

Ohranjanje dvoživk in obnova njihovih habitatov

Spremljanje spomladanskih in jesenskih selitev dvoživk na projektnem odseku Pako–Goričica 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 Pako–Goričica v letu 2020 in predlog ukrepov za dvoživke**

(Preoperational Study for Amphibians & Roads: Pako–Goričica 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 Pako–Goričica 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. 48 str. , digitalne priloge (xlsx, shp)

KAZALO

KAZALO SLIK.....	5
KAZALO TABEL	6
SUMMARY	7
1. UVOD.....	9
2. METODE DELA	10
2.1 Območje dela	10
2.2 Spremljanje selitev dvoživk.....	11
2.3 Terensko delo.....	12
3. REZULTATI.....	17
3.1 Dvoživke na širšem območju projektnega cestnega odseka Pako–Goričica.....	17
3.2 Pregled obstoječih podatkov.....	18
3.3 Selitve dvoživk na projektnem cestnem odseku Pako–Goričica v letu 2020	19
3.4 Mrestišča dvoživk v okolici projektnega cestnega odseka Pako–Goričica.....	21
3.5 Analiza selitev populacij dvoživk na projektnem cestnem odseku Pako–Goričica	23
3.5.1 Zgostitve dvoživk.....	23
3.5.2 Vpliv prometa na smrtnost dvoživk	26
3.5.3 Ocena števila dvoživk, ki se seli čez cesto.....	28
3.6 Izpolnjevanje meril za odločitev o izvedbi ukrepov za dvoživke na projektnem cestnem odseku Pako–Goričica.....	30
4. PREDLOG UKREPOV ZA VARSTVO DVOŽIVK	32
4.1 Predlog ureditve podhodov za dvoživke	34
4.2. Predlog postavitve varovalnih in usmerjevalnih ograj za dvoživke.....	36
4.3 Rešetke za dvoživke, ki preprečujejo dostop živalim na cestišče po priključni cesti	38
4.4 Ustrezne ureditve jaškov.....	39
5. PRIPRAVA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE IN ČAS GRADNJE.....	41
6. MONITORING USPEŠNOSTI IZVEDBE UKREPOV.....	42
7. VIRI IN LITERATURA	43
8. PRILOGE	45
Priloga 1.....	46
Priloga 2: Digitalne priloge	48

KAZALO SLIK

Slika 1: Projektni odsek Pako-Goričica 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=299 m) (ARSO 2020).	15
Slika 3: Spomladanski terenski popisi na cesti, količina padavin – 24-urna akumulacija padavin ob 7 h [mm] od 1. 2. do 2. 5. 2020 za padavinsko postajo Črna vas (lon=14.4633, lat=45.9892; viš=287 m) (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 11. 8. do 9. 11. 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 11. 8. do 9. 11. 2020 za padavinsko postajo Črna vas (lon=14.4633, lat=45.9892; viš=287 m) (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: Mrežišča rosnice (<i>Rana dalmatina</i>) v letu 2020 ob odseku Pako–Goričica.	22
Slika 9: Zgostitve dvoživk na odseku Pako–Goričica po posameznih pododsekih ter smeri selitve dvoživk v obdobju spomladanskega (22 terenskih dni med 1. 2. in 2. 5. 2020) in jesenskega (5 terenskih dni med 22. in 28. 9. 2020) pregleda v letu 2020.	24
Slika 10: Najdbe velikega pupka (<i>Triturus carnifex</i>) in hribskega urha (<i>Bombina variegata</i>) na odseku Pako–Goričica v obdobju spomladanskega (22 terenskih dni med 1. 2. in 2. 5. 2020) in jesenskega (5 terenskih dni med 22. in 28. 9. 2020) pregleda v letu 2020.	25
Slika 11: 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).	27
Slika 12: Princip postavitve trajnih ukrepov za dvoživke (prirejeno po Küster 2000, v Poboljšaj in sod. 2019).	32
Slika 13: Predlog ukrepov za dvoživke na odseku Pako–Goričica.	33
Slika 14: Primer tipskega elementa za škatlasti podhod z dnom prekritim z okoliško zemljino (Vir: katalog Zieger).	35
Slika 15: Zavarovanje vhoda v podhod za dvoživke z betonsko steno in predlog rešitve za odvodnjavanje (Vir skice in fotografije : Zieger).	35
Slika 16: Variante betonskih montažnih elementov in U-zaključka ograje za dvoživke (Poboljšaj in sod. 2019).	36
Slika 17: Ograje za dvoživke (povzeto po katalogu Zieger) – pravilen način pripenjanja ograje na vhod podhoda.	37
Slika 18: Zaključni U-element ograje (povzeto po katalogu Zieger).	38
Slika 19: Rešetka za dvoživke (povzeto po katalogu Zieger).	39
Slika 20: Prikaz uporabe Enkamat mreže za reševanje dvoživk iz različnih tipov jaškov (Reuters, 2018).	40

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 Pako–Goričica (CKFF 2020) in njihov naravovarstveni status.....	17
Tabela 5: Rezultati spremljanja selitev dvoživk na cesti R3-642/1146 Vrhnika–Podpeč na odseku Pako–Goričica med leti 2014 in 2017.	18
Tabela 6: Število zabeleženih dvoživk na odseku Pako–Goričica po vrstah spomladi v letu 2020. Opravljenih je bilo 22 terenskih dni (med 1. 2. in 2. 5. 2020).	19
Tabela 7: Število zabeleženih dvoživk na odseku Pako–Goričica 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 Pako–Goričica po vrstah in pododsekih spomladi v letu 2020.	23
Tabela 9: Število opaženih dvoživk na odseku Pako–Goričica 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 Pako–Goričica v obdobju spomladanskega pregleda (22 dni) v letu 2020.	28
Tabela 11: Ocena števila dvoživk, ki se seli čez cesto R3-642/1146 Vrhnika–Podpeč na odseku Pako–Goričica v obdobju jesenskega pregleda (5 dni) v letu 2020.	29
Tabela 12: Relativna gostota dvoživk (št. osebkov/km) na cesti R3-642/1146 Vrhnika–Podpeč na odseku Pako–Goričica v letu 2020.....	30
Tabela 13: Izpolnjevanje meril za odločitev o izvedbi ukrepov za dvoživke na odseku Pako–Goričica.	31
Tabela 14: Predlog ukrepov za dvoživke na odseku Pako–Goričica.....	34

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 Pako–Goričica 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 Pako–Goričica 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 Krajinski park Ljubljansko barje and Centre for Cartography of Fauna and Flora conducted the preoperational study for detailed planning for amphibian mitigation measures on the road R3-642/1146 Vrhnika–Podpeč on section Pako–Goričica (ca. 270 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 (22 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 392 amphibians were recorded in springtime, with common newt (*Lissotriton vulgaris*) representing 63% of them and 5 Italian crested newts were recorded. In the autumn, 171 amphibians were recorded, with common newt representing 88% of them, 2 Italian crested newts and 1 yellow–bellied toad. 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 5.710 amphibians in the spring and 3.349 amphibians in the autumn (mostly juveniles). Estimates for Italian crested newts (71 animals) and for yellow–bellied toads (27 animals) are not considered to be a significant different from observed numbers in the past (Sopotnik in sod. 2014, 2016, 2017). The exception is estimated number for common newts, which is 6–times higher from observed number of animals (4.857; 810 observed in 2017), which were not influencing our decision regarding mitigation measures.

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 270 m road section we propose to set up 7 amphibian tunnels, 2 amphibian stop drains and an amphibian permanent fence on both sides of the road (440 m of total length).

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 Pako–Goričica (cesta R3-642/1146 Vrhnika–Podpeč od km 11+255 do km 11+525, v dolžini ca. 270 m) in pregled potencialnih mrestišč v projektnem območju v širši okolici cestnega odseka.

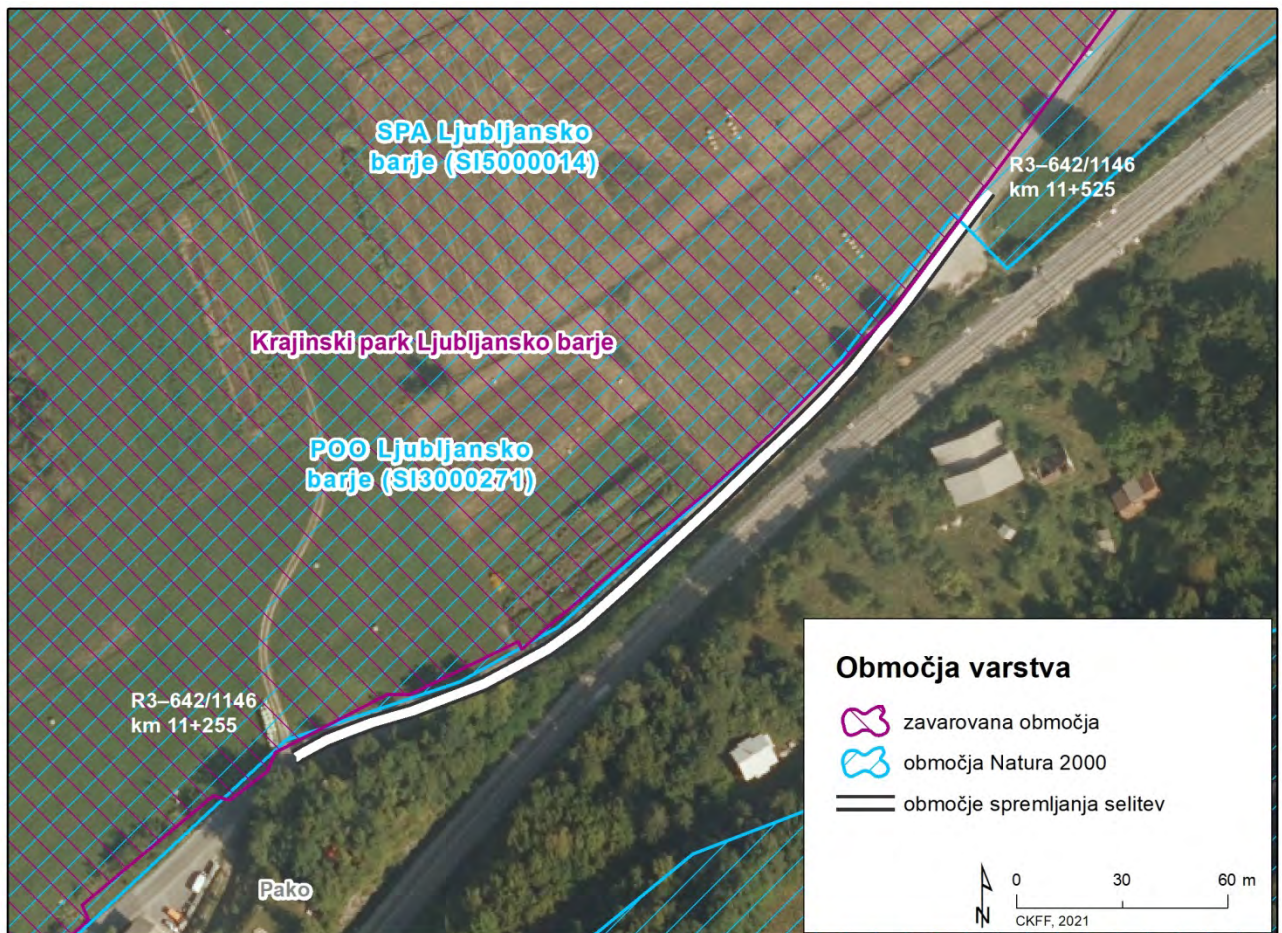
Na osnovi analize rezultatov spomladanskega in jesenskega spremljanja selitev dvoživk smo pripravili strokovni predlog trajnih ukrepov za dvoživke za cestni odsek Pako–Goričica. To je tudi strokovna podlaga za pripravo PZI dokumentacije za načrt ukrepov v akciji *A.2: Priprava projektne dokumentacije 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 Pako–Goričica (R3–642/1146 Vrhnika–Podpeč od km 11+255 do km 11+525) (približno v dolžini 270 m) (Slika 1).

