RAPORT FINAL

Titlul proiectului: Tendințe populaționale pe termen lung ale speciilor din arii protejate: predicții și managementul impactului schimbărilor climatice și turismului

Etapa 1. Denumire activitate: Centralizarea și analiza preliminară a datelor existente pentru speciile țintă și testarea protocolului de lucru în teren

În urma studiului de birou am centralizat baza de date cu istoria de captură și măsurători ale dimensiunilor corpului a patru specii de reptile, și anume *Natrix tessellata*, *Dolichophis caspius*, *N. natrix* și *Testudo graeca*. Atât la specia *N. tessellata* cât și la speciile *D. caspius* și *N. natrix* studiul de marcare recapturare s-a realizat pe o durată de 12 ani (între anii 2006-2018). Pentru fiecare individ s-a determinat sexul și s-a măsurat lungimea corpului (lungimea de la vârful botului la cloacă) (SVL). Toții indivizi au fost cântăriți. Pentru specia *T. graeca* studiul de marcare recapturare s-a realizat pe o durată de 10 ani (între anii 2010-2020). Pentru fiecare individ s-a determinat sexul și s-a măsurat lungimea curburii carapacei (LCC). Toții indivizi au fost deasemenea cântăriți. Datele sunt prezentate sintetic în Tabelul 1. Baza de date cuprinde în total 8101 indivizi capturați aparținând speciei *N. tessellata*, 339 indivizi aparținând speciei *D. caspius*, 346 indivizi ai speciei *N. natrix* și 416 indivizi ai speciei *T. graeca*.

Testarea protocolului de lucru în teren

În cadrul proiectului am realizat două deplasări în aria de studiu în care am verificat aplicabilitatea protocolului de lucru, descris mai jos, în teren. Activitatea de teren se va realiza de două echipe de doi până la patru observatori. Protocolul de lucru își propune implementarea unui studiu de marcare recapturare de tip Pollock robust design (Pollock 1982). Acesta presupune două tipuri de ocazii de captură: ocazii primare și ocazii secundare. În cazul ocaziilor primare populația este considerată închisă:nu au loc intrări (imigrari și nașteri) și ieșiri (emigrări și decese) din populație. În cazul ocaziilor secundare de captură populația este considerată deschisă: au loc intrări (imigrari și nașteri) și ieșiri (emigrări și decese) din populație. Pentru a realiza acest design temporal, se vor realiza ocazii de captură lunar (ocazii secundare) din martie până în iunie și din septembrie până în noiembrie (lunile cu activitate semnificativă pentru toate cele patru specii de reptile) timp de șase zile consecutive (ocazii primare). Atât șerpii cât și țestoasele vor fi capturați prin metoda transectelor vizuale, adică, căutând de-a lungul transectelor și sub obiecte de origine naturală unde animale se pot ascunde. Pentru șerpi se vor folosi și garduri de direcționare și capcane (Zappalorti 2016). Pentru toți indivizii capturați manual de-a lungul transectelor se va înregistra locația exactă cu un GPS. Se vor amplasa 400 de capcane distanțate la aproximativ 2 m. Capcanele vor fi ampalsate de o parte și de alta a gardului pentru a captura șerpii care se deplasează în ambele direcții: în interiorul și în afara ariei de studiu. Capcanele se vor verifica zilnic, dimineața devreme. Căutările de-a lungul transectelor se vor fi efectua în timpul perioadei principale de activitate (intervalul orar 10:00 - 13:00).

Șerpii capturați vor fi marcați permanent prin taierea mugurilor solzilor ventrali (Winne și colab. 2006) și, de asemenea, prin inserarea de tag-uri de tip passive integrated transponder (PIT) (Sutherland 1996, Gibbons & Andrews 2004) sub tegument pentru șerpi cu o greutate mai mare de 30 g. La țestoase se vor realiza fotografii ale plastronului pe baza cărora se va realiza identificarea individuală. Fiecare individ capturat va fi cântărit iar dimensiunile corpului (SVL, LCC) vor fi măsurate de două ori pentru fiecare individ pentru a se determina eroarea de măsurare. Sexul șerpilor se va determina prin evidențierea hemipenisurilor iar pentru țestoase pe baza concavității abdominală, morfometria scuturilor anale și femurale ale plastronului, forma cozii. Pentru cântăriri se va utiliza o balanță digitală și iar pentru lungimi pentru șerpi se va întinde animalul de-a lungul unei benzi de măsurat iar pentru țestoase se va utiliza un metru flexibil. Șerpii vor fi palpați pentru a detecta prezența / absența hranei, fecalelor și ouălor. După procesare, toți indivizii vor fi eliberați la locul capturării în ziua capturării. Important, studiile de marcare recapturare de tip Pollock robust design presupun că toți indivizii sunt disponibili pentru capturare în orice moment al perioadei primare de captură. Deoarece toți indivizii vor fi eliberați în aceeași zi în care au fost capturați toți indivizi vor fi disponibili pentru captură în zona de studiu în cadrul ocaziilor primare de captură.

Tabelul 1. Prezentare sintetică a datelor existente pentru speciile *Natrix tessellata, Dolichophis caspius, N. natirix* și *Testudo graeca*; n = numărul de indivizi, SVL - lungime corp, LCC = lungime curbură carapace; min = valoare minimă, max = valoare maximă, x = valoare medie; ds - abaterea standard.

N. tessellata	**SVL (cm)**	**Greutate (g)**

Femele (n=3161)	min-max	54.0 – 99.3	11.8 – 547.0
	x ± ds	69.8 ± 8.4	137.5 ± 62.9
Masculi (n=3955)	min-max	42.3 – 79.5	21.0 – 164.0
	x ± ds	57.1 ± 5.6	65.0 ± 19.0
Subadulți (n=795)	min-max	22.8 – 53.9	2.0 – 70.1
	x ± ds	44.2 ± 5.6	33.8 ± 12.5
D. caspius		**SVL (cm)**	**Greutate (g)**
Femele (n=127)	min-max	55.3 – 112.0	47.8 – 420.0
	x±ds	87.3 ± 11.3	201.5 ± 73.9
Masculi (n=119)	min-max	59.7 – 132.0	71.6 – 750.0
	x±ds	97.9 ± 15.9	313.5 ± 144.0
N. natrix		**SVL (cm)**	**Greutate (g)**
Femele (n=170)	min-max	31.2 – 93.5	7.0 – 330.1
	x ± ds	67.5 ± 11.7	135.8 ± 72.5
Masculi (n=158)	min-max	35.1 – 86.0	13.3 – 128.0
	x ± ds	56.2 ± 7.9	62.1 ± 23.4
Subadulți (n=17)	min-max	22.0 – 64.5	3.0 – 86.0
	x ± ds	49.0 ± 13.6	48.2 ± 28.9
T. graeca		**LCC (cm)**	**Greutate (g)**
Femele (n=159)	min-max	19.4 - 31.0	297.0 - 3366.0
	x ± ds	25.6 ± 2.7	1871.0 ± 603.5
Masculi (n=161)	min-max	17.6 - 29.5	550.0 - 2929.0
	x ± ds	23.8 ± 3.0	62.1 ± 23.4
Subadulți (n=96)	min-max	10.0 - 20.5	36.0 -1089.0
	x ± ds	15.0 ± 3.0	431.0 ± 248.7

Referințe bibliografice

Gibbons, J. & K. Andrews (2004): PIT-tagging: Simple technology at its best. Bioscience 54: 447–454.

Pollock, K. H. 1982. A capture–recapture design robust to unequal probabilities of capture. Journal of Wildlife Management 46:757–760.

Sutherland, W. J. (1996): Ecological Census Techniques: A Handbook. – Cambridge University Press, United Kingdom.

Winne, C. T., J. D. Willson, K. M. Andrews, and R. N. Reed. 2006. Efficacy of marking snakes with disposable medical cautery units. Herpetological Review 37:52–54.

Zappalorti Sr, R. T. (2016) Do Drift Fences, in Conjunction with Funnel Box Traps, Capture Secretive Terrestrial Snakes?

Etapa 2. Denumire activitate: Noi date biotice şi abiotice, date integrate şi sintetizate, outreach ştiinţific şi pregătire profesională

Noi date abiotice şi biotice, date integrate şi sintetizate

Datele noi, atât abiotice cât şi biotice, au fost adăugate datelor existente, iar analiza de sinteză s-a realizat utilizând baza de date completă urmărindu-se testarea şi validarea ipotezei de lucru prezentată în paragraful următor. Reducerea dimensiuni corpului animalelor a fost propusă ca reacţie generală de răspuns în contextul încălzirii climatice. Cu toate acestea studiile efectuate anterior au evidenţiat existenţa unor variaţii mari atât în ceea ce priveşte direcţia, cât şi magnitudinea tendinţelor dimensiunii corpului animalelor. Mai mult, scăderea dimensiunii corpului ca răspuns la încălzirea globală a fost pusă sub semnul întrebării, după ce unele studii au arătat că dimensiunea corpului animalelor a crescut la speciile de talie mică şi a scăzut la cele de talie mare (aşa numita, Regulă a Insulei, *"Island Rule*"). Modul în care este măsurată dimensiunea corpului animalelor (de exemplu, utilizând indici ca dimensiunea structurală, greutatea, starea de sănătate) este un factor cheie pentru diferenţierea tendinţelor de creştere sau scădere care au fost identificate în studiile anterioare. Cu toate acestea, există foarte puţine studii empirice care au testat şi validat această regulă utilizând toţi cei trei indicii de dimensiune a corpului, în special pentru vertebratele ectoterme. Acest lucru face dificilă generalizarea tendinţei modificării dimensiunii corpului a animalelor. Astfel, în acest context, scopul studiului nostru a fost de a examina dacă dimensiunea corporală, utilizând cei trei indicii de dimensiune a corpului, s-a schimbat în timp şi, dacă temperatura precum şi alte variabile climatice pot explica aceste variaţii la reptile.

Materiale şi metode

Zona de studiu şi speciile studiate

Populaţiile de reptile studiate se află într-un perimetru de 46 ha, în incinta Complexului Arheologic Histria (CAH; 44°32'56" N şi 28°45'56" E, 1-5 m a.s.l.) în sudul Rezervaţiei Biosferei Delta Dunării, România. CAH se află într-o zonă de teren plat, acoperită cu vegetaţie caracteristică stepei pontice, unde dunele de nisip alternează cu numeroasele gropi arheologice erodate. Teritoriul CAH cuprinde un sit arheologic turistic, cu ruine vizitabile, expuse, şi o zonă care nu face parte din circuitul turistic.

Cetatea antică Histria este una dintre cele mai vechi colonii construite pe coasta Mării Negre, întemeiată de grecii din Milet în secolul al VII-lea înainte de Hristos (Hr), ca oraş commercial la malul Mării Negre, şi fiind ulterior cucerită şi condusă de romani până în secolul al VII-lea după Hr, când a fost abandonată. Campaniile arheologice au scos la iveală ruinele cetăţii, care în prezent reprezintă un muzeu în aer liber, care ocupă o suprafaţă de 10 ha.

Lacul Sinoe, pe malul căruia se află cetatea în prezent, are o adâncime maximă de 2 m şi este întins pe o suprafaţă de 170 km^2, fiind cea mai sudică lagună a Deltei Dunării. Lacul este înconjurat de o barieră de stuf (*Phragmithes australis*) care creşte pe cea mai mare parte a ţărmului şi, întrucât comunică în continuare cu Marea Neagră prin canalele Edighiol şi Periboina, conţine apă salmastră. Nivelurile de salinitate fluctuează şi depind de aportul de apă dulce din Dunăre şi de afluxul variabil de apă salină din Marea Neagră. La mai puţin de 2 km vest de Histria, există un alt corp de apă, Lacul Istria, care este legat de Lacul Sinoe printr-un canal care se află la numai 200 m în nordul ruinelor. În plus, la 4 km în sud-vest se află lacul cu apă dulce, Nuntaşi.

Pe scurt, CAH este înconjurat de suprafeţe mari de habitate favorabile care reprezintă potenţiale locuri de hrănire şi adăpost pentru speciile de reptile, ceea ce probabil a dus la stabilirea de către acestea a unor populaţii cu efective mari atât în CAH cât şi în imediata vecinătate a acestuia. Densitatea mare de reptile a determinat studiul lor încă din 2006 pentru speciile de şerpi şi 2010 pentru specia de ţestoasă din zonă. Astfel, pentru trei specii de şerpi (*Dolichophis caspius*, *Natrix tessellata* şi *N. natrix*) s-a realizat un studiu de capturare-marcare-recapturare în perioada 2006 - 2021 folosindu-se etichete de tip PIT (Passive Integrated Transponder) tags. Constrângerile financiare au determinat întreruperea studiului în 2015, 2016 şi 2019. Populaţia de ţestoase dobrogene (*Testudo graeca*) a fost monitorizată în perioada 2010 - 2021, animalelor atribuindu-li-se ID-uri unice în urma fotoidentificării.

