

Ohranjanje dvoživk in obnova njihovih habitatov

Spremljanje spomladanskih in jesenskih selitev dvoživk na projektnem odseku Podkraj v letu 2020 in predlog ukrepov za dvoživke

končno poročilo

Avtorji: Katja Pobiljšaj, Gregor Lipovšek, Aleksandra Lešnik, Katarina Drašler in Tadeja Smolej

Projekt: Ohranjanje dvoživk in obnova njihovih habitatov
LIFE18 NAT/SI/000711 – LIFE AMPHICON

Akcija: A.1: Popis izhodiščnega stanja vrst in načrt varstvenih ukrepov za projektna območja
(A.1: *Inventory and Site Specific Plans for Project Sites*)

Naloga: **Spremljanje spomladanskih in jesenskih selitev dvoživk na projektnem odseku Podkraj v letu 2020 in predlog ukrepov za dvoživke**
(Preoperational study for amphibians & roads – Podkraj road section)

Nosilec naloge: **Center za kartografijo favne in flore (CKFF)**
Antoličičeva 1
SI-2204 Miklavž na Dravskem polju

Javni zavod Krajinski park Ljubljansko barje (KPLB)
Podpeška cesta 380
SI-1357 Notranje Gorice

Datum: 30. 4. 2021

Projekt LIFE AMPHICON sofinancirajo Evropska unija v okviru programa LIFE, Ministrstvo za okolje in prostor RS, Občina Bistrica ob Sotli ter partnerji. Vsebina dokumenta odraža izključno stališča avtorjev. Zanj in za morebitno iz nje izhajajočo uporabo informacij Izvajalska agencija za mala in srednja podjetja (EASME) ter Evropska komisija ne prevzemata odgovornosti.

SEZNAM DELOVNE SKUPINE

Center za kartografijo favne in flore Antoličičeva 1, SI-2204 Miklavž na Dravskem polju



Katja Poboljšaj, univ. dipl. biol. – poročilo, urejanje in analiza podatkov
Aleksandra Lešnik, univ. dipl. biol. – urejanje in analiza podatkov, kartografija
Tadeja Smolej, mag. ekol. biod., mag. prof. biol. – urejanje podatkov

Javni zavod Krajinski park Ljubljansko barje Podpeška cesta 380, SI-1357 Notranje Gorice

Gregor Lipovšek, univ. dipl. ing. agr. – terensko delo, poročilo
Katarina Drašler, mag. ekol. biod. – terensko delo, urejanje podatkov

PRIPOROČEN NAČIN CITIRANJA

Poboljšaj, K., G. Lipovšek, A. Lešnik, K. Drašler & T. Smolej, 2021. Spremljanje spomladanskih in jesenskih selitev dvoživk na projektnem odseku Podkraj v letu 2020 in predlog ukrepov za dvoživke. Končno poročilo. Projekt LIFE AMPHICON (LIFE18 NAT/SI/000711). Center za kartografijo favne in flore & JZ Krajinski park Ljubljansko barje, Ljubljana. 53 str., digitalne priloge (xlsx, shp).

KAZALO

SEZNAM DELOVNE SKUPINE	3
KAZALO.....	4
KAZALO SLIK.....	5
KAZALO TABEL	6
SUMMARY	7
1. UVOD.....	9
2. METODE DELA	10
2.1 Območje dela	10
2.2 Spremljanje selitev dvoživk.....	11
2.3 Terensko delo.....	12
3. REZULTATI.....	17
3.1 Dvoživke na širšem območju projektnega cestnega odseka Podkraj	17
3.2 Pregled obstoječih podatkov.....	18
3.3 Selitve dvoživk na projektnem cestnem odseku Podkraj v letu 2020.....	18
3.4 Mrestišča dvoživk v okolici projektnega cestnega odseka Podkraj.....	21
3.5 Analiza selitev populacij dvoživk na projektnem cestnem odseku Podkraj.....	23
3.5.1 Zgostitve dvoživk	23
3.5.2 Vpliv prometa na smrtnost dvoživk.....	27
3.5.3 Ocena števila dvoživk, ki se seli čez cesto.....	29
3.6 Izpolnjevanje meril za odločitev o izvedbi ukrepov za dvoživke na projektnem cestnem odseku Podkraj	31
4. PREDLOG UKREPOV ZA ZAŠČITO DVOŽIVK.....	33
4.1 Predlog ureditve podhodov za dvoživke	36
4.2. Predlog postavitve varovalnih in usmerjevalnih ograj za dvoživke.....	38
4.3 Rešetke za dvoživke, ki preprečujejo dostop živalim na cestišče po priključni cesti	42
4.4 Ustrezne ureditve jaškov.....	43
5. OPREDELITEV PREDNOSTNIH ODSEKOV ZA IZVEDBO TRAJNIH UKREPOV ZA DVOŽIVKE.....	44
6. PRIPRAVA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE IN ČAS GRADNJE.....	46
7. MONITORING USPEŠNOSTI IZVEDBE UKREPOV	47
8. VIRI IN LITERATURA	48
9. PRILOGE	50
Priloga 1.....	51
Priloga 2: Digitalne priloge	53

KAZALO SLIK

Slika 1: Projektni odsek Podkraj na cesti R3-642/1147 Podpeč-Ig in območja z naravovarstvenim statusom.	10
Slika 2: Spomladanski terenski popisi na cesti, povprečna dnevna temperatura zraka na 2 m [°C] in količina padavin – 24-urna akumulacija padavin ob 7 h [mm] od 1. 2. Do 2. 5. 2020 za glavno meteorološko postajo Ljubljana–Bežigrad (lon=14.5124, lat=46.0655, viš=299m) (ARSO 2020).	15
Slika 3: Spomladanski terenski popisi na cesti, količina padavin – 24-urna akumulacija padavin ob 7 h [mm] od 1. 2. do 2. 5. 2020 za padavinsko postajo Črna vas (lon=14.4633, lat=45.9892; viš=287m) (ARSO 2020).	15
Slika 4: Jesenski terenski popisi na cesti, povprečna dnevna temperatura zraka na 2 m [°C] in količina padavin – 24-urna akumulacija padavin ob 7 h [mm] od 1. 2. Do 2. 5. 2020 za glavno meteorološko postajo Ljubljana–Bežigrad (lon=14.5124, lat=46.0655, viš=299m) (ARSO 2020).	16
Slika 5: Jesenski terenski popisi na cesti, količina padavin – 24-urna akumulacija padavin ob 7 h [mm] od 1. 2. do 2. 5. 2020 za padavinsko postajo Črna vas (lon=14.4633, lat=45.9892; viš=287m) (ARSO 2020).	16
Slika 6: Na pregledovanem odseku ceste smo spomladi in jeseni največkrat zabeležili navadnega pupka (<i>Lissotriton vulgaris</i>). Na sliki je tudi zelena žaba (<i>Pelophylax sp.</i>) (foto: Katarina Drašler).	20
Slika 7: Na pregledovanem odseku ceste smo spomladi in jeseni zabeležili velikega pupka (<i>Triturus carnifex</i>) ter hribskega urha (<i>Bombina variegata</i>) – ciljni vrsti projekta LIFE AMPHICON (foto: Katarina Drašler).	20
Slika 8: Selitvene razdalje slovenskih vrst dvoživk (Poboljšaj in sod. 2019).	21
Slika 9: Mrestišča rosnice in druga najdišča dvoživk v letu 2020 ob odseku Podkraj.	22
Slika 10: Zgostitve dvoživk na odseku Podkraj po posameznih pododsekih ter najdišča in smeri selitve dvoživk v obdobju spomladanskega (27 terenskih dni med 1. 2. in 2. 5. 2020) in jesenskega (5 terenskih dni med 22. in 28. 9. 2020) pregleda v letu 2020.	25
Slika 11: Najdbe velikega pupka (<i>Triturus carnifex</i>) in hribskega urha (<i>Bombina variegata</i>) na odseku Podkraj v obdobju spomladanskega (27 terenskih dni med 1. 2. in 2. 5. 2020) in jesenskega (5 terenskih dni med 22. in 28. 9. 2020) pregleda v letu 2020.	26
Slika 12: Verjetnost, da bo osebek posamezne vrste dvoživk pri prečkanju ceste povežen glede na gostoto prometa (št. vozil v 24 urah) (povzeto po Hels & Buchwald 2001).	28
Slika 13: Princip postavitve trajnih ukrepov za dvoživke.	33
Slika 14: Predlog ukrepov za dvoživke na odseku Podkraj.	35
Slika 15: Primer tipskega elementa za škatlasti podhod z dnom prekritim z okoliško zemljino (Vir: katalog Zieger).	37
Slika 16: Zavarovanje vhoda v podhod za dvoživke z betonsko steno in predlog rešitve za odvodnjavanje (Vir skice in fotografije: Zieger).	37
Slika 17: Variante betonskih montažnih elementov in U-zaključka ograje za dvoživke (Poboljšaj in sod. 2019).	39
Slika 18: Ograje za dvoživke (povzeto po katalogu Zieger) – pravilen način pripenjanja ograje na vhod podhoda.	40
Slika 19: Zaključni U-element ograje (povzeto po katalogu Zieger).	41
Slika 20: Rešetka za dvoživke (povzeto po katalogu Zieger).	42
Slika 21: Prikaz uporabe Enkamat mreže za reševanje dvoživk iz različnih tipov jaškov (Reuters, 2018).	43
Slika 22: Predlog ukrepov za dvoživke na odseku Podkraj na prednostnem odseku projekta LIFE AMPHICON.	45

KAZALO TABEL

Tabela 1: Indeks zaznavnosti (F) za vrste dvoživk, ki naj se upošteva v raziskavi po transektni metodi.....	12
Tabela 2: Datumi izvedenih spomladanskih terenskih popisov na cesti v letu 2020.	13
Tabela 3: Datumi izvedenih jesenskih terenskih popisov na cesti v letu 2020.	14
Tabela 4: Vrste dvoživk na širšem območju projektnega odseka Podkraj (CKFF 2020) in njihov naravovarstveni status. ...	17
Tabela 5: Število zabeleženih dvoživk na odseku Podkraj po vrstah spomladi v letu 2020. Opravljenih je bilo 27 terenskih dni (med 1. 2. in 2. 5. 2020).....	19
Tabela 6: Število zabeleženih dvoživk na odseku Podkraj po vrstah jeseni v letu 2020. Opravljenih je bilo 5 terenskih dni (med 22. in 28. 9. 2020).....	19
Tabela 7: Število opaženih dvoživk na odseku Podkraj po vrstah in pododsekih spomladi v letu 2020.	23
Tabela 8: Število opaženih dvoživk na odseku Podkraj po vrstah in pododsekih jeseni v letu 2020.	24
Tabela 9: Ocena števila dvoživk, ki se seli čez cesto na odseku Podkraj v obdobju spomladanskega pregleda (27 dni) v letu 2020.	29
Tabela 10: Ocena števila povoženih dvoživk na odseku Podkraj ob upoštevanju indeksa zaznavnosti (F) povoženega osebka (Poboljšaj in sod. 2019) v obdobju jesenskega pregleda v letu 2020 (5 dni), iz katere je bila izračunana ocena števila dvoživk, ki se seli čez cesto (povzeto in prirejeno po Hels & Buchwald 2001).....	30
Tabela 11: Relativna gostota dvoživk na odseku Podkraj (št. osebkov/km) v letu 2020.	31
Tabela 12: Izpolnjevanje meril za odločitev o izvedbi ukrepov za dvoživke na odseku Podkraj.....	32
Tabela 13: Predlog ukrepov za dvoživke na odseku Podkraj.	34
Tabela 14: Predlog ukrepov za dvoživke na odseku Podkraj na prednostnem odseku projekta LIFE AMPHICON.	44

SUMMARY

The LIFE AMPHICON project focuses on amphibian conservation in Slovenia, Germany and Denmark. Amphibians are undergoing a significant decline mainly caused by a loss of suitable aquatic and terrestrial habitats. In Slovenia, the increasing traffic and fragmentation of habitat complexes pose a serious threat for amphibians. The project will mitigate this within the project area SI3000271 Ljubljansko barje by creating or restoring core amphibian habitats for the target species yellow-bellied toad (*Bombina variegata*) and Italian crested newt (*Triturus carnifex*). To improve the habitat connectivity between land and water habitats and to reduce amphibian road mortality, a state-of-the-art amphibian guidance system will be introduced and best management practices for mitigating the effects of roads on amphibians in the project area SI3000271 Ljubljansko barje.

The purpose of this document is to present the results of the amphibian monitoring on the Podkraj Road Section and to provide baseline information for the executive design of the technical solutions to a consultant team while planning and designing the mitigation measures on the Podkraj Road Section that will be further presented in A.2 deliverable (Executive Design of Technical Solution in Podkraj).

For the planning phase, preoperational amphibian monitoring results (A.1) will suggest the exact micro-locations for amphibian tunnels and guiding structures. The document offers information, recommendations and guidelines based on best practices and expert opinion.

The project partners from Javni zavod Krajinski park Ljubljansko barje and Centre for Cartography of Fauna and Flora conducted the preoperational study for detailed planning for amphibian mitigation measures on the road R3-642/1147 Podpeč-Ig on section Podkraj (ca. 2.180 m) in the year 2020. The applied survey method was the standard Night road survey (CKFF 2019) in suitable weather conditions, while the amphibian activity on road was recorded with a handheld Garmin GPS device. The survey was more intense in the spring months (27 days) than in the autumn months (5 days).

All 11 species living in Ljubljansko barje were recorded on the road (including representatives of genus green frogs (*Pelophylax* sp.)) and additionally, fire salamander (*Salamandra salamandra*) was registered for the first time. Italian crested newt (Annex II species of Habitat Directive) together with European tree frog (*Hyla arborea*) and agile frog (*Rana dalmatina*) (Annex IV species of Habitat Directive) were present.

A total of 8.625 amphibians were recorded during springtime, with common newt (*Lissotriton vulgaris*) representing 69% of them, along with 12 Italian crested newts and 13 yellow-bellied toads. In autumn 513 amphibians were recorded, with common newt representing 44% of them, along with 4 Italian crested newts and 9 yellow-bellied toads. According to our observations drainage systems (shafts, canals), installed on the entire road section, acted as traps or minor obstacles for amphibians. Consequently, they were captured by the road for a longer period, and we assume that this was the reason that we registered a higher percentage of live amphibians (57.6% of findings in spring and 45.6% in autumn) in comparison with surveys of road sections Bistra and Pako-Goričica. The main type of breeding site in the vicinity of the road is a network of ditches between parcels. In comparison with sites in the vicinity of road sections Bistra and Pako-Goričica, these water habitats held more water and for a longer period, despite the very dry spring in 2020.

From the number of road-killed amphibians and the density of the traffic (CKFF 2019), we also estimated the number of animals crossing the road in the survey season, which was 100.190 amphibians in the spring and 5.803 amphibians in the autumn (mostly juveniles). Estimates for Italian crested newt were 171 animals in the spring and 34 in the autumn, and for yellow-bellied toads, estimates were 171 animals in autumn. Estimates for common newts (93.000 in the spring) are considered to be overestimated based on our experience from Ljubljansko barje.

Based on national criteria for the decision on implementation of amphibian mitigation measures on roads (number of animals and species crossing the road; CKFF 2019), the road section fulfils the qualifying criteria and amphibian mitigation measures are proposed. On the 2.180 m road section we propose to set up 43 amphibian tunnels, 8 amphibian stop drains and amphibian permanent fence on both sides of the road (3.600 m of total length).

The results of the preoperational study showed, that due to high numbers of migrating newts, a higher number of tunnels should be installed as was previously considered in the LIFE AMPHICON proposal and for what project funding was secured. Thus, the decision was made, that we should identify those road sections, on which permanent measures for amphibians in the LIFE AMPHICON project (Stage 1) should be implemented as a matter of priority, in case the Slovenian Infrastructure Agency will implement the project in several stages due to financial reasons.

Taking this into the account, we identified priority road sections where amphibian mitigation measures should be implemented in LIFE AMPHICON. The criteria were, that mitigation measures should include road sections, where 80% of all amphibians are migrating (especially Annex IV species of Habitat Directive) and where more than 90% of target species of project LIFE AMPHICON are present.

Based on the criteria above we propose a priority road section (ca. 1.500 m long), where on ca. 200 m is not possible to set up amphibian measures in the village because houses are too close to the road. We propose to set up ca. 2.500 m of amphibian permanent fence on both sides of the road (3 road sections of 1.080, 55 m and 115 m long), together with 29 amphibian tunnels and 6 amphibian stop drains.

The preoperational study is crucial for the best positioning of tunnels and permanent fences (action A.2), which will ensure the functionality of the measures (actions C.4). In LIFE AMPHICON it is also planned to monitor the effectiveness of amphibian tunnels and fences for amphibian migrations (action D.1). All these actions will be supported by amphibian experts throughout the whole process.

1. UVOD

V projektu LIFE AMPHICON (LIFE18 NAT/SI/000711) *Ohranjanje dvoživk in obnova njihovih habitatov* je bilo načrtovano spremljanje selitev dvoživk na izbranih odsekih cest na Ljubljanskem barju – pripravljalna akcija *A.1 Popis izhodiščnega stanja vrst in načrt varstvenih ukrepov za projektna območja*.

