

# Ocena številčnosti populacije velikega/panonskega pupka (*Triturus carnifex/dobrogicus*) v mrtvici Zaton (Petanjci) ob Muri (SV Slovenija)

Špela GORIČKI<sup>1,2\*</sup>, Sara STRAH<sup>3</sup>, Martina LUŽNIK<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Scriptorium biologorum – Biološka pisarna d.o.o., Nikole Tesla 6, SI-9000 Murska Sobota, Slovenija;  
E-mail: goricki.spela@gmail.com

<sup>2</sup>Herpetološko društvo - Societas herpetologica slovenica, Večna pot 111, SI-1000 Ljubljana, Slovenija

<sup>3</sup>Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije, Glagoljaška 8, SI-6000 Koper, Slovenija; E-mails: sarastrah97@gmail.com, martina.luznik@upr.si

\*avtorica za korespondenco/corresponding author

**Izvilleček.** Leta 2018 smo v mrtvici Zaton na Petanjcih (Natura 2000 »Mura«, SAC SI3000215 & SCI SI5000010) ocenjevali številčnost populacije velikega/panonskega pupka (*Triturus carnifex/dobrogicus*). Deset zaporednih dni v obdobju razmnoževanja dvoživk smo v mrtvici postavili Ortmannove pasti, potem pa fotografirali individualno specifični ventralni barvni vzorec vseh ujetih osebkov velikih/panonskih pupkov. Iz primerjav fotografij po dnevih in med pastmi smo po metodi ulova, označitve in ponovnega ulova ocenili velikost populacije na 2951 osebkov (95 % interval zaupanja: 2226–3977 osebkov).

**Ključne besede:** dvoživke, Amphibia, veliki pupek, panonski pupek, *Triturus carnifex/dobrogicus*, ocena velikosti populacije, mokrišča, mrtvica Zaton, Mura, Slovenija

**Abstract. Estimation of the Italian crested/Danube crested newt (*Triturus carnifex/dobrogicus*) population size in the Zaton oxbow lake (Petanjci) along the Mura River (NE Slovenia)** – In 2018 we estimated the population size of the hybrid population of Italian crested/Danube crested newt (*Triturus carnifex/dobrogicus*) in the Zaton oxbow lake, Petanjci (Natura 2000 »Mura«, SAC SI3000215 & SCI SI5000010). The Ortmann traps were set in the lake for ten consecutive days during the reproductive season. We used the mark-release-recapture method by comparing photographs of individually specific belly patterns of the trapped newts. The estimated Italian crested/Danube crested newt population size in the Zaton oxbow lake was 2,951 individuals (95 % confidence interval: 2,226–3,977 individuals).

**Key words:** amphibians, Amphibia, Italian crested newt, Danube crested newt, *Triturus carnifex/dobrogicus*, population size estimation, wetlands, Zaton oxbow lake, Mura River, Slovenia

