

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Ali ŠALAMUN

**EKOLOGIJA IN RAZŠIRJENOST
VELIKEGA STUDENČARJA
(*Cordulegaster heros*)
(Odonata: Cordulegastridae)
V SLOVENIJI**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Ali ŠALAMUN

**EKOLOGIJA IN RAZŠIRJENOST VELIKEGA STUDENČARJA
(*Cordulegaster heros*) (Odonata: Cordulegastridae) V SLOVENIJI**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**ECOLOGY AND DISTRIBUTION OF BALKAN GOLDENRING
(*Cordulegaster heros*) (Odonata: Cordulegastridae) IN SLOVENIA**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2016

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija biologije na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani. Opravljeno je bilo na Katedri za zoologijo Oddelka za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za biologijo je 16. 5. 2013 odobrila predlagano temo in za mentorja imenovala izr. prof. dr. Rudija Verovnika in za recenzenta izr. prof. dr. Davorina Tometa.

Komisija za oceno in zagovor:

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

Član: izr. prof. dr. Rudi VEROVNIK, mentor
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Član: izr. prof. dr. Davorin TOME
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Datum zagovora: 23. september 2016

Podpisani izjavljam, da je naloga rezultat lastnega raziskovalnega dela. Izjavljam, da je elektronski izvod identičen tiskanemu. Na univerzo neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravici shranitve avtorskega dela v elektronski obliki in reproduciranja ter pravico omogočanja javnega dostopa do avtorskega dela na svetovnem spletu preko Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete.

Ali Šalamun

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	DK UDK 595.733(043.2)
KG	<i>Corudlegaster heros</i> /veliki studenčar/razširjenost/ekologija
AV	ŠALAMUN, Ali
SA	VEROVNIK, Rudi (mentor)/TOME, Davorin (recenzent)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo
LI	2016
IN	EKOLOGIJA IN RAZŠIRJENOST VELIKEGA STUDENČARJA (<i>Cordulegaster heros</i>) (Odonata: Cordulegastridae) V SLOVENIJI
TD	Diplomsko delo (Univerzitetni študij)
OP	XI, 65 str., 14 pregl., 28 sl., 94 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Taksonomija in biologija vrst rodu studenčarji (<i>Cordulegaster</i> sp.) je dokaj slabo poznana. V Sloveniji živita dve vrsti rodu, veliki in povirni studenčar (<i>C. heros</i> in <i>C. bidentata</i>). Veliki studenčar, endemit jugovzhodne Evrope, je bil opisan šele leta 1979. Kot vrsta z Direktive o habitatih ima velik naravovarstveni pomen. Namen diplomske naloge je bil zbrati vse podatke o razširjenosti in ekologiji velikega studenčarja v Sloveniji ter jih analizirati. Zbrali smo 1.419 podatkov z 991 lokalitet, 946 lokalitet z natančnimi koordinatami smo uporabili za analizo. Habitat velikega studenčarja so le osenčeni potoki na nižjih nadmorskih višinah do 500 m (max. 773 m), z blagim naklonom med 0,5° in 12° (max. 27°). Zaradi obsežne vodne mreže in razgibanega reliefa je v Sloveniji veliko potencialnih habitatov, ki jih ta vrsta v veliki meri tudi naseljuje in je zato pogosta. Na njegovo razširjenost, na podlagi analize s programom MaxEnt, poleg prisotnosti vode vplivajo še nadmorska višina, naklon, prisotnost gozda in pedološka podlaga. Zadnja levitev ličink poteka od sredine maja do začetka avgusta, odrasli letajo še do konca septembra, z viškom od junija do začetka avgusta. Vključenost velikega studenčarja v omrežje Natura 2000 v Sloveniji je zadostna, stanje je možno izboljšati z vključitvijo vrste v dodatna že obstoječa območja omrežja Natura 2000. Poznavanje razširjenosti v Sloveniji je ustrezno, potrebne pa so dodatne raziskave velikosti populacij in ekologije vrste.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Dn
 DC DC UDC 595.733(043.2)
 CX *Cordulegaster heros*/Balkan Goldenring/distribution/ecology
 AU ŠALAMUN, Ali
 AA VEROVNIK, Rudi (supervisor)/TOME, Davorin (reviewer)
 PP SI-1001 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
 PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Biology
 PY 2016
 TI ECOLOGY AND DISTRIBUTION OF BALKAN GOLDENRING (*Cordulegaster heros*) (Odonata: Cordulegastridae) IN SLOVENIA
 DT Graduation Thesis (University studies)
 NO XI, 65 p., 14 tab., 28 fig., 94 ref.
 LA sl
 AL sl/en
 AB Goldenrings' (*Cordulegaster* sp.) taxonomy and biology are relatively poorly known. Two species of the ordo are present in Slovenia, Balkan and Sombre Goldenring (*C. heros*, *C. bidentata*). Balkan Goldenring, endemic to southeast Europe, was described only in 1979. As Habitats Directive species it is important for nature conservation. The aim of the graduation thesis was to collect and analyse all available data on distribution and ecology of Balkan Goldenring in Slovenia. 1.419 records from 991 localities were collected and data from 946 localities with exact locations was used for the analysis. Balkan Goldenring is a lowland species, living in small shaded streams up to 500 m a.s.l. (max. 773 m), with a gentle slope between 0.5° and 12° (max. 27°). Due to extensive stream network and mostly hilly landscape a multitude of potential habitats is present. As Balkan Goldenring inhabits most of them, it is a common species. According to MaxEnt distribution model, presence of water, elevation, slope, presence of forests and pedology are determining ecological variables. Emergence takes place from mid-May to the beginning of August, with adults on the wing until the end of September, peaking in June and July. Coverage of the species by the Natura 2000 network is adequate but could be improved with inclusion of Balkan Goldenring to some existing sites. Distribution of the species in Slovenia is well known, while knowledge on populations and ecology of the species is still poor and further research is needed.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	VIII
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 BIOLOGIJA IN EKOLOGIJA KAČJIH PASTIRJEV	2
2.2 BIOLOGIJA IN EKOLOGIJA VELIKEGA STUDENČARJA	4
2.2.1 Splošno o studenčarjih (<i>Cordulegaster</i> sp.).....	4
2.2.2 Opis vrste veliki studenčar <i>Cordulegaster heros</i> Theischinger, 1979.....	5
2.2.3 Razširjenost velikega studenčarja.....	8
2.2.4 Ekologija velikega studenčarja	9
2.2.5 Zgodovina raziskav velikega studenčarja v Sloveniji	14
2.2.6 Ogroženost in varstvo velikega studenčarja	15
3 MATERIAL IN METODE	16
3.1 OBMOČJE RAZISKAVE	16
3.2 PODATKI IN PODATKOVNA ZBIRKA.....	17
3.3 ANALIZA PODATKOV	18
3.3.1 Izdelava modela razširjenosti s programom MaxEnt.....	18
4 REZULTATI.....	20
4.1 ZBRANI PODATKI O VELIKEM STUDENČARJU	20
4.2 RAZŠIRJENOST VELIKEGA STUDENČARJA V SLOVENIJI.....	22
4.2.1 Pregled časovnega napredka poznavanja razširjenosti velikega studenčarja.	22
4.2.2 Opis razširjenosti velikega studenčarja v Sloveniji.....	24
4.3 EKOLOGIJA VELIKEGA STUDENČARJA	26
4.3.1 Tip habitata	26
4.3.2 Odrasli osebki (imagi)	27
4.3.3 Fenologija	29
4.3.4 Potrditev razvoja in opažanja ličink.....	30
4.3.5 Višinska razporeditev	31
4.3.6 Naklon.....	35
4.3.7 Geologija in pedologija.....	36
4.3.8 Raba tal.....	39
4.3.9 Simpatrične vrste.....	40

4.4 MODEL RAZŠIRJENOSTI.....	42
4.5 VARSTVO	44
5 RAZPRAVA IN SKLEPI.....	47
5.1 RAZŠIRJENOST VELIKEGA STUDENČARJA.....	47
5.2 BIOLOGIJA VELIKEGA STUDENČARJA.....	50
5.2.1 Imagi, ličinke in fenologija.....	50
5.2.2 Ekološki dejavniki	51
5.2.3 Simpatrične in sorodne vrste	52
5.3 OGROŽENOST IN VARSTVO	53
5.4 SKLEPI.....	55
6 POVZETEK.....	57
7 VIRI	59

ZAHVALA

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Razredi natančnosti lokalitet, uporabljeni v podatkovni zbirki.....	17
Preglednica 2: Razporeditev lokalitet velikega studenčarja (<i>Cordulegaster heros</i> ; Ch) po makro (<i>izpisane ležeče</i>) in mezo regijah Slovenije (Perko in Orožen Adamič 2001).	26
Preglednica 3: Tip habitata vseh lokalitet velikega studenčarja (<i>Cordulegaster heros</i>) in lokalitet z razvojnimi fazami (lrf).	27
Preglednica 4: Število osebkov in popisov imagov velikega studenčarja (<i>Cordulegaster heros</i>). max. osebkov: največje število osebkov med posameznim popisom.....	29
Preglednica 5: Število ličink, najdenih med namenskimi popisi velikega studenčarja (<i>Cordulegaster heros</i>), glede na statistične mejnike.....	31
Preglednica 6: Višinska razporeditev lokalitet velikega studenčarja (<i>Cordulegaster heros</i>) glede na statistične mejnike.	32
Preglednica 7: Naklon lokalitet velikega studenčarja (<i>Cordulegaster heros</i>) glede na statistične mejnike.	35
Preglednica 8: Razporeditev lokalitet velikega studenčarja (<i>Cordulegaster heros</i> ; Ch) glede na geološko podlago.	36
Preglednica 9: Razporeditev lokalitet velikega studenčarja (<i>Cordulegaster heros</i>) glede na pedološko podlago.	37
Preglednica 10: Razporeditev lokalitet velikega studenčarja (<i>Cordulegaster heros</i>) glede na rabo tal (MKGP 2016). slo: odstotek (%) tipa rabe tal v Sloveniji, heros: odstotek (%) lokalitet velikega studenčarja.....	39
Preglednica 11: Vrste kačjih pastirjev, ki se pojavljajo skupaj z velikim studenčarjem (<i>Cordulegaster heros</i>), ter pogostost najdb.....	40
Preglednica 12: Delež drugih skupin vodnih živali, ki se najpogosteje pojavljajo skupaj z velikim studenčarjem (<i>Cordulegaster heros</i>).	41
Preglednica 13: Uporabljeni podatkovni sloji in z programom MaxEnt izračunanim prispevnim deležem posameznega sloja uporabljenega v modelu razširjenosti.	42
Preglednica 14: Posebna ohranitvena območja SAC omrežja Natura 2000 za velikega studenčarja (<i>Cordulegaster heros</i>) v Sloveniji ter delež v njih vključenih lokalitet te vrste.....	44

KAZALO SLIK

Slika 1: Samec velikega studenčarja (<i>Cordulegaster heros</i>) (foto A. Šalamun).....	5
Slika 2: Ličinka velikega studenčarja (<i>Cordulegaster heros</i>) (foto M. Podgorelec).	7
Slika 3: Svetovna razširjenost velikega studenčarja (<i>Cordulegaster heros</i>) na mreži UTM 50. Rdeče pike so najdbe pred letom 1990, modre od 1990 naprej (Boudot in Kalkman 2015).....	8
Slika 4: Samica velikega studenčarja (<i>Cordulegaster heros</i>) med odlaganjem jajčec (foto A. Šalamun)	10
Slika 5: Relief Slovenije, barve ponazarjajo nadmorske višine, ter vodna mreža.....	16
Slika 6: Časovna struktura podatkov o pojavljanju velikega studenčarja (<i>Cordulegaster heros</i>) v Sloveniji.	20
Slika 7: Natančnost lokalitet velikega studenčarja (<i>Cordulegaster heros</i>) v Sloveniji.	21
Slika 8: Znana razširjenost velikega studenčarja (<i>Cordulegaster heros</i>) v Sloveniji leta 1997, ob izidu Atlasa kačjih pastirjev Slovenije (Kotarac 1997).....	22
Slika 9: Znana razširjenost velikega studenčarja (<i>Cordulegaster heros</i>) v Sloveniji leta 2003, po pripravi strokovnih izhodišč za vzpostavitev omrežja Natura 2000 (Kotarac in sod. 2003).....	23
Slika 10: Znana razširjenost velikega studenčarja (<i>Cordulegaster heros</i>) v Sloveniji (stanje 1. 5. 2016).	24
Slika 11: Lokalitete velikega studenčarja (<i>Cordulegaster heros</i>) glede na makro in submakro regije v Sloveniji (po Perko in Orožen Adamič 2001).....	25
Slika 12: Tipi habitatov, v katerih je bil najden veliki studenčar (<i>Cordulegaster heros</i>). ..	27
Slika 13: Najdbe odraslih osebkov (imagov) in ostalih stadijev velikega studenčarja (<i>Cordulegaster heros</i>) v Sloveniji.....	28
Slika 14: Fenogram popisov imagov in levov velikega studenčarja (<i>Cordulegaster heros</i>) po mesečnih dekadah ter število vseh popisov kačjih pastirjev.	30
Slika 15: Kumulativni delež števila najdenih ličink velikega studenčarja (<i>Cordulegaster heros</i>) na lokaliteto.....	31
Slika 16: Razporeditev lokalitet velikega studenčarja (<i>Cordulegaster heros</i>) po 100-metrskih višinskih razredih.	32
Slika 17: Primerjava razporeditve lokalitet velikega studenčarja (<i>Cordulegaster heros</i>), odstotka površine Slovenije ter odstotka dolžine tekočih vod po 100 m razredih nadmorske višine.....	33
Slika 18:Število ličink velikega studenčarja (<i>Cordulegaster heros</i>) na lokalitetah in njihova nadmorska višina.....	34
Slika 19: Povprečje števila ličink velikega studenčarja (<i>Cordulegaster heros</i>) na lokaliteto po 100-metrskih višinskih pasovih.	34
Slika 20: Naklon lokalitet velikega studenčarja (<i>Cordulegaster heros</i>) po izbranih razredih.	35
Slika 21: Razporeditev lokalitet z najdbami in brez najdb velikega studenčarja (<i>Cordulegaster heros</i>) glede na nadmorsko višino in naklon.	36

Slika 22. Lokalitete velikega studenčarja (<i>Cordulegaster heros</i>) glede na geološko podlago.....	37
Slika 23. Lokalitete velikega studenčarja (<i>Cordulegaster heros</i>) glede na pedološko podlago.....	38
Slika 24: Rezultat enega vzorčenja v potoku Lemovšček pri Stari Gori: ličinke velikega studenčarja (<i>Cordulegaster heros</i>), mlad koščeneč (<i>Austropotamobius pallipes</i>) ter ličinka močerada (<i>Salamandra salamandra</i>) (foto Ali Šalamun, 8. 6. 2010).....	41
Slika 25: Model razširjenosti velikega studenčarja (<i>Cordulegaster heros</i>) v Sloveniji. Verjetnost pojavljanja vrste narašča od 0 do 1.....	43
Slika 26: Model razširjenosti z znanimi lokalitetami velikega studenčarja (<i>Cordulegaster heros</i>) v Sloveniji. Verjetnost pojavljanja vrste narašča od 0 do 1.....	43
Slika 27: Natura 2000 območja za velikega studenčarja (<i>Cordulegaster heros</i>) ter razporeditev lokalitet vrste znotraj in zunaj teh območij.....	45
Slika 28: Največja skupno število osebkov velikega studenčarja (<i>Cordulegaster heros</i>) na lokalitetah ter vključenost v SAC območja vrste.....	46

1 UVOD

Čeprav je veliki studenčar (*Cordulegaster heros*) največji med v Evropi živečimi kačjimi pastirji, je bil opisan šele leta 1979. V senci gozdnih potokov, ob katerih živi, deluje izrazit črno-rumen vzorec kriptično. Pogosto se zato zgodi, da našo pozornost pritegne šelestenje kril, še preden uspemo zagledati bližajočega se samca. Na videz značilen vzorec je dolgo zavajal tudi odonatologe, zato taksonomija rodu še vedno ni popolnoma znana. Od sedmih evropskih vrst studenčarjev v Sloveniji živita dve, poleg velikega še povirni studenčar (*C. bidentata*). Podobno kot taksonomija je tudi biologija rodu, predvsem vzhodnih vrst, med katere sodi tudi veliki studenčar, za kačje pastirje dokaj slabo poznana. Areal velikega studenčarja (v angleščini poimenovanega Balkan goldenring) je za tako veliko in mobilno vrsto majhen, saj je endemit jugovzhodne Evrope. Veliki studenčar je tako v Evropi kot v Sloveniji zaščiten, kot vrsti z Direktive o habitatih mu je bil tudi formalno priznan velik naravovarstveni pomen. Služi kot bioindikatorska vrsta pri prepoznavanju in ohranjanju specifičnih habitatov.

Po dosedanjih raziskavah je velik del vseh najdišč vrste prav v Sloveniji. Večina raziskav velikega studenčarja pri nas je bila narejena zgolj za ugotavljanje prisotnosti, le deloma tudi številčnosti ličink in drugih parametrov, medtem ko celovita študija ekologije za celo državo še ni bila narejena. Prav zaradi slabše raziskanosti in velikega naravovarstvenega pomena smo velikega studenčarja izbrali za objekt naše raziskave. Zbrali smo podatke o njegovem pojavljanju in jih analizirali. Ugotavljali smo razširjenost vrste v Sloveniji, ocenili ali je ta dobro znana, ter ali obstajajo območja, kjer še lahko pričakujemo najdbe velikega studenčarja. Analizirali smo tudi podatke o pojavljanju velikega studenčarja glede na habitate, čas pojavljanja in različne okoljske dejavnike, kot so nadmorska višina, naklon, raba tal, geološka in pedološka podlaga ter ugotavljali, kaj od tega pomembno vpliva na razširjenost vrste pri nas. Znano razširjenost smo primerjali tudi z obstoječimi območji varstva omrežja Natura 2000 in preverili, ali ta zadostujejo za varovanje velikega studenčarja v Sloveniji.

Delovne hipoteze so bile:

- Razširjenost velikega studenčarja v Sloveniji ni enakomerna in je povezana z različnimi abiotičnimi dejavniki kot so naklon, nadmorska višina in prisotnost ustreznih vodotokov.
- Habitat velikega studenčarja so predvsem nižinski gozdni potoki.
- Razširjenost velikega studenčarja v Sloveniji je dobro poznana, zato ne pričakujemo velikega števila dodatnih najdb na območjih, kjer vrsta do sedaj še ni bila opažena.
- Vključenost velikega studenčarja v območja Natura 2000 v Sloveniji je zadostna.

2 PREGLED OBJAV

2.1 BIOLOGIJA IN EKOLOGIJA KAČJIH PASTIRJEV

Kačji pastirji (Odonata) so plenilske žuželke z nepopolno preobrazbo. Ličinke živijo v vodi, odrasli so odlični letalci. Predhodniki sodobnih kačjih pastirjev, Protodonata, so se pojavili že pred več kot 300 milijoni let v zgornjem karbonu. Sodobni kačji pastirji so monofiletska skupina, tradicionalno razdeljena v tri podredove: enakokrile kačje pastirje (Zygoptera), raznokrile kačje pastirje (Anisoptera) ter prakrile kačje pastirje (Anisozygoptera). Večina od skoraj 6000 znanih recentnih vrst sodi v prvi dve monofiletski skupini, prakrili kačji pastirji pa so parafiletska skupina z večinoma fosilnimi vrstami in le dvema recentnima, v Aziji živečima vrstama enega rodu (Rehn 2003, Hövöller 2006, Dijkstra in Kalkman 2012). V Evropi po zadnjih podatkih živi 143 vrst kačjih pastirjev, od katerih je 72 vrst znanih iz Slovenije (Boudot in Kalkman 2015).

Zaradi izvornosti skupine so splošne značilnosti žuželčje zgradbe pri kačjih pastirjih jasno vidne. Večino glave odraslega osebk (imaga) zasedajo velike fasetne oči, ki so pri raznokrilih kačjih pastirjih jasno ločene, pri raznokrilih pa zasedajo tudi zgornji del glave in se pri večini vrst stikajo. Na čelu imajo tudi tri ocele. Oprsje je iz treh členov s parom nog na vsakem, na zadnjih dveh imajo še po par kril. Ta so si pri enakokrilih podobna, pri počitku jih lahko zložijo nad zadkom ali držijo rahlo razprta. Pri raznokrilih kačjih pastirjih je zadnji par na bazi močno razširjen, med počitkom ostanejo krila razprta. Zadek je sestavljen iz desetih členov. Na spodnji strani drugega in tretjega člena imajo samci sekundarni spolni aparat, posebnost kačjih pastirjev. Zadek enakokrilih kačjih pastirjev je tanek in cilindričen, pri raznokrilih je večji in različno oblikovan: cilindričen, vretenast, v celoti ali deloma sploščen z bočnimi odebelitvami. Na splošno so raznokrili kačji pastirji večji in robustnejši.

Razlika med enakokrili in raznokrili kačjimi pastirji je opazna tudi pri ličinkah (larvah). Ličinke prvih so manjše, vretenaste, na koncu zadka imajo 3 listaste priveske, prepredene z vzdušnicami, ki so pomembne pri sprejemanju kisika iz vode. Ličinke raznokrilih kačjih pastirjev so večje, bolj čokate in sploščene ter brez zadkovih priveskov. Za dihanje uporabljajo razvejan sistem vzdušnic v zadku, imenovan rektalne škrge. Sistem pride prav tudi za premikanje, predvsem beg, saj s hitrim iztiskom vode iz zadka deluje kot reaktivni pogon. Skupna lastnost vseh kačjepastirskih ličink je lovilna krinka, v iztegljive klešče preoblikovana spodnja ustna (labium), s katero lovijo plen. Pri tem niso izbirčne, pojejo vse, kar ni preveliko. Ličinke rastejo z več levitvami, glede na vrsto in pogoje je levitev od 8 do 18. Zadnja levitev poteka na kopnem. Ličinka ponoči ali zgodaj zjutraj zapusti vodo in se oprime primerne podlage. Zaradi pritiska hemolimfe hitinjača na hrbtu in glavi počiva in odrasel osebek ali imago počasi zleze iz leva (exuviae). Sveže preobraženi osebki postopoma raztegne krila in počaka, da se krila in telo posušijo, šele nato lahko opravi prvi, deviški let. Proces od trenutka, ko ličinka zapusti vodo do prvega leta traja nekaj ur. Celoten razvoj od jajčec do odraslih traja od nekaj mesecev do več let, odvisno od vrste in zunanjih dejavnikov. Smrtnost je v tem času zelo velika, večinoma preživi manj

kot 10 % iz jajčec razvitih ličink, pogosto tudi manj kot 1 %. Glavni predatorji ličink so ribe, sledijo drugi vretenčarji ter večji vodni plenilski nevretenčarji, tudi sami kačji pastirji.

Sveže preobraženi osebki večinoma odletijo stran od vode in se vrnejo, ko spolno dozori, kar traja od par dni do več tednov, spet odvisno od vrste in okoljskih dejavnikov. V tem obdobju kutikula in krila dokončno otrdijo, telo se obarva v vrstno specifične barve in vzorce. Subadultni osebki veliko časa porabijo za prehranjevanje, pri katerem se zanašajo predvsem na odličen vid ter izredne letalske sposobnosti. Plen zagrabijo z nogami, ki zaradi nagnjenih členov oprsja segajo naprej pod glavo in skupaj z močnimi ščetinami tvorijo košaro. V njej zadržijo plen, ki ga razkosajo z močnimi čeljustmi.

Spolno zreli osebki se vrnejo k vodnim habitatom, kjer samci med čakanjem na samice poskušajo vzdrževati navidezne, stalno se spreminjajoče teritorije. Samce iste vrste in drugih vrst podobnih velikosti preganjajo. Samice pridejo k vodi le zaradi parjenja in odlaganja jajčec, običajno jih takoj po prihodu zagradi na parjenje pripravljen samec. Najprej zagradi samico z nogami za oprsje ter nato z zadkovimi priveski za glavo ali predprsje. Strukture obeh so komplementarne in vrstno specifične. Samec v nastalem parčku ali tandemu nato zviže zadek in prenese semenčeca s primarnega na sekundarni spolni aparat ter s tem še spodbudi samico, da spodviže zadek do samčevega sekundarnega spolnega aparata. Tako nastala kopula ali kolesej je še ena od posebnosti kačjih pastirjev. Večina enakokrilih kačjih pastirjev se pri tem usede na obrežne rastline, raznokrili kačji pastirji pa se parijo v letu. Samci nekaterih vrst pred prenosom semenčec iz samičine spermateke s posebej prilagojenimi deli sekundarnega spolnega aparata najprej odstranijo semenčeca možnih predhodnikov, šele nato v spermateko odložijo svoja semenčeca. Do dejanske oploditve pride šele pri odlaganju jajčec, zato nekatere, predvsem manjše vrste, ki so lahko prisotne na isti lokaciji v večjem številu, odlagajo jajčeca v tandemu. Tako samec prepreči možnost parjenja z drugim samcem. Pri nekaterih vrstah samec samico izpusti, vendar med ovipozicijo patroljira nad samico in odganja druge samce. Samice enakokrilih in nekaterih raznokrilih kačjih pastirjev za odlaganje jajčec uporabljajo leglico, s katero jajčeca odložijo v rastline, ostali raznokrili kačji pastirji pa jajčeca odložijo na površino vodnih rastlin ali kar v vodo. Ličinke se iz jajčec razvijejo v nekaj dneh do tednih, lahko pa jajčeca tudi prezimijo ali pa se razvoj sproži šele, ko jajčeca zaliže voda.

Spolno zreli odrasli osebki lahko preživijo tudi nekaj mesecev, v povprečju pa je življenjska doba le dober teden. Skupaj s časom med zadnjo levitvijo in spolno zrelostjo znaša tako povprečna življenjska doba odraslega kačjega pastirja okoli mesec dni.

Kačji pastirji z izjemo polarnih območij živijo po celem svetu. Naselili so tako rekoč vse vodne habitate z izjemo morja. Ličinke živijo v vseh tipih tekočih in stoječih vod, tudi brakičnih. Nekaj subtropskih vrst živi celo v slanih lagunah, drug ekstrem pa je doseglo nekaj tropskih vrst, pri katerih ličinke živijo na kopnem. Poleg vodnih za preživetje potrebujejo tudi razgibane in raznolike kopenske habitate, kjer se zadržujejo in prehranjujejo odrasli osebki (Bedjanič 2003, Askew 2004, Corbet in Brooks 2008).

2.2 BIOLOGIJA IN EKOLOGIJA VELIKEGA STUDENČARJA

2.2.1 Splošno o studenčarjih (*Cordulegaster* sp.)

Veliki studenčar (*Cordulegaster heros* Theischinger, 1979) sodi med raznokrile kačje pastirje (Anisoptera) v družino studenčarjev (Cordulegastridae). Družina ima le tri rodove z okoli 50 vrstami, živečimi večinoma v Holarktiki. V Evropi živi sedem vrst iz rodu *Cordulegaster* (Dijkstra in Kalkman 2012, Van Pelt 2006, Askew 2004). Poznavanje rodu in predvsem njegove taksonomije je glede na splošno raziskanost kačjih pastirjev v Evropi presenetljivo pomankljivo. Vse evropske vrste studenčarjev delimo v dve skupini, *boltonii* in *bidentata*. Obe glavni vrsti, prodni studenčar (*C. boltonii*) in povirni studenčar (*C. bidentata*) sta dokaj razširjeni v zahodni in srednji Evropi, znotraj skupin pa je predvsem na jugu in vzhodu kontinenta še veliko neznanega. Več vrst je bilo opisanih v zadnjih 40 letih (Dijkstra in Kalkman 2012, Van Pelt 2006), veliki studenčar šele leta 1979, po primerkih iz Spodnje Avstrije (Theischinger 1979). Zadnja opisana evropska vrsta je *C. helladica* Lohmann, 1993, iz južne Grčije. Poleg slabo raziskanega jugovzhoda in vzhoda Evrope je dokajšnjo zmedo znotraj rodu povzročila tudi velika variabilnost morfoloških znakov. Večina vrst ima celo več podvrst, med katerimi ni jasnih genetskih razlik (Dijkstra in Kalkman 2012, Van Pelt 2006, Askew 2004, Froufe in sod. 2014).

Celotna družina studenčarjev se od ostalih družin raznokrilih kačjih pastirjev dobro loči, kot rod so evropski studenčarji lahko prepoznavni, sodijo med večje kačje pastirje z značilno črno-rumenim barvnim vzorcem. Oči se jim na vrhu glave stikajo le v eni točki. Tudi ličinke bi težko zamenjali s kakšno drugo družino, izrazita je predvsem močno in neenakomerno nazobčana lovilna krinka. Težave nastopijo pri ločevanju vrst. Odrasli osebki skupin *boltonii* in *bidentata* se ločijo predvsem po obliki in položaju zgornjih zadkovih priveskov, številu celic v analnem trikotniku na krilih ter položaju in obliki rumenih vzorcev na prvem zadkovem členu in rumenih črtah na oprsju. Podrobnejše razlike so podane pri opisu velikega studenčarja. Obe glavni vrsti skupin imata dokaj velika areala, druge vrste znotraj skupin pa so običajno geografsko omejene in pogosto endemične (Kotarac in sod. 2003, Askew 2004, Van Pelt 2006, Šalamun in sod. 2010). Večinoma živi na istem območju po ena vrsta iz vsake skupine, tudi v Sloveniji, kjer živita veliki in povirni studenčar (Van Pelt 2006, Kotarac 1997). Znano je tudi nekaj območij s po dvema vrstama iz ene skupine (Theischinger 1979, Lohmann 1993, Kotarac in sod. 2003, Askew 2004, Van Pelt 2006, Kotarac in sod. 2006, Schweighofer 2008, Šalamun in sod. 2010).