Tehnici de teren şi manipularea speciilor de reptile

Pentru detectarea reptilelor pe teren am realizat transecte vizuale diurne, şi căutări active sub obiecte naturale (cum sunt, vegetaţia, pietrele), efectuate de către două echipe compuse din câte doi observatori. Transectele vizuale au fost realizate preponderent de-a lungul potecilor din zona ruinelor şi în jurul zidurilor pentru capturarea şerpilor, iar pentru ţestoase, în zona vechilor gropi arheologice erodate şi în zona ne-excavată, cu

vegetație stepică. Din octombrie 2021 am adaptat protocolul de lucru la trei/cinci zile de teren realizate consecutiv, lunar.

Pentru fiecare șarpe capturat, am măsurat lungimea de la bot la cloacă (SVL ± 1 mm), întinzând ușor șarpele de-a lungul unei centimetru de croitorie lipit pe o tijă de lemn. Am măsurat greutatea (BM ± 1 mm) folosind un cântar cu arc de tip Pesola®. Sexul adulților a fost determinat prin expunerea hemipenisurilor. Șerpii au fost palpați pentru prezența/absența alimentelor, fecalelor și ouălor, iar în cazul ouălor, când au fost prezente, am estimat numărul lor.

La țestoase am măsurat lungimea carapacei (CCL ± 1 mm) folosind un centimetru de croitorie și le-am cântărit (BM ± 1 g) folosind un cântar electronic. Am determinat sexul pe baza caracteristicilor morfologice externe (și anume, concavitate abdominală, morfometria scuturilor anale și femurale ale plastronului, forma cozii).

Atât pentu șerpi cât și pentru țestoase am estimat starea de sănătate a fiecărui individ pe baza unui indice calculat utilizând lungimea corpului (SVL pentru șerpi și CCL pentru țestoase) și greutatea (BM). Am calculat indicele stării de sănătate "robust scaled mass index" (*SMI.rob*), utilizând următoarea ecuație:

$$SMI.rob = BM \times (BS_0/BS)^{bSMA}$$

unde BM este greutatea (g) iar BS este SVL pentru șerpi și CCL pentru țestoase (mm). BS_0 este valoarea medie a SVL sau CCL în populație, iar *b*SMA este panta (major axis slope) obținută prin regresia (robust OLS regression) valorilor logaritmate a BM și a SVL sau respectiv CCL, împărțită la coeficientul de corelație Pearson.

Date climatice

Variabilele climatice folosite sunt temperatura medie anuală (T.avg) și parametrii climatici generali, cum sunt, indicele de oscilație a Atlanticului de Nord (NAO) și indicele de oscilație artică (AO). Datele NAO au fost descărcate accesând linkul https://www.ncdc.noaa.gov/teleconnections/nao/ iar datele AO accesând linkul https://www.ncdc.noaa.gov/teleconnections/ao/. Indicele NAO corespunzător iernii trecute (PWAO) a fost calculat ca medie a valorilor lunare din decembrie până în martie. De asemenea, am calculat un indice AO de iarnă (AOW), utilizând valorile lunare din noiembrie până în aprilie, și un indice AO de vară (AOS), folosind valorile lunare din iunie până în septembrie. Deoarece dimensiunea corpului reptilelor adulte poate fi determinată la începutul dezvoltării, am calculat indici cu efect întârziat ("lagged", L) ai variabilelor climatice selectate (LT.avg, LNAO, LAO, LPWNAO, LAOS, LAOW), utilizând valorile lunare înregistrate cu trei ani înaintea începerii studiului pentru șerpi și cu opt ani înainte pentru țestoase.

Analiza datelor

Analizele statistice au fost efectuate în R (R Core Team 2020). Am testat dacă dimensiunea corpului s-a modificat de-a lungul timpului, utilizând modelele lineare mixte (mixed linear models, LMM) sau LMM robuste (un tip de regresie lineară mixtă ponderată care reduce efectul potențial al valorilor aberante asupra liniei de regresie). În modele anul și sexul au fost introduse ca variabile independente iar valorile logaritmate ale SVL, CCL și respectiv BM ca variabile dependente. ID-ul indivizilor a fost introdus în modele ca efect aleator. Regresiile au fost realizate în pachetele "lm4" și "robustlmm". Pentru inferențe am utilizat intervalele de confidență Wald și am evaluat dacă estimarea parametrului s-a încadrat în limitele de confidență de 95% pentru testul Wald. Am realizat predicții pe baza modelelor construite și am reprezentat grafic valorile prezise pentru variable cu efect semnificativ din modele folosind funcția plot_model () din pachetul "sjPlot" care reprezintă grafic predicțiile pe scara variabilei răspuns.

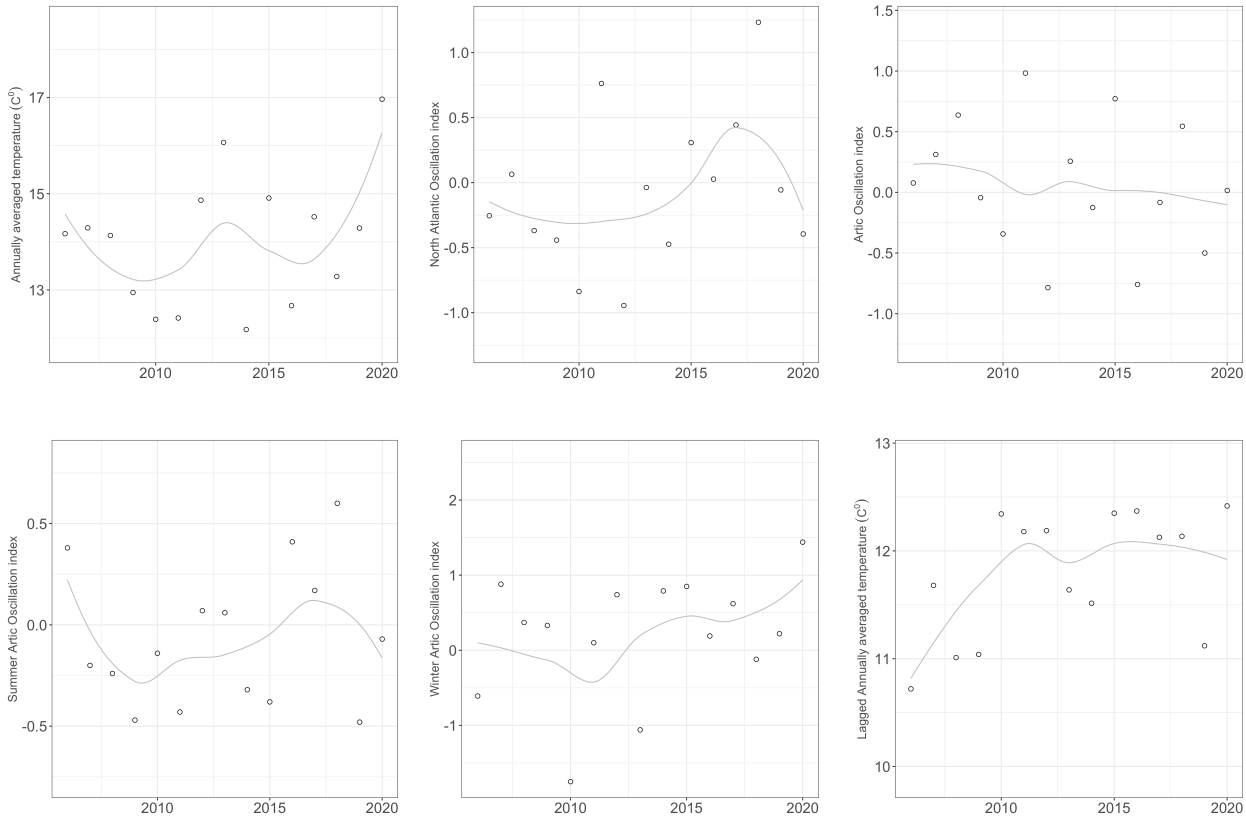
Pentru a analiza dacă dimensiunea corpului speciilor de reptile este influențată de variabilele climatice am utilizat modelele generalizate aditive mixte (Generalized additive mixed models, GAMM) din pachetul „gamm4", pentru șerpi și din pachetul „mgcv" pentru țestoase. SVL, SCL, BM și SMI.rob au fost introduse în modele ca variabile răspuns iar T.avg, AO, NAO, AOS, AOW, PWNAO, LT.avg, LAO, LNAO, LAOS, LAOW și LPWNAO ca variabile explicative. Pentru a testa și elimina coliniaritatea dintre variabilele climatice mai întâi am efectuat o regresie cu toate variabilele climatice incluse în model ca efecte principale și am calculat valoarea "variance inflation factor" (VIF). Apoi am exclus variabila cu cea mai mare valoare VIF, am refăcut regresia fără variabila respectivă și am recalculat valoarea VIF. Am eliminat din nou variabila cu cea mai mare valoare VIF din setul rămas de variabile. Am repetat acest procedeu până când toate variabile incluse în model au avut valorile VIF mai mici de 3. După corectarea coliniarității, 4 variabile climatice (PWNAO, LNAO, LAOW, LPWNAO) dintre cele 12 variabile inițiale au fost eliminate din analize. In modele GAMM pentru variabilele climatice am folosit algoritmul "gam smoother" cu funcția "cubic spline" sau "tension product". Pentru a controla influența potențială a măsurătorilor repetate a aceluiași individ (de ex-

emplu, a acelor indivizii care supraviețuiesc și sunt recapturați în mai multe luni din mai mulți ani diferiți), am inclus ID-ul indivizilor ca efect aleator specificat prin argumentul „random” pentru speciile de șerpi și a celui “smooth with non-zero smoothing parameter” pentru țestoase. În toate modelele am inclus anul, luna și sexul ca efect aleator supus procesului de “smoothing”. Am aplicat funcția „gam.check” din pachetul „mgcv” pentru a alege dimensiunea adecvată a numărului de noduri a procesului de “smoothing” (k) și pentru a verifica graficele de diagnostic, în mod particular diagramele Q-Q pentru testarea normalității valorilor reziduale. Pentru a vizualiza modelele GAM, am reprezentat grafic efectul parțial a variabilelor exploratorii folosind funcția “plot” din pachetul “mgcv” din R.

Rezultate

Variația în timp a variabilelor climatice

Între 2006 și 2020 s-a observat o tendință crescătoare, dar nu semnificativă, a valorilor următoarelor variabile climatice: T.avg (*edf* = 1.375, *F* = 1.201, *P* = 0.429), NAO (*edf* = 1, *F* = 1.594, *P* = 0.229), AOS (*edf* = 2.855, *F* = 0.723, *P* = 0.577), AOW (*edf* = 1, *F* = 1.486, *P* = 0.244), LT.avg (*edf* = 1.66, *F* = 2.062, *P* = 0.085) și LAO (*edf* = 1, *F* = 0.401, *P* = 0.538) (Fig. 1). În aceeași perioadă de timp s-a înregistrat o tendință descrescătoare, dar tot nesemnificativă, a valorilor variabilelor climatice AO (*edf* = 1, *F* = 0.59 , *P* = 0.456) și LAOS (*edf* = 1.481, *F* = 2.203, *P* = 0.115) (Fig. 1).