Regionalna cesta R3-642/1146 Vrhnika–Podpeč na projektnem odseku Pako–Goričica poteka po jugozahodnem robu Ljubljanskega barja, med naseljema Pako in Goričica. Na barjanski strani se razprostirajo kmetijske površine – njive in travniki, na območju prepredenem s kanali med jarkoma Voščevka in Jarek ob kravji poti, ki potekata pravokotno na cesto. Proti jugovzhodu, na drugi strani ceste in železniške proge, se neposredno za hišami pričnejo gozdne površine Krimskega pogorja. Cesta in promet na njej predstavljata pomembno oviro selitvam dvoživk iz kopenskih bivališč v gozdnem zaledju na mrestišča na Barju.



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

Na Ljubljanskem barju je več območij z naravovarstvenim statusom, za LIFE AMPHICON sta pomembni naslednji: Krajinski park Ljubljansko barje (Ur. l. RS, št. 112/2008) in območje Natura 2000 POO SI3000271 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) (Slika 1). Za območje 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 Pako–Goričica (R3-642/1146 Vrhnika–Podpeč; Slika 1) je v spomladanskem obdobju potekalo 22 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 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. Najbolj primerna je bila 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 (22 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 premike dvoživk.

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

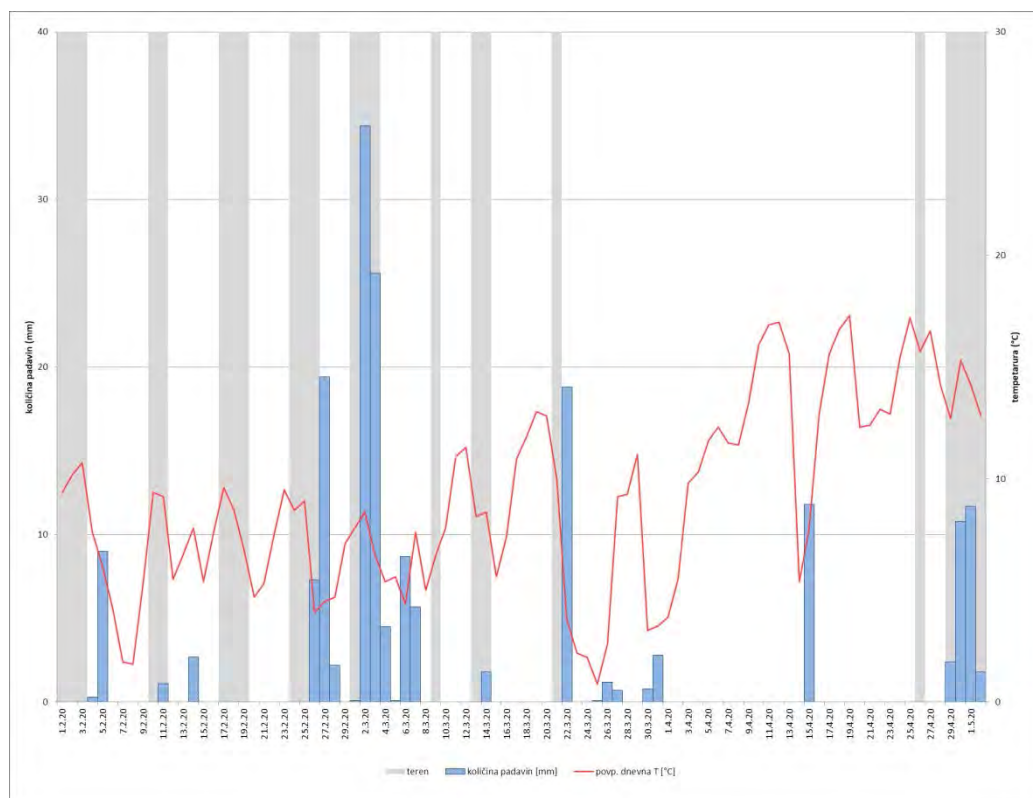
Št. popisa	Datum popisa	Opis dela
1	1.2.2020	nočni pregled ceste
2	2.2.2020	nočni pregled ceste
3	3.2.2020	nočni pregled ceste
4	10.2.2020	nočni pregled ceste
5	11.2.2020	nočni pregled ceste
6	17.2.2020	nočni pregled ceste
7	18.2.2020	nočni pregled ceste
8	19.2.2020	nočni pregled ceste
9	24.2.2020	nočni pregled ceste
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	13.3.2020	nočni pregled ceste
16	14.3.2020	nočni pregled ceste
17	21.3.2020	nočni pregled ceste
18	26.4.2020	nočni pregled ceste
19	29.4.2020	nočni pregled ceste
20	30.4.2020	nočni pregled ceste
21	1.5.2020	nočni pregled ceste
22	2.5.2020	nočni pregled ceste

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

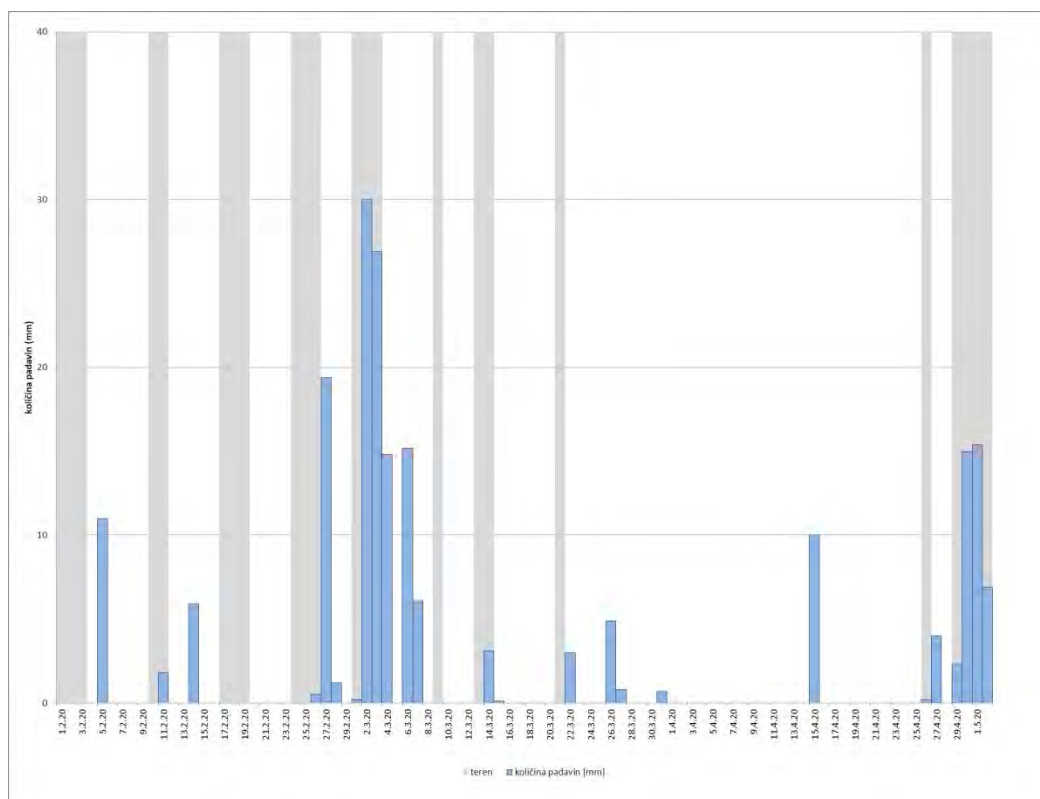
Št. popisa	Datum popisa	Opis dela
1	22.9.2020	nočni pregled ceste
2	23.9.2020	nočni pregled ceste
3	25.9.2020	nočni pregled ceste
4	27.9.2020	nočni pregled ceste
5	28.9.2020	nočni pregled ceste

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

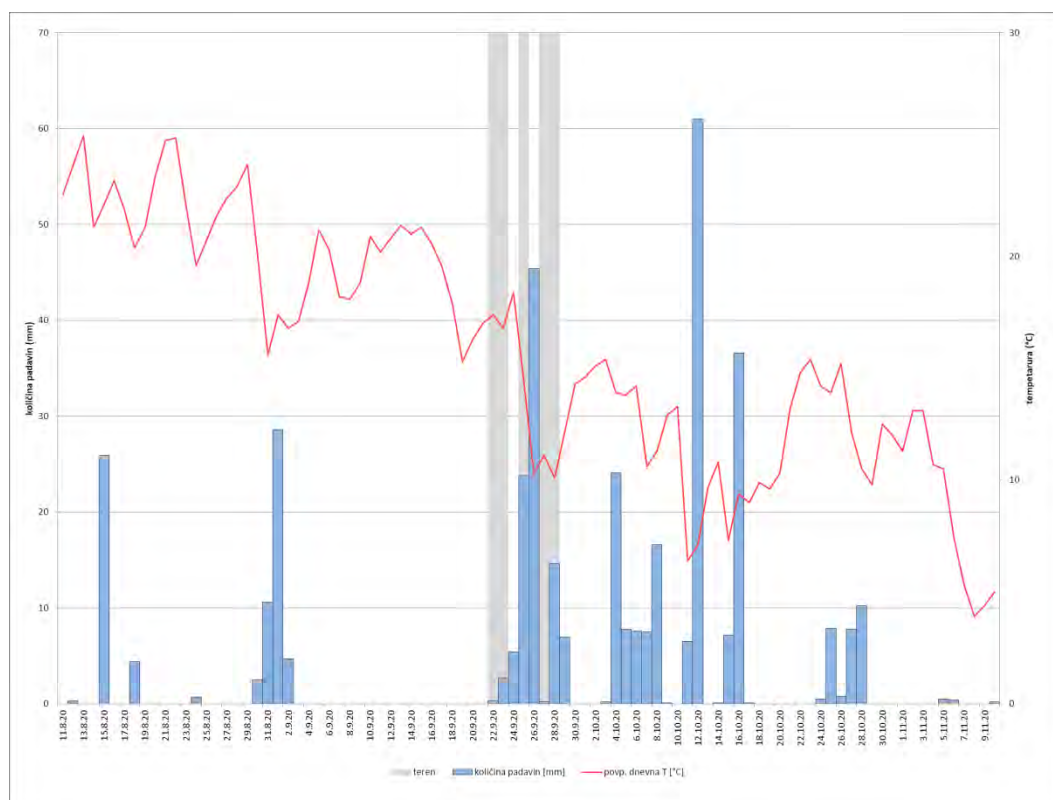
V nadaljevanju so predstavljeni podatki ARSO o povprečni temperaturi zraka na 2 m (°C) in količini padavin (24-urna akumulacija padavin ob 7 h (mm): *dnevna količina padavin pripisana izbranemu dnevu predstavlja količino padavin padlo v zadnjih 24-ih urah, torej, od 7. ure prejšnjega dne do 7. ure izbranega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



