

Ohranjanje dvoživk in obnova njihovih habitatov

# Spremljanje spomladanskih in jesenskih selitev dvoživk na projektnem odseku Bistra v letu 2020 in predlog ukrepov za dvoživke končno poročilo

Avtorji: Katja Pobljšaj, 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 Bistra v letu 2020 in predlog ukrepov za dvoživke**  
  
***(Preoperational Study for Amphibians & Roads: Bistra 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 Bistra 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

<b>KAZALO SLIK.....</b>	<b>5</b>
<b>KAZALO TABEL .....</b>	<b>6</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>7</b>
<b>1. UVOD.....</b>	<b>9</b>
<b>2. METODE DELA .....</b>	<b>10</b>
2.1 Območje dela .....	10
2.2 Spremljanje selitev dvoživk.....	11
2.3 Terensko delo.....	13
<b>3. REZULTATI.....</b>	<b>17</b>
3.1 Dvoživke na širšem območju projektnega cestnega odseka Bistra .....	17
3.2 Pregled obstoječih podatkov.....	18
3.3 Selitve dvoživk na projektnem cestnem odseku Bistra v letu 2020.....	19
3.4 Mrestišča dvoživk v okolici projektnega cestnega odseka Bistra.....	21
3.5 Analiza selitev populacij dvoživk na projektnem cestnem odseku Bistra .....	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 Bistra .....	32
<b>4. PREDLOG UKREPOV ZA ZAŠČITO DVOŽIVK.....</b>	<b>34</b>
4.1 Predlog ureditve podhodov za dvoživke .....	37
4.2. Predlog postavitve varovalnih in usmerjevalnih ograj za dvoživke.....	39
4.3 Rešetke za dvoživke, ki preprečujejo dostop živalim na cestišče po priključni cesti .....	42
4.4 Ustrezne ureditve jaškov.....	43
<b>5. OPREDELITEV PREDNOSTNIH ODSEKOV ZA IZVEDBO TRAJNIH UKREPOV ZA DVOŽIVKE.....</b>	<b>44</b>
<b>6. PRIPRAVA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE IN ČAS GRADNJE.....</b>	<b>46</b>
<b>7. MONITORING USPEŠNOSTI IZVEDBE UKREPOV .....</b>	<b>47</b>
<b>8. VIRI IN LITERATURA .....</b>	<b>48</b>
<b>9. PRILOGE .....</b>	<b>50</b>
Priloga 1.....	51
Priloga 2: Digitalne priloge .....	53

## KAZALO SLIK

Slika 1: Projektni odsek Bistra na cesti R3-642/1146 Vrhnika–Podpeč 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 Vrhnika (lon=14.2742, lat=45.9620; viš=326m) (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 Vrhnika (lon=14.2742, lat=45.9620; viš=326m) (ARSO 2020). ....	16
Slika 6: Na pregledovanem odseku ceste smo spomladi in jeseni zabeležili velikega pupka ( <i>Triturus carnifex</i> ) – ciljno vrsto projekta LIFE AMPHICON. (foto: Katarina Drašler).....	20
Slika 7: Selitvene razdalje slovenskih vrst dvoživk (Poboljšaj in sod. 2019).....	21
Slika 8: Mrestišča in druga najdišča dvoživk v letu 2020 na širšem območju odseka Bistra.....	22
Slika 9: Zgostitve dvoživk na odseku Bistra po posameznih pododsekih ter najdišča in smeri selitve dvoživk v obdobju spomladanskega (23 terenskih dni med 1. 2. in 2. 5. 2020) in jesenskega pregleda (5 terenskih dni med 22. in 28. 9. 2020) v letu 2020.....	25
Slika 10: Najdbe velikega pupka ( <i>Triturus carnifex</i> ) na odseku Bistra v obdobju spomladanskega (23 terenskih dni med 1. 2. in 2. 5. 2020) in jesenskega pregleda (5 terenskih dni med 22. in 28. 9. 2020) v letu 2020.....	26
Slika 11: 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 12: Princip postavitve trajnih ukrepov za dvoživke. ....	34
Slika 13: Predlog ukrepov za dvoživke na odseku Bistra. ....	36
Slika 14: Primer tipskega elementa za škatlasti podhod z dnom prekритim z okoliško zemljino (Vir: katalog Zieger).....	38
Slika 15: Zavarovanje vhoda v podhod za dvoživke z betonsko steno in predlog rešitve za odvodnjavanje (Vir skice in fotografije: Zieger).....	38
Slika 16: Variante betonskih montažnih elementov in U-zaključka ograje za dvoživke (Poboljšaj in sod. 2019).....	39
Slika 17: Zaključni U-element ograje (povzeto po katalogu Zieger). ....	40
Slika 18: Ograje za dvoživke (povzeto po katalogu Zieger) – pravilen način pripenjanja ograje na vhod podhoda. ....	41
Slika 19: Rešetka za dvoživke (povzeto po katalogu Zieger). ....	42
Slika 20: Prikaz uporabe Enkamat mreže za reševanje dvoživk iz različnih tipov jaškov (Reuters, 2018).....	43
Slika 21: Opredelitev prednostnih odsekov s predlogom ukrepov za dvoživke na odseku Bistra. ....	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 odseka Bistra (CKFF 2020) in njihov naravovarstveni status. ....	17
Tabela 5: Rezultati spremljanja selitev dvoživk na cesti R3-642/1146 Vrhnika–Podpeč na odseku Bistra med leti 2015 in 2017. ....	18
Tabela 6: Število zabeleženih dvoživk na odseku Bistra po vrstah spomladi v letu 2020. Opravljenih je bilo 23 terenskih dni (med 1. 2. in 2. 5. 2020). ....	19
Tabela 7: Število zabeleženih dvoživk na odseku Bistra po vrstah jeseni v letu 2020. Opravljenih je bilo 5 terenskih dni (med 22. in 28. 9. 2020). ....	20
Tabela 8: Število opaženih dvoživk na odseku Bistra po vrstah in pododsekih spomladi v letu 2020. ....	23
Tabela 9: Število opaženih dvoživk na odseku Bistra po vrstah in pododsekih jeseni v letu 2020. ....	23
Tabela 10: Ocena števila dvoživk, ki se seli čez cesto R3-642/1146 Vrhnika–Podpeč na odseku Bistra v obdobju spomladanskega pregleda (23 dni) v letu 2020. ....	29
Tabela 11: Ocena števila dvoživk, ki se seli čez cesto R3-642/1146 Vrhnika–Podpeč na odseku Bistra v obdobju jesenskega pregleda (5 dni) v letu 2020. ....	30
Tabela 12: Primerjava števila opaženih dvoživk na cesti R3-642/1146 Vrhnika–Podpeč na odseku Bistra spomladi 2020 z opazovanji v letih 2015-2017. ....	31
Tabela 13: Relativna gostota dvoživk na cesti R3-642/1146 Vrhnika–Podpeč na odseku Bistra (št. osebkov/km) v letu 2020.....	32
Tabela 14: Izpolnjevanje meril za odločitev o izvedbi ukrepov za dvoživke na obstoječi cesti R3-642/1146 Vrhnika–Podpeč na odseku Bistra.....	32
Tabela 15: Predlog ukrepov za dvoživke na odseku Bistra.....	35
Tabela 16: Predlog ukrepov za dvoživke na odseku Bistra na prednostnih odsekih 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 Bistra 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 Bistra Road Section that will be further presented in A.2 deliverable (Executive Design of Technical Solution in Bistra).

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 Krajski 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 R3-642/1146 Vrhnika–Podpeč on section Bistra (ca. 1.325 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 (23 days) than in the autumn months (5 days).

Out of 11 species living in Ljubljansko barje in neighbouring habitats to the road, 8 were recorded on the road (including representatives of genus green frogs (*Pelophylax sp.*)). 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 12.076 amphibians were recorded during spring monitoring, with agile frog representing 55% of them and 35 Italian crested newts were recorded. In autumn, 507 amphibians were recorded, with common newts (*Lissotriton vulgaris*) representing 61% of them, and 73 Italian crested newts. The main type of breeding site in the neighbouring habitats to the road is a network of ditches between parcels, which were mostly without water due to a 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 9.696 amphibians in the spring and 8.887 amphibians in the autumn (mostly juveniles). Estimates for Italian crested newts (1.309 in autumn) are considered to be overestimated based on our past 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 1.325 m road section we propose to set up 25 amphibian tunnels, 10 amphibian stop drains, amphibian permanent fence on both sides of the road (2.220 m of total length) and adjustment of one culvert. On the road section by the Bistra Castle, the road is constructed above karstic springs (Figar spring and springs Trebina) on the special bridge construction, where is not possible to set up amphibian tunnels, even though amphibians are present in significant numbers.

The results of the preoperational study showed, that amphibians are migrating in high density over longer road section as was previously considered in LIFE AMPHICON proposal and for what project funding was secured. Due to this, 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 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 2 priority road sections of different lengths (600 m and 240 m). On both priority road sections, we propose to set up altogether 14 amphibian tunnels, 6 amphibian stop drains, an amphibian permanent fence (ca 1.270 m of total length) and adjustment of one culvert.

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*.

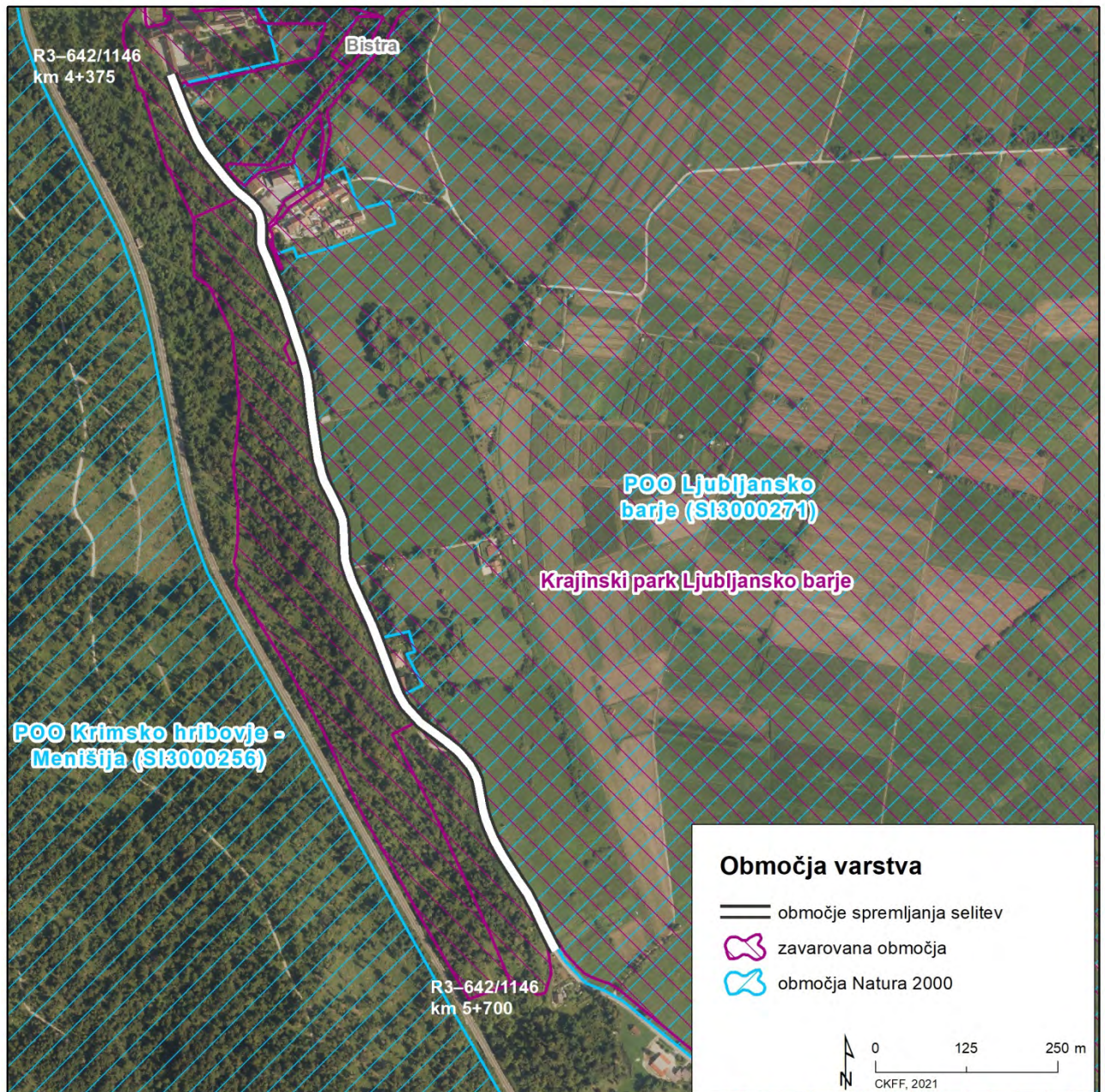
Javni zavod Krajinski park Ljubljansko barje (KPLB) je ob strokovni podpori Centra za kartografijo favne in flore (CKFF) spomladi in jeseni 2020 izvajal spremljanje selitev dvoživk na odseku Bistra (cesta R3-642/1146 Vrhnika–Podpeč od km 4+375 do km 5+700, v dolžini ca. 1.325 m) in pregled potencialnih 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 Bistra. 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 DELA

### 2.1 Območje dela

Selitve dvoživk smo v letu 2020 spremljali na odseku Bistra (R3-642/1146 Vrhnika–Podpeč od km 4+375 do km 5+700) (približno v dolžini 1.325 m) (Slika 1).