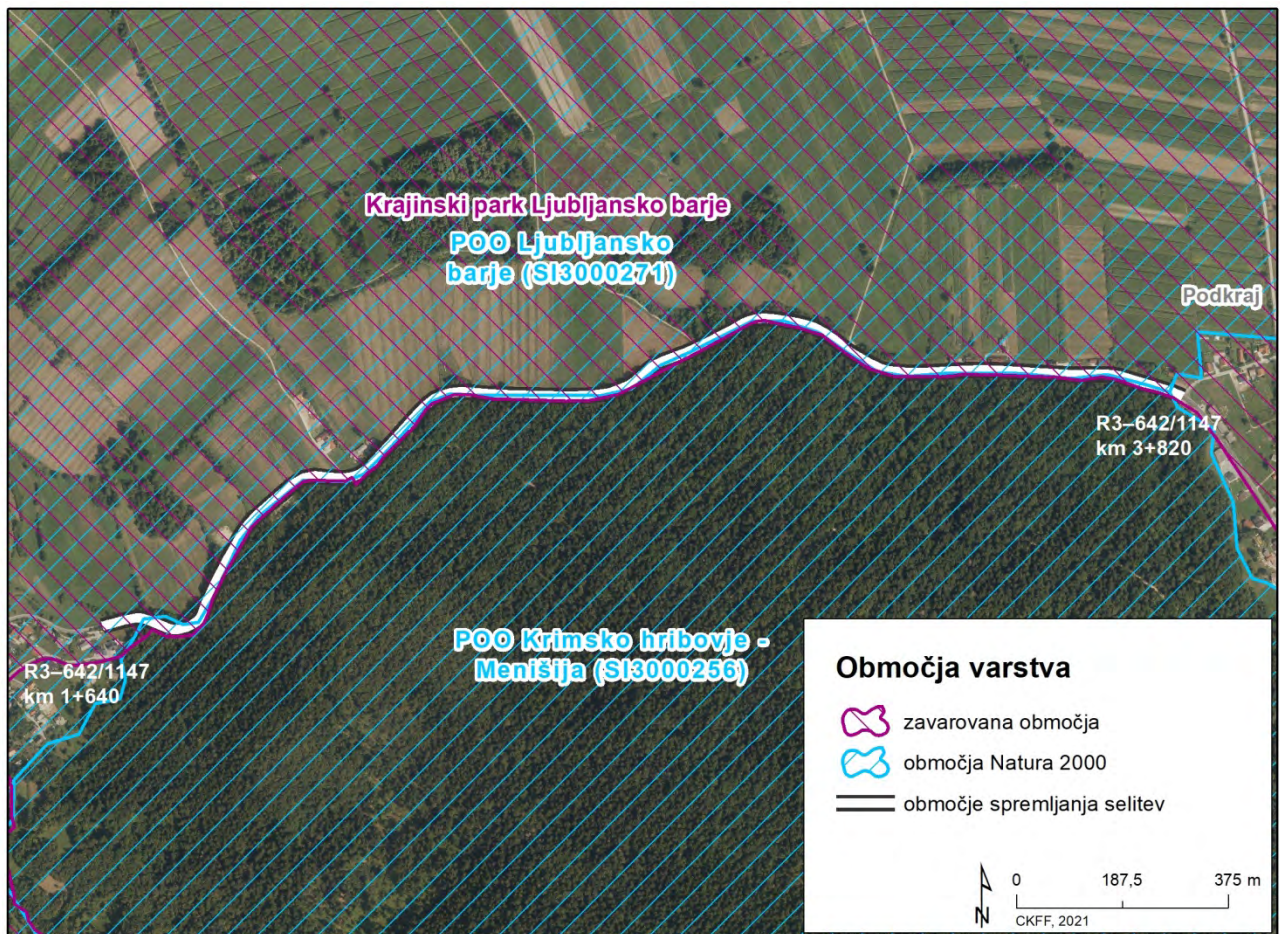
Javni zavod Krajinski park Ljubljansko barje (KPLB) je ob strokovni podpori Centra za kartografijo favne in flore (CKFF) spomladi in jeseni 2020 izvajal spremljanje selitev dvoživk na odseku Podkraj (cesta R3-642/1147 Podpeč–lg od km 1+640 do km 3+820, v dolžini ca. 2.180 m) in pregled potencialnih mrestišč v projektnem območju v širši okolici cestnega odseka.

Na osnovi analize rezultatov spomladanskega in jesenskega spremljanja selitev dvoživk smo pripravili strokovni predlog trajnih ukrepov za dvoživke za cestni odsek Podkraj. To je tudi strokovna podlaga za pripravo PZI dokumentacije za načrt ukrepov v akciji *A.2: Priprava projektne dokumentacije za trajne ukrepe za dvoživke*, ki jo izvaja Direkcija RS za infrastrukturo (DRSI).

2. METODE DE LA

2.1 Območje dela

Selitve dvoživk smo v letu 2020 spremljali na odseku Podkraj (R3-642/1147 Podpeč–lg od km 1+640 do km 3+820) (približno v dolžini 2.180 m) (Slika 1).



Slika 1: Projektni odsek Podkraj na cesti R3-642/1147 Podpeč–lg in območja z naravovarstvenim statusom.

Regionalna cesta R3-642/1147 Podpeč–lg na projektnem odseku Podkraj ves čas poteka po osrednjem južnem robu Ljubljanskega barja, med naseljema Jezero in Tomišelj. Na barjanski strani se razprostirajo kmetijske površine – njive in travniki, prepredeni s kanali. Proti jugu, na drugi strani ceste, se pričnejo gozdne površine Krimskega pogorja. Cesta in promet na njej predstavljata pomembno oviro selitvam dvoživk iz kopenskih bivališč v gozdnem zaledju na mrestišča na Barju.

Na Ljubljanskem barju je več območij z naravovarstvenim statusom (Slika 1): Krajinski park Ljubljansko barje (Ur. l. RS, št. 112/2008) in dve območji Natura 2000: POO SI3000271 Ljubljansko barje in POV SI5000014 Ljubljansko barje (Ur. l. 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). Za območje Natura 2000 POO SI3000271 Ljubljansko barje so kvalifikacijske tri vrste dvoživk: veliki pupek (*Triturus carnifex*), hribski urh (*Bombina variegata*) in človeška ribica (*Proteus anguinus*).

Potencialna mrestišča dvoživk smo pregledali v ca. 1000 metrskem pasu od pregledovanega odseka ceste.

2.2 Spremljanje selitev dvoživk

Metode dela za raziskave dvoživk za opredelitev ukrepov na obstoječih cestah so bile za državne ceste prvič predlagane leta 2018 (Poboljšaj in sod. 2018), natančneje pa opredeljene leta 2019 v študiji *Strokovne podlage za izdelavo navodil in tehničnih specifikacij za zagotavljanje migracijskih koridorjev dvoživk na državnem cestnem omrežju* (Poboljšaj in sod. 2019), ki jo povzemamo v nadaljevanju:

»Za natančno opredelitev trajnih ukrepov na izbranem območju je najprimernejša standardna kvantitativna in kvalitativna metoda postavitve začasnih ograj in pasti (»Zaun-Kübel-Methode«). S to metodo ugotovimo absolutno število živali, ki se prek odseka ceste seli v danem časovnem obdobju. Ker je treba ograjo in pasti vsakodnevno pregledovati, metoda zahteva relativno veliko dela. Primerna alternativa tej metodi so tudi intenzivni nočni pregledi ceste (minimalno 20 dni/leto) v času pomladanskih selitev v obdobju dveh mesecev od marca do maja. Pregledi naj se izvedejo v optimalnem času za selitve posameznih vrst, ki so potencialno prisotne na odseku in ob primernih vremenskih razmerah v toplih deževnih nočeh (temperatura nad 5 °C). V primeru, ko se raziskuje določen odsek ceste, je najprimernejša metoda nočnega pregleda izvedba transektne metode. Delo naj poteka tako, da se zvečer, kmalu po sončnem zahodu, prehodi cestni odsek v razdalji približno 2.000 m v obe smeri. V primeru, da je obravnavani cestni odsek daljši, priporočamo, da je v eni noči hkrati na terenu več sodelavcev, vsak pa naj pregleduje odsek ceste v dolžini maksimalno 2.000 m. Na ta način se cesto pregleda v optimalnem času aktivnosti dvoživk. Z ročno svetilko se pregleduje cestišče in pas v približni širini dveh metrov od cestišča. Lokacije vseh najdenih osebkov se označi z ročno navigacijsko napravo GPS. Zabeleži se vrsto, spol in razvojni stadij opaženih dvoživk ter smer gibanja, kar se da natančno. Ves čas naj se potek dela tudi fotodokumentira.«

V študiji je tudi opozorilo glede razlike pri interpretaciji rezultatov, ki se dobijo z eno ali drugo zgoraj opisano metodo:

»Glavna razlika je v tem, da se v primeru metode postavitve začasnih ograj in pasti ob vsakodnevnem pregledu zabeleži vse živali, ki se selijo čez cesto v 24-ih urah, saj jih ograja zadrži. V primeru izvajanja transektne metode pa se zabeleži le del populacije, ki se seli čez cesto v času raziskave (ca. 2 do 3 ure), kljub temu da poteka raziskava v delu dneva, ko naj bi bile dvoživke najbolj aktivne. Dodaten problem pri oceni števila osebkov po transektni metodi predstavlja različna zaznavnost posameznih vrst dvoživk pri monitoringu cest, zaradi česar je v tem primeru pri opredeljevanju velikosti populacij, ki se selijo čez cesto, treba upoštevati tudi t. i. indeks zaznavnosti vrst (Tabela 1). Trupla povoženih dvoživk so na cesti lahko opazna malo časa (odvisno od velikosti živali in gostote prometa ter prisotnosti živali, ki se prehranjujejo z mrhovino), monitoring po transektni metodi pa se izvaja le nekaj ur v času pričakovanih najbolj množičnih selitev v dnevu. V času raziskave tako ne moremo zabeležiti vseh osebkov, ki so bili povoženi v zadnjih 24-tih urah in zato je število povoženih živali na dan podcenjeno. Hels & Buchwald (2001) sta na osnovi raziskav pripravila t. i. indeks

zaznavnosti vrst (Tabela 1). To je faktor (F), s katerim pomnožimo število registriranih povoženih osebkov v raziskavi po transektni metodi, da dobimo oceno števila povoženih osebkov te vrste na cesti na dan.»

Tabela 1: Indeks zaznavnosti (F) za vrste dvoživk, ki naj se upošteva v raziskavi po transektni metodi.

*za vrste, ki jih Hels & Buchwald (2001) ne omenjata, je indeks zaznavnosti opredeljen glede na podobno velikost in/ali hitrost gibanja živali, kot velja za opredeljene vrste (Poboljšaj in sod. 2019).

Vrsta ali skupina vrst	Indeks zaznavnosti (F)
navadna krastača, zelena krastača*, navadni močerad*	1,88
rjave žabe (sekulja, plavček, rosnica* in laška žaba*), zelene žabe* (debeloglavka, zelena žaba, pisana žaba)	3,15
navadna česnovka	1,50
vsi pupki (navadni pupek, planinski pupek*, veliki pupek, donavski veliki pupek*), zelena rega*, hribski* in nižinski urh*	15,00

Študija (Poboljšaj in sod. 2019) še priporoča, »da je za natančno opredelitev ukrepov pomembna tudi informacija o jesenskih selitvah proti prezimovališčem (vsaj pet pregledov cestnega odseka) in o selitvah mladih osebkov, ko se prvič odpravijo iz mrestišč v kopenske habitate (3 do 5 pregledov cestnega odseka v poletnem času v pasu 250 m okoli mrestišč).«

2.3 Terensko delo

Terensko delo na odseku Podkraj (R3-642/1147 Podpeč–lg) je v spomladanskem obdobju potekalo 27 dni, med 1. februarjem in 2. majem 2020 (Tabela 2). Selitev dvoživk se je v letu 2020 pričela že konec januarja, zato smo z delom pričeli v februarju. V jesenskem obdobju je terensko delo potekalo 5 dni, med 22. in 28. septembrom 2020 (Tabela 3).

Nočno terensko delo je potekalo tako, da smo zvečer, po sončnem zahodu, prehodili cestni odsek (Slika 1) in pregledali cesto na obeh straneh cestišča. Z ročno svetilko smo pregledovali cestišče in pas v približni širini dveh metrov od cestišča. Lokacije vseh najdenih osebkov smo označili z ročno navigacijsko napravo Garmin GPSmap 64s. Kar se da natančno smo zabeležili vrsto, starostno skupino in spol opaženih dvoživk.

Pregled mrestišč se je izvajal v marcu in aprilu 2020, ko se je popisovalo izhodiščno stanje vrst na projektnem območju LIFE AMPHICON (akcija A.1) v Krajinskem parku Ljubljansko barje. V poročilu na kratko predstavljamo rezultate popisov v letu 2020, ki bodo natančneje analizirani v končnem poročilu ob zaključku akcije A.1.

Potencialna mrestišča dvoživk smo pregledali v ca. 1.000 metrskem pasu od pregledovanega cestnega odseka. Pri tem smo uporabili različne metode dela. Za vrste dvoživk, ki smo jih registrirali na cestnem odseku, je bila najbolj primerna metoda štetja mrestov (Heyer in sod. 1994). Pri tem je bilo pomembno, da smo mreste prešteli, ko je bila odložena večina mrestov in so bili ti še dovolj sveži, da je bila določitev do vrste zanesljiva. Metodo smo kombinirali z metodo vizualnega štetja osebkov (»visual encounter survey«) (Heyer in sod. 1994) in s standardno metodo štetja oglašajočih samcev žab (Heyer in sod. 1994). Lokacije vseh

najdenih dvoživk smo označili z ročno navigacijsko napravo Garmin GPSmap 64s. Kar se da natančno smo si zapisali vrsto, razvojni stadij, starostno skupino in spol opaženih dvoživk.

Terenske raziskave so potekale po standardni metodologiji (Heyer in sod. 1994). Terensko delo popisov na cesti smo načrtovali v dnevih, ko so bile napovedane padavine, ki pomenijo večjo aktivnost dvoživk. Na ta način je bilo delo v spomladanskem obdobju (27 dni) in jesenskem obdobju (5 dni) opravljeno v optimalnih razmerah za opazovanje selitev dvoživk (Slika 2, Slika 3, Slika 4, Slika 5).

April je bil v letu 2020 na širšem območju raziskovanega cestnega odseka skoraj brez padavin (Slika 2, Slika 3). Po daljšem sušnem obdobju je 26. 4. 2020 namreč pozno ponoči (proti jutru) začelo rahlo deževati in smo ocenili, da bi to lahko sprožilo selitve dvoživk, zato smo zvečer opravili nočni pregled ceste. Preostanek nočnih pregledov ceste (4 dni) smo opravili med 29. aprilom in 2. majem, ko so bile napovedane padavine.

Po sušnem poletju smo v septembru 2020 opravili še jesenski pregled ceste, v obdobju daljših jesenskih padavin (Slika 4, Slika 5), ko smo pričakovali aktivne premike dvoživk.

Tabela 2: Datumi izvedenih spomladanskih terenskih popisov na cesti v letu 2020.

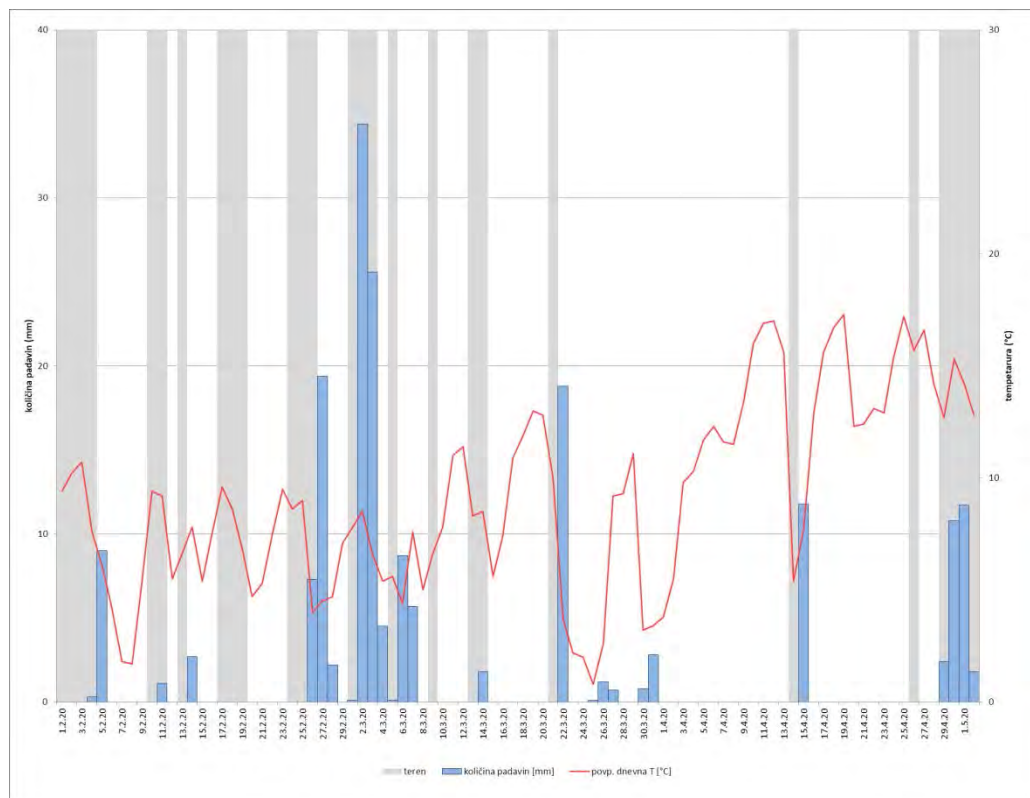
Št. popisa	Datum popisa	Opis dela
1	1.2.2020	nočni pregled ceste
2	2.2.2020	nočni pregled ceste
3	3.2.2020	nočni pregled ceste
4	4.2.2020	nočni pregled ceste
5	10.2.2020	nočni pregled ceste
6	11.2.2020	nočni pregled ceste
7	13.2.2020	nočni pregled ceste
8	17.2.2020	nočni pregled ceste
9	18.2.2020	nočni pregled ceste
10	19.2.2020	nočni pregled ceste
11	24.2.2020	nočni pregled ceste
12	25.2.2020	nočni pregled ceste
13	26.2.2020	nočni pregled ceste
14	1.3.2020	nočni pregled ceste
15	2.3.2020	nočni pregled ceste
16	3.3.2020	nočni pregled ceste
17	5.3.2020	nočni pregled ceste
18	9.3.2020	nočni pregled ceste
19	13.3.2020	nočni pregled ceste
20	14.3.2020	nočni pregled ceste
21	21.3.2020	nočni pregled ceste
22	14.4.2020	nočni pregled ceste
23	26.4.2020	nočni pregled ceste
24	29.4.2020	nočni pregled ceste
25	30.4.2020	nočni pregled ceste
26	1.5.2020	nočni pregled ceste
27	2.5.2020	nočni pregled ceste

Tabela 3: Datumi izvedenih jesenskih terenskih popisov na cesti v letu 2020.

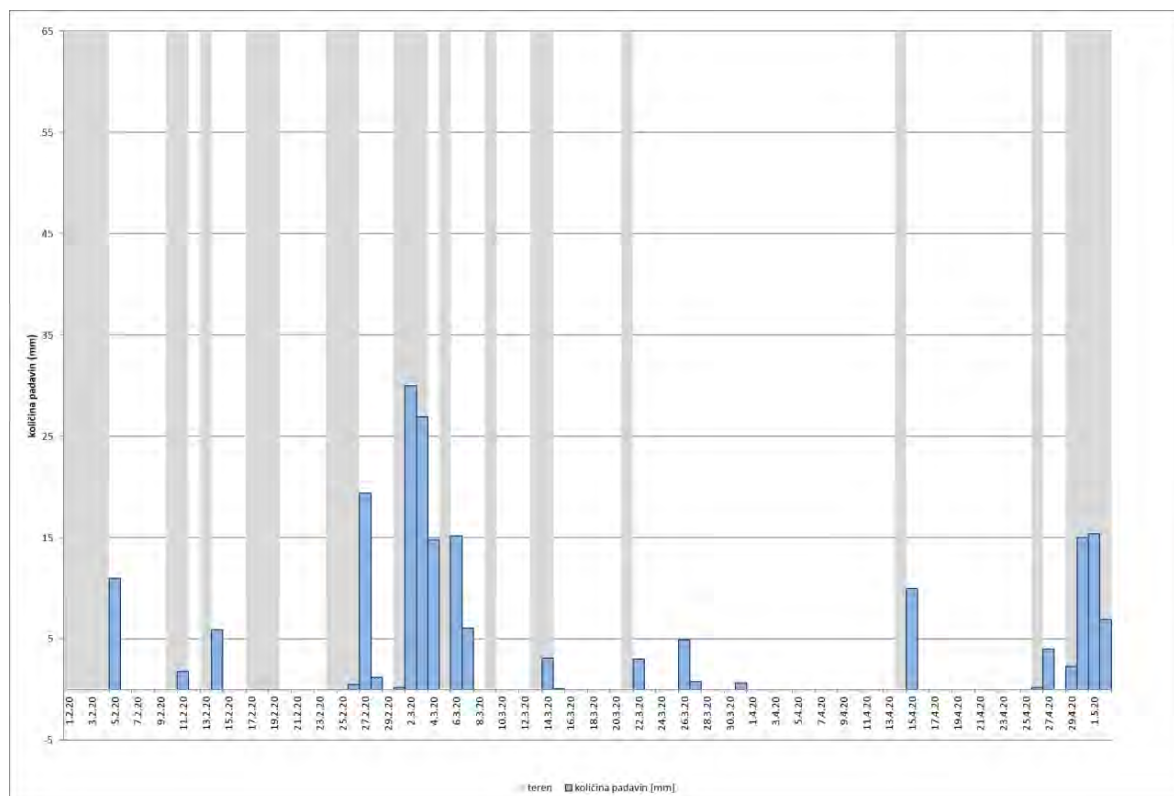
Št. popisa	Datum popisa	Opis dela
1	22.9.2020	nočni pregled ceste
2	23.9.2020	nočni pregled ceste
3	25.9.2020	nočni pregled ceste
4	27.9.2020	nočni pregled ceste
5	28.9.2020	nočni pregled ceste

Najbližja glavna meteorološka postaja, kjer so na razpolago podatki meritev ARSO za temperature in padavine, je postaja Ljubljana–Bežigrad, najbližja padavinska postaja pa je v Črni vasi (ARSO 2020).