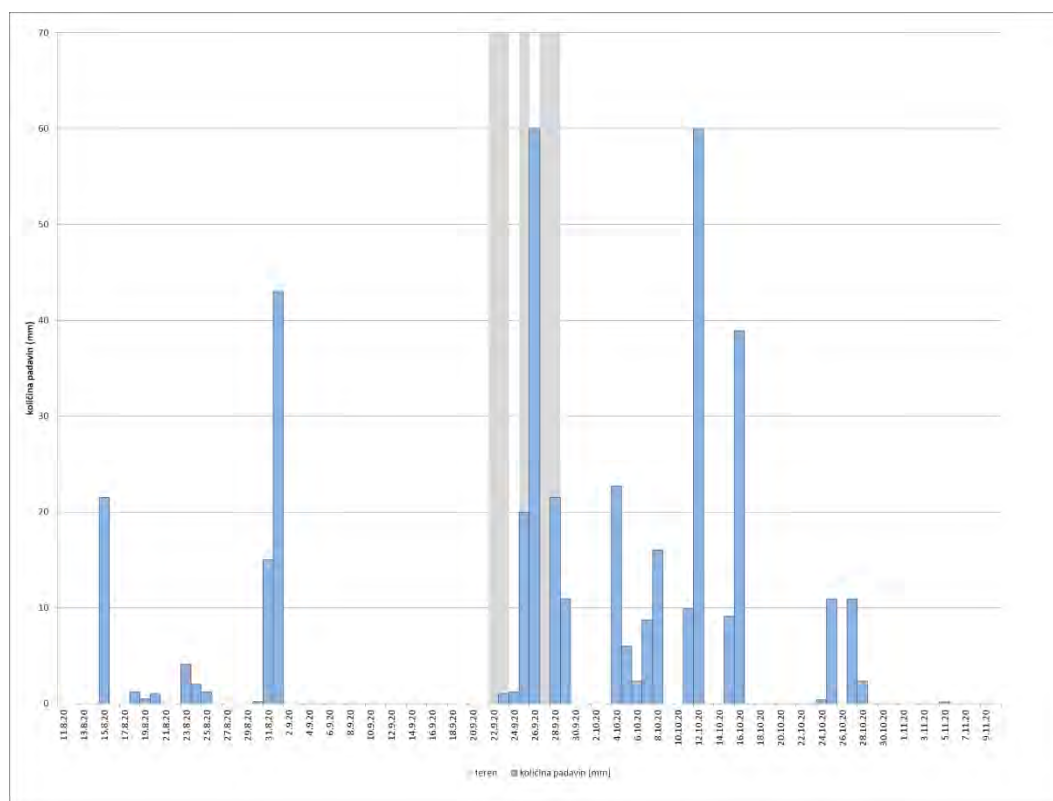
Slika 2: Spomladanski terenski popisi na cesti, povprečna dnevna temperatura zraka na 2 m [°C] in količina padavin – 24-urna akumulacija padavin ob 7 h [mm] od 1. 2. Do 2. 5. 2020 za glavno meteorološko postajo Ljubljana–Bežigrad (lon=14.5124, lat=46.0655, viš=299 m) (ARSO 2020).



Slika 3: Spomladanski terenski popisi na cesti, količina padavin – 24-urna akumulacija padavin ob 7 h [mm] od 1. 2. do 2. 5. 2020 za padavinsko postajo Črna vas (lon=14.4633, lat=45.9892; viš=287 m) (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 11. 8. do 9. 11. 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 11. 8. do 9. 11. 2020 za padavinsko postajo Črna vas (lon=14.4633, lat=45.9892; viš=287 m) (ARSO 2020).

3. REZULTATI

3.1 Dvoživke na širšem območju projektnega cestnega odseka Pako–Goričica

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 Pako–Goričica 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, hribskega urha, zeleno rego, rosnico in vrste iz rodu zelenih žab (Tabela 4).

Tabela 4: Vrste dvoživk na širšem območju odseka Pako–Goričica (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 risticah v zeleni barvi so vrste s priloge IV, ki so bile registrirane v letu 2019.

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

2020: da – vrsta/rod, registrirana 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	da
zeleno rego (<i>Hyla arborea</i>)	V	1, 2	IV	II	da
rod rjavih žab (<i>Rana</i> sp.)					
rosnica (<i>Rana dalmatina</i>)	V	1, 2	IV	II	da
sekulja (<i>Rana temporaria</i>)	V	1		III	ne
rod zelenih žab (<i>Pelophylax</i> sp.)					da
pisana žaba (<i>Pelophylax lessonae</i>)	V	1, 2	IV	III	

Vrsta	RS	UZŽV	FFH	BERN	2020
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 Pako–Goričica je bil kot črna točka za dvoživke prvič opredeljena že leta 2000 (Poboljšaj in sod. 2000), kasnejše raziskave Herpetološkega društva v letu 2013 (Sopotnik 2013) pa so to potrdile. Na odseku Breg (Sopotnik 2013; med Trnovim in Goričico v dolžini ca. 2.600 m, *op. a.*) je bilo v 4 nočeh (3 v marcu in 1 v aprilu) leta 2013 naštetih 472 dvoživk, ki so pripadale 8 taksonom, med njimi pa sta bila tudi 2 povožena velika pupka in 1 živ hribski urh (Sopotnik 2013). Herpetološko društvo je v naslednjih letih (Sopotnik in sod. 2014, 2015, 2016, 2017) spremljalo stanje s postavitvijo začasnih ograje za dvoživke na odseku Pako–Goričica (v dolžini ca. 600 m v letu 2014, v dolžini ca. 220 m v letih 2015 in 2016 ter v dolžini ca. 160 m v letu 2017, *op. a.*; Tabela 5). Glede na lokacijo in dolžino ograje lahko medsebojno primerjamo rezultate po vrstah iz let 2015 do 2017, za odsek v letu 2014 pa je znano le, da je bilo na njem opaženih skupno 574 dvoživk (Sopotnik in sod. 2015).

Vsako leto je bilo ob ograji najdenih najmanj 6 vrst dvoživk (veliki pupek, navadni pupek, navadna krastača, zelena rega, rod zelenih žab in rosnica). Hribski urh in planinski pupek nista bila najdena vsako leto, sekulja pa ni bila registrirana leta 2017. Več kot 50 % vseh zabeleženih dvoživk predstavljajo osebki navadnega pupka. Število osebkov posameznih vrst dvoživk je med leti zelo primerljivo.

Tabela 5: Rezultati spremljanja selitev dvoživk na cesti R3-642/1146 Vrhnika–Podpeč na odseku Pako–Goričica med leti 2014 in 2017.

LETO: leto raziskave (Sopotnik in sod. 2014, 2015, 2016, 2017); v oklepaju je podana dolžina postavljene začasne ograje v posameznem letu.

ČAS: trajanje akcije

število opaženih dvoživk po posameznih vrstah: **TC** – veliki pupek (*Triturus carnifex*); **BV** – hribski urh (*Bombina variegata*); **LV** – navadni pupek (*Lissotriton vulgaris*); **IA** planinski pupek (*Ichtiasauria 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*);

SKUPAJ: število vseh opaženih dvoživk ob začasnih varovalnih ograji.

* na enakem odseku 220 m kot v letu 2015 (in 2016, *op. a.*) je bilo v letu 2014 skupno opaženih 574 dvoživk (Sopotnik in sod. 2015).

LETO (dolž. ograje)	ČAS	TC	BV	LV	IA	BB	HA	PSP	RT	RD	SKUPAJ
2014 (ca. 600 m)	21. 2.–1. 4. (43 dni)	11	6	422	/	20	51	2	39	353	904 (574)*
2015 (ca. 220 m)	4. 3.–7. 4. (32 dni)	59	/	664	/	10	8	46	1	247	1.035
2016 (ca. 220 m)	3. 2.–6. 4. (64 dni)	63	/	524	/	2	2	26	3	35	655
2017 (ca. 160 m)	28. 2.–11. 4. (43 dni)	45	4	810	1	4	8	21	/	101	994

3.3 Selitve dvoživk na projektnem cestnem odseku Pako–Goričica 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 (22 dni) in jeseni od 22. 9. do 28. 9. 2020 (5 dni) na odseku Pako–Goričica (približno v dolžini 270 m). Zbirni rezultati so podani v tabelah v nadaljevanju, fotografije najdb v Prilogi 1 in digitalni podatki v Prilogi 2. Dvoživke smo, če je le bilo možno, določili do vrste natančno. V primerih, ko smo na cesti našli le ostanke povoženih živali, smo jih določili do najvišje možne taksonomske skupine (rjave žabe oz. zelene žabe).

Na pregledovanem cestnem odseku so bili spomladi v letu 2020 najpogostejši navadni pupki, ki so predstavljali 63 % vseh najdb (Tabela 6). Vrste iz rodu rjavih žab so predstavljale 33 % vseh najdb (32 % rosnic, 1 % osebkov smo uvrstili v rod rjavih žab), medtem ko so bile navadna krastača, zelena rega, planinski pupek in vrste iz rodu zelenih žab na cesti opazovane le posamič. Na cesti je bilo registriranih 5 velikih pupkov (od tega 3 povoženi). Na cesti spomladi nismo registrirali hribskega urha.

Tabela 6: Število zabeleženih dvoživk na odseku Pako–Goričica po vrstah spomladi v letu 2020. Opravljenih je bilo 22 terenskih dni (med 1. 2. in 2. 5. 2020).

Vrsta	ŽIVI	POVOŽENI	SKUPAJ
veliki pupek (<i>Triturus carnifex</i>)	2	3	5
navadni pupek (<i>Lissotriton vulgaris</i>)	41	204	245
planinski pupek (<i>Ichthyosaura alpestris</i>)	0	2	2
navadna krastača (<i>Bufo bufo</i>)	0	1	1
zelena rega (<i>Hyla arborea</i>)	0	4	4
rod rjavih žab (<i>Rana</i> sp.)	0	4	4
rosnica (<i>Rana dalmatina</i>)	22	105	127
rod zelenih žab (<i>Pelophylax</i> sp.)	2	2	4
SKUPAJ	67	325	392

Na pregledovanem cestnem odseku so bili tudi jeseni v 5 dneh v letu 2020 najpogostejši navadni pupki, ki so predstavljali kar 88 % vseh najdb (Tabela 7). Rosnica je predstavljala 9 % vseh najdb, 1 % osebkov smo uvrstili v rod rjavih žab, medtem ko so bile navadna krastača, hribski urh in veliki pupek na cesti opazovane le posamič. Nismo pa registrirali planinskega pupka, zelene rege, sekulje in vrste iz rodu zelenih žab.