2.2.2 Opis vrste veliki studenčar *Cordulegaster heros* Theischinger, 1979

Veliki studenčar spada v skupino *boltonii*. Ta se dodatno deli na zahodno in vzhodno skupino. Ločitev ni le geografska temveč temelji tudi na morfoloških razlikah tako imagov kot ličink (Boudot 2001, Verschuren 1988), delitev potrjujejo tudi genetske raziskave (Froufe in sod. 2014). Veliki studenčar skupaj z rumenim studenčarjem (*C. picta*) sodi v vzhodno skupino *boltonii*. Pri opisu poudarjamo predvsem razlike s povirnim studenčarjem (*C. bidentata*), ki se v Sloveniji pojavlja skupaj z velikim studenčarjem (Slika 1).

Znaki, značilni za skupino *boltonii* in primerjava s skupino *bidentata*:

- Zgornji zadkovi priveski samcev se, gledani od zgoraj, pri bazi skoraj dotikajo in nato razširijo, s strani je ventralno viden en trn približno na 1/3 dolžine priveska, drugega zakriva 10. zadkov člen (S10). Vrste skupine *bidentata* imajo oba trna vidna, ob pogledu od zgoraj sta zgornja priveska na bazi narazen in na celotni dolžini skoraj vzporedna,
- Analni trikotnik na krilu ima običajno 5 celic, redko 2–8, skupina *bidentata* običajno 3 celice (2–5),
- Rumeni vzorec na spodnjem zadnjem robu 1. zadkovega člena (S1), je pri velikem studenčarju v obliki zasukane črke L. Pri skupini *bidentata* je vzorec podolgovate zaobljene oblike, postavljen višje na sredini S1 in pada proti zadnjemu robu, vendar ga običajno ne doseže,
- Na sredini obeh strani oprsja je med širokima rumenima pasovoma jasna rumena črta, ki je lahko iz več delov, skupina *bidentata* ima običajno le krajšo črto na zgornjem delu pod krili, lahko je sploh ni.



Slika 1: Samec velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*) (foto A. Šalamun)

Drugi znaki, značilni za velikega studenčarja:

- Srednja črta na oprsju je v dveh delih, spodnji del je pomaknjen naprej pred zgornjega.
- Antehumeralni črti pred krili na zgornji strani oprsja imata zunanja zgornja robova koničasta, včasih je ob robu še manjša rumena pika.
- Rumeni mediani obroči na zadkovih členih se na vrhu večinoma dotikajo, na spodnji strani segajo naprej, pogosto v obliki zasukane črke L.

Drugi znaki, uporabni za ločevanje vrst iz skupin *boltonii* in *bidentata* so lahko pri določevanju velikega (*C. heros*) in povirnega (*C. bidentata*) studenčarja zavajajoči, saj so si zelo podobni:

- Okcipitalni trikotnik je pri obeh vrstah črn, medtem ko je pri ostalih vrstah skupine *boltonii*, predvsem pri Sloveniji najbližjem prodnem studenčarju (*C. boltonii*), rumen.
- Majhni rumeni obroči ob zadnjem robu zgornje strani zadkovih členov S5–8, značilni za skupino *boltonii*, so običajno odsotni, veliki studenčar včasih ima majhne obroče na S5–6.
- Na čelu je, predvsem pri samicah, močna črna črta, občutno manjša in svetlejša je pri prodnem studenčarju.

Ličinke obeh skupin se ločijo predvsem po stranskih trnih na S8–9. Skupina *bidentata* jih nima, pri skupini *boltonii* pa jih imajo, vsaj na 9. členu, vse vrste, večinoma tudi na S8. Trni so pri ličinki velikega studenčarja (Slika 2) dokaj majhni, pri ličinkah, ki so se pred kratkim levile, tudi dokaj mehki in zares opazni šele pod lupo. Ličinke velikega in povirnega studenčarja se od prodnega (*C. boltonii*) razlikujejo tudi po zasnovi kril. Te so pri prvih dveh vzporedne, pri prodnem pa so divergentne. Predvsem levi velikega in povirnega studenčarja ter tudi ličinke v zadnji fazi, se ločijo tudi po ukrivljenosti kavdalnih priveskov, zadnja tretjina je pri povirnem studenčarju opazno bolj ukrivljena. Pri manjših ličinkah ukrivljenost ni tako izrazita, upoštevati je treba, da so tudi priveski velikega studenčarja delno ukrivljeni.

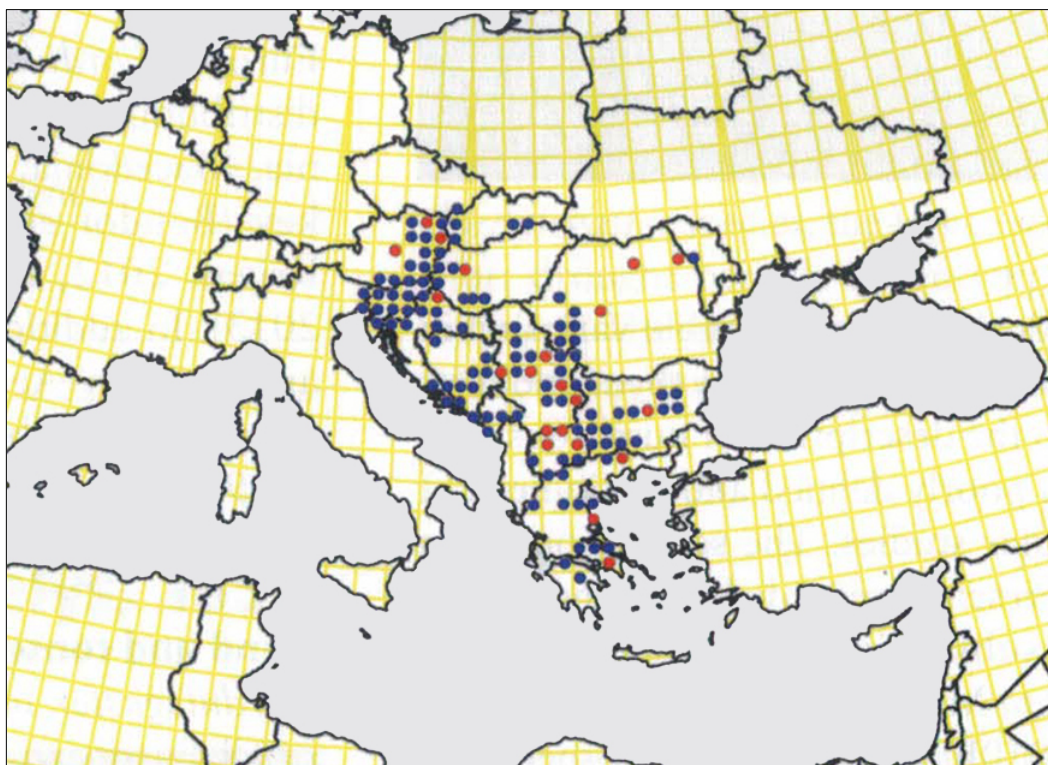
Veliki studenčar slovenskega imena ni dobil naključno. Je največja vrsta studenčarjev, vsaj v Evropi. Posebnost studenčarjev je, da samice po velikosti prekašajo samce. Samci velikega studenčarja so po velikosti podobni velikemu spremljevalcu (*Anax imperator*). Od glave do konca zadka so dolgi dobrih 8 cm, medtem ko samica, skupaj z veliko in izrazito leglico, doseže skoraj 10 cm.



Slika 2: Ličinka velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*) (foto M. Podgorelec).

2.2.3 Razširjenost velikega studenčarja

Veliki studenčar je evropski endemit, omejen na jugovzhod kontinenta, predvsem na Balkanski polotok (Slika 3). Najsevernejše najdbe so znane iz Češke, Slovaške in Avstrije, na vzhodu iz Bolgarije, Romunije in Moldove ter na jugu iz Grčije. Severovzhodna meja še ni jasna, možno je, da se navedbe za prodnega studenčarja (*C. boltonii*) za Ukrajino v resnici nanašajo na velikega studenčarja (Blašković 2003, Van Pelt 2006, Janský in David 2008, Staufer in Holuša 2010, Mancini 2011, 2012, Holuša in Holušova 2012a, Boudot in Kalkman 2015). Na zahodu sega vrsta le nekaj kilometrov čez slovensko mejo v Italijo (Bedjanič in Šalamun 2003, Uboni in sod. 2007). V Sloveniji je razširjenost vrste najbolj raziskana in posledično je tu največ najdišč, medtem ko so iz drugih delov areala večinoma znane le posamezne najdbe. Nove, večinoma neobjavljene raziskave na Hrvaškem, Bosni in Hercegovini ter Srbiji kažejo, da je dokaj pogost tudi drugje na Balkanu (M. Franković, D. Kuljer, M. Jović, ustno, Kotarac in sod. 2016).



Slika 3: Svetovna razširjenost velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*) na mreži UTM 50. Rdeče pike so najdbe pred letom 1990, modre od 1990 naprej (Boudot in Kalkman 2015).

2.2.4 Ekologija velikega studenčarja

Življenjski prostor ličink vseh vrst studenčarjev so manjši potoki z zmernim pretokom in veliko vsebnostjo kisika, večinoma v hriboviti pokrajini z vsaj nekaj gozda. Razvoj ličink traja od dveh do pet, v ekstremnih razmerah tudi do sedem let (Van Pelt 2006, Askew 2004, Ferreras-Romero in Corbet 1999). Skupini *boltonii* in *bidentata* zasedata v potokih različne odseke. Vrste skupine *bidentata* so običajno v zgornjih delih potokov in na večjih nadmorskih višinah, medtem ko vrste skupine *boltonii* živijo v spodnjih delih potokov in na nekoliko nižjih nadmorskih višinah (Dijkstra in Kalkman 2012, Sternberg in sod. 2000, Faltin 1998). Raziskav ekologije velikega studenčarja je zelo malo. Ekološke razlike med različnimi vrstami studenčarjev, predvsem najboljše raziskanima povirnim in prodnim studenčarjem, so dokaj majhne (Sternberg in sod. 2000). Poleg tega raziskava edinega znanega sintopičnega pojavljanja velikega in prodnega studenčarja (*C. heros* in *C. boltonii*) vzhodno od Dunaja kaže na zelo majhne razlike med vrstama (Schweighofer 2008). Do podobnih zaključkov so prišli tudi med raziskavo velikega in povirnega studenčarja (*C. heros* in *C. bidentata*) pri Dunaju (Müller 1999, 2000, Lang 1999, 2000, Lang in sod. 2001), zato v nadaljevanju večinoma povzemamo tudi znana dejstva o prodnem studenčarju, medtem ko navajamo ugotovitve o povirnem studenčarju za primerjavo in možne razlike ekoloških niš obeh v Sloveniji živečih vrst studenčarjev.

Habitat velikega studenčarja so gozdni potoki na prehodu iz sredogorja v nižine. Sodeč po Atlasu Kačjih pastirjev Slovenije je večina lokalitet v Sloveniji na nadmorski višini 200–400 m (Kotarac 1997). Podobno navaja literatura za prodnega studenčarja višine 200–500 m n. m. (Faltin 1998, Sternberg in sod. 2000).

Čas letanja odraslih osebkov velikega studenčarja je po Atlasu kačjih pastirjev Slovenije (Kotarac 1997) od srede junija do avgusta, po evropskem atlasu pa od konca maja do konca julija (Boudot in Kalkman 2015). Odrasli spolno zreli samci počasi letajo po strugi potoka, običajno na višinah od pol do enega metra (Kiauta 1964, Faltin 1998). Raziskava v bližini Dunaja je pokazala, da je višina leta, tako velikega kot povirnega studenčarja, sorazmerna s širino struge potoka. Odrasli so letali od nekaj do 20 cm visoko nad pol metra širokimi potoki in od pol metra do dobrega metra visoko nad potoki z dobrima dvema metroma širine. Pri tem je povirni studenčar raje izbiral potoke do 80 cm širine in letal večinoma proti toku (Müller 1999, 2000). Samci letijo počasi nad odseki s počasnim vodnim tokom in odprto vodno površino. Nad odseki s hitrejšim tokom (nad 10 cm/s) let pospešijo. Oviram v strugi se izmikajo, če pridejo do večje ovire odletijo v višino med krošnje in pogosto stran od potoka. Med letom nad potokom se skoraj nikoli ne hranijo (Müller 1999, 2000).

Med letom nad potokom so spolno zreli samci agresivni do drugih samcev in se ob srečanju zapodijo za prišlekom, pogosto odletita daleč stran in med krošnje, večkrat se zmagovalec vrne. Kljub agresivnem preganjanju tekmecev pri tem ne gre za pravo branjenje teritorija, saj se samci ne zadržujejo na določenih odsekih, temveč le konstantno

patruljirajo nad potokom. Kljub običajno počasnemu patroljnemu letu lahko letijo tudi do 20–30 km/h (Müller 1999, 2000). Samico ob srečanju običajno zaznajo zaradi frfotanja s krili. Ne glede na to ali samica samo leta ali odlaga jajčeca jo zgrabijo, najprej z nogami za oprsje, čemur sledi kopulacija. Običajno v koleslju odletita stan od potoka. Kopulacija je dolga, do 104 min (Alcock 1985 v Müller 2000). Samice se za ovipozicijo vrnejo k potoku same. Počasi letijo nizko nad gladino in iščejo primerna mesta, običajno odseke z zelo drobnim homogenim substratom in največ nekaj centimetri vode. Pri tem pogosto letajo tudi pod previsi in med vejami in koreninami, ki visijo z brega. Izbrana mesta preizkusijo z nekaj zbodljaji z leglico. Pri tem lebdijo nad izbranim mestom z oprsem vertikalno in zadkom navpično navzdol (Slika 4). Jajčeca odlagajo v substrat, pri tem uporabijo za rod značilno močno leglico. Ko začnejo z ovipozicijo, lahko zadek tudi do polovice (4 cm) potopijo pod vodo, pri tem si lahko tudi poškodujejo zadnji par kril. Opažene so bile starejše samice z zadkom obdanim z blatom in scefranimi zadnjimi krili (Kiauta 1964, Kotarac in sod. 2003, Müller 1999, 2000, Sternberg in sod. 2000).



Slika 4: Samica velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*) med odlaganjem jajčec (foto A. Šalamun)

Potoki, v katerih živijo veliki studenčarji so večinoma majhni, po nekaterih virih širina ne presega enega metra (Kotarac 1997, Kotarac in sod. 2003). Kljub temu je bil v raziskavi na Goričkem največji delež ličink velikega studenčarja v potokih širokih od enega do treh metrov (Kotarac in sod. 2006). Pri Dunaju so, glede na povprečno število najdenih ličink na 10 m brega, raziskovane odseke razdelili v 3 razrede. Razpon letnega povprečja širine na najboljših (odličnih) odsekih z največ ličinkami velikega studenčarja, je bil 0,51–3,40

m, dobrih odsekih 0,15–2,47 m in slabih 1,24–9,25 m. Zadnji razred širine potokov/reke (do preko 9 m) je bil najslabši tudi za povirnega studenčarja, medtem ko so bili za to vrsto odlični najožji odseki, dobri pa srednji (Lang in sod. 2001).

Jajčeca nimajo diapavze in ne prezimijo, ob običajnih temperaturnih razmerah se ličinke izležejo v nekaj dneh do tednih. Ferreras-Romero in Corbet (1999) najavata, da so se ličinke prodnega studenčarja izlegle iz jajčec po 17–43 dneh. Ličinke prodnega studenčarja se iz jajčec ne izležejo pri temperaturah, nižjih od 12 °C, medtem ko je meja za povirnega studenčarja 9 °C (Sternberg in sod. 2000). Pri več vrstah studenčarjev, tudi prodnem in povirnem, so ugotovili 14 larvalnih stadijev (Lang in sod. 2001). Za dolžino razvoja povirnega in velikega studenčarja (navedenega še kot prodnega) v Škofjeloškem hribovju Kiauta (1964) navaja 4-5 let. Razvoj prodnega studenčarja v potoku pri Cordobi v Španiji je trajal 2-3 leta (Ferreras-Romero in Corbet 1999), medtem ko za Bavarsko navajajo 4-5 let (Faltin 1998), enako tudi za Baden-Württemberg, z navedbo, da lahko v toplejših vodah traja tudi 3-4 leta (Sternberg in sod. 2000). Razvoj velikega studenčarja na SZ Madžarskem traja gotovo 3 in največ 4 leta (Boda in sod. 2015a).

Razvoj ličink, razvitih iz hkrati odloženih jajčec, ne poteka vedno enako dolgo, temveč se razdeli v kohorte z različno dolgim razvojem. Pri Cordobi (Ferreras-Romero in Corbet 1999) je trajal razvoj okoli 10 % ličink prodnega studenčarja le dve leti (semivoltin razvoj), medtem ko so bile ostale ličinke, tako kot tudi vse z večjih geografskih višin, partivoltine, s 3 ali večletnim razvojem (Corbet 1999, Corbet in Brooks 2008). Med zimo se razvoj ličink zaustavi, zimska diapavza pripomore k uskladitvi razvoja zadnjih faz ličink, predvsem pred zadnjo levitvijo.

Ličinke živijo v drobnem substratu z nekaj organskega detrita, običajno zakopane tik pod površino. Iz substrata gledajo samo oči in vrh analne piramide. Tako lovijo iz zasede. Manjše ličinke izbirajo bolj homogene odseke zelo drobnega substrata. Za prva dva larvalna stadija prodnega studenčarja so poskusi pokazali, da se lahko zakoplje le v substrat z delci manjšimi od 0,18 mm (Sternberg in sod. 2000). Večje ličinke lahko živijo v bolj heterogenem substratu, vendar vedno prevladuje drobna frakcija med 0,02 in 10 mm. Vedno je prisoten tudi del organskega detrita, v sami mivki ali pesku ličink studenčarjev običajno ni, kot tudi ne v substratu z večjimi delci (Sternberg in sod. 2000, Lang in sod. 2001). Tako ličinke velikega kot povirnega studenčarja so bile v potoku pri Dunaju najpogostejše v sedimentu s prevadujočim drobnim peskom med 0,2-0,6 mm. Znotraj tega razreda so bile ličinke povirnega studenčarja v drobnejšem substratu z mediano 2.04 mm, mediana substrata ličink velikega studenčarja pa je bila 2,79 mm (Lang in sod. 2001).

Vodni tok je na območju prisotnosti studenčarjev običajno zmeren. Za prodnega (*C. boltonii*) navajajo hitrosti od 11-15 cm/s do več kot 100 cm/s. (Lang in sod. 2001, Sternberg in sod. 2000). Vendar pri tem ličinke vedno izbirajo mirnejše dele v strugi, ob bregu ali kjer voda zastaja. V potoku pri Dunaju so merili hitrost vode v glavnem toku in nad ličinko ter po tabelah preračunali hitrost tik nad ličinko. Glavni vodni tok je imel

hitrost največ 21 cm/s, medtem ko ta tik nad ličinko nikoli ni preseгла 11 cm/s. Povprečna hitrost nad ličinko je bila 4,3 cm/s, preračunana tik nad ličinko 2,6 cm/s za velikega studenčarja ter 4,0 oziroma 2,3 cm/s za povirnega studenčarja (Lang 1999, 2000, Lang in sod. 2001). Ličinke raznokrilih kačjih pastirjev se direktno izpostavljene toku s hitrostjo nad 15 cm/s ne morejo obdržati na površini, kot je pokazal poskus na ličinkah porečnikov (Gomphidae) (Suhling in Müller 1996; povzeto po Lang 1999, 2000). Vpliv toka se zmanjša z zakopavanjem ali izbiro mest med kamni ali v depresijah. Lahko izberejo tudi odseke, kjer toka sploh ni, vendar pa nikoli niso v popolnoma stoječi vodi, kar je povezano z vsebnostjo kisika v vodi, ta je vedno visoka (Sternberg in sod. 2000). Lang in sod. (2001) so izmerili vedno vsaj 80 % zasičenost. Za prodnega studenčarja prav tako navajajo visoke vrednosti, čeprav starejše ličinke lahko preživijo tudi nizke koncentracije pod 50 %. Na mestih z nizko saturacijo kisika lahko samice odložijo jajčeca, vendar kasneje ličink niso našli. Starejše ličinke lahko dihajajo tudi atmosferski zrak, tako so znani primeri, ko so pri visokih temperaturah ličinke morale zadke iz vode (Sternberg in sod. 2000).

Ličinke prodnega studenčarja so običajno v vodi z globinami 0–60 cm, tudi do 150 cm, vendar običajno pod 30 cm. Za povirnega studenčarja navajajo nekoliko manjše vrednosti, med 2–20 cm (Faltin 1998, Sternberg in sod. 2000, Lang in sod. 2001). Pri Dunaju so bile ličinke velikega studenčarja povprečno na globini 5,6 cm (razpon 0-19 cm), povirni studenčar pa še nekoliko plitveje, povprečno na 4,4 cm, razpon 0-16 cm (Lang in sod. 2001). Pozimi se ličinke zakopljejo nekoliko globlje v substrat, Lang in sod. (2001) navajajo najdbe 4 cm globoko v substratu, verjetno se zakopljejo tudi globlje. Poleg tega se lahko pomaknejo od brega potoka v globljo vodo, kjer voda ne zamrzne. Ko se voda segreje, se spet premaknejo nazaj v plitvejše dele (Sternberg in sod. 2000, Lang in sod. 2001). Z zakopavanjem v substrat lahko preživijo tudi občasne poletne izsušitve potoka (Faltin 1998, Kotarac 1997). Gostote ličink velikega studenčarja pri Dunaju so bile na 10 m brega povprečno 7,84 ličink in največ 32 ličink (Lang in sod. 2001), za povirnega pa povprečno 4,13 in največ 36 ličink. Boda (2015a) za Madžarsko navaja 0,17-4,8 ličink/m². Drugi avtorji za prodnega studenčarja navajajo 20 in 1,5-10,7 ličink na 10 m brega, 2-5 ličink/0,009 m² in 6-52 ličink/m² (Donath 1988, Röhn 1992, Dombrowski 1989, Salowsky 1989 vsi v Lang in sod. 2001), medtem ko Stephan (1998, v Sternberg in sod. 2000) poroča o 172 ličinkah na m², pri čemer je bilo kar 95-97 % ličink majhnih.

Temperatura vode je omejujoč dejavnik pri razvoju jajčec ter ključen faktor razvoja ličink. Večinoma temperature nihajo čez leto od 0 °C pozimi do več kot 20 °C poleti. Ličinke dobro prenašajo nihanja, ob nižjih temperaturah se pomaknejo v bolj globoko vodo in se lahko zakopljejo globlje v substrat. Starejši viri navajajo, da so studenčarji na nižje temperature prilagojeni stenotermni, vendar novejše raziskave kažejo, da imajo prav tisti, ki jih označujejo kot zmerne, na mraz prilagojene evritermne. To potrjujejo ugotovitve, da ličinke aktivno iščejo toplejšo vodo, kjer so bili najdeni tudi izločki ličink (Sternberg in sod. 2000, Lang in sod. 2001).

Ličinke jejo vse, kar ni preveliko. Močno in neenakomerno nazobčana lovilna krinka je močna in hitro zdrobi hitinjačo postranic (*Gammarus* sp.). Večinoma lovijo iz zasede,

zakopani v substrat, le oči (in analna piramida za dihanje) gledajo ven. Oči si potem, ko se zakopljejo, posebej očistijo. Vidiijo tudi v svetlobi le 5-10 luxov na 15-20 cm. Predvsem pri manjših ličinkah z manj omatidiji v očeh (nekaj 100 proti nekaj 1000 pri starejših ličinkah) ima pomembno vlogo tip, pri čemer si pomagajo s številnimi dlakami na telesu.

Studenčarji veljajo za spomladanske vrste (Corbet 1999, Corbet in Brooks 2008), z ličinkami, ki zadnjo zimo prezimijo v zadnji (F0) (Ferrerias-Romero in Corbet 1999) ali predzadnji (F1) fazi (Lang in sod. 2001), kar omogoči časovno uskladitev zadnje levitve (preobrazbe), ki poteka na kopnem. Dejavnika, ki uravnavata čas vseh levitev ličink, sta temperatura vode ter dolžina dneva. Pri tem ima vsaka naslednja faza ličink nekoliko višji temperaturni prag. Za spomladanske vrste je značilno, da se večina ličink ob dvigu temperature, običajno spomladi, levi masovno, v zelo kratkem času. Pri tem je lahko kohorta ličink v zadnji fazi F0 sestavljena iz po letih različno starih ličink (Corbet in Brooks 2008).

Za preobrazbo studenčarji nimajo posebnih preferenc glede tipa ali naklona brega in obrežnih rastlin (Kotarac s sod 2003), leve so našli tako v navpičnem kot vodoravnem položaju. Če so strukture, ki se jih ličinka oprime, na bregu, poteka lahko preobrazba kar tam, vendar običajno vsaj 15–30 cm nad vodo, v senci lahko tudi višje, od potoka se lahko prodni studenčarji oddaljijo do 4 metre horizontalno in do 3 metre v višino (Feltin 1998, Sternberg in sod. 2000). Pri Dunaju so ugotovili, da so ličinke velikega in povirnega studenčarja zlezle vsaj 50 cm od brega ali 30 cm v višino, neposredno na bregu pa vsaj 75 cm vertikalno. Veliki studenčar se je od vode povprečno oddaljil horizontalno 300 cm in vertikalno 146 cm, povirni pa 220 cm in 123 cm v enakih smereh. Posebne preference drevesnih vrst ali podlage nasploh niso zabeležili (Müller 1999, 2000).

Sveže izlevljeni imagi odletijo stran od vode. Spolne žleze se razvijejo približno v 2 tednih. V tem obdobju se zadržujejo na gozdnih robovih, na jasah in ob gozdni poteh. V tem obdobju niso agresivni, pri Dunaju so zabeležili do 10 odraslih na 100 m², ki so se skupaj prehranjevali. Zadrževali so se na višini od 1 do 8 metrov, sorazmerno z višino okoliške vegetacije in sence. Samo v tem obdobju so opazili tudi počivajoče osebkke. Ob potokih so bili odrasli v tem času zelo redki (Müller 1999, 2000).

Ob potoku potrebuje veliki studenčar obrežno lesno vegetacijo, ki zasenči strugo. Kotarac (1997) navaja, da so vse najdene ličinke v gozdnih odsekih potokov ali z vsaj nekaj gozda višje od potoka. Ob popisu velikega studenčarja na Goričkem (Kotarac in sod. 2006) je bilo v potokih s 50 % ali manjšo osenčenostjo najdenih manj kot 10 % ličink, večina ličink je bila najdena v potokih z 80 % in več osenčenosti. Večinoma v gozdu je tudi porečje Weidlingbach pri Dunaju (Lang 1999, 2000, Müller 1999, 2000, Lang in sod. 2001).

2.2.5 Zgodovina raziskav velikega studenčarja v Sloveniji

Prve podatke o pojavljanju velikega studenčarja v Sloveniji je objavil Boštjan Kiauta (1961a, b, 1964). V delih je naveden še kot prodni studenčar (*Cordulegaster boltonii*), tudi s sinonimom *Cordulegaster annulatus*. V prvem sistematskem pregledu odonatne favne Slovenije Kiauta (1961a) za vrsto *C. annulatus* navaja: "Splošno razširjen, VII-IX. ni pogost. Ob mrzlih in hitro tekočih gorskih potokih do okoli 1000 m višine. Jajca polaga v mulj ob bregu. Larva vezana na mrzle, s kisikom bogate vode." Poleg vrst *C. annulatus* in *C. bidentatus* navaja z datumom 27. VII. 1951 za Novo mesto še tretjo vrsto *Cordulegaster pictus* kot presenetljivega južnega pritepenca. Za Škofjeloško hribovje je Kiauta (1964) objavil prav studenčarjem namenjen prispevek, v katerem navaja vrsti *C. boltonii* in *C. bidentatus*, vendar so prostorske informacije pomešane za obe vrsti. Z opisom velikega studenčarja (*C. heros*) leta 1979 (Theischinger 1979) se je taksonomija v Sloveniji živečih studenčarjev razjasnila, in ko so se odonatološke raziskave po 30-letnem premoru v 90 letih prejšnjega stoletja ponovno začele, so bili vsi starejši podatki za prodnega studenčarja (*C. boltonii*), skupaj z Novomeškim rumenim studenčarjem (*C. picta*), katerega najbližje zanesljive lokalitete so v Bolgariji in Grčiji (Boudot in Kalkman 2015), pripisane velikemu studenčarju (*C. heros*) (Kotarac 1997). Da je *C. pictus* ujet pri Novemu mestu v resnici veliki studenčar *C. heros*, poročajo Adamović in sod. (1992) in povzema Bedejanič (1994) v Seznamu odonatne favne Slovenije, ki poleg tega navaja še članek o kačjih pastirjih iz okolice Dravograda (Kotarac in sod. 1996a), ki je bil v tistem času še v tisku.

V Atlasu kačjih pastirjev Slovenije (Kotarac 1997) je tako *Cordulegaster boltonii* izločen s Slovenskega seznama. Če je bilo taksonomsko vprašanje s tem rešeno, je zmeda nastala s slovenskimi imeni, v Atlasu je *C. heros* prodni studenčar ter *C. boltonii* podobni studenčar ter *C. bidentata* mačkov studenčar. Z izidom Seznama slovenskih imen kačjih pastirjev (Geister 1999) so bila dokončno postavljena sedanja imena: *C. heros* veliki studenčar, *C. boltonii* prodni studenčar ter *C. bidentata* povirni studenčar.

V zbirki katedre za zoologijo Oddelka za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani je ohranjenih nekaj odraslih osebkov ter predvsem ličink velikega studenčarja, nabranih med leti 1967 in 1988 v okolici Ljubljane, Maribora, Litije, Medvod ter Podčetrтка. Določeni so bili pred izidom slovenskega Atlasa (Kotarac 1997), zato z določitvami ni problemov.