Slika 1: Projektni odsek Bistra na cesti R3-642/1146 Vrhnika–Podpeč in območja z naravovarstvenim statusom.

Regionalna cesta R3-642/1146 Vrhnika–Podpeč na projektnem odseku Bistra ves čas poteka po jugozahodnem robu Ljubljanskega barja, med naseljema Grad Bistra in Dol pri Borovnici. Na barjanski strani se razprostirajo kmetijske površine – njive in travniki, preprejeni z jarki, bolj ali manj vzporedno s cesto teče pritok potoka Bistra. Na območju Gradu Bistra so trije izviri (Grajski, Zupanov in Galetov izvir) ki se zlijejo v Bistvo, ki je eden izmed izvirov Ljubljaničice. Na območju sta dve večji stoječi vodi in sicer opuščeni ribnik v Gradu Bistra in Ribčev ribnik, ki je ribolovna voda. Proti zahodu, na drugi strani ceste čez železniško progo, se pričnejo gozdne površine Menišije. 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. 1.000 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 Bistra (R3-642/1146 Vrhnika–Podpeč) je v spomladanskem obdobju potekalo 23 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 si zapisali 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 zabeležili 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 (23 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 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	10.2.2020	nočni pregled ceste
5	11.2.2020	nočni pregled ceste
6	17.2.2020	nočni pregled ceste
7	18.2.2020	nočni pregled ceste
8	19.2.2020	nočni pregled ceste
9	24.2.2020	nočni pregled ceste

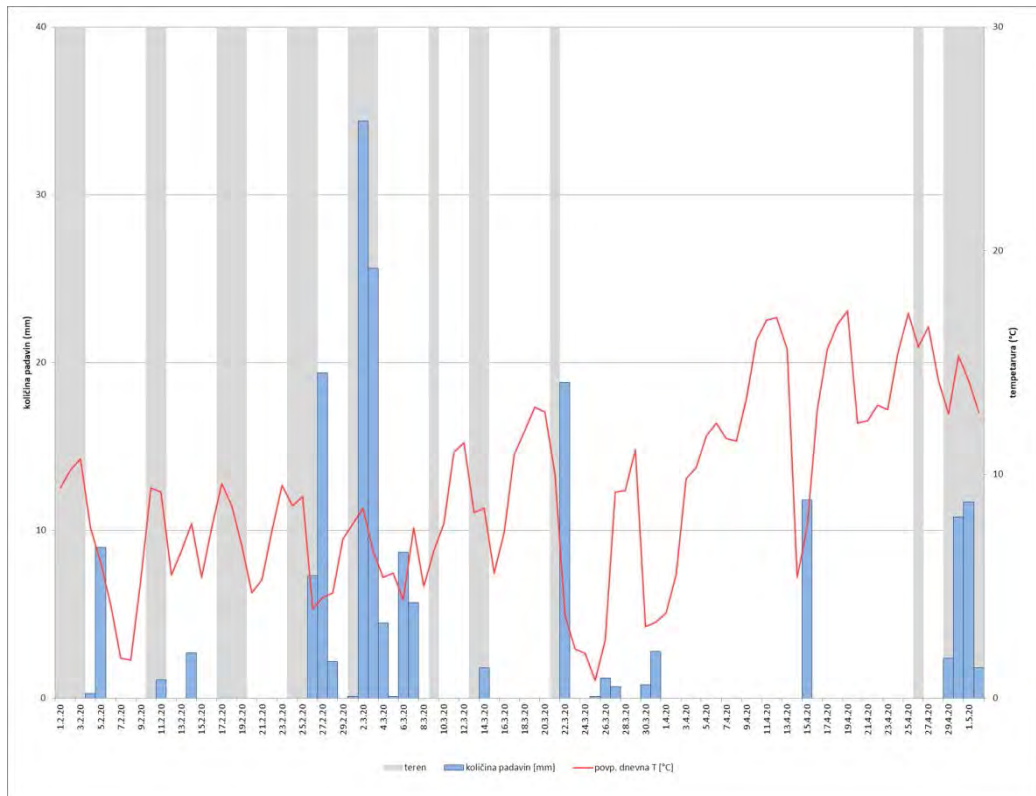
Št. popisa	Datum popisa	Opis dela
10	25.2.2020	nočni pregled ceste
11	26.2.2020	nočni pregled ceste
12	1.3.2020	nočni pregled ceste
13	2.3.2020	nočni pregled ceste
14	3.3.2020	nočni pregled ceste
15	9.3.2020	nočni pregled ceste
16	13.3.2020	nočni pregled ceste
17	14.3.2020	nočni pregled ceste
18	21.3.2020	nočni pregled ceste
19	26.4.2020	nočni pregled ceste
20	29.4.2020	nočni pregled ceste
21	30.4.2020	nočni pregled ceste
22	1.5.2020	nočni pregled ceste
23	2.5.2020	nočni pregled ceste

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

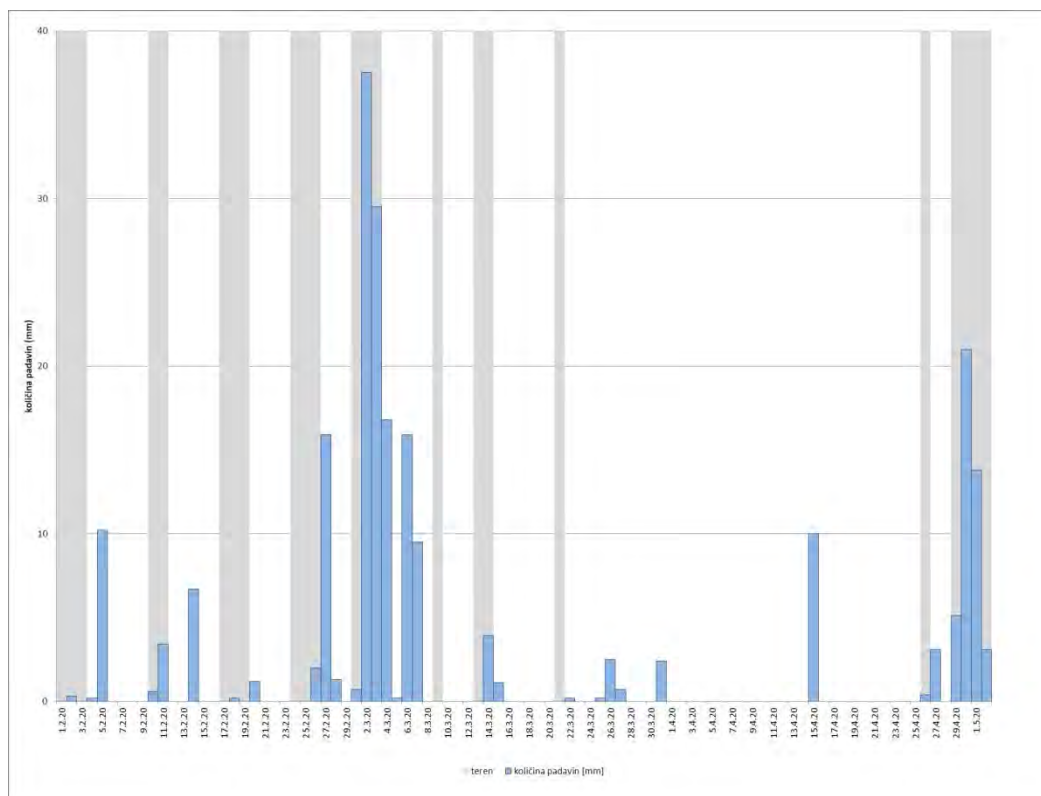
Št. popisa	Datum popisa	Opis dela
1	22.9.2020	nočni pregled ceste
2	23.9.2020	nočni pregled ceste
3	25.9.2020	nočni pregled ceste
4	27.9.2020	nočni pregled ceste
5	28.9.2020	nočni pregled ceste

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

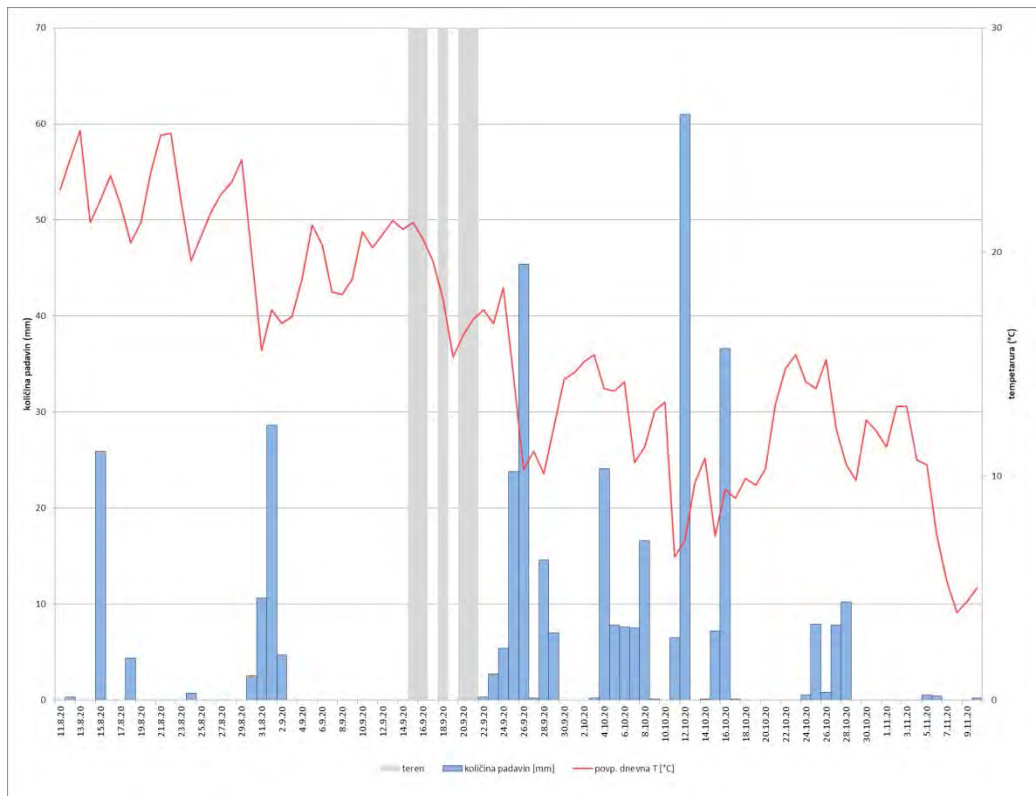
V nadaljevanju so predstavljeni podatki ARSO o povprečni temperaturi zraka na 2 m (°C) in količini padavin (24-urna akumulacija padavin ob 7 h (mm): *dnevna količina padavin pripisana izbranemu dnevu predstavlja količino padavin padlo v zadnjih 24-ih urah, torej, od 7. ure prejšnjega dne do 7. ure izbranega 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 Vrhniki. Dnevi, ko smo izvajali monitoring, so na slikah v nadaljevanju označeni sivo (Slika 2, Slika 3, Slika 4, Slika 5).