Tabela 7: Število zabeleženih dvoživk na odseku Pako–Goričica 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>)	0	2	2
navadni pupek (<i>Lissotriton vulgaris</i>)	16	134	150
navadna krastača (<i>Bufo bufo</i>)	0	1	1
hribski urh (<i>Bombina variegata</i>)	0	1	1
rod rjavih žab (<i>Rana</i> sp.)	0	2	2
rosnica (<i>Rana dalmatina</i>)	3	12	15
SKUPAJ	19	152	171

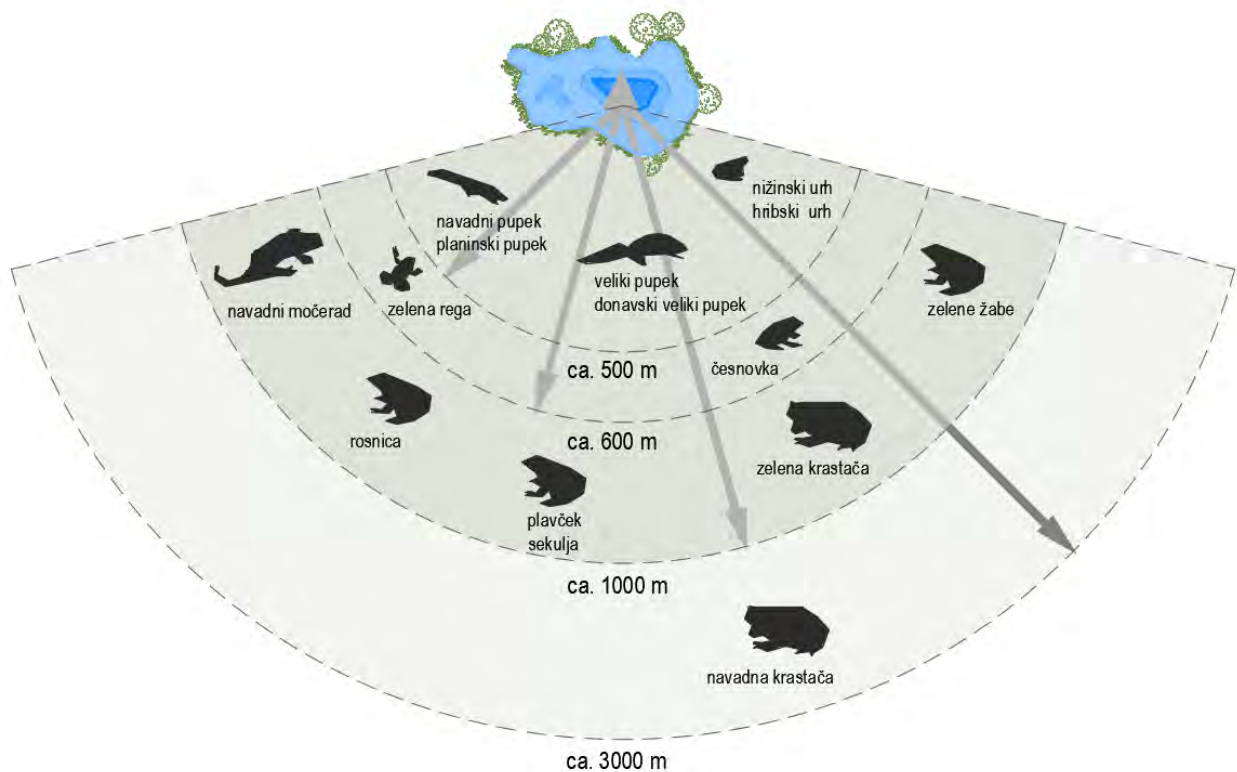


Slika 6: Na pregledovanem odseku ceste smo spomladi in jeseni zabeležili velikega pupka (*Triturus carnifex*) – ciljno vrsto projekta LIFE AMPHICON (foto: Katarina Drašler).

3.4 Mrestišča dvoživk v okolici projektnega cestnega odseka Pako–Goričica

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).

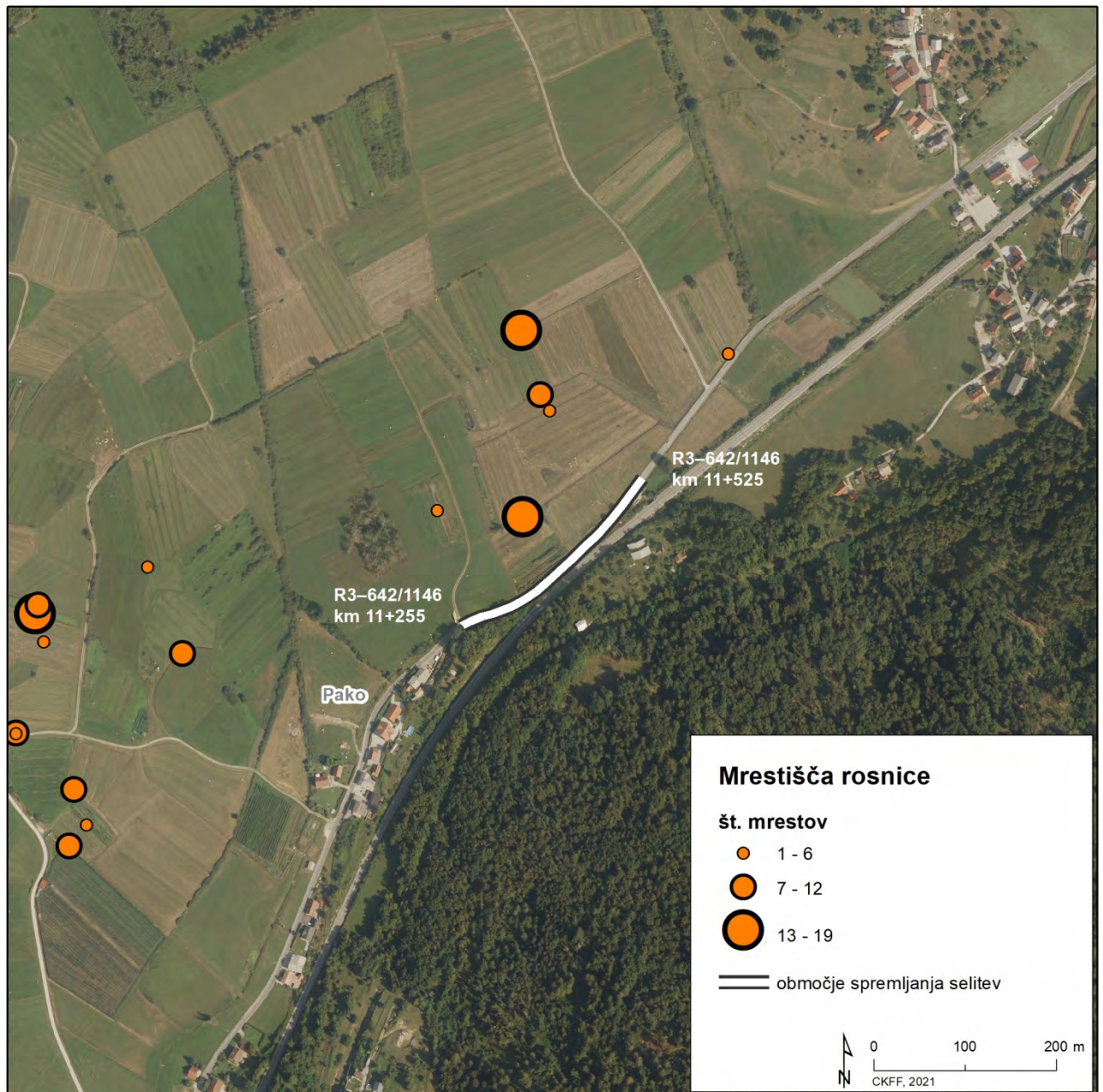


Slika 7: Selitvene razdalje slovenskih vrst dvoživk (Poboljšaj in sod. 2019).

Na pregledovanem odseku so se najbolj množično pojavljali navadni pupki, za katere na podlagi spomladanskega pregleda ni bilo možno natančneje opredeliti mrestišč. Na cesti so se v večjem številu pojavljale tudi rjave žabe rosnice, zato smo bili v bližnji okolici ceste posebej pozorni na njihova mrestišča.

Našli smo le manjše število mrestišč, zato ocenjujemo, da se je zaradi zelo sušnega obdobja spomladi 2020 veliko jarkov v okolici ceste izsušilo ali pa sploh ni imelo vode. V bližnji okolici ceste smo v barjanskih jarkih našli skupno 151 mrestov (Slika 8). Število prešteti mrestov predstavlja minimalno število odraslih samic na območju (151 samic rosnic). Razmerje med samicami in samci znaša pri rosnici od 1:1,7 do 1:2,54 (Lodé in

sod. 2005). Upoštevali smo ga pri izračunu minimalnega števila samcev na območju (257 do 384) in tako dobili oceno minimalne velikosti populacije odraslih osebkov rosnice v neposredni okolici pregledovanega odseka, ki znaša med 408 in 535 osebkov. Ocena je primerljiva tudi z oceno števila rosnic, ki se je selila čez cesto (ca. 600, Tabela 10).



Slika 8: Mrestišča rosnice (*Rana dalmatina*) v letu 2020 ob odseku Pako–Goričica.

3.5 Analiza selitev populacij dvoživk na projektnem cestnem odseku Pako–Goričica

3.5.1 Zgostitve dvoživk

Pregledovani odsek ceste smo za spomladansko in jesensko obdobje selitev razdelili na 3 pododseke (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 Pako–Goričica po vrstah in pododsekih spomladi v letu 2020.

PODODSEK: številka 100 m pododseka ceste, ki sovпада s prikazom na slikah v nadaljevanju (Slika 9);
 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.); **RSP** – rod rjavih žab (*Rana* sp.); **RD** – rosnica (*Rana dalmatina*);
RANA SKUPAJ: število vseh opaženih rjavih žab;
SKUPAJ: število vseh opaženih dvoživk.

PODODSEK	TC	LV	IA	BB	HA	PSP	RSP	RD	RANA SKUPAJ	SKUPAJ
1		111			2	2	2	34	36	151
2	3	76	2	1		2	2	66	68	152
3	2	58			2			27	27	89
SKUPAJ	5	245	2	1	4	4	4	127	131	392

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

PODODSEK: številka 100 m pododseka ceste, ki sovпада s prikazom na slikah v nadaljevanju (Slika 9);
 število opaženih dvoživk po posameznih vrstah: **TC** – veliki pupek (*Triturus carnifex*); **LV** – navadni pupek (*Lissotriton vulgaris*); **BB** – navadna krastača (*Bufo bufo*); **BV** – hribski urh (*Bombina variegata*); **RSP** – rod rjavih žab (*Rana* sp.); **RD** – rosnica (*Rana dalmatina*);
RANA SKUPAJ: število vseh opaženih rjavih žab;
SKUPAJ: število vseh opaženih dvoživk.

