ličink, pisancev (*Phoxinus phoxinus*) (LIFE-Project ..., 2007).

3 MATERIALI IN METODE

Vzorčenje je potekalo od maja 2012 do julija 2013, ko mlade školjke zlezejo iz sedimenta. Pregledali smo 113 mest (= lokacij v nadaljevanju besedila) v 31 vodotokih na Ljubljanskem barju (prilogi A in B). Mesta vzorčenja so bila večinoma večji potoki, reke, kanali in iztoki nekaterih ribnikov in jezer. Večino vodnih teles smo pregledali nad naseljem in pod njim, na vsaj treh lokacijah. Če so okoliščine dopuščale, smo na vsaki lokaciji pregledali 100 metrov potoka. Pet smo jih obiskali več kot enkrat.

Vodotoke, katerih globina ni presegala 70 cm oz. kjer se je videlo dno, smo pregledovali z obeh bregov. Ob pregledovanju globljih vodotokov smo uporabili batiskop, tj. pripravo, pri kateri je v plastično ohišje vgrajena steklena plošča, skozi katero lahko opazujemo dno, podobno kot s potapljaško masko (slika 6). Kjer je bila voda kalna ali hitro tekoča in je bila zato vidljivost slaba, smo z roko grabil mulj in skušali najti škržke, ki bi bili zakopani v mulju.



Slika 6: Vzorčenje z batiskopom.

Da bi ugotovili, v kakšnem stanju so večje populacije, smo v dveh večjih populacijah prešteli vse osebke nabrane na 1 m² površine, do globine 10 cm. Ker je za ugotavljanje stanja populacije pomembna prisotnost mladih osebkov, smo na teh najdiščih (= lokacijah na katerih smo našli škržke) ves mulj presejali (Richardson in Yokley, 1996). Približno 100 naključno izbranih osebkov smo premerili s kljunastim merilom. Merili smo dolžino, širino in višino lupin. Po opravljenih meritvah smo školjke vrnili v potok na tisto mesto, kjer smo jih pobrali. Na lokacijah smo opazovali izgled vode in njene brežine. Zapisovali smo si vodne parametre, ki bi lahko vplivali na prisotnost škržka: pretok, globino, vonj, zaraslost, dno, ter prisotnost rib. Zapisali smo si tudi tip in zaraslost brežine (priloga B).

Ker je škržek indikator čistih voda, sklepamo, da so vode s prisotnim škržkom čiste in zdrave, čeprav fizikalno-kemijskih testov nismo opravili.

4 REZULTATI

4.1 NAJDIŠČA NAVADNEGA ŠKRŽKA

Navadnega škržka smo našli na 14 najdiščih v 7 vodotokih (slika 7, prilogi A in B). V vodotokih Črna mlaka, Borovniščica, Radna, Želimeljščica in Grivka smo našli le manjše število osebkov (< 100). Večje število osebkov (> 1000) smo našli v iztoku iz jezera Strahomer in v potoku Draščica v bližini iztokov iz ribnikov Drage. Na najdiščih Draščica, Grivka in Črna mlaka smo našli škržke v več zaporednih letih (2011–2013).

Po podatkih iz let 2008 in 2011 (Slapnik ustno, 2012) je bil škržek najden tudi v potoku Zrnica. Kljub pregledu delov potoka škržka tam nismo našli.

Večje populacije škržka so prisotne na južnem delu barja, medtem ko so manjše populacije razkropljene po drugih obrobni delih Ljubljanskega barja. V osrednjem delu Barja populacij nismo našli (slika 7).

Nova najdišča, na katerih smo škržka v sklopu te diplomske naloge našli in jih opisujemo spodaj, so (od vzhoda proti zahodu):

- Grivka
- Želimeljščica
- Radna,
- Borovniščica,
- Črna mlaka.

4.2 NOVA NAJDIŠČA NAVADNEGA ŠKRŽKA

V okviru diplomske naloge smo našli spodaj navedena najdišča (slika 7, prilogi A in B).

Grivka

Škržke (36 osebkov) smo našli na najdiščih 9 in 45. Na najdišču 9 je pred kratkim nastalo naselje z urejeno strugo, ki je pod mostom zabetonirana. Kljub betoniranju je ostalo v strugi veliko substrata, v katerega so se škržki lahko zakopali. Na tem najdišču smo našli 4 odrasle osebkke. Ko smo po šestih mesecih najdišče ponovno obiskali, nismo našli niti enega škržka, voda pa je bila bolj umazana kot prej.

Želimeljščica

Večji potok (slika 7), ki izvira pod Turjakom, se izliva v Iščico. Številni pritoki mu zagotavljajo stalen dotok vode skozi vse leto (Želimeljščica ..., 2013). Škržke smo našli na najdišču 109. Na robovih struge smo jih našli 10, vse globoko zakopane v substrat.

Radna

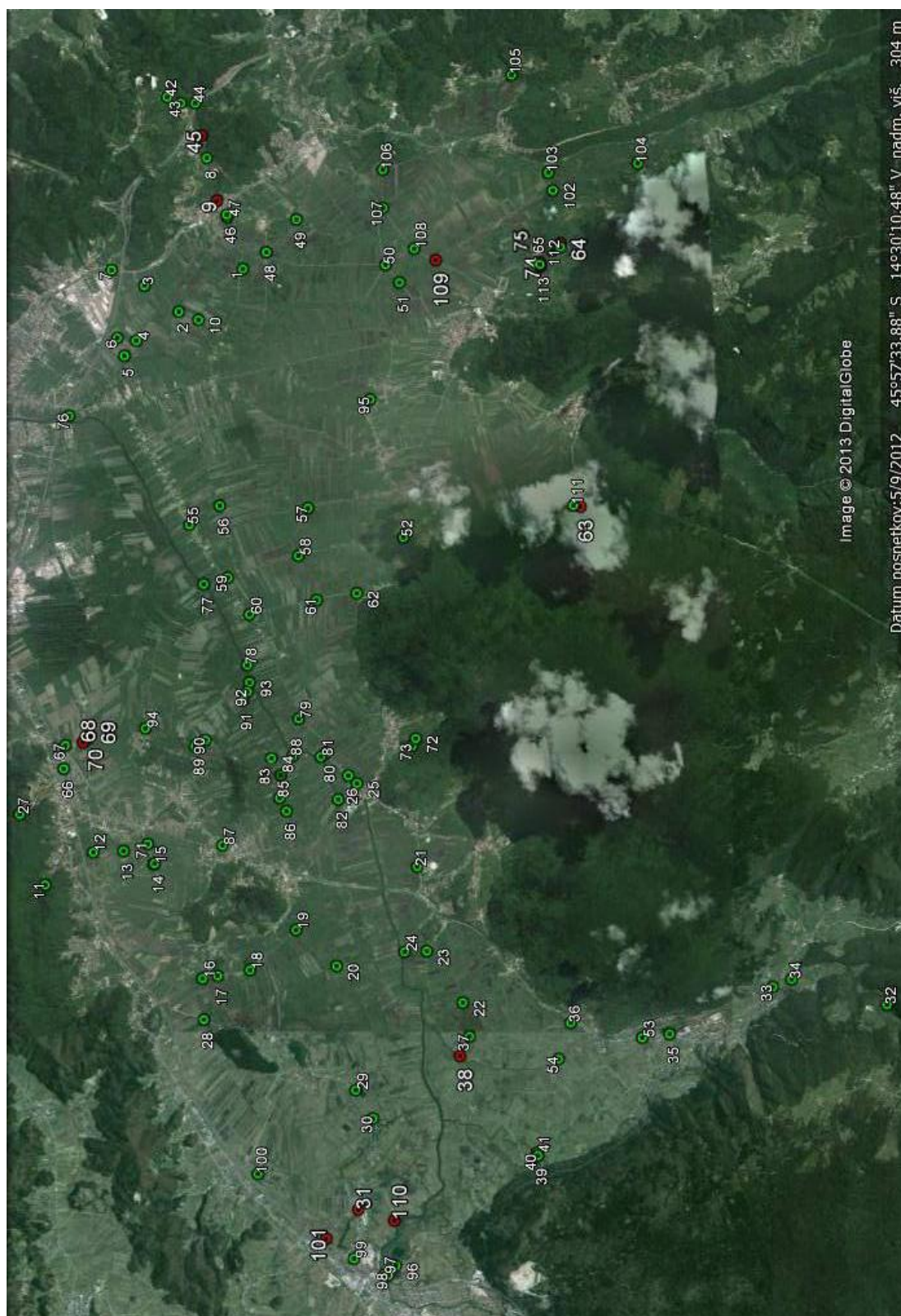
Izvira na severnem delu Barja nad Brezovico pri Ljubljani in se kot levi pritok izliva v Ljubljanico. Radno smo vzorčili v njenem zgornjem, srednjem in spodnjem delu. Škržke (26 osebkov) smo našli v srednjem delu na najdiščih 68, 69 in 70. Zanimivo je bilo najdišče 70 v srednjem delu Radne. Čeprav viri navajajo, da škržki živijo v tekočih vodah (Zettler in Jueg, 2007), so bili ti zakopani na robovih tolmana s stoječo vodo.

Borovniščica

Našli smo samo dva škržka na najdišču 38, na najdišču 54 pa smo našli le dve lupini.

Črna mlaka

Potok, ki je v bližini Sinje Gorice in se izliva v Ljubljanico. V Črni mlaki smo našli škržke na vseh pregledanih najdiščih (31, 101 in 110). Na najdišču 101 smo kljub hladni vodi (19 °C), našli 99 osebkov. Zanimiv je podatek, da smo jih na osenčenem delu brežine našli štirikrat več (80 osebkov) kot na nezaslem, sončnem delu. Črno mlako smo pregledali v zgornjem, srednjem in spodnjem delu. V vseh odsekih so bili prisotni škržki.



Slika 7: Zemljevid Ljubljanskega barja z lokacijami. Škržka nismo opazili (zelen krog in mala številka), škržek je bil prisoten (rdeč krog in velika številka).

4.3 IZTOKI STOJEČIH VODA

Škržke smo našli na spodaj navedenih najdiščih (slika 7, prilogi A in B).

Veliki ribnik (Draščica)

Na iztoku iz Velikega ribnika (najdišče 64) smo našli žive škržke. Meritve smo na tej populaciji opravili že maja 2011. Voda je bila čista, škržki so bili na gosto zakopani v dno potoka. Ker je bila populacija tako številčna, smo jo obiskali še dvakrat, da bi preverili, ali se bo stanje spremenilo.

Konec avgusta 2012 je bilo stanje populacije drugačno, veliko lupin škržkov je molelo iz substrata malo nad potočno strugo. Tisti, ki so bili še živi (osebkov nismo prešteli), so se zadrževali v kotanjah z nizkim nivojem vode. Ob podrobnem pregledu tega odseka smo opazili oranžno, mastno snov, ki je mezela iz zemlje proti vodi (slika 8). Domnevamo, da je šlo za železove okside, ki se v kombinaciji z bakterijami spremenijo v gosto sluz (Iron ochre problems ..., 1988).