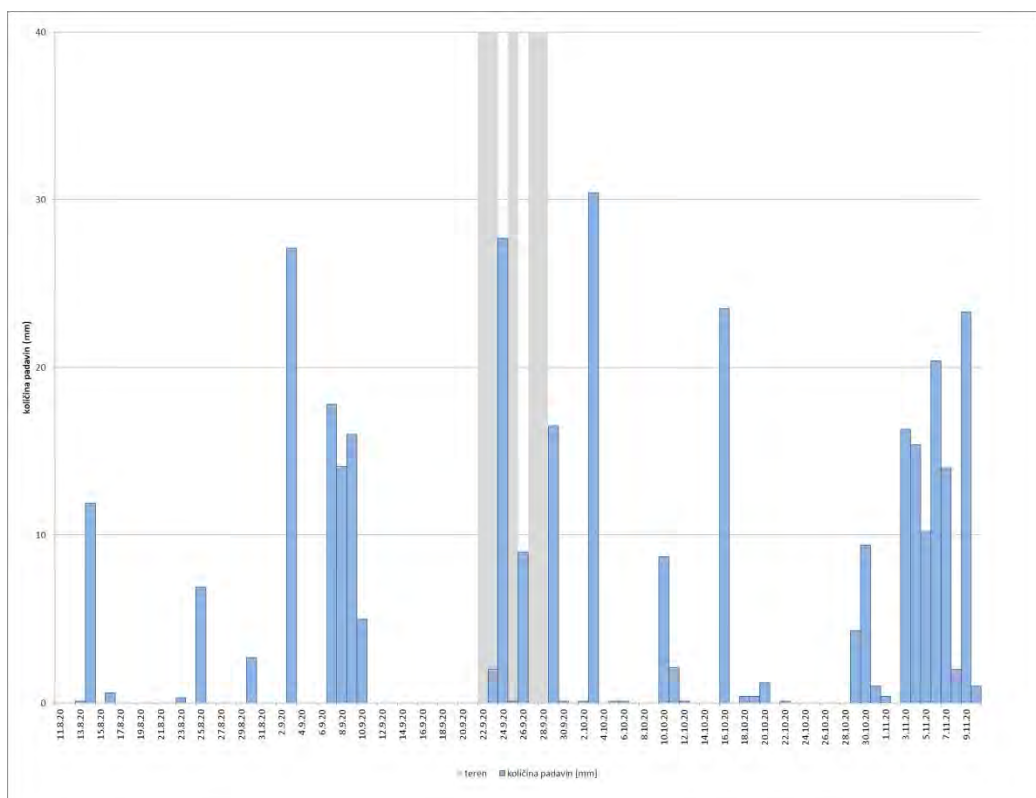
Slika 2: Spomladanski terenski popisi na cesti, povprečna dnevna temperatura zraka na 2 m [°C] in količina padavin – 24-urna akumulacija padavin ob 7 h [mm] od 1. 2. Do 2. 5. 2020 za glavno meteorološko postajo Ljubljana–Bežigrad (lon=14.5124, lat=46.0655, viš=299m) (ARSO 2020).



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 Vrhnika (lon=14.2742, lat=45.9620; viš=326m) (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 Vrhnika (lon=14.2742, lat=45.9620; viš=326m) (ARSO 2020).



### 3. REZULTATI

#### 3.1 Dvoživke na širšem območju projektnega cestnega odseka Bistra

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 Bistra 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 velikega pupka, navadnega pupka, planinskega pupka, navadno krastačo, zeleno rego, rosnico, sekuljo in vrste iz rodu zelenih žab (Tabela 4). Hribski urh v letu 2020 ni bil zabeležen, enako velja tudi za raziskave v letih 2015–2017 (Sopotnik in sod. 2015, 2016, 2017), zato lahko domnevamo, da se hribski urhi čez ta cestni odsek ne selijo.

Tabela 4: Vrste dvoživk na širšem območju odseka Bistra (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.

**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 vrsticah 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 njihovih 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 na cesti; **ne** – vrsta, ki ni bila registrirana na cesti;

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
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	ne
zelena rega ( <i>Hyla arborea</i> )	V	1, 2	IV	II	da
<b>rod rjavih žab (<i>Rana</i> sp.)</b>					
rosnica ( <i>Rana dalmatina</i> )	V	1, 2	IV	II	da
sekulja ( <i>Rana temporaria</i> )	V	1		III	da
<b>rod zelenih žab (<i>Pelophylax</i> sp.)</b>					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 Bistra 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 Bistra (Sopotnik 2013; v dolžini ca. 2.800 m, *op. a.*) je bilo v 7 nočeh (4 v marcu, 2 v aprilu in 1 v maju) leta 2013 naštetih 600 dvoživk, ki so pripadale 6 taksonom, med njimi pa so bili tudi 4 povoženi hribski urhi (ca. 300 m južneje od izvirov Trebina). Na omenjenem odseku v času spomladanske selitve leta 2013 niso opazili navadnih pupkov (Sopotnik 2013). Herpetološko društvo je v naslednjih letih (Sopotnik in sod. 2015, 2016, 2017) spremljalo stanje s postavitvijo začasne ograje za dvoživke (v dolžini ca. 810 m v letu 2015, v dolžini ca. 300 m v letu 2016 in v dolžini ca. 550 m v letu 2017, *op. a.*), rezultati so na kratko predstavljeni v nadaljevanju (Tabela 5).

Glede na lokacijo in dolžino postavljene ograje lahko medsebojno primerjamo najdbe po vrstah dvoživk iz let 2015, 2016 in 2017. Vsako leto je bilo ob ograji najdenih najmanj 8 vrst dvoživk (veliki pupek, navadni pupek, planinski pupek, navadna krastača, zelena rega, rod zelenih žab, sekulja in rosnica). Hribski urh v vseh treh letih ni bil opažen. Število živali posameznih vrst je med leti zelo primerljivo, najpogostejši vrsti sta navadna krastača in rosnica. To pripisujemo temu, da so v bližini ceste ribniki, ki so primerna mrestišča predvsem za navadno krastačo, ki se razmnožuje v stoječih vodah večjih površin.

Tabela 5: Rezultati spremljanja selitev dvoživk na cesti R3-642/1146 Vrhnika–Podpeč na odseku Bistra med leti 2015 in 2017.

**LETO:** leto raziskave (Sopotnik in sod. 2015, 2016, 2017) in dolžina ograje;

**ČAS:** trajanje akcije;

število opaženih dvoživk po posameznih vrstah: **TC** – veliki pupek (*Triturus carnifex*); **LV** – navadni pupek (*Lissotriton vulgaris*); **IA** planinski pupek (*Ichthyosauria alpestris*); **BB** – navadna krastača (*Bufo bufo*); **HA** – zelena rega (*Hyla arborea*); **PSP** – rod zelenih žab (*Pelophylax* sp.);

**RT** – sekulja (*Rana temporaria*.); **RD** – rosnica (*Rana dalmatina*); **Anura** – brezrepe dvoživke;

**SKUPAJ:** število vseh opaženih dvoživk na cestnem odseku z začasno ograjo.

LETO (dolž. ograje)	ČAS	TC	LV	IA	BB	HA	PSP	RT	RD	Anura	SKUPAJ
<b>2015</b> (ca. 810 m)	4. 3.–7. 4. (32 dni)	<b>11</b>	204	1	387	8	24	2	143	82	<b>862</b>
<b>2016</b> (ca. 300 m)	3. 2.–6. 4. (64 dni)	<b>6</b>	64	4	141	4	1	2	87	/	<b>309</b>
<b>2017</b> (ca. 550 m)	28. 2.–11. 4. (43 dni)	<b>15</b>	223	17	200	1	20	4	259	/	<b>739</b>

### 3.3 Selitve dvoživk na projektnem cestnem odseku Bistra 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 (23 dni) in jeseni od 22. 9. do 28. 9. 2020 (5 dni) na odseku Bistra (približno v dolžini 1.325 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 poveženih živali, smo jih določili do najvišje možne taksonomske skupine (rjave žabe oz. zelene žabe, brezrepe dvoživke).

Na pregledovanem cestnem odseku so bile spomladi v letu 2020 najpogostejše vrste iz rodu rjavih žab (Tabela 6), ki predstavljajo kar 62 % vseh najdb (1 % sekulj, 55 % rosnic, 6 % osebkov smo uvrstili v rod rjavih žab). Navadne krastače predstavljajo 14 % opazovanih osebkov, navadni pupki 12 % vseh najdb, medtem ko so bile zelena rega, planinski pupek, veliki pupek in vrste iz rodu zelenih žab na cesti opazovane v manjšem številu. Od ciljnih vrst projekta LIFE AMPHICON je bilo na cesti registriranih 35 velikih pupkov (od tega 28 poveženih) (Tabela 6), nismo pa registrirali hribskih urhov, ki so bili zaznani le v jarku 370 m vzhodno od gradu Bistra.

Tabela 6: Število zabeleženih dvoživk na odseku Bistra po vrstah spomladi v letu 2020. Opravljenih je bilo 23 terenskih dni (med 1. 2. in 2. 5. 2020).

Vrsta	ŽIVI	POVOŽENI	SKUPAJ
veliki pupek ( <i>Triturus carnifex</i> )	7	28	35
navadni pupek ( <i>Lissotriton vulgaris</i> )	33	120	153
planinski pupek ( <i>Ichthyosaura alpestris</i> )	5	13	18
navadna krastača ( <i>Bufo bufo</i> )	21	164	185
zelena rega ( <i>Hyla arborea</i> )	9	56	65
rod rjavih žab ( <i>Rana</i> sp.)	7	64	71
rosnica ( <i>Rana dalmatina</i> )	109	598	707
sekulja ( <i>Rana temporaria</i> )	2	12	14
rod zelenih žab ( <i>Pelophylax</i> sp.)	2	19	21
brezrepe dvoživke (Anura)	1	6	7
<b>SKUPAJ</b>	<b>196</b>	<b>1.080</b>	<b>1.276</b>

Na pregledovanem cestnem odseku so bili jeseni v letu 2020 najpogostejši navadni pupki, ki predstavljajo kar 61 % vseh najdb (Tabela 7). Vrste iz rodu rjavih žab predstavljajo 18 % vseh najdb (1 % sekulj, 3 % rosnic, 14 % osebkov smo lahko uvrstili le v rod rjavih žab). Veliki pupki predstavljajo 14 % opazovanih osebkov, registriranih je bilo kar 73 (od tega 55 povoženih). Zelena rega, navadna krastača in vrste iz rodu zelenih žab so bile na cesti opazovane le posamič. Na cesti jeseni nismo registrirali hribskih urhov in planinskih pupkov.

Tabela 7: Število zabeleženih dvoživk na odseku Bistra 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> )	18	55	73
navadni pupek ( <i>Lissotriton vulgaris</i> )	38	271	309
navadna krastača ( <i>Bufo bufo</i> )	1	6	7
zelena rega ( <i>Hyla arborea</i> )		25	25
rod rjavih žab ( <i>Rana</i> sp.)	3	68	71
rosnica ( <i>Rana dalmatina</i> )		14	14
sekulja ( <i>Rana temporaria</i> )		4	4
rod zelenih žab ( <i>Pelophylax</i> sp.)	1	3	4
<b>SKUPAJ</b>	<b>61</b>	<b>446</b>	<b>507</b>

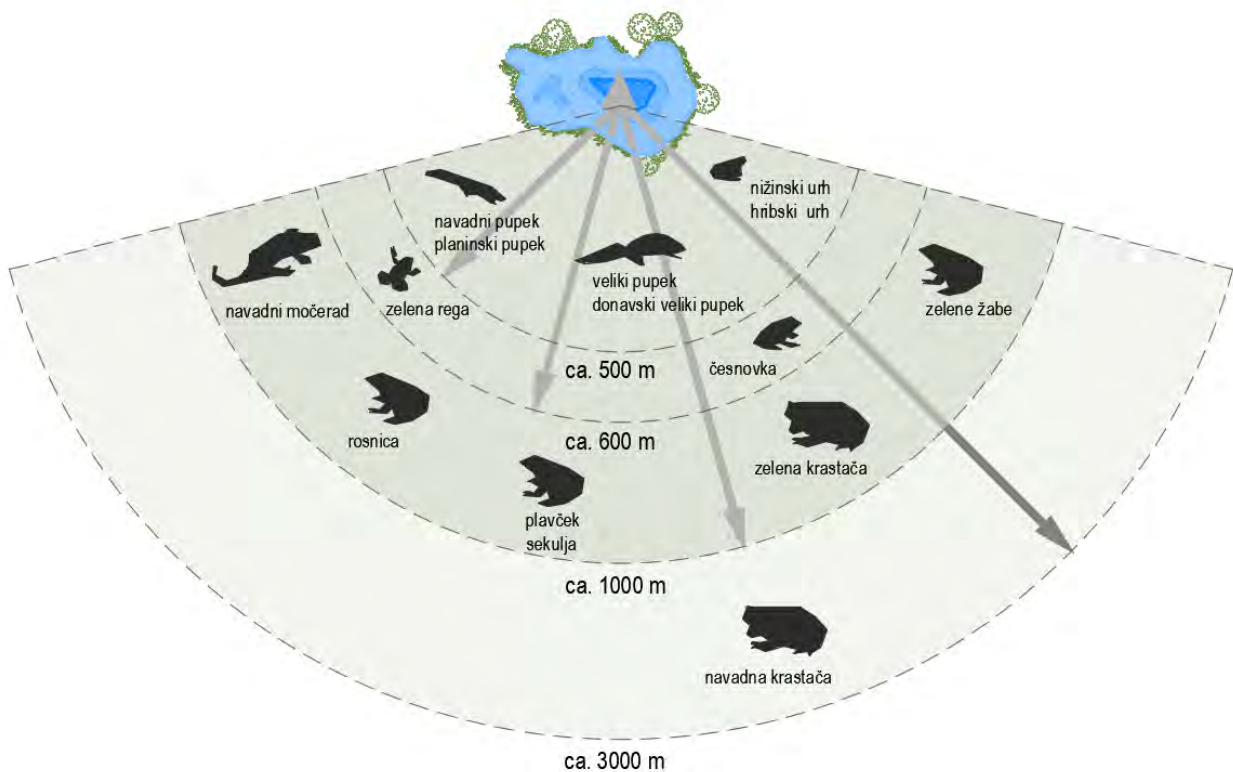


Slika 6: Na pregledovanem odseku ceste smo spomladi in jeseni zabeležili velikega pupka (*Triturus carnifex*) – ciljno vrsto projekta LIFE AMPHICON (foto: Katarina Drašler).