Prav preverjanje, ali v Sloveniji morda živita tako veliki kot prodni studenčar je razlog za večjo pozornost pri zbiranju podatkov pred objavo Atlasa kačjih pastirjev Slovenije (Kotarac 1997). S 113 takrat znanih lokalitet je bila večina podatkov stara manj kot 5 let. Že takrat so med podatki prevladovali najdbe ličink, nasprotno kot pri večini ostalih vrst kačjih pastirjev. Pregledovanje gozdnih potokov z vodno mrežo je ostalo del standardnega splošnega popisovanja kačjih pastirjev, tako da je ob dodatnem terenskem delu za strokovna izhodišča za vzpostavljanje omrežja Natura 2000 za kačje pastirje (Kotarac in sod. 2003), število znanih lokalitet naraslo za tri-krat. V naslednjih letih je število podatkov še naprej močno naraščalo, predvsem zaradi večjih, na velikega studenčarja usmerjenih raziskav (npr. Kotarac in sod. 2006, Kotarac in sod. 2007, Kotarac in sod. 2008, Bedejanič 2008, 2010, Govedič in sod. 2009, Govedič in sod. 2010, Šalamun in Kotarac 2010, 2014, Šalamun in sod. 2010).

2.2.6 Ogroženost in varstvo velikega studenčarja

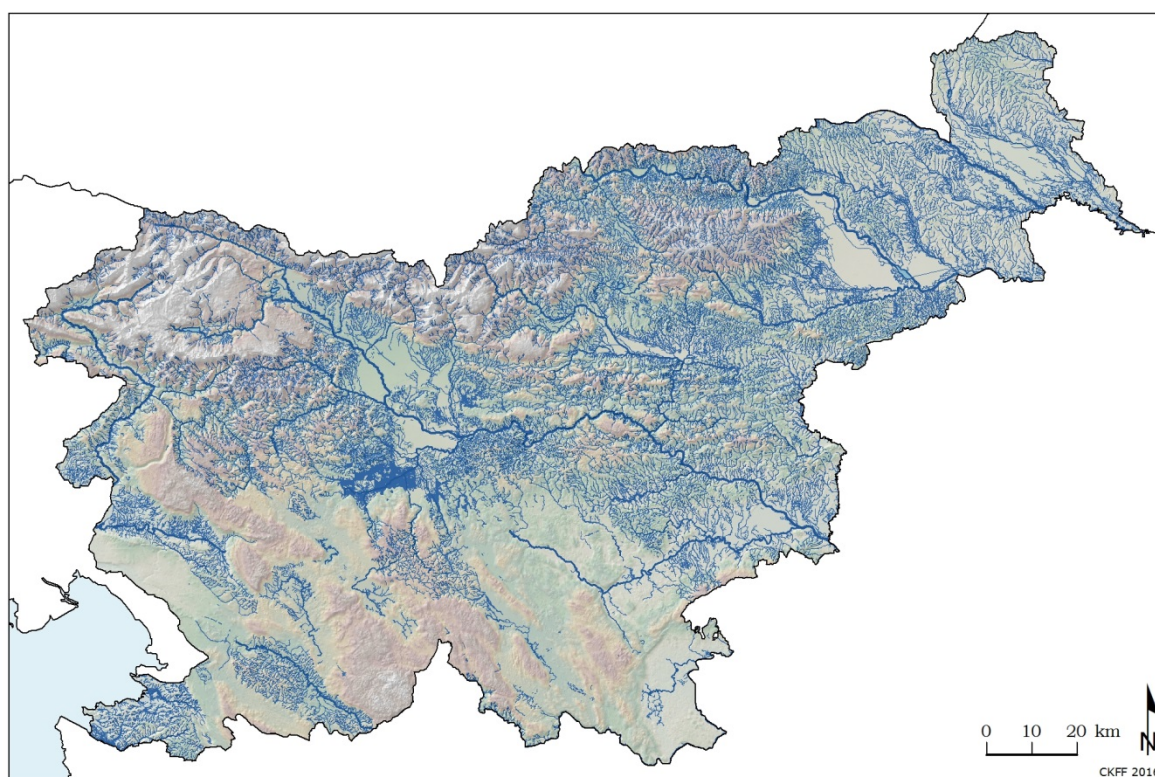
Veliki studenčar je ena redkih vrst kačjih pastirjev v slovenski favni, ki živi samo v primarnih habitatih (Kotarac 1997). Ogroža ga predvsem uničevanje habitata, tako vodnega – manjših gozdnih potokov v hribovitem svetu, kot tudi kopenskega – okoliškega gozda. Škodi mu tako neposredno fizično uničenje potoka in okolice kot tudi onesnaževanje potokov, na katerega so delno odporne samo večje ličinke. Pri večjih posegih v zgornjih delih potokov bo vpliv zaznaven tudi nižje na potoku. Zaradi navedenih lastnosti je dober indikator ohranjenosti manjših gozdnih potokov (Kotarac in sod. 2006, Šalamun in sod. 2010) in zato deluje tudi kot krovna vrsta (umbrella species), torej vrsta, s katero posredno varujemo tudi druge vrste, živeče v istem habitatu in arealu (Tome 2006). V Sloveniji je veliki studenčar pogosta vrsta, kar kaže na številne, še dokaj dobro ohranjene habitate (Kotarac in sod. 2003).

V Sloveniji je veliki studenčar uvrščen na Rdeči seznam (Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam (Uradni list RS 82/02, 42/10)) kot ranljiva (V) vrsta. Zavarovan je z Uredbo o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah (Uradni list RS 46/04, 109/04, 84/05, 115/07, 32/08-odl. US, 96/08, 36/09, 102/11 in 15/14), s prilogama 1A (varovanje vrst) in 2A (varovanje habitatov vrst). V Evropi je uvrščen na Evropski rdeči seznam kačjih pastirjev (Kalkman in sod. 2010) kot potencialno ogrožena vrsta (NT – near threatened). Na predlog Slovenije in s podporo Madžarske je bil veliki studenčar uvrščen na Prilogi II in IV Direktive o habitatih (Direktiva Sveta 92/43/EGS o ohranjanju naravnih habitatov ter prosto živečih živalskih in rastlinskih vrst (Uradni list L 206/1992), zadnjič spremenjena z Direktivo Sveta 2013/17/EU (Uradni list L 158/2013), zato je kvalifikacijska vrsta za omrežje Natura 2000, v sklopu katerega je za velikega studenčarja v Sloveniji razglašeni 23 območij (Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000) (Uradni list RS, št. 49/04, 110/04, 59/07, 43/08, 8/12, 33/13, 35/13 – popr., 39/13 – odl. US, 3/14 in 21/16)).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 OBMOČJE RAZISKAVE

Zbrali smo podatke o pojavljanju velikega studenčarja na celotnem ozemlju Republike Slovenije. Slovenija je država v južnem delu srednje Evrope in severnem delu Sredozemlja. Površina države je 20.272 km². Skoraj 2 milijona prebivalcev živi v nekaj manj kot 6000 naseljih, skoraj polovica jih živi na podeželju. Slovenija leži na stičišču alpske, dinarske, panonske in sredozemske geografske regije. Relief je zelo razgiban, povprečna nadmorska višina je 556,8 m, povprečen naklon je 13,1° (Perko in Orožen Adamič 2001). Gorovja prevladujejo v severnem in severozahodnem delu. Vodna mreža je skupno dolga 28.537 km (Slika 5), vendar je na obsežnih dinarskih območjih s karbonatno podlago v južnem in zahodnem delu malo površinskih vod. Obala Jadranskega morja je dolga 46,6 km. Podnebje je v splošnem zmerno toplo in vlažno, brez daljših sušnih obdobij, delimo ga na tri podtipe. V zahodnem in jugozahodnem delu se pozna vpliv morja, podnebje je submediteransko z značilnimi pozitivnimi povprečnimi januarskimi temperaturami, julijske presegajo 20 °C. Večina države ima blago celinsko podnebje s povprečnimi januarskimi temperaturami od -3 do 0 °C ter julijskimi med 15 in 20 °C. V Alpah in višjih delih dinarskega sveta je gorsko podnebje, povprečne januarske temperature so pod -3 °C, julijske presegajo 10 °C (Ogrin 1997). Največ padavin je v Alpah (več kot 3000 mm na leto), najmanj v Pomurju (manj kot 800 mm). Gozd pokriva več kot polovico ozemlja (Perko in Orožen Adamič 2001).



Slika 5: Relief Slovenije, barve ponazarjajo nadmorske višine, ter vodna mreža.

3.2 PODATKI IN PODATKOVNA ZBIRKA

Zbrani so vsi znani podatki o pojavljanju velikega studenčarja v Sloveniji, zbrani naključno med splošnimi popisi in tudi namensko med več raziskavami velikega studenčarja. Večina podatkov je bila zbrana po letu 2003, kar 58 % vseh podatkov. Razlog je več namenskih vzorčenj sodelavcev Centra za kartografijo favne in flore, predvsem namenskega vzorčenja velikega studenčarja (46 % podatkov). Podatke je prispevalo 54 avtorjev, 20 % vseh podatkov o pojavljanju velikega studenčarja je prispevek avtorja diplomskega dela. Podatki o pojavljanju velikega studenčarja v Sloveniji so zbrani v relacijski podatkovni zbirki kačjih pastirjev Slovenije, ki jo vzdržuje Center za kartografijo favne in flore v sodelovanju s Slovenskim odonatološkim društvom. Neposredno za diplomsko delo terensko delo ni bilo izvajano.

Podatek je najdba posamezne vrste na posamezni lokaliteti v enem dnevu. Vsi podatki na posamezni lokaliteti v enem dnevu predstavljajo popis. Lokaliteta je prostorsko določeno območje z določeno natančnostjo. Glede na velikost območja, ki ga lokaliteta zajema, so te razdeljene v 9 razredov z naraščajočo natančnostjo od 0 do 8. Razredi so predstavljeni v Preglednici 1.

Preglednica 1: Razredi natančnosti lokalitet, uporabljeni v podatkovni zbirki.

razred	opis
0	Slovenija
1	regija; območja večja kot 100 km ²
2	kvadrati (UTM, MTB)
3	Območja med 10 in 100 km ² , večji kraj; linija 8–25 km
4	naselja GURS
5	Območja med 1 in 10 km ² , toponimi brez relacije; linija 4-8 km
6	Območja med 50 in 100 ha, prostorsko natančnejši toponimi; linija 2–4 km
7	Prostorsko zaključena območja med 10 in 50 ha; linija 1–2 km
8	Prostorsko zaključena območja manjša od 10 ha; linija do 1 km

Podatek je tako sestavljen iz: lokalitete, datuma, imena popisovalca in/ali literarnega vira ter vrste (oziroma zabeleženega taksona drugačnega ranga).

Podatki o kačjih pastirjih in velikem studenčarju poleg tega v večini primerov vsebujejo še dodatno informacijo o razvojni stopnji ali značilni pojavnosti obliki: ličinka, lev, sveže preobražen osebek, juvenilen samec, juvenilna samica, samec, samica, kopula in ovipozicija. Informacije so zabeležene numerično. Med splošnim popisom kačjih pastirjev se odrasle osebe opazuje ter lovi z metuljnico, ličinke vzorči z vodno mrežo ter okoli vodnih habitatov išče leve. Poleg popisov, namenjenih kačjim pastirjem, so podatki lahko pridobljeni tudi naključno ali med popisi drugih skupin (npr. med vzorčenjem rakov). Med splošnim popisom je zabeležena samo prisotnost, medtem ko odsotnost vrste ni zabeležena.

Zaradi specifičnosti habitatov in biologije velikega studenčarja se lahko uporabijo tudi vrsti prirejene metode vzorčenja. Prva prednost tega je, da se beleži tudi, ko iskana vrsta ni najdena. Prednostno se ne išče odraslih osebkov temveč ličinke, ki so prisotne v vodi vse leto. Za raziskave velikega studenčarja smo dodatno razvili metodo, ki omogoča primerjavo rezultatov zaradi enakega oziroma primerljivega vloženega napora. Metoda je bila prvič uporabljena med popisom na Goričkem (Kotarac in sod. 2006) in je v celoti predstavljena v Šalamun in sod. (2010). Osnova metode je usmerjeno vzorčenje z vodno mrežo. Na približno 100 m odseku potoka se naredi 10 vzorčenj z vodno mrežo in prešteje ličinke. Tako celoten odsek kot vzorčna mesta znotraj njega izbere popisovalec. Izbira se velikemu studenčarju najustreznejša mesta. S to metodo je bilo narejenih 989 popisov, od tega je bil veliki studenčar zabeležen na 517 popisih (36,4 % vseh popisov velikega studenčarja).

3.3 ANALIZA PODATKOV

Zbrane podatke smo analizirali v programih MS Access 2010 in Excel 2010. Prostorske analize smo naredili z GIS programi ESRI ArcView 3.3 in ArcGis 9.3. Nadmorsko višino in naklon smo izračunali za posamezne točke lokalitet iz modela reliefa (DMR) z natančnostjo 12,5 metrov. Nadmorska višina je zaokrožena na meter natančno. Naklon je podan v kotnih stopinjah, navpična stena ima torej 90°, ravnina 0°. Za analize smo, če ni drugače zapisano, uporabili vse lokalitete velikega studenčarja, neglede na tip najdbe, torej ali je znano le pojavljanje vrste ali tudi tip najdbe in njihova številčnost.

3.3.1 Izdelava modela razširjenosti s programom MaxEnt

Program MaxEnt je eden izmed pogosteje uporabljenih za izdelavo modelov razširjenosti vrst. Temelji na tehniki strojnega učenja, ki uporablja princip največje entropije (ang. »maximum entropy principle«) za napovedovanje razširjenosti vrst iz nepopolnih informacij (Phillips in sod. 2004, 2006). Za izdelavo modela s programom Maxent potrebujemo podatke o pojavljanju vrste na območju raziskave in podatke okoljskih spremenljivk, ki opisujejo to območje. Program predpostavi, da izbrano območje študije, vrsta naseljuje z neko neznano verjetnostno porazdelitvijo (ang. »probability distribution«). S statističnim algoritmom program med vsemi verjetnimi porazdelitvami poišče porazdelitev najbližjo enakomerni porazdelitvi (porazdelitev z največjo entropijo), ki pa je omejena z lastnostmi (okoljskimi dejavniki) lokalitet vrste. Posameznim lokalitetam vrste glede na uporabljene okoljske spremenljivke pripiše povprečne vrednosti. Pričakovana povprečja izmerjenih vrednosti posameznih okoljskih parametrov uporabimo kot oceno pričakovanih vrednosti posameznih okoljskih parametrov pri 'empirični verjetnostni porazdelitvi'. Ta je ocenjena za vsak parameter posebej, hkrati pa predpostavljamo, da bo enaka oz. podobna neznanu verjetnostni porazdelitvi, ki jo iščemo. Med vsemi empiričnimi distribucijami, ki so v območju izračunanih omejitev okoljskih spremenljivk, program

izbere tisto, za katero izračuna najvišjo entropijo glede na vse razpoložljive okoljske dejavnike. Entropija sama meri negotovost, ali se bo dogodek zgodil (npr. ali je vrsta na določenem mestu prisotna ali ne). Neznana verjetnostna distribucija, tj. tista, ki ima najvišjo entropijo, bo glede na empirično pridobljene omejitve tista, ki najmanj omejuje izbor mest/območja, ki jih vrsta lahko naseli. Tveganju prevelikega prileganja (ang. »overfitting«), tj. pojavu kjer se model na račun sposobnosti posploševanja prilega podatkom o pojavljanju vrste zelo natančno, se izognemo z uporabo procesa imenovanega regularizacija. Regularizacija temelji na odstopanju od zahteve, da je pričakovan izid empirične verjetnostne porazdelitve identičen pričakovanemu izidu neznanne verjetnostne porazdelitve. Razlika med obema izidoma je lahko arbitrarno določena. Na tak način regularizacija omogoča, da pričakovana vrednost vsake okoljske spremenljivke pade v določeno območje empiričnega. Algoritem z vsako ponovitvijo poveča prileganje podatkom o vrsti tako, da prilagodi zvezo med okoljskimi spremenljivkami in modelirano verjetnostjo prisotnosti. Algoritem se ponavlja, dokler izboljšanje prileganja pri vsaki ponovitvi ne pade pod določen prag ali dokler ni doseženo maksimalno število ponovitev (Phillips in sod. 2006).

Za oceno uspešnosti modela se uporablja statistika AUC (ang. "area under the receiver operating characteristic curve"). Izpeljana je iz krivulje ROC (ang. "receiver operating characteristic curve") in meri kako je sposoben model razlikovati med podatki o prisotnosti in podatki o odsotnosti preiskovane vrste. Model, ki popolnoma razlikuje med podatki ima AUC vrednost enako 1, popolnoma naključen model pa ima AUC vrednost 0,5. Modeli z vrednostmi nad 0,75 so ocenjeni kot uporabni (Elith 2002). Oceno pomena posamezne okoljske spremenljivke naredi program med izdelavo napovedi. Pri vsakem koraku algoritma se poveča uspeh napovedi s prilagajanjem koeficienta posamezne funkcije. Program pripiše povečanje uspeha okoljski spremenljivki, od katere je funkcija odvisna. Na koncu procesa program pretvori vrednosti uspeha v delež prispevka posamezne okoljske spremenljivke. Pomanjkljivost metode je, da ne upošteva korelacije med spremenljivkami. Kadar sta dve spremenljivki v korelaciji model pripiše eni izmed spremenljivk visok uspeh drugo pa zanemari. Posledično lahko dobimo popačeno sliko katere spremenljivke pomembno prispevajo k izgradnji modela (Phillips 2011) (povzeto po Knapič 2012).

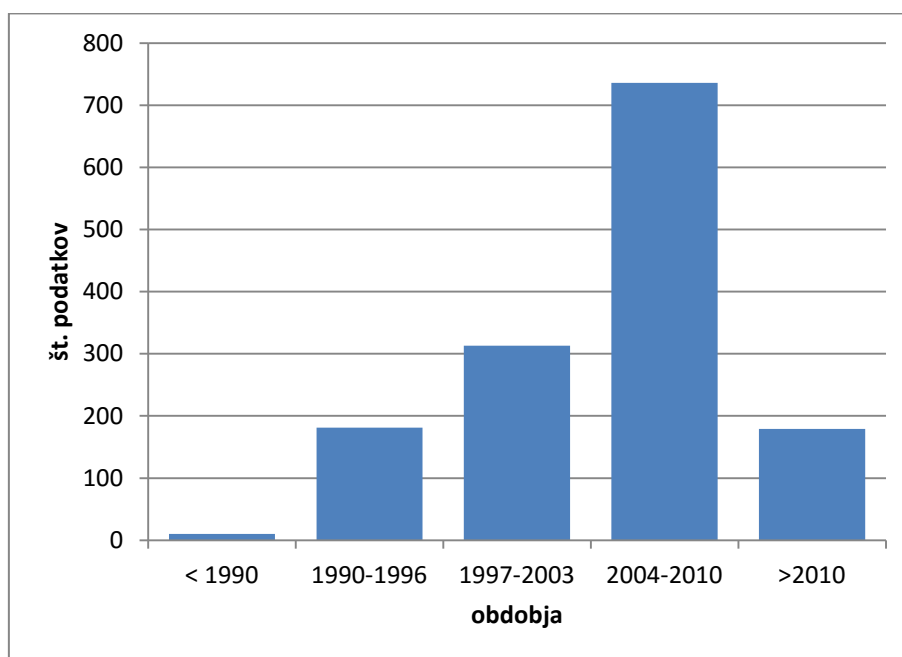
Za izdelavo modela smo uporabili znano razširjenost velikega studenčarja ter več okoljskih spremenljivk – prostorskih slojev, predstavljenih v rezultatih. Večina je dosegljivih na spletu na Geoportalu ARSO (<http://gis.arso.gov.si/geoportal/catalog/main/home.page>), raba tal na strani <http://rkg.gov.si/GERK/>, oziroma smo jih pridobili na Geodetski upravi RS. Ker je večina uporabljenih slojev v vektorski obliki, smo jih za uporabo v programu MaxEnt v programu ArcGis 9.3 spremenili v rastrske podatke v obliki ascii z velikostjo celic 100×100 m ter uskladili projekcije in obsege, kot to zahteva MaxEnt. Dobljene rezultate – zvezne karte v formatu ascii, ki jih izdelava MaxEnt, smo v programu ArcGIS znova pretvorili v rastrske karte in izdelali zemljevide.

4 REZULTATI

4.1 ZBRANI PODATKI O VELIKEM STUDENČARJU

V podatkovni zbirki o pojavljanju velikega studenčarja v Sloveniji je zbranih 1.419 podatkov z 991 lokalitet.

Najstarejši podatki so iz 50-ih let 20. stoletja, ko je kačje pastirje raziskoval Boštja Kiauta (1961a, b, 1964), najstarejši točen datum je 27. 7. 1951 (Kiauta 1961a). Iz naslednjih treh desetletij je le nekaj neključnih podatkov iz vzorcev zoološke zbirke Oddelka za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Nove odonatološke raziskave v 90-ih ter izid Atlasa kačjih pastirjev Slovenije (Kotarac 1997) so število podatkov občutno povečale. Naslednja mejnika sta priprava strokovnih izhodišč za vzpostavljanje omrežja Natura 2000 za kačje pastirje leta 2003 (Kotarac in sod. 2003) ter več velikemu studenčarju namenjenih raziskav v letih 2005–2010. Časovna struktura podatkov je predstavljena na Sliki 6.



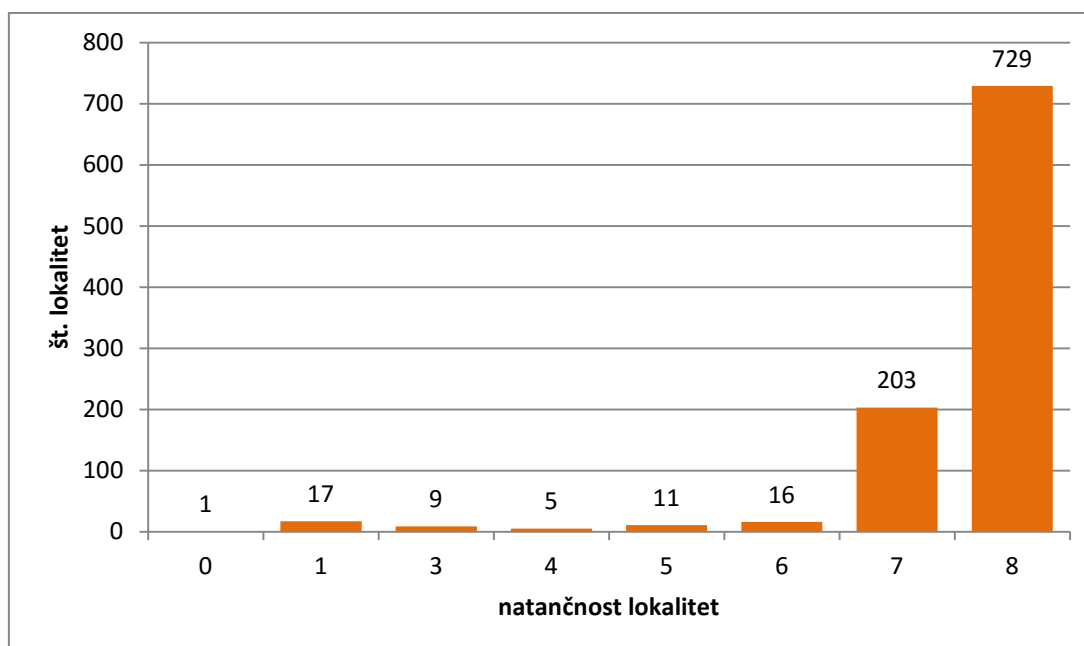
Slika 6: Časovna struktura podatkov o pojavljanju velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*) v Sloveniji.

Le manjši delež zbranih podatkov smo pridobili neposredno iz literaturnih virov (16,8 %, 100 literaturnih virov in 238 podatkov). Ostali so bili vnešeni v podatkovno zbirko kot neobjavljeni terenski popisi, vendar pa je bil dober del pridobljen med projektnim delom in uporabljen pri pripravi različnih poročil Centra za kartografijo favne in flore.

Večina popisov je vnešenih v podatkovno zbirko neposredno po opravljenem terenskem delu, zato ne preseneča velik del natančnih lokalitet (Slika 7). Le 43 (4,3 %) je manj

natančnih (natančnost 0-5), pri čemer 21 lokalitet zaradi velikosti območja (Slovenija, Kranjska, regije...) ni georeferenciranih, nadaljnih 22 lokalitet pa ima le okvirno določene koordinate zaradi nenatančnega opisa (večja območja in kraji). Manj natančne lokalitete so večinoma iz literaturnih virov in večinoma sovpadajo s točnejšimi lokalitetami, torej so znane tudi natančne lokalitete.

Poleg podatkov o najdbah velikega studenčarja je dodatno v zbirki še 472 popisov s 430 lokalitet, kjer smo velikega studenčarja namensko iskali, vendar ga nismo našli.

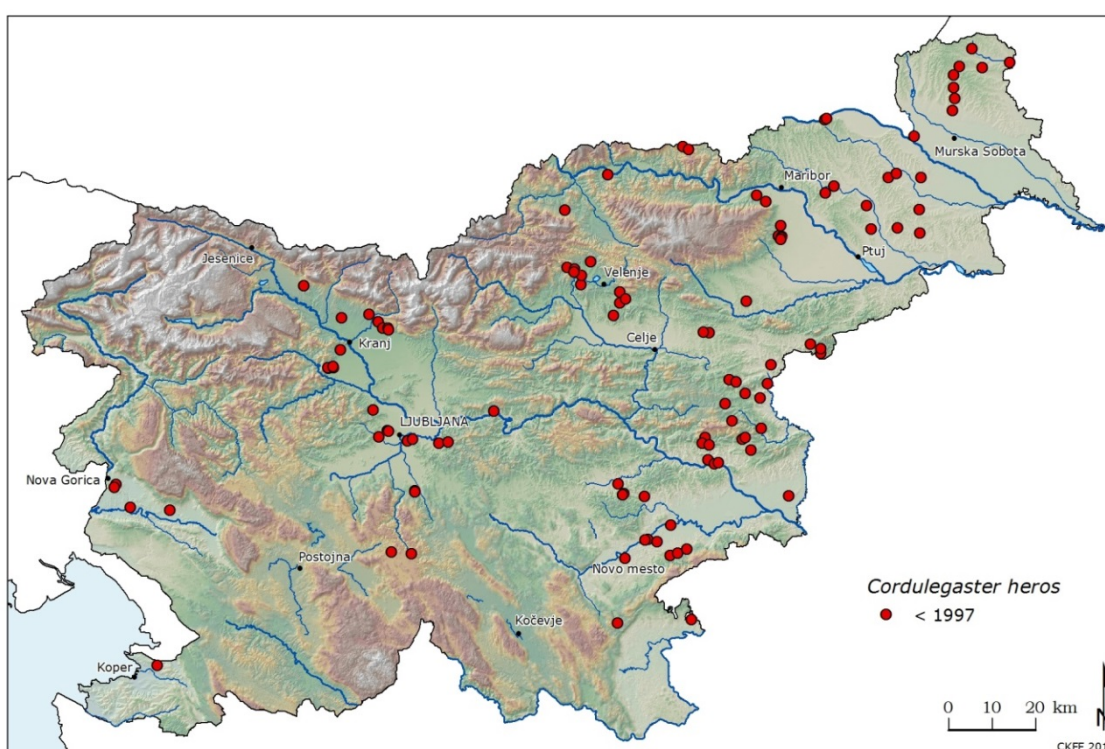


Slika 7: Natančnost lokalitet velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*) v Sloveniji.

4.2 RAZŠIRJENOST VELIKEGA STUDENČARJA V SLOVENIJI

4.2.1 Pregled časovnega napredka poznavanja razširjenosti velikega studenčarja

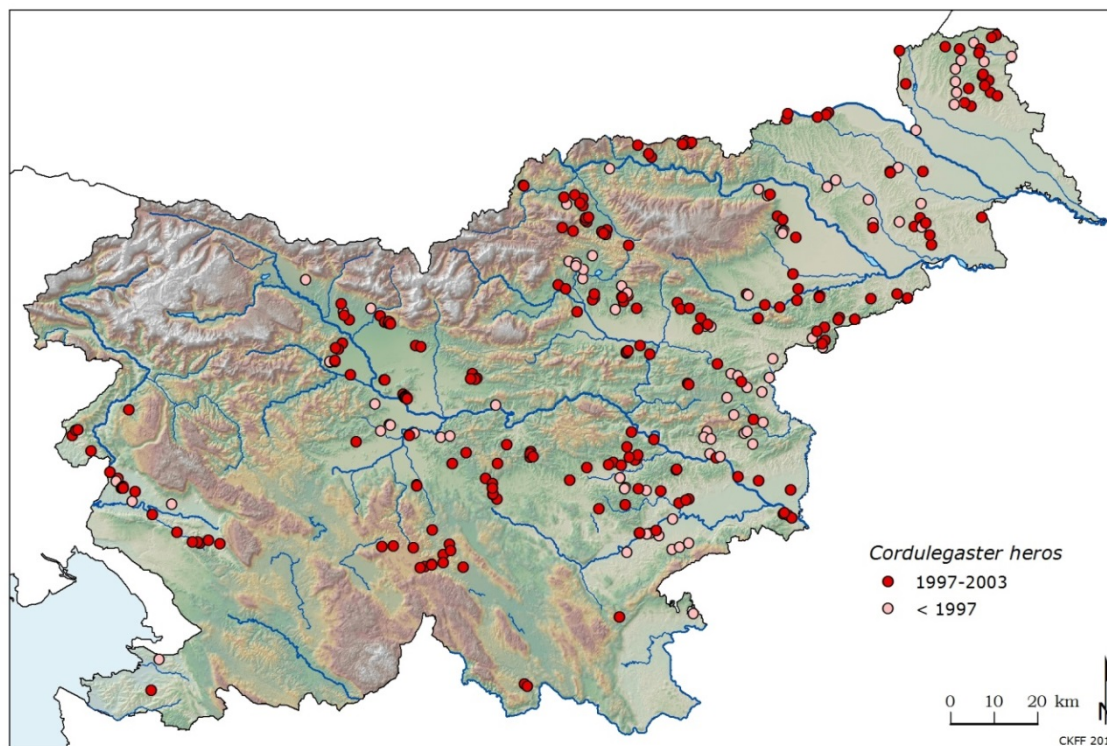
Ob izidu Atlasa kačjih pastirjev Slovenije (Kotarac 1997) je bilo za velikega studenčarja znanih 113 lokalitet (Slika 8), večina podatkov je bila iz obdobja 1993–1996. Velik del Slovenije smo takrat zaradi načrtovanega Atlasa prvič odonatološko raziskali. Dobršen del podatkov smo zbrali med številnimi raziskovalnimi tabori, na karti so najopaznejši rezultati taborov Kozje 1995 (Kotarac in sod. 1996) na Kozjanskem in Duplje 1996 (Pirnat in sod. 1997) na Gorenjskem.