## Uvod

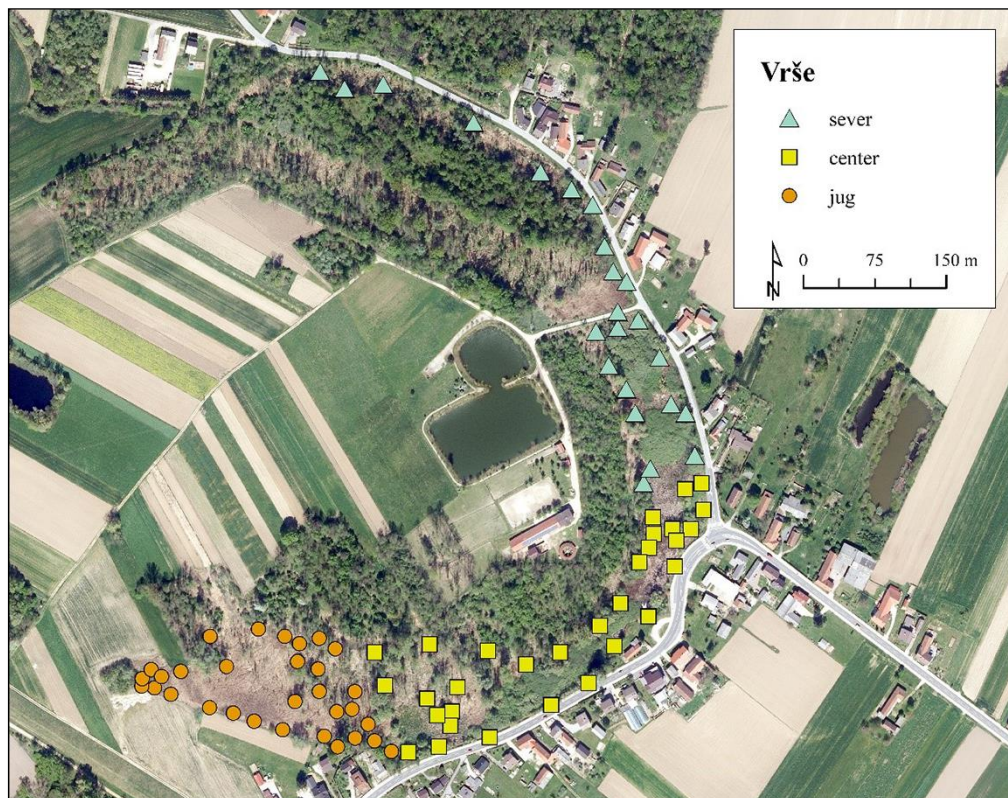
Mrtvica Zaton na Petanjcih (občina Tišina, WGS84 koordinate: 46,6554, 16,0567) leži v območju Natura 2000 »Mura« (SAC SI3000215 & SCI SI5000010). Gre za obsežen mrtvi rokav Mure v poznem sukcesijskem stadiju. Nekaj čez 22 ha veliko območje mrtvice z zunanjim obsegom blizu 3,5 km, ki leži zunaj visokovodnega nasipa, je botanična, zoološka in ekosistemska naravna vrednota državnega pomena (ZRSVN 2019). V pričujočem prispevku objavljamo rezultate ocene številčnosti populacije velikega/panonskega pupka (*Triturus carnifex/dobrogicus*) v mrtvici. Medtem ko je veliki pupek v Sloveniji splošno razširjen, je panonski pupek omejen na njen vzhodni del, vključno z obravnavano lokaliteto (Stanković & Delić 2012, Rašl 2017). Ker je za zanesljivo določitev obeh vrst in njunih hibridov potrebna genetska analiza, ju v tej raziskavi obravnavamo kot en takson. V večini evropskih držav je populacijski trend obeh vrst negativen (Arntzen et al. 2009, Romano et al. 2009). Obe vrsti sta ogroženi predvsem zaradi hitrega izgubljanja vodnih in kopenskih habitatov ter sta kvalifikacijski za ustanovitev posebnih varstvenih območij Natura 2000 (vrsti v Prilogi 2 Habitatske direktive).

## Materiali in metode

V mrtvici smo spomladi leta 2018 postavili Ortmannove pasti (Drechsler et al. 2010, Cipot et al. 2011) za lov pupkov. Dovoljenje za lov št. 35601-58/2017-4 je Herpetološkemu društvu izdalo Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija RS za okolje. Pasti (»vrše«) smo postavili na razdalji 10 do 20 m vsakebi in v globinah vode od približno 30 cm do 1 m. Ker smo imeli na voljo 31 pasti, smo mrtvico vzorčili v treh delih (Sl. 1). Pasti smo imeli v vodi deset zaporednih dni: v skrajno južnem delu mrtvice od 25. 4. do 28. 4., v njenem osrednjem delu od 28. 4. do 1. 5. in v severnem delu (23 pasti) od 1. 5. do 4. 5. Za vabo smo uporabljali briketirano ribjo hrano, ki se raztaplja počasi. Pasti smo pregledovali vsak dan. Fotografirali smo trebušno stran vseh ujetih velikih/panonskih pupkov in jih tako na osnovi značilnega barvnega vzorca individualno »označili« (Heyer et al. 1994). Iz primerjav fotografij po dnevih in med pastmi smo po metodi ulova, označitve in ponovnega ulova spomladi leta 2018 ocenili velikost populacije v mrtvici. Fotografije smo med seboj primerjali brez posebne programske opreme, s primerjavo vseh možnih parov na dveh zaslonih. Karte točkovnih nahajališč oz. opažanj pupkov smo izrisali v programu ArcGis 10.4 (ESRI, 2016).