### 3.4 Mrestišča dvoživk v okolici projektnega cestnega odseka Bistra

S pregledom mrestišč smo skušali preveriti, katere vrste se razmnožujejo v neposredni okolici ceste. 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 7).

Razdalje, na katerih se dvoživke selijo, so vrstno specifične (Slika 7). 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 7: Selitvene razdalje slovenskih vrst dvoživk (Poboljšaj in sod. 2019).

Rjave žabe, rosnice in sekulje, so se najbolj množično pojavljale na pregledovanem odseku ceste, zato smo bili v bližnji okolici ceste posebej pozorni na njihova mrestišča. V aprilu smo našli le manjše število mrestišč rosnice (skupaj 91 mrestov) (Slika 8). Zaradi izredno sušnih razmer v aprilu ocenjujemo, da je za tako majhno število opaženih mrestov glavni razlog izsušitev jarkov in posledično propad mresta v marcu. Število prešteti mrestov predstavlja minimalno število odraslih samic na območju. Razmerje med samicami in samci znaša pri rosnici 1:1,7 do 1:2,54 (Lodé in sod. 2005). Upoštevali smo ga pri izračunu minimalnega števila odraslih samcev na območju (155 do 231 samcev rosnic). Minimalna ocena velikosti populacije v neposredni okolici pregledovanega odseka je med 246 in 322 odraslih osebkov rosnic. Primerjava s preštetimi živimi osebki

rosnic na cesti (707) nam pove, da ta ocena v letu 2020 ni bila relevantna oz. je število na mrestiščih podcenjeno. Na karti (Slika 8) so označena tudi vsa najdišča dvoživk.



Slika 8: Mrestišča in druga najdišča dvoživk v letu 2020 na širšem območju odseka Bistra.

## 3.5 Analiza selitev populacij dvoživk na projektnem cestnem odseku Bistra

### 3.5.1 Zgostitve dvoživk

Pregledovani odsek ceste smo za spomladansko in jesensko obdobje selitev razdelili na 14 pododsekov (dolžine ca. 100 m), za katere smo z GIS analizo določili skupno število zabeleženih dvoživk (Tabela 8, Tabela 9).

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

**PODODSEK:** zaporedna številka 100 m pododseka ceste, ki sovпада s prikazom na slikah v nadaljevanju (Slika 9, Slika 10); število opaženih dvoživk po posameznih vrstah/taksonih: **AMPH** – dvoživke (Amphibia); **TC** – veliki pupek (*Triturus carnifex*); **LV** – navadni pupek (*Lissotriton vulgaris*); **IA** planinski pupek (*Ichthyosauria alpestris*); **BB** – navadna krastača (*Bufo bufo*); **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 23 terenskih dni (med 1. 2. in 2. 5. 2020)

PODODSEK	AMPH	TC	LV	IA	BB	HA	PSP	RD	RSP	RT	RANA SKUPAJ	SKUPAJ
1	1	24	68	5	1	14	1	229	17		246	360
2		4	13	3	13	4		124	10	1	135	172
3	1	1	1		14	4	1	78	6		84	106
4			14		29	10	2	67	8	2	77	132
5			8	1	43	5	1	48	4	1	53	111
6	2	1	6		38	1		41	5		46	94
7	2		3	2	16	3	5	28	3		31	62
8		1	9	1	15	2		21	6		27	55
9			8	1	4	3	2	23	6	2	31	49
10			9	4	4	7	3	25	1	1	27	54
11			12		1	2	2	10	2		12	29
12	1	1	2	1	2	2	3	6			6	18
13		1			2	5		6	1	1	8	16
14		2			3	3	1	1	2	6	9	18
<b>SKUPAJ</b>	<b>7</b>	<b>35</b>	<b>153</b>	<b>18</b>	<b>185</b>	<b>65</b>	<b>21</b>	<b>707</b>	<b>71</b>	<b>14</b>	<b>792</b>	<b>1.276</b>

Tabela 9: Število opaženih dvoživk na odseku Bistra po vrstah in pododsekih jeseni v letu 2020.

**PODODSEK:** zaporedna številka 100 m pododseka ceste, ki sovпада s prikazom na slikah v nadaljevanju (Slika 9, Slika 10); število opaženih dvoživk po posameznih vrstah: **TC** – veliki pupek (*Triturus carnifex*); **LV** – navadni pupek (*Lissotriton vulgaris*); **BB** – navadna krastača (*Bufo bufo*); **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	HA	PSP	RSP	RD	RT	RANA SKUPAJ	SKUPAJ
1	66	287	1	15		9	5		14	383
2	2	18	1	5		2			2	28
3	1	1				1			1	3
4				1		5	2	1	8	9
5					1	5	1		6	7
6		2			1	7		2	9	12

PODODSEK	TC	LV	BB	HA	PSP	RSP	RD	RT	RANA SKUPAJ	SKUPAJ
7						4			4	4
8	1		3	1	2	4			4	11
9			1			4			4	5
10				2		9	1	1	11	13
11	1					7	1		8	9
12	2	1	1			4	2		6	10
13				1		9	1		10	11
14						1	1		2	2
<b>SKUPAJ</b>	<b>73</b>	<b>309</b>	<b>7</b>	<b>25</b>	<b>4</b>	<b>71</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>89</b>	<b>507</b>

V nadaljevanju (Slika 9) so prikazane zgostitve dvoživk po posameznih pododsekih ceste za vse vrste, skupaj z lokacijami najdišč dvoživk zabeleženih v naši raziskavi. Izkazalo se je, da v neposredni bližini ceste spomladi 2020 ni bilo večjega števila primernih mrestišč, saj so v okolici ceste večinoma njive ali intenzivni travniki, ki jih prepredajo melioracijski kanali. Potok Bistra s pritoki ni primeren razmnoževalni habitat za dvoživke, ga pa te verjetno uporabljajo kot selitveni koridor. Na območju sta dve večji stoječi vodi in sicer opuščeni ribnik v Gradu Bistra in Ribčev ribnik, ki je ribolovna voda. Ribnik v Gradu Bistra je tudi najpomembnejše mrestišče velikega pupka na območju.

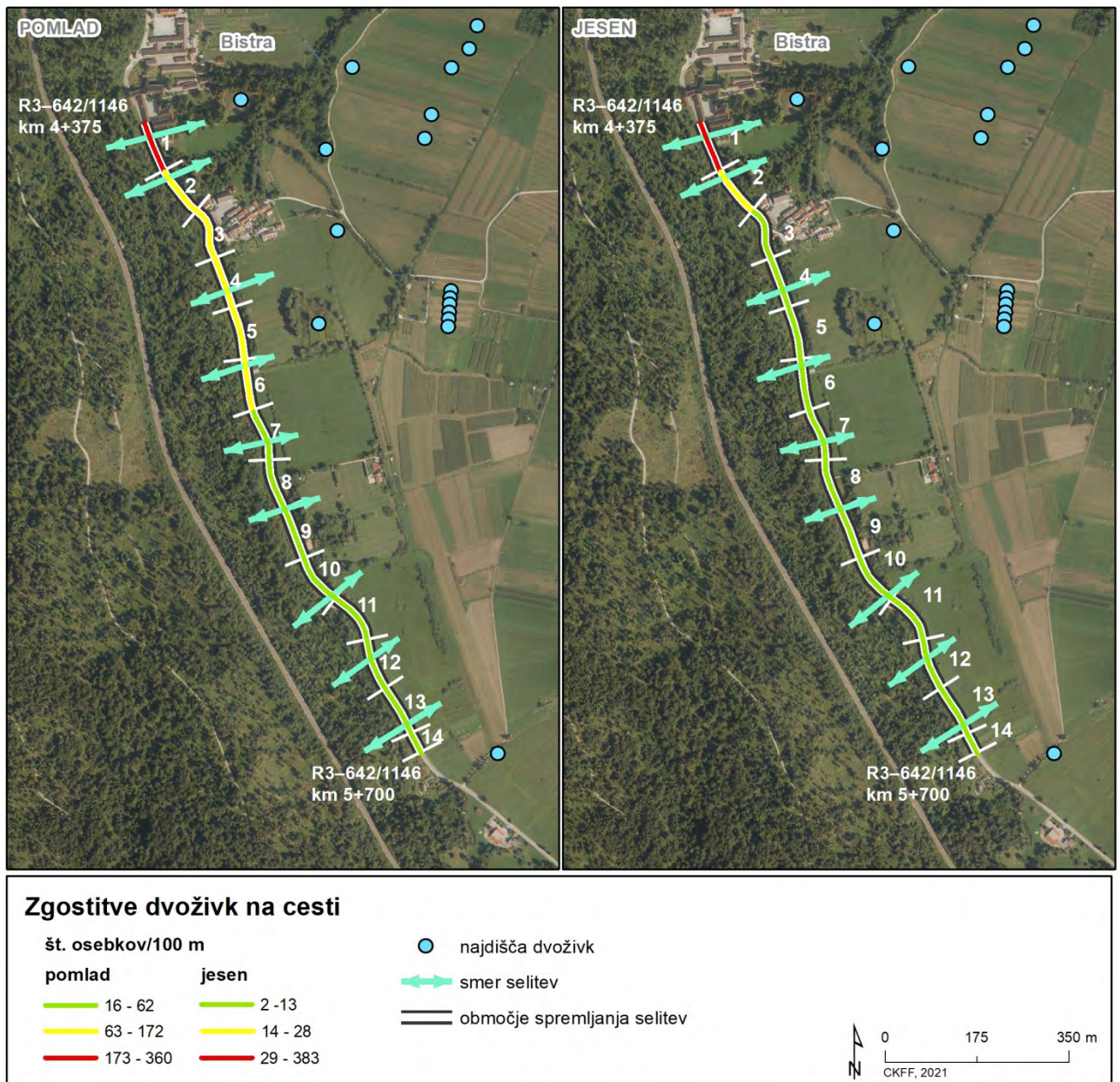
Ocenjujemo, da so mrestišča dvoživk, ki se selijo prek raziskovanega odseka, tudi dlje od ceste, na bolj ekstenzivnih kmetijskih površinah Ljubljanskega barja, ki so glede na selitvene razdalje opaženih vrst lahko od ceste oddaljena tudi več kot kilometer. Glede na opažanja premikov dvoživk smo opredelili najbolj verjetne smeri selitev dvoživk na tem odseku. Ocenjujemo, da železniška proga zahodno od ceste ne predstavlja večje ovire za selitve, saj jo dvoživke enostavno preplezajo.

Rezultati kažejo, da so največje zgostitve dvoživk na cesti povezane z opuščeni ribnikom v Gradu Bistra (Slika 9). Podobno velja tudi za najdbe velikega pupka (ciljna vrsta projekta LIFE AMPHICON, Slika 10) ter zelene rege in rosnice (vrsti uvrščeni na Prilogo IV *Direktive o habitatih*). Za te tri vrste je najpomembnejši cestni odsek pri Gradu Bistra (Tabela 8,

Tabela 9), ki je hkrati tudi najpomembnejše mrestišče za velikega pupka na tem območju.

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 Bistra ni bila namen te naloge, zato smo lahko podali le grobe ocene.