Ob obisku junija 2013 so bili škržki ponovno prisotni v velikem številu, po celotnem odseku, ki teče skozi gozd. Vodostaj je bil višji kot avgusta 2012, a še vedno nizek. Čeprav smo našli tudi nekaj lupin škržkov, to za tako veliko populacijo ni nič neobičajnega. Gosta oranžna sluz, ki je bila prisotna tudi tokrat, je prekrivala del potoka, kjer so bili škržki zakopani.

Na tem najdišču smo našli mlade škržke. Kljub domnevno slabim razmeram (vsaj občasno nizek vodostaj, železovi oksidi) ima iztok iz Velikega ribnika, v okviru najdišč iz diplomske naloge, največjo znano populacijo navadnega škržka (*Unio crassus*) na Ljubljanskem barju (866 osebkov/m²).



Slika 8: Železovi oksidi na obrežju Draščice pri Velikem ribniku (najdišče 64).

Jezero Rakovnik (Draščica)

Potok Draščico smo v bližini jezera Rakovnik (najdišče 74) obiskali dvakrat. Po drugem obisku (16.4.2013) smo opazili, da je bilo pod brvjo manj škržkov kot pred enim letom. Približno 50 metrov od brvi dolvodno smo jih našli in tudi prešteli. Na dveh dolžinskih metrih vzdolž toka smo našli 45 osebkov, skritih v mulju in med kamni.

Jezero Strahomer (iztok)

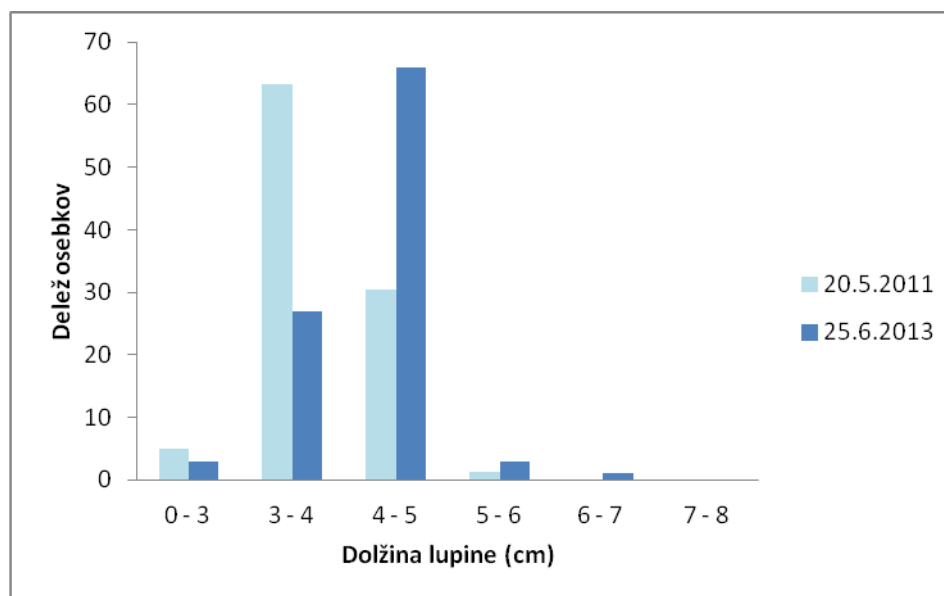
Iztok iz jezera Strahomer (najdišče 63) se je po več pregledih izkazal za eno večjih populacij navadnega škržka na Ljubljanskem barju. Najdišče smo obiskali v letih 2011 in 2013. Leta 2013 smo na 1 m² do globine 10 cm prešteli 765 osebkov, leta 2011 pa ocenili na 1250 osebkov. Natančnejši podatki so navedeni spodaj.

4.3.1 Populacijska struktura in gostota navadnega škržka na najdiščih Strahomer in Draščica

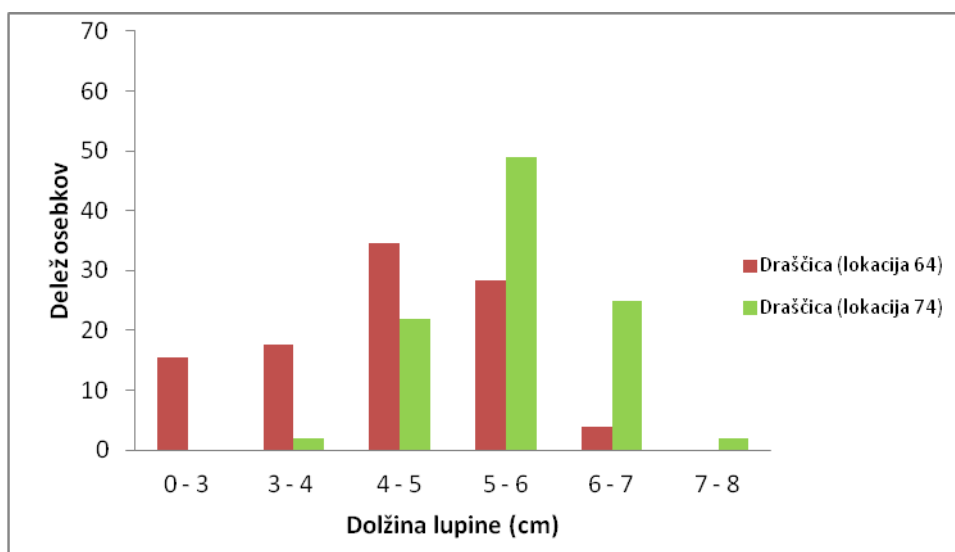
V raziskavi smo škržke sistematično šteli in izmerili v dveh velikih populacijah na treh najdiščih: Strahomer (najdišče 63) in Draščica (najdišči 64 in 74) (slika 7, prilogi A in B). Gostota populacij se razlikuje tako med naštetimi najdišči kot med zaporednimi vzorčenji na istih najdiščih. V Draščici (lokacija 64) smo maja 2011 prešteli 404 osebke/m², julija 2013 pa 866 osebkov/m². V potoku Strahomer smo maja 2011 ocenili številčnost osebkov na 1250 osebkov/m², julija 2013 pa prešteli 765 osebkov/m².

Na najdišču Strahomer so bile opravljene meritve dimenzij škržkov v razmiku dveh let (slika 9). V obeh letih so v populaciji z majhnim deležem prisotni juvenilni osebki. Večje spremembe se kažejo v 2. (3–4 cm) in 3. (4–5 cm) velikostnem razredu. V 2. razred je leta 2011 umeščenih več kot 60 % osebkov, po dveh letih pa se njihov delež zmanjša na manj kot 30 %. Nasprotno je v 3. razredu leta 2011 le 30 % osebkov, dve leti pozneje pa je delež 60 %. Osebki 4. velikostnega razreda (5–6 cm) je sicer v času obeh vzorčenj malo, a se njihov delež v letu 2013 nekoliko dvigne. Večji osebki (6–7 cm) se v populaciji pojavijo le leta 2013.

V Draščici smo meritve maja 2011 in julija 2013 izvajali na dveh različnih najdiščih (64 in 74) (slika 7, prilogi A in B). Obe najdišči sta v bližini iztokov iz ribnika. Najdišče 64 je ob iztoku iz Velikega ribnika, najdišče 74 pa na iztoku iz jezera Rakovnik. Populacija v Draščici na najdišču 64 je imela podobna deleža mladih (juvenilnih) osebkov in osebkov drugega velikostnega razreda (3–4 cm) (slika 10). Na najdišču 74 smo največ osebkov umestili v tretji razred (4–5 cm), največjih osebkov (6–7 cm) pa je bilo najmanj. Mladih osebkov v Draščici na najdišču 74 ni bilo, prevladoval pa je delež večjih osebkov iz 4. in 5. razreda (5–6 in 6–7 cm). Na najdišču 74 se je pojavil še 6. razred (7–8 cm), ki na prejšnjem najdišču ni bil zastopan.

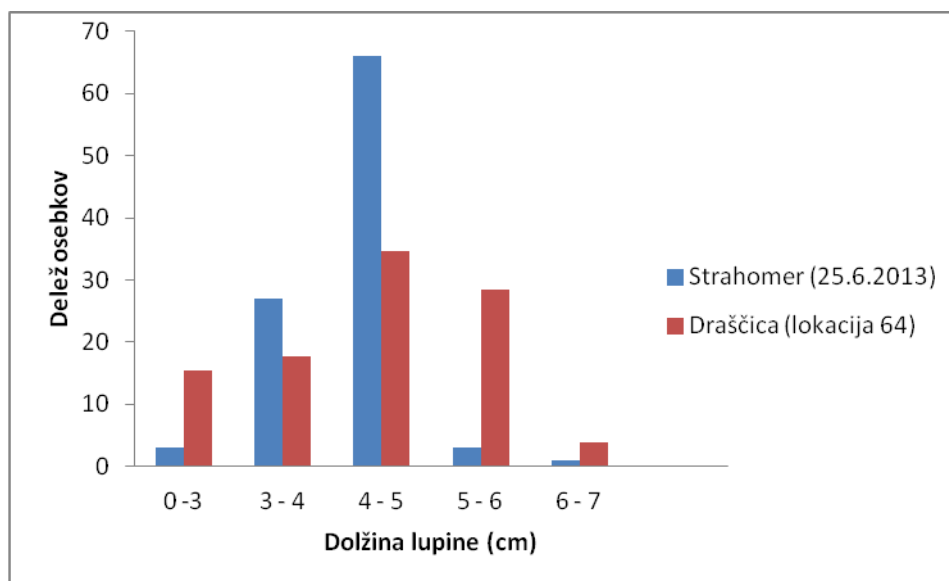


Slika 9: Primerjava velikostnih razredov osebkov navadnega škržka v iztoku jezera Strahomer (najdišče 63), v dveh časovnih obdobjih.



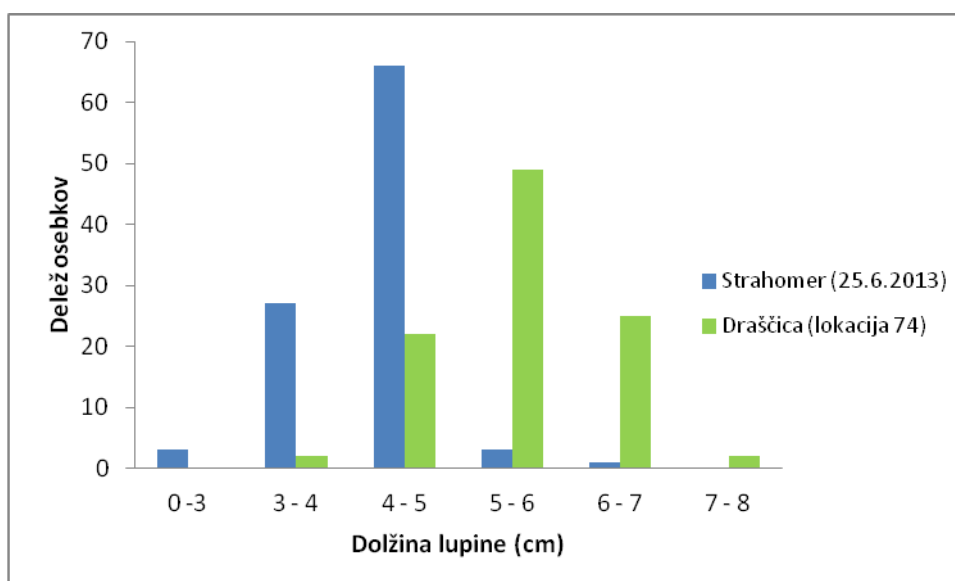
Slika 10: Primerjava velikostnih razredov osebkov navadnega škržka v Draščici na dveh najdiščih (64 in 74).