Glede na načrt vzorčenja (10 zaporednih dni vzorčenja) smo predvidevali, da mora biti populacija zaprta in panmiktika. Posamezen dan vzorčenja je ponazarjal en odlovni interval; skupaj jih je bilo devet. Ker je bila za samice ponovna ulovljivost nizka (le dva ponovna ulova), smo podatke za oba spola združili za nadaljnje analize. V programu MARK (White & Burham 1999) smo uporabili modul za zaprte populacije (*Closed captures*, opcijo *Huggins' p and c*), kjer smo testirali različne modele. Pri ocenjevanju številčnosti zaprtih populacij primerjamo modele, ki predpostavljajo različno odvisnost parametrov ulovljivosti (parameter  $p$ ) oz. ponovne ulovljivosti (parameter  $c$ ) med skupinami osebkov in med vzorčnimi intervali. Tako smo testirali štiri modele:  $M_t$  (časovna odvisnost ulovljivosti, pri čemer je  $p = c$ ),  $M_b$  (vedenjski odziv na ujetje, »trap-happy« ali »trap-shy«,  $p \neq c$ ),  $M_h$  (heterogenost v ulovljivosti v populaciji) in  $M_0$  (ulovljivost je enaka med osebki in v času). Načrtna matrika vseh uporabljenih modelov je

prikazana v Prilogi 1. Najboljši model smo izbrali glede na kriterij AIC in po tem modelu izračunali predvidene parametre: ulovljivost v posameznem vzorčnem intervalu ter oceno velikosti populacije.



**Slika 1.** Lokacije Ortmanovih pasti v mrtvici Zaton leta 2018.

**Figure 1.** Locations of the Ortman traps in the Zaton lake in 2018.

## Rezultati in diskusija

V nekaterih pasteh smo ujeli večje število odraslih osebkov, največ 24 v posamezni pasti v enem dnevu. Skupno število ujetih osebkov je bilo 489 (82 samic in 407 samcev), od teh smo jih 38 ujeli dvakrat (7,2 %). Le en samec se je ujel trikrat (29. 4., 30. 4. in 1. 5.). Tudi pri navadnem pupku (*Lissotriton vulgaris*) je bilo razmerje med spoloma pri osebkih, ki smo jih ujeli v pasti, podobno (6,7-krat več samcev kot samic). Zato domnevamo, da je večina samic pupkov med našim vzorčenjem odlagala jajčeca in so bile zato slabše ulovljive, tako da je njihovo dejansko število verjetno višje. Ravno tako je verjetno, da dela populacije zaradi globine vode in zaraščenosti mrtvice nismo odlovili.

Po drugi strani je hitro upadanje vode terjalo razmeroma kratek časovni interval vzorčenja (mrtvica se je do ponovnega ogleda 8. 6. 2018 skrčila na manj kot polovico svojega spomladanskega obsega). Zaprtost in panmiktičnost populacije v času raziskave potrjujejo ponovni ulovi med jugom in centrom ter centrom in severom mrtvice, vendar ocenjujemo, da je severni del mrtvice nekoliko bolj izoliran. Morda bi bilo smiselno v prihodnje za primerjavo menjavati lokacijo vsak dan (npr. jug, center, sever, jug, center, sever ...).

