

## FACTORI CE INFLUENȚEAZĂ UTILIZAREA HABITATELOR DE CĂTRE COMUNITĂȚILE DE OPILIONIDE (ARACHNIDA: OPILIONES) ÎN GEOPARCUL PLATOUL MAHEDIȘI

Proiectul a avut ca scop identificarea factorilor ce influențează utilizarea habitatelor de către opilionide în peșteri și habitatele epigeice limitrofe în Geoparcul Platoul Mehediș (GPM). Studiul a permis inventarierea speciilor din GPM, evaluarea preferințelor speciilor pentru un anumit tip de habitat și evaluarea intensității asimetriei fluctuante ca un indicator al calității habitatelor în cazul speciei *Paranemastoma silli*.

### Obiectivul 1. Identificarea factorilor caracteristici habitatelor ce determină prezența diferitelor specii și astfel bogăția specifică locală în peșteri și habitatele epigeice.

În cursul deplasărilor în teren au fost investigate 54 de peșteri și avene, dintre acestea 30 au fost selectate pentru studiu (Figura 2). Inventarierea opilionidelor din peșteri s-a realizat prin căutare activă. În zona limitrofă acestor cavități subterane au fost amplasate capcane tip Barber (în general, trei seturi a câte trei capcane pentru fiecare stație) pentru inventarierea speciilor din habitatele epigeice. Capcanele au fost active timp de aproximativ o lună. Trei specii au fost inventariate în peșterile investigate: *Paranemastoma silli*, *Leiobunum rupestre* și *Egaenus convexus*. Prima specie este troglafilă și ocupă frecvent peșteri cu resurse trofice bogate, iar *L. rupestre* și *E. convexus* sunt troglonexene și sunt prezente în peșterii accidentale. În habitatele epigeice au fost identificate 15 specii, cele mai frecvente specii fiind *Egaenus convexus*, *Lacinius horridus*, *Dicranolasma scabrum*, *Trogulus oltenicus*, *T. closanicus* și *Paranemastoma silli* (Figura 1). Numărul de specii per stație a variat între 0 și 5, bogăție specifică ridicată având stațiile localizate în zonele cu pădure de fag.

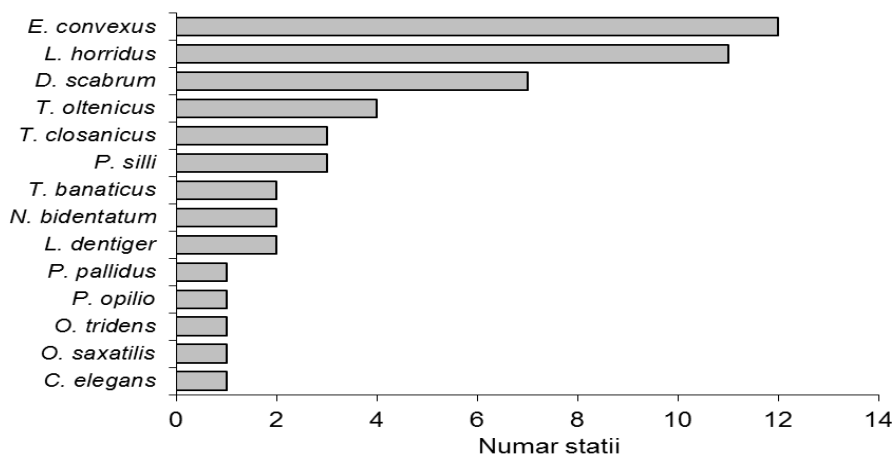


Figura 1. Frecvența speciilor de opilionide în GPM.

Pe baza datelor din literatură și a observațiilor din teren, au fost selectate trei variabile ce influențează în general prezența opilionidelor în mediul epigeu: tipul de habitat, prezența/absența unui curs de apă în zona limitrofă stației și altitudinea.

Aceste variabile împreună cu datele de prezență/absență ale celor mai frecvente specii au fost utilizate pentru elaborarea de modele predictive (Tabel 1) ale prezenței speciilor în zonă. Criteriul Informației Akaike (AIC) a fost utilizat pentru a selecta modelul cel mai bun iar media modelelor a fost utilizată pentru a calcula estimatorii parametrului și varianța acestora.

Tabel 1. Modele și covariatele incluse

Model	Covariate
M1	Tip de habitat + Curs de apă + Altitudine
M2	Tip de habitat + Altitudine
M3	Tip de habitat + Curs de apă
M4	Curs de apă + Altitudine
M5	Curs de apă
M6	Altitudine
M7	Tip de habitat

Tabel 2. Modele predictive pentru prezența speciilor. Akaike Information Criterion (AICc), ponderea modelelor ( $w_i$ ); numărul parametrilor estimați (K), diferențe AIC ( $\Delta_i$ ) (sunt prezentate numai modelele cu pondere semnificativă).