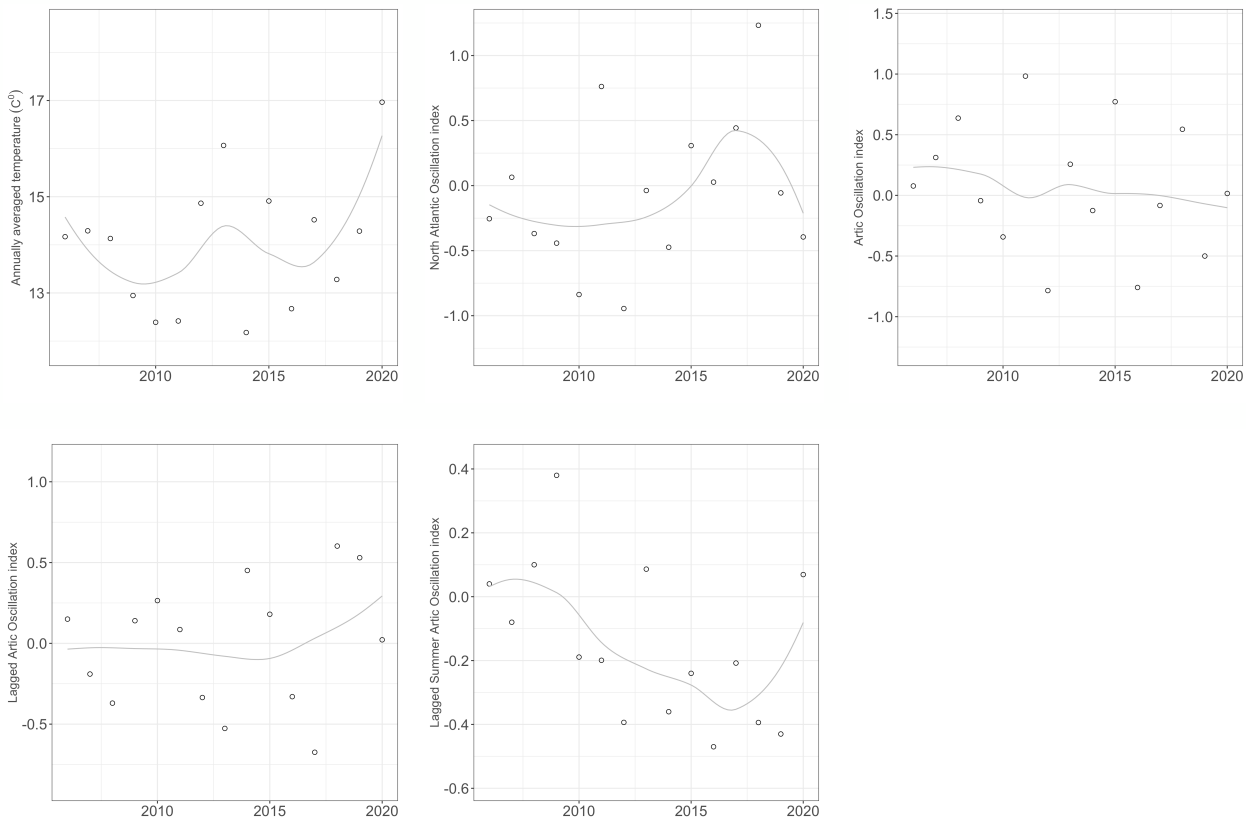


Fig.. 1. Valorile medii anuale ale variabilelor climatice pentru Complexul Arheologic Histria în perioada 2006 - 2020. Din motive de limită de spațiu pentu prezentarea denumirilor variabilelor climatice pe axa Y a graficelor, denumirea lor este în engleză. T.avg - annually averaged temperature (C^0); NAO - North Atlantic Oscillation index; AO - Artic Oscillation index; AOW - winter AO index; AOS - summer AO index; LT.avg - lagged annually averaged temperature (C^0); LAO - lagged Artic Oscillation index; LAOS - lagged summer AO index. Prescurtările se găsesc în capitolul de material și metode.

Modificări în timp a dimensiunilor corpului și a stării de sănătate

În total am analizat date de la 218 adulți de *D. caspius*, 317 adulți de *N. natrix*, 7396 adulți de *N. tessellata* și, 401 adulți de *T. graeca*. Pentru *D. caspius* am constatat că SVL și BM au crescut semnificativ, iar SMI.rob a scăzut semnificativ în timp (Tabelul 1 și Fig. 2). În cazul speciei *N. natrix* SVL și BM au prezentat un declin nesemnificativ în timp iar SMI.rob a scăzut semnificativ în timp la ambele sexe (Tabelul 2 și Fig. 2). La *N. tessellata* SVL a crescut semnificativ, iar BM și SMI.rob au scăzut semnificativ în timp, atât la femele, cât și la masculi (Tabelul 3 și Fig. 2). La *T. graeca* am constatat că CCL și BM au crescut semnificativ, iar R SMI.rob a scăzut semnificativ în timp (Tabelul 4 și Fig. 2).

Tabelul 1. Rezultatele modelelor LMM robuste pentru modificările în timp a dimensiunilor corpului și a stării de sănătate la *Dolicophis caspius* (N = 218). Valorile *p* semnificative (< 0.05) sunt afișate cu caractere aldine. Abrevieri: SVL – lungimea de la bot la cloacă; BM – greutatea, SMI.rob – indicele robust scaled mass, M – mascul; N – numărul de indivizi unici; log10 – logaritm in baza 10; R^2 – coeficient de corelație marginal/condițional; Traduceri: predictor – variabilă explanatorie; Estimates – valori estimare; Year – an, CI – interval de confidentă; Random effect – efecte aleatorii; p – nivelul de semnificație; Observations – numărul de observații;

	log10(SVL)			log10(BM)			SMI.rob		
Predictors	*Estimates*	*CI*	*p*	*Estimates*	*CI*	*p*	*Estimates*	*CI*	*p*
(Intercept)	-7.461	-10.771 – -4.152	**<0.001**	-18.252	-29.506 – -6.998	**0.001**	0.000	0.000 – 0.000	**<0.001**
Year	0.005	0.004 – 0.007	**<0.001**	0.010	0.005 – 0.016	**<0.001**	-0.000	-0.000 – -0.000	**<0.001**
Sex [M]	0.070	0.058 – 0.082	**<0.001**	0.239	0.197 – 0.281	**<0.001**	0.000	-0.000 – 0.000	0.063
Random Effects									
σ^2	0.00			0.02			0.00		
τ_{00}	0.00_{ID}			0.00_{ID}			0.00_{ID}		
ICC	0.00			0.00			0.00		
N	218_{ID}			218_{ID}			218_{ID}		
Observations	235			235			235		
Marginal R^2 / Conditional R^2	0.438 / 0.438			0.393 / 0.393			0.131 / 0.131		

Tabelul 2. Rezultatele modelelor LMM pentru modificările în timp a dimensiunilor corpului și a stării de sănătate la *Natrix natrix* (N = 317). Valorile *p* semnificative (< 0.05) sunt afișate cu caractere aldine. Abrevieri: SVL – lungimea de la bot la cloacă; BM – greutatea, SMI.rob – indicele robust scaled mass, M – mascul; N – numărul de indivizi unici; log10 – logaritm in baza 10; R^2 – coeficient de corelație marginal/ condițional; Traduceri: predictor – variabilă explanatorie; Estimates – valori estimare; Year – an, CI – interval de confidentă; Random effect – efecte aleatorii; p – nivelul de semnificație; Observations – numărul de observații;

	log10(SVL)			log10(BM)			SMI.rob		
Predictors	*Estimates*	*CI*	*p*	*Estimates*	*CI*	*p*	*Estimates*	*CI*	*p*
(Intercept)	2.148	-1.593 – 5.888	0.259	12.447	0.125 – 24.768	**0.048**	0.000	0.000 – 0.000	**<0.001**
Year	0.000	-0.002 – 0.002	0.721	-0.005	-0.011 – 0.001	0.099	-0.000	-0.000 – -0.000	**<0.001**
Sex [M]	-0.071	-0.085 – -0.058	**<0.001**	-0.281	-0.326 – -0.235	**<0.001**	-0.000	-0.000 – -0.000	**<0.001**
Random Effects									
σ^2	0.00			0.02			0.00		
τ_{00}	0.00_{ID}			0.02_{ID}			0.00_{ID}		
ICC	0.64			0.51			0.66		
N	317_{ID}			317_{ID}			317_{ID}		
Observations	320			320			320		
Marginal R^2 / Conditional R^2	0.248 / 0.729			0.327 / 0.668			0.101 / 0.696		

Tabelul 3. Rezultatele modelelor LMM pentru modificările în timp a dimensiunilor corpului și a stării de sănătate la *Natrix tessellata* (N = 7396). Valorile *p* semnificative (< 0.05) sunt afișate cu caractere aldine. Abrevieri: SVL – lungimea de la bot la cloacă; BM – greutatea, SMI.rob – indicele robust scaled mass, M – mascul; N – numărul de indivizi unici; log10 – logaritm in baza 10; R^2 – coeficient de corelație marginal/ condițional; Traduceri: predictor – variabilă explanatorie; Estimates – valori estimare; Year – an, CI – interval de confidentă; Random effect – efecte aleatorii; p – nivelul de semnificație; Observations – numărul de observații;

	log10(SVL)			log10(BM)			SMI.rob		
Predictors	*Estimates*	*CI*	*p*	*Estimates*	*CI*	*p*	*Estimates*	*CI*	*p*
(Intercept)	1.423	0.634 – 2.211	**<0.001**	7.470	4.883 – 10.056	**<0.001**	0.000	0.000 – 0.000	**<0.001**
Year	0.001	0.000 – 0.001	**<0.001**	-0.003	-0.004 – -0.001	**<0.001**	-0.000	-0.000 – -0.000	**<0.001**
Sex [M]	-0.075	-0.077 – -0.073	**<0.001**	-0.271	-0.279 – -0.264	**<0.001**	-0.000	-0.000 – -0.000	**<0.001**
Random Effects									
σ^2	0.00			0.01			0.00		
τ_{00}	0.00_{ID}			0.02_{ID}			0.00_{ID}		
ICC	0.56			0.54			0.57		
N	7396_{ID}			7396_{ID}			7396_{ID}		
Observations	7538			7538			7538		
Marginal R^2 / Conditional R^2	0.330 / 0.704			0.374 / 0.714			0.070 / 0.603		

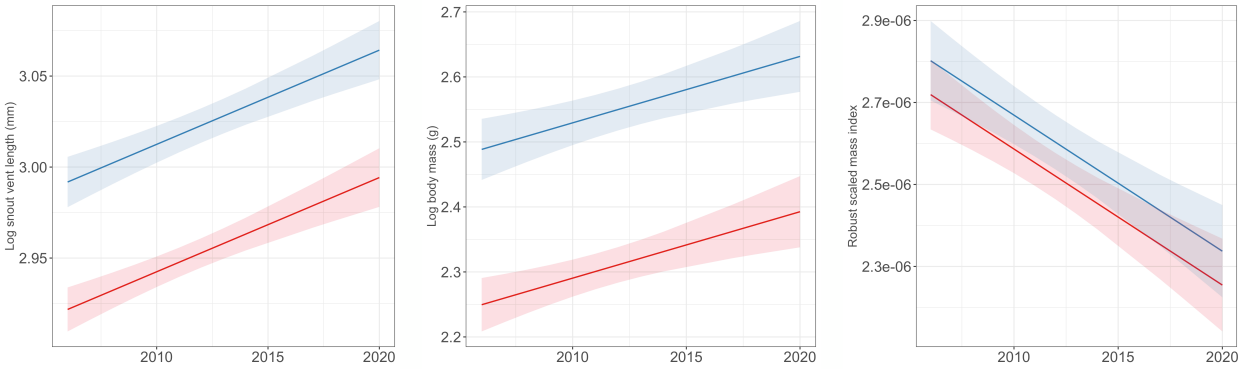
Tabelul 4. Rezultatele modelelor LMM pentru modificările în timp a dimensiunilor corpuluișsi a stării de sănătate la *Testudo graeca* (N = 401). Valorile *p* semnificative (< 0.05) sunt afișate cu caractere aldine. Abrevieri: SVL – lungimea de la bot la cloacă; BM – greutatea, SMI.rob – indicele robust scaled mass, M – masculț N – numărul de indivizi unici; log10 – logaritm in baza 10; R^2 – coeficient de corelație marginal/ condițional; Traduceri: predictor – variabilă explanatorie , Estimates – valori estimare, Year – an, CI – interval de confidentă, Random effect – efecte aleatorii: p – nivelul de semnificație; Observations – numărul de observații;

	log10(SCL)			log10(BM)			SMI.rob		
Predictors	*Estimates*	*CI*	*p*	*Estimates*	*CI*	*p*	*Estimates*	*CI*	*p*
(Intercept)	-1.940	-2.898 – -0.982	**<0.001**	-2.520	-5.461 – 0.420	0.093	0.024	0.016 – 0.032	**<0.001**
Year	0.002	0.002 – 0.003	**<0.001**	0.003	0.001 – 0.004	**<0.001**	-0.000	-0.000 – -0.000	**<0.001**
Sex [M]	-0.010	-0.018 – -0.003	**0.008**	-0.086	-0.108 – -0.064	**<0.001**	-0.000	-0.000 – -0.000	**<0.001**
Random Effects									
σ^2	0.00			0.00			0.00		
τ_{00}	0.00_{ID}			0.02_{ID}			0.00_{ID}		
ICC	0.94			0.93			0.46		
N	401_{ID}			401_{ID}			401_{ID}		
Observations	1149			1149			1149		
Marginal R^2 / Conditional R^2	0.016 / 0.943			0.080 / 0.936			0.326 / 0.635		

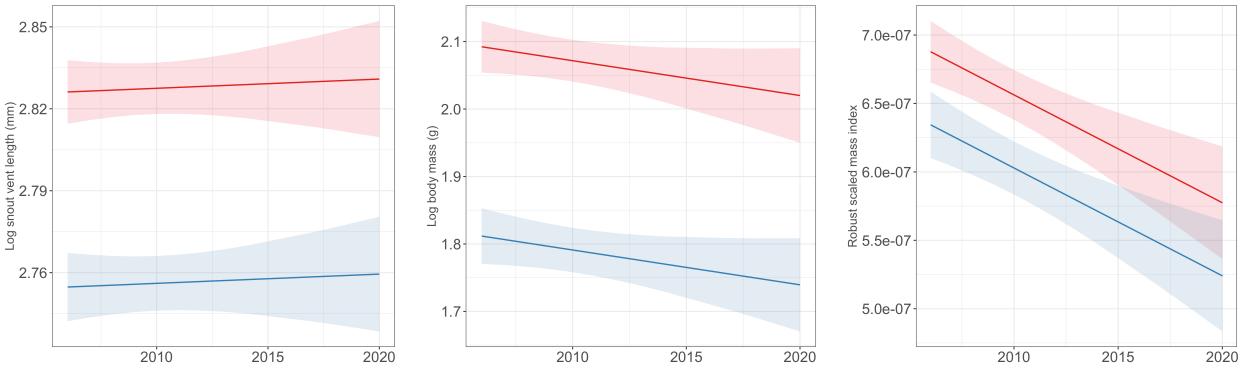
Relația dintre dimensiunea corpului și starea de sănătate și variabilele climatice

Pentru *D. caspius* am găsit o corelație pozitivă semnificativă între SVL și AOS și respectiv LT.avg (Tabelul 4 și Fig. 3a și b). Greutatea s-a corelat pozitiv semnificativ cu AOW și AOS și negativ cu LAO (Tabelul 4 și Fig. 3 c, d, e), iar SMI.rob s-a corelat negativ semnificativ cu T.avg, AOS și LAOS și pozitiv cu AOW (Tabelul 4 și Fig. 3 f, g, h).