Če primerjamo med seboj najdišči Strahomer (63) in Draščica (64) vidimo (slika 11), da je v Strahomerju prisoten večji delež osebkov iz 2. in 3. velikostnega razreda (3–5 cm) kot v Draščici, kjer je večji delež školjk iz 4. in 5. velikostnega razreda (5–7 cm).



Slika 11: Primerjava velikostnih razredov osebkov navadnega škřka med Strahomerjem (najdišče 63) in Draščico (najdišče 64).

Populacija v Draščici (najdišče 74) v primerjavi s potokom Strahomer (najdišče 63), vsebuje večje osebke (4.–6. velikostni razred), brez mladih (slika 12).



Slika 12: Primerjava velikostnih razredov osebkov navadnega škřka med Strahomerjem (najdišče 63) in Draščico (najdišče 74).

5 RAZPRAVA

5.1 RAZLOGI ZA ODSOTNOST ŠKRŽKA

Kjer je bila voda stoječa, smrdeča, škržkov nismo opazili. Domnevamo, da so ti kvalitativni dejavniki v določeni meri krivi za odsotnost škržka na pregledanih lokacijah. Stoječa voda se hitreje segreva, saj nima dotoka sveže hladne vode, ki bi se z ogreto premešala in jo hladila. Višja temperatura vode lahko celo povzroči večjo smrtnost glohidijev (Jansen in sod., 2001).

Na večini mest na Barju, na katerih je bila v potokih ali kanalih voda stoječa, je bilo, zaradi bujne vegetacije po dnu in na gladini, pregledovanje oteženo. Z izjemo ene (najdišče 70), škržka nismo našli na nobeni drugi lokaciji s stoječo vodo.

Na nekaterih lokacijah (7, 54, 87, 100) je voda smrdela. Na odseku Borovnišnice (lokacija 54) je bilo v vodi veliko odpadkov. Domnevamo torej, da so ti krivi za smrad in slabšo kakovost vode. Povzročitelj smradu bi lahko bila tudi odpadna voda, ki bi se izlivala v reko, a takšnega primera v raziskavi nismo zasledili. V Bregu pri Borovnici je Donitov kemični obrat Fenolit, ki je leta 1983 zakrivil množični pomor rib v Borovniščici in njenih pritokih. To in še nekaj manjših poznejših onesnaženj (npr. iztok strupene smole), bi bili lahko razlog za majhno število škržkov v tem potoku (Dnevnik o Fenolitu, 2008).

Kljub optimalnim pogojem habitata škržka ponekod nismo našli. To še ne pomeni, da v tistem vodotoku ni prisoten. Lahko je prisoten na posameznih razpršenih lokacijah (po toku reke navzgor ali navzdol) ali pa smo ga spregledali zaradi drugih razlogov (motne vode, globoke vode, močnega ugrezanja dna, zaraščenega dna in vodne gladine, zakopanosti/neaktivnosti škržkov).

Dodatno terensko delo bi potrdilo, ali z opazovanimi parametri (naštetimi v prilogi B) v resnici ne moremo določiti prisotnosti škržka.

5.2 RECENTNI STATUS NAVADNEGA ŠKRŽKA (*U. CRASSUS*) NA LJUBLJANSKEM BARJU

Škržka smo v okviru diplomskega dela na Ljubljanskem barju sicer našli na več najdiščih, a le na iztokih iz jezera Strahomer in Velikega ribnika (najdišče 74) sta bili populaciji navadnega škržka veliki.

Vsem najdiščem navadnega škržka je skupno, da v bližini ni kmetijskih površin in s tem izpusta gnojil, ki so glavni vir škržku škodljivih nitratov (Douda, 2007). Tudi vzorec pojavljanja škržkov na obrobju Ljubljanskega barja kaže, da bi bile lahko kmetijske površine razlog za njegovo odsotnost v osrednjem delu Barja. Vse večje populacije se pojavljajo lokalno, na kratkem odseku potokov.

Znano je, da se lahko populacijska dinamika navadnega škržka med lokacijami razlikuje (Zettler in Jueg, 2007). Velikostna struktura populacije kaže na nepravilno pojavljanje mladih osebkov med leti saj jih v populacijah niso našli po več let. Razlog za to bi bil lahko čas, ki ga ličinke škržkov (glohidiji) preživijo na gostiteljskih ribah, in različen čas

ter mesto, na katerem se mladi škržki spustijo iz rib v sediment (Zettler in Jueg, 2007). Mladih osebkov v Draščici (Iztok iz jezera Rakovnik; najdišče 74; slika 7) nismo našli. Razlogov za to je lahko več. Povsem mogoče je, da območje, ki smo ga presejali ni vsebovalo mladih osebkov, ker je razporeditev teh v potoku naključna. Ali pa smo sejali preplitvo in zaradi tega nismo našli mladih osebkov. Ti se v določenih raziskavah več let niso pojavljali (Zettler in Jueg, 2007), kar bi bil lahko razlog za njihovo odsotnost na lokaciji.

Za zdrave štejemo tiste populacije, pri katerih je gostota živali dovolj velika, da se škržki normalno razmnožujejo in pri katerih najdemo mlade (do 3 cm dolge) osebkke (Kobialka in Colling, 2006; Zettler in Jueg, 2007). Visoka gostota osebkov je pomembna za večji odstotek oplojenih jajčec, pod mejo 10 osebkov/m² pa je normalna oploditev jajčec onemogočena (Weber, 2005). V Draščici in Strahomerju gostota populacij močno presega podano mejo, kljub temu pa so mladi osebki redki. Največje število mladih (juvenilnih) školjk smo našli v iztoku jezera Strahomer.

Iz prakse je znano, da lahko populacije škržkov lokalno izginejo v zelo kratkem času (Sîrbu, 2005). Čeprav je Krajinski park Ljubljansko barje vključen v mrežo varovanih območij Natura 2000, bi bilo zato treba obvestiti javnost o prisotnosti škržka na tem območju. Zlasti najdišča velikih populacij bi bilo treba dodatno zaščititi.

5.3 PREDLOG ZA ZAŠČITO NAJDIŠČ NAVADNEGA ŠKRŽKA

V območje za varovanje vrste bi bila glede na zbrane podatke vključena naslednja potoka z navadnim škržkom:

- iztok iz jezera Strahomer,
- iztok iz Velikega ribnika (Ribniki Drage, Draščica).

Najdišči sta povezani s stoječo vodo z nekoliko povečanim vnosom organskih snovi (na račun hranjenja rib), kar domnevno ustreza navadnemu škržku (*Unio crassus*).

Treba je ohraniti sedanji obseg naravne ohranjenosti vodotokov. Seveda pa je treba skupaj z vodotoki zaščititi tudi njihovo prispevno območje. Na prispevnem območju izliti pesticidi, gnojila in hranila se bodo čez čas sprali v reke, spremenili fizikalno-kemične lastnosti vode in lahko negativno vplivali na večino vodnih organizmov (Moorkens, 1999).

5.3.1 Predlagani ukrepi za ohranitev populacije *U. crassus* v iztoku jezera Strahomer

Jezero Strahomer je znano ribolovno območje. Z njim upravlja ribiška družina Barje (RD Barje ..., 2013). Iztok, kjer se škržki pojavljajo (slika 7, prilogi A in B), je kratek (približno 340 metrov). Vsaka nepremišljena poteza bi bila torej lahko usodna za eno večjih populacij navadnega škržka v Sloveniji. Čeprav se škržki zakopljejo v mulj, jezera ne bi smeli prazniti, saj je izguba vode po toku navzdol usodna za vse škržke.

Za ohranitev navadnega škržka je pomembna prisotnost rib. Na tej lokaciji smo opazili ribe, vendar ne vemo, ali so potencialni gostitelji škržka. V času drstitve rib ni dovoljeno loviti in ribiči opozarjajo ljudi, naj ne hodijo v vodo, da ne uničujejo drstišč. S tem pripomorejo k ohranjanju škržka.

Zaradi hranjenja rib je v jezeru Strahomer povišana koncentracija organskih snovi. Za zdaj je voda še dovolj čista in presežka organskega materiala ni, treba pa bi bilo spremljati oz. regulirati vnos organskih snovi v prihodnje.

Okolica jezera in iztoka je za razvoj škržka optimalna. V okolici ni kmetijskih površin, živine, industrijskih obratov, izpustov ipd. Verjetno je tovrstna okolica jezera eden od razlogov, da se je škržek na tem delu obdržal.

Pomembno izhodišče za ohranjanje navadnega škržka bi bilo izobraževanje ribičev in kmetov o prisotnosti te vrste v potokih Ljubljanskega barja. Na delavnicah in obveščevalnih akcijah bi morali ljudi poučiti, kako ravnati z vodami v katerih se nahaja navadni škržek. Ker ribiči spremljajo stanje voda, bi vsakršne kršitve morali javljati na inšpektorat. Ob najdišču bi bilo treba postaviti tudi obveščevalne table, ob katerih bi se obiskovalci krajinskega parka seznanili z osnovnimi podatki o navadnem škržku, z razlogi za njegovo ogroženost, ter kako preprečiti njegovo nadaljnje izginjanje.



Slika 13: Številni škržki v iztoku jezera Strahomer (najdišče 63)

5.3.2 Predlagani ukrepi za ohranitev populacije *U. crassus* v iztoku Velikega ribnika

Veliki ribnik je eden od sedmih ribnikov Drage, ki so zaščiteni kot naravni spomenik v okviru območja Krajinskega parka Ljubljansko barje (Projekt ..., 2008). Populacija v iztoku ribnika je velika in večina škržkov dosega velikosti 6–7 cm.

Iztok teče skozi listopadni gozd. Pretok ni stalen, saj so deli potoka občasno popolnoma suhi. Kljub sušnim obdobjem se zdi, da je populacija navadnega škržka še vedno zdrava.

Čeprav se je gostota populacije na tem najdišču spreminjala (maja 2011 je bilo na istem mestu enkrat manj osebkov kot julija 2013) za to najdemo več razlogov. Krive bi bile

lahko migracije škvrčkov in njihovo prerazporejanje v potoku. Visoke vode z močnim tokom bi lahko prestavljale škvrčke in spreminjale njihovo distribucijo na dnu potoka. Tudi hibernacija škvrčkov in njihovo globlje zakopavanje pod površino substrata zaradi pomanjkanja vode v potoku bi lahko bila razlog za njihovo odsotnost na tem mestu.

K nizkemu vodostaju oz. izsušeni strugi na najdišču še dodatno prispeva črpanje vode iz potoka za namene namakanja. To je za večino slabo mobilnih organizmov stresno ali pa celo uničujoče. Treba bi bilo zagotoviti stalen pretok vode, ki bi zagotavljal škvrčkom nenehen vir kisika in hrane.