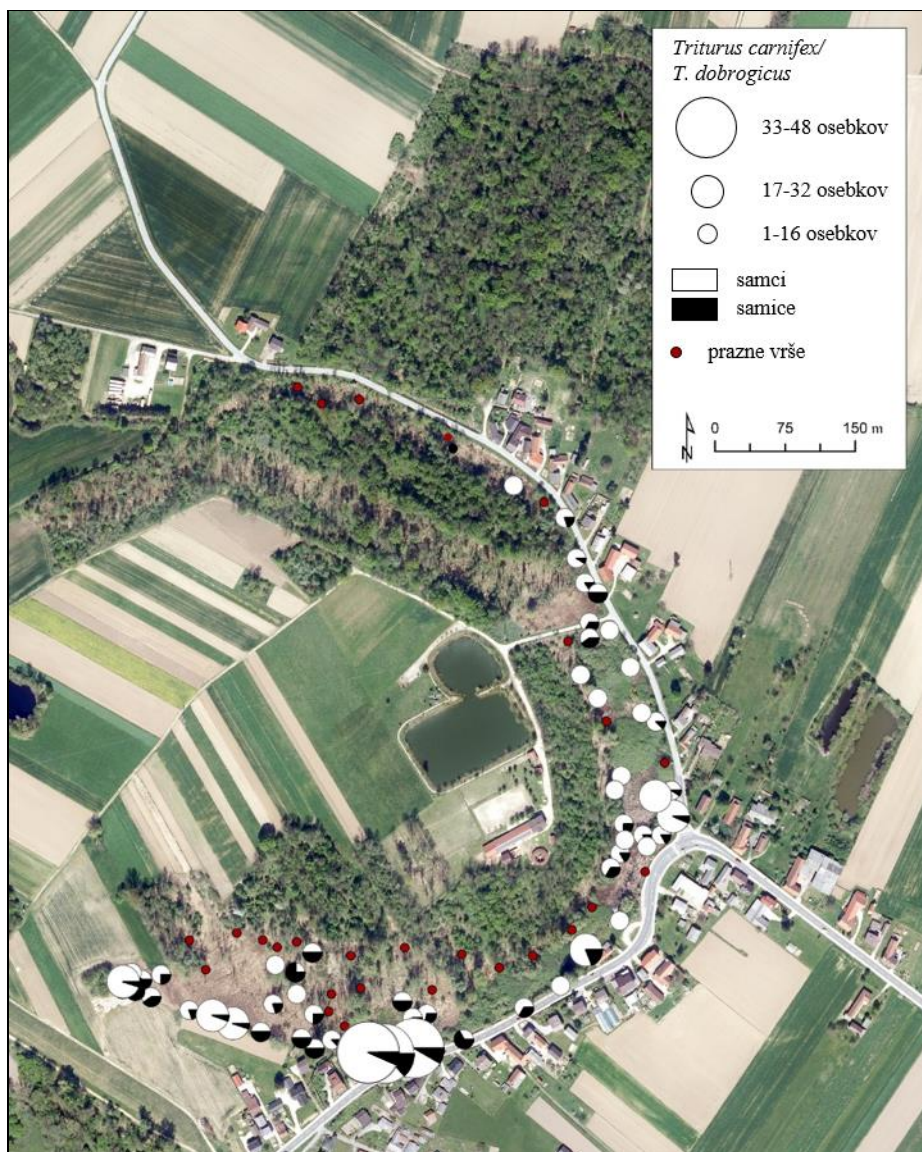
Najnižjo vrednost kriterija AIC je imel model populacije  $M_t$  (časovna odvisnost ulovljivosti, pri čemer je  $p = c$ ) in po tem modelu smo izračunali predvidene parametre: ulovljivost v posameznem dnevnem vzorčnem intervalu (Tab. 1) ter oceno velikosti populacije. Vsi preostali testirani modeli so imeli veliko slabšo oceno AIC oz. so se močno razlikovali od najboljšega modela ( $\Delta AIC$  97,9 za model  $M_b$ , 125,9 za  $M_0$  in 129,9 za  $M_h$ ), zato jih nismo upoštevali pri oceni številčnosti. Obstaja možnost, da nekatere predpostavke preostalih modelov ustrezajo preučevani populaciji (predvsem heterogenost v populaciji), vendar so bile ulovljivosti zelo majhne (0,5–3,6 %), kar onemogoča tovrstno modeliranje. Tako smo velikost populacije velikega/panonskega pupka ocenili na 2951 osebkov (95 % interval zaupanja: od 2226 do 3977 osebkov).