Specie	Model	K	AICc	$\Delta_i$	$w_i$
<i>Egaenus convexus</i>	Mod5	2	38.77	0.00	0.50
	Mod4	3	40.24	1.48	0.24
<i>Lacinius horridus</i>	Mod4	3	22.92	0.00	0.68
	Mod6	2	24.89	1.97	0.26
<i>Dicranolasma scabrum</i>	Mod5	2	33.09	0.00	0.54
<i>Trogulus closanicus</i>	Mod6	2	22.64	0.00	0.27
	Mod7	3	22.74	0.10	0.26
	Mod5	2	23.34	0.69	0.19
<i>Trogulus oltenicus</i>	Mod7	3	24.33	0.00	0.27
	Mod1	5	24.63	0.30	0.24
	Mod3	4	25.41	1.08	0.16
	Mod2	4	26.05	1.72	0.12

Rezultatele au arătat că prezența unui curs de apă și altitudinea sunt cele mai importante variabile ce determină prezența speciilor *E. convexus*, *L. horridus*, *D. scabrum* și *T. closanicus*. Tipul de habitat este un factor important pentru pentru *T. oltenicus* (Tabel 2). Un număr ridicat de specii de opilionide sunt higrofile și se găsesc în zone împădurite (în special păduri de foioase) (Băbălean, 2011). Analiza preliminară indică vulnerabilitatea acestor specii la schimbări în modul de utilizare al habitatului (de exemplu, defrișări).

## Factori ce influențează prezența speciei *Paranemastoma silli* în peșteri

Specia, *Paranemastoma silli* (Opiliones: Nemastomatidae) se reproduce în 15 dintre cele 30 de peșteri investigate. *P. silli* este o specie troglofilă (prezintă populații atât în peșteri cât și în habitatele epigeice), endemică în Munții Carpați, ce a fost semnalată preponderent în zone cu păduri de fag. Fiecare stație a fost caracterizată printr-un număr de variabile: Latitudine (Lat), Longitudine (Long), Altitudine (Alt), dezvoltarea peșterii (D) și tipul hidrologic (H). Temperatura și umiditatea nu au fost incluse analize deoarece există corelație între aceste variabile și dezvoltarea peșterii. Pentru a evalua impactul antropic asupra acestei specii s-a analizat modul de utilizare al habitatului pe o suprafață de 200 și 500 m în jurul peșterilor (Figura 2). Toate variabilele ce caracterizează habitatul terestru au fost analizate utilizând softul ArcGIS Desktop 9.3.1 și harta CORINE Land Cover. Modul de utilizare al habitatului: pădure de foioase (Df), pădure mixtă (Mf), Terenuri agricole și zone rurale (Atrl) și pășuni (Pas). Aceste variabile împreună cu datele de prezență/absență a speciei au fost utilizate pentru elaborarea de modele predictive (Tabel 3) ale prezenței speciei în zonă. Criteriul Informației Akaike (AIC) a fost utilizat pentru a selecta modelul cel mai bun iar media modelelor a fost utilizată pentru a calcula estimatorii parametrului și varianța acestora.

Rezultatele au arătat că dezvoltarea peșterii și tipul hidrologic sunt cele mai importante variabile ce determină prezența acestei specii în mediul subteran (Tabel 3 și Tabel 4). Indivizii acestei specii utilizează microhabitate cu umiditate ridicată și temperatură relativ scăzută. Deoarece specia a fost observată în general în păduri de fag variabilele ce caracterizează modul de utilizare al terenului ar fi trebuit să fie buni predictorii ai prezenței acestei specii.

Sunt posibile trei explicații ale rezultatelor:

1. Indivizii acestei specii au colonizat peșterile atunci când condițiile de la exterior au devenit nefavorabile (de exemplu, în urma defrișărilor).
2. Întrucât specia preferă peșterile cu dezvoltare ridicată ce au cursuri de apă, este posibil ca în zona de dezvoltare a acestor peșteri să existe păduri de fag ce nu au fost acoperite de analiza noastră iar specia să migreze în mediul subteran din aceste zone.
3. Specia este adaptată mediului subteran și poate forma populații stabile în lipsa unui habitat epigeu optim.