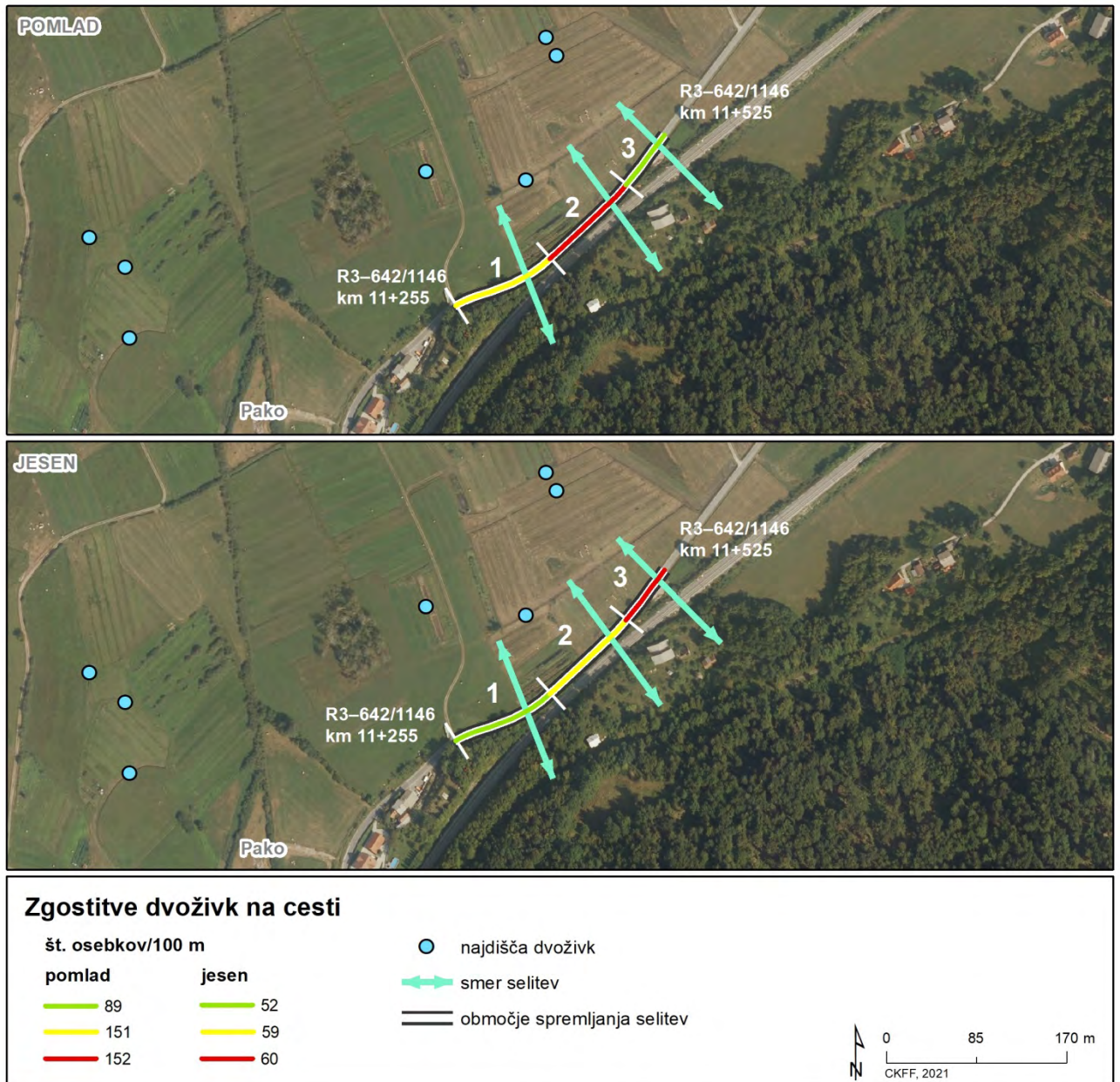
PODODSEK	TC	LV	BB	BV	RSP	RD	RANA SKUPAJ	SKUPAJ
1		44		1		7	7	52
2	2	49	1			7	7	59
3		57			2	1	3	60
SKUPAJ	2	150	1	1	2	15	17	171

V nadaljevanju (Slika 9) so prikazane zgostitve dvoživk po posameznih pododsekih ceste za vse vrste, skupaj z lokacijami mrestišč zabeleženih v naši raziskavi. Izkazalo se je, da v neposredni bližini ceste ni večjega števila primernih mrestišč, saj so v neposredni bližini ceste večinoma travniške površine, ki jih prepredajo melioracijski kanali, ki so bili v času raziskave večinoma brez vode.

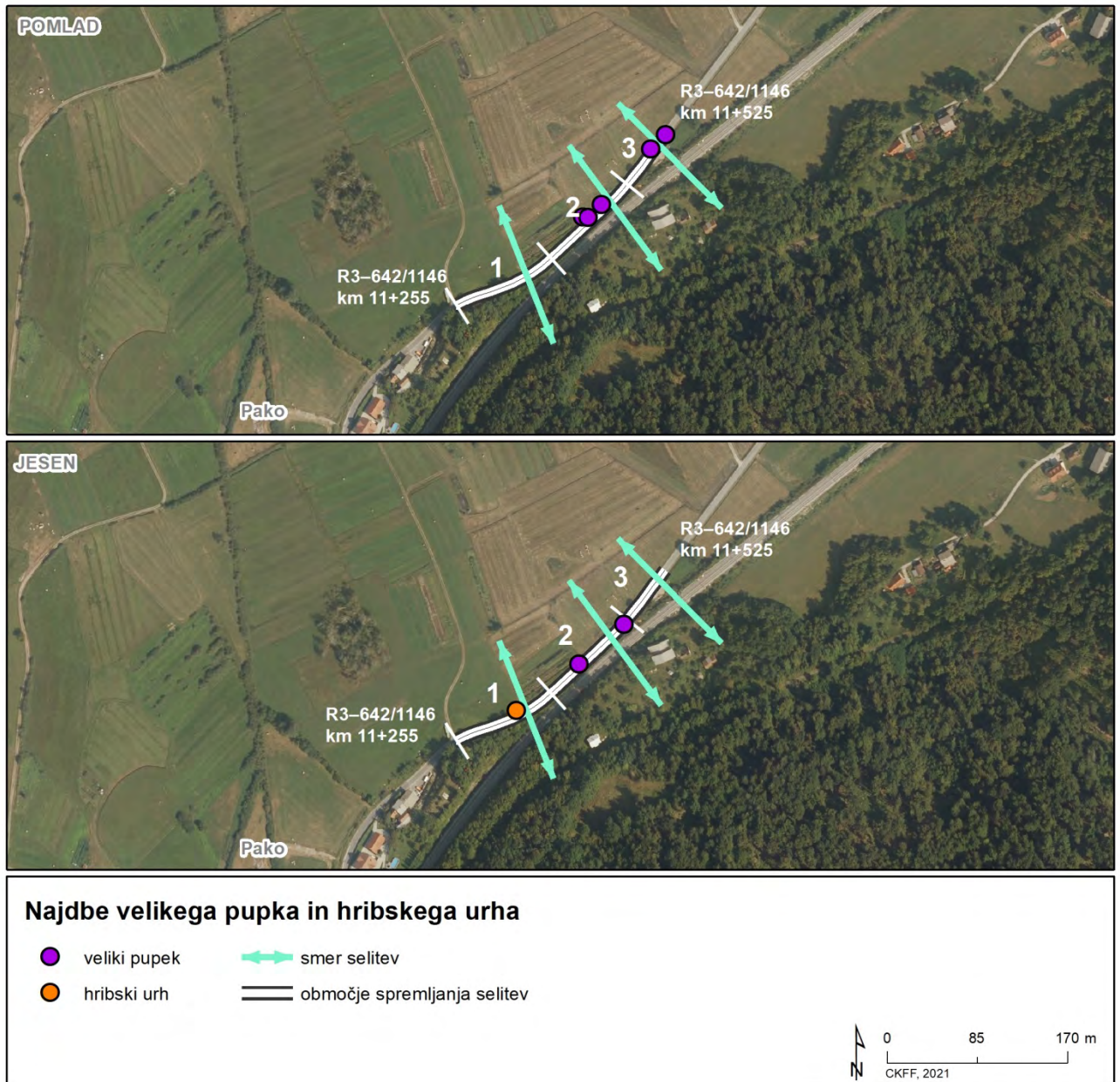
Ocenjujemo, da so mrestišča dvoživk, ki se selijo prek raziskovanega odseka, tudi dlje od ceste, na bolj ekstenzivnih površinah Ljubljanskega barja in glede na selitvene razdalje opaženih vrst so ta lahko od ceste oddaljena tudi več kot kilometer. Glede na opažanja premikov dvoživk, smo opredelili najbolj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

Na obravnavanem odseku smo registrirali tudi velikega pupka in hribskega urha (ciljni vrsti projekta LIFE AMPHICON, Slika 10) ter zeleno rego in rosnico (vrsti uvrščeni na Prilogo IV *Direktive o habitatih*) (Tabela 8, Tabela 9).

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 Pako–Goričica ni bila namen te naloge, zato smo lahko podali le grobe ocene.



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



Slika 10: Najdbe velikega pupka (*Triturus carnifex*) in hribskega urha (*Bombina variegata*) na odseku Pako–Goričica v obdobju spomladanskega (22 terenskih dni med 1. 2. in 2. 5 2020) in jesenskega (5 terenskih dni med 22. in 28. 9. 2020) pregleda v letu 2020.

3.5.2 Vpliv prometa na smrtnost dvoživk

Po podatkih DRSI iz leta 2019 (DRSI 2021) je povprečni letni dnevni promet (PLDP) na odseku R3-642/1146 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).

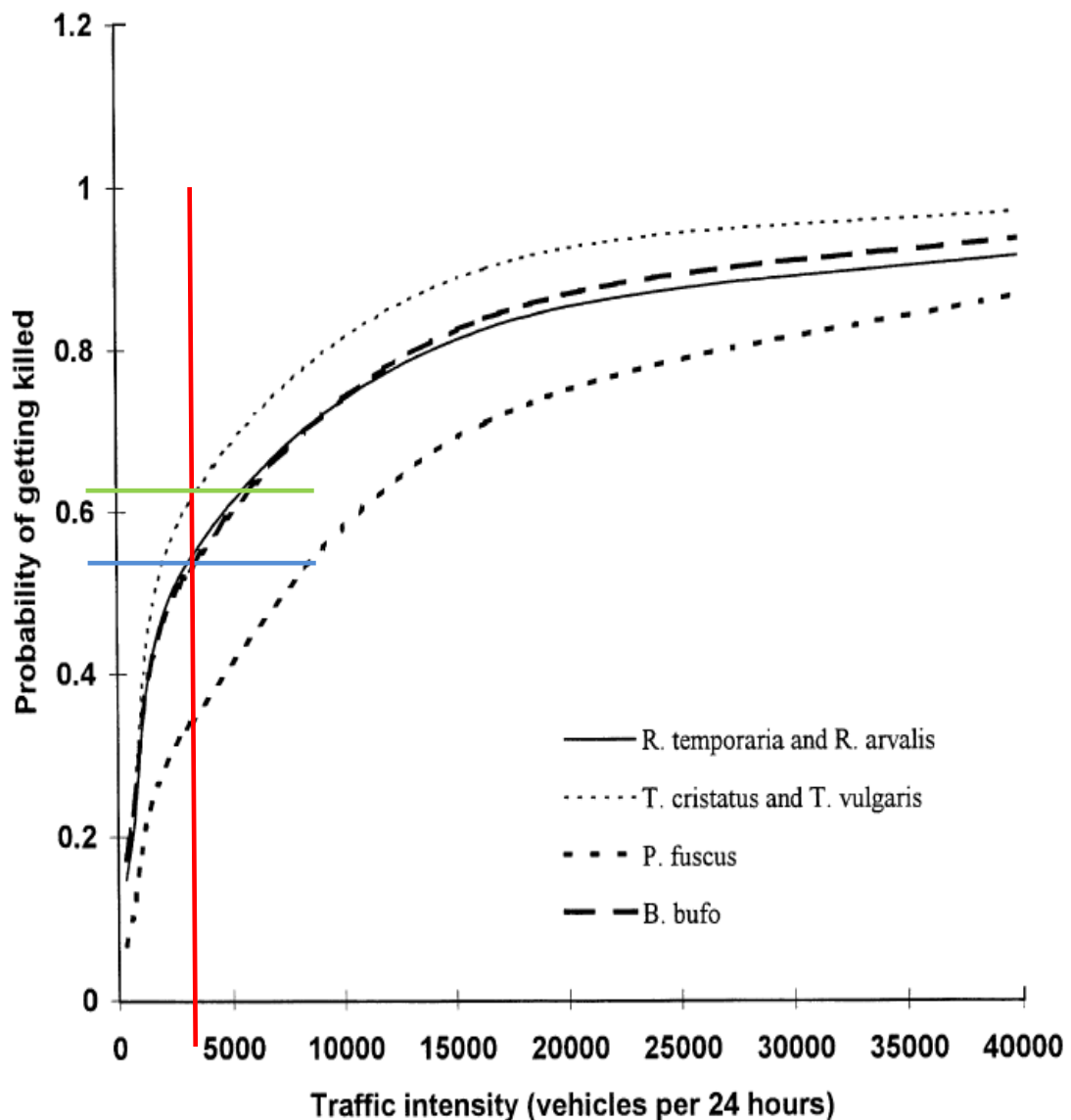
Glede na naša opažanja v letošnjem letu, je bil večerni promet zaradi ukrepov ob koronavirusu zelo zmanjšan na vseh cestah in ne le na pregledovanem odseku, zato predpostavljamo, da je bilo letos povozov dvoživk manj, kot bi jih bilo sicer. Pregledovani cestni odsek se nahaja izven naselja, zato ocenjujemo, da je povprečna hitrost vozil najmanj 70 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 povožen. 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 povožen 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 povožene 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 povoza. Verjetnost povoza ni v linearni odvisnosti od števila vozil na dan.