**Tabela 1.** Parametri modela  $M_t$ , po katerem smo ocenjevali velikost populacije.

**Table 1.** Parameters of the model  $M_t$  by which population size was estimated.

| Ulovljivost (p)<br>po modelu $M(t)$ | Časovni<br>interval | Ocena<br>parametra | Standardna<br>napaka | 95 % interval<br>zaupanja |
|-------------------------------------|---------------------|--------------------|----------------------|---------------------------|
| $p_1$                               | 25. 4.–26. 4.       | 0,0193             | 0,0038               | 0,0131–0,0285             |
| $p_2$                               | 26. 4.–27. 4.       | 0,0237             | 0,0045               | 0,0163–0,0344             |
| $p_3$                               | 27. 4.–28. 4.       | 0,0200             | 0,0039               | 0,0136–0,0294             |
| $p_4$                               | 28. 4.–29. 4.       | 0,0366             | 0,0065               | 0,0258–0,0516             |
| $p_5$                               | 29. 4.–30. 4.       | 0,0319             | 0,0058               | 0,0223–0,0453             |
| $p_6$                               | 30. 4.–1. 5.        | 0,0210             | 0,0041               | 0,0143–0,0308             |
| $p_7$                               | 1. 5.–2. 5.         | 0,0047             | 0,0015               | 0,0026–0,0086             |
| $p_8$                               | 2. 5.–3. 5.         | 0,0146             | 0,0031               | 0,0096–0,0221             |
| $p_9$                               | 3. 5.–4. 5.         | 0,0071             | 0,0019               | 0,0042–0,0119             |

Zanimiva je tudi gručasta prostorska razporeditev velikih/panonskih pupkov v mrtvici (Sl. 2). Skoraj vsi pupki, tako kot tudi druge vrste dvoživk, so se zadrževali ob južnem in vzhodnem robu mrtvice. To se kaže tudi v ulovljivosti, ki je bila v južnem (1,9–2,4 %) in osrednjem (2,1–3,7 %) delu višja, kot v severnem delu (0,5–1,5 %). Razlog za to bi lahko bil v različni stopnji osončenosti in posledično ugodnejši spomladanski temperaturi vode, večji količini hrane ali v izogibanju nevretenčarskim plenilcem ali morebitnim drugim pritiskom na nasprotni strani. Morda na odsotnost pupkov na severu mrtvice poleg nizke vode vplivajo tudi mineralni izviri. Vpliv mikroklimatskih razmer na pojavljanje bi bilo treba še podrobneje raziskati.



**Slika 2.** Gručasta prostorska razporeditev in neenakomerna zastopanost spolov ulovljenih osebkov velikega/panonskega pupka v mrtvici Zaton spomladi 2018. Velikost krogov je sorazmerna s celotnim številom ulovljenih osebkov v posameznih pasteh v treh dneh, ki smo ga zaradi boljše preglednosti razdelili v tri razrede.

**Figure 2.** Clustered spatial distribution and unequal sex representation of captured Italian crested/Danube crested newt individuals in the Zaton oxbow lake in spring 2018. The size of the pies is proportional to the total number of individuals caught in each trap over three days, for clarity divided into three groups.

Za populacijo velikega/panonskega pupka v mrtvici Zaton zanesljivih velikostnih trendov žal ne moremo podati, saj edina dosedanja sorodna raziskava iz let 2013 in 2014 (Cipot et al. 2015) zaradi majhnega števila ujetih osebkov ne daje ocen velikosti populacije. Kljub temu pa lahko povzamemo, da je populacija velikega pupka trenutno v ugodnem stanju in na videz v porastu. Iz naših podatkov je razviden pomen večletnega spremljanja stanja populacij dvoživk, saj so rezultati zelo odvisni od vremenskih razmer. Tovrstne raziskave je treba prilagoditi vremenskim razmeram in hidrološki periodiki lokalnega okolja, saj se zaključki lahko zelo razlikujejo celo med dvema vremensko ugodnima letoma (npr. Cipot et al. 2015). Le tako je mogoče sproti ugotavljati (potencialne) vzroke za nezaželene spremembe (npr. upad) populacije dvoživk in hitro ter primerno ukrepati. Ob tej priložnosti posebej opozarjamo na alarmantno hitrost izsuševanja in zaraščanja mrtvice, ki je domnevno v največji meri posledica regulacije potoka Kučnice (Baumann 2001, Triglav 2012), ter s tem potencialne izgube primerne razmnoževalnega habitata za nič manj kot 11 tu živečih vrst dvoživk.

## Zahvala

Zahvaljujemo se dr. Andreju Pančurju za pomoč na terenu, Centru za kartografijo favne in flore (Marijan Govedič) za izposojlo vrš in Geodetski upravi RS (Ida Rejc) za ortofoto podlago. Za raziskavo nismo bili deležni nobenega financiranja.