Problem so tudi železovi oksidi (slika 8), ki nastanejo v dobro prezračenih vodah in se v stiku z bakterijami spremenijo v gosto oranžno sluz, ki prekrije školjke in jim onemogoča normalno filtriranje in dihanje. Železovi oksidi na najdišču bi lahko v prihodnje škodovali populaciji. V LIFE-Natura projektu "Velike unionidne školjke na mejnem področju med Bavarsko, Saško in Češko" je bil eden od ciljev odstranitev železovih oksidov iz potokov. Z vzpostavitvijo sistema kanalov so preusmerili železove okside stran od potokov s škvrčki. Menimo, da bi se bilo tudi na območju iztoka iz ribnika dobro zgledovati po opisanem primeru.

Kot na prejšnjem najdišču bi bilo dobro, če bi tudi tu postavili informativne table in z akcijami obvestili ljudi o prisotnosti navadnega škvrčka na Ljubljanskem barju.



Slika 14: Navadni škvrček delno zakopan v sediment potoka Draščice v bližini iztoka iz Velikega ribnika (najdišče 64).

5.3.3 Predlagani ukrepi za ohranitev manjših populacij *U. crassus*

Pri pregledu vodotokov na Ljubljanskem barju smo naleteli tudi na najdišča z manjšim številom škvrčkov. Ponekod so se škvrčki pojavljali točkovno, na kratkih odsekih, drugod pa vzdolž večje dolžine vodotoka. Število škvrčkov je bilo ponekod manjše od 10 osebkov/m².

Razlog za maloštevilčnost na najdiščih v Borovniščici, Črni mlaki in Želimeljščici bi lahko bilo naraščanje vode ob močnejših nalivih in zaradi tega odplavljanje škržkov z mest, ki imajo večjo gostoto (gorvodno), po strugi navzdol (Slapnik ustno, 2013).

Najdišča z nizko gostoto populacij bi bila pomembna za ohranitev škržka, zlasti če bi na območju s trenutno velikimi populacijami prišlo do pojava dejavnikov, ki škodujejo tej ogroženi školjki. V takem primeru bi lahko omenjena najdišča uporabili kot nadomestne habitate ogroženih populacij. Alternativno bi lahko populacije z majhnim številom osebkov poskusili povečati z vnosom umetno okuženih rib, podobno kot v Nemčiji in na Češkem (LIFE-Project ..., 2007).

6 SKLEPI

- Na Ljubljanskem barju še obstajajo velike populacije navadnega škržka, ki se razmnožujejo.
- Najdišča se nahajajo na robu Ljubljanskega barja, v osrednjem delu Barja pa škržka nismo našli.
- Nitrati iz gnojil, ki se stekajo v vodo s kmetijskih površin, bi lahko bili razlog za odsotnost škržka v osrednjem delu.
- Najdišča, na katerih se populacije nahajajo, bi bilo treba zaščititi.
- Za zaščito navadnega škržka je zelo pomembno ozaveščanje ljudi o njegovi ranljivosti.
- Zaradi pomanjkanja zgodovinskih podatkov o pojavljanju škržka na Ljubljanskem barju, ne moremo sklepati o njegovi povečani ogroženosti in izumiranju populacij.
- Za pridobivanje natančnejših podatkov za analize razširjenosti in populacijske strukture, ki bi omogočili ohranjanje škržka na Ljubljanskem barju, bi bilo treba narediti še dodatne sistematične raziskave skozi daljše časovno obdobje.

7 POVZETEK

Navadni škržek živi v potokih in rekah s peščenim in z muljastim in glinastim dnom (Zajac, 2009; Schultes, 2010). Živi v tekočih vodah (Zettler in Jueg, 2007) in na obrežnem pasu jezer (Fechter in Falkner, 1990; Velkovrh, 2003; Slapnik, 2004).

Predvsem zaradi človeka je vrsta skoraj izginila iz Evrope in velja danes za zelo ogroženo. Zaradi svojega statusa je navadni škržek uvrščen v rdeči seznam kot prizadeta (E) vrsta in je predmet številnih naravovarstvenih akcij in raziskav.

Ljubljansko barje, ki je vključeno v mrežo varovanih območij Natura 2000, je življenjsko okolje navadnega škržka. V diplomskem delu smo na Ljubljanskem barju poskušali pregledati čim več vodotokov, da bi ugotovili razširjenost škržka na tem območju. Vzorčili smo tako, da smo temeljito pregledovali dno vodotokov z brežine in s hojo po strugi gorvodno. Če razmere niso bili optimalne za vzorčenje, smo si zapisali značilnosti vodotoka in nadaljevali z vzorčenjem na naslednji lokaciji. Kjer so bile vode visoke, smo vzorčili z batiskopom.

Škržka smo na Ljubljanskem barju našli na 14 najdiščih (od 113 pregledanih), od teh sta imeli le 2 veliko populacijsko gostoto. Prvo najdišče je bilo iztok jezera Strahomer (63), drugo, večje, pa potok Draščica (64) (slika 7; prilogi A in B). Na obeh najdiščih smo škržke prešteli na 1 m², do globine 10 cm in tako določili gostoto populacije. Z merjenjem smo ocenili velikostno strukturo populacije. Iskali smo zlasti mlade osebkke (1–3 cm), katerih prisotnost je pomenila, da se populacija razmnožuje. Mlade osebkke smo sicer našli na obeh najdiščih, a predvsem v iztoku iz jezera Strahomer. Domnevamo, da so mulj, hranila iz bližnjega jezera, odsotnost kmetijskih površin in velik nabor rib (krap, amur, ščuka, smuč, ploščič, linj, koreselj, klen, rdečeoka in rdečeperka (RD Barje ..., 2013)) glavni razlogi za ohranjenost populacije škržka na tem najdišču. Največjo populacijsko gostoto (866 osebkov/m²) smo zabeležili v Draščici na iztoku iz Velikega ribnika (najdišče 64).

Populacije, ki smo jih opazovali, se pojavljajo zelo sporadično, res pa je, da so največje populacije prisotne na iztokih iz stoječih vodnih teles in se pojavljajo na kratkih odsekih. Majhni potoki so zelo občutljivi na spremembe, saj so plitvi in lahko vsako sušno obdobje populacijo močno ogrozi ali celo povzroči njeno izumrtje. Nizek vodostaj bi bil lahko problematičen za številčno populacijo škržkov v potoku Draščica, v iztoku iz Velikega ribnika (najdišče 64). Vzorec pojavljanja škržkov na obrobju Ljubljanskega barja kaže, da bi bile lahko kmetijske površine razlog za njegovo odsotnost v osrednjem delu barja.

Človek je Ljubljansko barje že močno preoblikoval in bi s svojim delovanjem v prihodnosti lahko močno ogrozil še obstoječe populacije škržkov. Podatkov o razširjenosti navadnega škržka na Ljubljanskem barju v preteklosti je premalo, da bi lahko presodili, kako stabilne so populacije škržka – to bi zahtevalo dodatne sistematične raziskave skozi daljše časovno obdobje.

8 VIRI

- Aldridge D. 1999. The morphology, growth and reproduction of Unionidae (Bivalvia) in a Fenland Waterway. *Journal of Molluscan studies*, 65: 47 str.
- Bachmann J. 2000. European freshwater species strategy. WWF European Freshwater Programme. Vienna, WWF: 75 str.
- Bauer G. 1988. Threats to the freshwater pearl mussel *Margaritifera margaritifera* L. in Central Europe. *Biological Conservation*, 45: 239–253
- Bauer G. 1991. Plasticity in life history traits of the freshwater pearl mussel — consequences for the danger of extinction and for conservation measures. V: *Species Conservation: A Population-Biological Approach*. Seitz A., Loeschcke V. (eds.). Basel, Birkhäuser Verlag: 103–120
- Bauer G., Wachtler K. 2001. Environmental relationships of Naiads: Threats, impact on the ecosystem, indicator function. V: *Ecology and Evolution of the Freshwater Mussels Unionoida*, Bauer G., Wachtler K. (eds.). Heidelberg, Springer-Verlag Berlin Heidelberg: 311–315
- BBC NEWS – Hungarian chemical sludge spill reaches Danube (7. okt. 2010).
<http://www.bbc.co.uk/news/world-europe-11491412> (20. jul. 2013)
- Beloff, A., 1998. Vuollejokisimpukan (*Unio crassus* Philipsson) esiintyminen EtelaSuomessa. (Occurrence of *Unio crassus* in Southern Finland). Pro gradu-tutkielma. Helsinki, Helsingin yliopisto. Ekologian ja systematiikan laitos. Hydrobiologian osasto: 48 str.
- Biotska raznovrstnost Slovenije (2013).
<http://anthrenus.pms-lj.si/imenik/imenik.php> (14. mar. 2013)
- Bogan A.E. 1993. Freshwater bivalve extinctions (Mollusca:Unionoida): a search for causes. *American Zoologist*, 33: 599–609
- Brainwood M., Burgin S., Byrne M. 2006. Is the decline of freshwater mussel populations in a regulated coastal river in south-eastern Australia linked with human modification of habitat?. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 16: 501–516
- Chamberlain T. 1934. The Glochidial conglomerates of the Arkansas Fanshell, *Cyprogenia aberti* (Conrad). *Biological Bulletin*, 66: 55–61

Chesapeake Bay, Maryland : University of Vermont (2008).

<http://www.uvm.edu/perkins/evolution/fieldtrip/chesapeake/> (16. maj. 2013)

Christian A.D., Harris J.L. 2008. An introduction to directions in freshwater mollusk conservation: molecules to ecosystems. Journal of the North American Benthological Society, 27: 345–348

Dnevnik o Fenolitu (2008).

<http://www.borovnica.eu/2012/viewtopic.php?f=26&t=736&view=unread&sid=49734f9e41ffdd7c8892c34bb86037c4> (25. 7. 2013)

Douda K. 2007. The occurrence and growth of *Unio crassus* (Mollusca: Bivalvia: Unionidae) in Lužnice river basin in respect to water quality. Acta Universitatis Carolinae – Environmentalica, 21: 57–63

Douda K. 2010. Effects on nitrate nitrogen pollution on Central European unionid bivalves revealed by distributional data and acute toxicity testing. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems, 20: 189–197

Dillon R.T. 2000. The ecology of freshwater molluscs. London, Cambridge University Press: 509 str.

Engel H., Wächtler K. 1989. Some peculiarities in developmental biology of two forms of the freshwater bivalve *Unio crassus* in northern Germany. Archiv Fuer Hydrobiologie, 115, 3: 441–450

Engel H., Wächtler K. 1990. Folgen von Bachentkrautungsmaßnahmen auf einen süßwassermuschelbestand am Beispiel eines kleinen Fließgewässers des Südlichen Drawehn (Lüchow-Dannenberg). Natur Landschaft, 65: 63–65

Environment LIFE programme (2013).

<http://ec.europa.eu/environment/life/> (26. jul. 2013)

Fauna Europea (27. 11. 2009).

http://www.faunaeur.org/full_results.php?id=337982 (26. jul. 2013)

Fechter R., Falkner G. 1990. Steinbach's Naturführer: Weichtiere. München, Mosaik Verlag: 287 str.