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).

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 povežena rjava žaba ali navadna krastača (0,55);

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

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

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

Na podlagi vseh zgoraj opisanih predpostavk po previdnostnem principu ocenjujemo, da je zaradi velike gostote prometa smrtnost odraslih dvoživk pri prehajanju čez cestni odsek Pako–Goričica verjetno velika oz. okoli 60 %. Vse naštetu so seveda zelo grobe ocene, ki kažejo na to, da je vpliv prometa pomemben za dolgoročno preživetje populacij dvoživk, ki se selijo čez pregledovani odsek ceste.

3.5.3 Ocena števila dvoživk, ki se seli čez cesto

Na podlagi zabeleženih povoženih osebkov dvoživk in izhodišč opisanih v poglavju 2.2 *Spremljanje selitev dvoživk* smo na podlagi *indeksa zaznavnosti* (F) (Poboljšaj in sod. 2019) ocenili, da je bilo na pregledovanem odseku čez cesto v 22-ih dnevih spomladi 2020 3.546 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 5.710 osebkov dvoživk (Tabela 10).

Tabela 10: Ocena števila dvoživk, ki se seli čez cesto R3-642/1146 Vrhnika–Podpeč na odseku Pako–Goričica v obdobju spomladanskega pregleda (22 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>)	3	15	45,0	0,63	71,4
navadni pupek (<i>Lissotriton vulgaris</i>)	204	15	3.060,0	0,63	4.857,1
planinski pupek (<i>Ichthyosaura alpestris</i>)	2	15	30,0	0,63	47,6
navadna krastača (<i>Bufo bufo</i>)	1	1,88	1,9	0,55	3,4
zelena rega (<i>Hyla arborea</i>)	4	15	60,0	0,63	95,2
rod rjavih žab (<i>Rana</i> sp.)	4	3,15	12,6	0,55	22,9
rosnica (<i>Rana dalmatina</i>)	105	3,15	330,8	0,55	601,4
rod zelenih žab (<i>Pelophylax</i> sp.)	2	3,15	6,3	0,55	11,5
SKUPAJ	325		3.546,5		5.710,6

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 2.101 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 3.349 osebkov dvoživk (Tabela 11). Kar 93 % opaženih osebkov navadnih pupkov je bilo mladih osebkov, ki so se prvič odpravili na kopno iz mrestišč in zato niso bili registrirani v spomladanskih selitvah. Novejše študije (Petrovan & Schmidt 2019, Matos in sod. 2019a, b) so pokazale, da so za dolgoročno preživetje populacij ključnega pomena tudi selitve in preživetje mladih osebkov, ki se prvič odpravijo iz mrestišč v kopenske habitate.

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

Indeks zaznavnosti (F) in ocena št. 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>)	2	15	30,0	0,63	47,6
navadni pupek (<i>Lissotriton vulgaris</i>)	134	15	2.010,0	0,63	3.190,5
navadna krastača (<i>Bufo bufo</i>)	1	1,88	1,9	0,55	3,4
hribski urh (<i>Bombina variegata</i>)	1	15	15,0	0,55	27,3
rod rjavih žab (<i>Rana sp.</i>)	2	3,15	6,3	0,55	11,5
rosnica (<i>Rana dalmatina</i>)	12	3,15	37,8	0,55	68,7
SKUPAJ	152		2.101,0		3.349,0

Primerjava rezultatov opažanj spomladanskih in jesenskih raziskav kaže, da se na območju cestnega odseka med letom seli veliko število navadnih pupkov in rosnic, ostalih 6 vrst se pojavlja v manjšem številu, hribski urh pa je bil najden samo v jesenskem pregledu.

Raziskave Herpetološkega društva (Sopotnik in sod. 2014, 2015, 2016, 2017) so pokazale, da je bilo število opaženih dvoživk med leti podobno. Skupno število dvoživk je med leti v grobem zanihalo za 50 % v vsakem naslednjem letu (navzgor ali navzdol), vendar so se posamezne vrste vsako leto pojavljale v drugačnem deležu (Tabela 5). To je bila lahko 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).

Ko primerjamo ocene števila dvoživk po posameznih vrstah, ki so se selile čez cesto spomladi v letu 2020 (Tabela 10) z najvišjim številom opaženih osebkov posameznih vrst ob ograji v letih 2014–2017 (Tabela 5), med njimi ni večjih odstopanj, če upoštevamo da je možno medletno nihanje ca 50 %. Za velikega pupka (ciljna vrsta projekta LIFE AMPHICON) je ocena 71 osebkov v skladu z 63 opazovanimi osebki v letu 2016. Hribski urh je na odseku bolj redka vrsta, vendar predvidevamo, da je ocena 27 osebkov v jesenskem pregledu (Tabela 11) primerljiva z opaženimi 6 osebki v letu 2014 oz. 4 osebki v letu 2017.

Odstopanja smo zaznali le pri oceni števila osebkov navadnega pupka (4.857), ki je skoraj 6–krat večja od največjega opazovanega števila (810) v letu 2017. Ocena je za to vrsto verjetno precenjena na tako kratkem cestnem odseku, 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 ceste Pako–Goričica, smo izračunali še gostoto dvoživk na kilometer ceste (Tabela 12), kjer je bila gostota zabeleženih prehodov 1.452 osebkov/km ter

gostota ocenjenih prehodov 23.881 osebkov/km v spomladanskem času. Pri tem opozarjamo, da je zaradi precejšenega števila navadnih pupkov tudi ocena relativne gostote vseh osebkov najverjetneje prevelika.

Tabela 12: Relativna gostota dvoživk (št. osebkov/km) na cesti R3-642/1146 Vrhnik–Podpeč na odseku Pako–Goričica v letu 2020.

	dolžina odseka (m)	št. osebkov	št. osebkov/km
zabeleženo št. osebkov, ki so se selili čez cesto spomladi	270	392	1.451,9
ocena št. osebkov, ki so se selili čez cesto spomladi	270	5.711	21.151,9
zabeleženo št. osebkov, ki so se selili čez cesto jeseni	270	171	633,3
ocena št. osebkov, ki so se selili čez cesto jeseni	270	3.349	12.403,7

3.6 Izpolnjevanje meril za odločitev o izvedbi ukrepov za dvoživke na projektnem cestnem odseku Pako–Goričica

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 ustrežno raziskavo dvoživk izpolnjeno vsaj eno izmed naslednjih meril:

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

Pri upoštevanju zgornjih meril moramo biti pozorni na dejstvo, da je obravnavani cestni odsek Pako–Goričica dolg le 270 m, kar pomeni, da tretjina zgornjih vrednosti ustreza kriterijem, ki so opredeljeni za dolžino odseka ceste ca. 1.000 m.

Glede na rezultate opazovanj in ocene števila dvoživk na odseku Pako–Goričica (Tabele 7 do 10) je stanje glede izpolnjevanja zgornjih meril predstavljeno v nadaljevanju (Tabela 13).

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

Tabela 13: Izpolnjevanje meril za odločitev o izvedbi ukrepov za dvoživke na odseku Pako–Goričica.