Slika 9: Zgostitve dvoživk na odseku Bistra po posameznih pododsekih ter najdišča in smeri selitve dvoživk v obdobju spomladanskega (23 terenskih dni med 1. 2. in 2. 5. 2020) in jesenskega pregleda (5 terenskih dni med 22. in 28. 9. 2020) v letu 2020.



Slika 10: Najdbe velikega pupka (*Triturus carnifex*) na odseku Bistra v obdobju spomladanskega (23 terenskih dni med 1. 2. in 2. 5. 2020) in jesenskega pregleda (5 terenskih dni med 22. in 28. 9. 2020) 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 R3-642/1146 Vrhnika–Podpeč (števno mesto Borovnica) 3.261 vozil, od tega 2.914 osebnih vozil in 314 tovornih vozil in avtobusov (33 motorjev pri tem nismo upoštevali, saj ocenjujemo, da so se živalim lahko izognili).

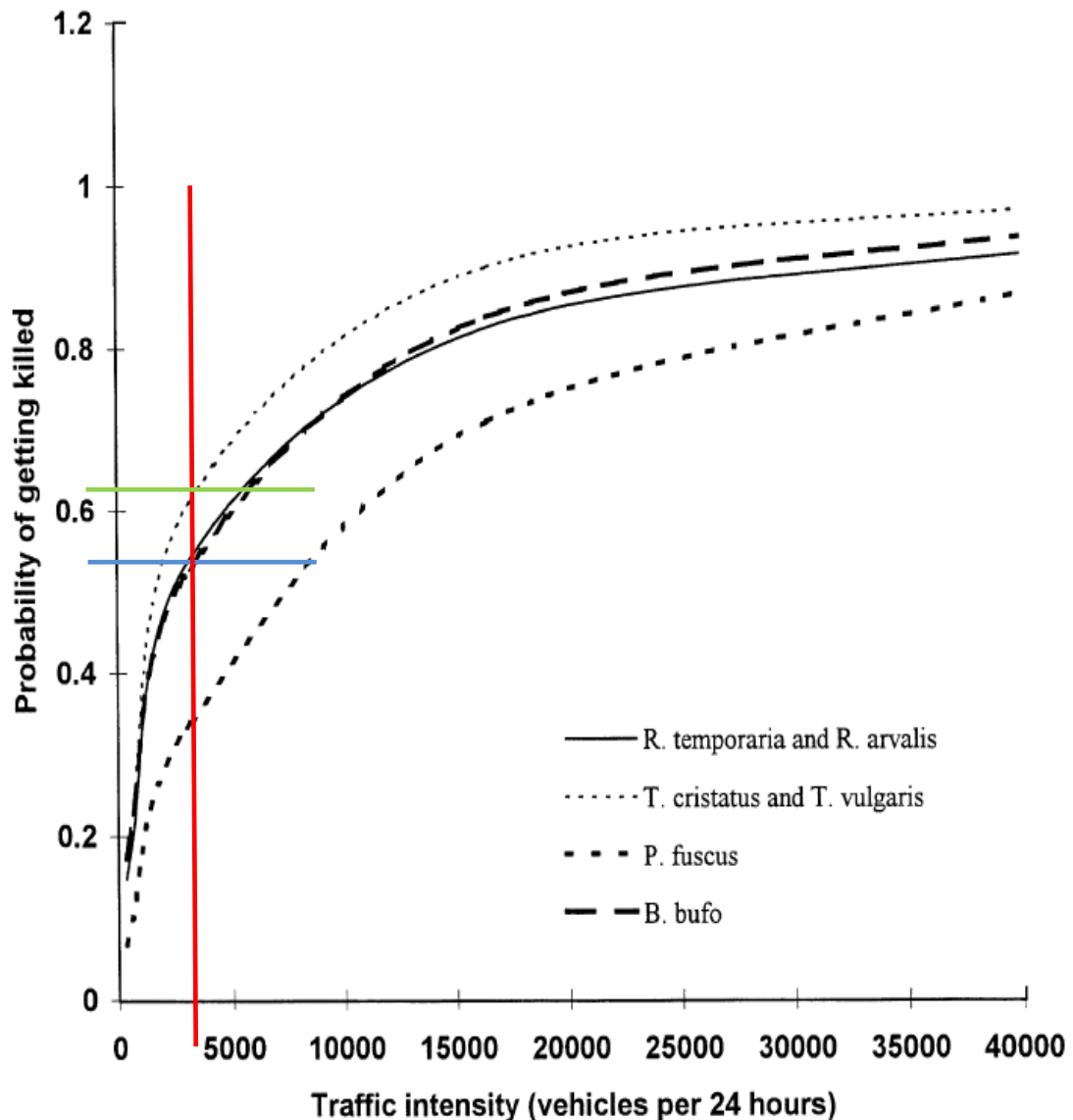
Glede na naša opažanja v letu 2020, je bil večerni promet zaradi ukrepov ob koronavirusu zelo zmanjšan na vseh cestah in ne le na pregledovanem odseku, zato predpostavljamo, da je bilo letos povozov dvoživk manj, kot bi jih bilo sicer. Pregledovani cestni odsek se nahaja znotraj in izven naselja, zato 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 11) smo ocenili, da je pri povprečni gostoti prometa ca. 3.000 vozil/24 ur verjetnost, da bodo rjave žabe in navadne krastače povežene pri prečkanju ceste 0,55, za pupke pa je verjetnost 0,63. 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 11: Verjetnost, da bo osebek posamezne vrste dvoživk pri prečkanju ceste povozen 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 Vrhnika–Podpeč (3.261 vozil na dan);

modra črta: verjetnost, da bo povozena rjava žaba ali navadna krastača (0,55);

zelena črta: verjetnost, da bo povozen veliki severni ali navadni pupek (0,63).

Do podobnih zaključkov je prišel tudi Kuhn (1987; povzeto po Vos & Chardon 1994 v Poboljšaj 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 povozenih več kot 40 % spolno zrelih osebkov (Vos & Chardon 1994 v Poboljšaj 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 Bistra verjetno velika oz. okoli 60 %. Vse naštetu so seveda zelo grobe ocene, ki pa 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 23-ih dnevih spomladi 2020 5.746 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 kar 9.696 osebkov dvoživk (Tabela 10).

Tabela 10: Ocena števila dvoživk, ki se seli čez cesto R3-642/1146 Vrhnika–Podpeč na odseku Bistra v obdobju spomladanskega pregleda (23 dni) v letu 2020.

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

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> )	28	15	420,0	0,63	666,7
navadni pupek ( <i>Lissotriton vulgaris</i> )	120	15	1.800,0	0,63	2.857,1
planinski pupek ( <i>Ichthyosaura alpestris</i> )	13	15	195,0	0,63	309,5
navadna krastača ( <i>Bufo bufo</i> )	164	1,88	308,3	0,55	560,6
zelena rega ( <i>Hyla arborea</i> )	56	15	840,0	0,63	1.333,3
rod rjavih žab ( <i>Rana</i> sp.)	64	3,15	201,6	0,55	366,5
rosnica ( <i>Rana dalmatina</i> )	598	3,15	1.883,7	0,55	3.424,9
sekulja ( <i>Rana temporaria</i> )	12	3,15	37,8	0,55	68,7
rod zelenih žab ( <i>Pelophylax</i> sp.)	19	3,15	59,9	0,55	108,8
<b>SKUPAJ</b>	<b>1.074</b>		<b>5.746,3</b>		<b>9.696,2</b>

Na podlagi zabeleženih povoženih osebkov dvoživk in *indeksa zaznavnosti* (F) (Poboljšaj in sod. 2019) smo ocenili, da je bilo na pregledovanem odseku čez cesto v 5-ih dnevih jeseni 2020 5.557 povoženih osebkov (Tabela 11). 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 8.887 osebkov dvoživk (Tabela 11). Izkazalo se je tudi, da je kar 82 %

opaženih osebkov bilo mladih osebkov, ki so se prvič odpravili na kopno iz mrestišč in niso bili registrirani v spomladanskih selitvah. Tudi vsi opaženi veliki pupki (skupaj 73), ciljna vrsta LIFE AMPHICON, so bili mladi osebki (Tabela 9). Novejše študije (Petrovan & Schmidt 2019, Matos in sod. 2019a, b) so pokazale, da so pomembne tudi selitve mladih osebkov, ko se prvič odpravijo iz mrestišč v kopenske habitate in katerih preživetje je ključno za dolgoročno preživetje populacij.

Tabela 11: Ocena števila dvoživk, ki se seli čez cesto R3-642/1146 Vrhnika–Podpeč na odseku Bistra v obdobju jesenskega pregleda (5 dni) v letu 2020.

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

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> )	55	15	825,0	0,63	1.309,5
navadni pupek ( <i>Lissotriton vulgaris</i> )	271	15	4.065,0	0,63	6.452,4
navadna krastača ( <i>Bufo bufo</i> )	6	1,88	11,3	0,55	20,5
zelena rega ( <i>Hyla arborea</i> )	25	15	375,0	0,63	595,2
rod rjavih žab ( <i>Rana</i> sp.)	68	3,15	214,2	0,55	389,5
rosnica ( <i>Rana dalmatina</i> )	14	3,15	44,1	0,55	80,2
sekulja ( <i>Rana temporaria</i> )	4	3,15	12,6	0,55	22,9
rod zelenih žab ( <i>Pelophylax</i> sp.)	3	3,15	9,5	0,55	17,2
<b>SKUPAJ</b>	<b>446</b>		<b>5.556,6</b>		<b>8.887,4</b>

Primerjava rezultatov spomladanskih in jesenskih raziskav kaže na to, da se na območju cestnega odseka med letom seli veliko število živali osmih vrst dvoživk. Veliko število rosnic je bilo pričakovano, večje presenečenje pa je veliko število velikih in navadnih pupkov.

V letu 2020 smo spremljali selitve na 1.325 m, raziskave Herpetološkega društva (Sopotnik in sod. 2015, 2016, 2017) pa so bile vsako leto na različno dolgih krajših odsekih. Primerjava spomladanskih rezultatov med leti po skupnih odsekih pa pokaže, da so bila opažanja skupnega števila dvoživk in števila po posameznih vrstah podobna (Tabela 12).

Tabela 12: Primerjava števila opaženih dvoživk na cesti R3-642/1146 Vrhnika–Podpeč na odseku Bistra spomladi 2020 z opazovanji v letih 2015-2017.

**LETO:** leto raziskave (Sopotnik in sod. 2015, 2016, 2017) z dolžino ograje in 2020 (navedeni so cestni odseki, ki se prekrivajo z območjem raziskave v prejšnjih letih);

**ČAS:** trajanje akcije;

skupno število opaženih dvoživk po posameznih vrstah: **TC** – veliki pupek (*Triturus carnifex*); **LV** – navadni pupek (*Lissotriton vulgaris*); **IA** – planinski pupek (*Ichtiosauria alpestris*); **BB** – navadna krastača (*Bufo bufo*); **HA** – zelena rega (*Hyla arborea*); **PSP** – rod zelenih žab (*Pelophylax* sp.); **RT** – sekulja (*Rana temporaria*.); **RD** – rosnica (*Rana dalmatina*); **Anura** – brezrepe dvoživke;

**SKUPAJ:** število vseh opaženih dvoživk na cestnem odseku z začasno ograjo.

LETO	TC	LV	IA	BB	HA	PSP	RT	RD	Anura	SKUPAJ
<b>2015</b> (ca. 810 m)	11	204	1	387	8	24	2	143	82	<b>862</b>
<b>2020</b> (odsek 1 in 4-11)	26	137	14	151	47	16	6	492	57	<b>946</b>
<b>2016</b> (ca. 300 m)	6	64	4	141	4	1	2	87		<b>309</b>
<b>2020</b> (odsek 4-8)	2	40	4	141	21	8	3	205	30	<b>454</b>
<b>2017</b> (ca. 550 m)	15	223	17	200	1	20	4	259		<b>739</b>
<b>2020</b> (odsek 1 in 4-6)	25	96	6	111	30	4	3	385	37	<b>697</b>
<b>2020</b> (odsek 1-14)	<b>35</b>	<b>153</b>	<b>18</b>	<b>185</b>	<b>65</b>	<b>21</b>	<b>14</b>	<b>707</b>	<b>78</b>	<b>1.276</b>

Glede na to, da je bilo spomladi 2020 kar 84,6 % opaženih živali povoženih, v prejšnjih raziskavah (2015–2017) pa so bili opaženi večinoma živi osebki ob ograji, je velika verjetnost, da je moralo biti število dvoživk, ki se je selilo čez cesto v 2020, veliko večje. Temu pritrjuje tudi veliko število mladih osebkov jeseni, ki so rezultat razmnoževanja odraslih osebkov, ki so uspešno prečkali cesto v spomladanskem obdobju. Podobno je bilo v raziskavah na odseku Pako (Sopotnik in sod. 2014, 2015, 2016, 2017), kjer je skupno število dvoživk med leti v grobem nihalo za 50 %. To je lahko bila posledica naravnega nihanja velikosti populacij dvoživk in tudi vpliva prometa v obdobju, ko na cesti ni bilo ograje. Število ujetih živali ob ograji je odvisno tudi od vremenskih razmer in časovnega poteka selitve različnih vrst v posameznem letu. Obstaja možnost, da ograja v posameznih letih ni bila postavljena pred začetkom selitve vseh vrst dvoživk, predvsem rjavih žab, ki prve pričnejo s selitvami. Nihanje številčnosti populacij dvoživk med leti je pojav, ki je pomemben dejavnik varstva dvoživk, saj lahko velikost nihanja nakazuje tveganje lokalnega izumrtja zaradi demografske ali okoljske stohastičnosti (Marsh 2001).