Glochidium – Definition and more from the free Merriam-Webster Dictionary (2013)

<http://www.merriam-webster.com/dictionary/glochidium> (14. mar. 2013)

- Gum B., Geist J. 2009. Distribution, abundance and conservation status of the critically endangered freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) and the thick shelled river mussel (*Unio crassus*) in Bavaria, Germany.
http://www.heppi.com/seminar/IS_Lux_2009_Poster_Gum.pdf (26. jul. 2013)
- Erhartič B., Smrekar A., Šmid Hribar M., Tiran J. 2012. Krajinski park Ljubljansko barje – interpretacija kulturne pokrajine. Geografski obzornik, 59, 3: 4–13
- Hacin J. 2004. Opredelitev vodnega režima v bodočem krajinskem parku Ljubljansko barje. Končno poročilo o raziskovalnem projektu.
[http://www.ljubljanskobarje.si/uploads/datoteke/opredelitev_vodnega_rezima\(2\).pdf](http://www.ljubljanskobarje.si/uploads/datoteke/opredelitev_vodnega_rezima(2).pdf) (26. jul. 2013)
- Helama S., Valovirta I. 2007. Shell morphometry, pre-mortal taphonomy and ontogeny-related growth characteristics of freshwater pearl mussel in northern Finland. Annales Zoologici Fennici, 44: 285–302
- Hochwald S. 1997. Das Beziehungsgefüge innerhalb der Größenwachstums- und fortpflanzungsparameter bayerischer Bachmuschelpopulationen (*Unio crassus* Phil. 1788) und dessen Abhängigkeit von Umweltfaktoren. PhD Thesis, Bayreuth, University Bayreuth: 172 str.
- Hochwald S. 2001. Plasticity of Life-History Traits in *Unio crassus*. V: Ecology and Evolution of the Freshwater Mussels Unionoida, Bauer G., Wachtler K. (eds.). Heidelberg, Springer-Verlag Berlin Heidelberg: 127–142
- Hus M., Smiaek M., Zajac K., Zajac T. 2006. Occurrence of *Unio crassus* (Bivalvia, Unionidae) depending on water chemistry in the foreland of the Polish Carpathians. Polish Journal of Environmental Studies, 15, 1: 169–172
- IRON OCHRE PROBLEMS IN AGRICULTURAL DRAINS (1988).
<http://fyi.uwex.edu/drainage/files/2012/06/Iron-Ochre-in-Agricultural-Drains2.pdf> (27. jul. 2013)
- Israel W. 1910. Die Najadeen des Weidagebietes. Beiträge zur Kenntnis der mitteleuropäischen Najadeen. Beilage zum Nachrichten-Blatt der Deutschen Malakozooloischen Gesellschaft, 4: 49–56
- Jaeckel H.S. 1952. Unsere süßwassermuscheln. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig K.-G: 40 str.

Jansen W., Bauer G., Zahner-Meike E. 2001. Glochidial mortality in freshwater mussels. V: Ecology and Evolution of the Freshwater Mussels Unionoida, Bauer G., Wachtler K. (eds.). Heidelberg, Springer-Verlag Berlin Heidelberg: 185–211.

Jondelius U. 2009. Thick-shelled river mussel – Naturhistoriska riksmuseet.
http://www.nrm.se/english/researchandcollections/researchdivision/invertebratezoology/collections/collectionspart2/thelargefreshwatermussels/thickshelledrivermussel.1362_en.html (12. avg. 2013)

Kaj je Natura 2000 (2013).
<http://www.natura2000.gov.si/index.php?id=44> (13. maj. 2013)

Köhler R. 2006. Observations on impaired vitality of *Unio crassus* (Bivalvia: Najadae) populations in conjunction with elevated nitrate concentration in running waters. Acta hydrochimica et hydrobiologica, 34: 346–348

LIFE-Nature project to protect the freshwater pearl mussel and the common river mussel in the border area of Bavaria - Saxony - Czech republic. 2007. Bezirk Oberfranken (ed.): 6 str.

LIFE-Project: Large freshwater mussels Unionoidea in border area of Bavaria, Saxony and Czech republic (2007).
<http://www.life.bezirk-oberfranken.de/lbkurzen.html> (25. jul. 2013)

Lydeard C., Cowie R.H., Ponder W.F., Bogan A.E., Bouchet P., Clark S.A., Cummings K.S., Frest T.J., Gargominy O., Herbert D.G., Hershler R., Perez K.E., Roth B., Seddon M.B., Strong E.E. in Thompson F.G. 2004. The global decline of nonmarine mollusks. BioScience, 54, 4: 321–330

Marković Đ. 2009. Karakteristike rasta jedinki i starosna struktura populacije *Unio crassus* (Unionidae) u Pocibravi. Zbornik radova, Petničke sveske, 67: 204-207

Martinčič A. 1987. Fragmenti visokega barja na Ljubljanskem barju. Scopolia, 14: 1–53

Matteson M. 1948. Life History of *Elliptio complanatus* (Dillwyn, 1817). American Midland Naturalist, 40: 690–723

Meglitsch P., Schram F. 1991. Invertebrate Zoology, Third Edition. New York, Oxford University Press, Inc.: 640 str.

- Moorkens E.A. 1999. Conservation Management of the Freshwater Pearl Mussel *Margaritifera margaritifera*. Part 1: Biology of the species and its present situation in Ireland. V: Irish Wildlife Manuals, No. 8. F.Marnell (ed.). Dublin, Department of Arts, Heritage, Gaeltacht and the Islands: 35 str.
- Nagel K.O. 1988. Anatomische, morphologische und biochemische Untersuchungen zur Taxonomie und Systematik der europäischen Unionacea (Mollusca: Bivalvia). Dissertation Gesamthochschule, Kassel, Universität Kassel: 100 str.
- Negus C.L. 1966. A quantitative study on growth and production of Unionid mussels in the river Thames at Reading. *Journal of Animal Ecology*, 35: 513–523
- Pavšič J (urednik). 2006. Geološki terminološki slovar. Zbirka Slovarji, Ljubljana, Založba ZRC, ZRC SAZU: 331 str.
- Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam. Ur. l. RS 82/02: 8893-8975. Verzija 2002.
<http://www.uradni-list.si/1/content?id=38615&part=&highlight=rd%e%4%8Di+seznam> (23. avg. 2013)
- Projekt ustanavljanja Krajinskega parka Ljubljansko barje (2008): Uredba o Krajinskem parku Ljubljansko barje (28. nov. 2008).
<http://www.kplb.mop.gov.si/> (23. jul. 2013)
- RD Barje | Jezero Strahomer | Spletni center (2013).
<http://www.rdbarje.si/jezero-strahomer/> (23. jul. 2013)
- Richardson T.D., Yokley P. 1996. A note on sampling technique and evidence of recruitment in freshwater mussels (Unionidae). *Archiv fur Hydrobiologie*, 137: 135–140
- Richter B.D., Braun D.P., Mendelson M.A., Master L.L. 1997. Threats to imperiled freshwater fauna. *Conservation Biology*, 11: 1081–1093
- Rizhinashvili A. 2009. Determination of the maximum lifespan of bivalves as exemplified by Unio-like mussels (Bivalvia, Unionidae). *Doklady Biological Sciences*, 424: 3–6
- Rogers-Lowery C.L., Dimock R.V. in Kuhn R.E. 2007. Antibody response of bluegill sunfish during development of acquired resistance against the larvae of the freshwater mussel *Utterbackia imbecillis*. *Developmental & Comparative Immunology*, 31: 143–155

Sárkány-Kiss A. 1983. Note preliminare la cunoașterea faunei de moluște dulcicole a văii Mureșului între Tîrgu Mureș și Arad, Marisia, Studia scientiarum naturae, 11–12: 121–123

Schultes F.W. 2012. Animal Base species summary: *Unio crassus*.
<http://www.animalbase.uni-goettingen.de/zooweb/servlet/AnimalBase/home/species?id=1561> (5. apr. 2013)

Sîrbu I. 2005. The freshwater molluscs from the Târnave rivers basin (Transylvania, Romania). Transylvanian Review of Systematical and Ecological Research 2, "The Târnave River Basin": 51–60

Slapnik R. 2003. Stokovna izhodišča za vzpostavljanje omrežja Natura 2000 – Mehkužci (Mollusca). Urgentno poročilo. Ljubljana, Biološki inštitut Jovana Hadžija ZRC SAZU: 40 str.

Slapnik R. 2004. Natura 2000: Sladkovodni in kopenski mehkužci. Proteus, 67, 2–3: 99–104

Slapnik R. 2008. Vzpostavitev monitoringa izbranih ciljnih vrst mehkužcev. Prvo delno poročilo. Ljubljana, Biološki inštitut Jovana Hadžija ZRC SAZU: 26 str.

Slapnik R. 2009. Vzpostavitev monitoringa izbranih ciljnih vrst mehkužcev. Zaključno poročilo. Ljubljana, ZRC SAZU: 71 str.

Slapnik R. 2011. Vzpostavitev in izvajanje monitoringa izbranih ciljnih vrst mehkužcev v letih 2010 in 2011. Zaključno poročilo. Ljubljana, Biološki inštitut Jovana Hadžija ZRC SAZU: 86 str.

Smith D. 2001. Pennak's Freshwater Invertebrates of the United States: Porifera to Crustacea, 4th edition. New York: John Wiley & Sons, Inc: 648 str.

Swinehart J. H., Smith K. W. 1979. Iron and manganese deposition in the periostraca of several bivalve mollusks. The Biological Bulletin, 156: 369–381

Unio crassus for LIFE (2013).
<http://www.ucforlife.se/en/morphology/> (14. feb. 2013)

Uradni list RS 46/2004. (30. apr. 2004).
<http://www.uradni-list.si/1/index?edition=200446#!/Uradni-list-RS-st-46-2004-z-dne-30-4-2004> (26. jul. 2013)

- Vamberger M. 2008. Pojavljanje močvirske sklednice (*Emys orbicularis*) v ribnikih Drage pri Igu. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 88 str.
- Van Damme D. 2011. *Unio crassus*. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2.2011.
www.iucnredlist.org (23. jul. 2013)
- Vaupotič M. 2006. Popis potočnega škržka (*Unio crassus*) in ozkega vrtenca (*Vertigo angustior*) s predlogom conacije Natura 2000 območja Goričko (SI3000221). Projekt "Zasnova conacij izbranih Natura 2000 območij" (7174201-01-01-0002). Phare čezmejno sodelovanje Slovenija-Avstrija 2003. Miklavž na Dravskem polju, Center za kartografijo favne in flore: 27 str.
- Vaupotič M., Govedič M. 2009. Razširjenost navadnega (potočnega) škržka (*Unio crassus* Philippon, 1788) na Goričkem (SV Slovenija). *Natura Sloveniae*, 11, 2: 27–38
- Velkovich F. 2003. Mehkužci – Mollusca. V: Sket B., Gogala M., Kuštor V. (ur.), *Živalstvo Slovenije*. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 109–132
- Vicentini H. 2005. Unusual spurting behaviour of the freshwater mussel *Unio crassus* *Journal of Molluscan Studies*, 71, 4: 409–410
- Zajac K. 2009. Thick shelled river mussel: *Unio crassus*.
<http://www.iop.krakow.pl/pckz/opis.asp?id=130&je=en> (26. jul. 2013)
- Zettler M., Jueg U. 2007. The situation of the freshwater mussel *Unio crassus* (Philippon, 1788) in north-east Germany and its monitoring in terms of the EC Habitats Directive. *Mollusca*, 25, 2: 165–174
- Želimejščica/RD Barje (2013).
<http://www.rdbarje.si/zelimejschica/> (25. jul. 2013)
- Watters G.T. 1994. North American Freshwater Mussels Part 1: The Quick and the Dead. *Conchologists of America, inc.*
http://www.conchologistsofamerica.org/articles/y1994/9406_watters.asp (24. jun. 2013)
- Watters G.T. 1996. Small dams as barriers to freshwater mussels (Bivalvia, Unionoida) and their hosts. *Biological Conservation*, 75: 79–85

Weber E. 2005. Population size and structure of three mussel species (Bivalvia: Unionidae) in a northeastern German river with special regard to influences of environmental factors. *Hydrobiologia*, 537: 169–183

Winhold L. 2004. "Unionidae", Animal Diversity Web.
<http://animaldiversity.ummz.umich.edu/accounts/Unionidae/> (26. jul. 2013)

ZAHVALA

Zahvaljujem se doc. dr. Cenetu Fišerju za mentorstvo in nasvete pri izdelavi diplomske naloge in za čas, ki si ga je bil pripravljen vzeti kljub drugim obveznostim.