## Literatura

- Arntzen J.W., Kuzmin S., Jehle R., Denoël M., Anthony B., Miaud C., Babik W., Vogrin M., Tarkhnishvili D., Ishchenko V., Ananjeva N., Orlov N., Tuniyev B., Cogalniceanu D., Kovács T., Kiss I. (2009): *Triturus dobrogicus*. The IUCN Red List of Threatened Species: e.T22216A9366668. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009.RLTS.T22216A9366668.en>. [Dostop 6. 3. 2020].
- Baumann N. (2001): Kučnica – mejni potok v spremembah časa. In: 10 let Stalne slovensko-avstrijske komisije za Muro, Ljubljana, Wien, 2 pp. [http://www.unteresmurtal.steiermark.at/cms/dokumente/10173564\\_4669789/714c0c9e/Kutsch\\_enitza\\_slo.pdf](http://www.unteresmurtal.steiermark.at/cms/dokumente/10173564_4669789/714c0c9e/Kutsch_enitza_slo.pdf) [Dostop 9.6.2020].
- Cipot M., Govedič M., Lešnik A., Pobiljšaj K., Skaberne B., Sopotnik M., Stanković D. (2011): Vzpostavitev monitoringa velikega pupka (*Triturus carnifex*). Končno poročilo. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju, 56 pp.
- Cipot M., Lešnik A., Govedič M. (2015): Inventarizacija dvoživk (Amphibia) in njihovih habitatov ob reki Muri. Končno poročilo. In: Govedič M., Kotarac M., Lešnik A. (Ed.), Inventarizacija favne območja reke Mure, Končno poročilo, Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju, pp. 268-355.
- Drechsler A., Bock D., Ortmann D., Steinfartz S. (2010): Ortmann's funnel trap – a highly efficient tool for monitoring amphibian species. Herpetology Notes 3: 13-21.

- Heyer W.R., Donnely M.A., McDiarmid R.W., Hayek L.-A.C., Foster M.S. (1994): Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians. Biological Diversity Handbook Series, Smithsonian Institution Press, Washington and London, 364 pp.
- Rašl D. (2017): Hibridizacija med panonskim (*Triturus dobrogicus*) in velikim (*Triturus carnifex*) pupkom v vzhodni Sloveniji. Magistrsko delo. Univerza na Primorskem, Fakulteta za matematiko, naravoslovje in informacijske tehnologije, Koper, 81 pp.
- Romano A, Arntzen J.W., Denoël M., Jehle R., Andreone F., Anthony B., Schmidt B., Babik W., Schabetsberger R., Vogrin M., Puky M., Lymberakis P., Crnobrnja Isailovic J., Ajtic R., Corti C. (2009): *Triturus carnifex*. The IUCN Red List of Threatened Species: e.T59474A11947714. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009.RLTS.T59474A11947714.en> [Dostop 6. 3. 2020].
- Stanković D., Deliћ T. (2012): Morphological evidence for the presence of the Danube Crested Newt, *Triturus dobrogicus* (Kiritzescu, 1903), in Slovenia. Nat. Slov. 14: 23-29.
- Triglav J. (2012): Vodna infrastruktura in zemljiški kataster. Geodetski vestnik 56: 674-690.
- White G.C., Burnham K.P. (1999): Program MARK: Survival estimation from populations of marked animals. Bird Study 46, Supplement: 120-138.
- ZRSVN (Zavod Republike Slovenije za varstvo narave) (2019): Naravovarstveni atlas. <https://www.naravovarstveni-atlas.si/web/profile.aspx?id=NV@ZRSVNJ>. [Dostop 2. 1. 2019].

**Priloga 1.** Načrtna matrika (design matrix) različnih modelov, ki smo jih primerjali pri analizi številčnosti populacije velikih/panonskih pupkov v mrtvici Zaton v programu MARK.

**Appendix 1.** Design matrix of different models, which were compared in the analysis of population size of Italian crested/Danube crested newts in the Zaton oxbow lake, using MARK programme.