Ocene števila dvoživk, ki se selijo čez cesto (Tabela 10, Tabela 11) so po naših izkušnjah z Ljubljanskega barja v velikem delu ustrezne, edino ocene števila osebkov navadnega pupka, velikega pupka in zelene rege so najverjetneje precenjene, 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).

Za relativno oceno števila dvoživk, ki so se selile preko odseka Bistra, smo izračunali še gostoto dvoživk na kilometer ceste (Tabela 13), kjer je bila gostota zabeleženih prehodov 952 osebkov/km ter gostota ocenjenih prehodov 7.797 osebkov/km v spomladanskem času.

Tabela 13: Relativna gostota dvoživk na cesti R3-642/1146 Vrhnikar–Podpeč na odseku Bistra (št. osebkov/km) v letu 2020.

	dolžina odseka (m)	št. osebkov	št. osebkov/km
zabeleženo št. osebkov, ki so se selili čez cesto spomladi	1.325	1.276	963,0
ocena št. osebkov, ki so se selili čez cesto spomladi	1.325	10.448	7.885,3
zabeleženo št. osebkov, ki so se selili čez cesto jeseni	1.325	507	382,6
ocena št. osebkov, ki so se selili čez cesto jeseni	1.325	10.103	7.625,0

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

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 osebkami),
- ali je zabeleženih vsaj pet vrst dvoživk (od tega se vsaj ena vrsta pojavlja z več kot 500 osebkami ali sekulja z več kot 200 osebkami),
- ali je skupno zabeleženih več kot 1.000 osebkov.«

Glede na rezultate opazovanj in ocene števila dvoživk na odseku Bistra (Tabela 8, Tabela 9, Tabela 10, Tabela 11) je stanje glede izpolnjevanja zgornjih meril predstavljeno v nadaljevanju (Tabela 14).

Tabela 14: Izpolnjevanje meril za odločitev o izvedbi ukrepov za dvoživke na odseku Bistra.

Merilo	Mejne vrednosti za cestni odsek v dolžini 1.000 m	Vrednosti na odseku Bistra	Izpolnjevanje meril
(a) 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 osebkami	zabeležene 3 vrste s Priloge IV Direktive o habitatih, od tega veliki pupek z več kot 10 osebkami (pomlad: 35 osebkov, ocena 668 osebkov; jesen: 73 osebkov, ocena 1.309 osebkov), rosnica z več kot 50 osebkami (pomlad: 707 osebkov, ocena 3.425 osebkov; jesen: 14 osebkov, ocena 80 osebkov) in zelena rega z več kot 10 osebkami (pomlad: 65 osebkov, ocena 1.333 osebkov; jesen: 25 osebkov, ocena 595 osebkov);	DA



Merilo	Mejne vrednosti za cestni odsek v dolžini 1.000 m	Vrednosti na odseku Bistra	Izpolnjevanje meril
(b) zabeleženih je vsaj 5 vrst dvoživk	vsaj ena vrsta se pojavlja z več kot 500 osebk ali sekulja z več kot 200 osebki	zabeleženih je vsaj 8 vrst dvoživk (veliki pupek, navadni pupek, planinski pupek, navadna krastača, zelena rega, sekulja, rosnica, rod zelenih žab), z več kot 500 osebki se pojavljata rosnica (pomlad: 707 osebkov, ocena 3.425 osebkov; jesen: 14 osebkov, ocena 80 osebkov) in navadni pupek (pomlad: 153 osebkov, ocena 2.857 osebkov; jesen: 309 osebkov, ocena 6.452 osebkov ( <i>precenjeno število, op.a.</i> ));	DA
(c) skupno je zabeleženih več kot 1.000 osebkov	več kot 1.000 osebkov	zabeleženo število osebkov je za čas izvajanja raziskav 1.276 (pomlad; ocena 9.696) in 507 (jesen; ocena 8.887).	DA

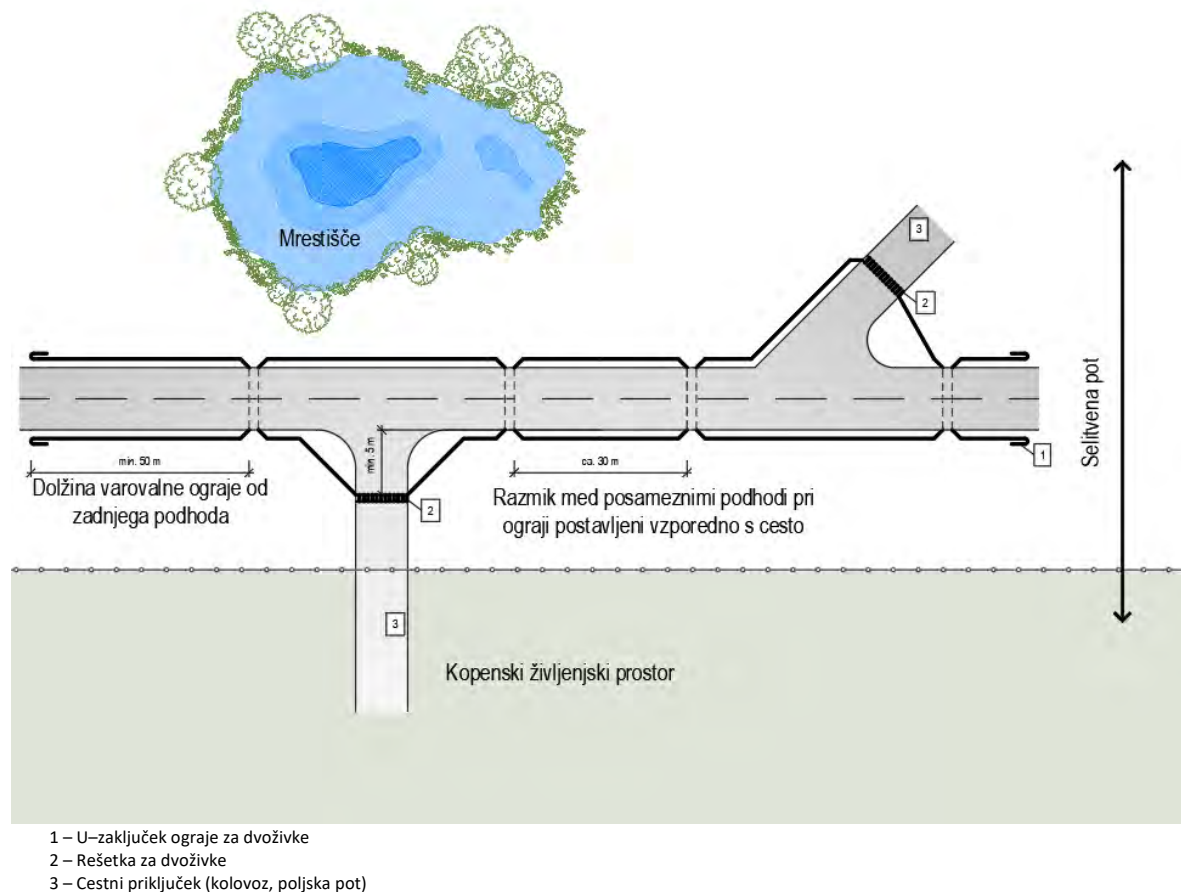
Vsa tri merila so izpolnjena že na osnovi zabeleženih osebkov posameznih vrst dvoživk, ocene števila dvoživk pa so rezultate opazovanj samo dodatno podkrepila. V nadaljevanju smo zato pripravili predlog ukrepov za dvoživke na projektnem odseku Bistra.

## 4. PREDLOG UKREPOV ZA ZAŠČITO DVOŽIVK

Predlogi za ukrepe za dvoživke na odseku Bistra 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 12. Zelo pomembna je pravilna postavitev 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 12: 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 Bistra uredi 25 podhodov, prilagodi 1 obstoječi prepust in postavi obojestransko varovalna ograja za dvoživke v skupni dolžini ca. 1.110 m. Predlagana je tudi vgradnja rešetk za dvoživke (vsaka v dolžini ca. 3 m) na 10 priključkih oz. dovozih ter prilagoditev visokih robnikov pločnikov na mostnih zgradbah (Tabela 15, Slika 13).

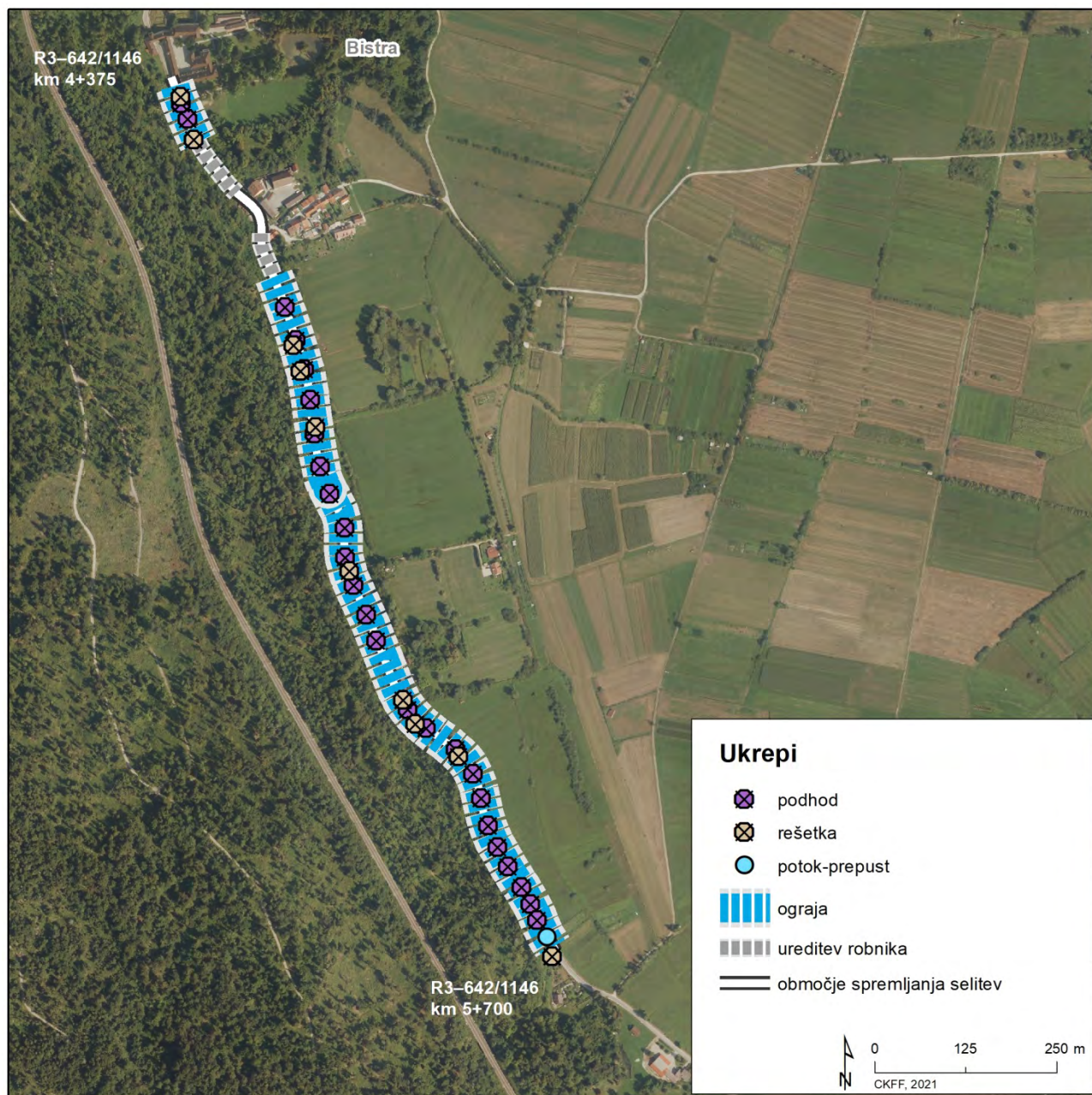
Tabela 15: Predlog ukrepov za dvoživke na odseku Bistra.