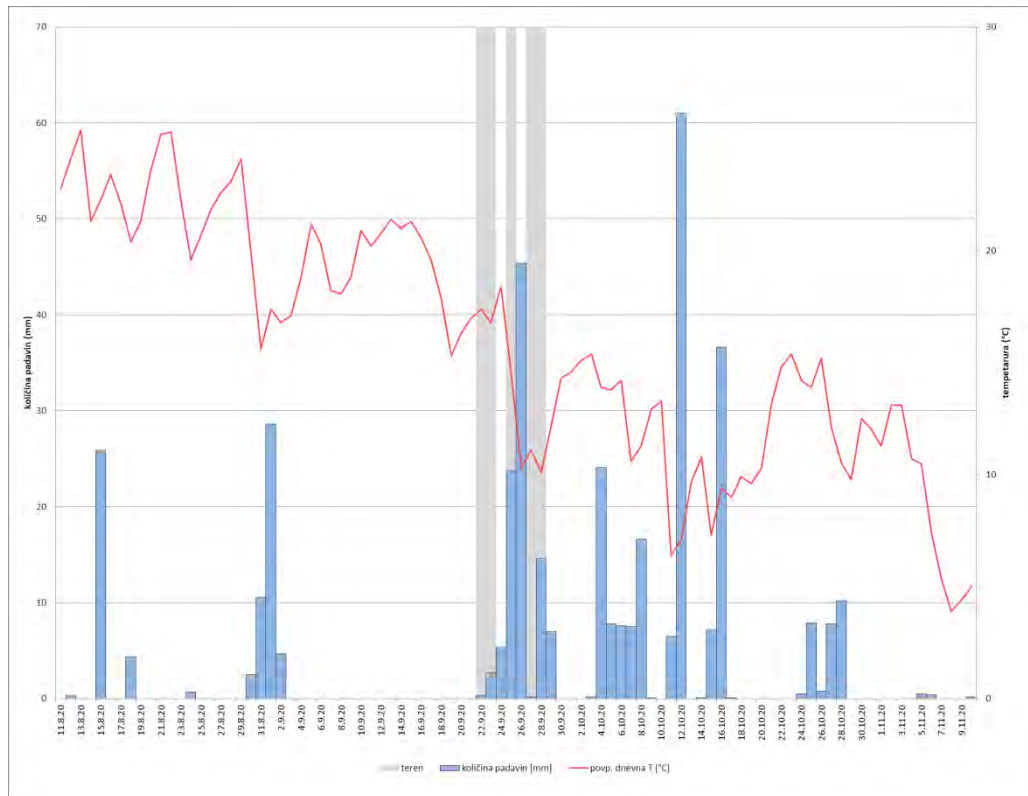
V nadaljevanju so predstavljeni podatki ARSO o povprečni temperaturi zraka na 2 m (°C) in količini padavin (24-urna akumulacija padavin ob 7 h (mm): *dnevna količina padavin pripisana izbranemu dnevu predstavlja količino padavin padlo v zadnjih 24-ih urah, torej, od 7. ure prejšnjega dne do 7. ure izbranega dne*) za celotno obdobje spomladanskih terenskih popisov na cesti (od 1. 2. do 2. 5. 2020), jesenskih popisov na cesti (od 22. 9. do 28. 9. 2020). Količina padavin je bila v Ljubljani (Ljubljana–Bežigrad) manjša kot na v Črni vasi. Dnevi, ko smo izvajali monitoring, so na slikah v nadaljevanju označeni sivo (Slika 2, Slika 3, Slika 4, Slika 5).



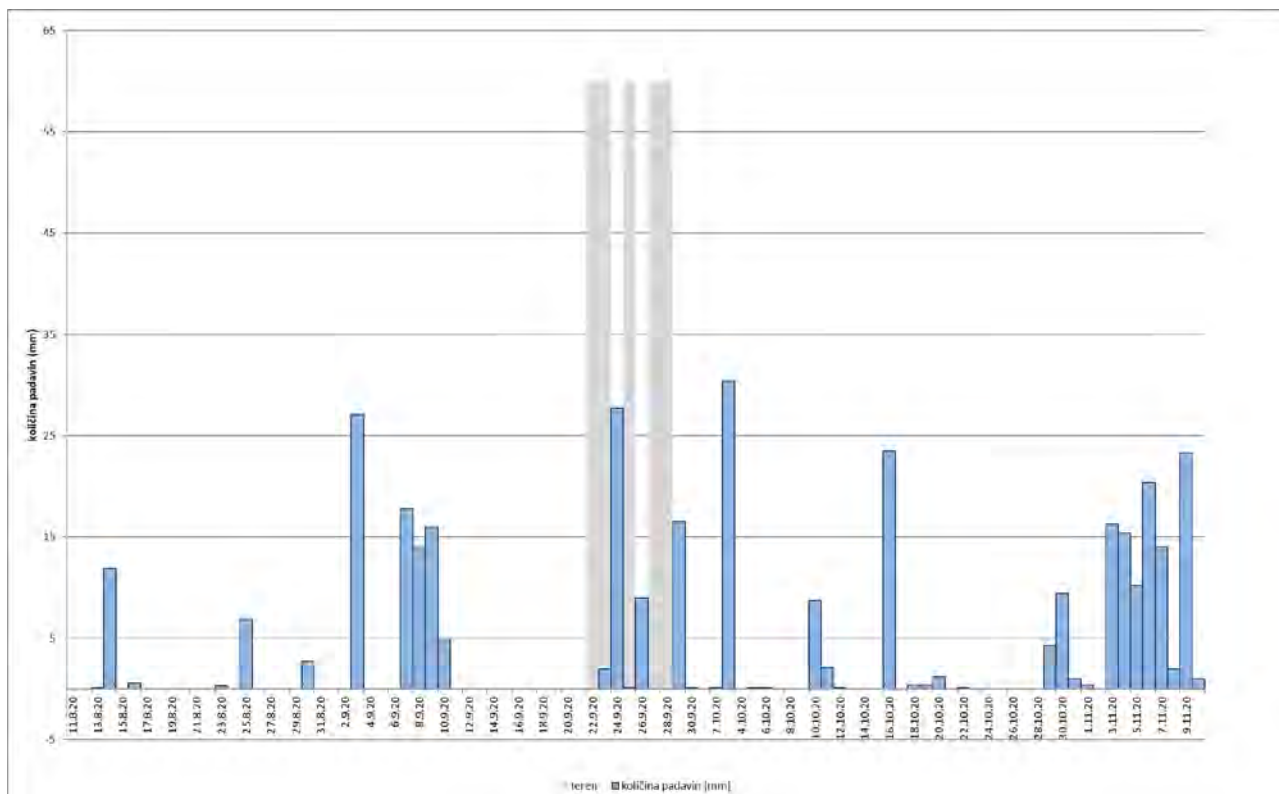
Slika 2: Spomladanski terenski popisi na cesti, povprečna dnevna temperatura zraka na 2 m [°C] in količina padavin – 24-urna akumulacija padavin ob 7 h [mm] od 1. 2. Do 2. 5. 2020 za glavno meteorološko postajo Ljubljana–Bežigrad (lon=14.5124, lat=46.0655, viš=299m) (ARSO 2020).



Slika 3: Spomladanski terenski popisi na cesti, količina padavin – 24-urna akumulacija padavin ob 7 h [mm] od 1. 2. do 2. 5. 2020 za padavinsko postajo Črna vas (lon=14.4633, lat=45.9892; viš=287m) (ARSO 2020).



Slika 4: Jesenski terenski popisi na cesti, povprečna dnevna temperatura zraka na 2 m [°C] in količina padavin – 24-urna akumulacija padavin ob 7 h [mm] od 1. 2. Do 2. 5. 2020 za glavno meteorološko postajo Ljubljana–Bežigrad (lon=14.5124, lat=46.0655, viš=299m) (ARSO 2020).



Slika 5: Jesenski terenski popisi na cesti, količina padavin – 24-urna akumulacija padavin ob 7 h [mm] od 1. 2. do 2. 5. 2020 za padavinsko postajo Črna vas (lon=14.4633, lat=45.9892; viš=287m) (ARSO 2020).

3. REZULTATI

3.1 Dvoživke na širšem območju projektnega cestnega odseka Podkraj

Ljubljansko barje spada med najpomembnejša območja za dvoživke v Sloveniji, saj je preplet različnih tipov tekočih in stoječih voda v ekstenzivni kmetijski krajini izjemno pomemben za številne vrste dvoživk. Na Ljubljanskem barju najdemo kar 80 % vseh vrst, ki živijo v Sloveniji, med njimi hribskega urha (*Bombina variegata*), velikega pupka (*Triturus carnifex*) in zeleno rego (*Hyla arborea*). Dvoživke, ki večji del svojega življenja preživijo v bližnjih gozdovih z vsakoletnimi pohodi čez ceste na barjanskem robu opozarjajo, da je Ljubljansko barje zanje pomembno mesto za mrestenje.

Na širšem območju pregledovanega cestnega odseka Podkraj je bilo do sedaj registriranih 11 vrst dvoživk (CKFF 2020, Tabela 4): veliki pupek (*Triturus carnifex*), navadni pupek (*Lissotriton vulgaris*), planinski pupek (*Ichthyosaura alpestris*), navadna krastača (*Bufo bufo*), hribski urh (*Bombina variegata*), zelena rega (*Hyla arborea*), rosnica (*Rana dalmatina*) in sekulja (*Rana temporaria*) iz rodu rjavih žab ter vse tri v Sloveniji živeče vrste iz rodu zelenih žab, debeloglavka (*Pelophylax ridibundus*), pisana žaba (*P. lessonae*) in njun križanec zelena žaba (*P. kl. esculentus*).

Ločevanje vrst iz rodu zelenih žab je na terenu zelo težavno in zamudno, brez genetskih, morfoloških in bioakustičnih raziskav pa le redko zanesljivo. Zato smo za namene te študije zelene žabe obravnavali združeno kot takson rod zelenih žab (*Pelophylax* sp.).

V letu 2020 smo pri pregledovanju cestnega odseka in mrestišč na ožjem območju popisali vse našete vrste, prvič pa je bil na tem območju najden navadni močerad, tako da je na območju prisotnih 12 vrst (Tabela 4).

Tabela 4: Vrste dvoživk na širšem območju projektnega odseka Podkraj (CKFF 2020) in njihov naravovarstveni status.

RS: Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam (Uradni list RS 82/2002). V – ranljiva vrsta, O – vrsta zunaj nevarnosti.

UŽŽV: Uredba o zavarovanih prosto živečih živalskih vrstah (Uradni list RS 46/2004, 109/2004, 84/2005, 115/2007). 1 – Priloga 1 (poglavje A): živalske vrste, za katere je določen varstven režim za varstvo živali in populacij; 2 – Priloga 2 (poglavje A): živalske vrste, za katere so določeni ukrepi varstva habitatov in smernice za ohranitev ugodnega stanja njihovih habitatov.

FFH: Direktiva Sveta 92/43/EGS z dne 21. maja 1992 o ohranjanju naravnih habitatov ter prosto živečih živalskih in rastlinskih vrst (Uradni list L 206 z dne 22.07.1992) (Direktiva o habitatih). II – Priloga II: živalske in rastlinske vrste v interesu Skupnosti, za ohranjanje katerih je treba določiti posebna ohranitvena območja; IV – Priloga IV: živalske in rastlinske vrste v interesu Skupnosti, ki jih je treba strogo varovati; v risticah v zeleni barvi so vrste s priloge IV, ki so bile registrirane v letu 2019.

BERN: Zakon o ratifikaciji Konvencije o varstvu prosto živečega evropskega rastlinstva in živalstva ter njunih naravnih življenjskih prostorov (MKVERZ) (Uradni list RS 17/1999) (Bernska konvencija). II – Dodatek II: strogo zavarovane živalske vrste; III – Dodatek III: zavarovane živalske vrste.

2020: da – vrsta/rod, registrirana v tej študiji;

Za namene te študije smo vse tri vrste zelenih žab obravnavali združeno kot takson rod zelenih žab (*Pelophylax* sp.).

Vrsta	RS	UŽŽV	FFH	BERN	2020
navadni močerad (<i>Salamandra salamandra</i>)	O	1		III	da
veliki pupek (<i>Triturus carnifex</i>)	V	1, 2	II, IV	II	da
navadni pupek (<i>Lissotriton vulgaris</i>)	V	1, 2		III	da
planinski pupek (<i>Ichthyosaura alpestris</i>)	V	1, 2		III	da
navadna krastača (<i>Bufo bufo</i>)	V	1, 2		III	da
hribski urh (<i>Bombina variegata</i>)	V	1, 2	II, IV	II	da
zeleno rega (<i>Hyla arborea</i>)	V	1, 2	IV	II	da
rod rjavih žab (<i>Rana</i> sp.)					
rosnica (<i>Rana dalmatina</i>)	V	1, 2	IV	II	da
sekulja (<i>Rana temporaria</i>)	V	1		III	da
rod zelenih žab (<i>Pelophylax</i> sp.)					da

Vrsta	RS	UZŽV	FFH	BERN	2020
pisana žaba (<i>Pelophylax lessonae</i>)	V	1, 2	IV	III	
debeloglavka (<i>Pelophylax ridibundus</i>)	V	1, 2		III	
pisana žaba (<i>Pelophylax</i> kl. <i>esculentus</i>)	V	1, 2		III	

3.2 Pregled obstoječih podatkov

Projektni odsek Podkraj je bil kot črna točka za dvoživke prvič opredeljen že leta 2000 (Poboljšaj in sod. 2000), kasnejše raziskave Herpetološkega društva v letu 2013 (Sopotnik 2013) pa so to potrdile. Na odseku Tomišelj (med Tomišljem in Črničnikom v Kamniku pod Krimom, v dolžini ca. 6.400 m, *op. a.*) je bilo v 7 nočeh (4 v marcu, 2 v aprilu in 1 v maju) leta 2013 naštetih 1.588 dvoživk, med njimi pa so bili tudi 1 povožen in 1 živ veliki pupek ter 2 povožena hribska urha (na koncu vasi Podpeč v smeri proti vasi Jezero in na območju Ključa) (Sopotnik 2013).

3.3 Selitve dvoživk na projektnem cestnem odseku Podkraj v letu 2020

Selitve lahko ločimo v primarne in sekundarne. Najbolj opazne so pomladanske selitve k mrestiščem (primarne selitve), saj se osebki nekaterih vrst skoraj istočasno odpravijo na pot. Za večino vrst te selitve potekajo po ustaljenih selitvenih poteh v t. i. selitvenih koridorjih in so tudi najbolj množične. Po parjenju, ki pri različnih vrstah traja različno dolgo, se odrasle živali napotijo nazaj na kopno v poletna bivališča, kjer preživijo preostali aktivni del leta. V poletnih bivališčih se dvoživke hranijo in kopičijo zaloge, jeseni pa se odpravijo v zimska bivališča, kjer v neaktivnem – otrplem stanju preživijo neugodne zimske mesece. Poletna in jesenska selitev odraslih živali (sekundarne selitve) ne potekata tako množično in usmerjeno kot pomladanska selitev, temveč prostorsko bolj razpršeno in v različnih časovnih obdobjih, kar je odvisno od posameznega osebka. Selitve so tako pomembne za raziskovanje lokalnih habitatov in za opravljanje vitalnih ekoloških funkcij (Sinsch 2014 v Matos in sod. 2019a, Poboljšaj in sod. 2019).

KPLB je v spomladanskem obdobju selitve dvoživk spremljal od 1. 2. do 2. 5. 2020 (27 dni) in jeseni od 22. 9. do 28. 9. (5 dni) na odseku Podkraj (približno v dolžini 2.180 m). Zbirni rezultati so podani v tabelah v nadaljevanju, fotografije najdb v Prilogi 1 in digitalni podatki v Prilogi 2. Dvoživke smo, če je le bilo možno, določili do vrste natančno. V primerih, ko smo na cesti našli le ostanke povoženih živali, smo jih določili do najvišje možne taksonomske skupine (rjave žabe oz. zelene žabe, brezrepe dvoživke).

Vzdolž skoraj celotne dolžine cestnega odseka je odvodnjavanje urejeno s sistemom betonskih kanalet, ki zbirajo meteorno vodo. Na približno vsakih 50 metrov je jašek, ki odvodnjava meteorno vodo na drugo stran ceste. Po naših opažanjih so jaški (peskolovi) delovali tudi kot past za dvoživke, saj smo v njih našli večje število osebkov. Kanalete so dvoživkam predstavljale manjše ovire pri selitvi, saj so jih morale preplezati in so se posledično dlje časa zadrževale ob cesti. Predvidevamo, da so zgoraj navedena opažanja razlog, da smo v času naše raziskave na odseku registrirali največji delež živih dvoživk (57,6 % najdb spomladi in 45,6 %

jeseni) od vseh treh raziskovanih cestnih odsekov na Ljubljanskem barju v letu 2020 v projektu LIFE AMPHICON.

Na pregledovanem cestnem odseku so bili spomladi v letu 2020 najpogostejši navadni pupki (69 % vseh najdb; (Tabela 5). Vrste iz rodu rjavih žab predstavljajo 23 % vseh najdb (12 % sekulj, 9 % rosnic, 3 % osebkov smo uvrstili v rod rjavih žab). Od ciljnih vrst smo našli 13 hribskih urhov in 12 velikih pupkov ter več kot 62 zelenih reg, zabeležili pa smo tudi enega navadnega močerada.

Na pregledovanem cestnem odseku so bili tudi v jeseni 2020 najpogostejši navadni pupki (44 % vseh najdb; Tabela 6). Vrste iz rodu rjavih žab predstavljajo 39 % vseh najdb (14 % sekulj, 4% rosnic, 20 % osebkov smo uvrstili v rod rjavih žab). Navadne krastače predstavljajo 12 % opazovanih osebkov, zabeležili smo tudi ciljni vrsti hribski urh (9 osebkov) in veliki pupek (4 osebki) ter 18 zelenih reg.

Tabela 5: Število zabeleženih dvoživk na odseku Podkraj po vrstah spomladi v letu 2020. Opravljenih je bilo 27 terenskih dni (med 1. 2. in 2. 5. 2020).