Slika 8: Znana razširjenost velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*) v Sloveniji leta 1997, ob izidu Atlasa kačjih pastirjev Slovenije (Kotarac 1997).

V naslednjem obdobju med leti 1997 in 2003, se je število znanih lokalitet povečalo za trikrat, na 329 (Slika 9). Poleg podatkov, zbranih med raziskovalnimi tabori se je povečalo tudi število odonatoloških inventarizacij, običajno omejenih na manjša območja. Velik del podatkov smo zbrali leta 2003, med pripravo strokovnih izhodišč za vzpostavitev omrežja Natura 2000 (Kotarac in sod. 2003). Poleg povečanja števila lokalitet na že prej znanih območjih so opazne predvsem prve najdbe v pritokih Kolpe na Kočevskem in v pritoku Soče pod Banjšicami, poleg tega pa še najdbe med Blokami in Velikimi Laščami, med

Litijo, Ivančno Gorico in izvirom Krke ter v več pritokih Mirne, v Dravinjski dolini in Halozah ter v pritokih Mislinje.



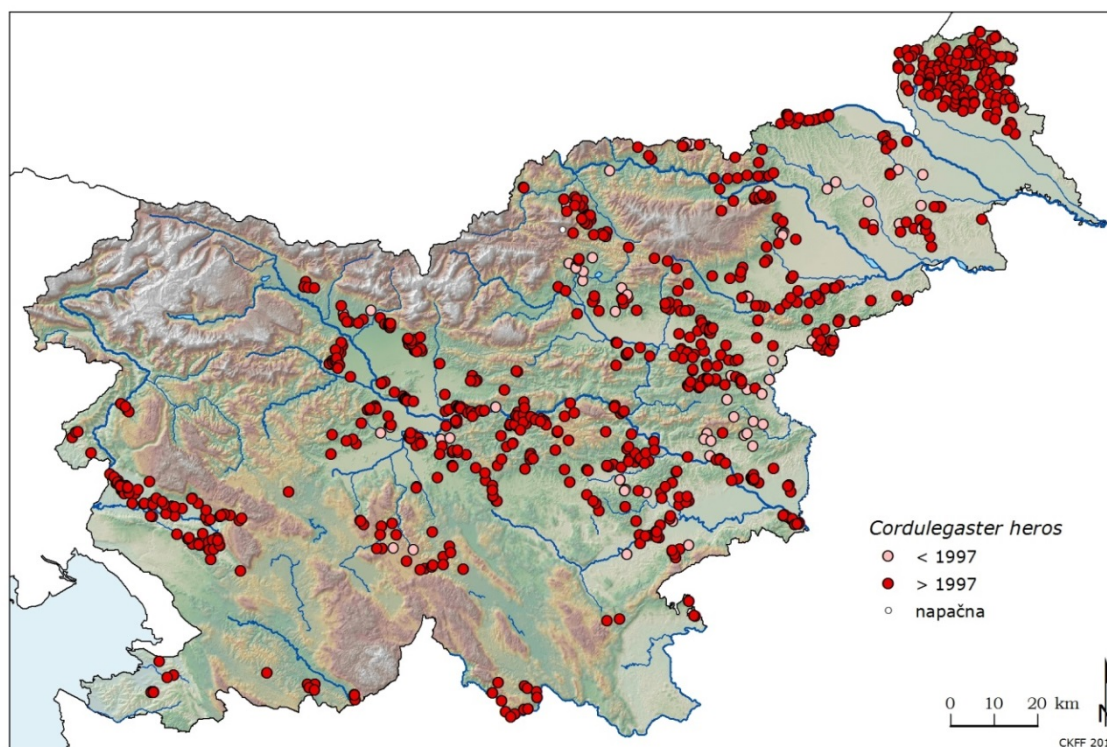
Slika 9: Znana razširjenost velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*) v Sloveniji leta 2003, po pripravi strokovnih izhodišč za vzpostavitev omrežja Natura 2000 (Kotarac in sod. 2003).

Med leti 2005 in 2010 je bilo narejenih več Natura 2000 območjem in velikemu studenčarju posvečenih raziskav, kar se pozna tudi v številu zbranih podatkov in lokalitet. Na Goričkem je bilo tako v letih 2005-2006 pregledanih skoraj 400 lokalitet, takrat smo začeli sodelavci Centra za kartografijo favne in flore tudi uporabljati velikemu studenčarju prirejeno metodologijo vzorčenja ličink (Kotarac in sod. 2006) in beležiti vse s to metodo pregledane lokalitete. Leta 2010 je bila opravljena zadnja večja raziskava velikega studenčarja, med katero je bilo po vsej Sloveniji pregledanih 329 lokalitet (Šalamun in sod. 2010). Poleg občutnega povečanja lokalitet na vseh znanih območjih pojavljanja je bil veliki studenčarj prvič najden v Brkinih ter severnih pritokih reke Reke. V zadnjih petih letih se je število terenskih dni vzorčenja velikega studenčarja občutno zmanjšalo, vendar je še vedno primerljivo z obdobjem v letih pred izdajo Atlasa kačjih pastirjev Slovenije.

Dva izstopajoča predhodno objavljena podatka smo tokrat izločili. Pri Prekmurskem, objavljenem v Atlasu kačjih pastirjev Slovenije (Kotarac 1997) gre za napako pri vnosu v podatkovno zbirko. Pri najdbi pod Uršljo goro (Ramšak 2001), ki izstopa zaradi visoke nadmorske višine, gre najverjetneje za napako pri določitvi ličinke, ki ni ohranjena in je tako nepreverljiva.

4.2.2 Opis razširjenosti velikega studenčarja v Sloveniji

Od 991 zbranih lokalitet je na karti (Slika 10) trenutno znane razširjenosti velikega studenčarja v Sloveniji prikazanih 970 lokalitet. Enaindvajset lokalitet zaradi velikosti območja ni georeferenciranih (Slovenija, Kranjska, regije – natančnost 0, 1 in deloma 3; Slika 7) in niso prikazane na nobeni karti.

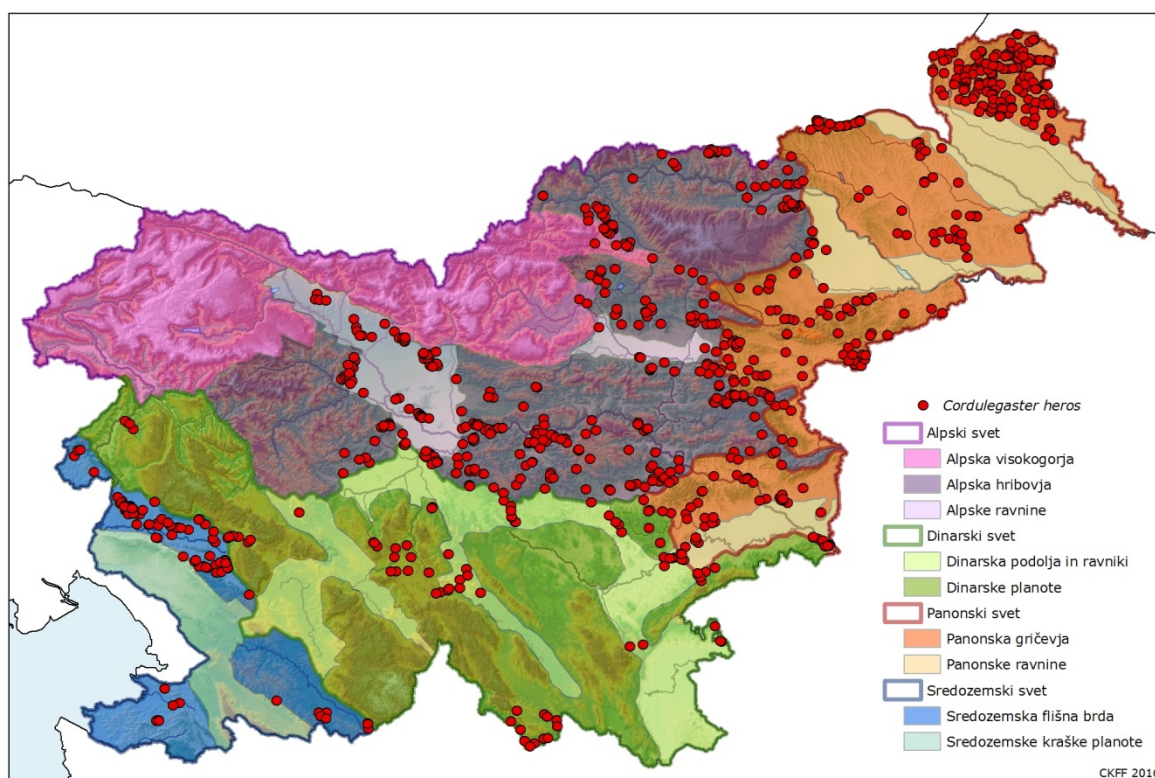


Slika 10: Znana razširjenost velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*) v Sloveniji (stanje 1. 5. 2016).

Podatka z dveh lokalitet sta najverjetneje napačna in nepreverljiva, obe lokaliteti sta ločeno prikazani na Sliki 10, in v nadaljevanju nista vključeni v rezultate. Nadaljnih 22 lokalitet ima le okvirno določene koordinate zaradi nenatančnega opisa (večja območja in kraji) in večinoma sovpadajo s točnejšimi lokalitetami, zato jih v nadaljnjih analizah nismo upoštevali. Ostane 946 natančneje določenih lokalitet (natančnost 6–8) s 1.347 najdbami velikega studenčarja.

Veliki studenčar se pojavlja praktično po celotni Sloveniji, od vzhoda do zahoda in od severa do juga. Vendar njegova razširjenost ni enakomerno razporejena. S Slike 10 je razvidno, da velikega studenčarja na višjih nadmorskih višinah ni. Osamljena lokaliteta na SV Pohorja je v dolini potoka. Prav tako vrste ni na ravninah. Opazno manj lokalitet je v južni in jugozahodni Sloveniji, kjer je zaradi kraškega terena manj površinskih vod.

V pomoč pri opisu razširjenosti vrste v Sloveniji smo uporabili makro in submakro regije, povzete iz Perko in Orožen Adamič (2001) (Slika 11). V alpskem visokogorju velikega studenčarja ni, zgolj na skrajnem vzhodnem robu, na prehodu v hribovje pod Goltemi in predvsem Uršljo goro, je znanih nekaj najdb. Največ lokalitet je v alpskem hribovju in panonskih gričevjih v osrednji in vzhodni Sloveniji, zaradi največje raziskanosti izstopa predvsem Goričko. Opazno je manjše število najdb v Slovenskih goricah ter skoraj prazno Cerkljansko, Škofjeloško in Polhograjsko hribovje. V ravninah in podoljih vrste ni, pojavi se zgolj na obrobju v prehodih v hribovja, z več najdbami izstopa predvsem razgibana Savska ravan. Zanimive so najdbe na obrobju Bele krajine med Gorjanci in Kočevskim rogom. Prav tako velikega studenčarja ni na kraških in dinarskih planotah, izjema so predvsem Bloke in okolica Velikih Lašč ter pritoki Kolpe pri Kostelu in Fari. Opazna je osamljena skupina lokalitet na pobočju Banjšic nad Sočo. Vzhodni dinarski rob med Trebnjim in Gorjanci je v povezavi s Posavskim in Senovskim hribovjem. V flišnih sredozemskih brdih so pogoji večinoma suboptimalni, izjema je Vipavska dolina z dolino Branice in predvsem zahodnim delom doline.



Slika 11: Lokalitete velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*) glede na makro in submakro regije v Sloveniji (po Perko in Orožen Adamič 2001).

Najdbe po mezo in makro regijah so prikazane v Preglednici 2. Razporeditev lokalitet smo testirali glede na pričakovano in dejansko število lokalitet velikega studenčarja. Za

makroregije je $\chi^2=138,9$ ($ps=3$, $p<0,001$) in za mezoregije $\chi^2=313,6$ ($ps=8$, $p<0,001$), kar potrjuje, da razporeditev ni naključna.

Preglednica 2: Razporeditev lokalitet velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*; *Ch*) po makro (izpisane ležeče) in mezo regijah Slovenije (Perko in Orožen Adamič 2001).

makro in mezo regija	% regije v Sloveniji	% lokalitet <i>Ch</i>
<i>Alpski svet</i>	42,13	41,63
Alpska hribovja	22,99	30,26
Alpska visokogorja	15,10	3,33
Alpske ravnine	4,04	8,05
<i>Sredozemski svet</i>	8,55	9,87
Sredozemska flišna brda	5,23	9,66
Sredozemske kraške planote	3,32	0,21
<i>Dinarski svet</i>	28,15	9,33
Dinarska podolja in ravniki	9,36	3,76
Dinarske planote	18,79	5,58
<i>Panonski svet</i>	21,17	39,16
Panonska gričevja	14,77	36,16
Panonske ravnine	6,40	3,00

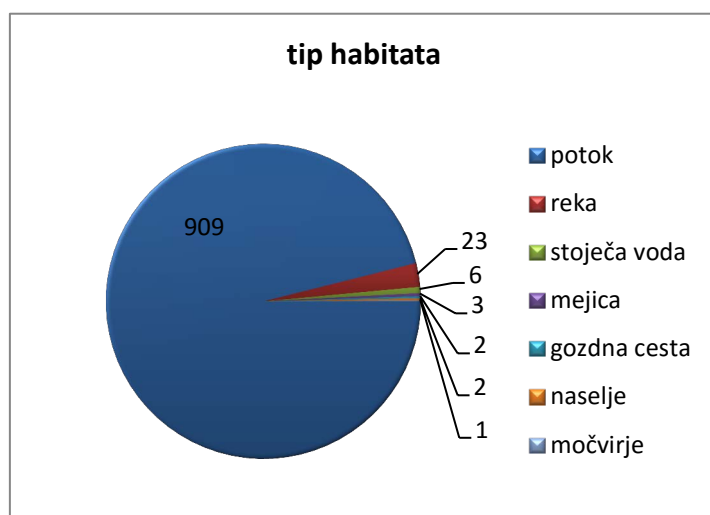
4.3 EKOLOGIJA VELIKEGA STUDENČARJA

4.3.1 Tip habitata

Vsem 946 natančnim lokalitetam velikega studenčarja, ne glede na tip najdbe, smo določili okvirni tip habitata (Preglednica 3, Slika 12). Velikega studenčarja smo zasledili v sedmih širših tipih habitata: potoku, reki, stoječi vodi, mejici, gozdni cesti, naselju in močvirju. Vse najdbe faz, ki potrjujejo potek razvoja ali uspešen razvoj vrste, torej ličink, levov ali sveže preobraženih osebkov, so bile zgolj v tekočih vodah. Te smo, glede na opis lokalitete v podatkovni zbirki, sicer ločili na potoke in reke, vendar so vse rečne najdbe v majhnih rekah (Velika Krka na Goričkem) oziroma v zgornjih delih rek (Ledava, Mirna, Branica, Reka). Edina izjema je reka Kolpa, na mestu najdene ličinke velikega studenčarja je reka široka skoraj 20 m, vendar se prav tam v Kolpo izliva manjši potok, iz katerega je bila ličinka najverjetneje naplavljena v Kolpo.

Preglednica 3: Tip habitata vseh lokalitet velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*) in lokalitet z razvojnimi fazami (lrf).

tip habitata	število lokalitet	% lokalitet	število lrf	% lrf
potok	909	96,09	788	97,28
reka	23	2,43	22	2,72
stoječa voda	6	0,63		
mejica	3	0,32		
gozdna cesta	2	0,21		
naselje	2	0,21		
močvirje	1	0,11		
skupaj	946		810	



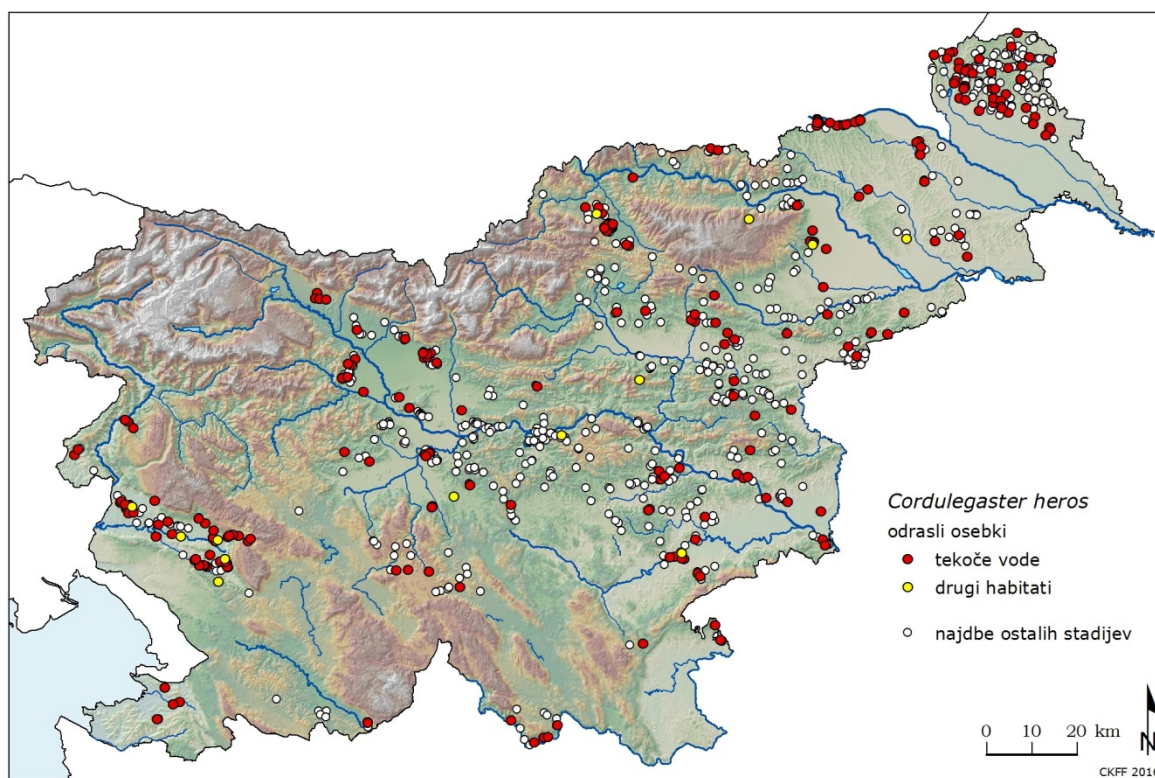
Slika 12: Tipi habitatov, v katerih je bil najden veliki studenčar (*Cordulegaster heros*).

4.3.2 Odrasli osebki (imagi)

Običajno so med raziskavami kačjih pastirjev veliko pogostejši podatki o odraslih osebkih (imagih). Veliki studenčar je pri tem izjema, razmerje je obratno. Delež podatkov z zabeleženimi odraslimi osebki velikega studenčarja je 20 %, delež faz razvoja pa 76 % vseh podatkov o velikem studenčarju (ostanek so podatki zgolj o pojavljanju vrste, brez zabeležene faze). Razmerje podatkov v zbirki CKFF za vse ostale vrste kačjih pastirjev je 75 % podatkov za odrasle osebke in 22 % za faze razvoja (podatkovna zbirka CKFF, stanje 1. 6. 2016).

Odrasli osebki so bili popisani 283 krat na 245 lokalitetah (25,9 % vseh lokalitet velikega studenčarja). Lokalitete z najdbami imagov so prikazane na Sliki 13. Poleg lokalitet imagov so na sliki prikazani še tipi habitatov, ločeni na tekoče vode in ostale habitate, ter vse ostale lokalitete velikega studenčarja brez imagov (tudi Preglednica 3 in Slika 12).

Najdbe v drugih tipih habitatov so odraz mobilnosti imagov. Največkrat so bili odrasli najdeni ob stoječih vodah, ki so v neposredni povezavi s potoki, podobno velja za tudi najdbe na gozdnih cestah in ob mejicah. Osebki najdeni nekoliko dlje od potokov so običajno juvenilni osebki, ki se pred spolno zrelostjo večkrat oddaljijo od potokov, ali pa so bile opažene samice, za katere je prav tako značilno, da so ob vodnih habitatih samo, ko so pripravljene na parjenje. Tri od potokov oddaljene najdbe na karti nekoliko izstopajo, ker v bližini ni drugih znanih lokalitet velikega studenčarja. Najdbo pri Grosupljem lahko pripišemo slabši raziskanosti območja, potencialno primerni potoki so v bližini. Pohorska lokaliteta je s ceste v dolini potoka, iz katerega je najverjetneje tudi opažen osebek, tudi nadmorska višina je ustrezna za vrsto (599 m). Najzanimivejša je najdba z gozdne ceste na visoki nadmorski višini (763 m) v Zasavskem hribovju pod Mrzlico, visoko nad izvirnimi deli najbližjega potoka.



Slika 13: Najdbe odraslih osebkov (imagov) in ostalih stadijev velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*) v Sloveniji.

Gostote opaženih imagov so zelo nizke, prvi kvartil in mediana sta 1 osebek, tretji kvartil 2 osebk, še deveti decil so 4 osebk na lokaliteto. Zgolj šestkrat je v podatkovni zbirki zabeleženih več kot 10 osebkov. Največ, 40 osebkov, je bilo opaženih med namenskim večurnim popoldanskim popisom, del časa je popisovalec pregledoval potok, del časa pa čakal na enem mestu. Tudi ostali popisi z več kot 10 imagi so rezultat namenskega daljšega lovljenja letajočih osebkov. V vseh popisih z več kot 10 opaženimi osebki prevladujejo samci, z največ tremi opaženimi samicami, če upoštevamo še opažena odlaganja jajčec. Nasploh med opaženimi imagi prevladujejo samci v razmerju 13,3:1 glede na število osebkov, oziroma 7,4:1 glede na število opažanj, neodvisno od števila opaženih osebkov. Vsi podatki o opaženih imagih so v Preglednici 4. Juvenilni osebk so bili opaženi zelo redko, v podatkovni zbirki pa ni zabeležene niti ene same kopule.

Preglednica 4: Število osebkov in popisov imagov velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*). **max. osebkov:** največje število osebkov med posameznim popisom

imago	število osebkov	max. osebkov	število popisov
juvenilen samec	4	1	4
juvenilna samica	3	1	3
samec	514	37	251
samica	36	2	33
kopula	0	0	0
ovipozicija	19	1	17

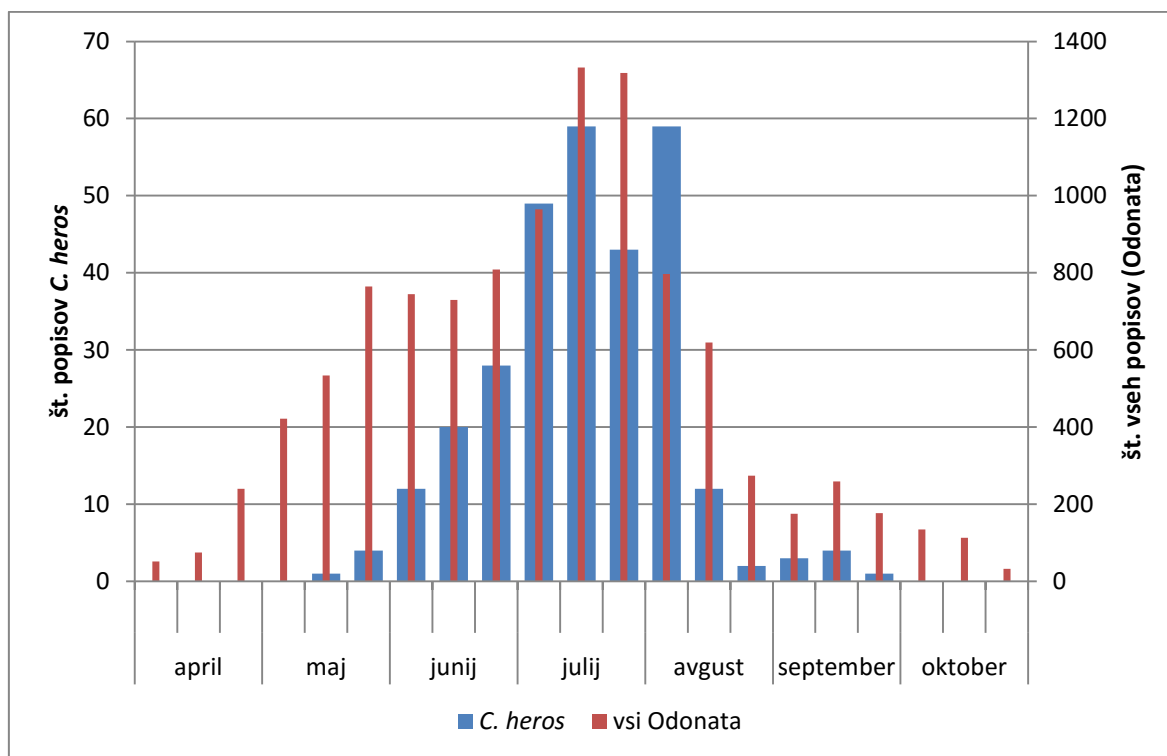
4.3.3 Fenologija

Za ugotavljanje obdobja pojavljanja odraslih osebkov smo lahko uporabili le podatke z zabeleženim datumom in jasno informacijo o tipu najdbe velikega studenčarja. Po izločitvi vseh popisov, kjer so bile najdene zgolj ličinke, nam je ostalo 297 podatkov.

Najzgodnejši podatek o pojavljanju velikega studenčarja je 20. maja opažen sveže preobražen osebek, ki je glede na to, da lev ni bi najden, očitno že opravil z prvim, deviškim letom. Sledi še en svež osebek 21. maja. Oba sta bila opažena v Vipavski dolini. Naslednji podatki so bili zbrani 31. maja, ko je bil svež osebek opažen v Savinjski dolini, v Vipavski dolini pa juvenilen in zrel samec. Prva najdba leva v Sloveniji je znana za 1. junij iz okolice Ljubljane.

Vseh 7 podatkov o najdbah sveže preobraženih osebkov je spomladanskih, najdeni so bili od 20. maja. do 24. junija. Najdb levov je nekaj več, 27, dokaj enakomerno so razporejeni od 1. junija do 8. avgusta. Juvenilni osebk so bili opaženi med 31. majem in 25. julijem. Po 10. avgustu so bili zabeleženi le še odrasli osebk, zadnji je bil viden 25. septembra. Prva ovipozicija je zabeležena 15. junija, zadnja 15. avgusta.

Na Sliki 14 je prikazano število popisov seštetih po mesecem prilagojenih dekadah, z najdbami levov ali imagov velikega studenčarja in primerjano z vsemi popisi kačjih pastirjev.



Slika 14: Fenogram popisov imagov in levov velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*) po mesečnih dekadah ter število vseh popisov kačjih pastirjev.

4.3.4 Potrditev razvoja in opažanja ličink

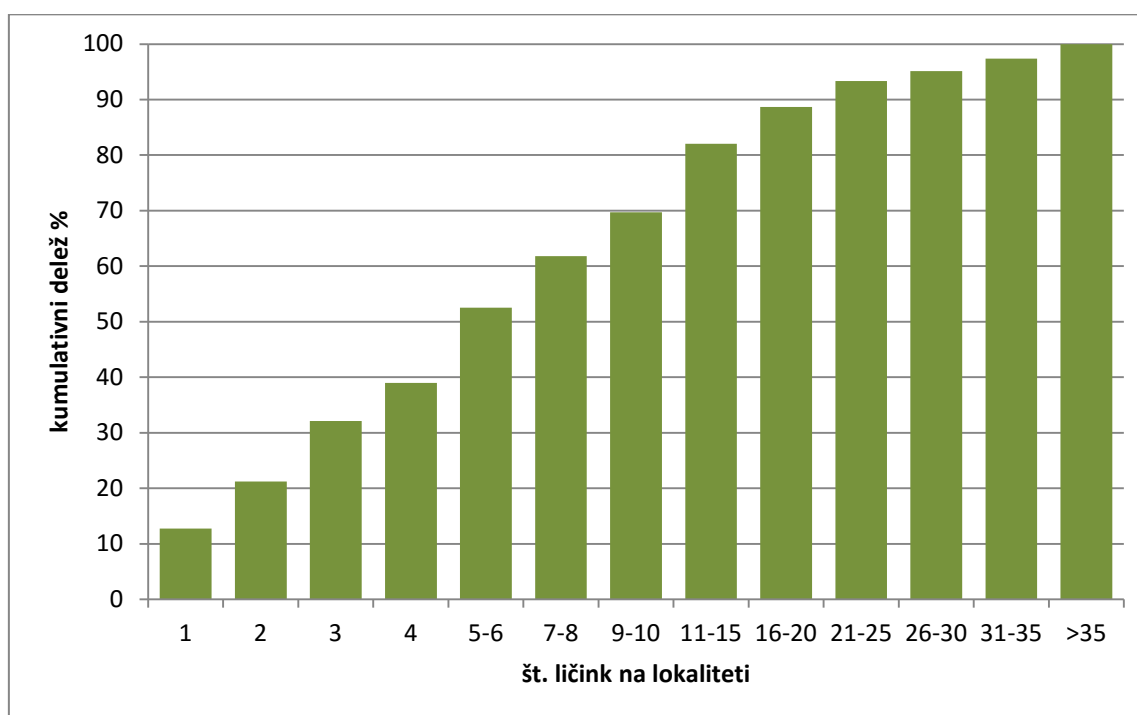
Najdb levov ali sveže preobraženih osebkov velikega studenčarja, ki potrjujejo uspešno zaključen razvoj, je le 32 z 31 lokalitet, torej 2,4 % vseh popisov z natančnih lokalitet. Veliko več je najdb ličink, popisane so bile 1.064-krat (75 % vseh popisov) na 803 natančnih lokalitetah. Skupaj z levi in sveže preobraženimi osebkami je potek razvoja vrste potrjen 1.085-krat na 810 natančnih lokalitetah.