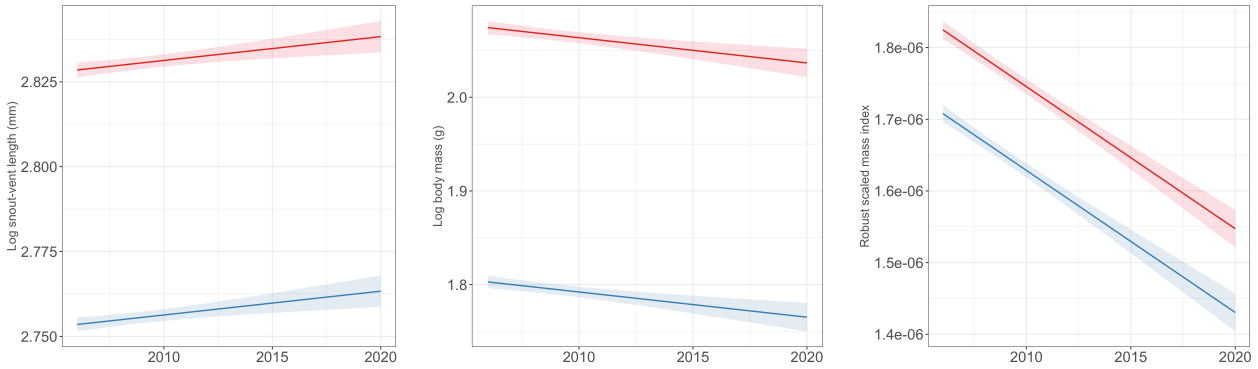
Dolicophis caspius



Natrix natrix



Natrix tessellata



Testudo graeca

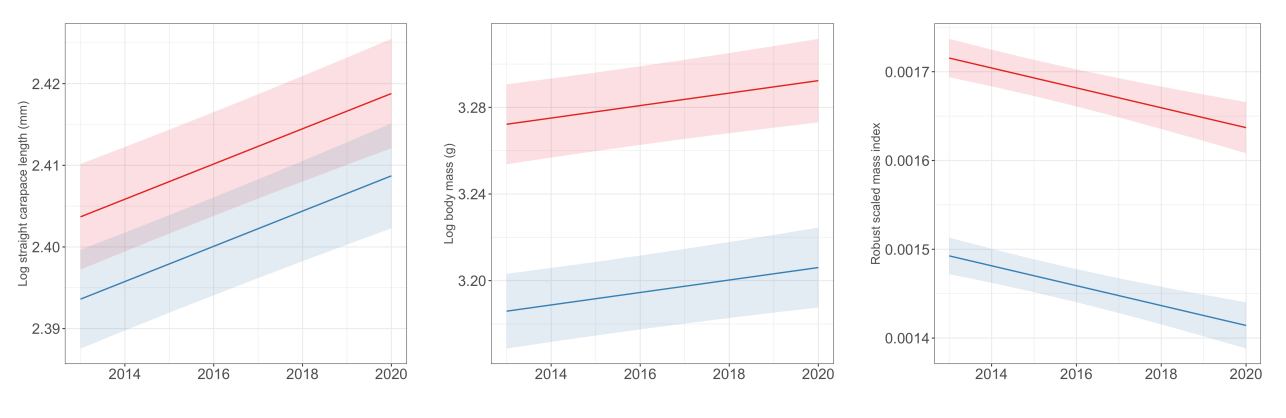
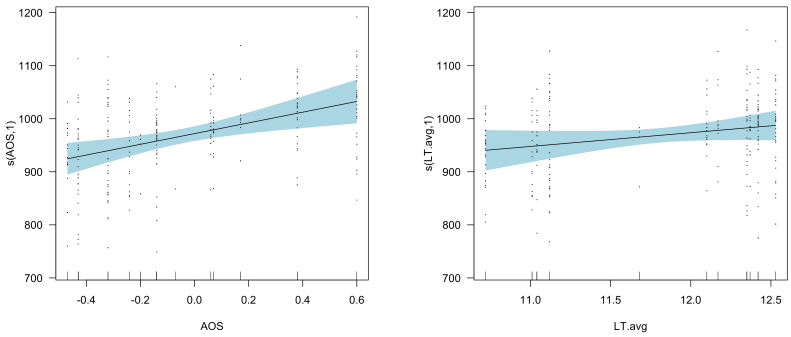


Fig. 2. Valorile estimate ale dimensiunilor corpului și a indicelui stării de sănătate pentru perioada 2006 - 2020 la speciile de șerpi, (*Dolicophis caspius*, *Natrix natrix* și *Natrix tessellata*) și pentru perioada 2010 - 2020 la țestoasa dobrogeană (*Testudo graeca*) din Complexul Arheologic Histria. Roșu - femele; Albastru - masculi. Zonele hașurate reprezintă intervale de confidență 95%. Traduceri: snout-vent length - lungimea de la bot la cloacă; body mass - greutatea; strait carapace length - lungime capace și robust scaled mass index - indicele stării de sănătate.

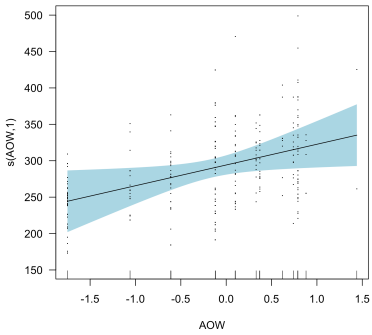
Pentru *N. natrix* SVL s-a corelat semnificativ cu toate variabilele climatice, cu excepția LAO, crescând cu T.avg, NAO și AOW, dar descrescând cu AO, AOS, LT.avg și LAOS (Tabelul 4 și Fig. 4 a-g). Greutatea a crescut semnificativ cu NAO și LT.avg și a scăzut cu AOS și LAOS. (Tabelul 4 și Fig. 4 h-k). SMI.rob s-a corelat pozitiv semnificativ cu T.avg, AO și LAO și negativ cu AOW și LT.avg (Tabelul 4 și Fig. 4 l la p). Pentru *N. tessellata* SVL am găsit o corelație semnificativă negativă cu toate variabilele climatice, cu excepția AOS și AOW (Tabelul 4 și Fig. 5 a-f). Greutatea a fost influențată negativ semnificativ de toate variabilele climatice, cu excepția AOW, LT.avg și LAO (Tabelul 4 și Fig. 6 g-k). SMI.rob a crescut semnificativ cu AO și a scăzut cu T.avg, NAO, AOW și AOS (Tabelul 4 și Fig. 5 l-p). Pentru *T. graeca* am găsit corelație semnificativă pozitivă cu NAO, AOW și negativ cu AO, LT.avg și LOA (Tabelul 4 și Fig. 6 a-e). Greutatea a crescut semnificativ cu T.avg și AOW și a scăzut cu AOS, LT.avg, LAO și LAOS (Tabelul 4 și Fig. 6 f-k). SMI.rob a fost influențat semnificativ pozitiv de T.avg și AO și negativ de AOS (Tabelul 4 și Fig. 6 l-n).

Lungimea de la bot la cloacă

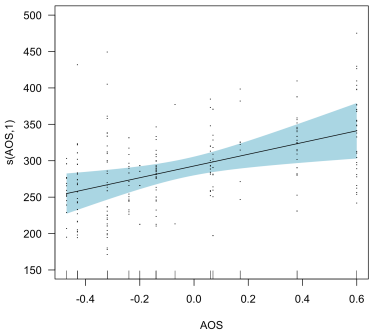


a) b)

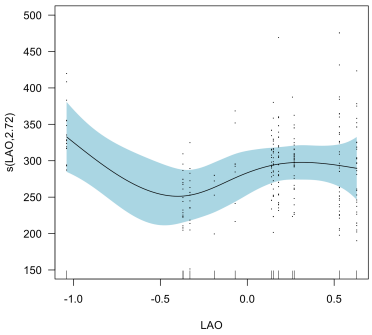
Greutatea



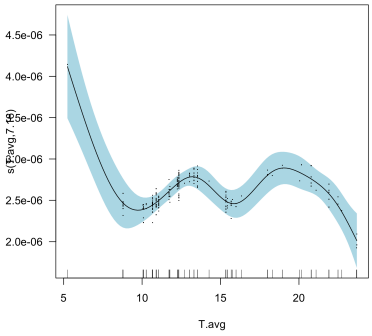
c)



d)

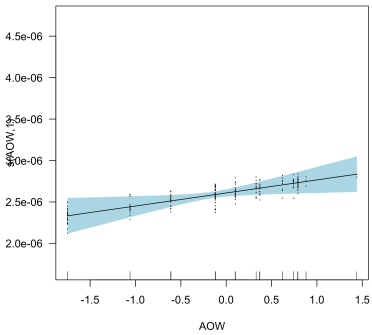


e)

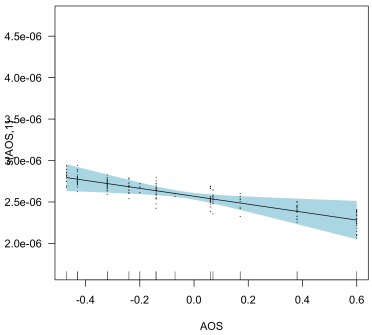


f)

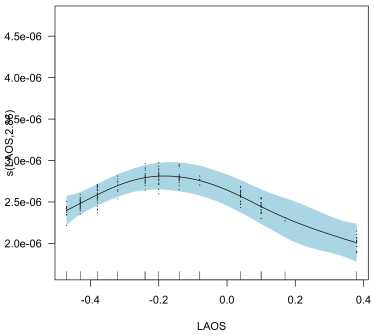
Indicele robust scaled mass index



g)



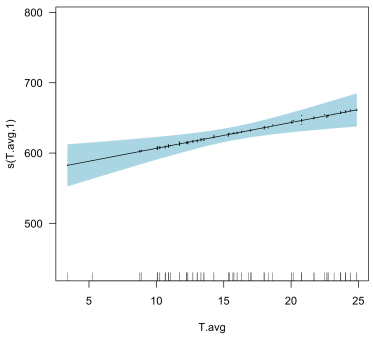
h)



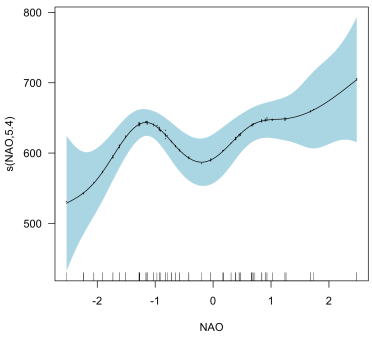
i)

Fig. 3. Reprezentarea grafică a rezultatelor modelelor GAM arătând efectul parțial al variabilelor climatice asupra dimensiunilor corpului (lungimea de la bot la cloacă și greutatea) și asupra stării de sănătate (indicele robust scaled mass) pentru *Dolicophis caspius* din Complexul Arheologic Histria. Zonele haşurate indică intervalele de confidență de 95%. Punctele reprezintă valorile reziduale parțiale. Marcajele de pe axa x reprezintă datele observate. Axa y reprezintă efectul parțial al fiecărei variabile. Scara a fost adaptată în funcție de valoarea interceptului (adică primul coeficient al modelului).