Vrsta	ŽIVI	POVOŽENI	SKUPAJ
navadni močerad (<i>Salamandra salamandra</i>)	1	0	1
veliki pupek (<i>Triturus carnifex</i>)	7	5	12
navadni pupek (<i>Lissotriton vulgaris</i>)	3.195	2.787	5.982
planinski pupek (<i>Ichthyosaura alpestris</i>)	8	1	9
navadna krastača (<i>Bufo bufo</i>)	194	82	276
hribski urh (<i>Bombina variegata</i>)	13	0	13
zelena rega (<i>Hyla arborea</i>)	29	33	62
rod rjavih žab (<i>Rana</i> sp.)	160	99	259
rosnica (<i>Rana dalmatina</i>)	333	419	752
sekulja (<i>Rana temporaria</i>)	827	168	995
rod zelenih žab (<i>Pelophylax</i> sp.)	197	65	262
brezrepe dvoživke (Anura)	0	2	2
SKUPAJ	4.964	3.661	8.625

Tabela 6: Število zabeleženih dvoživk na odseku Podkraj po vrstah jeseni v letu 2020. Opravljenih je bilo 5 terenskih dni (med 22. in 28. 9. 2020).

Vrsta	ŽIVI	POVOŽENI	SKUPAJ
veliki pupek (<i>Triturus carnifex</i>)	3	1	4
navadni pupek (<i>Lissotriton vulgaris</i>)	98	126	224
navadna krastača (<i>Bufo bufo</i>)	45	14	59
hribski urh (<i>Bombina variegata</i>)	4	5	9
zelena rega (<i>Hyla arborea</i>)	8	10	18
rod rjavih žab (<i>Rana</i> sp.)	27	78	105
rosnica (<i>Rana dalmatina</i>)	10	13	23
sekulja (<i>Rana temporaria</i>)	38	32	70
rod zelenih žab (<i>Pelophylax</i> sp.)	1		
SKUPAJ	234	279	513



Slika 6: Na pregledovanem odseku ceste smo spomladi in jeseni največkrat zabeležili navadnega pupka (*Lissotriton vulgaris*). Na sliki je tudi zelena žaba (*Pelophylax* sp.) (foto: Katarina Drašler).

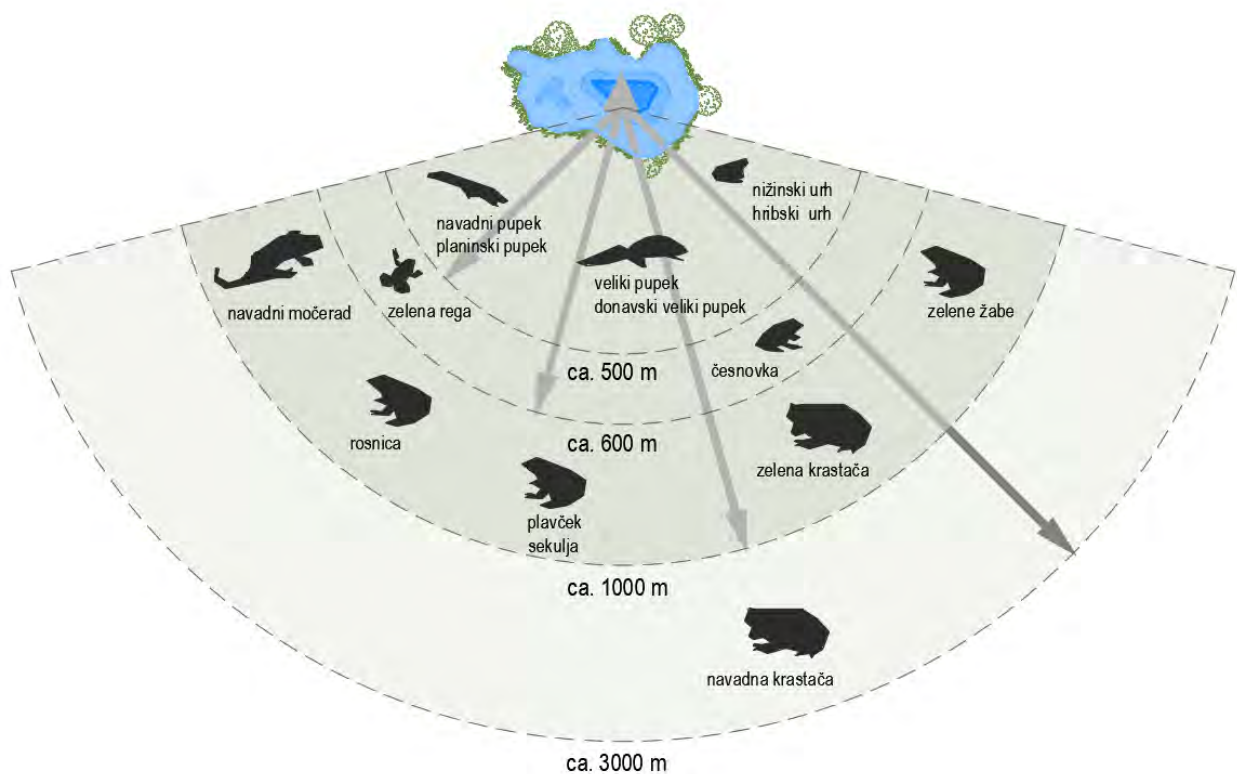


Slika 7: Na pregledovanem odseku ceste smo spomladi in jeseni zabeležili velikega pupka (*Triturus carnifex*) ter hribskega urha (*Bombina variegata*) – ciljni vrsti projekta LIFE AMPHICON (foto: Katarina Drašler).

3.4 Mrestišča dvoživk v okolici projektnega cestnega odseka Podkraj

Ocenjujemo, da se mrestišča vrst dvoživk, ki se selijo prek pregledovane ceste, nahajajo tudi na bolj ekstenzivnih kmetijskih površinah Ljubljanskega barja, ki so lahko od ceste oddaljene tudi več kot kilometer, če upoštevamo selitvene razdalje opaženih vrst (Slika 8).

Razdalje, na katerih se dvoživke selijo, so vrstno specifične (Slika 8). Nekatere vrste med bivališči prehodijo le nekaj sto metrov, druge se lahko selijo tudi več kilometrov (Blab 1986). Več kilometrske razdalje vsako leto premagujejo rjave žabe in krastače. Rosnica se med prezimovališči in mrestišči redko seli nad 1.000 metrov, posamezne sekulje pa se na mrestišča selijo tudi več kot 2.000 metrov daleč (Blab 1986, Günther 1996, Kovar in sod. 2009). Največje razdalje nedvomno premaguje naša največja dvoživka – navadna krastača, ki se lahko seli tudi več kot 5.000 metrov (Blab 1986, Günther 1996, Kovar in sod. 2009).

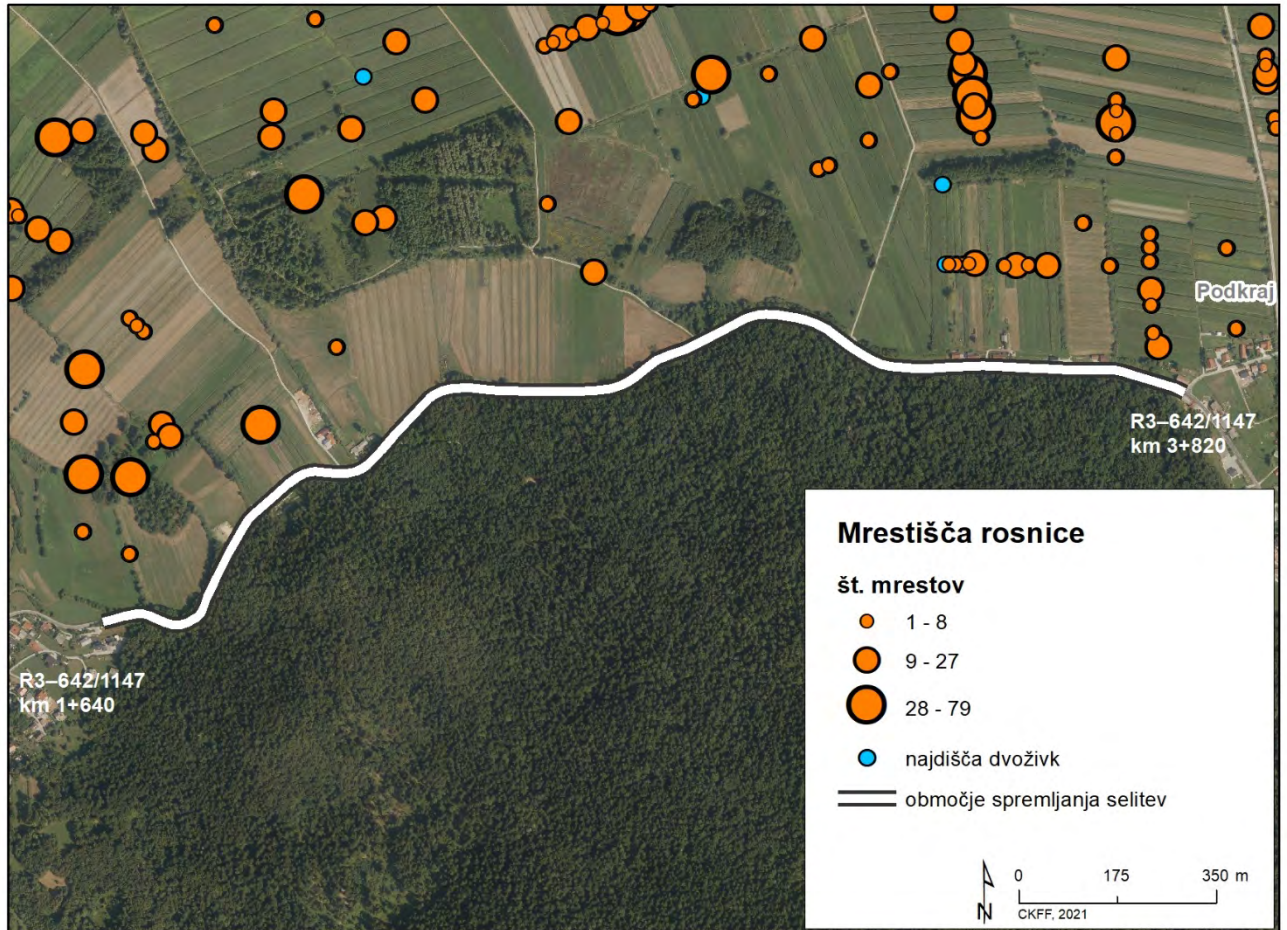


Slika 8: Selitvene razdalje slovenskih vrst dvoživk (Poboljšaj in sod. 2019).

Na pregledovanem odseku so se najbolj množično pojavljale rjave žabe, rosnice in sekulje, zato smo bili v bližnji okolici ceste posebej pozorni na njihova mrestišča. V primerjavi z območjem v okolici cestnih odsekov Bistra in Pako–Goričica, je bilo območje v okolici cestnega odseka Podkraj najbolj vodnato, kljub izrednim sušnim razmeram spomladi 2020.

Na območju Ljubljanskega barja severno od pregledovanega odseka ceste smo skupno zabeležili 1.575 mrestov rosnice in 340 mrestov sekulje (Slika 9). Število prešteti mrestov predstavlja minimalno število odraslih samic na območju (1.575 samic rosnic, 340 samic sekulj). Razmerje med samicami in samci znaša pri rosnici 1:1,7 do 1:2,54 (Lodé in sod. 2005), pri sekulji pa 1:1 do 1:1,8 (Ashby 1969, Čelhar in sod. 1998,

Grossenbacher 1980, Juzczyk in sod. 1984, Koskela & Pasanen 1974, Oldham 1963, Ryser 1989, Schlüpmann & Günther 1996). Upoštevali smo ga pri izračunu minimalnega števila samcev na območju za obe vrsti (2.677 do 4.000 samcev rosnic in 340 do 612 samcev sekulj). Minimalna ocena velikosti populacije odraslih rjavih žab v neposredni okolici pregledovanega odseka je med 4.932 in 6.527 osebkov (3.418 do 5.575 odraslih rosnic in 680 do 952 odraslih sekulj).



Slika 9: Mrestišča rosnice in druga najdišča dvoživk v letu 2020 ob odseku Podkraj.

3.5 Analiza selitev populacij dvoživk na projektnem cestnem odseku Podkraj

3.5.1 Zgostitve dvoživk

Pregledovani odsek ceste smo za spomladansko in jesensko obdobje selitev razdelili na 22 pododsekov (dolžine ca. 100 m), za katere smo z GIS analizo določili skupno število zabeleženih dvoživk (Tabela 7, Tabela 8).

Tabela 7: Število opaženih dvoživk na odseku Podkraj po vrstah in pododsekih spomladi v letu 2020.

PODODSEK: zaporedna številka 100 m pododseka ceste, ki sovпада s prikazom na slikah v nadaljevanju (Slika 10, Slika 11); število opaženih dvoživk po posameznih vrstah: **AMPH** – dvoživke (Amphibia); **SS** – navadni močerad (*Salamandra salamandra*); **TC** – veliki pupek (*Triturus carnifex*); **LV** – navadni pupek (*Lissotriton vulgaris*); **IA** planinski pupek (*Ichthyosauria alpestris*); **BB** – navadna krastača (*Bufo bufo*); **BV** – hribski urh (*Bombina variegata*); **HA** – zelena rega (*Hyla arborea*); **PSP** – rod zelenih žab (*Pelophylax* sp.); **RSP** – rod rjavih žab (*Rana* sp.); **RD** – rosnica (*Rana dalmatina*); **RT** – sekulja (*Rana temporaria*);

RANA SKUPAJ: število vseh opaženih rjavih žab;

SKUPAJ: število vseh opaženih dvoživk.

* opravljenih je bilo 27 terenskih dni (med 1. 2. in 2. 5. 2020)

PODODSEK	AMPH	SS	TC	LV	IA	BB	BV	HA	PSP	RSP	RD	RT	RANA SKUPAJ	SKUPAJ
1			1	71		1		3		12	65	10	87	163
2				48		6		1	1	8	58	19	85	141
3				68		4		1		9	39	13	61	134
4	1			208		8				8	28	9	45	262
5				57		2		4		6	24	3	33	96
6				105	1	4				9	35	4	48	158
7				108		9		3	1	4	47	5	56	177
8				103		10		1		5	23	11	39	153
9				234	1	11			2	13	12	14	39	287
10				288	1	23		5	5	12	46	30	88	410
11				273	1	20		1	2	20	37	30	87	384
12				228		17		4	8	10	41	22	73	330
13			1	637		14			1	16	16	28	60	713
14		1		487		4		4	7	27	26	39	92	595
15	1		2	525		10	2	5	10	12	16	36	64	619
16			4	452	3	18	1	5	23	11	27	44	82	588
17			2	435		32	1	3	17	21	39	104	164	654
18			1	655		22	2	2	45	19	62	182	263	990
19			1	347		17		7	20	12	22	31	65	457
20				405	2	10	3	6	46	4	21	31	56	528
21				173		17	3	6	44	12	34	140	186	429
22				75		17	1	1	30	9	34	190	233	357
SKUPAJ	2	1	12	5.982	9	276	13	62	262	259	752	995	2.006	8.625

Tabela 8: Število opaženih dvoživk na odseku Podkraj po vrstah in pododsekih jeseni v letu 2020.

PODODSEK: zaporedna številka 100 m pododseka ceste, ki sovпада s prikazom na slikah v nadaljevanju (Slika 10, Slika 11);
 število opaženih dvoživk po posameznih vrstah: **TC** – veliki pupek (*Triturus carnifex*); **LV** – navadni pupek (*Lissotriton vulgaris*); **BB** – navadna krastača (*Bufo bufo*); **BV** – hribski urh (*Bombina variegata*); **HA** – zelena rega (*Hyla arborea*); **PSP** – rod zelenih žab (*Pelophylax* sp.); **RSP** – rod rjavih žab (*Rana* sp.); **RD** – rosnica (*Rana dalmatina*); **RT** – sekulja (*Rana temporaria*);
RANA SKUPAJ: število vseh opaženih rjavih žab;
SKUPAJ: število vseh opaženih dvoživk.
 * opravljenih je bilo 5 terenskih dni (med 22. in 28. 9. 2020)

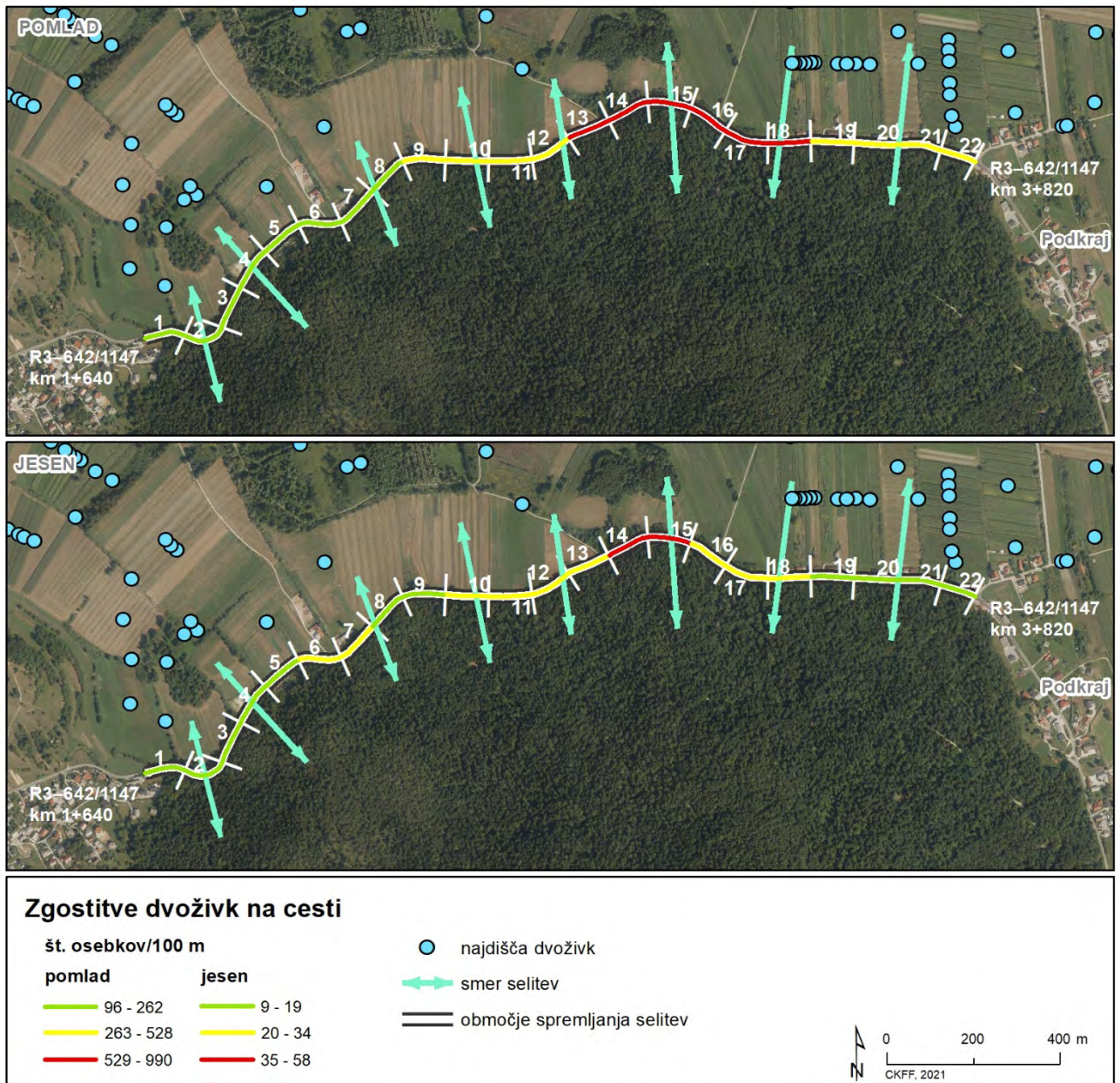
PODODSEK	TC	LV	BB	BV	HA	PSP	RSP	RD	RT	RANA SKUPAJ	SKUPAJ
1		1					8		1	9	10
2		8	1				2	2	2	6	15
3		9					4		1	5	14
4		3	3				7		2	9	15
5		7					1		1	2	9
6		10			1		7	3	5	15	26
7		8	2				10	2	2	14	24
8		3			1		5	1	2	8	12
9		5		1	1		7	2	1	10	17
10	1	2	7		1		5		8	13	24
11		8	12	1			3	1	5	9	30
12	1	14	3	1			1	1	2	4	23
13		24	1		2	1	2	2	2	6	34
14	1	43		3	1		5	2	3	10	58
15		30	6	1			9	1	4	14	51
16		11	4		2		9		6	15	32
17		10	3	1	3		8		9	17	34
18		8	5		2		6	2	10	18	33
19		12	2				3	2		5	19
20	1	6			2			2		2	11
21		1	4	1			2		3	5	11
22		1	6		2		1		1	2	11
SKUPAJ	4	224	59	9	18	1	105	23	70	198	513

V nadaljevanju (Slika 10) so prikazane zgostitve dvoživk po posameznih pododsekih ceste za vse vrste, skupaj z lokacijami najdišč dvoživk zabeleženih v raziskavi. V okolici ceste so travniki in njivske površine, ki jih prepreda gosta mreža barjanskih jarkov, glavnega tipa mrestišč rjavih žab. V tem delu Ljubljanskega barja so v pasu ob cesti ohranjene tudi večje površine grmišč in ostankov barjanskih gozdov. Ocenjujemo, da je glavnina rjavih žab, ki se je selila čez cesto, mrestila v 1.000 metrskem pasu ob cesti. To nam potrjuje tudi ocena velikosti populacije odraslih rjavih žab na podlagi prešteti mrestov v neposredni okolici pregledovanega odseka, ki je med 4.098 in 6.527 osebkov (3.418 do 5.575 odraslih rosnic in 680 do 952 odraslih sekulj). Največje zgostitve dvoživk so na območju Ključev (med Virjem in Podkrajem).