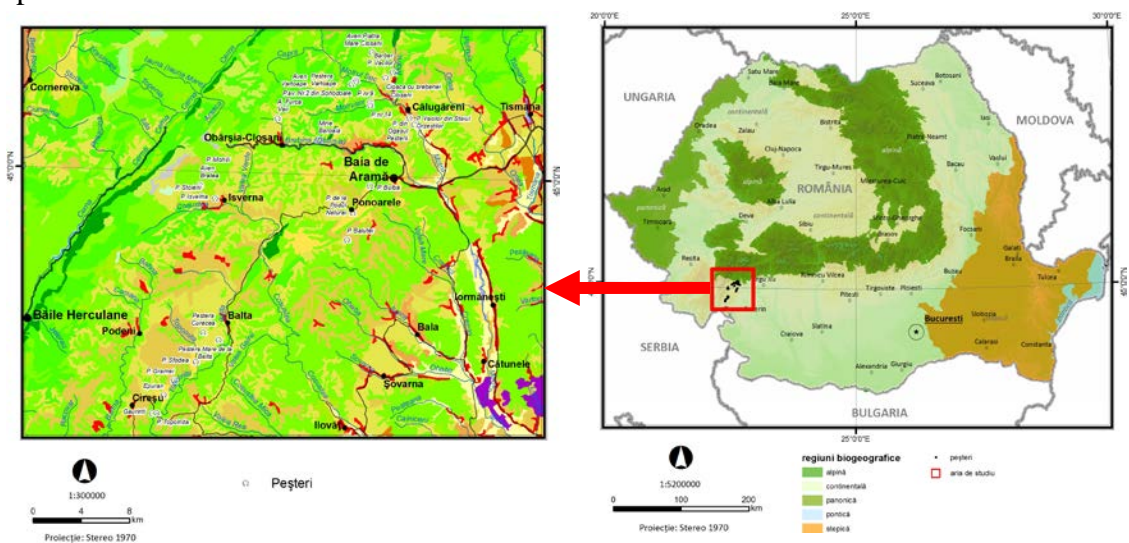


Figura 2. Distribuția spațială a stațiilor selectate.

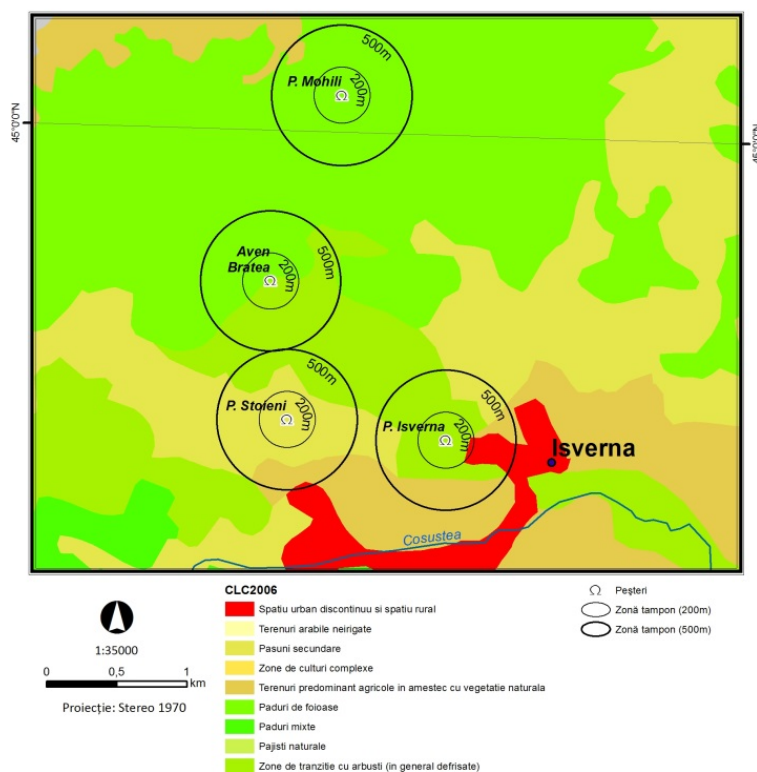


Figura 3. Modul de utilizare al habitatului pe o suprafață de 200 și 500 m în jurul stațiilor.

Tabel 3. Modele predictive pentru prezența speciei. Varianța ( $D^2$ ); Akaike Information Criterion ( $AICc$ ), ponderea modelelor ( $w_i$ ); numărul parametrilor estimați ( $K$ ), diferențe  $AIC$  ( $\Delta i$ ) (asociațiile semnificative sunt marcate cu bold).