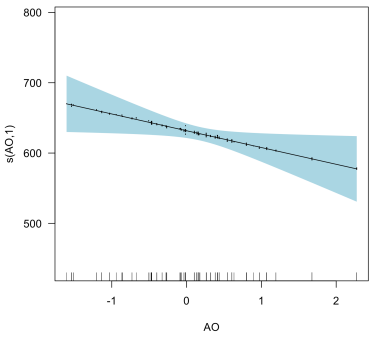
Lungimea de la bot la cloacă



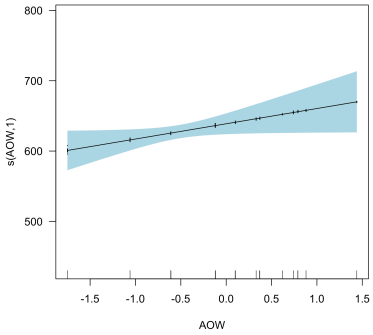
a)



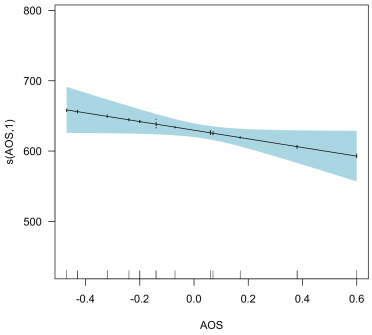
b)



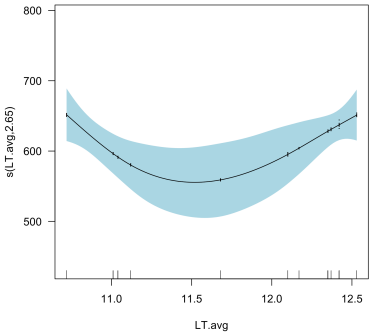
c)



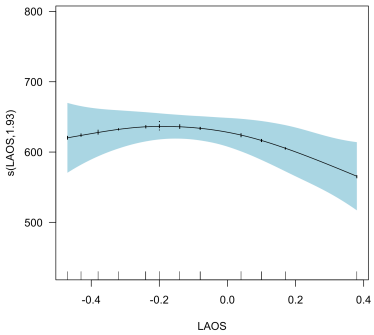
d)



e)

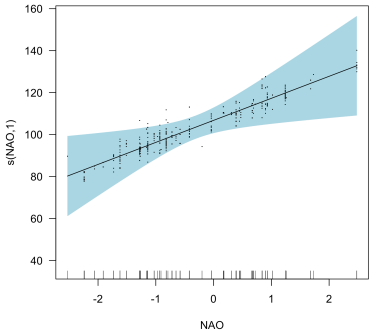


f)

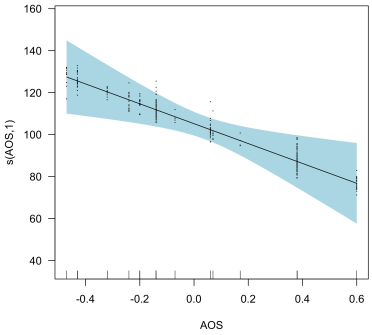


g)

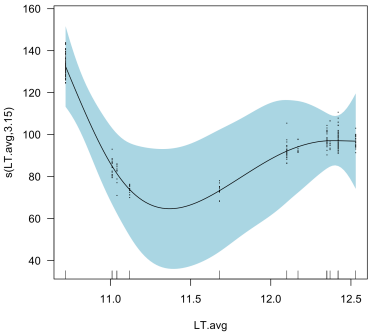
Greutatea



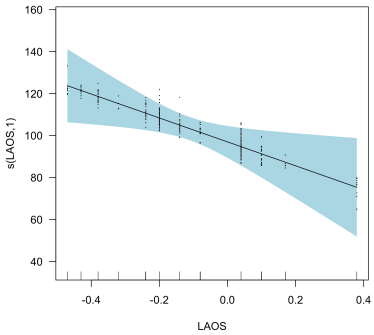
h)



i)

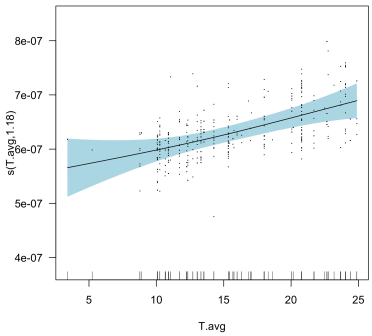


j)

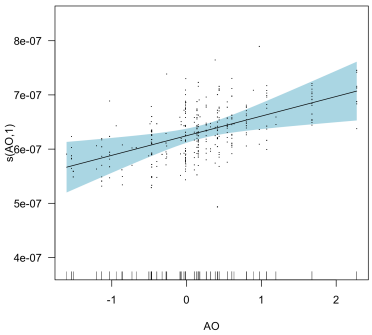


k)

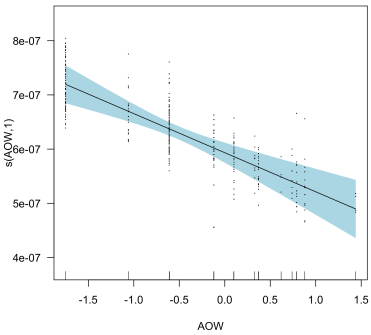
Indicele robust scaled mass



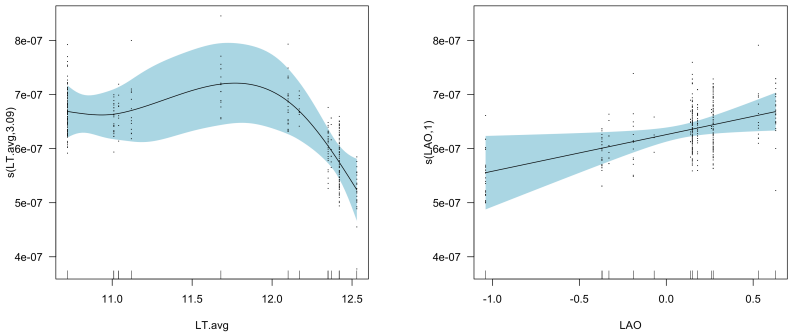
l)



m)



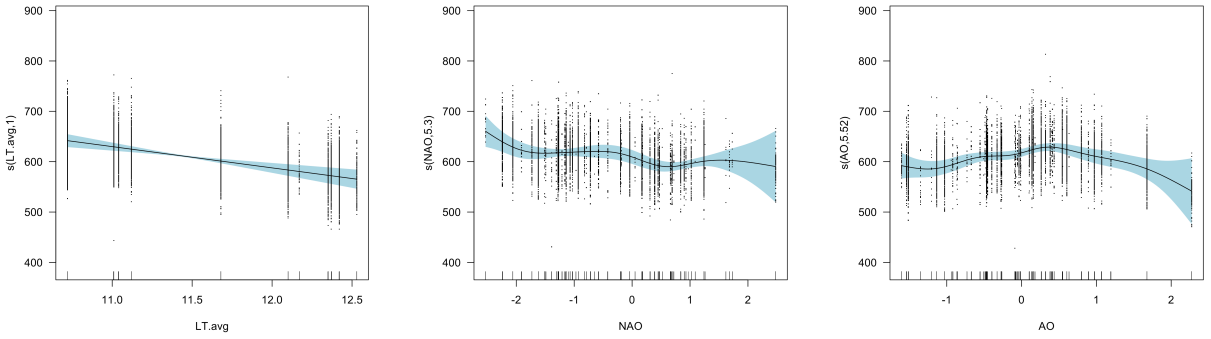
n)



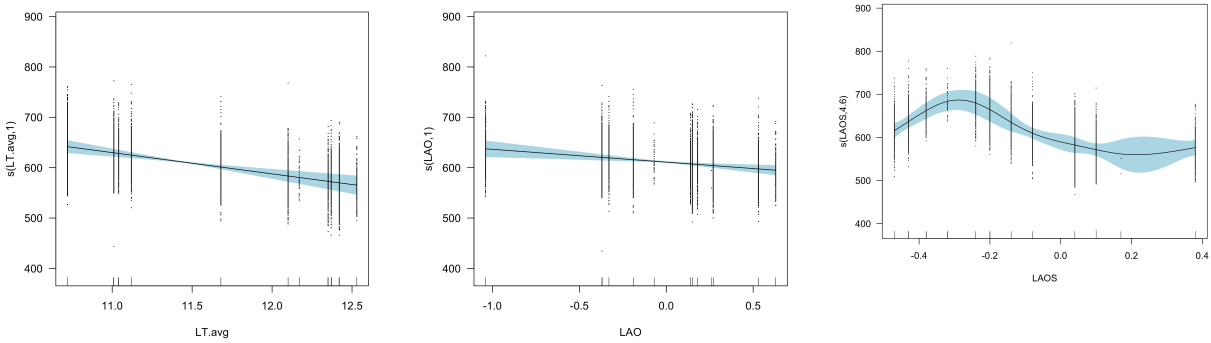
o) p)

Fig. 4. Reprezentarea grafică a rezultatelor modelelor GAM arătând efectul parțial al variabilelor climatice asupra dimensiunilor corpului (lungimea de la bot la cloacă și greutatea) și asupra stării de sănătate (indicele robust scaled mass) pentru *Natrix natrix* din Complexul Arheologic Histria. Zonele haşurate indică intervalele de confidență de 95%. Punctele reprezintă valorile reziduale parțiale. Marcajele de pe axa x reprezintă datele observate. Axa y reprezintă efectul parțial al fiecărei variabile. Scara a fost adaptată în funcție de valoarea interceptului (adică primul coeficient al modelului).

Lungimea de la bot la cloacă

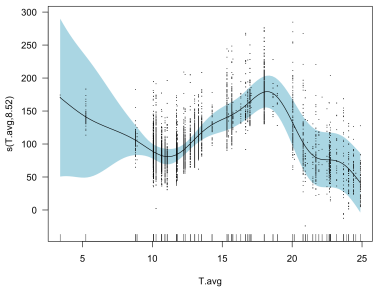


a) b) c)

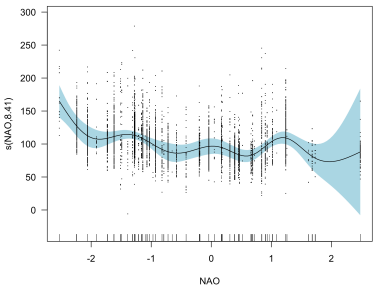


d) e) f)

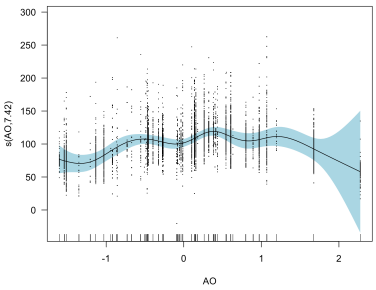
Greutatea



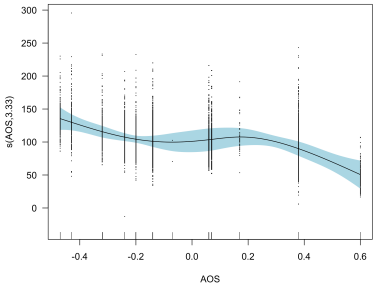
g)



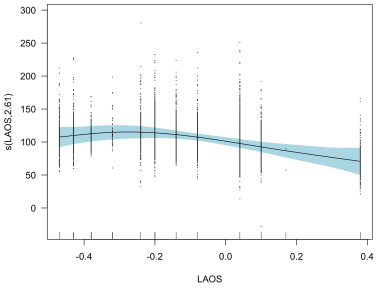
h)



i)

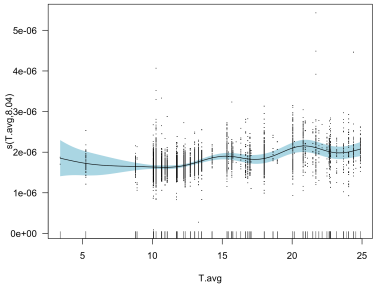


j)

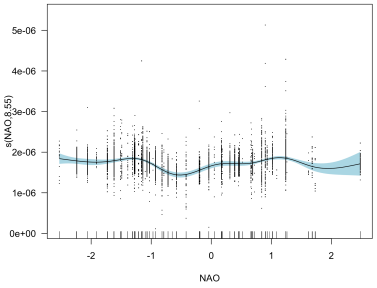


k)

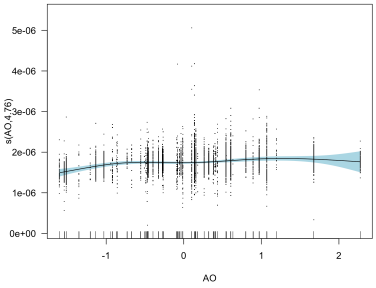
Indicele robust scaled mass



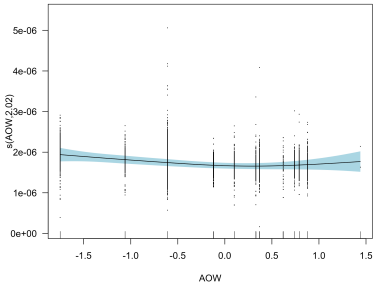
l)



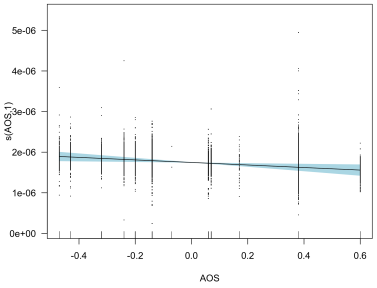
m)



n)



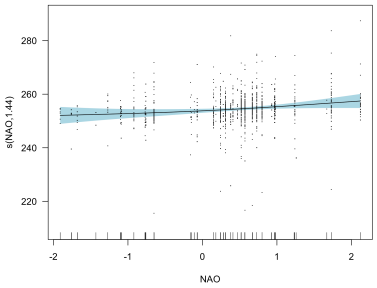
o)



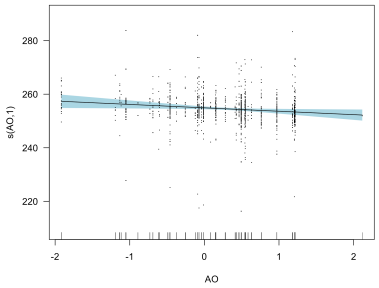
p)

Fig. 5. Reprezentarea grafică a rezultatelor modelelor GAM arătând efectul parțial al variabilelor climatice asupra dimensiunilor corpului (lungimea de la bot la cloacă și greutatea) și asupra stării de sănătate (indicele robust scaled mass) pentru *Natrix tessellata* din Complexul Arheologic Histria. Zonele haşurate indică intervalele de confidență de 95%. Punctele reprezintă valorile reziduale parțiale. Marcajele de pe axa x reprezintă datele observate. Axa y reprezintă efectul parțial al fiecărei variabile. Scara a fost adaptată în funcție de valoarea interceptului (adică primul coeficient al modelului).