Število najdenih ličink močno variira, za analizo pa smo uporabili samo ličinke, najdene med namenski popisi velikega studenčarja, saj ti rezultati omogočajo boljše primerjavo med lokalitetami. Ličinke so bile najdene med 495 namenski vzorčaji. Statistični mejniki so v Preglednici 5. Mediana namenski popisanih ličink na lokaliteto je 6, maksimum 72. Meja zgornjega kvartila je 12 ličink. Pomemben mejnik, uporaben za naravovarstvo, je zadnji decil, 21 ličink. Kot je razvidno iz kumulativnega grafa ličink na

lokaliteto (Slika 15), je poleg zadnjih 10 % smiselno posvetiti posebno pozornost tudi lokalitetam z več kot 15 ličinkami, te sodijo v zgornji 20 %.

Preglednica 5: Število ličink, najdenih med namenski popisi velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*), glede na statistične mejnike.

mejniki	število ličink
minimum	1
1 decil	1
1 kvartil	3
mediana	6
3 kvartil	12
9 decil	21
maksimum	72



Slika 15: Kumulativni delež števila najdenih ličink velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*) na lokaliteto.

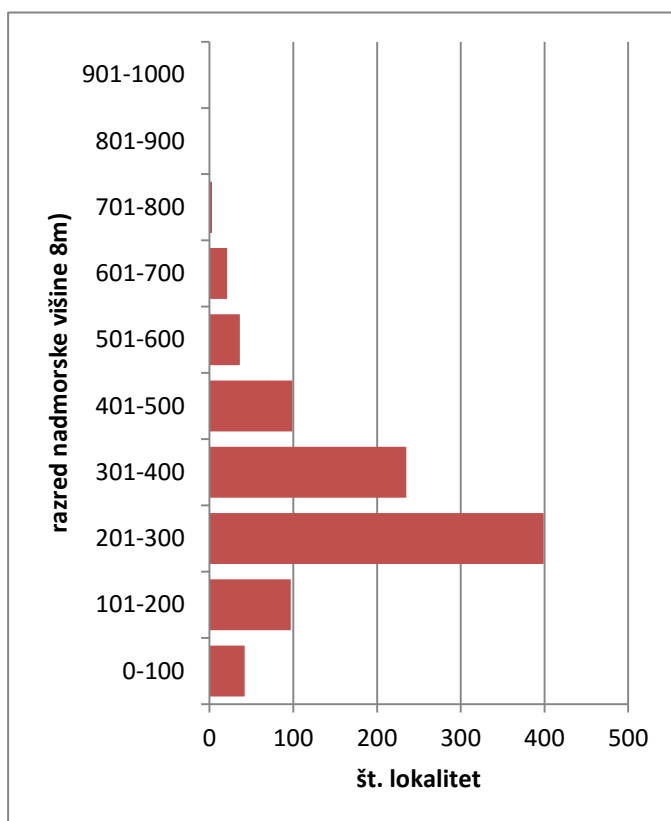
4.3.5 Višinska razporeditev

Zaradi mobilnosti odraslih osebkov smo za ugotavljanje višinske razporeditve velikega studenčarja uporabili samo natančne lokalitete na tekočih vodah, skupaj 932 lokalitet.

Veliki studenčar je v Sloveniji razširjen od 39–773 m n. m. (Preglednica 6). Srednja višina (Me) je 282 m. Največ najdb je od 237 do 351 m n.m. (Q1-Q3), 90% vseh je pod 454 m n. m. Razporeditev lokalitet po 100-metrskih višinskih pasovih je prikazana na Sliki 16.

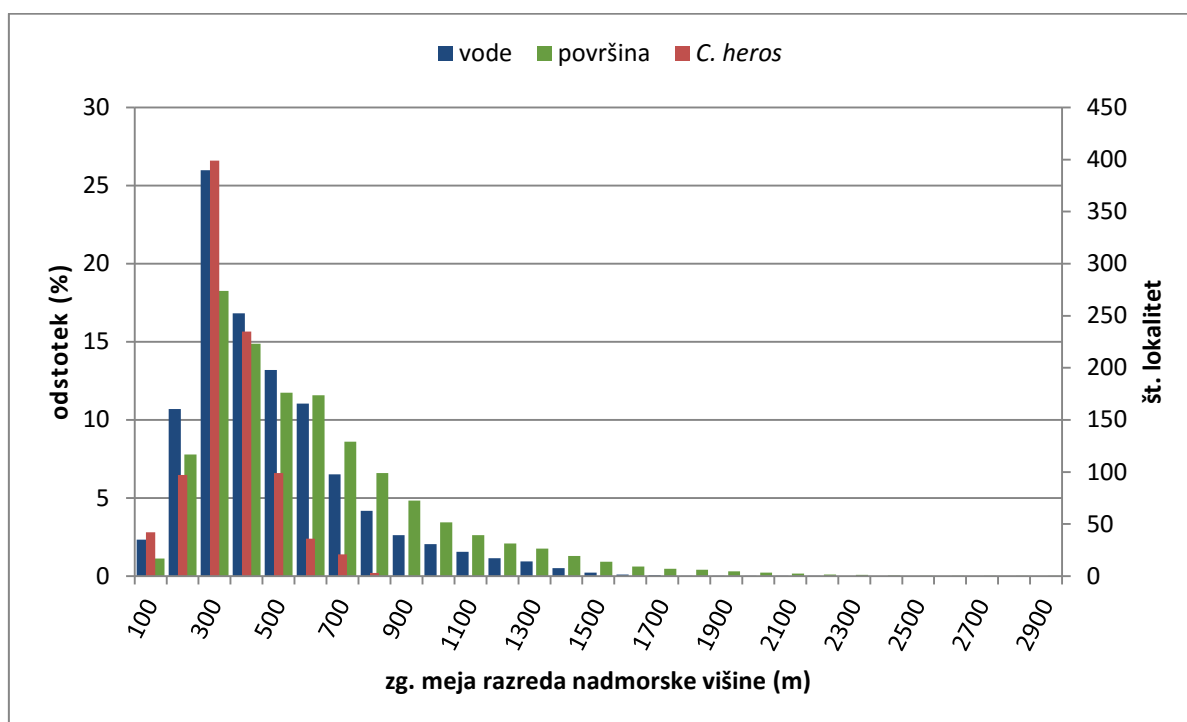
Preglednica 6: Višinska razporeditev lokalitet velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*) glede na statistične mejnike.

mejnik	nadmorska višina (m)
minimum	39
1 decil	160
1 kvartil	237
mediana	282
3 kvartil	351
9 decil	454
maksimum	773



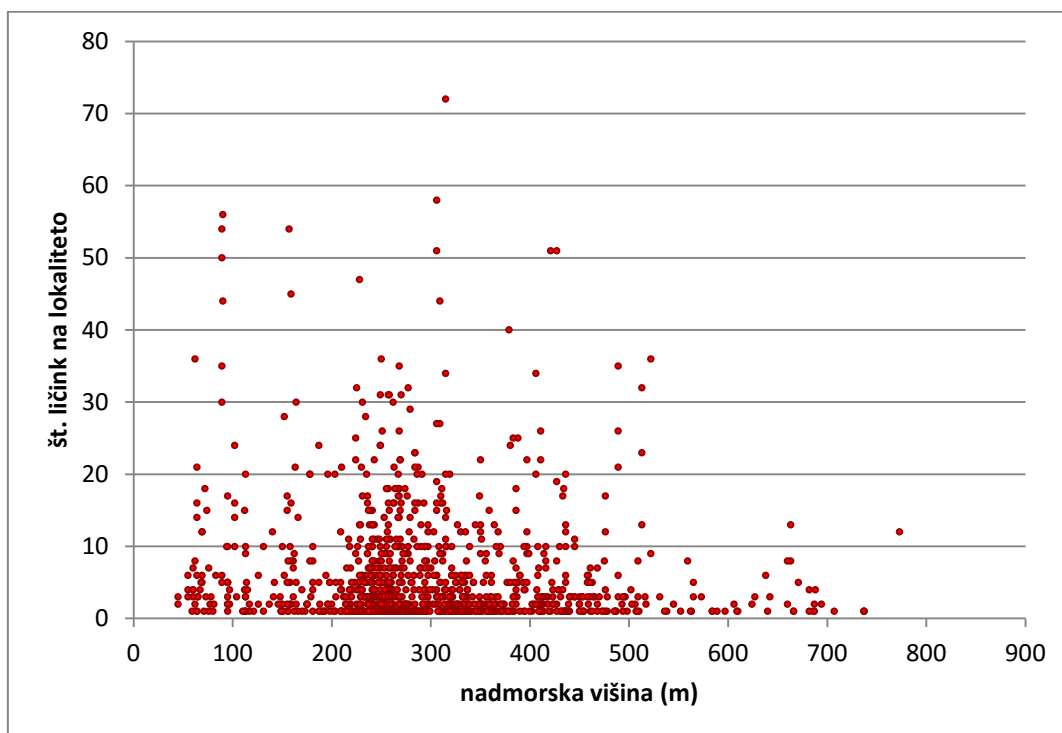
Slika 16: Razporeditev lokalitet velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*) po 100-metrskih višinskih razredih.

Na Sliki 17 je primerjalno prikazana razporeditev lokalitet velikega studenčarja v posameznih višinskih razredih in pripadajoča razporeditev deležev površine Slovenije ter deležev skupne dolžine tekočih vod. Opazen je velik delež vod med 200 in 300 metri nadmorske višine glede na površino. Od 0 do 500 metrov je delež vod večji v primerjavi s deležem površine, medtem ko se nad 500 m razmerje obrne. Nad 2200 m n. v. vod ni. Testirali smo razporeditev lokalitet glede na dolžino tekočih vod v posameznem višinskem razredu. Razporeditev ni naključna, $\chi^2 = 229,4$ ($p = 14$, $p < 0,001$).

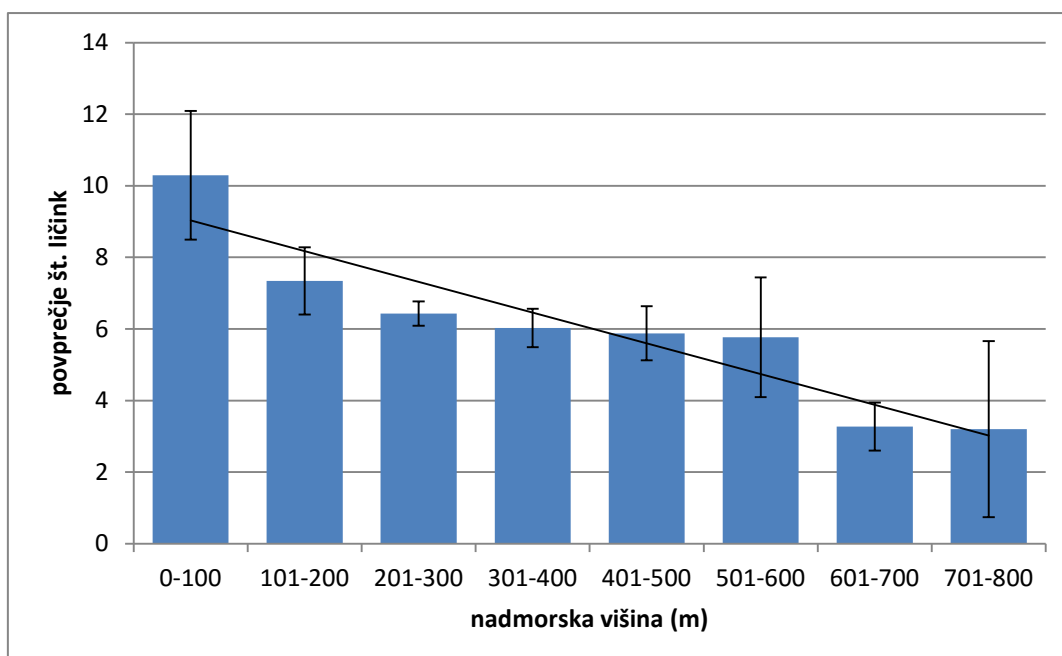


Slika 17: Primerjava razporeditve lokalitet velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*), odstotka površine Slovenije ter odstotka dolžine tekočih vod po 100 m razredih nadmorske višine.

Z nadmorsko višino smo primerjali še razporeditev števila ličink popisanih na posameznih lokalitetah (Sliki 18 in 19). Povprečno je največ ličink (10,3) na najnižjih nadmorskih višinah, najmanj (3,2) na najvišjih. Povprečno število ličink in višinski pasovi so v negativni korelaciji, ki je statistično značilna ($r = -0,93$, $p < 0,001$). Višinska meja lokalitet z večjim številom ličink, predvsem lokalitet v zadnjem decilu (glej tudi Preglednica 5, Slika 15), je okoli 550 m nadmorske višine. Nad približno 550 metri nadmorske višine je opazno zmanjšanje števila ličink na lokaliteto (Slika 18). Prav tako se nad 600 m opazno zmanjša povprečno število ličink na lokaliteto (Slika 19).



Slika 18:Število ličink velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*) na lokalitetah in njihova nadmorska višina.



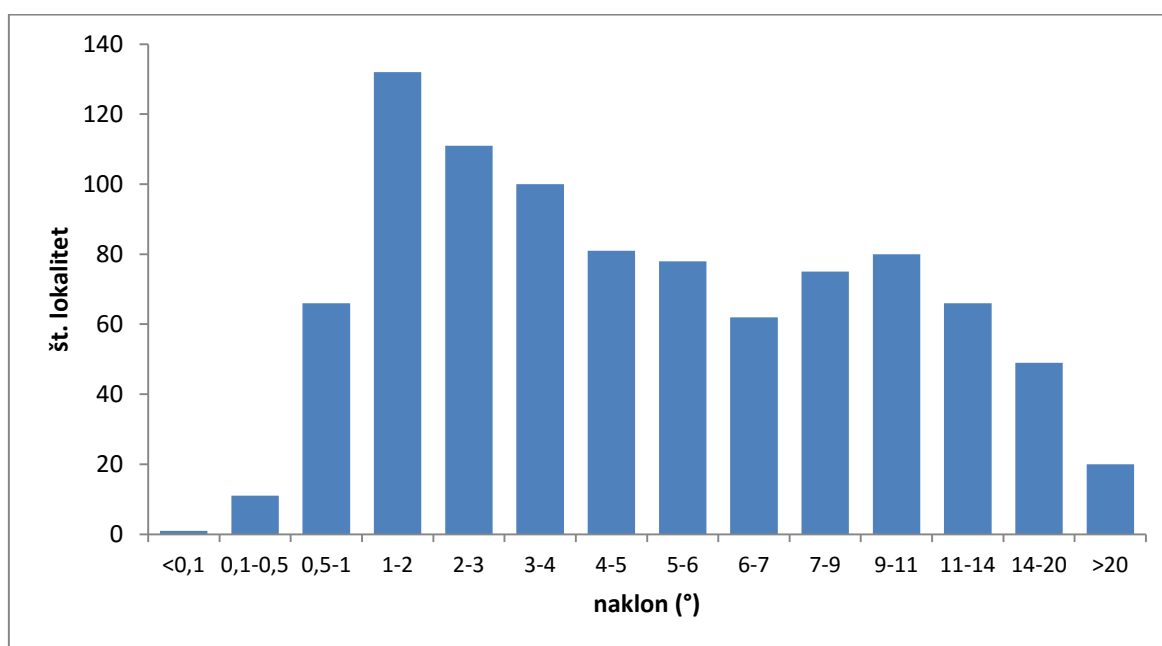
Slika 19: Povprečje števila ličink velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*) na lokaliteto po 100-metrskih višinskih pasovih.

4.3.6 Naklon

Analiza 932 natančnih lokalitet na tekočih vodah pokaže, da je večina najdb na lokalitetah z naklonom med 2 in 8,5°, 80 % najdb je med 1° in 12,4°. Mejniki so prikazani v Preglednici 7. Razporeditev po izbranih razredih naklona je prikazana na Sliki 20.

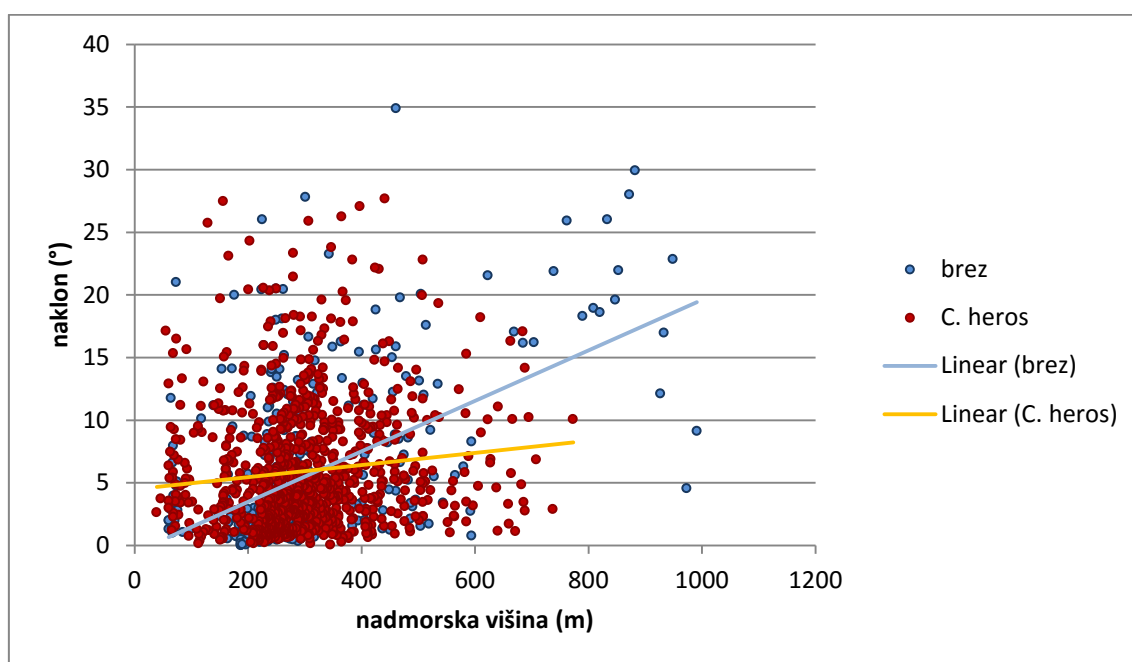
Preglednica 7: Naklon lokalitet velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*) glede na statistične mejnike.

mejniki	Naklon (°)
minimum	0,06
1 decil	1,07
1 kvartil	2,20
mediana	4,55
3 kvartil	8,50
9 decil	12,43
maksimum	27,69



Slika 20: Naklon lokalitet velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*) po izbranih razredih.

Primerjali smo razporeditev lokalitet velikega studenčarja ter lokalitet, ki so bile namensko pregledane zanj, vendar vrsta ni bila najdena, glede na naklon in nadmorsko višino (Slika 21). Na lokalitetah z višjo nadmorsko višino in/ali večjim naklonom velikega studenčarja nismo našli. Opazno je, da kljub naraščajoči nadmorski višini nakloni na lokalitetah z najdbami velikih studenčarjev naraščajo počasneje kot na lokalitetah, kjer ta vrsta ni bila najdena.



Slika 21: Razporeditev lokalitet z najdbami in brez najdb velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*) glede na nadmorsko višino in naklon.

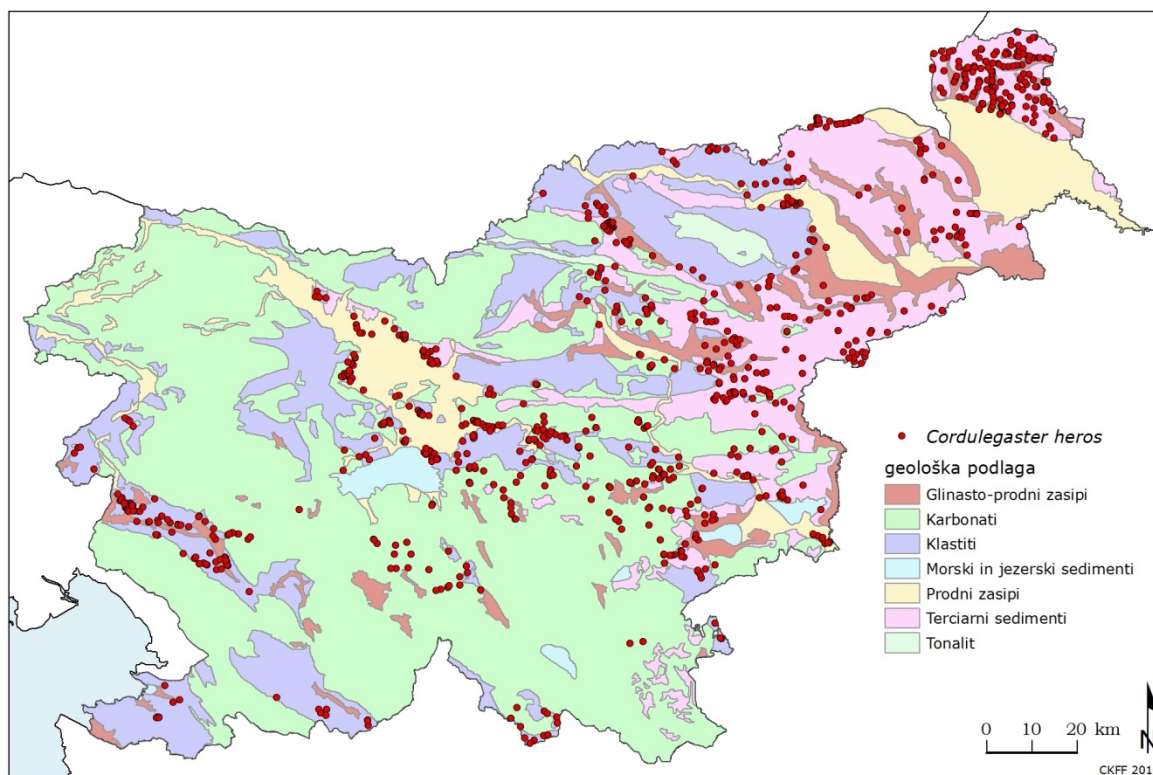
4.3.7 Geologija in pedologija

Za točne lokalitete velikega studenčarja smo izračunali delež razporeditve glede na geološko in pedološko podlago. Obe razporeditvi nista naključni, χ^2 za geološko podlago je $\chi^2 = 223,2$ (ps=6, $p < 0,001$), za pedološko pa $\chi^2 = 281,7$ (ps=20, $p < 0,001$).

Očiten je manjši delež lokalitet na karbonatih ter večji delež lokalitet na terciarnih sedimentih, kar zaradi povezave s prisotnostjo tekočih površinskih vod ni presenetljivo. Vsi deleži so prikazani v Preglednici 8, geološka podlaga in lokalitete velikega studenčarja pa na Sliki 22.

Preglednica 8: Razporeditev lokalitet velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*; *Ch*) glede na geološko podlago.

geološka podlaga	Slovenija (%)	lokalitete <i>Ch</i> (%)
Tonalit	0,92	0,11
Karbonati	46,74	19,21
Klastiti	18,65	22,21
Terciarni sedimenti	16,00	40,24
Prodni zasipi	9,94	8,58
Glinasto-prodni zasipi	6,44	9,23
Morski in jezerski sedimenti	1,33	0,43



Slika 22. Lokalizacije velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*) glede na geološko podlago.

Razporeditev lokalitet velikega studenčarja glede na pedološko podlago je prikazana na Sliki 23 in v Preglednici 9. Večji deleži lokalitet glede na pedološko podlago so na distričnih psevdoglejnih tleh, evtričnih rjavih tleh na laporju in flišu ter distričnih rjavih tleh na različnih silikatnih kameninah, medtem ko je manjši delež lokalitet na oglejnih tleh, rjavih pokarbonatnih tleh in rendzinah na apnencu in dolomitu. Na sedmih redkejših tipih tal velikega studenčarja nismo zabeležili.

Preglednica 9: Razporeditev lokalitet velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*) glede na pedološko podlago.

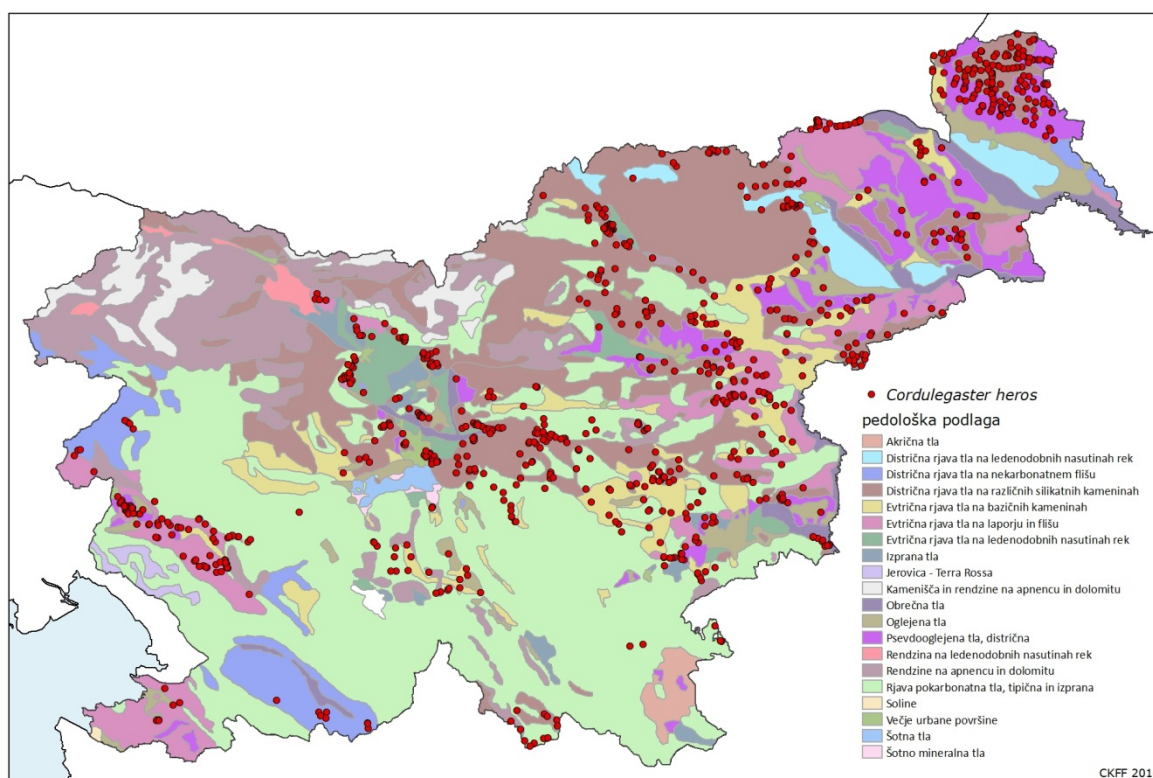
pedološka podlaga	Slovenija (%)	lokalitete <i>Ch</i> (%)
Psevdoglejena tla, distrična	5,47	13,30
Jerovica - Terra Rossa	0,40	0
Obrečna tla	2,34	1,07
Evtrična rjava tla na laporju in flišu	7,21	15,34
Oglejena tla	3,56	1,82
Distrična rjava tla na različnih silikatnih kameninah	20,08	35,09
Akrična tla	0,71	0
Rjava pokarbonatna tla, tipična in izprana	32,88	16,09

se nadaljuje

nadaljevanje preglednice 9

Preglednica 9: Razporeditev lokalitet velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*) glede na pedološko podlago.

pedološka podlaga	Slovenija (%)	lokaltete Ch (%)
Rendzine na apnencu in dolomitu	8,76	1,39
Rendzina na ledenodobnih nasutinah rek	0,50	0
Distrična rjava tla na nekarbonatnem flišu	3,47	1,39
Distrična rjava tla na ledenodobnih nasutinah rek	2,10	0,64
Evtrična rjava tla na bazičnih kameninah	5,80	8,58
Kamenišča in rendzine na apnencu in dolomitu	2,47	0
Šotna tla	0,36	0
Šotno mineralna tla	0,12	0
Evtrična rjava tla na ledenodobnih nasutinah rek	1,88	1,50
Izprana tla	1,15	2,15
Psevdooglejena tla, distrična	0,26	1,29
Soline	0,03	0
Večje urbane površine	0,44	0,32



Slika 23. Lokaltete velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*) glede na pedološko podlago.

4.3.8 Raba tal

Naredili smo analizo v kakšnih tipih rabe tal (MKGP 2016) so najdbe velikega studenčarja. Tudi pri rabi tal razporeditev lokalitet z velikim studenčarjem ni naključna, $\chi^2 = 183,6$ (ps=24, $p < 0,001$). Delež lokalitet v gozdu (šifra 2000) je skoraj enak splošnemu deležu gozda, izstopa predvsem velika razlika deleža lokalitet v tipu drevesa in grmičevje (1500). Zelo majhen delež lokalitet v vodi (7000) je posledica majhnosti in zasenčenosti potokov, ki jih metoda zajema rabe tal zato ne zazna kot vodno telo. Razporeditev po vseh tipih rabe tal je v Preglednici 10. V 12 redkih tipih tal ni lokalitet velikega studenčarja.

Preglednica 10: Razporeditev lokalitet velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*) glede na rabo tal (MKGP 2016). **slo:** odstotek (%) tipa rabe tal v Sloveniji, **heros:** odstotek (%) lokalitet velikega studenčarja.