Hvala tudi mojemu somentorju dr. Rajku Slapniku, idejnemu vodji, ki mi je posodil terensko opremo in mi svetoval pri vprašanjih, ki so se pojavljala tekom diplomske naloge. Hvala tudi za kavice in rogljičke pred tereni, z njimi je bil vsak teren uspešen.

Pravtako se zahvaljujem se doc. dr. Simoni Prevorčnik za hiter in kvaliteten pregled diplomske naloge.

Posebna zahvala gre tebi, Manica. Hvala ti, da si me v vsem tem času študija podpirala, hodila z mano na terene in mi zmeraj stala ob strani.

Hvala staršema, ki sta mi omogočila lep študij in me v vsem za kar sem se odločil v celoti podpirala in usmerjala.

PRILOGE

Priloga A: Lokacije in njihovi geografski podatki. Lokacije so razvrščene po abecednem vrstnem redu glede na ime vode. Vodotoki so razvrščeni od izvira proti izlivu.
Simboli: * – lokacija na kateri je škržek prisoten, ** – lokacija na kateri smo našli samo lupine;

ŠT. LOKACIJE	IME VODE	DATUM	PODROBNEJŠA LEGA LOKACIJE	Z. ŠIRINA	Z. DOLŽINA
72	1. pritok v Podpeško jezero	26.7.2012	v bližini Podpeškega jezera	45°57'59'	14°26'0'
73	2. pritok v Podpeško jezero	26.7.2012	v bližini Podpeškega jezera	45°58'1'	14°25'54'
98	1. ribnik	29.6.2012	Ribniki pri opekarni med Vrhniko in Sinjo Gorico	45°58'15'	14°18'28'
97	2. ribnik (iztok v Ljubljano)	29.6.2012	Ribniki pri opekarni med Vrhniko in Sinjo Gorico	45°58'17'	14°18'29'
28	Bevški jarek	27.7.2012	v bližini Podplešivice	46°0'3'	14°22'3'
20	Bevški jarek	26.7.2012	v bližini Notranjih gor	45°58'45'	14°22'48'
39**	Bistra	28.7.2012	v bližini Tehniškega muzeja Bistra	45°56'48'	14°20'9'
40	Bistra	28.7.2012	v bližini Tehniškega muzeja Bistra	45°56'48'	14°20'8'
41	Bistra	28.7.2012	v bližini Tehniškega muzeja Bistra	45°56'48'	14°20'11'
32	Borovniščica	27.7.2012	v bližini Pristave	45°53'25'	14°22'18'
34	Borovniščica	28.7.2012	med Dražico in Ohonico	45°54'20'	14°22'38'
35	Borovniščica	28.7.2012	pri Borovnici	45°55'31'	14°21'51'
53	Borovniščica	31.7.2012	med Borovnico in Bregom pri Borovnici	45°55'47'	14°21'48'
54**	Borovniščica	31.7.2012	v bližini Paka	45°56'36'	14°21'30'
38*	Borovniščica	28.7.2012	v bližini Goričice pod Krimom	45°57'33'	14°21'32'
101*	Črna mlaka	29.6.2012	Sinja Gorica	45°58'51'	14°18'59'
31*	Črna mlaka	27.7.2012	v bližini Sinje Gorice	45°58'33'	14°19'23'
110*	Črna mlaka	25.6.2013	Sinja Gorica	45°58'12'	14°19'14'
64*	Draščica (Veliki ribnik – iztok 1)	28.8.2012	v bližini Drage pri Igu	45°56'34'	14°23'57'
112	Draščica (Veliki ribnik – iztok 2)	25.6.2013	v bližini Drage pri Igu	45°56'35'	14°32'53'
65	Draščica	28.8.2012	v bližini Drage pri Igu	45°56'39'	14°32'50'

se nadaljuje

nadaljevanje

ŠT. LOKACIJE	IME VODE	DATUM	PODROBNEJŠA LEGA LOKACIJE	Z. ŠIRINA	Z. DOLŽINA
74*	Draščica	26.7.2012	v bližini Drage pri Igu	45°56'46'	14°32'41'
108	Dremavščica	25.6.2013	med Zlogom pri Škofljici in Škofljico	45°58'0'	14°32'52'
11	Drobtinka	26.7.2012	v bližini Brezovice pri Ljubljani	46°1'35'	14°23'58'
12	Drobtinka	26.7.2012	Lokacija se nahaja ob cesti Za grabnom	46°1'8'	14°24'24'
13	Drobtinka	26.7.2012	Lokacija se nahaja ob cesti Za grabnom	46°0'50'	14°24'25'
71	Drobtinka	20.7.2012	med Žabnico in Brezovico pri Ljubljani, cesta Pot na Plešivico	46°0'36'	14°24'31'
87	Drobtinka	14.5.2013	v bližini Žabnice	45°59'52'	14°24'30'
83	Drobtinka	14.5.2013	desno od Notranjih Goric, pri Ljubljanici	45°59'18'	14°25'29'
88	Drobtinka	14.5.2013	v bližini Notranjih Goric	45°59'11'	14°25'45'
95	Gmajnarji	29.6.2012	v bližini Iške Loke	45°58'26'	14°30'45'
42	Grivka	31.7.2012	na Selski ulici v bližini Orl	46°0'24'	14°35'0'
43	Grivka	31.7.2012	na Selski ulici v bližini Orl	46°0'16'	14°34'55'
44	Grivka	31.7.2012	ob avtocesti	46°0'7'	14°34'55'
45*	Grivka	31.7.2012	v bližini Srednje vasi, navzdol od mostička	46°0'4'	14°34'28'
8	Grivka	19.7.2012	Sela pri Rudniku	46°0'1'	14°34'9'
9*	Grivka	19.7.2012	Lavrica	45°59'55'	14°33'33'
46	Grivka	31.7.2012	v bližini Lavrice	45°59'49'	14°33'21'
25	Hruški potok	27.7.2012	v bližini Podpeči	45°58'34'	14°25'22'
76	Iščica (izliv v Ljubljanico)	14.5.2013	v bližini Rakove Jelše, ob Izanski cesti	46°1'22'	14°30'32'
52	Iška	31.7.2012	med Brestom in Tomišeljem	45°58'6'	14°28'49'
59	Iška	2.8.2012	v bližini vasi Lipe in ceste Črna vas	45°59'49'	14°28'15'
77	Iška (izliv v Ljubljanico)	14.5.2013	med Črno vasjo in vasjo Lipe	46°0'3'	14°28'10'
49	Izar	31.7.2012	ob cesti Pod Strahom	45°59'9'	14°33'17'

se nadaljuje

nadaljevanje

ŠT. LOKACIJE	IME VODE	DATUM	PODROBNEJŠA LEGA LOKACIJE	Z. ŠIRINA	Z. DOLŽINA
48	Izar	31.7.2012	ob Babnogoriški cesti	45°59'26'	14°32'50'
1	Izar	19.7.2012	v bližini Lavrice	45°59'40'	14°32'36'
10	Izar	19.7.2012	v bližini Joškovega štradona	46°0'6'	14°31'53'
51	Ižica	31.7.2012	v bližini Iga	45°58'8'	14°32'24'
75*	Jezero Rakovnik (iztok)	26.7.2012	v bližini Drage pri Igu	45°56'46'	14°32'37'
113	Jezero Rakovnik (iztok)	17.4.2013	v bližini Drage pri Igu	45°56'46'	14°32'39'
7	Kanal	19.7.2012	v bližini Dolenjske ceste pri Spodnjem Rudniku	46°0'56'	14°32'35'
14	Kanal	26.7.2012	V bližini je Pot na Plešivico	46°0'32'	14°24'15'
26	Kanal	27.7.2012	v bližini Podpeči	45°58'39'	14°25'29'
84	Kanal	14.5.2013	med Plešivico in vasjo Lipe, v bližini Ljubljance	45°59'24'	14°25'43'
85	Kanal	14.5.2013	Levo od lokacije 75	45°59'19'	14°25'10'
86	Kanal	14.5.2013	Desno od Notranjih Goric	45°59'15'	14°24'59'
21	Kanal - desni pritok Ljubljance	26.7.2012	v bližini Kamnika pod Krimom	45°57'58'	14°24'12'
22	Kanal - desni pritok Ljubljance	26.7.2012	v bližini Goričice pod Krimom	45°57'32'	14°22'17'
79	Kanal - desni pritok Ljubljance	14.5.2013	med vasjo Lipe in Podpečjo	45°59'8'	14°26'16'
3	Kanal – desno od Lahovega grabna	19.7.2012	v bližini avtoceste in Lahovega grabna	46°0'38'	14°32'22'
67	Kanal desno od Radne	20.7.2012	v bližini Brezovice pri Ljubljani	46°1'24'	14°25'54'
78	Kanal pri Kozlerju	14.5.2013	V bližini je vas Lipe	45°59'38'	14°27'2'
2	Kanal vzporeden s potokom Izar	19.7.2012	v bližini Črne poti	46°0'17'	14°32'0'
58	Kanal vzporeden z reko Iško	2.8.2012	V bližini sta vas Lipe in Iški morost	45°59'8'	14°28'34'
57	Kanal Zališka	2.8.2012	med Črno vasjo in Brestom, v bližini Iškega morosta	45°59'2'	14°29'14'
80	Kanal ki teče v Ljubljanico	14.5.2013	v bližini Podpeči	45°58'52'	14°25'48'