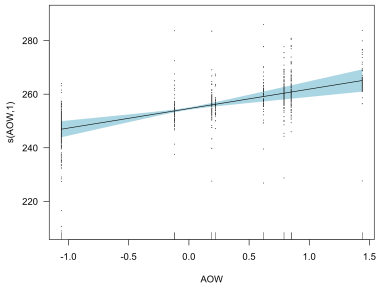
Lungimea curbă a carapacei



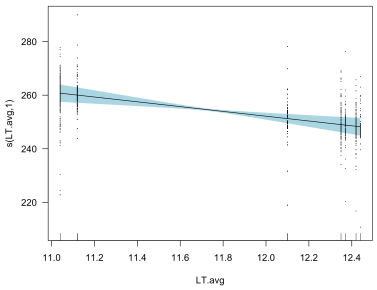
a)



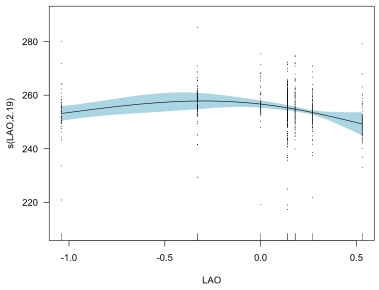
b)



c)

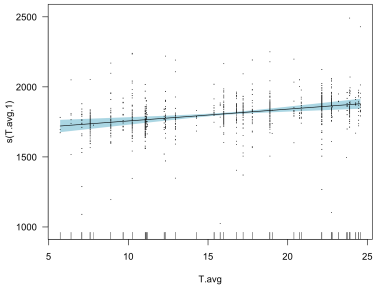


d)

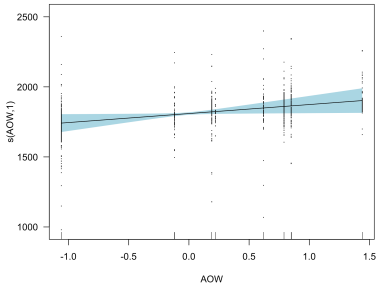


e)

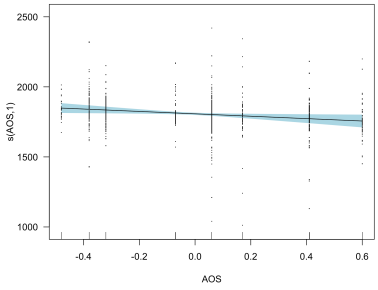
Greutatea



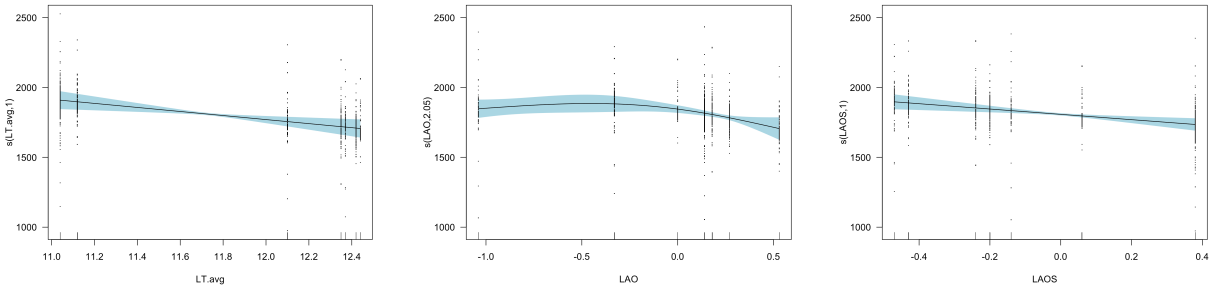
f)



g)

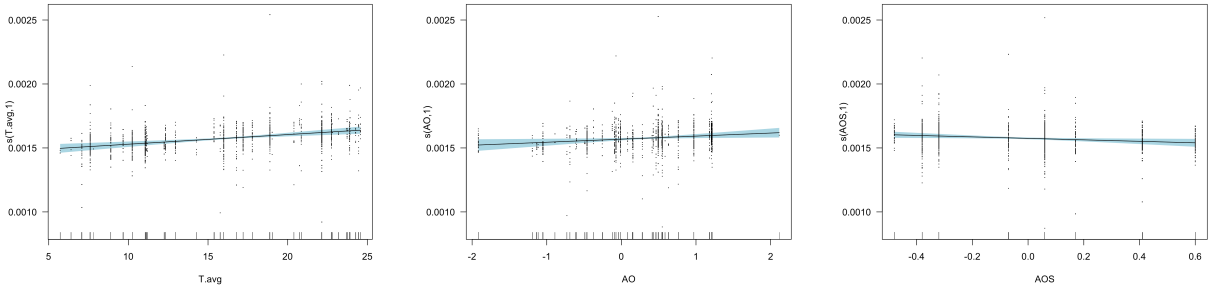


h)



i) j) k)

Indicele robust scaled mass



l) m) n)

Fig. 6. Reprezentarea grafică a rezultatelor modelelor GAM arătând efectul parțial al variabilelor climatice asupra dimensiunilor corpului (lungimea carapacei și greutatea) și asupra stării de sănătate (indicele robust scaled mass) pentru *Testudo graeca* din Complexul Arheologic Histria. Zonele haşurate indică intervalele de confidență de 95%. Punctele reprezintă valorile reziduale parțiale. Marcajele de pe axa x reprezintă datele observate. Axa y reprezintă efectul parțial al fiecărei variabile. Scara a fost adaptată în funcție de valoarea interceptului (adică primul coeficient al modelului).

Tabelul 4. Rezultatele modelelor GAMM pentru testarea efectului variabilelor climatice asupra dimensiunii corpului (lungimea de la bot la cloacă, greutatea, lungimea carapacei) și a stării de sănătate (indicele robust scaled mass) pentru cele trei specii de șerpi, *Dolicophis caspius*, *Natrix natrix* și *Natrix tessellat*a, și pentru specia de țestoasă, *Testudo graeca,* din Complexul Arheologic Histria. edf - gradele de libertate efective; F - valoarea testului statistic; P – nivelul de semnificație; T.avg – temperatura medie anuală (C^0); NAO – indicele de Oscilație North Atlantic; AO – indicele de Oscilație Artic; AOW – indicele de iarnă AO; AOS - indicele de vară AO; LT.avg – temperatura medie anuală cu efect întârziat (C^0); LAO - indicele de Oscilație Artic cu efect întârzia; LAOS – indicele de vară AO cu efect întârzia; SVL – lungimea de la bot la cloacă; BM – greutatea; SMI.rob – indicele robust scaled mass. Traduceri: Year – an, Month – lună.

Dolichophis caspius									
	SVL (mm) (R^2 = 0.455)			BM (g) (R^2 = 0.451)			SMI.rob (R^2 = 0.471)		
	edf	F	P	edf	F	P	edf	F	P
T.avg	2948	2.035	0.147	3.182	1.383	0.225	7.162	10.58	**< 0.001**
NAO	1000	0.553	0.457	1.000	1.234	0.267	1.000	1.462	0.239
AO	1000	0.095	0.758	1.000	0.012	0.912	1.972	1.919	0.156

Dolichophis caspius									
AOW	1000	3578	0.059	1.000	5.052	**0.025**	1.000	5.656	**0.018**
AOS	1000	10909	**0.001**	1.000	8.142	**0.004**	1.000	7.129	**0.008**
LT.avg	1000	2453	**0.014**	1.000	0.042	0.838	2.830	2.106	0.058
LAO	2510	4955	0.091	2717	2450	**0.049**	2056	2906	64
LAOS	1440	222	0.788	1.000	1.143	0.286	2.864	8.954	**< 0.001**
Year	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	**< 0.001**	0.000	0.000	1.000
Month	0.376	0.063	**< 0.001**	0.000	0.000	**< 0.001**	0.000	0.730	1.000
Sex	0.991	1.004	**< 0.001**	0.926	1.023	**< 0.001**	0.895	3.611	1.000

Natrix natrix									
	SVL (mm) (R^2 = 0.337)			BM (g) (R^2 = 0.4)			SMI.rob (R^2 = 0.264)		
	edf	F	P	edf	F	P	edf	F	P
T.avg	1000	10.005	**0.001**	1.000	2.965	0.086	1.183	15.14	**< 0.001**
NAO	5405	6.213	**< 0.001**	1.000	6.474	**0.011**	3.332	1.119	0.215
AO	1000	4.815	**0.028**	1.000	3.298	0.070	1.000	8.053	**0.004**
AOW	1000	4036	**0.045**	1.000	0.115	0.734	1.000	11.35	**0.001**
AOS	1000	3971	**0.047**	1.000	8.411	**0.004**	1.000	0.771	0.380
LT.avg	2647	4860	**0.021**	3155	3.872	**0.005**	3.086	2.850	**0.046**
LAO	1000	2470	0.116	1.000	1666	0.197	1.000	5151	**0.023**
LAOS	1928	2812	**0.045**	1.000	6.058	**0.014**	1.699	0.752	0.386
Year	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	**< 0.001**	0.000	0.000	1.000
Month	0.000	0.000	1.000	3325	0.480	**< 0.001**	0.000	0.000	1.000
Sex	0.903	2.266	**< 0.001**	0.922	1.753	**< 0.001**	0.885	1.468	1.000

Natrix tessellata									
	SVL (mm) (R^2 = 0.387)			BM (g) (R^2 = 0.436)			SMI.rob (R^2 = 0.443)		
	edf	F	P	edf	F	P	edf	F	P
T.avg	8148	9.670	**< 0.001**	8.130	12.321	**< 0.001**	8.044	6.522	**< 0.001**
NAO	5296	7.688	**< 0.001**	7.621	10.061	**< 0.001**	8.551	14.083	**< 0.001**

AO	5516	4.527	**< 0.001**	7.232	5.531	**< 0.001**	4.764	7.096	**< 0.001**
AOW	1518	928	0.230	1.000	2.827	0.092	2.020	2.835	**0.040**
AOS	1000	199	0.655	3.264	7.732	**< 0.001**	1.002	7.023	**0.008**
LT.avg	1000	23459	**< 0.001**	1.000	0.925	0.336	1.007	0.023	0.887
LAO	1000	10567	**0.001**	1.000	1251	0.263	1687	325	0.596
LAOS	4599	14021	**< 0.001**	2.767	8.334	**0.001**	1.000	0.109	0.741
Year	0.000	0.000	**< 0.001**	0.000	0.000	**< 0.001**	3.654	5.516	**< 0.001**
Month	5757	0.899	**< 0.001**	6098	1.110	**< 0.001**	5.214	10.675	**< 0.001**
Sex	0.999	2.739	**< 0.001**	0.997	5.126	**< 0.001**	0.951	20.286	**< 0.001**