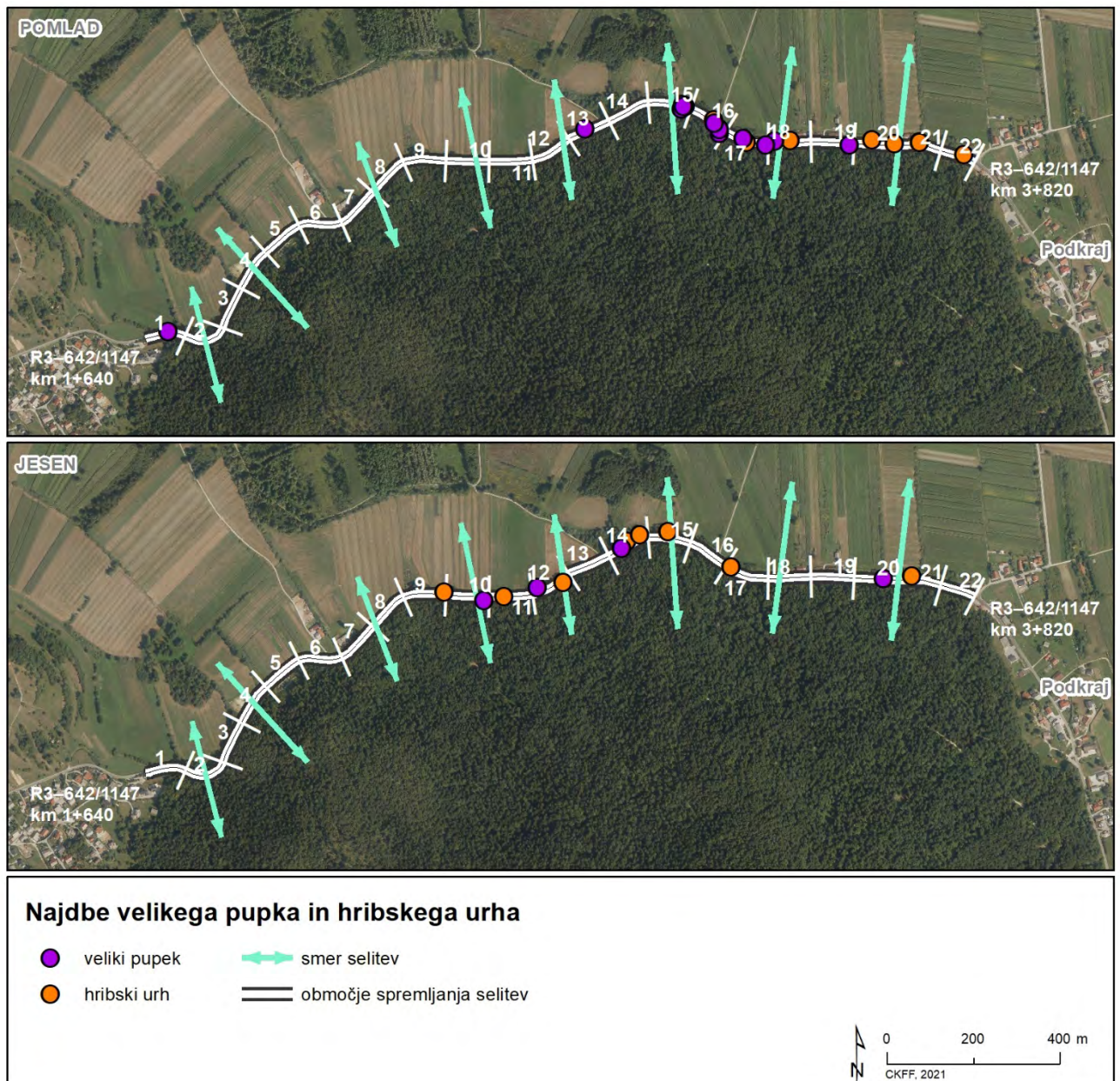
Najdbe velikega pupka in hribskega urha (ciljni vrsti projekta LIFE AMPHICON) prikazujemo ločeno (Slika 11). Izkazalo se je, da se ciljni vrsti pojavljata na območju največjih zgostitev dvoživk (Slika 10). Zelena rega in rosnica (vrsti uvrščeni na Prilogo IV *Direktive o habitatih*) pa se bolj ali manj enakomerno pojavljata po celotni dolžini obravnavanega odseka (Tabela 7, Tabela 8).

Za populacije dvoživk je značilno, da se lahko prostorsko zelo različno razporejajo v na pogled enaki krajini, kar je odvisno od razpoložljivosti primernih kopenskih in vodnih habitatov za posamezno vrsto. Natančnejša

opredelitev razporejanja dvoživk na širšem območju cestnega odseka Jezero–Podkraj ni bila namen te naloge, zato smo lahko podali le grobe ocene.



Slika 10: Zgostitve dvoživk na odseku Podkraj po posameznih pododsekih ter najdišča in smeri selitve dvoživk v obdobju spomladanskega (27 terenskih dni med 1. 2. in 2. 5. 2020) in jesenskega (5 terenskih dni med 22. in 28. 9. 2020) pregleda v letu 2020.



Slika 11: Najdbe velikega pupka (*Triturus carnifex*) in hribskega urha (*Bombina variegata*) na odseku Podkraj v obdobju spomladanskega (27 terenskih dni med 1. 2. in 2. 5. 2020) in jesenskega (5 terenskih dni med 22. in 28. 9. 2020) pregleda v letu 2020.

3.5.2 Vpliv prometa na smrtnost dvoživk

Po podatkih DRSI iz leta 2019 (DRSI 2021) je povprečni letni dnevni promet (PLDP) na odseku R3-642/1147 Podpeč-lg (števno mesto Jezero) 1.300 vozil, od tega 1.128 osebnih vozil in 142 tovornih vozil in avtobusov (30 motorjev pri tem nismo upoštevali, saj ocenjujemo, da so se živalim lahko izognili).

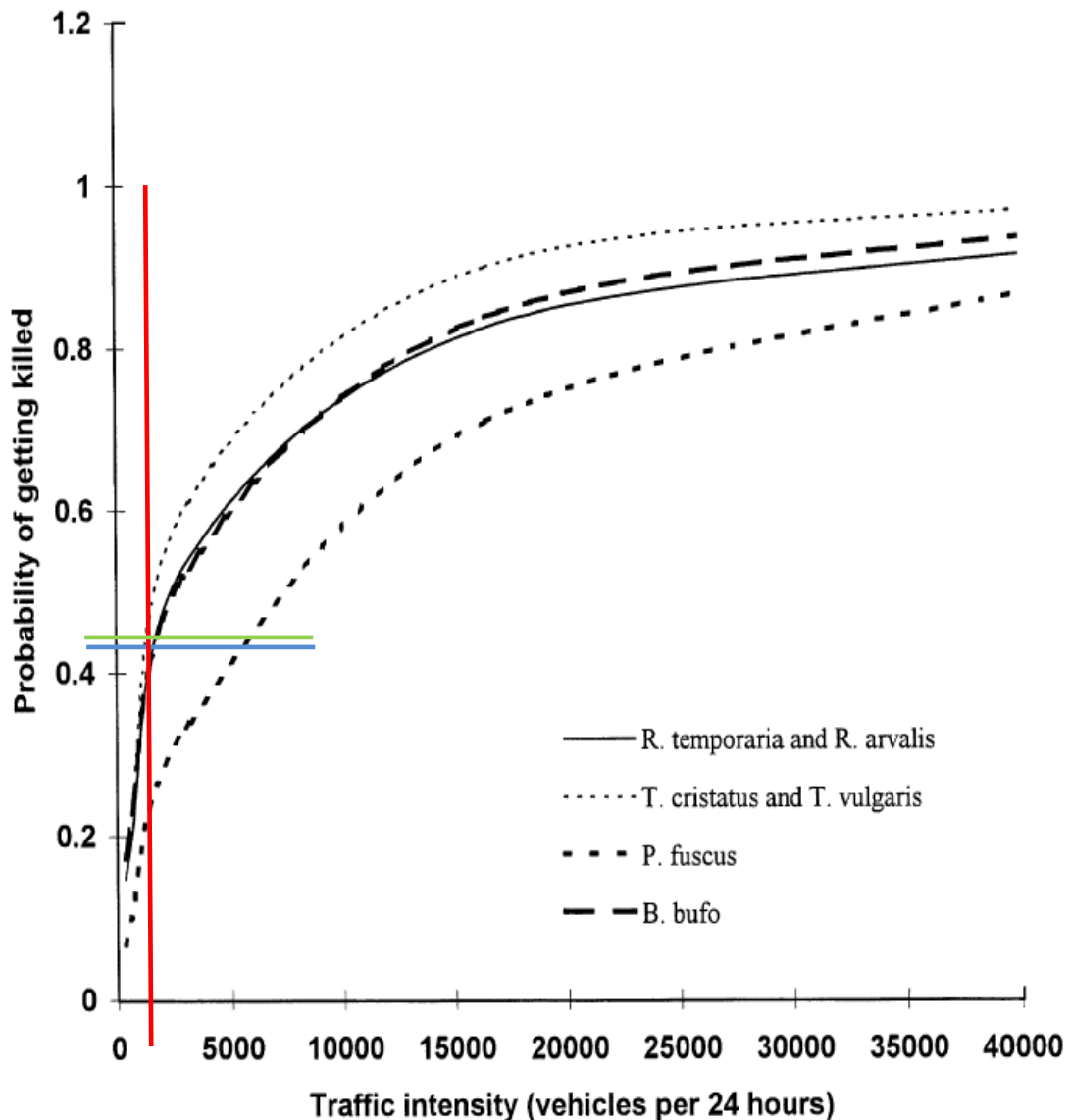
Glede na naša opažanja v letu 2020 je bil večerni promet zaradi ukrepov ob koronavirusu zelo zmanjšan na vseh cestah in ne le na pregledovanem odseku, zato predpostavljamo, da je bilo povozov dvoživk v letu 2020 manj, kot bi jih bilo sicer. Pregledovani cestni odsek se poteka v in izven naselja, zato ocenjujemo, da je povprečna hitrost vozil znotraj naselja najmanj 50 km/uro, izven naselja pa tudi 90 km/uro.

Poboljšaj in sod. (2019) so vplive cest in prometa opisali takole: *»Vplive cest na populacije dvoživk lahko opredelimo kot neposredne in posredne. Neposreden vpliv je smrtnost dvoživk na cestah (zmanjšanje populacije), medtem ko so posredni vplivi tisti, ki spreminjajo obseg in lastnosti habitatov dvoživk (izguba, drobitev in različne spremembe; npr. spremembe v temperaturi, vlagi in svetlobi, hrup in onesnaževanje ter spremembe v kvaliteti habitata) (Jochimsen in sod. 2013). Te spremembe, ki jih cesta ustvarja kot ekološka ovira, lahko vodijo v spremembe v obnašanju, preživetju, rasti in razmnoževalnem uspehu posameznih osebkov in posledično vplivajo na dolgoročno preživetje populacije. Tako lahko na primer povečan hrup in osvetljevanje zaradi prometa živali dezorientira (Jochimsen in sod. 2013), Tennessen in sod. (2014) pa so ugotovili, da se zaradi hrupa dvoživkam poveča raven stresnih hormonov, zaradi česar se manj samic seli v smeri proti pojočim samcem, kar prizadene proces razmnoževanja.*

Velikost vpliva ceste na ravni populacije je odvisen od tega, kolikšen delež populacije »mora« prečkati cesto, da pride do mrestišča in kolikšen delež populacije je pri prečkanju ceste povežen. Pomembno vprašanje je tudi, ali se lahko izguba zaradi smrtnosti na cestah nadomesti z večjim razmnoževalnim uspehom. Dolgožive vrste (npr. pupki), ki imajo majhno število potomcev, so v tem primeru najbolj ranljive.«

Velik negativni vpliv cest je neposredna smrt osebkov zaradi prometa. Verjetnost preživetja osebkov na cesti je odvisna od gostote in hitrosti prometa ter časa, ki ga potrebuje za prečkanje ceste. Po raziskavah (Hels & Buchwald 2001) je ocenjeno, da je pri dnevnem prometu 4.000 vozil pri hitrosti 80 km/uro smrtnost rjavih žab in navadnih krastač ca. 57 % (Poboljšaj in sod. 2019).

V raziskavi sta Hels & Buchwald (2001) opredelila tudi skupno verjetnost, da bo osebek povežen pri enkratnem prečkanju ceste ob ekstrapolaciji na različne gostote prometa. Iz grafa (Slika 12) smo ocenili, da je pri povprečni gostoti prometa ca. 1.300 vozil/24 ur verjetnost, da bodo rjave žabe in navadne krastače povežene pri prečkanju ceste 0,43, za pupke pa je verjetnost 0,44. Na našem odseku smo zabeležili tudi zeleno rego, za katero smo na podlagi podobnega časovnega pojavljanja in hitrosti gibanja, kot jo imajo pupki, ocenili, da imajo podobno verjetnost poveza. Verjetnost poveza ni v linearni odvisnosti od števila vozil na dan.



Slika 12: Verjetnost, da bo osebek posamezne vrste dvoživk pri prečkanju ceste povežen glede na gostoto prometa (št. vozil v 24 urah) (povzeto po Hels & Buchwald 2001).

R. temporaria – sekulja, *R. arvalis* – plavček, *T. cristatus* – veliki severni pupek, *T. vulgaris* – navadni pupek, *P. fuscus* – navadna česnovka, *B. bufo* – navadna krastača;
rdeča črta: povprečni letni dnevni promet (PLDP) vozil na cesti Podpeč-Ig (1.300 vozil na dan);
modra črta: verjetnost, da bo povežena rjava žaba ali navadna krastača (0,43);
zeleni črta: verjetnost, da bo povežen veliki severni ali navadni pupek (0,44);

Do podobnih zaključkov je prišel tudi Kuhn (1987; povzeto po Vos & Chardon 1994 v Pobiljšaj in sod. 2019), ki je ocenil, da je v razredu od 21–40 vozil/uro smrtnost navadnih krastač 60 %.

Po statističnih izračunih naj bi prišlo do izumrtja populacije navadne krastače in sekulje v primeru, da je vsako leto poveženih več kot 40 % spolno zrelih osebkov (Vos & Chardon 1994 v Pobiljšaj in sod. 2019). Ta izračun ne upošteva naravnih nihanj populacije in smrtnosti mladih osebkov, zato je izumrtje lahko hitrejše. V nalogi selitev mladih preobraženih osebkov v poletnem času, ko se prvič odpravijo iz mrestišč, nismo podrobneje spremljali. Ker so to majhne živali (velikost okrog 1–2 cm), se v primerjavi z odraslimi dlje časa zadržujejo na cestišču in zanje cestni robniki predstavljajo večjo oviro, ko zapuščajo cesto. Zato ocenjujemo, da je smrtnost mladih osebkov na cesti verjetno še večja. Petruvan & Schmidt (2019) sta na podlagi obsežne revizije člankov o matematičnih modelih populacij dvoživk, ki upoštevajo tudi vlogo mladih osebkov v

populaciji, ugotovila da so za dolgoročno preživetje populacij dvoživk enako pomembni odrasli in mladi osebki.

Na podlagi vseh zgoraj opisanih predpostavk po previdnostnem principu ocenjujemo, da je zaradi velike gostote prometa smrtnost odraslih dvoživk pri prehajanju čez odsek Podkraj verjetno velika oz. okoli 43 %. Vse naštetu so seveda zelo grobe ocene, ki kažejo na to, da je vpliv prometa pomemben za dolgoročno preživetje populacij dvoživk, ki se selijo čez pregledovani odsek ceste.

3.5.3 Ocena števila dvoživk, ki se seli čez cesto

Na podlagi zabeleženih povoženih osebkov dvoživk in izhodišč opisanih v poglavju 2.2 *Spremljanje selitev dvoživk*, smo na podlagi *indeksa zaznavnosti* (F) (Poboljšaj in sod. 2019) ocenili, da je bilo na pregledovanem odseku čez cesto v 27-ih dnevih spomladi 2020 44.025 povoženih osebkov (Tabela 9). Ob upoštevanju verjetnosti, da je osebek posamezne vrste dvoživk pri prečkanju ceste povožen (3.5.2 *Vpliv prometa na smrtnost dvoživk*) in oceni števila povoženih osebkov, smo ocenili, da se je prek pregledovanega odseka ceste selilo kar 100.190 osebkov dvoživk (Tabela 9). Po številu izstopa ocena števila navadnih pupkov, ki predstavlja kar 92 % ocene vseh živali (93.000 osebkov). Za hribskega urha in navadnega močerada nismo izračunali ocene števila osebkov, ki se je selila čez cesto, saj smo spomladi na cesti našli le žive osebkke (Tabela 5).