Ukrep	Količina	Opombe
Podhodi za dvoživke	25 kom	max. 30 m razmik med podhodi;
Ureditev obstoječega prepusta	1 kom	
Obojestranske ograje za dvoživke	skupaj na ca. 1.110 m ceste – 2 pododseka: – 85 m – 1.025 m	postavitve na 2 pododsekih, na katerih obojestranske varovalne ograje povezujejo podhode in prepuste na skupni dolžini 1.110 m (ca. 2.220 m ograje);
Rešetke	ca. 10 kom	vsaka rešetka je dolžine ca. 3 m;
Prilagoditev visokih robnikov pločnikov	na premostitvah na območju kraških izvirov pri Gradu Bistra	prilagoditev robnikov z ureditvijo ramp, ki bodo dvoživkam omogočale da hitreje zapustijo cestišče.

Natančne usmeritve za izvedbo ukrepov za dvoživke so podane v poglavjih v nadaljevanju. Ukrepe smo predlagali na območjih največjih zgostitev dvoživk na cesti, upoštevali pa smo tudi omejitve v prostoru v naselju med hišami, kjer že po naši oceni ni mogoče izvesti primernih ukrepov.

Na območju kraških izvirov južno od gradu Bistra (Figarjev izvir in izviri Trebine) je cesta izvedena s podpornimi zidovi, zato na tem delu ceste, navkljub zabeleženemu večjemu številu dvoživk na cesti, tehnično ni možno urediti podhodov. Opazili smo tudi, da so bili na tem odseku visoki robniki pločnika vzrok, da so se dvoživke dalj časa zadrževale na cestišču, posledično pa je bila večja tudi verjetnost, da bodo končale pod kolesi vozil. Zato predlagamo prilagoditev visokih robnikov na način, ki bo dvoživkam omogočal, da hitreje zapustijo cestišče in s tem skrajšale čas njihovega zadrževanja na cestišču.

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.



Slika 13: Predlog ukrepov za dvoživke na odseku Bistra.

## 4.1 Predlog ureditve podhodov za dvoživke

Predlagamo ureditev 25 podhodov in prilagoditev 1 obstoječega prepusta (Tabela 15, Slika 13). Lokacije vseh predlaganih podhodov so na mestih, ki so najbolj primerni glede na razmere na oz. ob cestišču. Na cestnem odseku Bistra se selijo vse tri vrste pupkov in zelena rega, za katere se priporoča maksimalen razmik 30 m med posameznimi podhodi, kar smo tudi upoštevali v predlogu ukrepov. Veliki pupek je ciljna vrsta projekta LIFE AMPHICON.

Rezultati raziskave so pokazali, da je obstoječi vodni prepust na cestnem odseku (Slika 13) zaradi neprimernih dimenzij neustrezen za prehajanje dvoživk. Zato predlagamo, da se prepust uredi tako, da bo ustrezal za prehajanje dvoživk (dovolj veliko svetlobno okno v prepustu). Ocenjujemo, da bo primerna ureditev prepusta pomenila tudi njegovo razširitev, vendar bodo natančne dimenzije lahko opredeljene šele po usklajevanju s projektantom, ko bodo upoštewane tudi vse tehnične zahteve za vodne prepuste.

### Tehnične zahteve za izvedbo podhodov

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

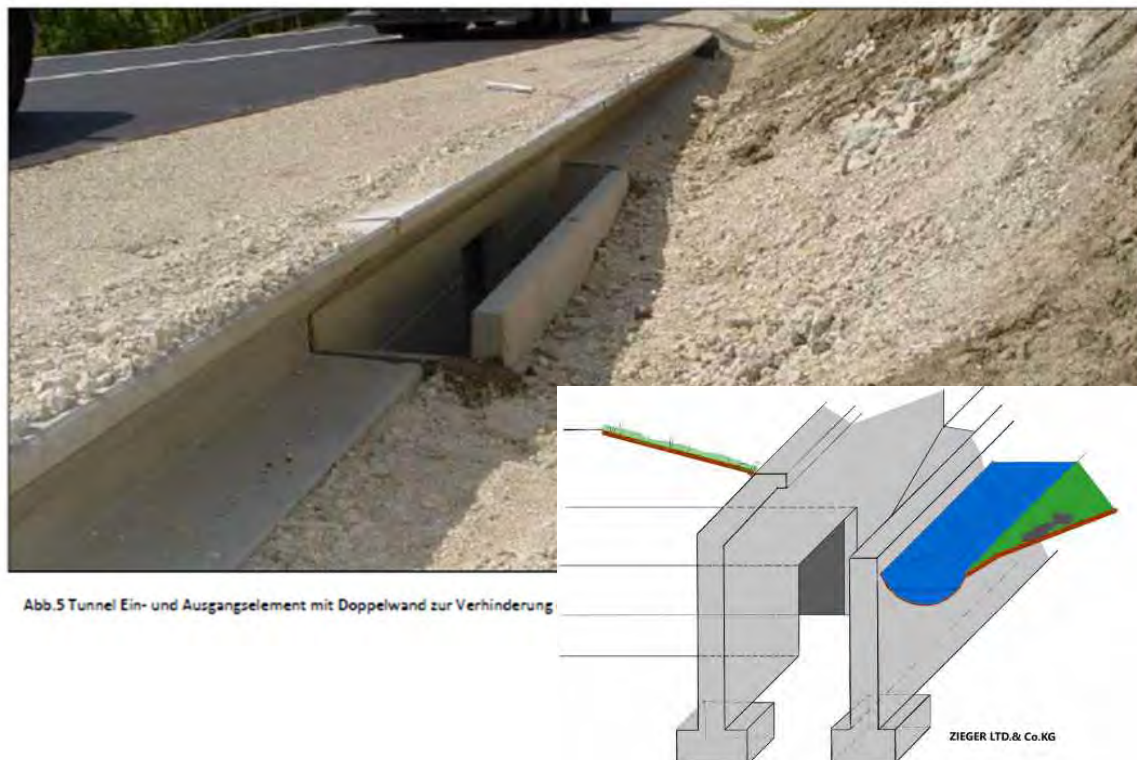
- za širino ceste do 20 m je primeren podhod v obliki škatlastega elementa 1,00 m širine × 0,60 m višine;
- ne glede na obliko podhoda (škatlasta, okrogla) naj bo dno prekrito z zemljino (s prebranim vrhnjim slojem okoliške zemljine); na ta način se bo zagotovilo ugodne vlažne razmere v tleh podhoda, 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 14);
- 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 zahodni 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 15).

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



Slika 15: 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 stalne ograje obojestransko na 2 odsekih ceste v skupni dolžini ca. 1.100 m – tj. 2.200 m elementov ograj (Slika 13).

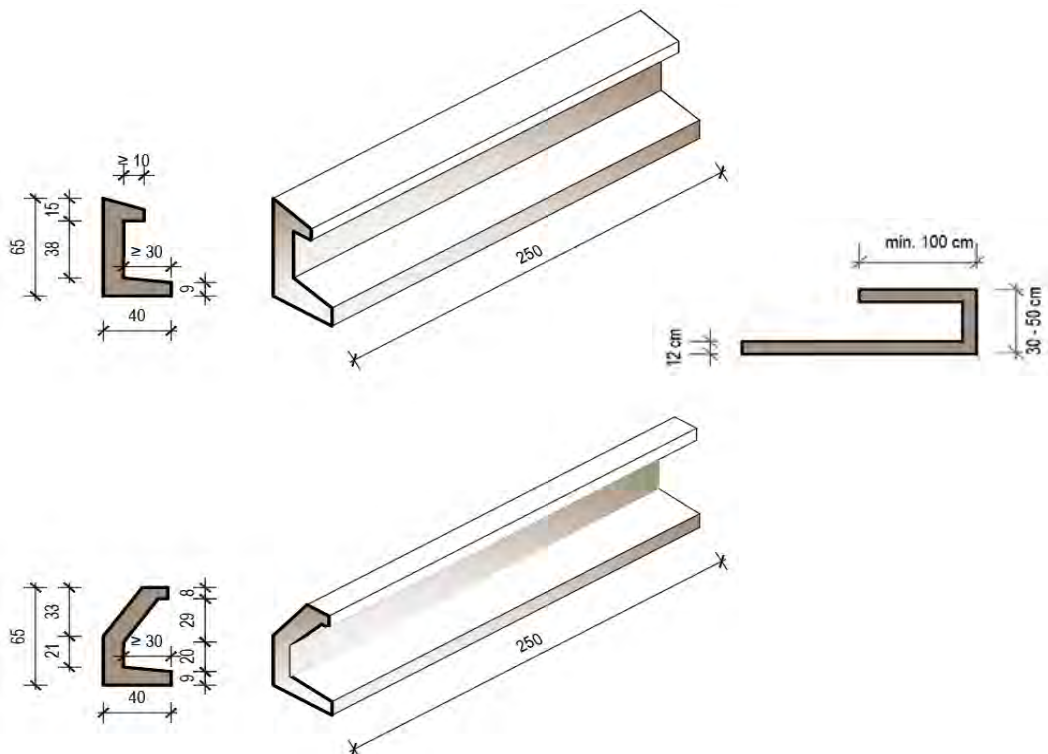
Ograja naj se ob upoštevanju tehničnih specifikacij (Poboljšaj in sod. 2019) obojestransko postavi na predlaganih cestnih odsekih. Vsak konec ograje mora biti zaključen s t. i. »U–elementom«, katerega minimalna dolžina znaša ca. 1 m v izravnanim delu.

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 stalnih 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 16), možne pa so tudi kovinske ograje (Poboljšaj in sod. 2019).



Slika 16: 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 16);
- 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 17) 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).



Slika 17: Zaključni U-element ograje (povzeto po katalogu Zieger).





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.

### 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 19). 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 rešetkami mora biti minimalna razdalja 6 cm (Poboljšaj in sod. 2019).



Slika 19: 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 20).



Slika 20: Prikaz uporabe Enkamat mreže za reševanje dvoživk iz različnih tipov jaškov (Reuters, 2018).

## 5. OPREDELITEV PREDNOSTNIH ODSEKOV ZA IZVEDBO TRAJNIH UKREPOV ZA DVOŽIVKE

Predlog trajnih ukrepov za dvoživke smo pripravili za celotno območje raziskave na odseku Bistra v dolžini 1.325 m (poglavje 4. *Predlog ukrepov za zaščito dvoživk*). Rezultati spremljanja dvoživk v letu 2020 so pokazali, da je odsek ceste, kjer prihaja do množičnih selitev dvoživk in ki ustreza nacionalnim kriterijem za vzpostavitev trajnih ukrepov, daljši od odseka ceste, kjer so bili načrtovani trajni ukrepi za dvoživke v prijavnici projekta LIFE AMPHICON in za katerega so bila opredeljena projektna finančna sredstva. Zato smo v nadaljevanju pripravili predlog tistih cestnih odsekov, na katerih naj se prednostno izvedejo trajni ukrepi za dvoživke v projektu LIFE AMPHICON (1. etapa), v primeru, da bo DRSI zaradi finančnih razlogov projekt izvedel v več etapah.

Kriterija za opredelitev prednostnih cestnih odsekov za izvedbo ukrepov 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.