Model	$D^2$ %	$AICc$	$\Delta AICc$	$w_i$	$K$
Localizare (Alt, Long, Lat)	37.59	47.25	14.08	0.00	4
Altitudine (Alt)	40.12	44.58	11.4	0.00	2
Păduri (Df, Mf)	39.30	46.26	13.08	0.00	3
Zone cu impact uman (Atrl)	40.17	44.63	11.45	0.00	2
Habitat subteran (Dev, Ht)	27.58	34.73	1.55	0.29	3
Pășuni (Pas)	39.87	44.33	11.15	0.00	2
<b>Dezvoltarea peșterii (D)</b>	<b>28.63</b>	<b>33.18</b>	<b>0.00</b>	<b>0.63</b>	<b>2</b>
Tipul hidrologic (Ht)	33.07	37.53	4.35	0.07	2

Tabel 4. Coeficienți covariatelor cu valoare predictivă pentru prezența speciei *P. silli*. Covariate (Estimate), eroarea standard (SE) și intervalul de confidență (CI) al modelelor.

Parametru	Estimate	SE	95%CI	
			Upper	Lower
Alt	-0.02	0.47	-0.94	0.9
Long	-1	1.08	-3.12	1.12
Lat	0.42	1.11	-1.76	2.61
Df	0.32	0.41	-0.48	1.11
Mf	-0.1	0.4	-0.88	0.69
Dev	1.24	0.74	-0.2	2.69
Pas	-0.21	0.38	-0.96	0.54
Atrl	0	0.38	-0.74	0.74
Ht	0.83	0.73	-0.6	2.27

## Obiectivul 2. Evaluarea intensității asimetriei fluctuante ca un indicator al calității habitatelor.

Asimetria fluctuantă (AF) reprezintă abaterea aleatoare de la simetria bilaterală a unui organism (Van Valen, 1962) și este utilizată ca metodă pentru evaluarea capacității unui organism de a se dezvolta normal în condiții de stres genetic sau de mediu (Møller & Swaddle, 1997). Au fost incluse în studiu populații aparținând speciei *Paranemastoma silli* din două peșterii (P. Cloșani și P. Lazului) și una din habitatul epigeu (Valea Bulba). Cele două peșteri oferă condiții diferite: în P. Cloșani condițiile sunt relativ stabile în timp ce în P. Lazului zonele în care sunt prezenți indivizii acestei specii sunt inundate în perioadele ploioase iar variațiile termice în aceste zone sunt ridicate. Am testat ipoteza că AF este mai mare în cazul i) populației din habitatul epigeu deoarece variațiile parametrilor abiotici sunt mai ridicate decât în peșteri și ii) populației din P. Lazului comparativ cu P. Cloșani deoarece presiunile selective sunt mai ridicate în prima peșteră. Analiza AF s-a făcut pe baza protocolului descris de Palmer (1994) și Palmer & Strobeck (2003). S-au analizat trei caractere ce ar putea manifesta diferențe semnificative în AF induse de condițiile de mediu: dimensiunile pedipalpilor și celor două segmente ale chelicerelor raportate la lungimea corpului.

Au fost analizați 167 de indivizi: 61 indivizi din Valea Bulba, 54 indivizi din P. Cloșani și 52 indivizi din P. Lazului. Indivizii colectați au fost fotografiați și a fost măsurată lungimea corpului, pedipapilor și a celor două segmente ale chelicerelor pe imagini digitale. Fiecare măsurătoare a fost repetată de două ori pentru fiecare individ atât pentru partea dreaptă cât și pentru partea stângă. AF a fiecărui individ pentru caracterul investigat a fost calculată ca diferență în modul între valorile pe partea dreaptă și pe partea stângă (Palmer & Strobeck, 2003). Valorile AF au depășit erorile de măsurare și sunt semnificative ca și valorile Asimetriei Direcționale (DA) pentru toate caracterele analizate (Tabelul 5).

Tabel 5. Rezultatele analizei two-way ANOVA pentru testarea semnificației în cazul interacției: dintre parte și individ (AF), între părți (DA) și între replicate (EM) pentru caracterul analizat (df – gradele de libertate, MS – media pătrată, F – factorul ANOVA, p – nivelul de semnificație). Semnificația statistică a fost testată după corecția Bonferroni.

Asimetria fluctuantă				Asimetria direcțională				Variația între replicate	
df	MS	F	P	df	MS	F	P	df	MS
166	0.041	55.398	< 0.001	1	0.762	18.56	< 0.001	334	0.001
166	0.001	4.537	< 0.001	1	0.004	4.32	0.039	334	< 0.0001
166	0.003	8.394	< 0.001	1	0.043	16.968	< 0.001	334	< 0.0001

Distribuția diferențelor dreapta/stânga a arătat o deviație semnificativă de la distribuția normală pentru toate caracterele analizate, iar modulul AF în cazul pedipalului a fost corelat cu lungimea corpului (Tabelul 6).