Tabela 9: Ocena števila dvoživk, ki se seli čez cesto na odseku Podkraj v obdobju spomladanskega pregleda (27 dni) v letu 2020.

Indeks zaznavnosti (F) in ocena števila dvoživk, ki se seli čez cesto, po Poboljšaj in sod. (2019).

*opaženi so bili le živi osebki, izračun ni možen;

Vrsta	Zabeleženo št. povoženih osebkov	Indeks zaznavnosti (F)	Ocena št. povoženih osebkov	Verjetnost, da je osebek povožen	Ocena št. dvoživk, ki se seli čez cesto
navadni močerad (<i>Salamandra salamandra</i>)*	0	15	/	0,44	/
veliki pupek (<i>Triturus carnifex</i>)	5,0	15	75,0	0,44	170,5
navadni pupek (<i>Lissotriton vulgaris</i>)	2.728,0	15	40.920,0	0,44	93.000,0
planinski pupek (<i>Ichthyosaura alpestris</i>)	1,0	15	15,0	0,44	34,1
navadna krastača (<i>Bufo bufo</i>)	82,0	1,88	154,2	0,43	358,5
zelena rega (<i>Hyla arborea</i>)	33,0	15	495,0	0,44	1.125,0
hribski urh (<i>Bombina variegata</i>)*	0	15	/	0,44	/
rod rjavih žab (<i>Rana</i> sp.)	99,0	3,15	311,9	0,43	725,2
rosnica (<i>Rana dalmatina</i>)	419,0	3,15	1.319,9	0,43	3.069,4
sekulja (<i>Rana temporaria</i>)	168,0	3,15	529,2	0,43	1.230,7
rod zelenih žab (<i>Pelophylax</i> sp.)	65,0	3,15	204,8	0,43	476,2
SKUPAJ	3.600,0		44.024,8		100.189,6

Na podlagi *indeksa zaznavnosti* (F) (Poboljšaj in sod. 2019) smo ocenili, da je bilo na pregledovanem odseku čez cesto v 5-ih dnevih jeseni 2020 2.544 povoženih osebkov (Tabela 10). Ob upoštevanju verjetnosti, da je osebek posamezne vrste dvoživk pri prečkanju ceste povožen (3.5.2 *Vpliv prometa na smrtnost dvoživk*) in oceni števila povoženih osebkov, smo ocenili, da se je prek pregledovanega odseka ceste selilo 5.803 osebkov dvoživk (Tabela 10). Po številu izstopa ocena števila navadnih pupkov, ki predstavlja 74 % ocene vseh živali (4.296 osebkov). V primerjavi z jesenskimi rezultati na cestnih odsekih Bistra in Pako–Goričica na Ljubljanskem barju (Poboljšaj s sod. 2021a, 2021b), je bilo v istem obdobju raziskav na tem odseku 31 % mladih osebkov, ki so se prvič odpravili na kopno iz mrestišč in niso bili registrirani v spomladanskih selitvah (Pako–Goričica 93 % in Bistra 84 %). Novejše študije (Petrovan & Schmidt 2019, Matos in sod. 2019a, b) so pokazale, da so za dolgoročno preživetje populacij ključnega pomena tudi selitve in preživetje mladih osebkov, ki se prvič odpravijo iz mrestišč v kopenske habitate. V raziskavi so to potrdile le najdbe velikega pupka, saj so 37,5 % vseh najdb v letu 2020 predstavljali mladi osebki (skupaj 6 od 16 osebkov).

Tabela 10: Ocena števila povoženih dvoživk na odseku Podkraj ob upoštevanju indeksa zaznavnosti (F) povoženega osebka (Poboljšaj in sod. 2019) v obdobju jesenskega pregleda v letu 2020 (5 dni), iz katere je bila izračunana ocena števila dvoživk, ki se seli čez cesto (povzeto in prirejeno po Hels & Buchwald 2001).

*opaženi so bili le živi osebki, izračun ni možen;

Vrsta	Zabeleženo št. povoženih osebkov	Indeks zaznavnosti (F)	Ocena št. povoženih osebkov	Verjetnost, da je osebek povožen	Ocena št. dvoživk, ki se seli čez cesto
veliki pupek (<i>Triturus carnifex</i>)	1	15	15,0	0,44	34,1
navadni pupek (<i>Lissotriton vulgaris</i>)	126	15	1.890,0	0,44	4.295,5
navadna krastača (<i>Bufo bufo</i>)	14	1,88	26,3	0,43	61,2
zelena rega (<i>Hyla arborea</i>)	10	15	150,0	0,44	340,9
hribski urh (<i>Bombina variegata</i>)	5	15	75,0	0,44	170,5
rod rjavih žab (<i>Rana sp.</i>)	78	3,15	245,7	0,43	571,4
rosnica (<i>Rana dalmatina</i>)	13	3,15	41,0	0,43	95,2
sekulja (<i>Rana temporaria</i>)	32	3,15	100,8	0,43	234,4
SKUPAJ	279		2.543,8		5.803,2

Ocene števila dvoživk, ki se selijo čez cesto (Tabela 9, Tabela 10) so po naših izkušnjah z Ljubljanskega barja v velikem delu ustrezne, z izjemo ocene števila osebkov navadnega pupka za katero predvidevamo, da je najverjetneje precenjena, kar pa ne vpliva na odločitev o izvedbi ukrepov za dvoživke. Pri interpretaciji ocen števila dvoživk je pomembno izpostaviti, da smo uporabili model tveganja za dvoživke opisan v študiji Hels & Buchwald (2001), ki temelji na nekaj vrstah ter omejenih opazovanjih na eni lokaciji, empirični testi napovedovanja tega modela pa so še vedno redki (Gibbs & Shriver 2005; v Helldin & Petrovan 2019). Pri skupini rjavih žab (rosnica in sekulja) se na primer spomladanske ocene števila osebkov, ki so se selile čez cesto (3.069 rosnic in 1.231 sekulj, Tabela 9) ujema z oceno velikosti populacije odraslih rjavih žab na podlagi prešteti mrestov v neposredni okolici pregledovanega odseka, ki je med 4.932 in 6.527 osebki (4.252 do 5.575 odraslih rosnic in 680 do 952 odraslih sekulj).

Primerjava rezultatov spomladanskih in jesenskih raziskav kaže, da se na območju cestnega odseka med letom seli veliko število živali desetih vrst dvoživk. Veliko število rjavih žab je bilo pričakovano, večje presenečenje pa je veliko število navadnih pupkov in zelenih reg. V manjšem številu sta se pojavljali ciljni vrsti projekta LIFE AMPHICON – veliki pupek (ocena 170 osebkov spomladi; Tabela 9) in hribski urh (ocena 170 osebkov jeseni; Tabela 10). Našli smo tudi en osebek navadnega močerada (Tabela 7).

Za relativno oceno števila dvoživk, ki so se selile preko cestnega odseka Podkraj, smo izračunali še gostoto dvoživk na kilometer ceste (Tabela 11), kjer je bila gostota zabeleženih prehodov 3.956 osebkov/km ter gostota ocenjenih prehodov 45.959 osebkov/km v spomladanskem času.

Tabela 11: Relativna gostota dvoživk na odseku Podkraj (št. osebkov/km) v letu 2020.

	dolžina odseka (m)	št. osebkov	št. osebkov/km
zabeleženo št. osebkov, ki so se selili čez cesto spomladi	2.180	8.625	3.956,4
ocena št. osebkov, ki so se selili čez cesto spomladi	2.180	100.190	45.958,7
zabeleženo št. osebkov, ki so se selili čez cesto jeseni	2.180	513	235,3
ocena št. osebkov, ki so se selili čez cesto jeseni	2.180	5.803	2.661,9

3.6 Izpolnjevanje meril za odločitev o izvedbi ukrepov za dvoživke na projektnem cestnem odseku Podkraj

Za odločitev o izvedbi ukrepov za dvoživke je pomembna natančna kvantitativna in kvalitativna opredelitev obstoječega stanja populacij dvoživk (Poboljšaj in sod. 2019). To je osnovni pogoj za sprejem odločitev o izvedbi ukrepov in v nadaljevanju tudi za njihovo učinkovitost.

Merila za odločitev o izvedbi ukrepov na obstoječih cestah (Poboljšaj in sod. 2019) so naslednja:

»Priporočamo, da naj se trajni ukrepi za dvoživke na cestah praviloma izvedejo takrat, ko je na cestnem odseku dolžine ca. 1.000 m z ustrezno raziskavo dvoživk izpolnjeno vsaj eno izmed naslednjih meril:

- zabeleženi so osebki vsaj ene vrste dvoživk uvrščene na Prilogo IV Direktive o habitatih (Tabela 4) (najmanj 10 osebkov posameznih vrst ali rosnica in laška žaba s po več kot 50 osebkov),
- ali je zabeleženih vsaj pet vrst dvoživk (od tega se vsaj ena vrsta pojavlja z več kot 500 osebkov ali sekulja z več kot 200 osebkov),
- ali je skupno zabeleženih več kot 1.000 osebkov.«

Pri upoštevanju zgornjih meril moramo biti pozorni na dejstvo, da je obravnavani odsek Podkraj dolg 2.180 m, kar pomeni, da dvojne zgornje vrednosti ustrezajo kriterijem, ki so opredeljeni za dolžino odseka ceste ca. 1.000 m.

Glede na rezultate študije in ocene števila dvoživk na odseku Podkraj (Tabela 7, Tabela 8, Tabela 9, Tabela 10, Tabela 11), je stanje glede izpolnjevanja zgornjih meril predstavljeno v nadaljevanju (Tabela 12).

Tabela 12: Izpolnjevanje meril za odločitev o izvedbi ukrepov za dvoživke na odseku Podkraj.

Merilo	Mejne vrednosti za cestni odsek v dolžini 2.000 m	Vrednosti na odseku Podkraj	Izpolnjevanje meril
(a) zabeleženi so osebki vsaj ene vrste dvoživk uvrščene na Prilogo IV Direktive o habitatih (Tabela 4)	najmanj 20 osebkov posameznih vrst ali rosnica in laška žaba s po več kot 100 osebki	zabeležene 4 vrste s Priloge IV Direktive o habitatih, od tega veliki pupek (pomlad: 12 osebkov, ocena 170 osebkov; jesen: 4 osebki, ocena 34 osebkov), hribski urh (pomlad: 13 osebkov, brez ocene (ni bilo povoženih); jesen: 9 osebkov, ocena 170 osebkov), zelena rega (pomlad: 62 osebkov, ocena 1.125 osebkov; jesen: 18 osebkov, ocena 340 osebkov) in rosnica (pomlad: 752 osebkov, ocena 3.069 osebkov; jesen: 23 osebki, ocena 95 osebkov);	DA
(b) zabeleženih je vsaj 5 vrst dvoživk	vsaj ena vrsta se pojavlja z več kot 1.000 osebki ali sekulja z več kot 400 osebki	zabeleženih je vsaj 10 vrst dvoživk (navadni močerad, veliki pupek, navadni pupek, planinski pupek, navadna krastača, hribski urh, zelena rega, rosnica, sekulja in rod zelenih žab), z več kot 1.000 osebki se pojavljajo rosnica (pomlad: 752 osebkov, ocena 3.069 osebkov; jesen: 23 osebki, ocena 95 osebkov), sekulja (pomlad: 995 osebkov, ocena 1.231 osebkov; jesen: 70 osebkov, ocena 234 osebkov) in navadni pupek (pomlad: 5.982 osebkov, ocena 93.000 osebkov; jesen: 224 osebkov, ocena 4.296 osebkov (<i>precenjeno število, op.a.</i>));	DA
(c) skupno je zabeleženih več kot 1.000 osebkov	več kot 2.000 osebkov	zabeleženo število osebkov je za čas izvajanja raziskav 8.625 (pomlad; ocena 100.190) in 513 (jesen; ocena 5.803).	DA

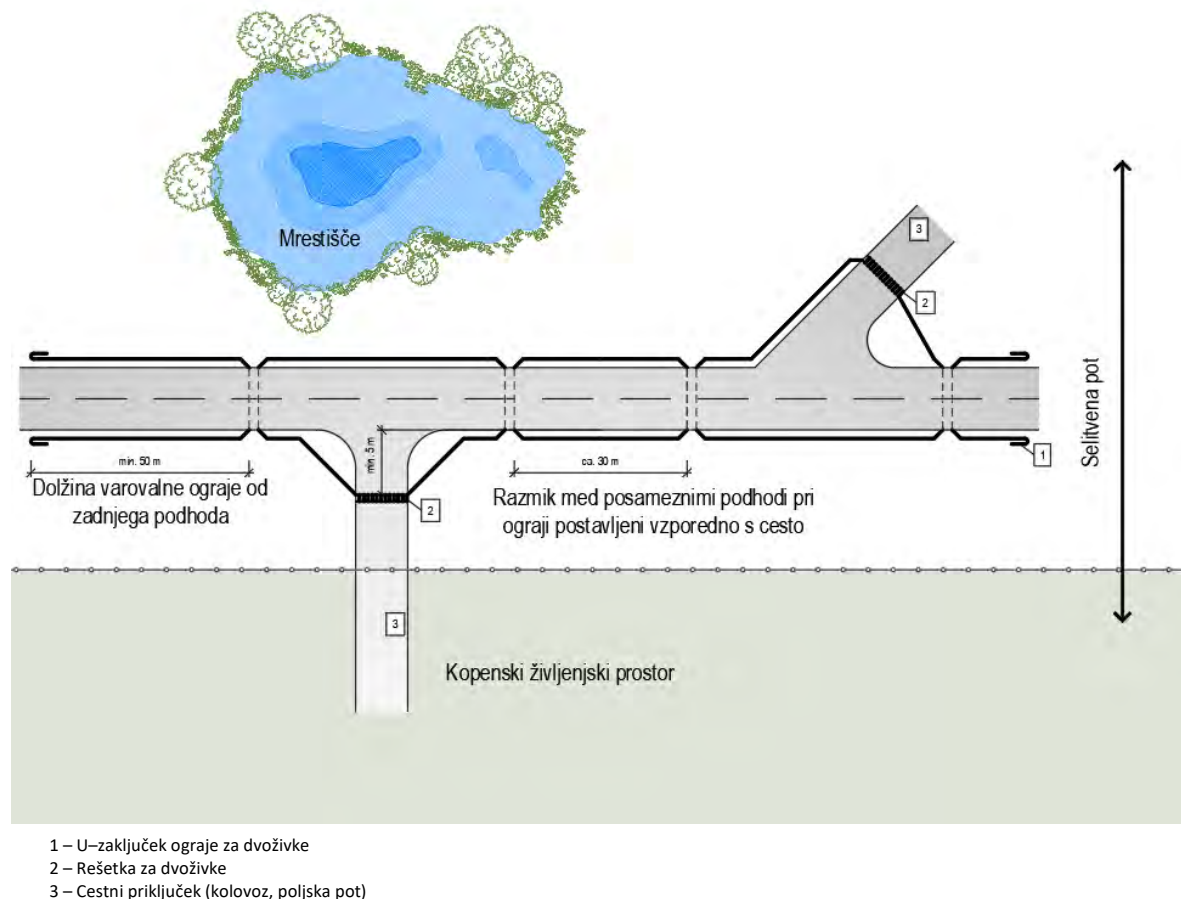
Vsa tri merila so izpolnjena že na osnovi zabeleženih osebkov posameznih vrst dvoživk, ocene števila dvoživk pa so rezultate opazovanj dodatno podkrepile. V nadaljevanju smo zato pripravili predlog ukrepov za dvoživke na odseku Podkraj.

4. PREDLOG UKREPOV ZA ZAŠČITO DVOŽIVK

Predlogi za ukrepe za dvoživke na odseku Podkraj se pripravijo ob upoštevanju tehničnih rešitev za pravilno izvedbo ukrepov za dvoživke (Poboljšaj in sod. 2019).

Trajni ukrepi na cesti preprečujejo dostop živalim na cestišče (varovalne ograje) in jim omogočajo varno selitev pod cesto (podhodi in usmerjevalne ograje). Varstveni ukrepi za dvoživke ne pomenijo rešitve problema v celoti in dokončno, ampak samo omilitev negativnega vpliva ceste in prometa na njej do te mere, da je populacijam omogočeno dolgoročno preživetje (Küster 2000).

Princip postavitve in delovanja ukrepov predstavlja Slika 13. Zelo pomembna je pravilna postavitve ograj (dolžina, zaključek ograje na vhodu v podhod in na obeh koncih) ter podhodov (primerno število podhodov glede na širino selitvenega koridorja, njihov naklon v cestišču glede na smer selitev dvoživk, ...).



Slika 13: Princip postavitve trajnih ukrepov za dvoživke.

(prirejeno po Küster 2000, v Poboljšaj in sod. 2019)

Projektant naj pri projektiranju ceste in ukrepov za dvoživke upošteva tudi naslednja izhodišča s stališča prometne varnosti in varnosti udeležencev v prometu (Poboljšaj in sod. 2019):

- postavitve jeklene varnostne ograje (JVO) in primerno oblikovanje brežine proti ustju podhoda za dvoživke s stališča izleta vozil ali naletne ovire,

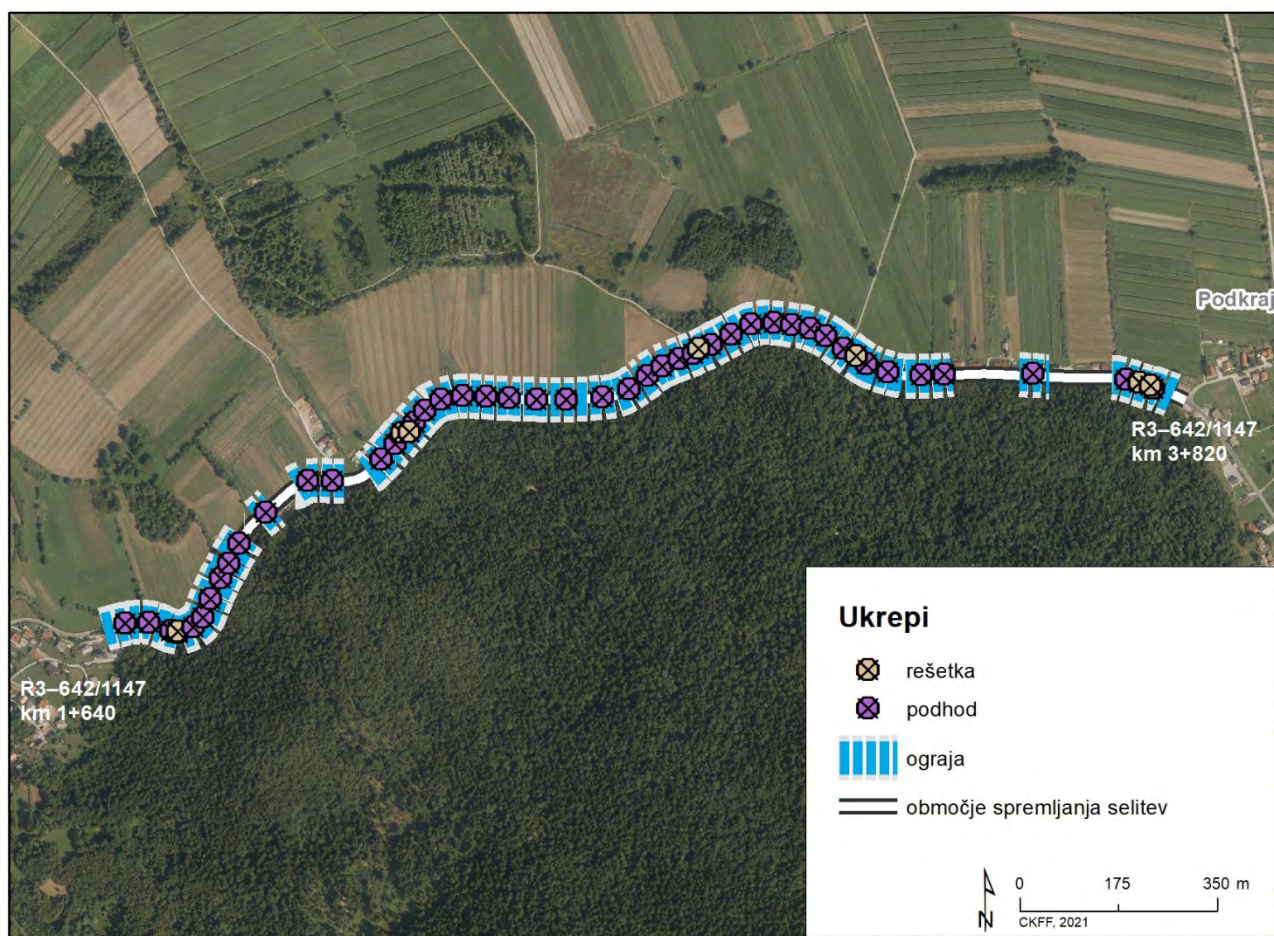
- glede na geomehansko sestavo temeljnih tal in prečni prerez naj projektant ceste določi tudi horizontalno razdaljo od bankine, na kateri se lahko namesti ograja za dvoživke. Pri tem naj se upoštevajo tudi robni pogoji, kot so izvajanje košnje (kontaktirati lokalnega koncesionarja o razpoložljivi opremi za košnjo) in izvajanje zimske službe.