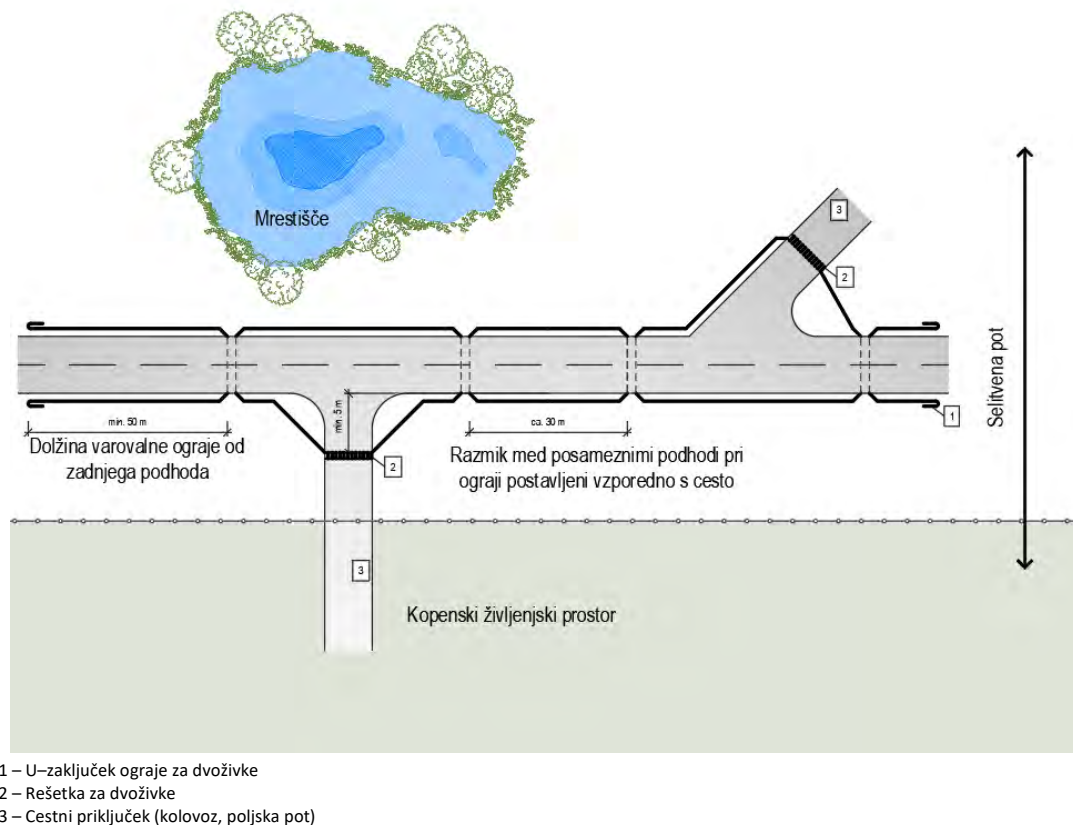
Merilo	Mejne vrednosti za cestni odsek v dolžini 1.000 m	Mejne vrednosti za cestni odsek v dolžini 270 m	Vrednosti na odseku Pako–Goričica	Izpolnjevanje meril
(a) zabeleženi so osebki vsaj ene vrste dvoživk uvrščene na Prilogo IV Direktive o habitatih (Tabela 4)	najmanj 10 osebkov posameznih vrst ali rosnica in laška žaba s po več kot 50 osebki	najmanj 4 osebki posameznih vrst ali rosnica in laška žaba s po več kot 17 osebki	zabeležene so 4 vrste s Priloge IV Direktive o habitatih, od tega veliki pupek z več kot 4 osebki (pomlad: 5 osebkov, ocena 71 osebkov; jesen: 2 osebka, ocena 48 osebkov), hribski urh z manj kot 4 osebki (jesen: 1 osebek, ocena 27 osebkov), zelena rega z več kot 4 osebki (pomlad: 4 osebki, ocena 95 osebkov) in rosnica z več kot 127 osebki (pomlad: 127 osebki, ocena 601 osebkov; jesen: 15 osebkov, ocena 69 osebkov);	DA
(b) zabeleženih je vsaj 5 vrst dvoživk	vsaj ena vrsta se pojavlja z več kot 500 osebki ali sekulja z več kot 200 osebki	vsaj ena vrsta se pojavlja z več kot 167 osebki ali sekulja z več kot 67 osebki	zabeleženih je 8 vrst dvoživk (veliki pupek, navadni pupek, planinski pupek, navadna krastača, hribski urh, zelena rega, rosnica in rod zelenih žab), od tega se navadni pupek pojavlja z več kot 167 osebki (pomlad: 245 osebkov, ocena 4.857 osebkov (precenjeno število, op.a.); jesen: 150 osebkov, ocena 3.190 osebkov (precenjeno število, op.a.));	DA
(c) skupno je zabeleženih več kot 1.000 osebkov	več kot 1.000 osebkov	več kot 333 osebkov	zabeleženo število osebkov je za čas izvajanja raziskav 392 (pomlad; ocena 5.711) in 171 (jesen; ocena 3.349).	DA

4. PREDLOG UKREPOV ZA VARSTVO DVOŽIVK

Načrti ukrepov za varstvo dvoživk na odseku Pako–Goričica 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, ...).

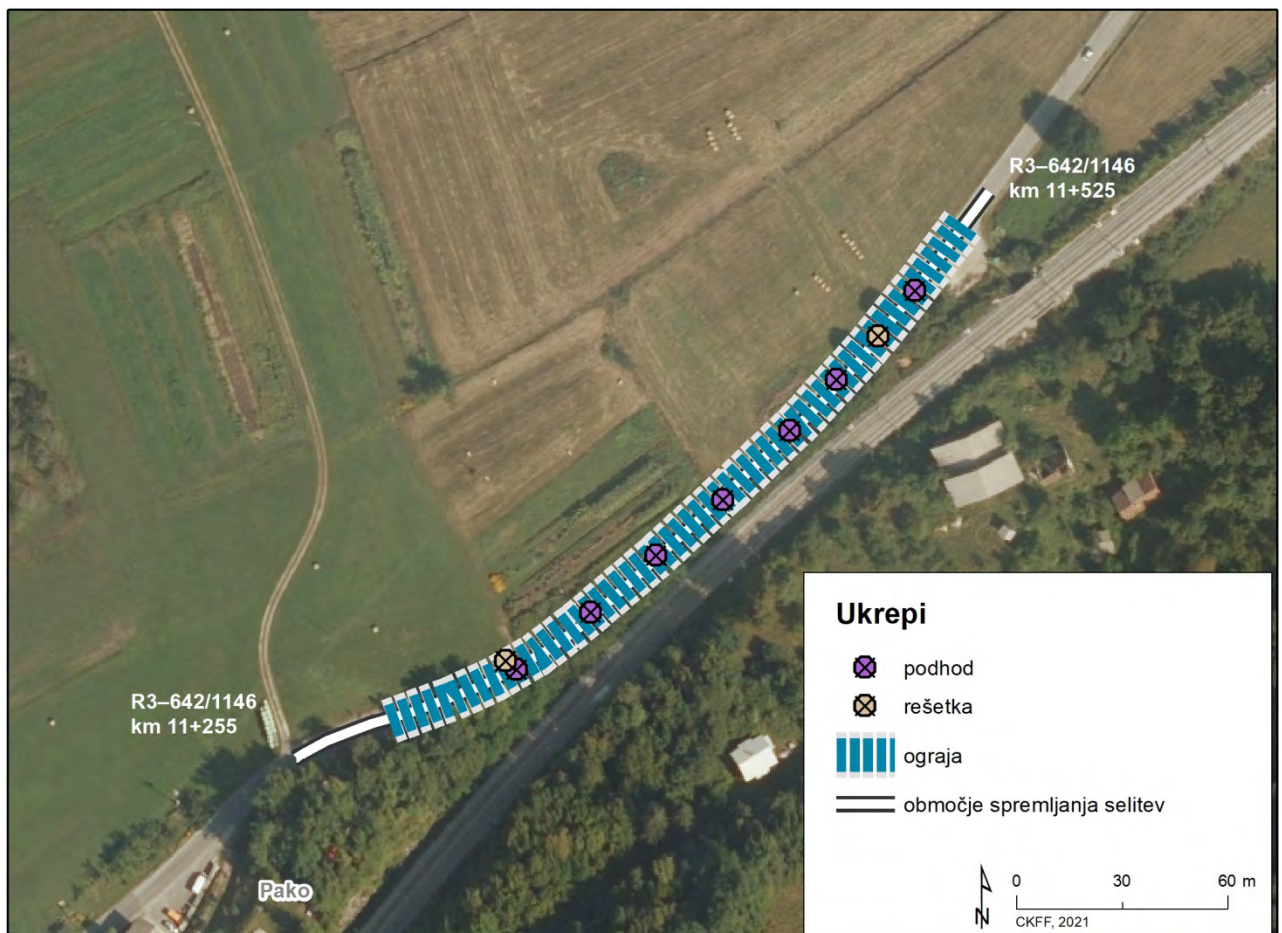


Slika 12: Princip postavitve trajnih ukrepov za dvoživke (prirejeno po Küster 2000, v Poboljšaj in sod. 2019).

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 Pako–Goričica uredi 7 podhodov in postavi obojestransko varovalno ograjo za dvoživke v skupni dolžini ca. 220 m (Tabela 14). Predlagana je tudi vgradnja rešetk za dvoživke (vsaka v dolžini ca. 3 m) na 2 priključkih oz. dovozih (Slika 13).



Slika 13: Predlog ukrepov za dvoživke na odseku Pako–Goričica.

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

Tabela 14: Predlog ukrepov za dvoživke na odseku Pako–Goričica.

Ukrep	Količina	Opombe
Podhodi za dvoživke	7 kom	max. 30 m razmik med podhodi;
Rešetke	ca. 2 kom	vsaka rešetka je dolžine ca. 3 m;
Obojestranske ograje za dvoživke	skupaj na ca. 220 m ceste	postavitev obojestranske varovalne ograje, ki povezujejo podhode in prepuste na skupni dolžini 220 m (ca. 440 m ograje).

4.1 Predlog ureditve podhodov za dvoživke

Predlagamo ureditev 7 podhodov (Tabela 14, Slika 13). Lokacije vseh predlaganih podhodov so na mestih, ki so najbolj primerni tudi glede na razmere na oz. ob cestišču. Na odseku Pako–Goričica se selijo vse tri vrste pupkov, hribski urh in zelena rega, za katere se priporoča maksimalen razmik 30 m med posameznimi podhodi, kar smo tudi upoštevali v predlogu ukrepov. Veliki pupek in hribski urh sta ciljni vrsti projekta LIFE AMPHICON.

Tehnične zahteve za izvedbo podhodov

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

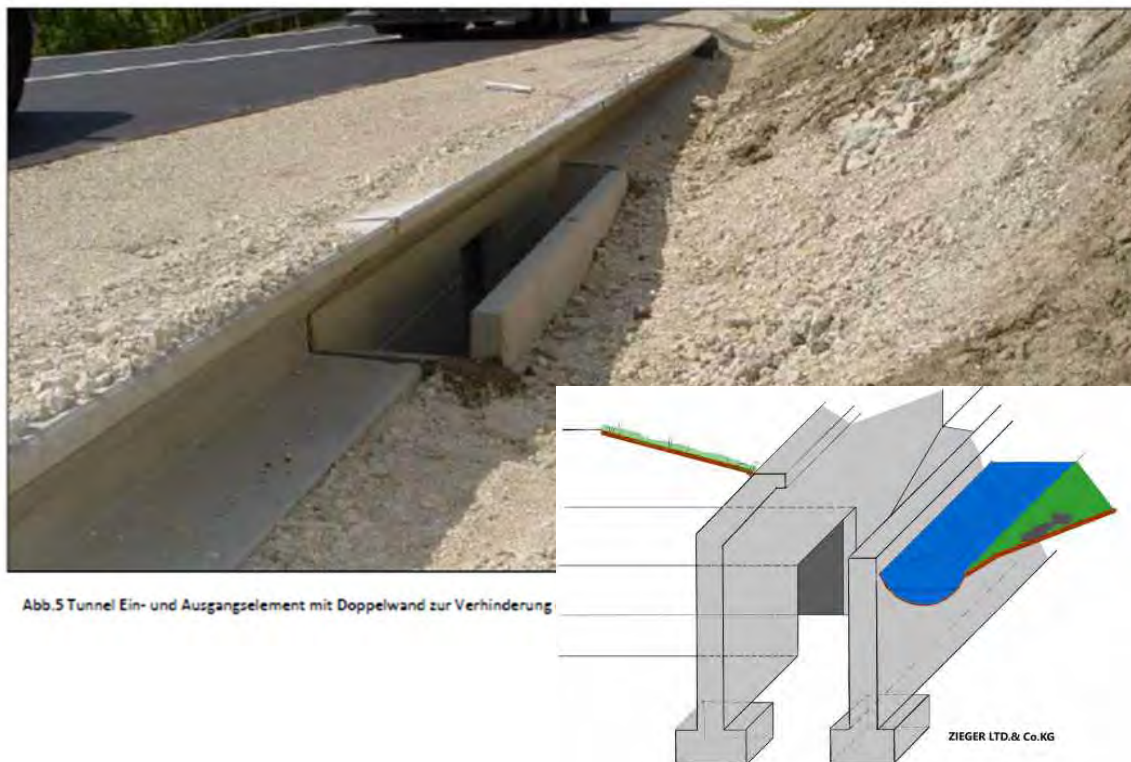
- za širino ceste do 20 m je primeren podhod v obliki škatlastega elementa 1,00 m širine × 0,60 m višine;
- ne glede na obliko podhoda (škatlasta, okrogla) naj bo dno prekrito z zemljino (s prebranim vrhnjim slojem okoliške zemljine); na ta način se bo zagotovilo ugodne vlažne razmere v tleh podhoda, kar dvoživkam omogoča lažje gibanje tudi v bolj sušnih zunanjih razmerah; še posebej je vlažnost tal pomembna za selitve mladih osebkov, ki so lahko tudi zelo majhni (velikost pod 1 cm) (Slika 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 ceste 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 trajne varovalne ograje obojestransko na celotnem odseku ceste v skupni dolžini ca. 220 m – tj. 440 m elementov ograj (Slika 13).