se nadaljuje

nadaljevanje

ŠT. LOKACIJE	IME VODE	DATUM	PODROBNEJŠA LEGA LOKACIJE	Z. ŠIRINA	Z. DOLŽINA
81	Kanal ki teče v Ljubljano	14.5.2013	v bližini Podpeči	45°58'55'	14°25'45'
82	Kušljanov graben	14.5.2013	med Podpečjo in Notranjimi Goricami	45°58'45'	14°25'8'
6	Lahov graben	19.7.2012	blizu industrijske cone Rudnik, čez avtocesto	46°0'53'	14°31'37'
23	Maharjev graben	27.7.2012	v bližini Goričice pod Krimom	45°57'53'	14°23'1'
24	Maharjev graben	27.7.2012	v bližini Goričice pod Krimom	45°58'6'	14°23'0'
29	Pekov graben	27.7.2012	v bližini Bevk	45°58'34'	14°21'4'
106	Podvin	25.6.2013	Gumnišče	45°58'18'	14°33'59'
50	Podvin	31.7.2012	v bližini Iga	45°58'17'	14°32'39'
63*	Potok Strahomer	28.8.2012	v bližini Strahomerja	45°56'23'	14°29'15'
111	Potok Strahomer	25.6.2013	v bližini Strahomerja	45°56'27'	14°29'16'
36	Pritok Borovniščiце	28.7.2012	v bližini Paka	45°56'29'	14°22'1'
47	Prošca	31.7.2012	v bližini Lavrice, zraven je Babnogoriška cesta	45°59'49'	14°33'19'
4	Prošca	19.7.2012	na levi strani od Lahovega grabna	46°0'42'	14°31'35'
5	Prošca	19.7.2012	na levi strani od Lahovega grabna	46°0'49'	14°31'22'
33	Prušnica	28.7.2012	v bližini Dražice	45°54'31'	14°22'31'
27	Radna	28.7.2012	v bližini Brezovice pri Ljubljani	46°1'50'	14°24'56'
66	Radna	20.7.2012	v bližini Brezovice pri Ljubljani	46°1'25'	14°25'35'
68*	Radna	20.7.2012	v bližini Brezovice pri Ljubljani	46°1'14'	14°25'57'
69*	Radna	20.7.2012	v bližini Brezovice pri Ljubljani	46°1'11'	14°26'0'
70*	Radna	20.7.2012	v bližini Brezovice pri Ljubljani	46°1'9'	14°26'2'
94	Radna	14.5.2013	severovzhodno od Vnanjih Goric	46°0'37'	14°26'8'
89	Radna	14.5.2013	v bližini Vnanjih Goric	46°0'8'	14°25'54'
90	Radna	14.5.2013	v bližini Vnanjih Goric	46°0'2'	14°25'59'

se nadaljuje

nadaljevanje

ŠT. LOKACIJE	IME VODE	DATUM	PODROBNEJŠA LEGA LOKACIJE	Z. ŠIRINA	Z. DOLŽINA
91	Radna	14.5.2013	v bližini Vnanjih Goric	45°59'40'	14°26'32'
92	Radna	14.5.2013	v bližini Ljubljanice	45°59'38'	14°26'39'
93	Radna – iztok v Ljubljanico	14.5.2013	tik ob izlivu v Ljubljanico	45°59'36'	14°6'47'
96	Ribnik Divjak	29.6.2012	Ribniki pri opekarni, med Vrhniko in Sinjo Gorico	45°58'11'	14°18'36'
105	Strajanov breg	25.6.2013	Dremlje	45°57'3'	14°35'18'
107	Strajanov breg	25.6.2013	med Zalogom pri Škofljici in Škofljico	45°58'18'	14°33'27'
62	Šalčkov graben	2.8.2012	v bližini Podkraja	45°58'34'	14°28'2'
61	Šalčkov graben	2.8.2012	ob cesti Lipe	45°58'57'	14°27'57'
60	Šalčkov graben	2.8.2012	v neposredni bližini ceste Črna vas in vasi Lipe	45°59'36'	14°27'44'
99	Tojnica	29.6.2012	V bližini je Sinja Gorica.	45°58'35'	14°18'42'
19	Veliki graben	26.7.2012	Vzdolž kanala poteka cesta Podplešivica.	45°59'9'	14°23'19'
18	Veliki graben	26.7.2012	Vzdolž kanala poteka cesta Podplešivica.	45°59'36'	14°22'45'
17	Veliki graben	26.7.2012	Vzdolž kanala poteka cesta Podplešivica.	45°59'55'	14°22'40'
16	Veliki graben	26.7.2012	Vzdolž kanala poteka cesta Podplešivica.	46°0'4'	14°22'38'
15	Veliki graben	26.7.2012	Vzdolž kanala poteka Pot na Plešivico.	46°0'32'	14°24'14'
37	Voščevka	28.7.2012	v bližini Goričice pod Krimom	45°57'28'	14°21'49'
56	Zidarjev graben	2.8.2012	v bližini Črne vasi	45°59'54'	14°29'16'
55	Zidarjev graben	2.8.2012	v bližini Črne vasi	46°0'11'	14°29'0'
100	Zrnica	29.6.2012	V bližini je Drenov Grič	45°59'31'	14°19'53'
30	Zrnica	27.7.2012	v bližini Blatne Brezovice	45°58'24'	14°20'40'
104	Želimeljščica	25.6.2013	Želimlje	45°55'49'	14°34'4'
102	Želimeljščica	25.6.2013	med Pijavo Gorico in Kremenico	45°56'39'	14°33'41'
109*	Želimeljščica	25.6.2013	med Zalogom pri Škofljici in Igom	45°57'47'	14°32'43'

Priloga B: Lokacije s podatki o vodotoku. Lokacije so razvrščene glede na ime vode po abecednem vrstnem redu. Vodotoki so razvrščeni od izvira proti izlivu. Simboli: pri polju **vonj**: "+"-voda smrdi, "-"-voda nima vonja; pri polju **RIBE**: "+"-ribe so opažene, "-"-ribe niso opažene; pri polju **ŠKRŽKI**: "+"-škržki so prisotni, "-"-niso prisotni, "L"-prisotne le lupine.

ŠT. LOKACIJE	IME VODE	VODA				BREŽINA		STRUGA	RIBE	ŠKRŽKI	OPOMBE
		pretok	globina	vonj	zaraslost	zaraslost	tip	substrat			
72	1. pritok v Podpeško jezero	počasen tok	majhna	-	majhna	velika	naravna	mulj	+	-	
73	2. pritok v Podpeško jezero	počasen tok	majhna	-	majhna	velika	naravna	blato	+	-	
98	1. ribnik	stoječa voda	velika	-	velika	majhna	naravna	mulj	+	-	<i>Radix ovata</i>
97	2. ribnik (iztok v Ljubljano)	počasen tok	majhna	-	majhna	majhna	umetna	mulj	-	-	
28	Bevški jarek	počasen tok	majhna	-	velika	majhna, velika	umetna, naravna	mulj, pesek	-	-	<i>Planorbis</i> sp., <i>Viviparus</i> sp.
20	Bevški jarek	stoječa voda	velika	-	velika	majhna, velika	naravna	mulj	-	-	
39	Bistra	počasen tok	majhna	-	majhna	velika	naravna	mulj	-	L	
40	Bistra	počasen tok	velika	-	majhna	velika	naravna	mulj, majhni kamni	-	-	
41	Bistra	počasen tok	velika	-	majhna	velika	naravna	glina, mulj	-	-	
32	Borovniščica	hiter tok	majhna	-	majhna	velika	naravna	majhni kamni	-	-	
34	Borovniščica	počasen tok	majhna	-	majhna	majhna	naravna	majhni kamni	-	-	
35	Borovniščica	počasen tok	majhna	-	majhna, velika	majhna	naravna	majhni kamni	-	-	
53	Borovniščica	počasen tok	majhna	-	/	majhna	naravna	majhni kamni	-	-	
54	Borovniščica	počasen tok	velika	+	majhna	velika	naravna	mulj	+	L	Gledal z batiskopom
38	Borovniščica	počasen tok	velika	-	majhna	velika	naravna	mulj	+	+	Gledal z batiskopom

se nadaljuje

nadaljevanje

ŠT. LOKACIJE	IME VODE	VODA				BREŽINA		STRUGA	RIBE	ŠKRŽKI	OPOMBE
		pretok	globina	vonj	zaraslost	zaraslost	tip	substrat			
101	Črna mlaka	hiter tok	velika	-	majhna	velika	naravna	glina, mulj	-	+	
31	Črna mlaka	hiter tok	velika	-	majhna	velika	naravna	glina, mulj	-	+	
110	Črna mlaka	hiter tok	velika	-	majhna	velika	naravna	glina, mulj	-	+	
64	Draščica (Veliki ribnik-iztok 1)	počasen tok	majhna	-	majhna	velika	naravna	mulj, majhni kamni	+	+	
112	Draščica (Veliki ribnik-iztok 2)	počasen tok	majhna	-	majhna	majhna	naravna	mulj, majhni kamni	-	-	
65	Draščica	počasen tok	majhna	-	majhna	velika	naravna	mulj	+	-	Včasih je bilo mnogo škržkov.
74	Draščica	hiter tok	majhna	-	majhna	velika	naravna	mulj, majhni kamni	+	+	
103	Dremavščica	počasen tok	majhna	-	majhna	velika	naravna	mulj, majhni kamni	-	-	
108	Dremavščica	hiter tok	majhna	-	velika	velika	naravna	mulj, majhni kamni	-	-	
11	Drobtinka	počasen tok	majhna	-	majhna	majhna	umetna, naravna	pesek	-	-	Na 200 m dolžine so 3 jezovi.
12	Drobtinka	počasen tok	majhna	-	velika	majhna	naravna	pesek	+	-	Pod mostom struga betonska, nato naravna.
13	Drobtinka	počasen tok	majhna	-	majhna	velika	naravna	mulj	-	-	

se nadaljuje

nadaljevanje

ŠT. LOKACIJE	IME VODE	VODA				BREŽINA		STRUGA	RIBE	ŠKRŽKI	OPOMBE
		pretok	globina	vonj	zaraslost	zaraslost	tip	substrat			
71	Drobtinka	počasen tok	majhna	-	majhna	velika	naravna	mulj	-	-	Potencialni habitat za škržka.
87	Drobtinka	hiter tok	majhna	+	majhna	majhna	umetna	veliki kamni	-	-	
83	Drobtinka	počasen tok	majhna	-	velika	velika	naravna	mulj	-	-	
88	Drobtinka	počasen tok	majhna	-	velika	velika	naravna	mulj	-	-	
95	Gmajnarji	stoječa voda	majhna	-	velika	velika	naravna	mulj	-	-	15 let nazaj je bil še ribnik, po Vodarni Brest je voda v ribniku padla.
42	Grivka	počasen tok	majhna	-	majhna	majhna	naravna	mulj, majhni kamni	-	-	
43	Grivka	počasen tok	majhna	-	majhna	velika	naravna	mulj, pesek, majhni kamni	+	-	
44	Grivka	počasen tok	majhna	-	majhna	velika	naravna	mulj	-	-	
45	Grivka	počasen tok	majhna	-	majhna	velika	naravna	mulj	+	+	Prisotnost rakov
8	Grivka	stoječa voda, počasen tok	majhna	-	majhna	majhna	naravna	mulj	-	-	20 let nazaj naj bi školjke še bile prisotne, danes le polži in žabe.