Predlagamo, da se na odseku Podkraj uredi 43 podhodov in postavi obojestransko varovalno ograjo za dvoživke v skupni dolžini ca. 1.800 m (Tabela 13). Predlagana je tudi vgradnja rešetk za dvoživke (vsaka v dolžini ca. 3 m) na 8 priključkih oz. dovozih.

Natančne usmeritve za izvedbo ukrepov za dvoživke so podane v poglavjih v nadaljevanju. Izvedba ukrepov se bo natančneje opredelila pri izdelavi PZI projekta za ta cestni odsek (LIFE AMPHICON projektna aktivnost A.2), ko se bodo preverile tudi vse morebitne omejitve v prostoru in tehnične rešitve uskladile z projektnimi pogoji pristojnih soglasodajalcev.

Tabela 13: Predlog ukrepov za dvoživke na odseku Podkraj.

Ukrep	Količina	Opombe
Podhodi za dvoživke	43 kom	max. 30 m razmik med podhodi;
Obojestranske ograje za dvoživke	skupaj na ca. 1.800 m ceste – 7 pododsekov (355 m, 35 m, 90 m, 70 m, 1.080 m, 55 m in 115 m)	postavitev na 7 pododsekih, na katerih obojestransko varovalne ograje povezujejo podhode in prepuste na skupni dolžini 1.800 m (ca. 3.600 m ograje);
Rešetke	ca. 8 kom	vsaka rešetka je dolžine ca. 3 m.



Slika 14: Predlog ukrepov za dvoživke na odseku Podkraj.

4.1 Predlog ureditve podhodov za dvoživke

Predlagamo ureditev 43 podhodov (Tabela 13). Lokacije vseh predlaganih podhodov so na mestih, ki so najbolj primerni glede na razmere na oz. ob cestišču. Na cestnem odseku Podkraj se selijo vse tri vrste pupkov, hribski urh in zelena rega, za katere se priporoča maksimalen razmik 30 m med posameznimi podhodi, kar smo tudi upoštevali v predlogu ukrepov. Veliki pupek in hribski urh sta ciljni vrsti projekta LIFE AMPHICON.

Tehnične zahteve za izvedbo podhodov

Podrobne rešitve se pripravijo ob upoštevanju tehničnih specifikacij (Poboljšaj in sod. 2019):

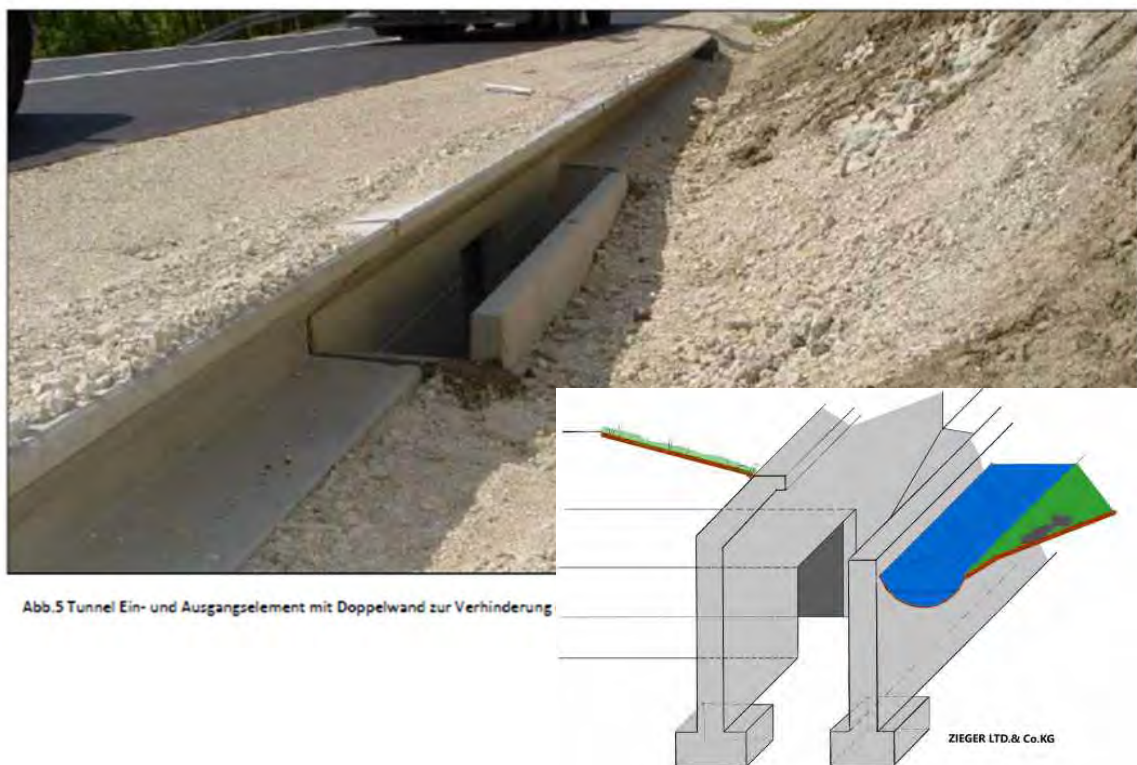
- za širino ceste do 20 m je primeren podhod v obliki škatlastega elementa 1,00 m širine × 0,60 m višine;
- ne glede na obliko podhoda (škatlasta, okrogla) naj bo dno prekrito z zemljino (s prebranim vrhnjim slojem okoliške zemljine); na ta način se bo zagotovilo ugodne vlažne razmere v tleh podhoda, kar dvoživkam omogoča lažje gibanje tudi v bolj sušnih zunanjih razmerah; še posebej je vlažnost tal pomembna za selitve mladih osebkov, ki so lahko tudi zelo majhni (velikost pod 1 cm) (Slika 15);
- za uspešno prehajanje podhodov dvoživke potrebujejo tudi ugodno mikroklimo (temperaturo in vlažnost) v podhodu, kar tudi zagotavlja zemljina na dnu podhoda.

Na cestnem odseku so na južni strani mestoma strme brežine, s katerih se lahko stalno posipa material v vhode podhodov. Za take primere je lahko ustrezna rešitev postavitve dodatne betonske stene pred vhod podhoda in izvedba odvodnjavanja po zunanji strani stene (Slika 16).

Vsi detajli se bodo reševali pri izdelavi PZI za vsako lokacijo podhoda posebej, ko bodo znani vsi robni pogoji zaradi obstoječe infrastrukture in brežin.



Slika 15: Primer tipskega elementa za škatlasti podhod z dnom prekritim z okoliško zemljino (Vir: katalog Zieger).



Slika 16: Zavarovanje vhoda v podhod za dvoživke z betonsko steno in predlog rešitve za odvodnjavanje (Vir skice in fotografije: Zieger).

4.2. Predlog postavitve varovalnih in usmerjevalnih ograj za dvoživke

Predlagamo, da se postavijo trajne varovalne ograje obojestransko na 7 odsekih ceste v skupni dolžini ca. 1.800 m – tj. 3.600 m elementov ograj.

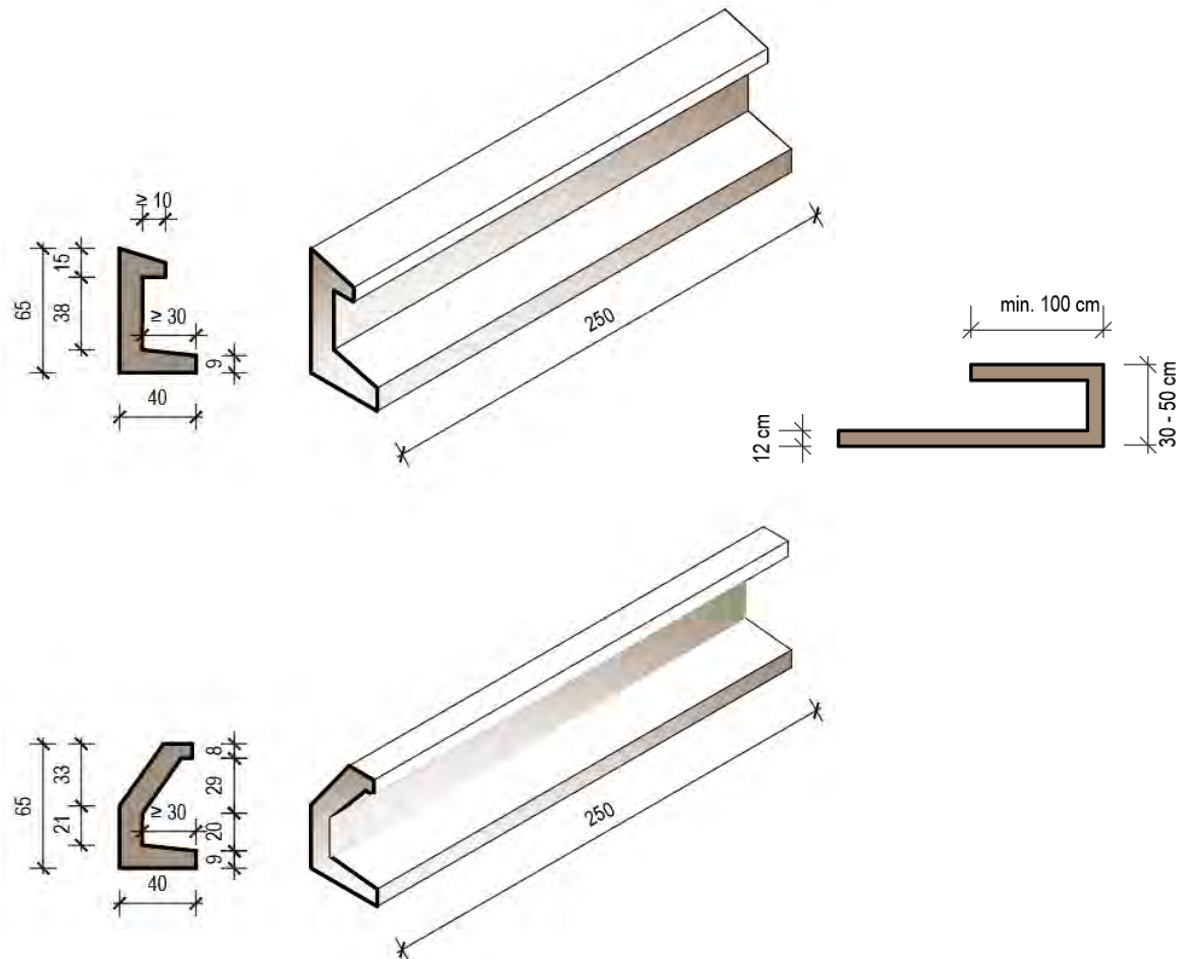
Ograja naj se ob upoštevanju tehničnih specifikacij (Poboljšaj in sod. 2019) obojestransko postavi na predlaganih cestnih odsekih. Vsak konec ograje mora biti zaključen s t. i. »U–elementom«, katerega minimalna dolžina znaša ca. 1 m v izravnem delu.

Posebno opozorilo: način postavitve ograj je odvisen tudi od poteka javne infrastrukture v brežinah ceste ter lastništva zemljišč (z vidika zagotavljanja prostora za izvedbo ukrepov). Zato bo odločitev o natančnem poteku in postavitvi trajnih varovalnih ograj možna šele po preveritvi vseh podatkov in s terenskim ogledom s projektantom med pripravo projektne dokumentacije (akcija A.2).

Tehnične zahteve za postavitev ograj za dvoživke

Namen postavitve trajnih varovalnih ograj za dvoživke je preprečevanje dostopa živalim na cestišče in njihovo usmerjanje v podhode. Ograjo sestavljajo *temelj*, *telo* in *previsni zaključek*. Izdelana je iz betona, polimernega betona ali kovine. Trdnostni razred betona za prefabricirane elemente je C35/45. Montažni betonski elementi morajo ustrezati zahtevam standardov SIST 1026:2016, SIST EN 13369:2018, SIST EN 13670:2010/A101:2010/AC:2017. Kovinski element mora biti vroče cinkan. Jekleni elementi morajo ustrezati zahtevam standarda SIST EN ISO 1461. Navedene so minimalne tehnične zahteve za izvedbo s stališča dvoživk, ki so lahko strožje, če tako zahteva upravljavec ceste.

Podrobne rešitve se pripravijo ob upoštevanju tehničnih smernic (Poboljšaj in sod. 2019), primer betonskih montažnih elementov in dimenzije za ograje so prikazane na spodnji sliki (Slika 17), možne pa so tudi kovinske ograje (Poboljšaj in sod. 2019).



Slika 17: Variante betonskih montažnih elementov in U-zaključka ograje za dvoživke (Poboljšaj in sod. 2019).

Funkcija stalnih ograj za dvoživke je preprečevanje dostopa živalim na cestišče in njihovo usmerjanje v podhode. Lahko so različnih materialov in oblik, ustrezati pa morajo naslednjim zahtevam (Poboljšaj in sod. 2018):

- material mora biti trajen, odporen na vremenske razmere (nizke in visoke temperature), primeren za strojno čiščenje in košnjo cestnih brežin ter pohodnih površin ob ograji, odporen na sol za soljenje cest; priporoča se beton ali kovina;
- celotna višina ograje minimalno 40 cm vgraditvi pokončnega tipa ograje oz. pri izvedbi v »C« obliki je višina lahko manjša (Slika 17);
- rob ograje naj bo zaključen s t. i. »zobom« širine minimalno 2 cm (ki preprečuje dvoživkam, da bi preplezale ograjo);
- pohodna površina ob ograji širine minimalno 30 cm (del elementa ograje);
- ograja mora biti postavljena tako, da bo usmerja živali v podhod – na vhod podhoda se morajo lijakasto priključiti (lijakasti potek na Slika 18);
- ograja za dvoživke se mora zaključiti s t. i. »U-elementom« (Slika 19) v minimalni dolžini 1 m, ki ima funkcijo, da živali med selitvijo obrne v nasprotno smer, ter s tem prepreči njihovo prečkanje ceste na koncu ograje;
- prikaz pravilno postavljene ograje je v nadaljevanju (Slika 18).



Unikatna oblika v obliki črke »C« s prekritjem previsnega zaključka z zemljino zagotavlja osenčenje dvoživkam ter preprečuje izsušitev občutljive kože in s tem njihov pogin.

Pravilna izbira materiala onemogoča pregrevanje elementa (kot npr. pločevina), oblika elementa pa preprečuje nanos materiala preko ograje.

S svojo obliko element **LUNGAUER®** ne predstavlja dodatne nevarnosti in poškodb vozila v primeru zdrsa z vozišča.



Z dobavo »just in time« vam prihranimo stroške manipulacije, skladiščenja in dodatnih prevozov. Razklad in montaža sta možna s pomočjo hidravličnega kamionskega dvigala (hiab).

Montaža elementov poteka brez predhodnega betoniranja na izravnano in primerno utrjeno podlago.

Element se pri vgradnji prilagaja smeri brežine v vertikalni in horizontalni smeri.

Tesnilni material za zapolnitev stikov med elementi je zajet v ceno.



Slika 18: Ograje za dvoživke (povzeto po katalogu Zieger) – pravilen način pripenjanja ograje na vhod podhoda.



Slika 19: Zaključni U-element ograde (povzeto po katalogu Zieger).

4.3 Rešetke za dvoživke, ki preprečujejo dostop živalim na cestišče po priključni cesti

V primeru, ko se na cesto priključuje stranska cesta ali dostop do kmetijskih zemljišč, je treba prekiniti varovalno ograjo vzdolž glavne ceste. Na ta način nastane luknja v ograji, kjer bi živali lahko prišle na cestišče. To preprečimo z vgradnjo rešetk za dvoživke (Slika 20). Ocenjujemo, da bo na tem odseku treba rešetke postaviti na kar nekaj lokacijah, natančno število in postavitev pa se bo opredelilo v projektu PZI.

Rešetke (kovinski del) morajo biti široke minimalno 40 cm in nameščene na višini minimalno 40 cm (enako kot višina ograje). Med posameznimi kovinskimi rešetskami mora biti minimalna razdalja 6 cm (Poboljšaj in sod. 2019).



Slika 20: Rešetka za dvoživke (povzeto po katalogu Zieger).

4.4 Ustrezne ureditve jaškov

V primeru, da se v projektu rekonstrukcije ceste načrtuje ureditev večjega števila jaškov za odvajanje vode s pripadajočimi peskolovi, ti lahko predstavljajo past za dvoživke. Ker živali lahko padejo v takšne pasti in ne morejo same splezati ven, je treba to preprečiti oz. jim omogočiti, da se lahko same rešijo.

Poznanih je več ustreznih rešitev (McInroy & Rose 2015) – ena izmed njih je predstavljena v nadaljevanju. V jašek se namesti enostavna konstrukcija – kovinska plošča kot ogrodje, na katero se ovije t. i. **Enkamat mreža** (<http://www.geonova.si/enkamat/>): to je tip trajnih proti-erozijskih tridimenzionalnih mrež, ki imajo edinstveno 3D zgradbo iz med seboj prepletenih poliamidnih vlaken, ki so združena oz. spojena na mestih, kjer se medsebojno dotikajo. Prikaz uporabe take »lestve« za dvoživke za izhod iz jaška je prikazan na sliki v nadaljevanju (Slika 21).