šifra	tip rabe tal	slo	heros
1100	Njiva	8,98	1,50
1160	Hmeljišče	0,09	0
1180	Trajne rastline na njivskih površinah	0,02	0
1190	Rastlinjak	0,01	0
1211	Vinograd	0,94	0,11
1212	Matičnjak	0,00	0
1221	Intenzivni sadovnjak	0,20	0,11
1222	Ekstenzivni oziroma travniški sadovnjak	1,34	0,64
1230	Oljčnik	0,10	0
1240	Ostali trajni nasadi	0,02	0
1300	Trajni travnik	17,49	13,52
1321	Barjanski travnik	0,28	0
1410	Kmetijsko zemljišče v zaraščanju	1,32	2,25
1420	Plantaža gozdnega drevja	0,01	0
1500	Drevesa in grmičevje	1,73	15,99
1600	Neobdelano kmetijsko zemljišče	0,35	0,75
1800	Kmetijsko zemljišče, poraslo z gozdnim drevjem	0,57	0,11
2000	Gozd	58,84	58,69
3000	Pozidano in sorodno zemljišče	5,42	4,08
4100	Barje	0,00	0
4210	Trstičje	0,00	0
4220	Ostalo zamočvirjeno zemljišče	0,06	0,11
5000	Suho, odprto zemljišče s posebnim rastlinskim pokrovom	0,89	0
6000	Odprto zemljišče brez ali z nepomembnim rastlinskim pokrovom	0,63	0
7000	Voda	0,69	2,15

4.3.9 Simpatrične vrste

Skupaj z velikim studenčarjem je bilo v nekaj več kot polovici popisov (53,7 %) zabeleženih še 31 drugih vrst kačjih pastirjev. Glede na pogostost pojavljanja skupaj z velikim studenčarjem so navedene v Preglednici 11. Najpogosteje se ob velikem studenčarju pojavlja modri bleščavec (*Calopteryx virgo*), sledita sredozemski lesketnik (*Somatochlora meridionalis*) in sorodni povirni studenčar (*Cordulegaster bidentata*). Druge vrste so bile zabeležene v manj kot 10 %.

Preglednica 11: Vrste kačjih pastirjev, ki se pojavljajo skupaj z velikim studenčarjem (*Cordulegaster heros*), ter pogostost najdb.

vrsta	slovensko ime	delež (%)
<i>Calopteryx virgo</i>	modri bleščavec	36,33
<i>Somatochlora meridionalis</i>	sredozemski lesketnik	16,33
<i>Cordulegaster bidentata</i>	povirni studenčar	10,41
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	bledi peščenec	9,81
<i>Platycnemis pennipes</i>	sinji presličar	4,04
<i>Gomphus vulgatissimus</i>	popotni porečnik	3,30
<i>Aeshna cyanea</i>	zelenomodra deva	3,22
<i>Calopteryx splendens</i>	pasasti bleščavec	2,77
<i>Libellula depressa</i>	modri ploščec	2,10
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	rani plamenec	1,42
<i>Orthetrum brunneum</i>	sinji modrač	1,27
<i>Orthetrum coerulescens</i>	mali modrač	1,12
<i>Coenagrion puella</i>	travniški škratec	0,97
<i>Aeshna mixta</i>	bleda deva	0,67
<i>Anax imperator</i>	veliki spremljevalec	0,67
<i>Somatochlora flavomaculata</i>	pegasti lesketnik	0,52
<i>Coenagrion ornatum</i>	koščični škratec	0,45
<i>Sympetrum striolatum</i>	progasti kamenjak	0,45
<i>Sympetrum sanguineum</i>	krvavordeči kamenjak	0,37
<i>Ischnura elegans</i>	modri kresničar	0,30
<i>Ophiogomphus cecilia</i>	kačji potočnik	0,30
<i>Aeshna isoceles</i>	deviški pastir	0,30
<i>Chalcolestes sp.</i>	zelena pazverca	0,22
<i>Orthetrum cancellatum</i>	prodni modrač	0,15
<i>Lestes barbarus</i>	grmiščna zverca	0,07
<i>Lestes sponsa</i>	obvodna zverca	0,07
<i>Sympecma fusca</i>	prisojni zimnik	0,07
<i>Cordulia aenea</i>	močvirski lebduh	0,07
<i>Orthetrum albistylum</i>	temni modrač	0,07
<i>Sympetrum vulgatum</i>	navadni kamenjak	0,07
<i>Sympetrum fonscolombii</i>	malinovordeči kamenjak	0,07

Poleg ostalih vrst kačjih pastirjev so pogosto popisane tudi druge vodne živalske skupine, najpogostejše so prikazane v Preglednici 12. Najpogosteje so poleg velikih studenčarjev zabeležene dvoživke, predvsem na račun številnih ličink močeradov (*Salamandra salamandra*) (14,7 %). Pogoste so tudi postranice (Gammaridae), preko 22 %, sledijo potočni raki (*Austropotamobius torrentium*, *Austropotamobius pallipes* in *Astacus astacus*) v 17 % vseh popisov. Ribe so zabeležene na nekaj manj kot 10 % lokalitet. Pri interpretaciji podatkov drugih skupin vodnih živali je potrebno potrebno upoštevati, da so so zbrani nesistematično.

Preglednica 12: Delež drugih skupin vodnih živali, ki se najpogosteje pojavljajo skupaj z velikim studenčarjem (*Cordulegaster heros*).

skupina	delež (%)
Amphibia	22,70
Gammaridae	22,17
Decapoda	17,08
Ephemeroptera	15,06
Pisces	9,51
Heteroptera	8,24
Trichoptera	7,49
Agnatha	3,30
Bivalvia	2,25
Coleoptera	1,65



Slika 24: Rezultat enega vzorčenja v potoku Lemovšček pri Stari Gori: ličinke velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*), mlad koščeneč (*Austropotamobius pallipes*) ter ličinka močerada (*Salamandra salamandra*) (foto Ali Šalamun, 8. 6. 2010).

4.4 MODEL RAZŠIRJENOSTI

Za izdelavo modela razširjenosti v programu MaxEnt smo uporabili znane lokalitete velikega studenčarja ter prostorske sloje, predstavljene v Preglednici 13, skupaj z njihovim prispevnim deležem.

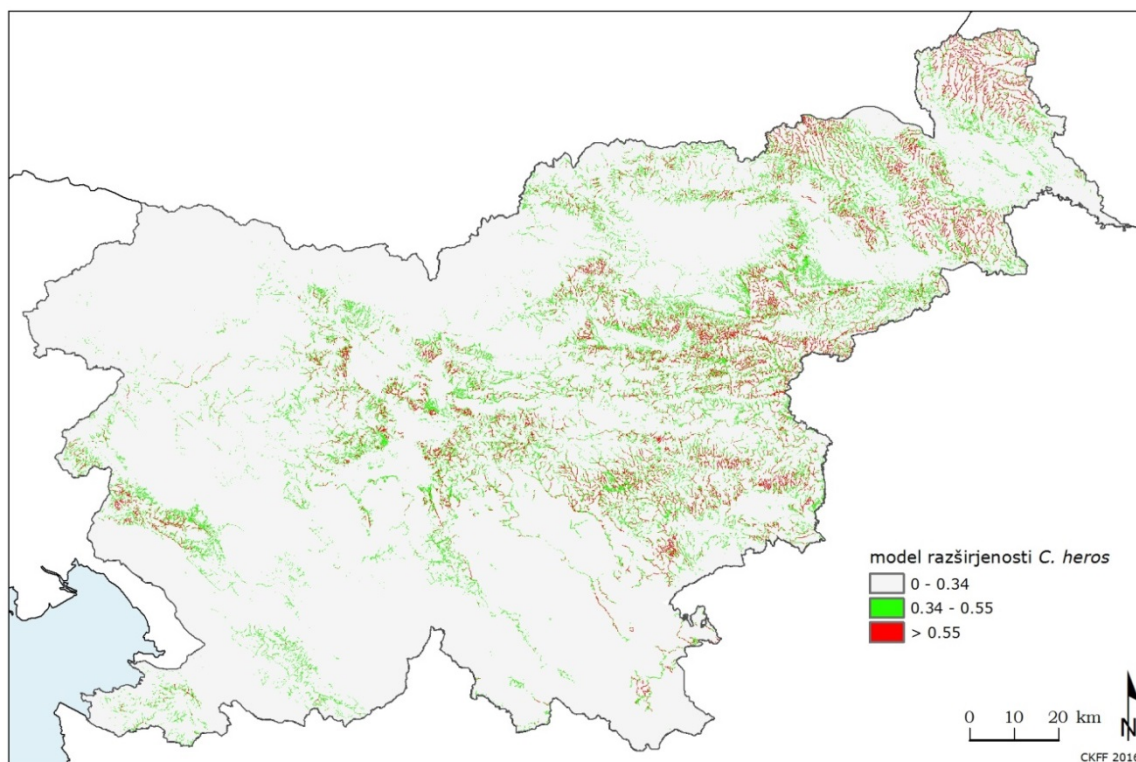
Preglednica 13: Uporabljeni podatkovni sloji in z programom MaxEnt izračunanem prispevnim deležem posameznega sloja uporabljenega v modelu razširjenosti.

sloj	opis	prispevni delež
vode	linijski sloj vod, narejen po TK1: 25000	72,7
dmr100	digitalni model reliefa, natančnost 100 m	8
slope100	naklon, derivat dmr	7,6
pedologija	pedološka karta slovenije	3,5
r_2000	raba tal tip 2000 - gozd	2,1
geologija	geološka karta slovenije	1,6
zeleznica	linijski sloj železniških prog	1,1
r_3000	raba tal tip 3000 - pozidano in sorodno zemljišče	0,7
r_7000	raba tal tip 7000 - voda	0,7
aspect	ekspozicija, derivat dmr	0,4
povodja	poligonski sloj povodij 4 reda	0,4
obs_zima	povprečno trajanje sončnega obsevanja, zima 1971–2000	0,3
t_min_jan	povprečna januarska najnižja dnevna temperatura zraka 1971–2000	0,3
t_max_jul	povprečna julijska najvišja dnevna temperatura zraka 1971–2000	0,1
obs_polet	povprečno trajanje sončnega obsevanja, poletje 1971–2000	0,1
sneg	povprečna skupna višina novozapadlega snega 1971–2000	0,1

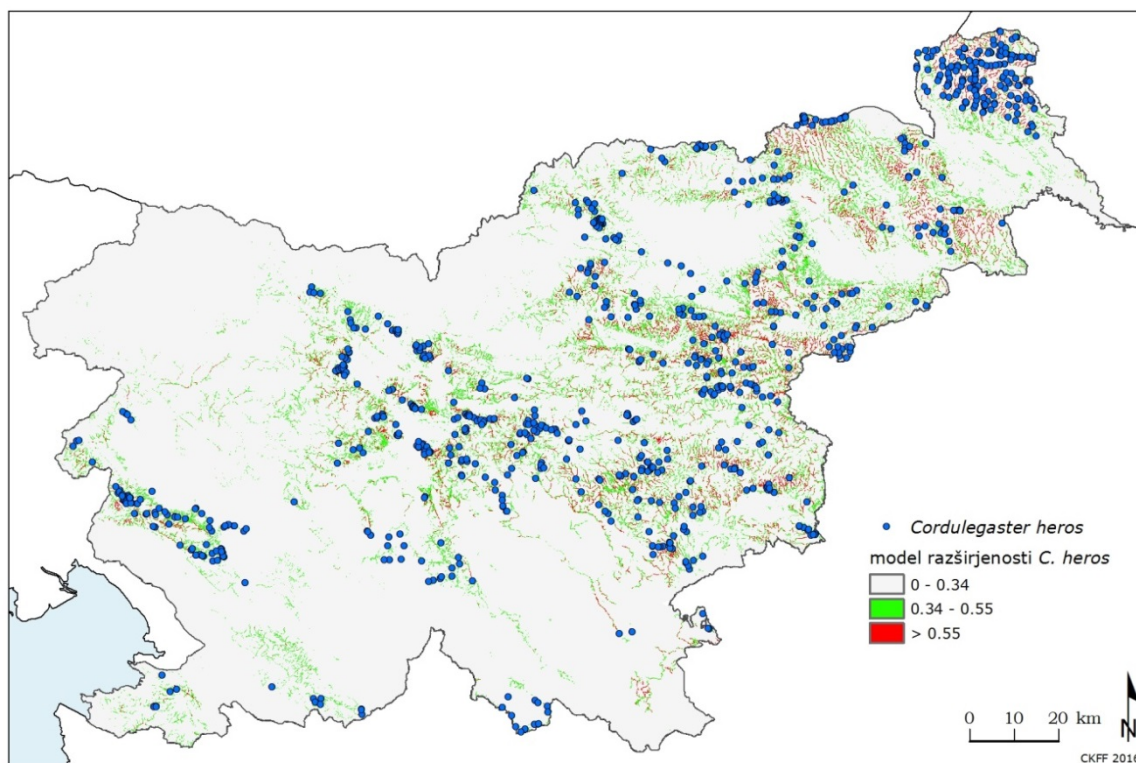
Ocena upešnosti modela, podana z vrednostjo $AUC=0,927>0,75$, kaže, da je model ustrezen.

Daleč največji delež glede na izračunano vrednost prispeva prisotnost vode, sledijo nadmorska višina, naklon, prisotnost gozda in drugi. Pri tem je potrebno upoštevati, da je velik del spremenljivk v korelaciji, Maxent pa pomen pripiše zgolj eni od spremenljivk.

Rezultati verjetnosti pojavljanja velikega studenčarja so prikazani z vrednostmi od 0 in 1 z naraščajočo verjetnostjo pojavljanja vrste (Sliki 25 in 26). Rezultate smo razdelili v tri razrede. Pri izbiri praga za prikaz podatkov smo poskusili subjektivnost izbire zmanjšati z uporabo mejnikov, ki jih poda program. Glede na veliko število uporabljenih lokalitet s potrjenimi najdbami velikega studenčarja, dokaj dobro poznano razširjenostjo, relativno majhnim območjem raziskave ter natančnimi okoljskimi spremenljivkami, med katerimi ena zelo izstopa, smo uporabili za zgornjo mejo vrednost "Minimum training presence (MTP)". To je vrednost, pri kateri so vključene vse med preračunavanjem uporabljene lokalitete (MaxEnt med računanjem ne uporabi vseh vhodnih lokalitet), za spodnjo mejo pa vrednost "Balance training omission, predicted area and threshold value (BTP)".



Slika 25: Model razširjenosti velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*) v Sloveniji. Verjetnost pojavljanja vrste narašča od 0 do 1.



Slika 26: Model razširjenosti z znanimi lokalitetami velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*) v Sloveniji. Verjetnost pojavljanja vrste narašča od 0 do 1.

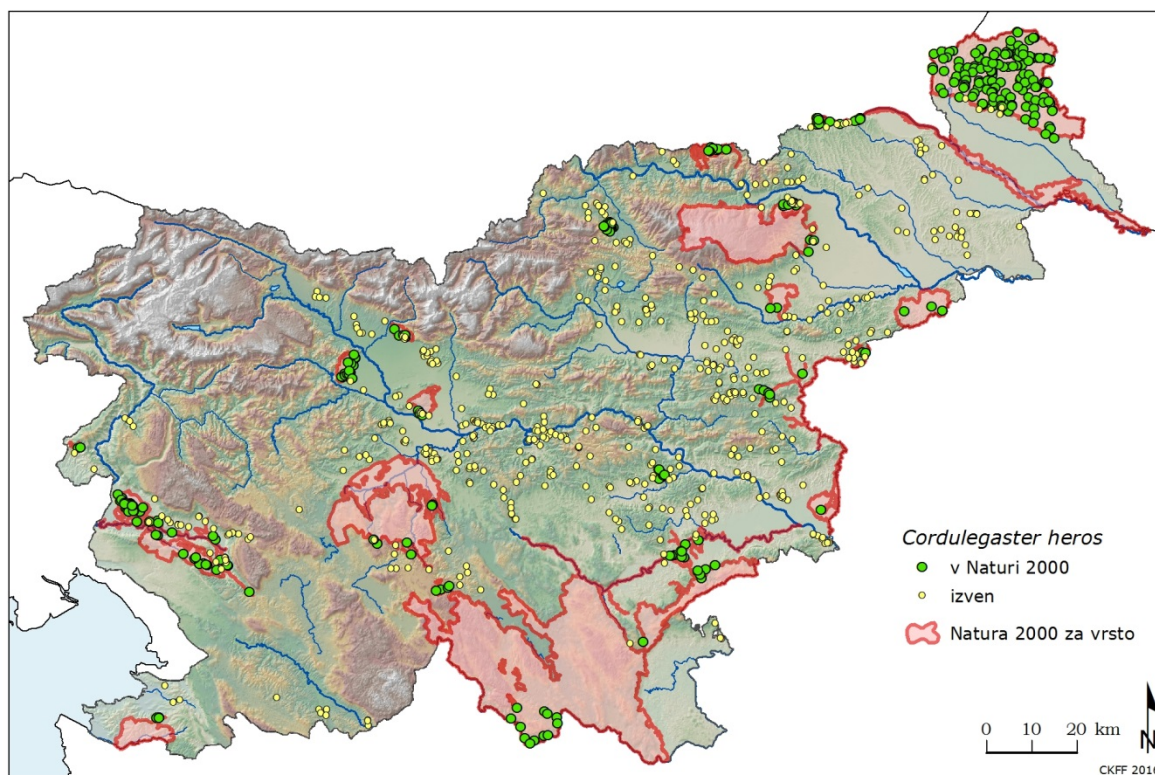
4.5 VARSTVO

Veliki studenčar je bil na Direktivo o habitatih dodan ob širitvi Evropske unije leta 2004, na predlog Slovenije in Madžarske. Neposredna posledica tega je kar devetkraten porast števila podatkov in znanih lokalitet velikega studenčarja v obdobju po letu 2003. Proces določitve posebnih varstvenih območij (območij Natura 2000) za velikega studenčarja je po uskladitvah na biogeografskih seminarjih (ETC/BD 2005, 2006) in dopolnitvah zaključen za obe regiji, alpsko in celinsko (ETC/BD 2014). V Sloveniji je opredeljenih 23 ohranitvenih območij (SAC) za velikega studenčarja, vanje je vključenih skupno 40 % vseh znanih natančnih lokalitet. Izstopa velik delež lokalitet na Goričkem, kjer so bile raziskave najbolj obsežne in intenzivne. Vsa posebna ohranitvena območja za velikega studenčarja so prikazana v Preglednici 14.

Preglednica 14: Posebna ohranitvena območja SAC omrežja Natura 2000 za velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*) v Sloveniji ter delež v njih vključenih lokalitet te vrste.

ime območja	koda	delež lokalitet (%)
Mateča voda in Bistrica	SI3000005	0,54
Ježevec	SI3000006	2,15
Gozd Kranj - Škofja Loka	SI3000100	2,15
Gozd Olševek - Adergas	SI3000101	1,07
Haloze - vinorodne	SI3000117	0,32
Kožbana	SI3000125	0,21
Slovenska Istra	SI3000212	0,43
Ličenca pri Poljčanah	SI3000214	0,21
Mura	SI3000215	2,47
Goričko	SI3000221	16,63
Dolina Branice	SI3000225	1,18
Dolina Vipave	SI3000226	4,40
Krimsko hribovje - Menišija	SI3000256	0,43
Kočevsko	SI3000263	1,29
Kamenški potok	SI3000266	0,75
Gorjanci - Radoha	SI3000267	0,75
Dobrava - Jovsi	SI3000268	0,11
Pohorje	SI3000270	1,50
Ljubljansko barje	SI3000271	0,21
Rašica	SI3000275	0,54
Sotla s pritoki	SI3000303	0,97
Vzhodni Kozjak	SI3000313	0,54
Krka s pritoki	SI3000338	1,18
SKUPAJ		40,02

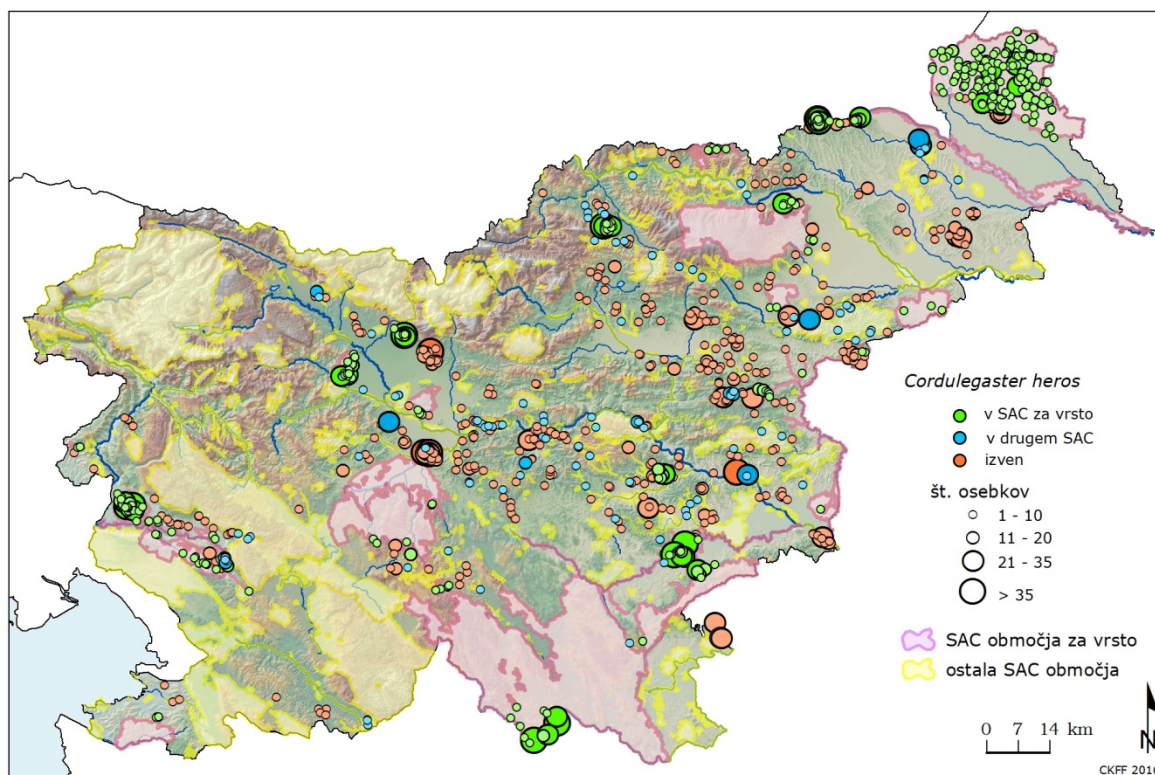
Karta vseh Natura 2000 (SAC) območij za velikega studenčarja ter vključenost lokalitet v ta območja je na Sliki 27. Opazno je, da je v večjih večjih območjih veliki studenčar prisoten le na obrobju, tako v gorskih območjih (Pohorje, Krimsko hribovje-Menišija, Gorjanci) kot na ravninskih (Ljubljansko barje).



Slika 27: Natura 2000 območja za velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*) ter razporeditev lokalitet vrste znotraj in zunaj teh območij.

Na Sliki 28 je dodatno prikazano največje znano število najdb osebkov velikega studenčarja za posamezno lokaliteto in njihova razporeditev glede na Natura 2000 območja. Uporabili smo vse dostopne podatke, tako namenska vzorčenja ličink, ki edina zagotavljajo dobro primerjavo, kot tudi vse ostale podatke za vse oblike, od ličink do odraslih osebkov, zato je treba biti pri vrednotenju podatkov previden. Žal boljših podatkov trenutno ni na voljo.

Dobršen del lokalitet z več popisanimi osebki je znotraj omrežja Natura 2000, nekaj jih je ostalo izven. V 47 drugih območjih SAC, kjer veliki studenčar ni kvalifikacijska vrsta, je znanih 106 lokalitet (11 %). V 26 od teh območij je znan z le ene lokalitete, v 8 z dveh, več kot tri znane lokalitete so v 11 obstoječih SAC. Največ lokalitet v omrežju Natura 2000 je zaradi najboljše raziskanosti na Goričkem, kjer je več lokalitet z več kot 20 osebki, medtem ko lokalitet z več kot 35 osebki ni. Dokaj dobro raziskana je tudi Vipavska dolina, kjer so vse boljše ali vsaj boljše raziskane lokalitete skoncentrirane na zahodnem delu. Med območji z znanim večjim številom osebkov, ki niso vključena v omrežje Nature, izstopajo predvsem Tuhinjsko gričevje zahodno od Kamnika, Golovec v Ljubljani ter območje ob Savi nad Krškim. Med SAC območji, kjer je bilo do sedaj opaženo večje število osebkov (tako ličink in levov kot odraslih), ali je znanih več lokalitet, velja omeniti predvsem SAC Radgonsko–Kapelske Gorice (SI3000194), Boč–Haloze–Dončka gora (SI3000118), Trnovski gozd–Nanos (SI3000255), Kum (SI3000181), Dolenji Leskovec (SI3000331) in Mavelščica - povirni del (SI3000350).



Slika 28: Največja skupno število osebkov velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*) na lokalitetah ter vključenost v SAC območja vrste.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

Veliki studenčar je najbolj raziskana vrsta kačjih pastirjev v Sloveniji. Prvotni razlog za podrobnejše raziskave je bilo slabo poznavanje vrste in nejasnosti zaradi taksonomskih sprememb. Kiauta (1961a, b, 1964) v prvih pregledih kačjepastirske favne v Sloveniji navaja prodnega studenčarja (*Cordulegaster boltonii*), saj veliki studenčar še ni bil opisan. Zato je obstajala velika verjetnost, da se v Sloveniji pojavljata obe vrsti. Po raziskavah v začetku 90-ih let prejšnjega stoletja so vse stare podatke za *C. boltonii* pripisali velikemu studenčarju in *C. boltonii* niso več vključili na seznam vrst kačjih pastirjev Slovenije (Kotarac 1997). Velika količina podatkov o velikem studenčarju po letu 2002 je posledica raziskav za naravovarstvene namene, saj je en od štirih vrst kačjih pastirjev iz Priloge II Direktive o habitatih. Kljub dobremu poznavanju razširjenosti je poznavanje ekologije še vedno dokaj slabo.

5.1 RAZŠIRJENOST VELIKEGA STUDENČARJA

Trenutno znana razširjenost velikega studenčarja v veliki meri ne odstopa od starejših (Kotarac 1997, Kotarac in sod. 2003). Karta razširjenosti v Atlasu kačjih pastirjev Slovenije (Kotarac 1997) je temeljila na 113 podatkih. Do priprave strokovnih izhodišč za Naturo 2000 (Kotarac in sod. 2003) se je število lokalitet povečalo na 329. Nakazal se je potencial Goričkega, nove so bile najdbe v Halozah in ob Dravinji, na vzhodnem robu Karavank ob Mislinjski dolini, v Posavskem hribovju nad Celjem, med Litijo in Ivančno Gorico ter nad dolino Mirne, na skrajnem vzhodnem robu Gorjancev, v okolici Velikih Lašč, Goriških Brdih in dolini Branice. Zanimiva je prva najdba nad Sočo pri Banjšicah. Največja sprememba med leti 1997 in 2003 sta prvi najdbi v zgornjem toku Kolpe, pomen tega območja potrjuje sedaj znana razširjenost. Po letu 2003, poleg zgostitve ter razširitve na vseh znanih območjih razširjenosti, izstopajo predvsem prve najdbe v Brkinih. Opazno se je povečalo število lokalitet v Posavskem hribovju in na Goričkem ter na južnih obronkih Kozjaka in Pohorja. Zgostitve najdišč niso le odraz velikih populacij na območju, temveč so predvsem posledica intenzivnega terenskega dela. Poznavanje razširjenosti vrste na Kozjanskem se tako od raziskovalnega tabora študentov biologije leta 1995 (Kotarac in sod. 1996) skorajda ni spremenilo. Kljub dobri raziskanosti vrste so bili praktično vsi podatki zbrani v manj kot 25-ih letih, večinoma brez večih ponovitev na manjših območjih ali posameznih lokalitetah, zato o spremembah stanja populacij ne moremo soditi, večjih sprememb, tako negativnih kot pozitivnih, pa še nismo zaznali.

V Atlasu kačjih pastirjev Slovenije je 113 takrat znanih lokalitet s prisotnostjo *C. heros* predstavljalo 7 % vseh lokalitet na katerih smo vzorčili kačje pastirje, zasedale so 23 % vseh kvadratov UTM mreže 10×10 km. Sedanjih 968 georeferenciranih lokalitet predstavlja 15,7 % vseh lokalitet (od 6173) in 49,4 % UTM 10 (130 od 263).

Močna povezava lokalitet velikega studenčarja z reliefom in naravnimi danostmi Slovenije je razvidna iz analize razdelitve lokalitet glede na regije Slovenije (po Perko in Orožen Adamič 2001). V Alpskem svetu je veliki studenčar najpogostejši (42 % lokalitet), vendar ga skorajda ni v Alpskih visokogorjih, kjer so lokalitete zgolj na vzhodnem obrobju, okoli Slovenj Gradca. Velik del vseh lokalitet je v Alpskih hribovjih, medtem ko na Alpske ravnine prodre le na obrobjih, predvsem tam, kjer je prehod iz visokogorja naravnost na ravnino oziroma tam, kjer je relief še dovolj razgiban, kot na primer v Sračji dolini pod Rašico severno ob Ljubljani.

V Panonskem svetu je 39 % vseh lokalitet, zopet z večino v Panonskih gričevjih, pri čemer izstopa dobro raziskano Goričko (17 % vseh lokalitet), kar gotovo vpliva na deleže. Kljub temu je pogost tudi v Voglajnskem in Zgornjesotelskem gričevju, Krškem, Dravinjskih goricah ter Senovskem in Bizeljskem gričevju, predvsem na severnih in zahodnih predelih v povezavi s sosednjimi Alpskimi hribovji, ter na Baču in Maclju z večino lokalitet ob meji in v povezavi s Maceljskim gorjem na Hrvaškem. Redkejši je v Slovenskih goricah, kjer bi tudi po rezultatih analiz, predvsem modela razširjenosti, lahko bil pogostejši. Očitno je tu fragmentacija gozda, slabo stanje potokov ter splošna degradiranost okolja že prevelika. Starejših podatkov, ki bi kazali na upad številčnosti, ni. Kljub večjemu številu lokalitet v ostalih Panonskih gričevjih je tudi tam opazna degradacija okolja, kar se odraža tudi v manjši velikosti populacij. Na Panonske ravnine skorajda ne seže, zopet le na obrobju, predvsem na vzhodnem robu Pohorja.