Po analizi vseh podatkov smo kot prednostna opredelili dva ločena cestne odseke (Slika 21):

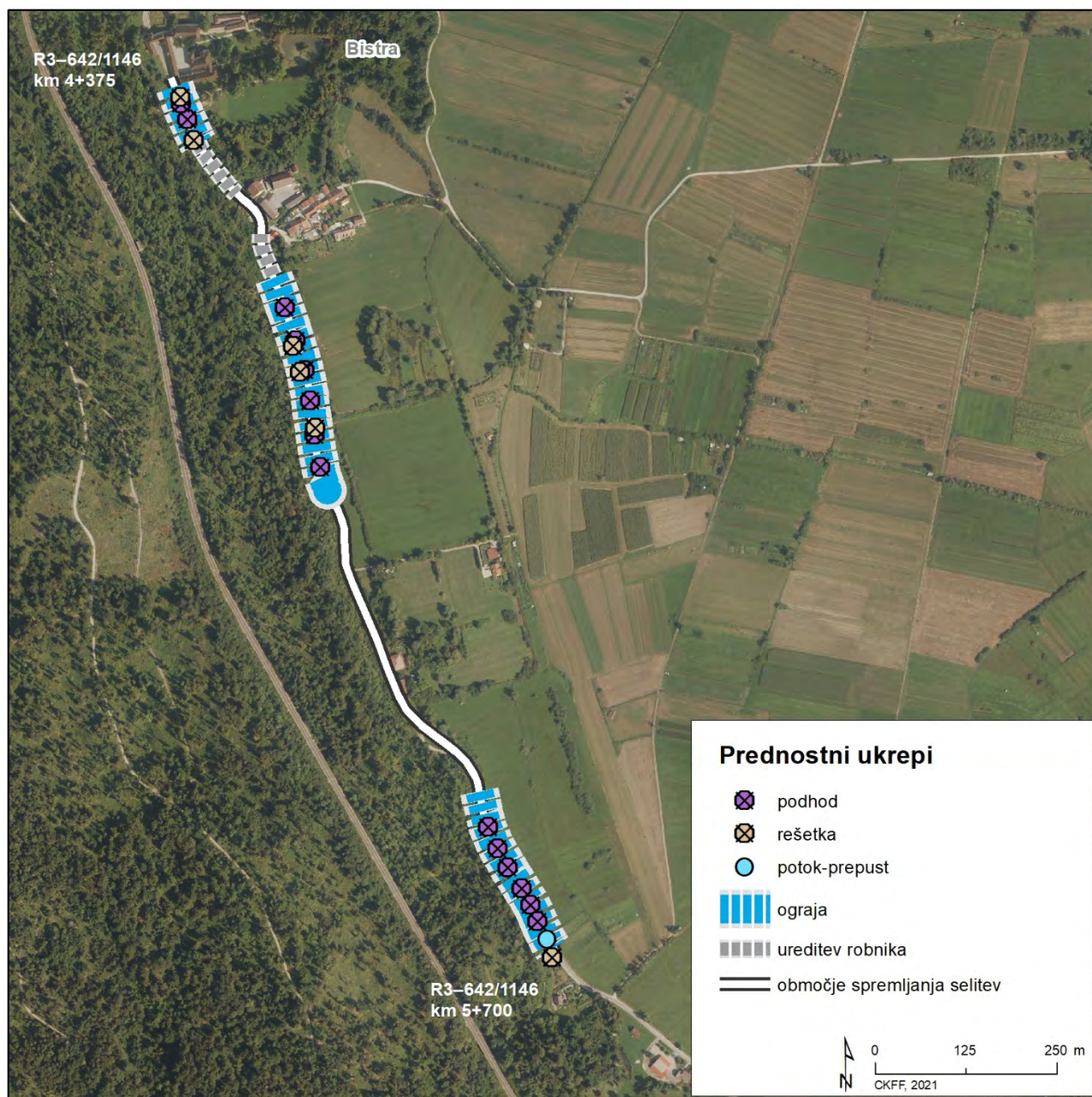
- začetni del obravnavanega odseka pri Gradu Bistra v smeri proti Dolu v dolžini ca. 600 m (pododseki 1–6),
- zaključni del obravnavanega odseka pri Dolu pri Borovnici v dolžini ca. 240 m (pododseki 12–14).

Na teh dveh odsekih je bilo spomladi in jeseni 2020 skupno zabeleženih 1.492 osebkov (83,7 % osebkov); od tega 612 rosnic (84,9 %), 70 zelenih reg (77,8 %) in 105 velikih pupkov (97,2 %), ki so ciljna vrsta projekta.

Na prednostnih odsekih naj se uredi 14 podhodov, prilagodi 1 obstoječi prepust in postavi obojestransko varovalna ograja za dvoživke v skupni dolžini ca. 635 m – tj. 1.270 m elementov ograje (Tabela 16, Slika 21). Predvidena je tudi vgradnja rešetk za dvoživke (vsaka v dolžini ca. 3 m) na 6 priključkih oz. dovozih. Na območju kraških izvirov južno od gradu Bistra (Figarjev izvir in izviri Trebine) predlagamo prilagoditev visokih robnikov na način, ki bo dvoživkam omogočal, da hitreje zapustijo cestišče in s tem skrajšale čas njihovega zadrževanja na cestišču.

Tabela 16: Predlog ukrepov za dvoživke na odseku Bistra na prednostnih odsekih projekta LIFE AMPHICON.

Ukrep	Količina	Opombe
Podhodi za dvoživke	14 kom	
Ureditev obstoječega prepusta	1 kom	
Obojestranske ograje za dvoživke	skupaj na ca. 635 m ceste – 3 pododseki: – 85 m – 310 m – 240 m	postavitev na 3 pododsekih, na katerih obojestranske varovalne ograje povezujejo podhode in prepuste na skupni dolžini 635 m (ca. 1.270 m ograje);
Rešetke	6 kom	vsaka rešetka je dolžine ca. 3 m;
Prilagoditev visokih robnikov pločnikov	na premostitvah na območju kraških izvirov pri Gradu Bistra	prilagoditev robnikov z ureditvijo ramp, ki bodo dvoživkam omogočale da hitreje zapustijo cestišče.



Slika 21: Opredelitev prednostnih odsekov s predlogom ukrepov za dvoživke na odseku Bistra.

## 6. PRIPRAVA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE IN ČAS GRADNJE

Pri načrtovanju in izvedbi ureditev je pomembno, da v vseh fazah sodeluje strokovnjak za dvoživke, kar je v LIFE AMPHICON projektu tudi zagotovljeno. Pri pripravi projektne dokumentacije je to zelo pomembno, saj se lahko na podlagi drugih dejstev v prostoru (lastništvo zemljišč, vgrajena infrastruktura v ali ob cestišču in podobno) in usmeritev v pridobljenih projektih pogojih izkaže, da so potrebne prilagoditve ukrepov predvidenih 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 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 (glej poglavje 7), ki ga bo v sklopu projektih 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 R3–642/1146 Vrhnika–Borovnica–Podpeč na odseku Grad Bistra–Dol pri Borovnici. 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.]
- Sopotnik, M., K. Drašler, G. Lipovšek, J. Mladenovič, R. Šturm & J. Tarman, 2015. Pomagajmo žabicam čez cesto v Krajinskem parku Ljubljansko barje. Sodelovanje pri ohranitvenih ukrepih za dvoživke na izbranem območju znotraj Krajinskega parka Ljubljansko barje. Končno poročilo. Herpetološko društvo – Societas herpetologica slovenica. Ljubljana. 15 str.
- Sopotnik, M., K. Drašler, G. Lipovšek & J. Mladenovič, 2016. Pomagajmo žabicam čez cesto v Krajinskem parku Ljubljansko barje. Sodelovanje pri ohranitvenih ukrepih za dvoživke na izbranem območju znotraj Krajinskega parka Ljubljansko barje. Končno poročilo. Herpetološko društvo – Societas herpetologica slovenica. Ljubljana. 15 str.
- Sopotnik, M., K. Drašler, G. Lipovšek, H. Caserman & A. Žagar, 2017. Pomagajmo žabicam čez cesto v Krajinskem parku Ljubljansko barje. Sodelovanje pri ohranitvenih ukrepih za dvoživke na izbranem območju znotraj Krajinskega parka Ljubljansko barje. Končno poročilo. Herpetološko društvo – Societas herpetologica slovenica. Ljubljana. 14 str.
- 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 Bistra (R3-642/1146 Vrhnika–Podpeč od km 4+375 do km 5+700).

*Triturus carnifex*

2. 3. 2020



Foto: Janez Šemrov

*Hyla arborea*

2. 3. 2020



Foto: Janez Šemrov

*Ichthyosaura alpestris*

2. 3. 2020



Foto: Petra Hladnik

*Hyla arborea*

29. 4. 2020

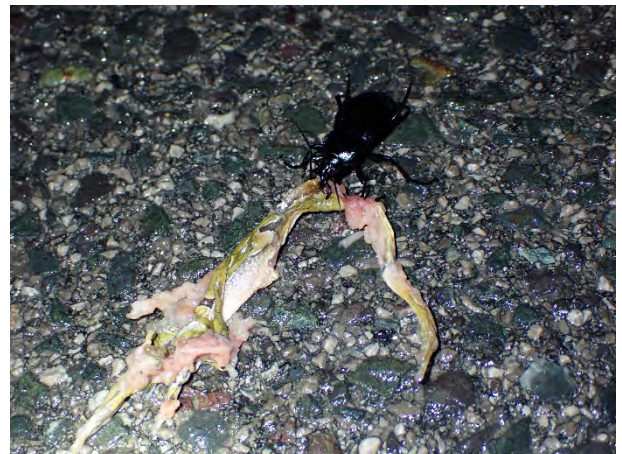


Foto: Katarina Drašler

*Triturus carnifex*

29. 4. 2020



Foto: Gregor Lipovšek

*Hyla arborea*

29. 4. 2020

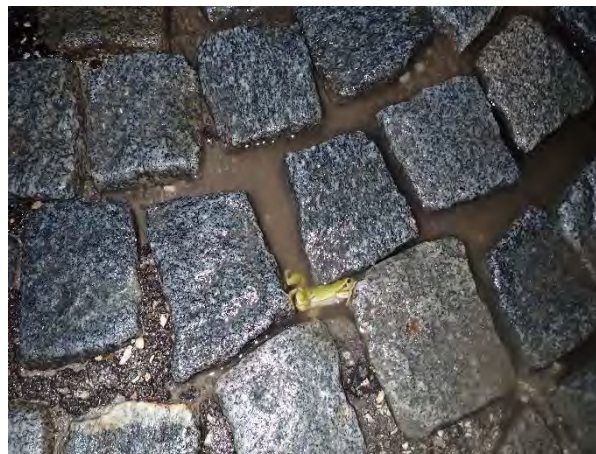


Foto: Gregor Lipovšek

*Triturus carnifex*

2. 5. 2020

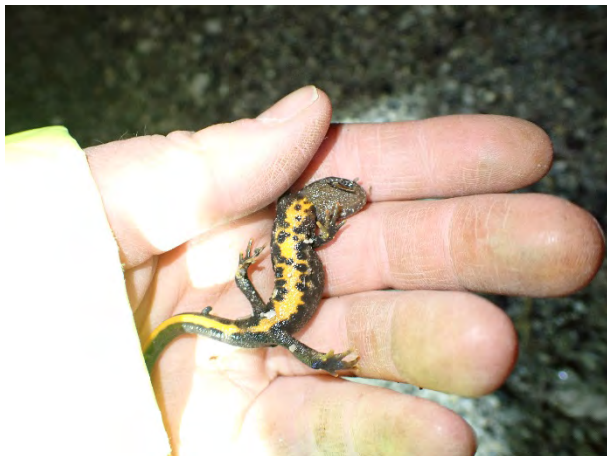


Foto: Gregor Lipovšek

*Triturus carnifex*

23. 9. 2020



Foto: Katarina Drašler

*Lissotriton vulgaris*

25. 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 Bistra (R3-642/1146 Vrhnika–Podpeč).

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

Ime podatkovnega sloja:	<b>Amphicon_Bistra_dvozivke2020.shp</b>
Format podatkovnega sloja:	ESRI shape
Število objektov:	1.430 točk, 11 atributnih polj
Atributna polja:	<ul style="list-style-type: none"><li>– <b>Ident</b> – zaporedna številka točke;</li><li>– <b>Vrsta</b> – 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;</li><li>– <b>Zivi</b> – število opaženih živih osebkov vrste;</li><li>– <b>Povozeni</b> – število opaženih mrtvih osebkov vrste,</li><li>– <b>Skupaj</b> – število vseh opaženih dvoživk,</li><li>– <b>Datum</b> – datum in čas opazovanja posameznih dvoživk,</li><li>– <b>Sezona</b> – sezona spremljanja dvoživk (pomlad, jesen)</li><li>– <b>Pododsek</b> – številka posameznega pododseka ceste (cesto smo razdelili na 14 pododsekov (od 1 do 14) dolžine 100 m v smeri od Vrhnike proti Podpeči);</li><li>– <b>ltime</b>: datum in čas opazovanja posameznih dvoživk;</li><li>– <b>Popisal</b> – popisovalec;</li><li>– <b>Vir</b> – izvajalec in leto podatka.</li></ul>