Slika 21: Prikaz uporabe Enkamat mreže za reševanje dvoživk iz različnih tipov jaškov (Reuters, 2018).

5. OPREDELITEV PREDNOSTNIH ODSEKOV ZA IZVEDBO TRAJNIH UKREPOV ZA DVOŽIVKE

Rezultati spremljanja dvoživk v letu 2020 so pokazali, da je na odseku Podkraj, kjer prihaja do množičnih selitev dvoživk in ustreza nacionalnim kriterijem za vzpostavitev trajnih ukrepov, treba povečati število podhodov, ki so bili načrtovani v prijavnici projekta LIFE AMPHICON. Glavni razlog je, da se na obravnavanem odseku na celotni dolžini pojavljajo predvsem vrste dvoživk (tri vrste pupkov), za katere je ustrezna medsebojna razdalja podhodov ca. 30 m. Na obravnavanem cestnem odseku smo zato opredelili tisti del cestnega odseka, na katerem predlagamo, da se prednostno izvedejo trajni ukrepi za dvoživke v projektu LIFE AMPHICON.

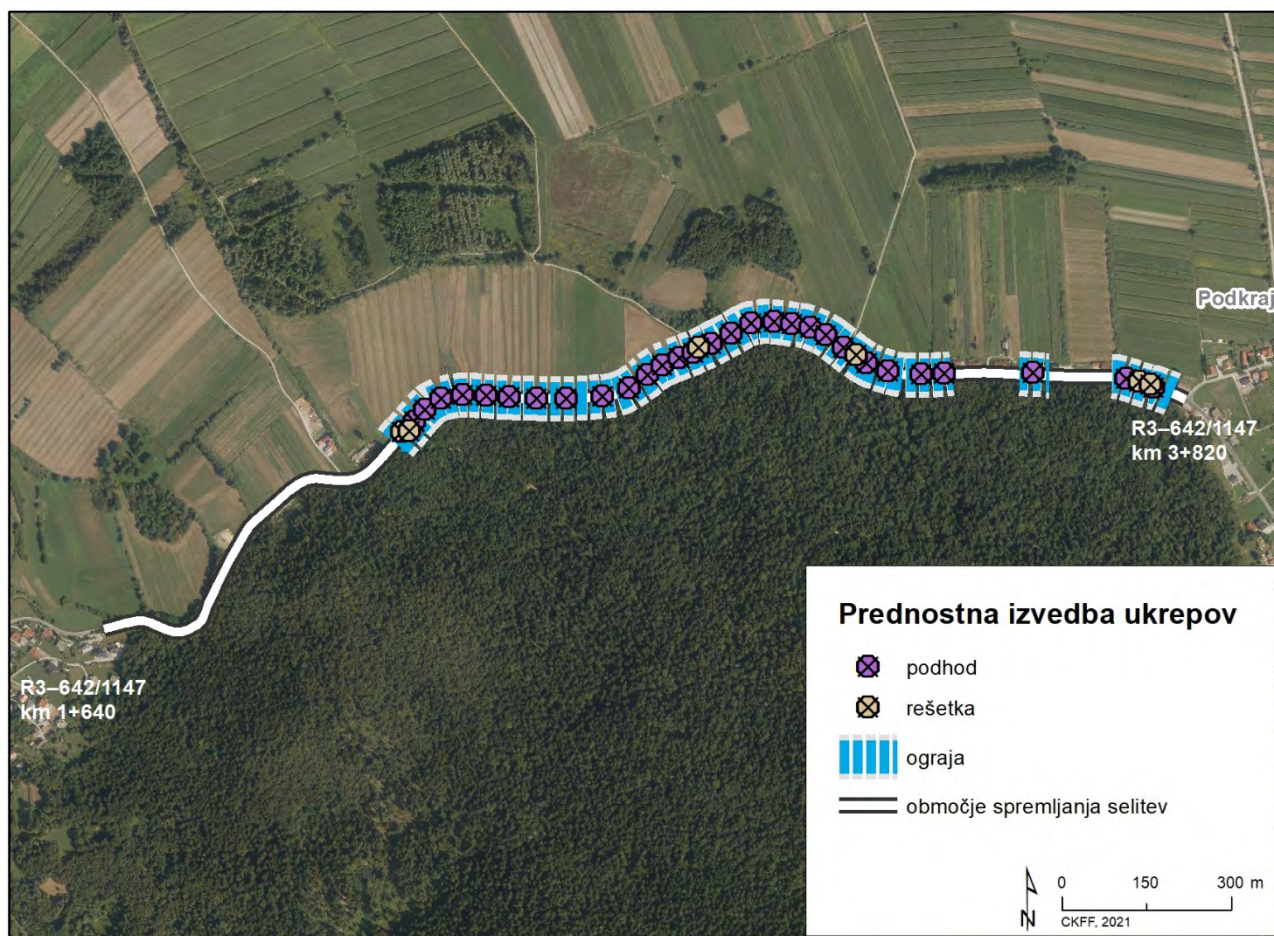
Kriterija za opredelitev prednostnega območja sta bila naslednja:

- vključenih naj bo vsaj 80 % vseh opaženih dvoživk, še posebej vrst s Priloge IV Habitatne direktive;
- vključenih naj bo več kot 90 % osebkov ciljnih vrst projekta LIFE AMPHICON.

Analiza podatkov je pokazala, da zgornjim kriterijem ustreza cestni odsek med Virjem in Podkrajem v dolžini ca. 1.500 m (pododseki št. 8 do 22; Tabela 7, Tabela 8). Trajni ukrepi na tem odseku so predstavljeni v Tabela 14 (Slika 22). Na obravnavanem cestnem odseku zaradi pozidave ukrepov ni mogoče vzpostaviti na ca. 200 m v naselju Podkraj (pododseka št. 18 in 20; Tabela 7, Tabela 8), kar smo upoštevali v analizi podatkov. Na cestnem odseku med Virjem in Podkrajem (pododseki št. 8 do 17, 19, 21, 22; Tabela 7, Tabela 8) je bilo spomladi in jeseni 2020 skupno zabeleženih 6.332 osebkov (83,6 % osebkov na območju trajnih ukrepov); od tega 385 rosnic (56 %), 55 zelenih reg (80,9 %) ter 13 velikih pupkov (92,9 %) in 17 hribskih urhov (100 %), ki sta ciljni vrsti projekta LIFE AMPHICON.

Tabela 14: Predlog ukrepov za dvoživke na odseku Podkraj na prednostnem odseku projekta LIFE AMPHICON.

Ukrep	Količina	Opombe
Podhodi za dvoživke	29 kom	
Obojestranske ograje za dvoživke	skupaj na ca. 1.250 m ceste – 3 pododseki (1.080 , 55 m in 115 m)	postavitev na 3 pododsekih, na katerih obojestranske varovalne ograje povezujejo podhode in prepuste na skupni dolžini 1.250 m (ca. 2.500 m ograje);
Rešetke	6 kom	vsaka rešetka je dolžine ca. 3 m.



Slika 22: Predlog ukrepov za dvoživke na odseku Podkraj na prednostnem odseku projekta LIFE AMPHICON.

6. PRIPRAVA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE IN ČAS GRADNJE

Pri načrtovanju in izvedbi ureditev v projektu LIFE AMPHICON bo ves čas sodeloval strokovnjak za dvoživke. To je pri pripravi projektne dokumentacije pomembno, saj se lahko na podlagi drugih dejstev v prostoru (lastništvo zemljišč, vgrajena infrastruktura v ali ob cestišču in podobno) in usmeritev pridobljenih projektnih pogojev izkaže, da so potrebne prilagoditve ukrepov, ki so predvideni v tem poročilu.

V času gradnje bo strokovnjak za dvoživke sodeloval tudi v procesu naročanja tipskih elementov za podhode in ograje, za katere bo tudi potrdil ustreznost izbranih elementov. Po dosedanjih izkušnjah se je izkazalo, da je zelo pomembno, da je že v procesu načrtovanja primerno finančno ovrednotiti vse elemente – le na ta način bo zagotovljena tudi vgradnja za dvoživke ustreznih elementov.

Med gradnjo bo strokovnjak za dvoživke ves čas sodeloval z izvajalcem del in ga opozarjal na morebitne tehnične podrobnosti gradnje, ki sicer niso problematične s stališča gradbene stroke, so pa pomembne za učinkovitost ukrepov zaradi ekoloških in bioloških zahtev dvoživk pri selitvah.

Projekt izvedenih del (PID) oz. zaključna dokumentacija izgradnje ukrepov mora vsebovati tudi načrt rednega vzdrževanja ukrepov in načrt monitoringa učinkovitosti izvedenih ukrepov (poglavje 7. *Monitoring uspešnosti izvedbe ukrepov*), ki ga bo v sklopu projektnih aktivnosti LIFE AMPHICON pripravil strokovnjak za dvoživke v sodelovanju s projektantom.

Le ob upoštevanju vseh zgoraj navedenih ukrepov bodo sistemi podhodov in ograj pravilno postavljeni in dolgoročno zagotavljali ohranitev ter preživetje populacij dvoživk.

7. MONITORING USPEŠNOSTI IZVEDBE UKREPOV

Takoj po zaključku gradnje je v projektu LIFE AMPHICON v sklopu akcije *D.1 Monitoring uspeha projektnih akcij* načrtovano tudi spremljanje uspešnosti izvedenih ukrepov. Pri načrtu dela in izvedbi bomo upoštevali priporočila iz Poboljšaj in sod. (2019).

Glavna vprašanja, na katera bomo morali odgovoriti, ko bomo preverjali uspešnost ukrepov, so naslednja (prirejeno po Schmidt & Zumbach 2008, povzeto po Poboljšaj in sod. 2019):

- ali izvedeni ukrepi na mestu postavitve preprečujejo smrtnost dvoživk na cestah?
- ali izvedeni ukrepi omogočajo uspešno prehajanje dvoživk?
- kolikšen delež odrasle populacije dvoživk uporablja podhode?

Na podlagi izkušenj so strokovnjaki zaključili, da so učinkoviti ukrepi za dvoživke tisti, ki omogočijo prehod vsaj 75 % odraslih osebkov, ki se selijo na mrestišča in velik del (vsaj 50 %) mladih osebkov, ki se poleti prvič selijo iz mrestišča v kopenske habitate. To je preprost model, ki naj bi zagotavljal dolgoročno preživetje populacije dvoživk, ki se seli čez cesto. Priporočajo, da naj se ta model uporablja kot izhodišče, dokler ni na voljo ustreznejše znanstvene podlage, ki podaja drugačne kazalnike (prirejeno po Schmidt & Zumbach 2008, povzeto po Poboljšaj in sod. 2019).

V primeru, da se v monitoringu izkaže, da ukrepi niso dovolj uspešni, se bodo predlagale morebitne dopolnitve in popravki izvedenih ukrepov.

8. VIRI IN LITERATURA

- ARSO, 2020. ARHIV – opazovani in merjeni meteorološki podatki po Sloveniji. Pridobljeno s: <http://www.meteo.si/met/sl/archive/> [15. 12. 2020]
- Blab, J., 1986. Biologie, Ökologie und Schutz von Amphibien. Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz 18. 150 str.
- DRSI, 2021. Prometne obremenitve od leta 1997 dalje (Prometne obremenitve 2019 (xlsx)). Ministrstvo za infrastrukturo, Direkcija Republike Slovenije za infrastrukturo. Pridobljeno s: <https://podatki.gov.si/dataset/pldp-karte-prometnih-obremenitev/resource/58b4454f-8816-48b6-bf26-786a2de3e87c> [marec 2021]
- Gibbs JP, Shriver WG. 2005. Can road mortality limit populations of pool-breeding amphibians? *Wetlands Ecology and Management* 13(3):281–289 DOI 10.1007/s11273-004-7522-9.
- Geise, U., H. J. Zurmöhle, A. Borgula, A. Geiger, H. J. Gruber, A. Krone, M. Kyek, H. Laufer, H. Lüneburg, R. Podloucky, N. Schneeweiss, M. Schweimanns, K. Smole-Wiener & S. Zumbach, 2008. Akzeptanzkontrollen für stationäre Amphibien-Durchlassanlagen an Straßen. *Naturschutz & Landschaftsplanung*, Ausgabe 08/2008.
- Günther, R. (ur.), 1996. Die amphibien und reptilien Deutschlands. Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Helldin JO, Petrovan SO. 2019. Effectiveness of small road tunnels and fences in reducing amphibian roadkill and barrier effects at retrofitted roads in Sweden. *PeerJ* 7:e7518 <https://doi.org/10.7717/peerj.7518>
- Hels, T. & E. Buchwald, 2001. The effect of road kills on amphibian populations. V: Irwin, C. L., P. Garrett, K. P. McDermott (ur.), *Proceedings of the 2001 International Conference on Ecology and Transportation*, str. 25–42, Center for Transportation and the Environment, North Carolina State University, Raleigh, NC.
- Heyer, R., M. A. Donnelly, M. Foster & R. McDiarmid, 1994. *Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard methods for Amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington and London. 364 str.
- Jochimsen, D., C. R. Peterson, K. Andrews & J. W. Gibbons, 2013. A Literature Review of the Effects of Roads on Amphibians and Reptiles and the Measures Used to Minimize Those Effects. *USDA Forest*
- Kovar, R., M. Brabec, R. Vita & R. Bocek, 2009. Spring migration distances of some Central European amphibian species. *Amphibia-Reptilia* 30(3): 367–378.
- Küster, 2000. Das Merkblatt zum Amphibienschutz (MamS). Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen. 28 str.
- Marsh, D.M., 2001. Fluctuations in amphibian populations: a meta-analysis. *Biological Conservation* Vol. 101, Issue 3, str. 327-335.
- McInroy, C. & Rose, T. A., 2015. Trialling amphibian ladders within roadside gullypots in Angus, Scotland: 2014 impact study (796 KB) *Herpetological Bulletin* 132: 15–19.
- Petruvan, S. & B. Schmidt, 2019. Neglected juveniles; a call for integrating all amphibian life stages in assessments of mitigation success (and how to do it). *Biological Conservation* 236 (Special Issue: Amphibian conservation in the Anthropocene: Progress and challenges): 252–260.
- Poboljšaj, K., M. Kotarac, A. Lešnik, A. Šalamun, V. Grobelnik & M. Jakopič, 2000. Dvoživke in ceste. Končno poročilo. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju. 73 str., pril. [Naročnik: Ministrstvo za promet in zveze, Direkcija Republike Slovenije za ceste, Ljubljana].
- Poboljšaj, K., A. Lešnik, V. Grobelnik, A. Šalamun & M. Kotarac, 2018. Predlog ukrepov za zaščito dvoživk na cestah v upravljanju DRSI. Končno poročilo. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju. 95 str., digitalne priloge. [Naročnik: Ministrstvo za infrastrukturo, Direkcija RS za infrastrukturo, Ljubljana].
- Poboljšaj, K., A. Sedej & M. Uhlir, 2019. Strokovne podlage za izdelavo navodil in tehničnih specifikacij za zagotavljanje migracijskih koridorjev dvoživk na državnem cestnem omrežju. Poročilo. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju. 143 str., pril. [Naročnik: Direkcija Republike Slovenije za infrastrukturo, Ljubljana].
- Poboljšaj, K., G. Lipovšek & K. Drašler, 2020. Predlog ukrepov za dvoživke na osnovi prvega spomladanskega monitoringa selitev dvoživk v letu 2020 – Akcija A.1 Monitoring dvoživk na cesti R3–642/1147 Podpeč–Ig na odseku Jezero–Podkraj (odsek “Podkraj”). Projekt LIFE AMPHICON: Varstvo dvoživk in obnova njihovih habitatov – LIFE18 NAT/SI/000711, Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju & Krajinski park Ljubljansko barje, Notranje Gorice.
- Reuters, 2018. 'Frog ladders' help critters escape death-trap drains. Pridobljeno s: <https://www.deccanherald.com/international/frog-ladders-help-critters-701923.html> [maj 2020]

- Sopotnik, M., 2013. Popis črnih točk za dvoživke v Krajinskem parku Ljubljansko barje. Končno poročilo. Societas herpetologica slovenica – društvo za preučevanje dvoživk in plazilcev, Ljubljana. 32 str., pril. [Naročnik: Javni zavod Krajinski park Ljubljansko barje.]
- Tennessen, J. B., S. E. Parks & T. Langkilde, 2014. Traffic noise causes physiological stress and impairs breeding migration behaviour in frogs. *Conservation Physiology* 2014; 2(1).

9. PRILOGE

Priloga 1

Fotografije s spremljanja spomladanske in jesenske selitve dvoživk na odseku Podkraj (R3-642/1147 Podpeč–lg od km 1+640 do 3+820).

Lissotriton vulgaris

17. 2. 2020



Foto: Katarina Drašler

Rana temporaria

1. 3. 2020



Foto: Katarina Drašler

Lissotriton vulgaris

1. 3. 2020



Foto: Gregor Lipovšek

Lissotriton vulgaris

1. 3. 2020



Foto: Gregor Lipovšek

Triturus carnifex

26. 4. 2020



Foto: Katarina Drašler

Bombina variegata

26. 4. 2020



Foto: Gregor Lipovšek

Triturus carnifex

2. 5. 2020



Foto: Katarina Drašler

Rana sp.

27. 9. 2020



Foto: Katarina Drašler

Triturus carnifex

27. 9. 2020



Foto: Gregor Lipovšek

Triturus carnifex

28. 9. 2020



Foto: Gregor Lipovšek

Priloga 2: Digitalne priloge

Poročilu je priložena vektorska datoteka s podatki s spremljanja spomladanske in jesenske selitve dvoživk v letu 2020 na odseku Podkraj (R3-642/1147 Podpeč-Ig).

Podatkovni sloj je v koordinatnem sistemu D-48 Gauss-Krüger.

Ime podatkovnega sloja:	Amphicon_Podkraj_dvozivke2020.shp
Format podatkovnega sloja:	ESRI shape
Število objektov:	4.388 točk, 11 atributnih polj
Atributna polja:	<ul style="list-style-type: none">– Ident – zaporedna številka točke;– Vrsta – opažena vrsta dvoživk: Tcar – veliki pupek (<i>Triturus carnifex</i>); Lvul – navadni pupek (<i>Lissotriton vulgaris</i>); lalp – planinski pupek (<i>Ichthyosaura alpestris</i>); Bbuf – navadna krastača (<i>Bufo bufo</i>); Harb – zelena rega (<i>Hyla arborea</i>), Rsp – rod rjavih žab (<i>Rana sp.</i>); Rdal – rosnica (<i>Rana dalmatina</i>); Psp – rod zelenih žab (<i>Pelophylax sp.</i>), Anura – brezrepa dvoživka;– Zivi – število opaženih živih osebkov vrste;– Povozeni – število opaženih mrtvih osebkov vrste,– Skupaj – število vseh opaženih dvoživk,– Datum – datum in čas opazovanja posameznih dvoživk,– Sezona – sezona spremljanja dvoživk (pomlad, jesen)– Pododsek – številka posameznega pododseka ceste (cesto smo razdelili na 22 pododsekov (od 1 do 22) dolžine 100 m v smeri od Iga proti Podpeči);– ltime: datum in čas opazovanja posameznih dvoživk;– Popisal – popisovalec;– Vir – izvajalec in leto podatka.