V Dinarskem in Sredozemskem svetu je delež lokalitet občutno manjši, nekoliko pod 10 % v vsaki regiji. Na Dinarskih planotah so lokalitete večkrat na obrobju, s povezavami na sosednja alpska hribovja in panonska gričevja. Vrsta se pojavlja še na območju Blok in okoli Velikih Lašč, ter ob Kolpi na Kočevskem, na južnem robu Goteniške gore. Nekaj zaenkrat osamljenih lokalitet je na Kambreškem in Banjšicah. Prehodi na Dinarska podolja in ravnike so spet na obrobjih in v povezavi s sosednjimi pokrajinami. V Sredozemskem svetu je veliki studenčar omejen izključno na Sredozemska flišna brda. Lokalitete, ki sežejo v območje Sredozemskih kraških planot so zgolj posledica izrisa mej ali manjše natančnosti lokalitet. V Koprskih in Goriških brdih ter Brkinih je lokalitet malo, večina lokalitet v Sredozemskem svetu je zgoščena v Vipavski dolini, kjer je zelo močna populacija predvsem na račun še ohranjenih potokov in gozdov pri Novi Gorici. Pomen te populacije je toliko večji, ker ni v neposredni povezavi z drugimi večjimi populacijami, poleg tega je na jugozahodnem robu areala vrste.

V bližini državne meje so populacije velikega studenčarja v povezavi s populacijami v sosednjih državah. V Italijo sega le kak kilometer preko državne meje iz Vipavske doline prek Soče ter po potokih iz Goriških Brd na njihove južne obronke med Gorico in Krminom (Cormons) (Bedjanič in Šalamun 2003). Lokalitete v Goriških Brdih in Italiji so na skrajnem zahodnem robu znanega areala vrste. Populacija v Goriških Brdih je preko Italije verjetno tudi v povezavi z veliko populacijo v bližini Nove Gorice. Znana je še najdba iz Trsta, skorajda iz mesta (Uboni in sod. 2007). V Avstriji je na Koroškem,

severno od meje s Slovenijo, znana izolirana populacija iz okolice Vrbskega jezera in Celovca (Raab in sod. 2007). Povezava s slovenskimi populacijami preko Karavank je malo verjetna, razdalja do znane lokalitete v Sloveniji pri Holmecu pa precejšnja. V Avstriji je severno od Karavank, na Avstrijskem Koroškem ob meji s Slovenijo, pogostejši prodni studenčar (*C. boltonii*). Čeprav so vse lokalitete te vrste severno od Drave, je najbližja le dobrih 10 km od Dravograda. Areal prodnega studenčarja se zaključuje na V robu Alp ob prehodu na Avstrijsko Štajersko, kjer ga zamenja veliki studenčar (Raab in sod. 2007, Schweighofer 2008, Holzinger in Komposch 2012). Ob mejni Muri je na obeh straneh meje znanih več lokalitet velikega studenčarja. Blizu so si tudi lokalitete na Goriškem v zgornjem toku Ledave (Raab in sod. 2007, Holzinger in sod. 2016). Eno redkih območij pojavljanja velikega studenčarja na Madžarskem je onstran slovenske severne meje v istem gričevju, ki se pri nas imenuje Goričko, tam pa Örseg. Večina ostalih najdb na Madžarskem je ob meji z Avstrijo in Slovaško (Ambrus in sod. 1992, Tóth 2006, Boda in sod. 2015a, b). Najmanj je o velikem studenčarju objavljenega na Hrvaškem, čeprav je po zagotovitvi M. Frankovića (ustno) dokaj pogost, kar kažejo tudi najnovejše raziskave (Kotarac in sod. 2016). Znano je pojavljanje v Žumberačkom gorju onstran Gorjancev (Vitas 2004). Verjetnih je še več prekomejnih povezav med Slovenijo in Hrvaško. Tako potok Presika v vzhodnem delu Slovenskih Goric, z najdbo na slovenski strani, teče nekaj časa tudi po Hrvaški, prav tako reka Reka. Veliko obmejnih lokalitet je v Halozah, ki se nadaljujejo v Maceljsko gorje, ter v zgornjem toku Kolpe.

Glede na izdelan model razširjenosti in znane lokalitete lahko ugotovimo, da je razširjenost velikega studenčarja v Sloveniji dobro poznana. Iz modela najbolj izstopa že omenjeno nizko število lokalitet v Slovenskih goricah, kjer so naravne danosti v veliki meri uničene. V Posavskem hribovju severno od Save, na primer v katerem od pritokov Gračnice, se gotovo skriva več še nepopisanih območij. Glede na že znane lokalitete iz okolice srednje Save (Bedjanič 2009, Šalamun in Kotarac 2010), zanje lahko trdimo, da so večinoma suboptimalne, s prehitro tekočimi potoki na pretežno skalnati podlagi. Podobno velja za Cerkljansko, Škofjeloško, Polhograjsko in Rovtarsko hribovje. Največji potencial ima prav raziskovalno najstarejše območje, Škofjeloško hribovje, medtem ko je v porečju Idrijce možnosti za najdbe malo. Podobno je nakazala že raziskava rakov Idrijce ter monitoringi rakov (Govedič in Grobelnik 2010, Govedič in sod. 2007, 2011, 2015), med katerimi so najdbe studenčarjev dokaj pogoste, vendar je bil v porečju Idrijce popisani zgolj povirni studenčar (*Cordulegaster bidentata*). Na pomankljivosti v modelu razširjenosti kaže visoka verjetnost ustreznega habitata v zgornjem toku Lahinje in Dobljice v Beli krajini, kjer je bilo odonatoloških raziskav že precej, vendar ne velikega ne povirnega studenčarja še nismo našli.

5.2 BIOLOGIJA VELIKEGA STUDENČARJA

5.2.1 Imagi, ličinke in fenologija

Razmerje med podatki velikega studenčarja je močno v korist podatkov o ličinkah zaradi načina popisovanja. Če je pri večini ostalih vrst najpogostejše opazovanje odraslih osebkov, je za studenčarje primernejše vzorčenje ličink z vodno mrežo, saj so gostote odraslih večinoma nizke, zato je nizka tudi njihova zaznavnost. Vzorčenje ličink je poleg tega mogoče praktično celo leto in ni omejeno na nekajtedenski čas letanja imagov. Ker je terensko delo v gozdnih potokih zaradi manjšega števila vrst in gostot osebkov največkrat usmerjeno v iskanje ličink, majhno število opaženih odraslih osebkov na lokaliteto ni presenetljivo. Znana razširjenost odraslih osebkov kljub manjšemu številu lokalitet ne odstopa od skupne karte razširjenosti velikega studenčarja. Razlog za opazno razliko v hribovju ob srednjem toku Save je predvsem v suboptimalnih habitatih celotnega območja.

Čeprav so gostote opaženih imagov večinoma nizke, redke številčnejše najdbe vseeno kažejo na možne visoke gostote. V nekajurnem popoldanskem popisu je bilo na primer zabeleženih 40 imagov (brez markiranja, z možnimi večkratnimi ulovi istih osebkov), kar je primerljivo s številkami dostopnimi v literaturi. V okolici Dunaja so na primer v obdobju 52 dni markirali skupno 86 osebkov (Muller 1999), med raziskavo v Malih Karpatih na Slovaškem pa so markirali 67 samcev in 4 samice v treh dneh, z enodnevnim maksimumom 47 opaženih samcev in 5 opaženih samic med aktivnim lovljenjem od jutra do večera (Holuša in Holuša 2012b). Za sorodnega rumenega studenčarja (*C. picta*) iz Grčije Holuša in Holuša (2012b) navajata dnevni maksimum 150 samcev in 10 samic. Večdnevno ali vsaj celodnevno lovljenje odraslih ter označevanje za izračun velikosti populacij v Sloveniji še ni bilo izvedeno. Poleg vpogleda v dnevne maksimume nam raziskava Holuša in Holuša (2012b) pokaže tudi spolno razmerje ob potokih ulovljenih imagov, ki je izrazito v korist samcev in podobno izračunanemu iz vseh podatkov v Sloveniji (13,3:1).

Najdbe levov in sveže preobraženih osebkov so najbolj zaželeni, saj potrjujejo uspešno zaključen razvoj vrste na specifičnem, točno določenem mestu, ob znanem času. Hkrati so zaradi časovno ozko omejenega obdobja pojavljanja to najredkejša najdba, med vsemi popisi vseh kačjih pastirjev jih je le 9,4 %. Še slabše je s podatki za velikega studenčarja, kjer je bilo popisov levov ali sveže preobraženih osebkov le 32, torej 2,4 % vseh popisov na natančnih lokalitetah. Po drugi strani najdba ličink prevladuje, kar 75 % podatkov je o najdbah ličink, časovne omejitve vzorčenja pa tako rekoč ni, čeprav se v zimskih mesecih ličinke zakopljejo globlje v substrat. Podatki o ličinkah uspešno opravljenega razvoja sicer ne potrjujejo, vendar pa je ta, sploh ob nekoliko številčnejših najdbah, zelo verjeten. Verjetnost uspešnega razvoja je še večja zaradi večletnega larvalnega stadija velikega studenčarja, največkrat so najdene večje, torej večletne ličinke.

Pri izvedenih namenskih popisih velikega studenčarja je v vzorčenje ličink vložen primerljiv napor kar omogoča primerjavo števila popisanih ličink. Glede na naše rezultate

sodijo potoki z več kot 15 ličinkami ujetimi s standardizirano metodo, predstavljeno v tem delu, v zgornjih 20 %, potoki z več kot 20 ličinkami pa v zgornjih 10 % vseh lokalitet (Slika 15). Uporaba standardizirane metode popisovanja ter primerjava relativnih števil ličink je uporabna za naravovarstvena vrednotenja.

Posledica popisov, usmerjenih večinoma v iskanje ličink, je majhno število podatkov (21 % vseh) primernih za ugotavljanje fenologije velikega studenčarja. Tudi namenskih raziskav emergence in fenologije velikega studenčarja v Sloveniji še ni bilo izvedenih. Vsi pridobljeni podatki so naključni. Kljub temu zbrani podatki ne odstopajo od literarnih. V Sloveniji je najzgodnejši podatek, sveže preobražen osebek, znan za 20. maj, zadnji najden lev pa 8. avgust. Preobrazba velikega studenčarja je pri Dunaju potekala med 7. in 24. junijem (Müller 1999, 2000), na jugozahodnem Madžarskem pa so prvi lev našli 22. maja ter zadnjega 24. julija (Boda in sod. 2015b).

Za Baden-Württemberg je prva najdba leva prodnega studenčarja 15. junij (Sternberg in sod. 2000), medtem ko Ferreras-Romero in Corbet (1999) iz okolice Cordobe v Španiji poročata o najdenih levih prodnega studenčarja med 25. aprilom in 27. septembrom. Prvi zrel odrasel osebek je bil v Sloveniji opažen 31. maja in zadnji 25. septembra, medtem ko je bil pri Cordobi v Španiji prvi odrasel prodni studenčar zabeležen 5. maja in zadnji 8. avgusta. Imagi velikega studenčarja pri Dunaju so bili opaženi med 10. junijem in 14. avgustom (Müller 1999). Med raziskavo prodnega in velikega studenčarja v Spodnji Avstriji na lokaliteti, kjer se sintopično pojavljata, so bili prvi imagi obeh vrst opaženi 14. junija, zadnji veliki studenčar 22. julija ter zadnji prodni studenčar 23. julija (Schweighofer 2008).

Glede na zbrane podatke lahko zaključimo, da je fenogram velikega studenčarja v evropskem atlasu kačjih pastirjev (Boudot in Kalkman 2015), ki za Grčijo in Bolgarijo navaja čas od zadnje deкаде maja do konca julija, zgolj posledica premajhne količine podatkov, ustrežnejši bi bil fenogram podoben kot pri prodnem studenčarju, od vsaj sredine maja do konca septembra, z viškom od začetka julija do prve deкаде avgusta.

5.2.2 Ekološki dejavniki

Vse najdbe velikega studenčarja so v manjših tekočih vodah, izjeme (1 %) so zgolj najdbe imagov, običajno juvenilnih osebkov ali samic, ujetih v času, ko se oddaljijo od razmnoževalnega habitata. Za juvenilne osebkove je značilno, da pred spolno zrelostjo odletijo stran od vodnih habitatov, h katerim se kasneje vrnejo, medtem ko se samice prav tako večinoma zadržujejo oddaljene od razmnoževalnih habitatov, saj so tam po konstantnim pritiskom samcev in se k potokom vračajo le za razmnoževanje.

Razporeditev števila lokalitet po višinskih pasovih je tesno povezana tako z razpoložljivim možnim habitatom – tekočimi vodami – kot tudi s pogoji v teh vodah. Iz Slike 17 je razvidno, da je tekočih vod nad 700 metri že zelo malo. Na večjih nadmorskih višinah je

bilo namensko pregledanih nekaj potokov, vendar je iz Slike 21 razvidno, da ima večina velik naklon, zato je že obstoj ustreznega habitata malo verjeten. Veliki studenčar je sicer znan iz gorovja Stara Planina v Srbiji, z višine 1700 m, kjer je bil najden v: "...povirju z blagim naklonom" (Adamović in sod. 1992). Podobno so za prodnega studenčarja znane najdbe s 1450 m n. v. na Bavarskem (Faltin 1998) ter iz Švice s 1668 m n. v. (Sternberg in sod. 2000), vendar vsi navajajo večino najdb z nadmorske višine 200–500 m. V Sloveniji je 90 % vseh lokalitet pod 350 m nadmorske višine, medtem ko je na višini med 500 in 600 m opazno zmanjšanje števila lokalitet z večjim številom ličink (Slika 18). Prav v tem razredu je povprečna višina reliefa Slovenije (557 m) kot tudi sprememba razmerja med deleži površine in skupno dolžino tekočih vod. Delež slednjih je pod 500 m n. v. še večji od deleža površine, na večjih nadmorskih višinah je delež površine večji od deleža vod (Slika 17). Povprečje števila ličink na lokaliteto kaže, da velikemu studenčarju bolj ustrezajo nižje nadmorske višine, z višino pa povprečje značilno upada. Pri tem je treba upoštevati tako relief Slovenije kot pogostost primernih habitatov zaradi vpliva človeka.

Naklon je pri 90 % najdb manjši od $12,5^\circ$, prav tako je pod slovenskim povprečjem ($13,1^\circ$). Tuja literatura naklona ne navaja, pač pa navaja hitrosti vodnega toka, ki so nizke. Ob prevelikem naklonu se droben substrat, v katerem živijo ličinke, ne more usedati. Da nekaj vodnega toka vseeno mora biti, lahko sklepamo tudi iz prvega decila in kvartila naklona, ki sta 1° in $2,2^\circ$. Lokalitet pod $0,1^\circ$ in $0,5^\circ$ je zelo malo. Zadostna hitrost vodnega toka zagotavlja dobro nasičenost s kisikom, ki ga potrebujejo ličinke za uspešen razvoj. Na odsekih s premajhnim vodnim tokom je preveč tudi usedanja muljastih organskih sedimentov. Najdbe iz potokov skoraj brez naklona (minimum najdb $0,05^\circ$) lahko razložimo z driftom, ki odnese ličinke v nižje ležeče dele potokov.

Večina najdb velikega studenčarja je, glede na rabo tal, ali v gozdu ali pa v manjših drevesenih sestojih (skupaj slabih 75 %), skladno z znano senceljubnostjo vrste (Kotarac 1997, Šalamun in sod. 2010). Tudi lokalitete na trajnih travnikih (13,5 %) lahko razložimo z obstojem ozkega pasu dreves ob potokih, ki še vedno zasenčijo potok, vendar je pas preozek, da bi bil zaznan v rabi tal.

5.2.3 Simpatrične in sorodne vrste

Skupaj z velikim studenčarjem najpogosteje popisana vrsta je modri bleščavec (*Calopteryx virgo*), ki mu prav tako ustrezajo manjši potoki z veliko vsebnostjo kisika, običajno ga opazimo na osončenih delih. K pogostosti popisa nedvomno prispeva tudi dejstvo, da je kačji pastir, poleg tega je med bolj prepoznavnimi in znanimi. Z ličinkami so med ostalimi nevretenčarji najpogosteje zabeležene postranice (Gammaridae). K dokaj velikemu deležu potočnih rakov prispevata tako sorodna metoda vzorčenja kot namensko iskanje te skupine. Naslednja pogost popisana vrsta kačjih pastirjev, sredozemski lesketnik (*Somatochlora meridionalis*), je prav tako senceljubna vrsta počasi tekočih potokov. Soroden habitat je razlog tudi za visok delež popisanih močeradov (*Salamandra salamandra*). Delež rib je gotovo nekaj večji od zabeleženega. Ribe so najpogostejši plenilec ličink velikega studenčarja. Glede na lastna opažanja domnevamo, da so v potokih brez rib ličinke

velikega studenčarja pogosto vodilni plenilci (top predators) oziroma skupaj z larvami močerada (*Salamandra salamandra*) in potočnimi raki, predvsem koščakom (*Austropotamobius torrentium*), izmenično plen in plenilci.

Sorodni povirni studenčar (*Cordulegaster bidentata*) je z velikim studenčarjem zabeležen razmeroma malokrat (10 %), kar sicer kaže na podoben habitat (manjše tekoče vode), a sta znotraj habitata niši obeh vrst dobro ločeni. Analize oddaljenosti bližnjih lokalitet obeh vrst nismo delali, na terenu pa smo vzdolž potokov večkrat opazili menjavo vrst s spremembo nadmorske višine.

Možnost pojavljanja sestrskega prodnega studenčarja (*Cordulegaster boltonii*) v Sloveniji še vedno obstaja, čeprav je, glede na že narejene terenske ogleda, vse manjša. Najbližje lokalitete so v Avstriji severno od Karavank; na Avstrijskem Koroškem severno od Drave, je najbližja le dobrih 10 km oddaljena od Dravograda. Areal prodnega studenčarja S ob Karavankah sega do V roba Alp ob prehodu na Avstrijsko Štajersko, kjer ga zamenja veliki studenčar (Raab in sod. 2007, Schweighofer 2008, Holzinger in Komposch 2012), zato so teoretično najdbe možne povsod ob sverni meji na Gorenjskem. V Italiji so znani starejši podatki iz bližine tromeje z Avstrijo in Slovenijo (Kiauta 1969), zahodneje v Italiji je prodni studenčar dokaj pogost (Riservato in sod. 2014), zato smo ga najresneje iskali v okolici Rateč, vendar je bil do sedaj tam najden samo povirni studenčar (*Cordulegaster bidentata*).

5.3 OGROŽENOST IN VARSTVO

Za razliko od večine ostalih vrst kačjih pastirjev, ki lahko uspešno naseljujejo antropogene vodne habitate, živi veliki studenčar le v primarnih habitatih. Klimaksna sukcesijska združba večjega dela slovenske pokrajine – gozd, je velikemu studenčarju bolj ustrezala kot sedanje antropogeno stanje okolja. Rezultati naše raziskave potrjujejo habitatne preference vrste, opisane v Atlasu kačjih pastirjev Slovenije (Kotarac 1997) – gozdne potoke na prehodu iz sredogorja v nižine. Domnevamo lahko, da so bili nekoč najustreznejši habitatni na nižjih nadmorskih višinah na obronkih hribovij, prav tam, kjer že od nekdaj nastajajo nova naselja: ob rodovitni zemlji za polja, ob vodi ter ob gozdu. Človeški vpliv je zato najbolj očiten v panonskih gričevjih, kjer so naselja razpršena, hribi se ne dvigajo visoko ter običajno ne prestrmo, tako da je celotna pokrajina močno spremenjena in se veliki studenčar ni mogel umakniti samo nekoliko višje po potokih. Posledice so najočitnejše v Slovenskih goricah. Tudi za velikega studenčarja najboljše raziskano Goričko kaže podoben trend. Lokalitet je še vedno veliko, vendar je najdb z veliko ličinkami malo. Med terenskim delom smo dobili vtis, da stanje habitata ravno še zadošča za preživetje vrste, medtem ko smo na več delih Haloz, v Voglajnskem gričevju ter Slovenskih goricah lahko le iz okoliškega reliefa sklepali o nekoč idealnih pogojih za velikega studenčarja. Podobno smo sedaj povsem neprimerne potoke večkrat našli tudi na Gorenjskem na obrobju Savske ravnine. Tam so naselja sicer bolj strnjena, vsem območjem pa je skupno slabo stanje potokov pod naselji - delno ali povsem regulirana struga, malo dreves na bregovih ter pogosto v potok speljane odpadne vode. Preživetje velikega

studenčarja je zato odvisno od pogojev nad naseljem. V panonskih gričevjih segajo naselja na slemena, medtem ko se v alpskih hribovskih pobočja nad naseljem pogosto prestrmo dvignejo.

Zaradi naštetih vplivov so razmere za velikega studenčarja v Sloveniji nekoliko slabše, nikakor pa ne slabe. Obsežna vodna mreža ter razgiban relief še vedno zagotavljata veliko število ustreznih habitatov, ki so v veliki meri tudi zasedeni. Najden je v skoraj polovici (49,4 %) vseh kvadratov UTM 10 ter več kot četrtini (28,62 %) vseh kvadratov UTM 05 in je v Sloveniji glede na naravne danosti pogosta vrsta, prisotna v vseh regijah z ustreznimi naravnimi pogoji.

Zakonsko je za varstvo velikega studenčarja v Sloveniji zadostno poskrbljeno. Z Uredbo o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah je zavarovana tako vrsta (priloga 1A) kot habitat vrste (priloga 2A). Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000) določa 23 območij varstva za velikega studenčarja. Ker je veliki studenčar že med pripravo strokovnih izhodišč za omrežje Natura 2000 veljal za splošno razširjeno vrsto, so bila v prvi fazi predlagana predvsem območja na zahodu države, kjer je tudi zahodni rob areala vrste, v ostalih delih Slovenije so bila območja določena naknadno, z dodajanjem vrste v obstoječa območja (Kotarac in sod. 2003). Pomakljivosti, ugotovljene na biogeografskih seminarjih, so bile s popravki Uredbe o območjih Natura 2000 odpravljene v letu 2016. V sedanjih 23 območij SAC je vključenih 40 % vseh lokalitet vrste. V 47 drugih območjih SAC, za katere veliki studenčar ni kvalifikacijska vrsta, je 106 lokalitet (11,4 %). V nekaterih od teh je bilo zabeleženo večje število ličink (Slika 28), zato bi bilo smiselno, da se velikega studenčarja doda med kvalifikacijske vrste. Direktiva o habitatih predvideva zavarovanje 30 % populacij posamezne vrste v državi. Podatkov o velikosti populacij velikega studenčarja tako v območjih Natura 2000 kot izven njih še nimamo, vendar lahko glede na obstoječe podatke sklepamo, da je vrsta zadostno vključena v omrežje Natura 2000, z vključitvijo velikega studenčarja med kvalifikacijske vrste že obstoječih območij SAC pa se lahko stanje še dodatno izboljša.

Program upravljanja območij Natura 2000 za obdobje 2015-2020 (PUN) predvideva popise stanja populacij in vzpostavitev monitoringa velikega studenčarja v vseh območjih z izjemo območij Goričko in Ježevec, kjer je zaradi obstoječih raziskav potrebna le vzpostavitev monitoringa (PUN, priloga 6.5). Raziskave in monitoring se financira iz proračunskih sredstev. Poleg raziskav so med cilji (PUN, priloga 6.1) navedeni še ohranjanje habitata (a) ter specifičnih lastnosti, struktur in procesov habitata (b). Za slednje je navedena naravna hidromorfologija potokov v gozdu in obrežna vegetacija, ki se ju ohranja z rabo prostora, ki ne onesnažuje površinskih vod (a) ter z ohranjanjem ekološkim zahtevam vrste prilagojene kakovosti vode (b). V načrtovane projekte PUNa veliki studenčar ni vključen (PUN, priloga 6.4).

Glede na lastna opažanja ter literaturne vire velikega studenčarja ogroža:

- neposredno fizično uničenje potoka,
- sekanje okoliškega gozda ali pasu dreves,
- onesnaževanje potokov.

Za ohranjanje velikega studenčarja in njegovega habitata je treba:

- ohranjati gozdne potoke z naklonom okoli 5° ter nadmorskimi višinami pod 800 m n. m. v naravnem stanju,
- ohranjati okoliški gozd ali obrežno drevesno vegetacijo,
- okrepiti pravno formalni status habitata, ki ga vrsta naseljuje, npr. z vključevanjem v naravne vrednote,
- vključiti varstvene usmeritve v gozdnogospodarske in vodnogospodarske načrte,
- osveščati lastnike in upravljalce gozdov o pomenu ohranjanja gozdnih potokov.

Veliki studenčar je zaradi enostavnega načina vzorčenja ličink, ki ga je mogoče izvajati skoraj celo leto, ter relativno lahke določitve ličink ter odraslih, dober indikator ohranjenosti potokov.

Zaradi dobrega stanja vrste aktivni varstveni ukrepi (na primer upravljanje s habitati) trenutno niso potrebni. Nekaj več pozornosti je treba nameniti populacijam na območjih pod večjim pritiskom, predvsem na Goričkem, Slovenskih goricah ter Halozah, ter populacijam na zahodnem robu areala, predvsem v Vipavski dolini.

Kljub dobremu poznavanju razširjenosti velikega studenčarja ter zadostnemu zakonskemu varstvu je odprtih vprašanj še veliko. Potrebne so raziskave velikosti populacij tako znotraj vartvenih območij kot tudi izven njih. Potrebne so tudi podrobnejše raziskave ekoloških zahtev vrste v Sloveniji.

5.4 SKLEPI

Ugotovitve na podlagi naših raziskav velikega studenčarja lahko strnemo v naslednje sklepe:

- Poznavanje razširjenosti velikega studenčarja v Sloveniji je dobro, znanih je 968 prostorsko določenih lokalitet vrste, od tega jih je 946 natančnih.
- Habitat velikega studenčarja so osenčeni potoki, večinoma v gozdu, ali pa potoki z ohranjenim drevesnim pasom ob njem. Skoraj 75 % lokalitet je v gozdu ali drevesnih sestojih.
- Vrsta se pojavlja neenakomerno po celotnem ozemlju Slovenije, omejujoča dejavnika reliefa sta nadmorska višina in naklon. Veliki studenčar živi večinoma na lokalitetah pod slovenskim povprečjem reliefa (557 m n. m. in 13°). Nadmorska višina lokalitet je med 39–773 m n. v., večina lokalitet je med 100–500 m n. v., vendar pa so lokalitete z največjim povprečnim številom ličink na nižjih nadmorskih višinah, povprečje pa z večanjem višine pada.
- Primeren naklon je potreben za zagotovitev zadostne količine kisika ter ustreznega drobnega substrata za ličinke. Lokalitet pod 0,5° je zelo malo, 90% lokalitet ima naklon manjši od 12,5°.
- Odraski osebki letajo od sredine maja do konca septembra, z viškom od junija do začetka avgusta. Preobrazba poteka od sredine maja do začetka avgusta.
- Zaradi specifičnosti habitata je za raziskave razširjenosti in številčnosti najprimernejše vzorčenje ličink. Najdbe ličink v popisih prevladujejo (75 %). Namenski popisi ličink z desetimi vzorčeni na 100-metrskih odsekih potokov

omogočajo primerjavo številčnosti. Najdb z več kot 15 ličinkami je 20 %, najdb z več kot 20 ličinkami pa 10 %.

- Vključenost velikega studenčarja v omrežje Natura 2000 je zadostna, z vključitvijo velikega studenčarja med kvalifikacijske vrste že obstoječih območij SAC se lahko stanje še dodatno izboljša.
- Domnevamo, da je v nekaterih vrsti primarno ustreznih območjih, predvsem panonskih gričevjih (npr. Slovenske gorice), zaradi delovanja človeka velikost populacij upadla. Glede na sedanje stanje na teh območjih je ob nadaljnjem zmanjševanju ustreznih habitatov možno, da na nekaterih območjih povsem izgine.
- V prihodnje so potrebne predvsem raziskave velikosti populacij in ekoloških dejavnikov, ki določajo habitat velikega studenčarja.

6 POVZETEK

V Evropi živi sedem vrst iz rodu studenčarjev (*Cordulegaster* sp.) Vse evropske vrste studenčarjev delimo v dve skupini, *boltonii* in *bidentata*. Večinoma živita na istem območju, po ena vrsta iz vsake skupine pa tudi v Sloveniji: veliki studenčar (*C. heros*) iz skupine *boltonii* ter povirni studenčar (*C. bidentata*) iz skupine *bidentata*. Veliki studenčar je endemit jugovzhodne Evrope, opisan šele leta 1979. Poznavanje razširjenosti vrste je najboljše v Sloveniji. Ekologija vseh studenčarjev je dokaj podobna. Ker je raziskav velikega studenčarja malo, poznavanje ekologije temelji večinoma na vedenju o sestrskem prodnem studenčarju (*C. boltonii*). Veliki studenčar živi samo v primarnih habitatih, gozdnih potokih na prehodu iz sredogorja v nižino. Ličinke živijo zakopane v droben substrat, razvoj traja 3–5 let.

V Evropi in Sloveniji je veliki studenčar ogrožen in zavarovan. Na slovenski Rdeči seznam je uvrščen kot ranljiva vrsta (V), po evropskem Rdečem seznamu je potencialno ogrožena vrsta (NT). V Evropi je zavarovan s prilogama II in IV Direktive o habitatih, v Sloveniji pa še z prilogama 1A in 2A Uredbe o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah. Z Uredbo o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000) je za velikega studenčarja v Sloveniji razglašeni 23 varstvenih (SAC) območij. Zaradi raziskav za naravovarstvene potrebe je razširjenost velikega studenčarja v Sloveniji dobro raziskana.