**Tabela/Table A.** Model  $M_t$ :  $p(t) = c(t)$

| B1:<br>p Int | Pam  | B2:<br>t1 | B3:<br>t2 | B4:<br>t3 | B5:<br>t4 | B6:<br>t5 | B7:<br>t6 | B8:<br>t7 | B9:<br>t8 |
|--------------|------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1            | 1:p  | 1         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| 1            | 2:p  | 0         | 1         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| 1            | 3:p  | 0         | 0         | 1         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| 1            | 4:p  | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| 1            | 5:p  | 0         | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         | 0         | 0         |
| 1            | 6:p  | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         | 0         |
| 1            | 7:p  | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         |
| 1            | 8:p  | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 1         |
| 1            | 9:p  | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| 1            | 10:c | 0         | 1         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| 1            | 11:c | 0         | 0         | 1         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| 1            | 12:c | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| 1            | 13:c | 0         | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         | 0         | 0         |
| 1            | 14:c | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         | 0         |
| 1            | 15:c | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 1         | 0         |
| 1            | 16:c | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 1         |
| 1            | 17:c | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |

**Tabela/Table B.** Model  $M_0$ :  $p(.) \neq c(.)$

| B1:<br>p Int | Pam  | B2:<br>t1 |
|--------------|------|-----------|
| 1            | 1:p  | 1         |
| 1            | 2:p  | 1         |
| 1            | 3:p  | 1         |
| 1            | 4:p  | 1         |
| 1            | 5:p  | 1         |
| 1            | 6:p  | 1         |
| 1            | 7:p  | 1         |
| 1            | 8:p  | 1         |
| 1            | 9:p  | 1         |
| 1            | 10:c | 0         |
| 1            | 11:c | 0         |
| 1            | 12:c | 0         |
| 1            | 13:c | 0         |
| 1            | 14:c | 0         |
| 1            | 15:c | 0         |
| 1            | 16:c | 0         |
| 1            | 17:c | 0         |

**Tabela/Table C.** Model  $M_0$  :  $p(\cdot) = c(\cdot)$ 

| <b>B1:<br/>p Int</b> | <b>Pam</b> |
|----------------------|------------|
| 1                    | 1:p        |
| 1                    | 2:p        |
| 1                    | 3:p        |
| 1                    | 4:p        |
| 1                    | 5:p        |
| 1                    | 6:p        |
| 1                    | 7:p        |
| 1                    | 8:p        |
| 1                    | 9:p        |
| 1                    | 10:c       |
| 1                    | 11:c       |
| 1                    | 12:c       |
| 1                    | 13:c       |
| 1                    | 14:c       |
| 1                    | 15:c       |
| 1                    | 16:c       |
| 1                    | 17:c       |

**Tabela/Table D.** Model  $M_h$  :  $p_a(\cdot) = c_a(\cdot)$ ,  $p_b(\cdot) = c_b(\cdot)$ ,  $\pi$ 

| <b>B1:<br/>pi Int</b> | <b>Pam</b> | <b>B2:<br/>p Int</b> | <b>B3:<br/>p Mixture</b> |
|-----------------------|------------|----------------------|--------------------------|
| 1                     | 1:pi       | 0                    | 0                        |
| 0                     | 2:p        | 1                    | 1                        |
| 0                     | 3:p        | 1                    | 1                        |
| 0                     | 4:p        | 1                    | 1                        |
| 0                     | 5:p        | 1                    | 1                        |
| 0                     | 6:p        | 1                    | 1                        |
| 0                     | 7:p        | 1                    | 1                        |
| 0                     | 8:p        | 1                    | 1                        |
| 0                     | 9:p        | 1                    | 1                        |
| 0                     | 10:p       | 1                    | 1                        |
| 0                     | 11:p       | 1                    | 0                        |
| 0                     | 12:p       | 1                    | 0                        |
| 0                     | 13:p       | 1                    | 0                        |
| 0                     | 14:p       | 1                    | 0                        |
| 0                     | 15:p       | 1                    | 0                        |
| 0                     | 16:p       | 1                    | 0                        |
| 0                     | 17:p       | 1                    | 0                        |
| 0                     | 18:p       | 1                    | 0                        |
| 0                     | 19:p       | 1                    | 0                        |
| 0                     | 20:c       | 1                    | 1                        |
| 0                     | 21:c       | 1                    | 1                        |
| 0                     | 22:c       | 1                    | 1                        |
| 0                     | 23:c       | 1                    | 1                        |
| 0                     | 24:c       | 1                    | 1                        |
| 0                     | 25:c       | 1                    | 1                        |
| 0                     | 26:c       | 1                    | 1                        |