se nadaljuje

nadaljevanje

ŠT. LOKACIJE	IME VODE	VODA				BREŽINA		STRUGA	RIBE	ŠKRŽKI	OPOMBE
		pretok	globina	vonj	zaraslost	zaraslost	tip	substrat			
9	Grivka	hiter tok	majhna, velika	-	majhna	majhna	umetna	mulj, majhni kamni	-	+	15.4.2013 šel spet pogledat, a škržkov nisem videl; voda umazana (naftni madeži na površini)
46	Grivka	počasen tok	majhna	-	velika	majhna	naravna	mulj, majhni kamni	+	-	
25	Hruški potok	počasen tok	majhna, velika	-	majhna	velika	naravna	mulj, majhni kamni	+	-	
76	Iščica (izliv v Ljubljano)	hiter tok	velika	-	majhna	velika	naravna	mulj	-	-	<i>Viviparus</i> sp. (odrasli in juv.), <i>Physa</i> sp., <i>Lymnaea</i> sp.
52	Iška	/	/	/	/	velika	naravna	majhni kamni, umetni materiali	/	-	
59	Iška	počasen tok	velika	-	majhna	majhna	naravna	majhni kamni	+	-	
77	Iška (izliv v Ljubljano)	hiter tok	velika	-	majhna	velika	naravna	mulj, pesek, veliki kamni	+	-	Del Iške poleti že nekaj let zapored presahne

se nadaljuje

nadaljevanje

ŠT. LOKACIJE	IME VODE	VODA				BREŽINA		STRUGA	RIBE	ŠKRŽKI	OPOMBE
		pretok	globina	vonj	zaraslost	zaraslost	tip	substrat			
49	Izar	počasen tok	velika	-	majhna	velika	naravna	mulj	-	-	Ustno-Alojz Primc pravi, da so škržki tam včasih bili, nato so speljali kanalizacijo iz Škofljice
48	Izar	počasen tok	velika	-	majhna, velika	majhna, velika	naravna	mulj	+	-	
1	Izar	stoječa voda	velika	-	velika	majhna	naravna	mulj	-	-	
10	Izar	počasen tok	velika	-	velika	majhna	naravna	mulj	-	-	
51	Ižica	hiter tok	velika	-	velika	velika	naravna	glina, majhni kamni	-	-	Gledal z batiskopom.
75	Jezero Rakovnik (iztok)	počasen tok	majhna	-	majhna	velika	naravna	mulj	-	+	
113	Jezero Rakovnik (iztok)	počasen tok	majhna	-	majhna	velika	naravna	mulj	-	-	
7	Kanal	počasen tok	majhna	+	majhna	majhna	umetna	mulj, majhni kamni, umetni materiali	-	-	
14	Kanal	počasen tok	velika	-	majhna	velika	naravna	mulj	-	-	Potencial za škržka.
26	Kanal	/	/	/	/	velika	naravna	/	/	-	
84	Kanal	stoječa voda	majhna	-	majhna	velika	naravna	mulj	-	-	

se nadaljuje

nadaljevanje

ŠT. LOKACIJE	IME VODE	VODA				BREŽINA		STRUGA	RIBE	ŠKRŽKI	OPOMBE
		pretok	globina	vonj	zaraslost	zaraslost	tip	substrat			
85	Kanal	počasen tok	majhna	-	majhna	velika	naravna	mulj	+	-	
86	Kanal	počasen tok	majhna	-	majhna	velika	naravna	mulj	-	-	
21	Kanal-desni pritok Ljubljanice	počasen tok	majhna	-	majhna	velika	naravna	mulj	-	-	
22	Kanal-desni pritok Ljubljanice	stoječa voda	majhna	-	majhna	velika	naravna	mulj	+	-	
79	Kanal-desni pritok Ljubljanice	počasen tok	majhna	-	velika	velika	naravna	mulj	-	-	
3	Kanal desno od Lahovega grabna	stoječa voda	majhna	-	velika	velika	naravna	mulj	-	-	
67	Kanal desno od Radne	počasen tok	majhna	-	velika	majhna	umetna, naravna	mulj, majhni kamni	-	-	
78	Kanal pri Kozlerju	počasen tok	majhna	-	velika	velika	naravna	mulj	-	-	
2	Kanal vzporeden s potokom Izar	stoječa voda	majhna	-	velika	majhna	naravna	mulj	-	-	
58	Kanal vzporeden z reko Iško	počasen tok	velika	-	majhna	velika	naravna	mulj	+	-	
57	Kanal Zališka	počasen tok	majhna	-	velika	velika	naravna	mulj, majhni kamni	+	-	
80	Kanal ki teče v Ljubljanico	počasen tok	velika	-	majhna	velika	naravna	mulj	-	-	<i>Viviparus</i> sp. (odrasli in juv.), <i>Planorbarius</i> sp.
81	Kanal ki teče v Ljubljanico	hiter tok	velika	-	velika	velika	naravna	mulj	-	-	
82	Kušljanov graben	počasen tok	velika	-	velika	majhna	naravna	mulj	-	-	<i>Viviparus</i> sp., <i>Planorbarius</i> sp., <i>Lymnaea</i> sp.

se nadaljuje

nadaljevanje

ŠT. LOKACIJE	IME VODE	VODA				BREŽINA		STRUGA	RIBE	ŠKRŽKI	OPOMBE
		pretok	globina	vonj	zaraslost	zaraslost	tip	substrat			
6	Lahov graben	stoječa voda	majhna	-	majhna	velika	naravna	mulj	-	-	
23	Maharjev graben	počasen tok	majhna	-	majhna, velika	velika	naravna	mulj	-	-	
24	Maharjev graben	počasen tok	majhna	-	velika	velika	naravna	mulj	-	-	
29	Pekov graben	stoječa voda	majhna	-	velika	majhna, velika	naravna	mulj	-	-	
106	Podvin	počasen tok	velika	-	majhna	velika	naravna	glina, majhni kamni	-	-	
50	Podvin	počasen tok	velika	-	velika	majhna	naravna	mulj	+	-	
63	Potok Strahomer	počasen tok	majhna	-	majhna	velika	naravna	mulj	+	+	
111	Potok Strahomer	počasen tok	majhna	-	velika	velika	naravna	mulj, majhni kamni	-	-	
36	Pritok Borovniščice	počasen tok	majhna	-	majhna	velika	naravna	mulj, majhni kamni	+	-	
47	Prošca	počasen tok	majhna	-	velika	majhna	naravna	mulj	-	-	
4	Prošca	stoječa voda	majhna	-	velika	velika	naravna	mulj	-	-	
5	Prošca	počasen tok	majhna	-	majhna	majhna	naravna	mulj	-	-	
33	Prušnica	hiter tok	majhna	-	majhna	majhna, velika	naravna	majhni kamni	-	-	

se nadaljuje

nadaljevanje

ŠT. LOKACIJE	IME VODE	VODA				BREŽINA		STRUGA	RIBE	ŠKRŽKI	OPOMBE
		pretok	globina	vonj	zaraslost	zaraslost	tip	substrat			
27	Radna	počasen tok	majhna	-	majhna	velika	naravna	pesek, majhni kamni	-	-	Prisotnost rakov
66	Radna	počasen tok	majhna	-	majhna	velika	naravna	mulj, umetni materiali	+	-	
68	Radna	počasen tok	majhna	-	majhna	velika	naravna	mulj	+	+	
69	Radna	počasen tok	majhna	-	majhna	velika	naravna	mulj	+	+	
70	Radna	počasen tok	majhna	-	majhna	velika	naravna	mulj	+	+	
94	Radna	počasen tok	majhna	-	velika	velika	umetna, naravna	mulj, pesek, majhni kamni	-	-	
89	Radna	počasen tok	majhna	-	velika	velika	naravna	mulj	-	-	<i>Planorbarius</i> sp.
90	Radna	počasen tok	majhna	-	velika	velika	naravna	mulj	-	-	
91	Radna	počasen tok	majhna	-	velika	velika	naravna	mulj	-	-	
92	Radna	počasen tok	majhna	-	velika	velika	naravna	mulj	-	-	
93	Radna - iztok v Ljubljano	počasen tok	majhna	-	velika	velika	naravna	mulj	+	-	
96	Ribnik Divjak	stoječa voda	velika	-	velika	majhna	naravna	mulj	+	-	
105	Strajanov breg	počasen tok	majhna	-	majhna	velika	naravna	pesek, majhni kamni	-	-	

se nadaljuje

nadaljevanje

ŠT. LOKACIJE	IME VODE	VODA				BREŽINA		STRUGA	RIBE	ŠKRŽKI	OPOMBE
		pretok	globina	vonj	zaraslost	zaraslost	tip	substrat			
107	Strajanov breg	hiter tok	velika	-	velika	velika	naravna	glina, majhni kamni	-	-	
62	Šalčkov graben	stoječa voda	majhna	-	velika	majhna, velika	naravna	mulj	+	-	
61	Šalčkov graben	stoječa voda	majhna	-	velika	majhna, velika	naravna	mulj	+	-	
60	Šalčkov graben	stoječa voda	majhna	-	velika	velika	naravna	mulj	-	-	
99	Tojnica	počasen tok	velika	-	velika	velika	naravna	mulj	-	-	
19	Veliki graben	stoječa voda	majhna	-	majhna, velika	majhna	naravna	mulj	-	-	
18	Veliki graben	stoječa voda	majhna	-	majhna, velika	majhna	naravna	mulj	-	-	
17	Veliki graben	stoječa voda	majhna	-	majhna, velika	majhna	naravna	mulj	-	-	
16	Veliki graben	stoječa voda	majhna	-	majhna, velika	majhna	naravna	mulj	-	-	
15	Veliki graben	stoječa voda	majhna	-	majhna, velika	majhna	naravna	mulj	-	-	
37	Voščevka	počasen tok	majhna	-	majhna	velika	naravna	majhni kamni	-	-	
56	Zidarjev graben	počasen tok	majhna	-	velika	velika	naravna	mulj	+	-	
55	Zidarjev graben	počasen tok	majhna	-	velika	velika	naravna	mulj	-	-	

se nadaljuje

nadaljevanje

ŠT. LOKACIJE	IME VODE	VODA				BREŽINA		STRUGA	RIBE	ŠKRŽKI	OPOMBE
		pretok	globina	vonj	zaraslost	zaraslost	tip	substrat			
100	Zrnica	stoječa voda, počasen tok	majhna	+	velika	velika	naravna	mulj, pesek	-	-	
30	Zrnica	stoječa voda, počasen tok	majhna	-	velika	majhna	naravna	mulj	-	-	<i>Planorbis</i> sp., <i>Lymnaea</i> sp.
104	Želimeľjščica	hiter tok	velika	-	majhna	velika	naravna	majhni kamni	-	-	
102	Želimeľjščica	hiter tok	majhna	-	majhna	velika	naravna	pesek, majhni kamni	-	-	
109*	Želimeľjščica	hiter tok	velika	-	velika	velika	naravna	mulj, majhni kamni	-	+	