	Testudo graeca								
	CCL(mm) (R^2 = 0.917)			BM (g) (R^2 = 0.925)			SMI.rob (R^2 = 0.688)		
	edf	F	P	edf	F	P	edf	F	P
T.avg	1000	0.077	0.781	1.000	16.830	**< 0.001**	1.002	21.531	**< 0.001**
NAO	1440	3.469	**0.028**	2.408	2.059	0.110	2.657	2.017	0.087
AO	1000	5.252	**0.022**	1.000	0.191	0.662	1.002	5.595	**0.018**
AOW	1000	26160	**< 0.001**	2188	4.559	**0.033**	1.001	2.869	0.090
AOS	1000	0.010	0.922	1.000	6.476	**0.011**	1.000	5.644	**0.017**
LT.avg	1000	15156	**0.001**	1000	10.037	**0.001**	1.000	0.140	0.709
LAO	2195	3456	**0.013**	1.000	5501	**0.003**	1002	3828	0.051
LAOS	1000	3393	0.065	1.000	11.324	**0.001**	1.001	3.577	0.058
Year	4814	0.000	0.755	0.000	0.000	0.340	0.000	0.000	0.785
Month	0.001	0.000	0.889	30461	0.480	**0.001**	4.354	4.651	**0.001**
Sex	0.864	6679.727	**0.006**	0.984	65859.75	**< 0.001**	0.957	3555.949	**< 0.001**
ID	384.8	28.431	**< 0.001**	0.038	29.761	**< 0.001**	25.38	2.650	**< 0.001**

Etapa 3. Denumire activitate: Estimarea parametrilor populaționali ai speciilor țintă, calibrarea datelor climatice, estimarea impactului exercitat de turism asupra populațiilor speciilor țintă și identificarea măsurilor de conservare

Estimarea parametrilor populaționali ai speciilor țintă

Rata de supraviețuire este un parametru populațional vital, care poate afecta semnificativ riscul de extincție al speciilor și de asemenea, tendințele populaționale ale acestora (Crone 2001). Metodele de marcare-

recapturare au fost utilizate pe scară largă pentru estimarea ratelor de supraviețuire a diferitelor specii de animale. Aceste studii au arătat variații ale ratelor de supraviețuire în spațiu, timp, între sexes, diferite stadii de vârstă, între specii. Cu toate acestea, majoritatea studiilor s-au concentrat pe populații de păsări, pești, unele grupe de reptile (de exemplu șopârle) iar studiile care examinează supraviețuirea la speciile de șerpi sunt mult mai rare, cel mai probabil din cauza dificultăților determinate de capturarea speciilor de șerpii, care sunt în general specii elusive, cu comportament criptic. Deasemena, pentru speciile longevive de reptile, cum sunt țestoasele studiile de marcare recapturare realizate pe un interval de timp corespunzător (mai mare sau egal cu un ciclu de viață) sunt puține. Astfel, studiile demografice asupra populațiilor de șerpi și țestoase sunt necesare și valoroase pentru activități de conservare și management, reptilele fiind unul din cel mai periclitat grup de vertebrate la nivel global.

În acest studiu ne-am propus să: (i) estimăm parametrii populaționali, mai precis supraviețuirea aparentă și probabilitatea de recaptură la cele patru specii țintă de reptile; (ii) variația temporală (adică, între ani), a supraviețuirii aparente și a probabilității de recaptură; și (iii) testăm dacă parametrii climatici locali și globali și turismul influențează supraviețuirea aparentă a celor patru specii țintă de reptile. Deoarece parametrii ciclului de viața diferă între stadii de vârstă/sexe am testat de (iv) dacă supraviețuirea aparentă și probabilitatea de recaptură diferă între stadii de vârstă/sexe. Ca urmare a activității de teren, realizată pe toată perioada de desfășurare a proiectului, estimarea parametrilor populaționali a fost posibilă doar pentru două din cele patru specii țintă, și anume pentru *Dolichophis caspius* și *Testudo graeca*. Deși au fost capturați un număr foarte mare de indivizi aparținând celorlalte două specii țintă (mai ales pentru *Natrix tessellata*), numărul de recapturi a fost prea mic pentru estimarea cu acuratețe a parametrilor populaționali (Tabelul 1). Deasemena, lipsa recapturilor în zona ariei de studiu frecventată de turiști nu a permis estimarea impactului turistic asupra parametriilor populaționali la nici una din speciile țintă.

Materiale și metode

Zona de studiu, speciile studiate și tehnicile de teren

Zona de studiu, speciile studiate și tehnicile de teren sunt prezentate la etapa 1 și 2 a proiectului.

Tehnici de marcare recapturare

Modalitatea de marcare la speciile de șerpi utilizează PIT (Passive Integrated Transponder) tag-uri pentru *D. caspius* și marcarea prin ciupirea mugurelui de creștere a unei gastrotegi (solz ventral) deasupra cloacăi la *N. natrix* și *N. tessellata* (McDiarmid și colab. 2012). Modalitatea de marcare la *T. graeca* constă în marcarea temporală prin marcarea cu numere provizorii folosind markere permanente/și acrilice. Din 2022 marcarea permanentă s-a realizat prin lipirea pe carapace a unui tag cu un de numărul de identificare permanent. Numărul de identificare este cel stabilit anterior prin fotoindetificare sau număr nou pentru indivizii capturați pentru prima dată.

Analiza datelor

Am estimat supraviețuirea aparentă (Φ) și probabilitatea de recaptură (p) folosind modelul Cormack-Jolly-Seber (CJS) (Lebreton et al. 1992). Într-o primă etapă am determinat care este cel mai bun model pentru estimarea probabilității de recaptură. Pentru aceasta am modelat probabilitatea de recaptură în funcție de ocazia de captură (variabilă categorică, în acest caz, anul) stadiu/sex (adult (femela, mascul), juvenil, subadult), timp (variabilă numerică, ce presupune o creștere sau o scădere liniară a probabilității de recaptură), și temperatura medie anuală (T.avg). După ce am determinat care este cel mai bun model pentru estimarea probabilității de recaptură, acesta a fost utilizat pentru a găsi cel mai bun model pentru estimarea probabilității de supraviețuire. Ca și în cazul probabilității de recaptură, am modelat supraviețuirea aparentă în funcție de ocazia de captură, stadiu/sex, timp, și temperatura medie anuală. Deoarece supraviețuirea aparentă poate fi afectată de variabile climatice globale, de asemenea, am modelat supraviețuirea aparentă în funcție de trei parametrii climatici generali: indicele de oscilație a Atlanticului de Nord (NAO) și indicele de oscilație arctică (AO) de iarnă (AOW), utilizând valorile lunare din noiembrie până în aprilie, și indice AO de vară (AOS), folosind valorile lunare din iunie până în septembrie. Datele NAO au fost descărcate accesând linkul

https://www.ncdc.noaa.gov/teleconnections/nao/ iar datele AO accesând linkul https://www.ncdc.noaa.gov/teleconnections/ao/.

Selectarea celui mai bun model din setul de modele candidate, atât în cazul probabilității de recaptură, cât și în cazul probabilității de supraviețuire, s-a realizat pe baza criteriul informațional al lui Akaike corectat pentru eșantion mic (AICc) (Burnham & Anderson 1998). Modele au fost ordonate descrescător pe baza valorii parametrului delta AICc care reprezintă diferența dintre valoarea AICc a modelului și valoare AICc a modelului cu cea mai mică valoare AICc din setul de modele candidate. Ponderea Akaike (wi) exprimă suportul care favorizează modelul ca fiind cel mai bun dintre toate modele candidate (Burnham & Anderson 1998). Parametrii (supraviețuirea aparentă și probabilitatea de recaptură) și erorile lor standard au fost estimate pe baza celui mai bun model. Pentru aplicarea modelelor CJS am utilizat pachetul RMark (Laake & Rexstad 2008) în versiunea R 3.2.3 (R Development Core Team, 2015).

Rezultate

În tabelul 1 este prezentat număr de indivizi capturați, recapturați și total pentru cele patru specii țintă.

Tabelul 1. Număr de indivizi capturați, recapturați și total pentru cele patru specii țintă.

Specie	Capturați	Recapturați	Total
Dolichophis caspius	365	39	404
Natrix tessellata	8184	200	8384
Natrix natrix	384	2	386
Testudo graeca	1689	368	2057

Pentru *D. caspius* cel mai bun model din setul de modele candidate pentru probabilitatea de recaptură a fost modelul care a presupus că probabilitatea de recaptură este constantă (Modelul 1, Tabelul 2). Rata de recaptură estimată pe baza acestui model este $p \pm SE$: 0.019 ± 0.009. Probabilitatea de supraviețuire a fost cel mai bine descrisă de modelul care a inclus ocazia de recaptură (Modelul 2, Tabelul 2, Fig. 1). Datorită ratei de recaptură foarte mici aceste valori estimate ale probabilității de supraviețuire trebuiesc interpretate cu grijă. Modelele care au inclus parametrii climatici locali și/sau globali nu fost printre modelele cu suport semnificativ (Tabelul 2), ceea ce sugerează că aceste variabile au impact redus asupra probabilității de supraviețuire.

Tabelul 2. Devianța (DEV), criteriul informațional Akaike (AICc), diferențe în AICc (Delta AICc), ponderi Akaike (wi) și numărul de parametri estimabili (K) pt modelele care descriu supraviețuirea aparentă (Phi) și probabilitatea de recaptură (p). Stage - stadiu/sex; Time - ocazia de captură (variabilă numerică); time timp (variabilă numerică); T.avg - temperatura medie anuală; NAO - indicele de oscilație a Atlanticului de Nord; AOW - indicele de oscilație arctică de iarnă; AOS - indicele de oscilație arctică de vară; "*" - interactie; "+" - aditiv.

No.	Model	K	AICc	Delta AICc	wi	Dev
1	Phi(~1)p(~1)	2	78.40205	0.0000000	3.523466E-01	31.38950
2	Phi(~Time)p(~1)	3	78.61827	0.2162117	3.162425E-01	29.56043
3	Phi(~1)p(~Time)	3	80.37220	1.9701467	1.315704E-01	31.31437
4	Phi(~Time + Stage)p(~1)	6	81.59908	3.1970278	7.124335E-02	26.31208
5	Phi(~Stage)p(~1)	5	83.61391	5.2118589	2.601533E-02	30.41903
6	Phi(~Stage + NAO)p(~1)	6	83.64777	5.2457128	2.557867E-02	28.36077
7	Phi(~1)p(~Stage)	5	83.95013	5.5480739	2.198979E-02	30.75525

8	Phi(~Stage + AOW + AOS)p(~1)	7	85.00446	6.6024071	1.298003E-02	27.60938
9	Phi(~Stage + AOW)p(~1)	6	85.69840	7.2963478	9.174624E-03	30.41140
10	Phi(~1)p(~Time + Stage)	6	85.76560	7.3635478	8.871478E-03	30.47860
11	Phi(~1)p(~Stage + T.avg)	6	85.78823	7.3861728	8.771685E-03	30.50123
12	Phi(~Stage + NAO + AOW + AOS)p(~1)	8	85.97446	7.5724103	7.991753E-03	26.45513
13	Phi(~1)p(~time)	13	87.34866	8.9466012	4.020132E-03	16.95917
14	Phi(~Stage + T.avg + NAO + AOW + AOS)p(~1)	9	88.11505	9.7129939	2.74044E-03	26.45513
15	Phi(~1)p(~time + Stage)	16	92.71263	14.3105738	2.75086E-04	15.59482
16	Phi(~time)p(~1)	13	93.70888	15.3068262	1.67161E-04	23.31940
17	Phi(~time + Stage)p(~1)	16	97.86440	19.4623438	2.093032E-05	20.74660
18	Phi(~1)p(~time * Stage)	49	175.39292	96.9908635	0E+00	12.15258
19	Phi(~time * Stage)p(~1)	49	183.98693	105.5848735	0E+00	20.74660

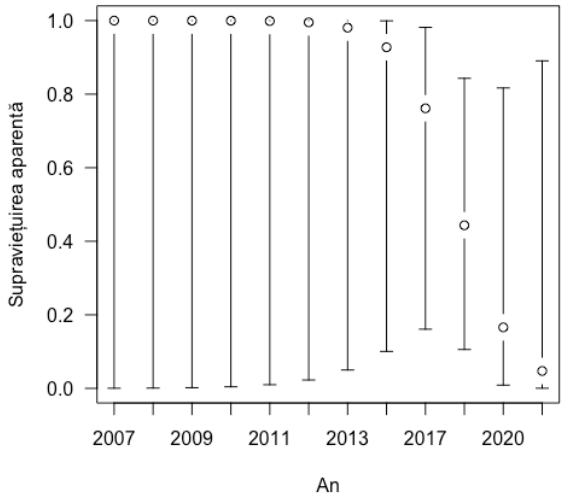


Fig. 1. Probabilitățile de supraviețuire anuale (± SE) pentru *Dolichophis caspius*, estimate pe baza pe celui mai parcimonios model de marcare-recapture (Modelul 2 din Tabelul 2).