Za pregled razširjenosti ter analizo ekoloških dejavnikov, ki pogojujejo pojavljanje velikega studenčarja v Sloveniji, smo zbrali 1.419 podatkov z 991 lokalitet. Prostorsko določenih (geofererenciranih) je 968 lokalitet, od teh je 946 lokalitet natančnih in smo jih uporabili za analize.

Veliki studenčar se pojavlja po celi Sloveniji, lokalitete so neenakomerno razporejene. Omejuje ga prisotnost vode, zato ga ni na Krasu, redkeje na Dinarskih planotah. Ličinke živijo samo v potokih. Ni ga na večjih nadmorskih višinah. Mediana nadmorskih višin je 282 m, maksimum 773 m. Pod 450 m n. v. je 90 % lokalitet. Analiza števila ličink na lokaliteto kaže, da je meja lokalitet z več ličinkami okoli 550 m n. v.. Povprečje števila ličink je največje na nižjih nadmorskih višinah in je v negativni korelaciji z višino. Pomemben dejavnik je tudi naklon terena, ta določa hitrost vodnega toka, od katerega je odvisno vsedanje in nastanek ustreznega drobnega sedimenta. Naklon nižji od 12° ima 90 % lokalitet (max 27°). Na ravninah velikega studenčarja prav tako ni, pod 0,5° je število lokalitet zanemarljivo. Minimalen vodni tok je potreben za zagotavljanje zadostne nasičenosti s kisikom, prav tako vrsti ne ustreza preveč muljast in blaten substrat.

Razporeditev lokalitet glede na geološko in pedološko podlago ni naključna, hkrati je povezana z ostalimi dejavniki, predvsem prisotnostjo vode, naklonom in substratom.

Glede na analizo rabe tal je večina lokalitet v gozdu, skupaj s sestoji dreves in grmičevja je delež skoraj 75 %. Na trajnih travnikih je 13,5 % lokalitet. Domnevamo, da je tudi ob potokih v tem tipu rabe tal precej obrežnih dreves, vendar zaradi načina zajema ter majhne širine obrežnega pasu niso zaznani. Na obraščenost in zakritost potokov kaže tudi izredno majhen odstotek (2,15 %) najdb v vodi.

Po modelu razširjenosti, narejenem s programom MaxEnt, so najpomembnejši dejavniki za prisotnost velikega studenčarja prisotnost vode, nadmorska višina, naklon, pedološka podlaga ter prisotnost gozda. Glede na model ne pričakujemo večjih sprememb v poznavanju razširjenosti. Možne so posamezne najdbe v Zasavskem ter predvsem Cerkljanskem hribovju.

Zadnja levitev ličink poteka od sredine maja do začetka avgusta. Odrasli osebki letajo od sredine maja do konca septembra, z viškom od junija do začetka avgusta.

Metoda popisa ličink velikega studenčarja z 10 vzorci na 100-metrskih odsekih potokov zagotavlja med seboj primerljive rezultate. Na 20 % lokalitet je bilo več kot 15 ličink in na 10 % več kot 20 ličink. Te lokalitete so naravovarstveno najpomembnejše.

Skupaj z velikim studenčarjem se najpogosteje pojavljajo tri reofilne vrste kačjih pastirjev: modri bleščavec (*Calopteryx virgo*), sredozemski lesketnik (*Somatochlora meridionalis*) ter sorodni povirni studenčar (*Cordulegaster bidentata*). Na dokaj dobro ločeni niši slednjega in velikega studenčarja kaže le dobrih 10 % skupnih lokalitet. Med ostalimi živalskimi skupinami prevladujejo dvoživke in postrance (Gammaridae). Pogosto so ob velikem studenčarju popisani potočni raki, največkrat koščak (*Austropotamobius torrentium*), ter larve močerada (*Salamandra salamandra*). Majhna možnost pojavljanja sestrskega prodnega studenčarja (*Cordulegaster boltonii*) v Sloveniji še vedno obstaja v S ter SZ delu države, od tromeje z Italijo in Avstrijo do Koroške, saj se prodni studenčar pojavlja tako na skrajnem SV Italije J od Alp kot S od Karavank v Avstriji.

Velikega studenčarja ogroža uničevanje gozdnih potokov s fizičnimi posegi (regulacijami) in onesnaževanjem potokov, ter uničevanje okoliškega kopenskega habitata odraslih osebkov, predvsem sekanje gozda. Zakonsko varstvo velikega studenčarja v Sloveniji je zadostno, v 23 območij omrežja Natura 2000 je vključenih 40 % vseh lokalitet. Z vključitvijo velikega studenčarja med kvalifikacijske vrste nekaterih že obstoječih območij SAC se lahko stanje še dodatno izboljša.

Kljub dobremu poznavanju razširjenosti velikega studenčarja v Sloveniji je poznavanje ekologije vrste še vedno zelo pomakljivo. Potrebne so predvsem raziskave velikosti populacij ter ekoloških dejavnikov posameznih območij in lokalitet.

7 VIRI

- Adamović Ž., Andjus Lj., Mladenović A. 1992. *Cordulegaster heros* Theischinger, 1979 in Serbia and Macedonia (Odonata: Cordulegastridae). *Opuscula zoologica fluminensia*, 101: 1-11
- Ambrus A., Bánkuti K., Kovács T. 1992. A Kisalföld és a Nyugat-magyarországi peremvidék Odonata faunája. [The Odonata fauna of Kisalföld and the West-Hungarian marginal zone]. *Tanulmányok*, 2: 1-81
- Askew R.R. 2004. *The Dragonflies of Europe*. Revised edition. Harley, Martins: 291 str.
- Bedjanič M. 1994. Seznam odonatne favne Slovenije. *Acta entomologica slovenica*, 2: 43–54
- Bedjanič M. 2003. Kačji pastirji. *Živalstvo Slovenije*. V: Sket, B. Gogala M. Kuštor V. (ur.). Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 281-289
- Bedjanič M. 2004. Kačji pastirji (Odonata). V: Kartiranje habitatnih tipov in inventarizacija rastlin in živali na območju med Sevnico in HE Blanca: naravovarstvena študija. Urbanc-Berčič, O. (ur.). Ljubljana, Nacionalni inštitut za biologijo: 34-52
- Bedjanič M. 2005. Kačji pastirji (Odonata). V: Izgradnja elektrarn na spodnji Savi: HE Krško - Kartiranje habitatnih tipov: naravovarstvena študija. Urbanc-Berčič, O. (ur.), , Ljubljana, Nacionalni inštitut za biologijo: 40–54
- Bedjanič M. 2008. Favna kačjih pastirjev občine Dol pri Ljubljani (Insecta: Odonata). Iz dežele Jurija Vege: zbornik občine Dol pri Ljubljani, 1: 261-278
- Bedjanič M. 2010. O koščaku in studenčarjih v občini Dol pri Ljubljani. Iz dežele Jurija Vege: zbornik občine Dol pri Ljubljani, 2: 320-339
- Bedjanič M., Šalamun A. 2003. Large golden-ringed dragonfly *Cordulegaster heros* Theischinger 1979, new for the fauna of Italy (Odonata: Cordulegastridae). *Natura Sloveniae*, 5, 2: 19-29
- Blašковиć T., Bulánková E., Šíbl J. 2003. First record of *Cordulegaster heros* ssp. *heros* Theischinger, 1979 (Cordulegastridae, Odonata) from Slovakia. *Biologia*, 58, 2: 293-294
- Boano G., Sindaco R., Riservato E., Fasano S. Barbero R. 2007. *Atlante degli Odonati del Piemonte e della Valle d'Aosta*. (Memorie 6). Carmagnola, Associazione Naturalistica Piemontese: 160 str.
- Boda R., Bereczki C., Pernecker B., Mauchart P. Csabai Z. 2015a. Life history and multiscale habitat preferences of the redlisted Balkan Goldenring, *Cordulegaster heros* Theischinger, 1979 (Insecta, Odonata), in South-Hungarian headwaters: does the species have mesohabitat-mediated microdistribution? *Hydrobiologia*, 760: 121–132
- Boda R., Bereczki C., Ortmann-Ajkai A., Mauchart P., Pernecker B. Csabai Z. 2015b. Emergence behaviour of the red listed Balkan Goldenring (*Cordulegaster heros* Theischinger, 1979) in Hungarian upstreams: vegetation structure affects the last steps of the larvae. *Journal of Insect Conservation*, 19: 547–557
- Boudot J.-P. 2001. Les *Cordulegaster* du Paléarctique occidental: identification et répartition (Odonata, Anisoptera, Cordulegastridae). *Martinia*, 17, 1: 1-34

- Boudot J.-P., Kalkman V. J. 2015. Atlas of the European dragonflies and damselflies. Zeist, KNNV publishing: 381 str.
- Corbet P.S., Brooks S.J. 2008. Dragonflies. London, Collins: xviii, 454 str.
- Corbet P.S. 1999. Dragonflies: behaviour and ecology of Odonata. Colchester, Harley Books: xxxiii, 829 str.
- Dijkstra K.-D.B., Kalkman V. J. 2012. Phylogeny, classification and taxonomy of European dragonflies and damselflies (Odonata): a review. *Organisms Diversity in Evolution*, 12: 209-227
- ETC/BD 2005. Conclusions. Alpine Biogeographical Seminar, Kranjska Gora, (SLO). 30-31 May 2005.
http://www.natura2000.si/uploads/tx_library/alpski_biogeografski_seminar.pdf (23. 5. 2016)
- ETC/BD 2006. Conclusions. Continental Biogeographical Seminar, Darova (CZ) 26-28 April 2006.
http://www.natura2000.si/uploads/tx_library/celinski_biogeografski_seminar.pdf (23. 5. 2016)
- ETC/BD 2014. Detailed Conclusions on the Representativity of Habitats and Species in the Slovenian Sites of Community Interest (SCIs). Ref. Ares(2014)3359431-10/10/2014.
http://www.natura2000.si/fileadmin/user_upload/novice/SI_conclusions_2014.pdf (8. 7. 2016)
- Faltin I. 1998. Zweigestreifte Quelljungfer *Cordulegaster boltonii* (Donovan, 1807). V: *Libellen in Bayern*. Kuhn, K. Burbach K. (ur.). Stuttgart, Ulmer: 144-145
- Ferreras-Romero M., Corbet P.S. 1999. The life cycle of *Cordulegaster boltonii* (Donovan, 1807) (Odonata: Cordulegastridae) in the Sierra Morena Mountains (southern Spain). *Hydrobiologia*, 405: 39-48
- Field guide to the dragonflies of Britain and Europe. 2006. Dijkstra K.-D.B. (ur.). Milton on Stour. British Wildlife Publishing: 320 str.
- Froufe E., Ferreira S., Boudot J.-P., Alves P. C., Harris D. J. 2014. Molecular phylogeny of the Western Palaearctic *Cordulegaster* taxa (Odonata: Anisoptera: Cordulegastridae). *Biological Journal of the Linnean Society*, 111: 49-47
- Geister I. 1999. Seznam slovenskih imen kačjih pastirjev (Odonata). *Exuviae*, 5, 1: 1-5
- Govedič M., Grobelnik V. 2010. Razširjenost potočnih rakov (Astacidae) v porečju reke Idrijce. Miklavž na Dravskem polju, Center za kartografijo favne in flore: 63 str.
- Govedič M., Bedjanič M., Grobelnik V., Kapla A., Kus Veenvliet J., Šalamun A., Veenvliet P., Vrezec A. 2007. Dodatne raziskave kvalifikacijskih vrst Natura 2000 s predlogom spremljanja stanja – raki (končno poročilo). Miklavž na Dravskem polju, Center za kartografijo favne in flore: 128 str.
- Govedič M., Ambrožič Š., Cipot M., Kapla A., Lešnik A., Rebeušek F., Šalamun A., Vrezec A. 2009. Inventarizacija izbranih živalskih skupin na vplivnem območju predvidene razširitve in posodobitev zimsko športnega centra Pohorje. Miklavž na Dravskem polju, Center za kartografijo favne in flore: 64 str.
- Govedič M., Erjavec D., Figelj A., Jogan J., Lešnik A., Pirnat A., Pivk A., Presetnik P., Rebeušek F., Slapnik R., Šalamun A. 2010. Okoljsko poročilo za občinski podrobni

- prostorski načrt za center za ravnanje z odpadki Nova Gorica. Zvezek 2: segment narava. Miklavž na Dravskem polju, Center za kartografijo favne in flore: 134 str.
- Govedič M., Bedjanič M., Vrezec A., Šalamun A. 2011. Dodatne raziskave kvalifikacijskih vrst Natura 2000 ter vzpostavitev in izvajanje monitoringa ciljnih vrst rakov v letu 2010 in 2011 (končno poročilo). Miklavž na Dravskem polju, Center za kartografijo favne in flore: 87 str.
- Govedič, M., Vrezec A., Jaklič M., Lešnik A., Grobelnik V., Šalamun A., Amrožič Š., Kapla A. 2015. Vzpostavitev in izvajanje monitoringa koščaka (*Austropotamobius torrentium*) in koščenca (*Austropotamobius pallipes*) v letih 2014 in 2015. Končno poročilo. Miklavž na Dravskem polju, Center za kartografijo favne in flore: 56 str.
- Holuša O. Holušova K. 2012a. Current state of knowledge of occurrence of *Cordulegaster heros* Theischinger (Odonata, Cordulegastridae) in Central Europe. V: Book of Abstracts, ECOO2012, The Second European Congress on Odonatology. Belgrade, Serbia, July 2-6, 2012. Jović M., Anđus L., Bedjanič M., Marinov M. (ur.). Belgrade, Natural History Museum in Entomological Society of Serbia: 25-26
- Holuša O., Holušova K. 2012b. Notes on the diurnal activity of two eastern *Cordulegaster* species of boltonii-group – *C. heros* and *C. picta*. V: Book of Abstracts, ECOO2012, The Second European Congress on Odonatology. Belgrade, Serbia, July 2-6, 2012. Jović M., Anđus L., Bedjanič M., Marinov M. (ur.). Belgrade, Natural History Museum in Entomological Society of Serbia: 27
- Holuša O., Křivan V. 2012. Finding of population of *Cordulegaster insignis* (Schneider, 1845) in Macedonia (Odonata: Cordulegastridae). *Acta Musei Moraviae, Scientiae biologicae*, 97, 2: 1–5
- Holzinger W. E., Komposch B. 2012. Die Libellen Kärntens. Sonderrheie Natur Kärnten, Band 6. Klagenfurt, Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten: 336 str.
- Holzinger, W., Zimmermann P., Payandeh P., Payandeh S. 2014. Bestandssituation der Großen Quelljungfer *Cordulegaster heros* Theischinger, 1979 in der Steiermark und Vorschläge zur Ausweisung von Schutzgebieten. Klagenfurt, ÖKOTEAM - Institut für Tierökologie und Naturraumplanung: 41 str.
- Hovmöller R. 2006. Molecular phylogenetics and taxonomic issues in dragonfly systematics (Insecta: Odonata). Doctoral Dissertation, Stockholm, Stockholm University, Department of Zoology: v, 59 str.
- Janský V., David S. 2008. Výskyt vážky *Cordulegaster heros* ssp. *heros* (Odonata: Cordulegastridae) na Slovensku. (Occurrence of the dragonfly *Cordulegaster heros* ssp. *heros* (Odonata: Cordulegastridae) in Slovakia). *Acta Rerum Naturalium Museum Naturalis Slovci*, 54: 61-68
- Kiauta B., 1961a. Prispevek k poznavanju odonatne favne Slovenije. *Biološki vestnik*, 8: 31-4
- Kiauta B. 1961b. Prispevek k poznavanju kačjih pastirjev na Loškem ozemlju. *Loški razgledi*, 8: 174-182
- Kiauta B. 1964. Opazovanja iz življenja potočnih kačjih pastirjev v Loškem pogorju. *Loški razgledi*, 11: 183-193

- Kiauta B. 1969. Survey of the Odonate Fauna of the autonomus region Friuli-Venezia Giulia (Northern Italy). *Atti Museo civico di Storia naturale di Trieste* 26, 6, 8: 177-247
- Knapič T. 2012. Biogeografska analiza evropskih vrst pajkov rodu *Evarcha* (Aranea, Salticidae). Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 45 str.
- Kotarac M. 1995. Raka '92. Delo odonatološke skupine. V: Tabor študentov biologije Raka '92, Smast '93, Črneče '94. Bedjanič M. (ur.). Ljubljana, Zveza organizacij za tehnično kulturo Slovenije, Gibanje znanost mladini: 22–23
- Kotarac M. 1997. Atlas kačjih pastirjev (Odonata) Slovenije z Rdečim seznamom: projekt Slovenskega odonatološkega društva. (Atlas faunae et florae Sloveniae 1). Miklavž na Dravskem polju, Center za kartografijo favne in flore: 205 str.
- Kotarac M. 1999. Kačji pastirji (Odonata). V: Inventarizacija flore in favne mokrotne doline pod Golovcem pri Rakovniku. Urbanc-Berčič O. (ur.). Ljubljana, Nacionalni inštitut za biologijo: 16-19
- Kotarac M., Pirnat A., Šalamun A., Bedjanič M. 1996. Prispevek k poznavanju favne kačjih pastirjev (Odonata) Kozjanskega, vzhodna Slovenija. V: Raziskovalni tabor študentov biologije Kozje '95. Bedjanič M. (ur.). Ljubljana, Zveza organizacij za tehnično kulturo Slovenije, Gibanje znanost mladini: 37-48
- Kotarac M., Šalamun A., Weltdt S. 2003. Strokovna izhodišča za vzpostavljanje omrežja Natura 2000: Kačji pastirji (Odonata) (končno poročilo). Miklavž na Dravskem polju, Center za kartografijo favne in flore: 104 str.
- Kotarac M., Šalamun A., Govedič M., Podgorelec M. 2006. Popis velikega studenčarja (*Cordulegaster heros*) s predlogom conacije Natura 2000 območja Goričko (SI3000221). 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: 31 str.
- Kotarac M., Šalamun A., Govedič M., Podgorelec M. 2007. Raziskava kvalifikacijskih vrst kačjih pastirjev za potrebe izvedbe celovite presoje vplivov na okolje v okviru priprave državnih lokacijskih načrtov za III. razvojno os - potencialno Natura 2000 območje Ježevce (SI3000006). Miklavž na Dravskem polju, Center za kartografijo favne in flore: 22 str.
- Kotarac M., Šalamun A., Govedič M., Podgorelec M. 2008. Inventarizacija kačjih pastirjev (Odonata) in njihovih habitatov s posebnim ozirom na evropsko pomembne vrste na vplivnem območju predvidenih He Brežice in He Mokrice. V: Pregled živalskih in rastlinskih vrst, njihovih habitatov ter kartiranje habitatnih tipov s posebnim ozirom na evropsko pomembne vrste, ekološko pomembna območja, posebna varstvena območja, zavarovana območja in naravne vrednote na vplivnem območju predvidenih HE Brežice in HE Mokrice (končno poročilo). Govedič M., Lešnik A., Kotarac M. (ur.). Miklavž na Dravskem polju, Center za kartografijo favne in flore; Ljubljana, Lutra, Inštitut za ohranjanje naravne dediščine; Ljubljana, Znanstvenoraziskovalni center SAZU; Ljubljana, Nacionalni inštitut za biologijo; Maribor, Vodnogospodarski biro Maribor; Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 339-384

- Kotarac M., Šalamun A., Vilenica M. 2016. Final report for the taxonomic group Odonata. V: EU Natura 2000 Integration Project: Field research and laboratory processing for collecting new inventory data for taxonomic groups: Actinopterygii and Cephalaspidomorphi, Amphibia and Reptilia, Aves, Chiroptera, Decapoda, Lepidoptera, Odonata, Plecoptera, Trichoptera. Mesić Z. (ur.). Zagreb, Oikon: 1-39
- Kryštofek B., Bedjanič M., Brelih S., Budihna N., Gomboc S., Grobelnik V., Kotarac M., Lešnik A., Lipej L., Martinčič A., Paboljšaj K., Povž M., Rebeušek F., Šalamun A., Tome S., Trontelj P., Wraber T. 2001. Raziskava razširjenosti evropsko pomembnih vrst v Sloveniji. Ljubljana, Prirodoslovni muzej Slovenije: 682 str.
- Kuhn K., Burbach K. 1998. Libellen in Bayern. Stuttgart, Ulmer: 333 str.
- Lang C. 1999. Zur Biologie und Mikrohabitatwahl der Larven von *Cordulegaster heros* Theischinger, 1979 und *Cordulegaster bidentata* Selys, 1843 (Insecta: Odonata) am Weidlingbach (Niederösterreich). Diplomarbeit zur Erlangung des Magistergrades der Naturwissenschaften, Wien, Universität Wien, Formal und Naturwissenschaftlichen Fakultät: 96 str.
- Lang C. 2000. Untersuchungen zu *Cordulegaster heros* Theischinger, 1979 und *C. bidentata* Selys, 1843. Teil 2: Larven. *Anax*, 3: 23-27
- Lang C., Müller H., Waringer J.A. 2001. Larval habitats and longitudinal distribution patterns of *Cordulegaster heros* Theischinger and *C. bidentata* Selys in an Austrian forest stream (Anisoptera: Cordulegastridae). *Odonatologica*, 30: 395-409
- Lang H., Lang C., Raab R. 2002. Erfassung der Quelljungfervorkommen auf Wiener Stadtgebiet. Studie im Auftrag der Magistratsabteilung MA 22 – Umweltschutz - der Stadt Wien. <http://www.magwien.gv.at/umweltschutz/pool/pdf/quelljungfer.pdf> (15.2.2013)
- Lohmann H. 1992. Revision der Cordulegastridae. 1. Entwurf einer neuen Klassifizierung der Familie (Odonata: Anisoptera). *Opuscula Zoologica Fluminensia*, 96: 1–18
- Lohmann H. 1993. Revision der Cordulegastridae. 2. Beschreibung neuer Arten in den Gattungen *Cordulegaster*, *Anotogaster*, *Neallogaster* und *Sonjagaster* (Anisoptera). *Odonatologica*, 22: 273–294
- Manci C.O. 2012. Dragonfly Fauna (Insecta: Odonata) from Romania. PhD Thesis Abstract. Cluj-Napoca, Babes-Bolyai University: 62. str.
- Manci C.O. 2011. The Dragonfly (Insecta: Odonata) collection of Iasi Museum of Natural History (Romania). *Travaux du Museum National d'Histoire Naturelle Grigore Antipa* 54, 2: 379-393
- Merritt R., Moore N.W., Eversham B.C. 1996. Atlas of the dragonflies of Britain and Ireland. (ITE research publication no. 9). National Environment Research Council: 149 str.
- Müller H. 1999. Phänologie und Ökologie der Imagines von *Cordulegaster heros* Theischinger, 1979 und *Cordulegaster bidentata* Selys, 1843 (Insecta: Odonata) am Weidlingbach (Niederösterreich). Diplomarbeit zur Erlangung des Magistergrades der Naturwissenschaften, Wien, Universität Wien, Formal und Naturwissenschaftlichen Fakultät: 89 str.
- Müller H. 2000. Untersuchungen zu *Cordulegaster heros* Theischinger, 1979 und *C. bidentata* Selys, 1843. Teil 1: Imagines. *Anax*, 3: 19-22

- Ogrin D. 1997. Slovenija. Podnebje. V: Enciklopedija Slovenije, 11. zvezek. Javornik M. (ur.). Ljubljana, Mladinska knjiga: 324-325
- Pirnat A., Bedjanič M., Šalamun A., Kotarac M. 1997. Prispevek k poznavanju favne kačjih pastirjev (Odonata) Gorenjske (SZ Slovenija). V: Mladinska biološka raziskovalna tabora Podzemelj '95 in Duplje '96. Kotarac, M. (ur.), Ljubljana, Zveza organizacij za tehnično kulturo Slovenije, Gibanje znanost mladini: 61-76
- Poboljšaj K., Govedič M., Jakopič M., Lešnik A., Pirnat A., Rebeušek F., Šalamun A., Trčak B. 2008. Izdelava strokovnih podlag za poročilo Presoja vplivov na varovana (Natura 2000 in zavarovana) območja za načrtovano pridobitev pridobivalnega prostora Šempas za potrebe opekarniške dejavnosti z namenom izkoriščanja glin, laporja in fliša – širitev glinokopa Okroglica II na pridobivalni prostor Šempas (2. faza – zaključno poročilo). Miklavž na Dravskem polju, Center za kartografijo favne in flore: 55 str.
- Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam (Uradni list RS 82/02, 42/10)
- Program upravljanja območij Natura 2000 (2015-2020). Republika Slovenija, Vlada Republike Slovenije. 9. 4. 2015. 30. str., pril.
http://www.natura2000.si/fileadmin/user_upload/LIFE_Upravljanje/PUN__ProgramNatura.pdf (16.6.2016).
- Raab R., Chovanec A., Pennerstorfer J. 2007. Libellen Österreichs. Wien, Springer: 434 str.
- Ramšak L. 2001. Ordo Odonata (kačji pastirji). Individualna naloga pri predmetu Sistematska zoologija nevretenčarjev Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 7 str.
- Riservato E., Festi A., Fabbri R., Grieco C., Hardersen S., La Porta G., Landi F., Siesa M. E., Utzeri C. 2014. Odonata. Atlante delle libellule italiane: preliminare. (Le scienze, 17). Latina, Belvedere: 224 str.
- Schweighofer W. 2008. Syntopes Vorkommen von *Cordulegaster boltonii* und *C. heros* an einem Bach im westlichen Niederösterreich (Odonata: Cordulegastridae). *Libellula*, 27, 1, 2: 1-32
- Slovenija. Pokrajine in ljudje. 1998. Perko D., Orožen Adamič M. (ur.). Ljubljana, Mladinska knjiga: 735 str.
- Staufer M., Holuša O. 2010. First record of *Cordulegaster heros* in the Czech Republic, with notes on *Cordulegaster* spp. in southern Moravia (Odonata: Cordulegastridae). *Libellula*, 29, 3-4: 197-204
- Sternberg K., Buchwald R., Stephan U. 2000. *Cordulegaster boltonii* (Donovan, 1807), Zweigestreifte Quelljungfer. V: Die Libellen Baden-Württembergs, Band 2. Sternberg K., Buchwald R. (ur.). Stuttgart, Ulmer: 191-208
- Šalamun A., Kotarac M. 2010. Inventarizacija kačjih pastirjev (Odonata) in njihovih habitatov s posebnim ozirom na evropsko pomembne vrste na območju reke Save s pritoki med Litijo in Zidanim Mostom. V: Pregled živalskih in rastlinskih vrst, njihovih habitatov ter kartiranje habitatnih tipov s posebnim ozirom na evropsko pomembne vrste, ekološko pomembna območja, posebna varstvena območja, zavarovana območja in naravne vrednote na območju reke Save s pritoki med Litijo in

- Zidanim Mostom (končno poročilo). Govedič, M., Grobelnik V., Lešnik A. (ur.). Miklavž na Dravskem polju, Center za kartografijo favne in flore: 319–349
- Šalamun A., Govedič M., Podgorelec M., Kotarac M. 2010. Dopolnitev predloga območij za vključitev v omrežje Natura 2000 – kačji pastirji (Odonata): veliki studenčar (*Cordulegaster heros*). Končno poročilo. Miklavž na Dravskem polju, Center za kartografijo favne in flore: 64 str.
- Šalamun, A., Kotarac M. 2014. Popis kačjih pastirjev (Odonata) v dolini reke Voglajne. V: Ocena stanja za območje Natura 2000 na porečju Voglajne (končno poročilo). Govedič, M., Lešnik A. (ur.), Miklavž na Dravskem polju, Center za kartografijo favne in flore: 117–129
- Theischinger G. 1979. *Cordulegaster heros* sp. nov. und *Cordulegaster heros pelionensis* ssp. nov., zwei neue Taxa des *Cordulegaster boltoni* (Donovan)-Komplexes aus Europa (Anisoptera: Cordulegasteridae). *Odonatologica*, 8: 23-38
- Tome, D. 2006. Ekologija. Organizmi v prostoru in času. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 344 str.
- Tóth S. 2006. A ritka hegyiszitakötő (*Cordulegaster heros* Theischinger, 1979) előfordulása a Zselicben. [The occurrence of the rare *Cordulegaster heros* in the Zselic Hill (South Transdanubian Region)]. *Natura Somogyiensis*, 9: 141-144
- Trčak B., Bedjanič M., Cipot M., Kotarac M., Rebeušek F., Pobješnjak K., Šalamun A. 2007. Inventarizacija favne in flore za območje Petelinjek z izdelavo strokovne naloge kot podlage za upravljavski načrt. Miklavž na Dravskem polju, Center za kartografijo favne in flore: 49 str.
- Uboni C., Bressi N., Colla A. 2007. Una popolazione urbana di *Cordulegaster heros* Theischinger, 1979 in Italia (Odonata, Cordulegasteridae). *Atti Museo Civico di Storia Naturale di Trieste*, 53: 207-211
- Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000) (Uradni list RS, št. 49/04, 110/04, 59/07, 43/08, 8/12, 33/13, 35/13 – popr., 39/13 – odl. US, 3/14 in 21/16)
- Uredba o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah (Uradni list RS 46/04, 109/04, 84/05, 115/07, 32/08-odl. US, 96/08, 36/09, 102/11 in 15/14)
- Van Pelt G. J. 2006. *Cordulegaster* Leach, 1815 – Goldenrings. V: Field Guide to the Dragonflies of Britain and Europe. Dijkstra K.-D. (ur.). British Wildlife Publishing: 210-221
- Verschuren D. 1989. Revision of the larvae of West-Palearctic *Cordulegaster* Leach, 1815 (Odonata, Cordulegasteridae), with a key to the considered taxa and a discussion in their affinity. *Bulletin et Annales de la Societe Royale Belge d'Entomologie*, 125: 5-35
- Vitas B. 2004. Fauna vretenaca (Odonata) Parka prirode »Žumberak – Samoborsko gorje«. Diplomski rad. Zagreb, Prirodoslovno-matematički fakultet Zagreb: 79 str.

ZAHVALA

V dvajsetih letih čakanja na diplomo se je ljudi, ki so me vzgajali, učili, usmerjali, spodbujali, rasli z mano in ob meni ter mi pomagali, nabralo... ogromno.

Najlepša hvala vsem.