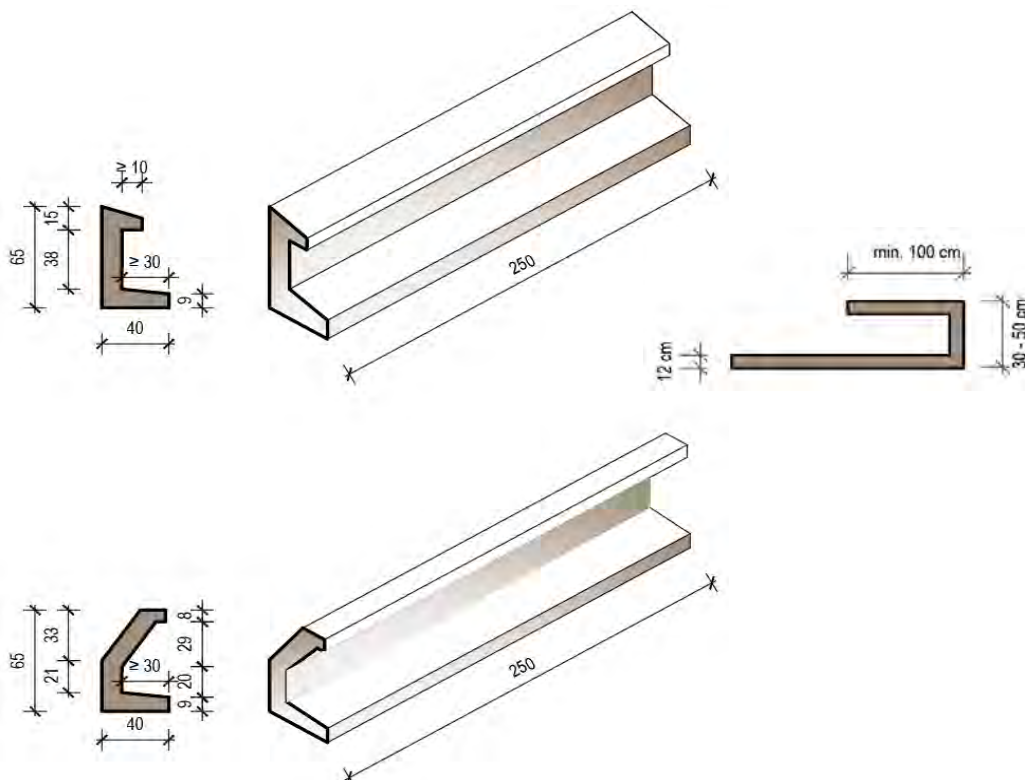
Ograja naj se ob upoštevanju tehničnih specifikacij (Poboljšaj in sod. 2019) obojestransko postavi na predlaganih cestnih odsekih. Vsak konec ograje mora biti zaključen s t. i. »U–elementom«, katerega minimalna dolžina znaša 1 m v izravnem delu.

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

Tehnične zahteve za postavitev ograj za dvoživke

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

Podrobne rešitve se pripravijo ob upoštevanju tehničnih smernic (Poboljšaj in sod. 2019), primer betonskih montažnih elementov in dimenzije za ograje so prikazane na spodnji sliki (Slika 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 trajnih varovalnih 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 17);
- ograja za dvoživke se mora zaključiti s t. i. »U-elementom« (Slika 18) 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 17).



Slika 17: Ograje za dvoživke (povzeto po katalogu Zieger) – pravilen način pripenjanja ograje na vhod podhoda.



Slika 18: Zaključni U-element ograje (povzeto po katalogu Zieger).

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

V primeru, ko se na cesto priključuje stranska cesta ali dostop do kmetijskih zemljišč, je treba prekiniti varovalno ograjo vzdolž glavne ceste. Na ta način nastane luknja v ograji, kjer bi živali lahko prišle na cestišče. To preprečimo z vgradnjo rešetak 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).

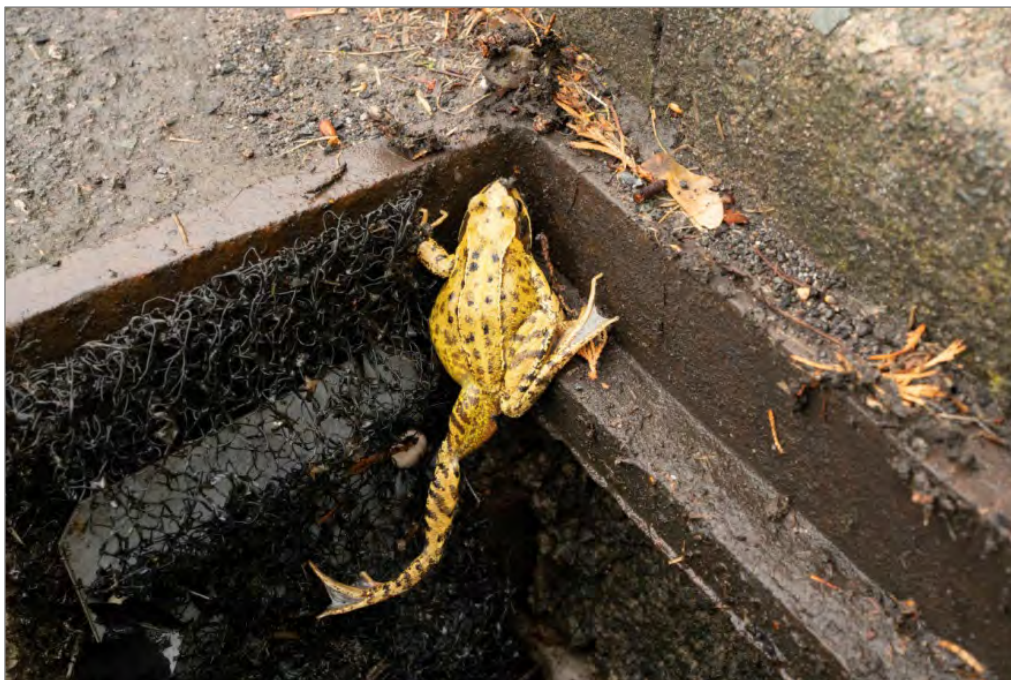


Slika 19: Rešetka za dvoživke (povzeto po katalogu Zieger).

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. 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 projektnih 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 6), ki ga bo v sklopu projektnih aktivnosti LIFE AMPHICON pripravil strokovnjak za dvoživke v sodelovanju s projektantom.

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

6. 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 ustrežnejše 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.

7. 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–Podpeč na odseku Pako–Goričica. Projekt LIFE AMPHICON: Varstvo dvoživk in obnova njihovih habitatov – LIFE18 NAT/SI/000711, Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju & Krajski 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-escape-death-trap-drains-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, 2014. 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. 12 str.
- 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).

8. PRILOGE

Priloga 1

Fotografije s spremljanja spomladanske in jesenske selitve dvoživk na cesti na odseku Pako–Goričica (R3-642/1146 Vrhnika–Podpeč od km 11+255 do km 11+525).

Lissotriton vulgaris

17. 2. 2020



Foto: Katarina Drašler

Rana dalmatina

17. 2. 2020

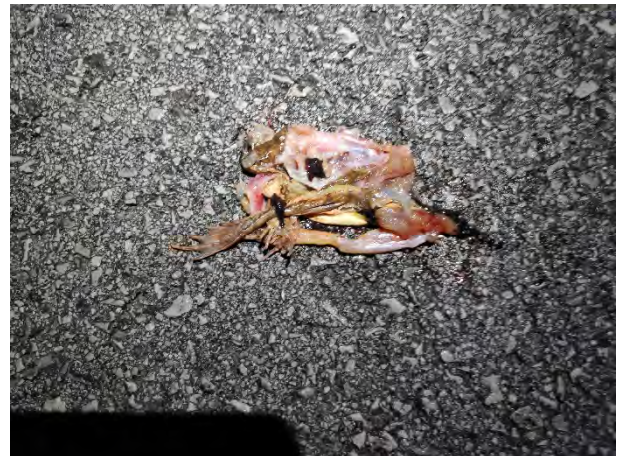


Foto: Katarina Drašler

Rana dalmatina

17. 2. 2020



Foto: Katarina Drašler

Ichthyosaura alpestris

1. 3. 2020



Foto: Katarina Drašler

Triturus carnifex

1. 3. 2020



Foto: Katarina Drašler

Triturus carnifex

2. 3. 2020



Foto: Katarina Drašler

Rana dalmatina

22. 9. 2020



Foto: Katarina Drašler

Lissotriton vulgaris

23. 9. 2020



Foto: Katarina Drašler

Lissotriton vulgaris

28. 9. 2020



Foto: Katarina Drašler

Triturus carnifex

28. 9. 2020



Foto: Katarina Drašler

Priloga 2: Digitalne priloge

Poročilu je priložena vektorska datoteka s podatki s spremljanja spomladanske in jesenske selitve dvoživk na cesti R3-642/1146 Vrhnika–Podpeč na odseku Pako–Goričica.

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

Ime podatkovnega sloja:	Amphicon_Pako_dvozivke2020.shp
Format podatkovnega sloja:	ESRI shape
Število objektov:	418 točk, 11 atributnih polj
Atributna polja:	<ul style="list-style-type: none">– Ident – zaporedna številka točke;– Vrsta – opažena vrsta dvoživk: Tcar – veliki pupek (<i>Triturus carnifex</i>); Lvul – navadni pupek (<i>Lissotriton vulgaris</i>); lalp – planinski pupek (<i>Ichthyosaura alpestris</i>); Bbuf – navadna krastača (<i>Bufo bufo</i>); Harb – zelena rega (<i>Hyla arborea</i>), Rsp – rod rjavih žab (<i>Rana sp.</i>); Rdal – rosnica (<i>Rana dalmatina</i>); Psp – rod zelenih žab (<i>Pelophylax sp.</i>), Anura – brezrepa dvoživka;– Zivi – število opaženih živih osebkov vrste;– Povozeni – število opaženih mrtvih osebkov vrste,– Skupaj – število vseh opaženih dvoživk,– Datum – datum in čas opazovanja posameznih dvoživk,– Sezona – sezona spremljanja dvoživk (pomlad, jesen)– Pododsek – številka posameznega pododseka ceste (cesto smo razdelili na 3 pododseke (od 1 do 3) dolžine 100 m v smeri od Vrhnike proti Podpeči);– ltime: datum in čas opazovanja posameznih dvoživk;– Popisal – popisovalec;– Vir – izvajalec in leto podatka.