Pentru *T. graeca* cel mai bun model din setul de modele candidate pentru probabilitatea de recaptură a fost modelul care a presupus că probabilitatea de recaptură este influențată de stadiu/sex și ocazia de recaptură (Modelul 9, Tabelul 3). Masculi au avut ce mai mare probabilitate de recaptură ($p \pm SE$: 0.394 ± 0.040), urmați de juvenili ($p \pm SE$: 0.038 ± 0.009, Fig. 2). Rata de recaptură a fost semnificativ mai mare în 2013 ($p \pm SE$: 0.797 ± 0.042, Fig. 3). Probabilitatea de supraviețuire a fost cel mai bine descrisă de modelul care a inclus stadiu/sex și NAO (Modelul 1, Tabelul 3). Masculi au avut ce mai mare probabilitate de supraviețuire ($\Phi \pm SE$: 0.924 ± 0.021), urmați de juvenili ($\Phi \pm SE$: 0 .910 ± 0.024, Fig. 4). Probabilitatea de supraviețuire a scăzut în general cu creșterea NOA (Fig. 5). Modelele care au inclus parametrii climatici locali și cei globali, exceptand NAO nu fost printre modelele cu suport semnificativ (Tabelul 3), ceea ce sugerează că aceste variabile au impact redus asupra probabilității de supraviețuire.

Tabelul 3. Devianță (DEV), criteriul informațional Akaike (AICc), diferențe în AICc (Delta AICc), ponderi Akaike (wi) și numărul de parametri estimabili (K) pt modelele care descriu supraviețuirea aparentă (Phi) și probabilitatea de recaptură (p). Stage - stadiu/sex; Time - ocazia de captură (variabilă numerică); time - timp

(variabilă numerică); T.avg - temperatura medie anuală; NAO - indicele de oscilație a Atlanticului de Nord; AOW - indicele de oscilație arctică de iarnă; AOS - indicele de oscilație arctică de vară; “*” - interactie; “+” - aditiv.

No.	Model	K	AICc	Delta AICc	wi	Dev
1	Phi(~Stage + NAO)p(~time + Stage)	19	1601.239	0.0000000	3.639927E-01	552.9414
2	Phi(~Stage)p(~time + Stage)	18	1601.931	0.6919604	2.575345E-01	555.6991
3	Phi(~Time + Stage)p(~time + Stage)	19	1603.567	2.3280000	1.136512E-01	555.2694
4	Phi(~Stage + AOW)p(~time + Stage)	19	1603.760	2.5214500	1.031732E-01	555.4628
5	Phi(~ Stage + NAO + AOW + AOS)p(~time + Stage)	21	1604.179	2.9400365	8.368967E-02	551.7392
6	Phi(~Stage + AOW + AOS)p(~time + Stage)	20	1605.763	4.5242390	3.79024E-02	555.3963
7	Phi(~ Stage + T.avg + NAO + AOW + AOS)p(~time + Stage)	22	1606.215	4.9762517	3.023523E-02	551.6991
8	Phi(~Time)p(~time + Stage)	16	1609.521	8.2821929	5.78945E-03	567.4102
9	Phi(~1)p(~time + Stage)	15	1610.453	9.2141968	3.632915E-03	570.3973
10	Phi(~1)p(~time)	12	1615.333	14.0943011	3.166315E-04	581.4218
11	Phi(~time + Stage)p(~time + Stage)	28	1618.092	16.8530338	7.970818E-05	551.0419
12	Phi(~time)p(~time + Stage)	25	1625.031	23.7924461	2.481011E-06	564.2645
13	Phi(~1)p(~time * Stage)	45	1648.153	46.9142568	2.364783E-11	544.8732
14	Phi(~time * Stage)p(~time + Stage)	58	1665.465	64.2262922	4.116523E-15	533.7418
15	Phi(~1)p(~Time + Stage)	6	1669.176	67.9368968	0E+00	647.4593
16	Phi(~1)p(~Stage + T.avg)	6	1675.171	73.9317468	0E+00	653.4542
17	Phi(~1)p(~Time)	3	1681.080	79.8408612	0E+00	665.4143
18	Phi(~1)p(~Stage)	5	1692.552	91.3132801	0E+00	672.8561
19	Phi(~1)p(~1)	2	1704.532	103.2933918	0E+00	690.8769

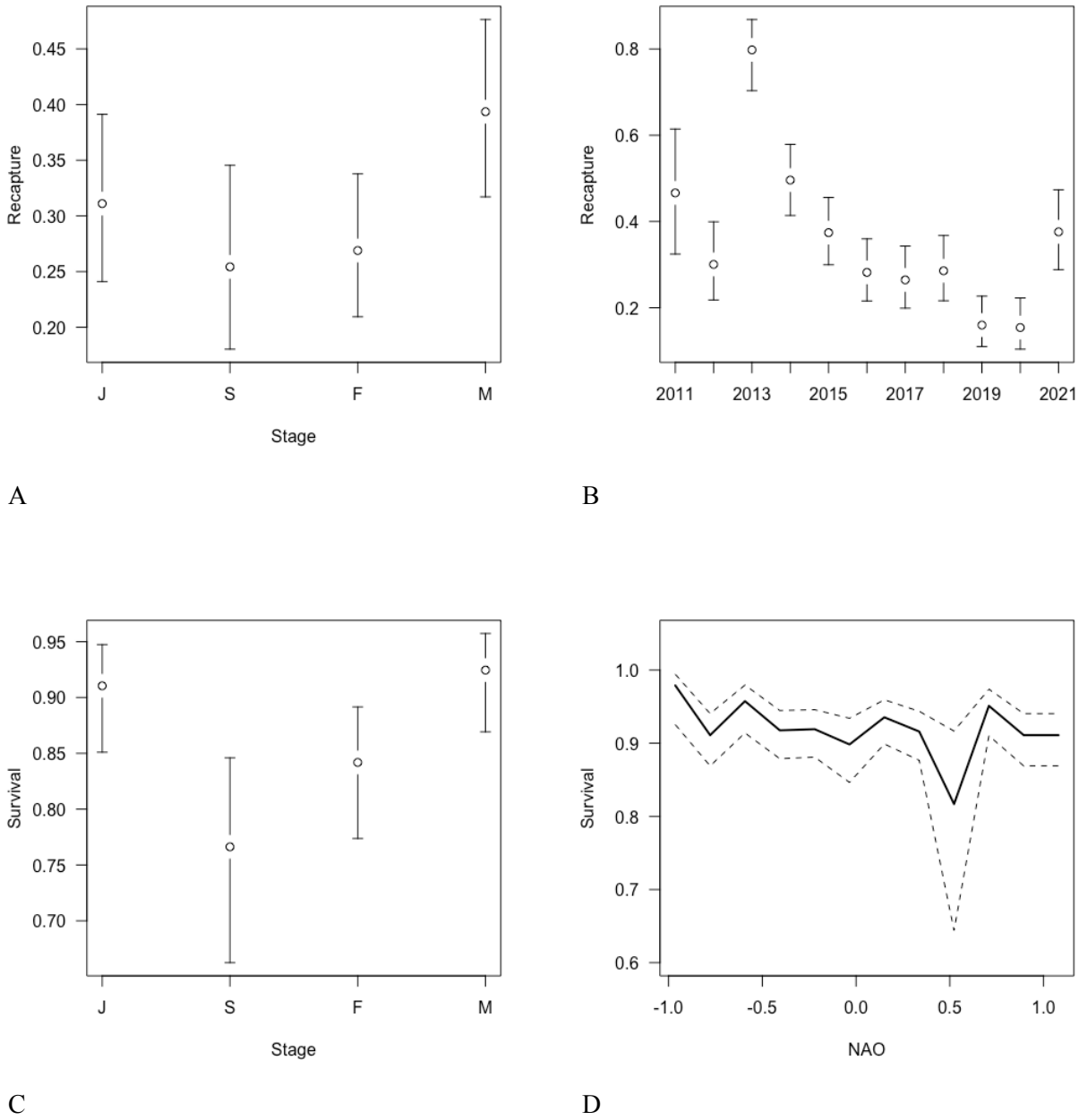


Fig. 2. Probabilitățile de recaptură a diferitelor stadii de vârstă/sexe (± SE) (A), probabilitățile de recaptură anuale (± SE) (B), estimate pe baza pe celui mai parcimonios model de marcare-recapture (Modelul 9 din Tabelul 3); Probabilitățile de supraviețuire a diferitelor stadii de vârstă/sexe (± SE) (C) și variația probabilității de supraviețuire cu indicele de oscilație a Atlanticului de Nord (D) estimate pe baza pe celui mai parcimonios model de marcare-recapture (Modelul 1 din Tabelul 3), pentru *Testudo graeca*; J - juvenil; S - subadult; F - femela; M - mascul.

Identificarea măsurilor de conservare

Studiul nostru a arătat că ratele de supraviețuire sunt mari atât la *D. caspius* cât și la *T. graeca*, ceea ce sugerează că nu este nevoie de măsuri suplimentare de conservare, deoarece toate speciile se află într-o zonă strict protejată conform ARBDD. Cu toate acestea atragem atenția că pentru două din cele patru specii țintă (*N. tessellata* și *N. natrix*) datele colectate până la acest moment de timp nu au permis estimarea parametrilor populaționali, iar pentru celelalte două specii (*D. caspius* și *T. graeca*) am estimat supraviețuirea aparentă nu

reală. În plus la *D. caspius,* datorită ratei de recaptură foarte mici valorile estimate ale probabilității de supraviețuire trebuiesc interpretate cu grijă.

Referințe bibliografice

Burnham, K.P. & Anderson, D.R. (1998) Model Selection and Inference. Springer, New York.
Crone, E.E. (2001) Is survivorship a better fitness surrogate than fecundity? Evolution, 55, 2611-2614.
Laake, J. & Rexstad, E. (2008) RMark – an alternative to building linear models in MARK. In:E. Cooch & G. White (Eds) Program MARK: a Gentle Introduction. 9th Edition. Available athttp://www.phidot.org/software/mark/docs/book/ (Accessed 1 October 2015).
Lebreton, J.D., Burnham, K.P., Clobert, J. & Anderson, D.R. (1992) Modeling survival and testing biological hypothesis using marked animals: a unified approach with case studies. Ecol. Monogr.,62, 67-118.
McDiarmid, R. W., Foster, M. S., Guyer, C., Gibbons, J. W., & Chernoff, N. (Eds.). (2012). Reptile Biodiversity: Standard Methods for Inventory and Monitoring. University of California Press. https://doi.org/10.1525/9780520952072
R Development Core Team (2015) R: a Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Available at http://www.R-project.org/ (Accessed 1 October 2015).

Outreach științific și pregătire profesională

Rezultatele proiectului au fost diseminate prin publicarea a două articole științifice și prin participarea la o conferință națională și două internaționale. Stagiile de pregătire profesională deoarece au fost programe în anual 2020-2021 au fost anulate din cauza restricțiilor datorate pandemiei de covid 19.

Articole științifice

Vlad, S. E., Cogălniceanu, D., Băncilă, R. I., & Stănescu, F. (2020). A case of color aberration in a fire salamander (*Salamandra salamandra*) larva. *Herpetozoa*, *33*, 213 - publicat
Băncilă, R. I., Plăiașu, R., Stănescu, F., Schmidt, B. R., Nae, I., & Denoël, M. (2021). Food level and light conditions affect the antipredator behavior in larvae of a stream-breeding amphibian. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, *75*(2), 1-9 - publicat
Fănaru G., Telea A.E., Gherghel I., Melenciuc R. (2022). Melanism in the grass snake *Natrix natrix* (Linnaeus, 1758) from Danube Delta Biosphere Reserve, Romania. *Herpetozoa* - acceptat
Băncilă, R. I. , Lattuada, Matteo, Sillero, N. (2022). Distribution of amphibians and reptiles in agricultural landscape across Europe. *Landscape Ecology* - în evaluare

Participări la conferințe naționale/internaționale

BIO.T.A (BIOdiversitate, Tradiții și Actualitate) 2021 Cluj-Napoca Fănaru G., Telea A.E., Melenciuc R., Gherghel I. Melanism in *Natrix natrix* (Linnaeus, 1758) from Danube Delta Biosphere Reserve, Romania - Poster
ECCB 6th (European Congress of Conservation Biology) 2022 Praga, Cehia Telea, A.E., Vlad, S., Cogălniceanu, D., Fănaru, G., Carlsson, M., Iosif, R., Drăgan, O., Plăiașu, R., Băncilă, R. Body size response to local and global climate variables: a case study on reptiles - Prezentare orală
25th International Conference on Subterranean Biology 2022 Băncilă, R.I, Nae, A., Giurginca, A., Nae, I., Nițu, E., Popa, I., Baba, C.S., Plăiașu, R. Arthropod communities and drivers of their species diversity and composition in caves - Prezentare orală

Data: 19.09.2022

Băncilă Raluca Ioana