Tabel 6. Media diferențelor stânga/dreapta  $\pm$  eroarea standard (SE), cu testul Kolmogorov-Smirnov și valoarea medie a caracterului și coeficienții de corelație ai diferențelor stânga/dreapta în raport cu lungimea corpului. Semnificația statistică a fost testată după corecția Bonferroni.

Caracter	(R-L)	[(R+L)/2]				
	Medie $\pm$ SE	Medie $\pm$ SE	K-S	P	r	P
pedipalp	0.071 $\pm$ 0.208	6.426 $\pm$ 0.847	2.426	0.001	0.244	0.001
chelic1	0.003 $\pm$ 0.039	1.999 $\pm$ 0.152	1.751	0.004	0.019	0.811
chelic2	0.015 $\pm$ 0.053	2.106 $\pm$ 0.194	1.836	0.002	-0.08	0.303

Pentru comparații între sexe și stații a fost utilizat testul Mann-Whitney U. Analizele statistice indică diferențe semnificative în AF a pedipalilor și al doilea segment al chelicerelor între masculi și femele (n = 94 masculi, n = 73 femele, pedipalp: Z = -8.51, P < 0.001; chelicel2: Z = -2.365, P = 0.018) și nu există diferențe semnificative pentru primul segment al chelicerelor (Z = -0.939, P = 0.348).

În cazul femelelor, există diferențe semnificative în AF a pedipalului între stații ( $\chi^2 = 39.709$ , df = 2, P < 0.001) iar primul ( $\chi^2 = 0.824$ , df = 2, P = 0.662) și al doilea segment al chelicerelor ( $\chi^2 = 3.951$ , df = 2, P = 0.001) nu prezintă diferențe semnificative între stații. AF a pedipalului este mai scăzută în cazul populației din zona Bulba decât în cazul populațiilor din Cloșani (n = 28 Bulba, n = 21 Cloșani, Z = -5.576, P < 0.001) și Lazului (n = 28 Bulba, n = 24 Lazului, Z = -5.103, P < 0.001) (Fig 4) și nu există diferențe semnificative între populațiile din peșteri (n = 21 Cloșani, n = 24 Lazului, Z = -0.341, P = 0.733).

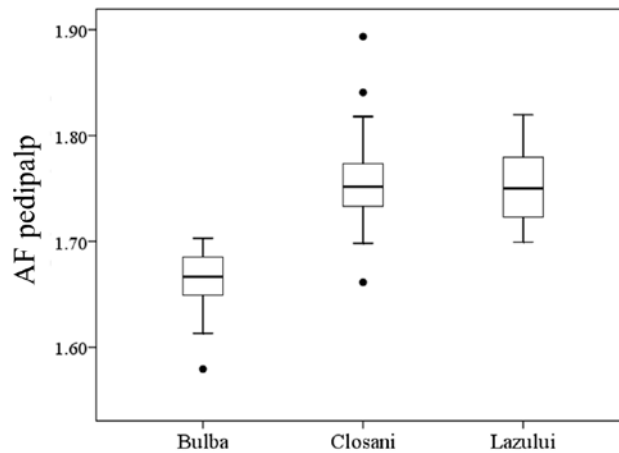


Figura 4. Asimetria medie pentru pedipalp (femele) în populațiile investigate (95% interval de confidență).

În cazul masculilor nu există diferențe semnificative în AF între populații pentru nici unul din caracterele analizate (pedipalp:  $\chi^2 = 2.258$ ,  $df = 2$ ,  $P = 0.323$ ; chelicel1:  $\chi^2 = 0.18$ ,  $df = 2$ ,  $P = 0.914$ ; chelicel2:  $\chi^2 = 2.277$ ,  $df = 2$ ,  $P = 0.32$ ).

În cazul unor specii de nevertebrate s-a observat că valorile AF depind de caracterul investigat (fiind mai ridicată în cazul organelor ce nu sunt implicate direct în reproducere) și de mărimea eșantionului (Polak et al., 2003). Chelicerele și pedipalpi sunt organe tactile cu rol în hrănire și reproducere, aceste caractere sunt probabil expuse presiunilor selective mai mult decât altele, iar indivizii cu AF a chelicerelor și pedipalpiilor ridicată pot fi eliminați din populație înainte de maturitate datorită unui fitness scăzut. Diferențele rezultate se pot datora presiunilor selective diferite asupra masculilor și femelelor în P. Cloșani. Femelele prezintă în general fidelitate față de sit, iar în P. Cloșani distribuția spațială a prăzii nu este dinamică în timp. Pedipalpii masculilor au un rol mai important în reproducere decât în cazul femelelor.